



**T.C.
YALOVA ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ**

**BEDEN EĞİTİM VE SPOR ANABİLİM DALI
BEDEN EĞİTİMİ VE SPOR BİLİM DALI**

**VÜCUT KOMPOZİSYONU YÖNTEMLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI:
TUBON PROJESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

İlkay ATEŞ

**DANIŞMAN
Doç. Dr. Nigar KÜÇÜKKUBAŞ**

**YALOVA
EKİM 2025**



T.C.
YALOVA ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

BEDEN EĞİTİM VE SPOR ANABİLİM DALI
BEDEN EĞİTİMİ VE SPOR BİLİM DALI

VÜCUT KOMPOZİSYONU YÖNTEMLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI:
TUBON PROJESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

İlkay ATEŞ
238132016

DANIŞMAN
Doç. Dr. Nigar KÜÇÜKKUBAŞ

YALOVA
EKİM 2025

Yalova Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü'nün Beden Eğitim Ve Spor Anabilim Dalı 238132016 numaralı Yüksek Lisans öğrencisi İlkay Ateş ilgili yönetmeliklerin belirlediği gerekli tüm şartları yerine getirdikten sonra hazırladığı Vücut Kompozisyonu Yöntemlerinin Karşılaştırılması: Tubon Projesi başlıklı tezini aşağıda imzaları olan jüri önünde sunmuş ve oy birliği/oy çokluğu ile başarılı bulunmuştur.

İmza / **Kanaati**
(Kabul/Red)

Doç. Dr. Nigar Küçükkubaş
Danışman, Yalova Üniversitesi

..... /

Prof. Dr. Serdar GERİ
Jüri Başkanı, Yalova Üniversitesi

..... /

Dr. Öğr. Üyesi Taylan Hayri BALCIOĞLU
Jüri Üyesi, Fenerbahçe Üniversitesi

..... /

Tez Savunma Tarihi: 24.10.2025

ETİK BEYAN

Yalova Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Tez/Proje Yazım Kuralları'na uygun olarak hazırladığım: Vücut Kompozisyonu Yöntemlerinin Karşılaştırılması: Tubon Projesi başlıklı bu tez çalışmada; tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi, tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu, tez çalışmada yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi, kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı, bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu bildirir, aksinin tespiti halinde doğabilecek her türlü hukuki sorumluluğu kabul ettiğimi taahhüt ve beyan ederim.

İlkay ATEŞ



ÖNSÖZ

Yüksek Lisans eğitimim boyunca göstermiş olduğu sabrı ve hoşgörüsüyle desteğini hiç esirgemeyen bilgi ve deneyimleriyle bana her daim yol gösteren değerli danışman hocam Doç. Dr. Nigar KÜÇÜKKUBAŞ 'a

“Türk Çocuklarının Büyüme ve Biyolojik Olgunlaşma Durumlarına Göre Motor Koordinasyon, Vücut Kompozisyonu, Fiziksel Aktivite, Fiziksel Uygunluk ve Fiziksel Benlik Algısındaki Farklılıkların İncelenmesi ve Norm Değerlerinin Oluşturulması” başlıklı SBAG 120S408 numaralı 1001 projesinin verilerinden bu tez çalışmasının yapılmasına fırsat sağlayan başta proje yürütücüsü değerli hocam Prof. Dr. Emine Çağlar'a ve projede yer alan kıymetli hocalarım Prof. Dr. Ayda Karaca, Prof. Dr. Elif Nursel Özmert, Prof. Dr. Erdem Karabulut, Prof. Dr. Gıyasettin Demirhan, Prof. Dr. Pelin Aksen, Prof. Dr. Mehmet Mesut Çelebi, Prof. Dr. Sadettin Kirazcı ve Doç. Dr. Nigar Küçükkubaş'a, Bu tez çalışmasına finansal destek sağlayan Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu'na (TÜBİTAK, Proje No: SBAG 120S408) ve Hacettepe Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri (BAP) Koordinasyon Birimi'ne (Proje No: THD-2022-20266),

Bu yola çıkmama vesile olan değerli büyüğüm Doç. Dr. Sinan ATEŞ' e

Her zaman yanımda oldukları ve benden desteklerini hiçbir zaman esirgemedikleri için kıymetli aileme, yol arkadaşım Serkar Mahir Demirci' ye sevgili arkadaşım Doktor Rasim Şimşek'e, sevgili arkadaşım Buse Yılmaz'a, sevgili arkadaşım Enes Babur' a ve Ali Günay'a

Teşekkürlerimi sunarım.

Ekim – 2025

İlkay ATEŞ



İÇİNDEKİLER

ETİK BEYAN	i
ÖNSÖZ	ii
İÇİNDEKİLER.....	iii
SİMGELER ve KISALTMALAR LİSTESİ	v
TABLolar LİSTESİ	vi
ÖZET	vii
ABSTRACT	viii
1.GİRİŞ	1
1.1. Araştırmanın Önemi	5
1.2. Araştırmanın Problemleri	7
1.2.1. Ana Problem	7
1.2.2. Alt Problemler	7
2. GENEL BİLGİLER	9
2.1. Kinantropometre	9
2.2. Vücut Ölçüm Yöntemleri	9
2.2.1. Büyüme ve Olgunlaşma (Maturity Offset)	9
2.2.2. BİA ve DXA	13
2.2.3. Magnetik Rezonans Görüntüleme (MRI)	16
2.2.4.Bilgisayarlı Tomografi (BT)	17
2.2.5. Air Displacement Plethysmography (ADP) – Bod Pod	19
2.2.6. Hidrostatik Tartım (Hydrostatic Weighing) ve Vücut Kompozisyonu Değerlendirmesi	20
2.2.7. Ultrasonografi (Ultrason)	21
2.2.8. Deri Kıvrım Kalınlığı Ölçümleri.....	22
2.2.9. Çevre ve Çap Ölçümleri ve Uygulama Yöntemleri	25
2.2.10. Obezitenin ve Kardiyometabolik Risk Faktörlerinin Belirlenmesi	29
2.2.11. Spor Performansı ve Fiziksel Uygunluk Değerlendirmeleri	29
2.3. Somatotip	30
2.3.1. Beden Morfolojik Yapıları (Endomorfi, Mezomorfi, Ektomorfi)	31
3. GEREÇ VE YÖNTEM	33
3.1. Araştırmanın Amacı	33
3.2. Araştırma Sürecinin Belirlenmesi	33
3.2.1. Araştırmanın Tipi	34
3.2.2. Araştırmanın Evreni ve Örneklem Seçimi	35
3.2.3. Araştırmanın Etiği	35
3.3. Araştırmanın Yöntemi	36
3.3.1 Veri Toplama Yöntemi	42
3.3.2. Sınırlılıklar	42
3.3.3. Veri Toplama Araçları	43
3.3.4. Verilerin Analizi	44
3.4.Bulgular.....	45

3.4.1. Betimsel Analizler 46

4. SONUÇ ve ÖNERİLER 59

KAYNAKLAR.....79



SİMGELER ve KISALTMALAR LİSTESİ

DXA	:	Dual-Energy X-Ray Absorptiometry
MRI	:	Manyetik Rezonans Görüntüleme
BİA	:	Biyoelektirik Empedans Analizi
BT	:	Bilgisayarlı Tomografi
KMY	:	Kemik Mineral Yoğunluğu
KMİ	:	Kemik Mineral İçeriği
YVK	:	Yağsız Vücut Kütlesi
YK	:	Yağ Kütlesi
VKİ	:	Vücut Kütle İndeksi
VA	:	Vücut Ağırlığı
DDK	:	Deri Kıvrım Kalınlığı
TVS	:	Toplam Vücut Suyu
SKK	:	Sınıf İçi Korelasyon Katsayısı
Rİ	:	İmpadans ya da Rezistans İndeksi
Z	:	Reaktans
s	:	Regrasyon Modelinin Standart Hatası
R	:	Resistans
E	:	Erkek
K	:	Kadın



TABLÖLER LİSTESİ

Tablo 1: Çocuk popülasyonuna özel geliştirilmiş BİA regresyon formül örnekleri: 5

Tablo 2 : Araştırmacı ve bursiyerlerin ölçümleri arasındaki sınıf içi kolerasyon (SKK) katsayıları: 38

Tablo 3: Betimsel Analizler Tablosu: 48

Tablo 4: Farklı ölçüm yöntemlerinden elde edilen sonuçların karşılaştırılması: 52

Tablo 5: Bland-Altman Analizleri.....53



VÜCUT KOMPOZİSYONU YÖNTEMLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI: TUBON PROJESİ

ÖZET

Bu araştırmanın amacı, 6–18 yaş aralığındaki çocuklarda kullanılan farklı vücut kompozisyonu değerlendirme yöntemlerini karşılaştırmak ve bu yöntemlerin yaş, cinsiyet durumuna göre birbirlerinin yerine kullanılıp kullanılamayacağını incelemektir. Çalışmada kullanılan veri seti, TÜBİTAK-SBAG 120S408 numaralı “TUBON Projesi” kapsamında yapılmıştır. Araştırmanın örneklemini toplam 6.310 çocuk oluşturmuştur (3.253 erkek, 3.057 kız). Yaş gruplarına göre dağılım; 6–7.99 yaşta 911, 8–9.99 yaşta 1.228, 10–14.99 yaşta 2.875 ve 15–17.99 yaşta 1.296 katılımcıdan oluşmaktadır. Vücut kompozisyonu değerlendirmesi için antropometrik ölçümler (triseps ve medial kalf deri kıvrım kalınlığı, çevre-çap ölçümleri), Biyoelektrik İmpedans Analizi (BİA) ham verileri ve literatürde yaygın kullanılan regresyon denklemleri (Slaughter, Küçükkubaş, Gutiérrez-Marín, Houtkooper, Oppliger ve Schaefer) kullanılmıştır. Bireylerin farklı yöntemlerden elde edilen yağsız vücut kütlesi (YVK) değerleri Bland–Altman analizi ile karşılaştırılmıştır.

Analizler, yöntemler arasındaki farkların ve uyum düzeylerinin belirlenmesine odaklanmıştır. Bulgular, Slaughter formülü ile diğer popülasyon-spesifik formüller arasında sistematik ve eğilimsel sapmalar olabildiğini; özellikle yüksek YVK sahip çocuklarda formüller arasındaki farklılıkların arttığı belirlenmiştir. Bu sonuçlar, her yöntemin kendi geliştirildiği popülasyona uygun olarak kullanılması gerektiğini, yöntemlerin birbiri yerine geçebilirliğinin sınırlı olduğunu göstermektedir.

Çalışmada elde edilen bulgular doğrultusunda; vücut kompozisyonu değerlendirmelerinde yaş ve cinsiyete özgü formüllerin tercih edilmesi, BİA ölçümlerinde standart ölçüm koşullarının sağlanması, antropometrik ölçümlerin deneyimli uygulayıcılarca yapılması ve yorumlanmasında mutlaka dikkate alınması önerilmektedir. Bulgular, saha çalışmaları ve klinik uygulamalarda çocuk ve ergenlerde yöntem seçimine yönelik önemli bir bilimsel temel sunmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Vücut Kompozisyonu, Yağsız Vücut Kütlesi, BİA, Çocuklar.

THE COMPARISON OF BODY COMPSITION METHOD: TUBON PROJECT

ABSTRACT

The purpose of this research is to compare different body composition assessment methods used in children aged 6–18 years and to examine whether these methods can be used interchangeably according to age and sex. The dataset used in this study was obtained within the scope of the TÜBİTAK-SBAG Project No. 120S408 (“TUBON Project”). The study sample consisted of 6,310 children (3,253 boys and 3,057 girls). The age-group distribution was as follows: 911 participants aged 6–7.99 years, 1,228 participants aged 8–9.99 years, 2,875 participants aged 10–14.99 years, and 1,296 participants aged 15–17.99 years.

Body composition was assessed using anthropometric measurements (triceps and medial calf skinfold thickness, circumference and breadth measurements), Bioelectrical Impedance Analysis (BIA) raw data, and widely used regression equations in the literature (Slaughter, Küçükkubaş, Gutiérrez-Marín, Houtkooper, Oppliger, and Schaefer). Fat-free mass (FFM) values obtained from different methods were compared using Bland–Altman analyses.

The analyses focused on identifying differences and agreement levels among the methods. The findings indicated that systematic and proportional biases may exist between the Slaughter equation and other population-specific formulas, and these discrepancies increased particularly in children with higher FFM values. These results show that each method should be used in the population for which it was originally developed, and that the interchangeability of the formulas is limited.

Based on the findings, it is recommended that age- and sex-specific equations be used in body composition assessments, that standardized measurement conditions be ensured when using BIA, and that anthropometric measurements be performed and interpreted by trained practitioners. The results provide an important scientific basis for method selection in field studies and clinical applications involving children and adolescents.

Keywords: Body Composition, Fat-Free Mass, BIA, Children.

1. GİRİŞ

İnsanlar yaşamları boyunca hem fizyolojik hem de morfolojik değişim ve gelişim süreçlerinden geçmektedir. Bu değişimlerin değerlendirilmesinde antropometrik ölçümler, bireylerin boyut, şekil ve yapı özelliklerini anlamak ve izlemek açısından önemli bir araçtır (Norton ve Olds, 1996). Yetişkinlik dönemine kadar devam eden süreç içerisinde, vücut kompozisyonu farklı dönemlerde çeşitli değişim ve gelişim süreçleri yaşamaktadır. Özellikle ergenlik dönemi, bu süreçte kritik bir aşamayı temsil eder; çünkü bu dönemde bireylerin vücut kompozisyonu hızla evrilir; kas kütlesi, yağ oranı ve kemik yoğunluğu gibi fiziksel özellikler hızlı bir gelişim gösterir ve olgunlaşır (Rogol, Clark ve Roemmich, 2000; Malina, Bouchard ve Bar-Or, 2004). Bu gelişim evreleri, bireylerin metabolik hızı, hormon seviyeleri ve genel fiziksel sağlık durumu üzerinde kalıcı etkiler yaratır. Bu nedenle, vücut kompozisyonunun izlenmesi sağlıklı bir gelişim süreci için son derece önemlidir (Bass, 2000; Wells, 2007).

Çocukluk ve ergenlik dönemlerinde düzenli fiziksel aktivitenin, sağlıklı bir yaşam tarzının oluşturulmasında ve fiziksel uygunluk ile vücut kompozisyonunun korunmasında kritik bir rol oynadığı söylenebilir. Vücut kompozisyonu, fiziksel uygunluğun en önemli bileşenlerinden biridir ve büyümenin izlenmesi, vücut ağırlığının kontrolü ve klinik sağlık açısından büyük bir öneme sahiptir (Akt: Lesinski, Prieske, Chaabene ve Granacher, 2021). Vücut kompozisyonunun temel bileşenleri arasında kemik, yağ, kas, hücre dışı sıvılar ve diğer organik maddeler yer almaktadır. Yaş, cinsiyet, fiziksel aktivite düzeyi ve sağlık durumu gibi faktörler, vücut kompozisyonunun belirlenmesinde önemli değişiklikler yaratır (Küçükkuşbaşı, 2021). Vücut kompozisyonu ölçüm yöntemlerinin temelini oluşturan vücut yoğunluğu, referans yöntemlerden türetilmiş tahmin veya regresyon formülleri kullanılarak vücut yağ yüzdesi ya da yağsız vücut kütlesi hesaplanarak belirlenebilmektedir. Yağsız vücut kütlesi, kaslar, kemikler, su, sinirler, damarlar ve diğer organik maddelerden oluşurken; yağlı vücut kütlesi, deri altı depo yağları ile esansiyel yağlardan meydana gelir (Kasap, 2021).

İdeal bir vücut kompozisyonuna sahip olmak, sağlık risklerini en aza indirir ve sporcularda optimal performansa ulaşmak için önem taşır. Çok yüksek yağ oranına sahip olmak kardiyovasküler hastalıklar, diyabet ve kanser gibi hastalık risklerini arttırırken idealin altında yağ oranına sahip olmak da üreme, dolaşım ve bağışıklık sistemi sorunlarına yol açar (Aktitiz, 2021).

Vücut kompozisyonu ölçüm yöntemleri incelendiğinde doğrudan, dolaylı ve ikincil dolaylı şeklinde ayrılmaktadır (Küçükkubaş, 2021). Doğrudan ölçüm şekli kadavra yöntemi kullanılarak doku miktarının belirlenmesiyle sağlanabilmekte olup diğer yöntemlerin hepsi dolaylı yöntem kabul edilmektedir (Brozek ve ark., 1963). Referans yöntemler incelendiğinde, hidrostatik tartım, BIA, hava yer değişimi plethismografi, potasyum 40 sayımı, DXA, MRI ve Antropometrik Yöntemler (çap, çevre, boy, uzunluk, ağırlık ölçümleri) sıklıkla kullanılmaktadır (Victor, 2012). Bu yöntemler geliştirilirken birçok kriter baz alınmakta olup, pratik ve düşük maliyetli saha yöntemleri olabileceği gibi karmaşık ve yüksek maliyetli laboratuvar yöntemleri de olabilmektedir. Yöntemin seçimi, belirlenmek istenen bileşene ait vücut kompozisyonu parametresine uygun seçilmektedir. Ölçümün ne kadar zaman aldığı, uzmanın ilgili ölçüm tekniğinde tecrübeli ve eğitilmiş olması, laboratuvar da alanda kullanılıp kullanılmayacağı, farklı etnik yapıdaki ve kültürlerdeki popülasyonlara, farklı yaş gruplarına uygulanabilirliği, dijital veriye ulaşılabilirliği dikkat edilmesi gereken hususlar arasında yer almaktadır (Küçükkubaş, 2021). Vücut kompozisyonu değerlendirme yöntemlerinin seçiminde birçok kriter göz önünde bulundurulmaktadır. Lohman ve arkadaşlarına (1988) göre, "vücut kompozisyonunun belirlenmesinde kullanılan yöntemlerin seçiminde ölçümün doğruluğu, uygulanabilirliği ve maliyet etkinliği gibi faktörler kritik öneme sahiptir" (Lohman, Roche ve Martorell, 1988). Amaç ve Hedefler: Belirli bir çalışmanın veya değerlendirmenin hedefleri, hangi vücut kompozisyonu bileşenlerinin ölçüleceğini belirler. Örneğin, genel vücut yağ yüzdesi mi yoksa bölgesel yağ dağılımı mı incelenecek?

Doğruluk ve Güvenilirlik: Seçilen yöntemin ölçüm doğruluğu ve tekrarlanabilirliği önemlidir. Bazı yöntemler yüksek doğruluk sağlarken, diğerleri daha fazla hata payına sahip olabilir.

Uygulama Kolaylığı ve Süresi: Pratik saha yöntemleri genellikle hızlı ve kolay uygulanabilirken, laboratuvar yöntemleri daha karmaşık ve zaman alıcı olabilir.

Maliyet: Ekipman ve uygulama maliyetleri, yöntemin seçimini etkileyen önemli faktörlerdendir. Düşük maliyetli yöntemler saha çalışmalarında tercih edilirken, yüksek maliyetli yöntemler genellikle araştırma laboratuvarlarında kullanılır.

Eğitim ve Uzmanlık: Ölçümü yapacak kişinin ilgili teknikte eğitilmiş ve deneyimli olması, sonuçların doğruluğunu artırır.

Uygulanabilirlik: Yöntemin farklı yaş grupları, etnik yapılar ve kültürel gruplarda uygulanabilirliği değerlendirilmelidir.

Veri Erişilebilirliği ve Analizi: Dijital veri toplama ve analiz imkanları, yöntemin etkinliğini artırabilir.

Çocuklarda Vücut Kompozisyonu Ölçme Yöntemleri:

Çocuklarda klinik uygulamalarda ve bilimsel çalışmalarda sıklıkla kullanılan DXA ve BIA yöntemleri vücudun farklı bileşenlerini ve segmentlerini ayrı ayrı ölçme ve değerlendirmeye olanak sağlamaktadır (Brantlov, Ward, Jødal, Rittig ve Lange, 2017; Vermeiren ve ark., 2021). Bireylerin çocukluktan yetişkinliğe kadar geçiş dönemleri sırasında morfolojik ve fizyolojik değişkenliği doku içeriği evresine kadar geçen süre zarfında yüksek su içeriği ile kemik mineralizasyonunun tamamlanmaması vücut bileşenlerinde farklılaşmanın nedeni olabilmektedir (Van Eyck ve ark.,2021). DXA kullanılarak toplam vücut taraması ile ölçülen vücut kompozisyonunu değerlendirmede doğru sonuçlara ulaşılmasını sağlamaktadır. Bu yöntemin referans yöntem, maliyetinin yüksek ve kolay uygulanabilir olması nedeniyle bu yöntemler yerine antropometrik ölçümlerin olduğu denklemler ya da BIA yöntemlerinin kullanılabilecek en uygun yöntem olduğu düşünülmektedir (Sung ve ark., 2001).

Yaş Geçiş Dönemleri: 15-18 yaş aralığı, ergenlikten yetişkinliğe geçiş sürecidir. Bu dönemde vücut kompozisyonunda önemli değişiklikler meydana gelebilir. Eğer yetişkin regresyon formülleri bu yaş grubunda güvenilir bir şekilde kullanılabiliyorsa, ergenler için özel formüller geliştirme ihtiyacı azalır ve ölçümler daha pratik yapılabilir.

Karşılaştırılabilirlik: Çalışmaların uzun vadeli takibinde, farklı yaş gruplarına ait verilerin uyumlu olması gerekir. Eğer yetişkin formülleri gençlerde de kullanılabiliyorsa, çocukluktan yetişkinliğe geçiş sürecinde verilerde süreklilik sağlanabilir ve daha doğru analizler yapılabilir.

Pratiklik ve Maliyet Etkinliği: Çocuk ve ergenlere özel regresyon formülleri geliştirmek için geniş çaplı çalışmalar gerekir. Eğer yetişkin formülleri güvenilir sonuçlar veriyorsa, ek analiz ihtiyacı azalır ve daha düşük maliyetle geniş çaplı çalışmalar yapılabilir.

Klinik ve Spor Bilimleri Açısından: Vücut kompozisyonu, sağlık, beslenme ve spor performansıyla doğrudan ilişkilidir. Eğer yetişkin formülleri ergen bireylerde de geçerliyse, doktorlar, diyetisyenler ve antrenörler ölçümleri daha kolay yorumlayabilir ve bireylere uygun sağlık/takviye planları oluşturabilir.

Literatürde Standartlaşma: Çocuk ve ergenler için farklı ölçüm standartları kullanılması, araştırmalar arasında tutarsızlıklara yol açabilir. Eğer yetişkin formülleri 15-18 yaş grubu için geçerli hale getirilebilirse, bilimsel çalışmalar arasındaki metodolojik uyum artabilir.

Çocukların Vücut Kompozisyonu ve Yetişkinlerden Farklılıkları:

Çocuklar, yetişkinlerin sadece küçük versiyonları değildir (Hills, 2001). Bireylerin çocukluk döneminden ergenlik dönemine ve sonrasında yetişkinliğe geçişi, morfolojik ve fizyolojik açıdan oldukça değişken bir süreçtir. Yetişkin doku içeriğine ulaşmaya kadar süregelen büyüme döneminde, yüksek su içeriği ve kemik mineralizasyonunun henüz tamamlanmamış olması, vücut bileşenlerinde farklılıkların ortaya çıkmasına neden olmaktadır (Van Eyck ve ark., 2021).

Çeşitli bilimsel araştırmalar, vücut yoğunluğu, yağ yüzdesi ve yağsız vücut yüzdesinde meydana gelen oransal değişimleri rapor etmiştir (Harsha, Frederichs ve Berenson, 1978; Haschke, 1983; Lohman, Boileau ve Slaughter, 1984; Lohman, 1986; Maynard ve ark., 2001; Meleleo ve ark., 2017; Van Eyck ve ark., 2021). "Altın standart" olarak kabul edilen hidrostatik tartım yöntemiyle yapılan boylamsal çalışmalar, normal çocuklarda (8-18 yaş arası, 201 erkek ve 186 kadın) 14 yaşından sonra vücut yağ yüzdesinin istatistiksel olarak azaldığını, 15 yaşından itibaren ise yağsız vücut kütlelerinde bir artış yaşandığını göstermektedir (Maynard ve ark., 2001).

Yağsız vücut kütlesi; su, protein, karbonhidrat ve kemikle ilişkili minerallerden oluşur. Yaş ilerledikçe, yağsız vücut kütlelerinin su içeriği azalırken, protein ve kemik mineral içeriği artar. Kemik mineral içeriği ve yoğunluğundaki artış, özellikle hızlı büyüme dönemlerinde (growth spurt) yağsız vücut kütlelerinin yoğunluğunu artırır (Haschke, 1983; Van Eyck ve ark., 2021).

Çocuk ve ergen sporcular arasında, yağsız vücut ve kemik kütlelerindeki artış, bu bireylerin vücut yoğunluğunun yaşlılarından daha yüksek olmasına neden olmaktadır. Bu durum, farklı yaş grupları için özel formüllerin geliştirilmesini gerektirmiştir (Açıkada, Ergen, Alpar ve Sarpyener, 1991; Bunc, 2001; Guo ve ark., 1989; Hills, 2001; Kyle ve ark., 2001).

Yukarıda belirtilen bilimsel bulgular ışığında, büyüme ve gelişim dönemlerine, yaş gruplarına, cinsiyete, aşırı yağ oranına (aşırı zayıf ya da morbid obez gibi) ve spor branşlarına göre farklı morfolojik ve fizyolojik değişimlerin ölçülmesi gerekliliği ortaya çıkmaktadır. Yağsız vücut kütlesi ile yağ kütlelerinin ölçülmesi için doğrudan referans yöntemler kullanmak genellikle maliyetlidir ve uzmanlık gerektirir. Bu nedenle, yağsız vücut kütlesi ve yağ kütlelerinin hesaplanmasında BIA gibi pratik yöntemler kullanılabilir (Küçükkuş, 2021).

Bu bağlamda, aşağıda vücut kompozisyonu ölçüm ve değerlendirme yöntemlerinin uygulamasında dikkate alınacak hususlar ayrıntılı olarak ele alınacaktır.

Tablo 1: Çocuk popülasyonuna özel geliştirilmiş BIA regresyon formül örnekleri:

Kaynak	Populasyon	n	Referans Yöntemi	Regresyon Formülleri	R ²	s
Küçükkuşaş, 2007	146 erkek yarışmacı sporcu	146 E	Hidrostatik Tartım	$YVK = 5.401 + 0.558 * (VA) + 0.252 * (boy^2/R)$	0,93	2,209
Gutiérrez Marín vd., 2021	Obez 8-14 yaş	170 E 145 K	4-Bileşen Modeli (Düzeltilmiş YVK Yoğunluğu)	$YVK = -9.012 + 0.818 * (Boy)^2/R + 0.742 * (yaş) + 0.648 * (cinsiyet) + VKİ (kg/m^2)$ E=1 K= 2 Boy (m)	0.877	2.712
Küçükkuşaş, 2007	146 erkek yarışmacı sporcu	145 E		$-12.374 + 0.226 * (boy^2) + 0.56 * (VA) + 1.209 * (yaş)$	0,95	1,939
Küçükkuşaş, 2007	15-17 yaş erkek karma sporcu	145 E	Hidrostatik Tartım	$YVK = -12.374 + 0.226 (Boy)^2/R + 0.56 (VA) + 1.209(yaş)$	0.95	1.939
Houtkooper, vd., 1992	Beyaz (10-19yaş)	94 K	Hidrostatik Tartım Deuteryum Dilüsyonu	$YVK=1.31+0.61(Boy^2/R)+0.25(VA)$	0.95	2.1
Oppliger vd., 1991	15.7±1.1 yaş	110 E GÜREŞ	Hidrostatik Tartım	$YVK= 1.949+0.701(VA) +0.186 (Boy^2/R)$	0.96	1.89
Schaefer vd., 1994	3.9-19.3 yaş, çocuk ergen ve genç	53 K 59 E	⁴⁰ K Spektrometri	$YVK = 0.65 \cdot (Boy^2/R) + 0.68 \cdot yaş + 0.15$	0.975	1.98
Küçükkuşaş, 2007	144 erkek yarışmacı sporcu	144 E	Hidrostatik Tartım	$3.192 + 0.577 * (VA) - 0.02591 * (R) + 0.169 * (boy)$	0,95	1,939
Bray vd., 2001	10-12 yaş	64 K 65 E	4-Bileşen (Modeli)	$TVS = 0.40 (Boy^2/R) + 0.148 (VA) + 3.32$	0.86	

VY: Vücut Yoğunluğu(g/cm³); YVK: Yağsız Vücut Kütlesi(kg); VY%: Vücut Yağ Yüzdesi; VA: Vücut Ağırlığı(kg); DKK: Deri Kıvrım Kalınlığı(mm); R: Resistans (Ω); Xc: Reaktans(Ω); Z ya da Rİ: İmpedans ya da Rezistans İndeks (Boy²/R); TVS: Toplam Vücut Suyu; KMİ(kg): Kemik Mineral İçeriği; DXA: Dual X-Ray Absorbtometri; RH: Rezidual Hacim; E: Erkek; K: Kadın; Boy (cm): Boy uzunluğu; R²: Açıklayıcılık katsayısı; s: Regresyon modelinin standart hatası (Küçükkuşaş, 2021).

1.1. Araştırmanın Önemi

Vücut kompozisyonunun doğru ve güvenilir biçimde değerlendirilmesi, çocuk ve ergen nüfusunda büyümenin izlenmesi, sağlık risklerinin belirlenmesi, fiziksel uygunluğun değerlendirilmesi ve performansla ilişkili fizyolojik süreçlerin anlaşılması açısından kritik bir gereklilik olarak kabul edilmektedir. Ancak vücut kompozisyonu ölçüm yöntemlerinin tamamı, gerek biyolojik farklılıklar gerekse ölçüm tekniklerine özgü metodolojik sınırlılıklar

nedeniyle önemli ölçüde değişkenlik gösterebilmektedir. Antropometrik ölçümler uygulayıcı deneyimine bağımlı olduğundan ölçüm hatasına açık bir yapı sergilerken, BİA cihazlarının üreticiye ve modele özgü algoritmalar kullanarak ham elektriksel verileri (impedans, reaktans vb.) vücut bileşenlerine dönüştürmesi, yöntemi cihaz bağımlı hâle getirmektedir. Bu durum, elde edilen sonuçların popülasyonlar arası karşılaştırılabilirliğini sınırlamakta ve farklı yöntemlerin birbirinin yerine kullanılmasını zorlaştırmaktadır (Lohman, Roche & Martorell, 1988).

BİA ve antropometrik ölçümlerin yaş, cinsiyet, biyolojik olgunlaşma, vücut yağ dağılımı ve etnik yapı gibi faktörlerden etkilenmesi, tahmin modellerinin popülasyona özgü olarak geliştirilmesini zorunlu kılmıştır. Bu nedenle, bir formülün geçerliliği yalnızca geliştirildiği popülasyon üzerinde test edildiğinde güvenilir kabul edilebilmektedir. Bu çalışma, BİA'nın ham verilerini popülasyona özgü regresyon denklemleriyle yeniden işleyerek üretici algoritmalarından bağımsız bir vücut kompozisyonu değerlendirmesi sunmayı ve bu yaklaşımın geçerliliğini test etmeyi amaçlamaktadır. Bu yönüyle çalışma, hem saha uygulamaları hem de akademik araştırmalar için daha standart, genellenebilir ve cihazdan bağımsız bir değerlendirme yöntemi geliştirilmesi açısından literatüre özgün katkı sağlamaktadır. Bu çalışmada kullanılan Slaughter (1988) formülü, 8–18 yaş aralığını kapsayan geniş örnekleme ve yüksek metodolojik geçerliliği nedeniyle literatürde referans model olarak kabul edilmektedir. Bununla birlikte, Guti  rrez-Mar  n, Schaefer, Bray ve Küçükkubaş tarafından geliştirilen popülasyon-spesifik formüller daha dar örneklemler üzerinde çalışılmış; obez çocuklar, erken çocukluk dönemindeki bireyler veya yüksek fiziksel aktivite düzeyine sahip erkek sporcular gibi belirli alt popülasyonlara odaklanmıştır. Formüller arasındaki bu kapsam farklılıkları, yaş aralığı, biyolojik olgunlaşma ve fiziksel aktivite düzeylerine bağlı olarak tahmin doğruluğunun değişkenlik gösterebileceğini ortaya koymaktadır. Bu nedenle, Slaughter formülünün genel performansını popülasyona, yaş grubuna ve cinsiyete özgü diğer modellerle karşılaştırmak, yöntem seçimine ilişkin kanıta dayalı değerlendirmeler yapılması açısından bilimsel bir zorunluluktur. Ayrıca Dezenberg formülünün yalnızca 6–8 yaş grubunu kapsamaması, erken çocukluk dönemine özgü değerlendirmelerde hangi formülün daha geçerli olduğu sorusunu gündeme getirmekte ve bu çalışma bu boşluğu doldurmaktadır. Çalışmanın önemli yönlerinden biri, deri kıvrım kalınlığı gibi uzmanlık gerektiren antropometrik ölçümlerin uygulayıcıya bağımlı yapısıyla ilişkili hata kaynaklarını azaltmayı hedeflemesidir. B  A'nın ham parametrelerinin yaş, cinsiyet veya spor

branşına özgü regresyon denklemleriyle işlenerek daha doğru vücut kompozisyonu bileşenleri elde edilip edilemeyeceğinin değerlendirilmesi, saha çalışmalarında daha pratik ve erişilebilir yöntemlerin kullanılabilirliğini artırma potansiyeli taşımaktadır. Bu yönüyle çalışma, hem klinik hem de saha koşullarında standardizasyonu desteklemekte; yöntemler arası değişebilirliği ortaya koyarak ölçüm kalitesinin iyileştirilmesine katkıda bulunmaktadır. Genel olarak bu araştırma, vücut kompozisyonu değerlendirme yöntemlerinin doğruluk düzeylerinin karşılaştırılması, cihaz bağımlılığının azaltılması ve popülasyona özgü formüllerin geçerliliklerinin ortaya konulması açısından literatürde önemli bir boşluğu doldurmaktadır. Elde edilen bulgular; araştırmacılar, sağlık profesyonelleri, spor bilimleri uzmanları ve uygulayıcılar için yöntem seçimine yönelik kanıta dayalı öneriler sunmakta; çocuk ve ergenlerde vücut kompozisyonu değerlendirmelerinde standardizasyonun sağlanmasına katkıda bulunmakta ve alana bütüncül, özgün ve metodolojik açıdan güçlü bir katkı sağlamaktadır.

1.2. Araştırmanın Problemleri

1.2.1. Ana Problem

Slaughter ve ark(1988)., formülü ile geliştirilen farklı yaş grupları için geliştirilen ölçüm sonuçları arasında anlamlı bir fark var mıdır ve bu formüller birbirinin yerine kullanılabilir mi?

1.2.2. Alt Problemler

Slaughter ve ark. (1988) formülü ile Gutiérrez-Marín vd. (2021) formülünden elde edilen yağsız vücut kütlesi (YVK) değerleri arasında anlamlı bir fark var mıdır?

Slaughter ve ark. (1988) formülü ile Küçükkuşbaşı (2007) tarafından geliştirilen formülden elde edilen YVK değerleri arasında anlamlı bir fark var mıdır?

Slaughter ve ark. (1988) formülü ile Houtkooper vd. (1992) tarafından geliştirilen formülden elde edilen YVK değerleri arasında anlamlı bir fark var mıdır?

Slaughter ve ark. (1988) formülü ile Oppliger vd. (1991) tarafından geliştirilen formülden elde edilen YVK değerleri arasında anlamlı bir fark var mıdır?

Slaughter ve ark. (1988) formülü ile Schaefer vd. (1994) tarafından geliştirilen formülden elde edilen YVK değerleri arasında anlamlı bir fark var mıdır?

1.3. Hipotezler

Slaughter ve ark. (1988) formülü ile Gutiérrez-Marín vd. (2021) formülünden elde edilen YVK değerleri arasında anlamlı bir fark vardır.

Slaughter ve ark. (1988) formülü ile Küçükkubaş (2007) formülünden elde edilen YVK değerleri arasında anlamlı bir fark vardır.

Slaughter ve ark. (1988) formülü ile Houtkooper vd. (1992) formülünden elde edilen YVK değerleri arasında anlamlı bir fark vardır.

Slaughter ve ark. (1988) formülü ile Oppliger vd. (1991) formülünden elde edilen YVK değerleri arasında anlamlı bir fark vardır.

Slaughter ve ark. (1988) formülü ile Schaefer vd. (1994) formülünden elde edilen YVK değerleri arasında anlamlı bir fark vardır.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Kinantropometre

İnsan vücudu yağ doku ve yağsız dokudan oluşur. Yağsız dokunun (fat-free mass) bileşenleri; kas, kemik, su ve organ dokusudur. Yağ doku ise esansiyal yağ ve depo yağ olarak ikiye ayrılır. Sağlıklı bir vücut kompozisyonuna sahip olmak için tüm bu bileşenlerin ideal aralıkta olması önemlidir. Bu ideal aralıklar ise cinsiyetler arasında farklılık gösterir. Erkeklerde kas kütlesi (~ %45) kadınlara oranla (~ %36) daha fazla iken, yağ kütlesi (~ %12-20) kadınlardan (~ %20-30) daha azdır.

İnsan vücudunun fiziksel özelliklerini ölçen ve değerlendiren bir bilim dalıdır. Bu alanda yapılan ölçümler, vücut kompozisyonunu, fiziksel uygunluğu ve performansı belirlemek açısından büyük öneme sahiptir (Ross ve ark.,1991).

2.2. Vücut Ölçüm Yöntemleri

2.2.1. Büyüme ve Olgunlaşma Yaşı (Maturity Offset)

Büyümeyi değerlendirmek için kullanılan yöntemlerden biri biyolojik olgunluk düzeyini belirlemeye yönelik olan büyüme ve olgunlaşma yaşı parametresidir.

Bu nedenle, büyüme ve olgunlaşma yaşı hesaplamasında kullanılan parametreleri içeren antropometrik değişkenler aşağıda açıklanmaktadır. Bu değişkenler, biyolojik olgunluk düzeyinin daha doğru tahmin edilmesine yardımcı olarak büyüme ve gelişme süreçlerinin değerlendirilmesinde bilimsel bir temel sağlamaktadır.

Boy Uzunluğu

Çocuğun boy uzunluğu, olgunlaşma sürecindeki değişimlerin önemli bir göstergesidir, çünkü boy artışı, biyolojik büyüme ve gelişim ile doğrudan ilişkilidir (Malina, Bouchard ve Bar-Or, 2004). Boy uzunluğundaki değişimler, bireyin biyolojik olgunluk düzeyinin değerlendirilmesinde kritik bir parametre olarak kabul edilmekte olup, büyüme eğrileri ve olgunlaşma göstergeleriyle birlikte analiz edildiğinde, çocuğun gelişim sürecine dair önemli bilgiler sunmaktadır (Mirwald ve ark., 2002).

Boy uzunluğu, genetik faktörlerin yanı sıra beslenme, hormonal düzenlemeler ve fiziksel aktivite ile doğrudan ilişkilidir. Büyüme hormonu, insülin benzeri büyüme faktörü-1 (IGF-1)

ve tiroid hormonları (T3, T4) boy uzamasında kritik rol oynar. Epifiz plakları, uzun kemiklerin uçlarında yer alır ve kemik büyümesinin gerçekleştiği bölgelerdir. Bu biyolojik süreçlerin düzgün işleyebilmesi için yeterli beslenme gereklidir. Beslenme yetersizlikleri, özellikle protein ve enerji eksiklikleri, büyüme geriliğine neden olabilir. Sudfeld ve ark., (2015), düşük ve orta gelirli ülkelerde beslenme eksikliklerinin çocukların lineer büyümelerini olumsuz etkilediğini belirtmektedir. Çalışmada, boy kısalığının (stunting) çocukların fiziksel gelişimlerinin yanı sıra bilişsel ve motor gelişimlerini de olumsuz etkileyerek eğitim başarılarını ve genel sağlık durumlarını belirlediği vurgulanmıştır. Bu nedenle, erken çocukluk döneminde yeterli beslenme sağlanması, sadece fiziksel büyümeyi değil, aynı zamanda bilişsel gelişimi de desteklemektedir. Sudfeld ve ark.,(2015), yetersiz beslenme nedeniyle oluşan büyüme geriliğinin, gelişmekte olan çocukların uzun vadede ekonomik ve sosyal yaşamlarını da olumsuz şekilde etkileyebileceğini ifade etmektedir.

Sonuç olarak, boy uzaması yalnızca biyolojik bir süreç olmanın ötesinde, çocukların genel gelişimiyle doğrudan ilişkili olan multidisipliner bir olgudur. Büyüme geriliğini önlemek amacıyla beslenme, çevresel faktörler ve eğitsel müdahaleler bir arada ele alınmalıdır. Özellikle erken çocukluk döneminde sağlanan yeterli beslenme ve uygun çevresel koşullar, bireylerin optimal büyüme potansiyeline ulaşmasını desteklemekte ve uzun vadede bilişsel, fiziksel ve sosyo-ekonomik açıdan olumlu etkiler sağlamaktadır. Bu nedenle, beslenme eksikliklerinin önlenmesine yönelik halk sağlığı stratejileri, çocuk gelişimini destekleyen bütüncül yaklaşımların temel bileşenlerinden biri olarak değerlendirilmektedir.

Vücut Ağırlığı

Vücut ağırlığı (VA), bireyin toplam kütesini ifade eden önemli bir parametredir ve sağlık durumu, beslenme alışkanlıkları, fiziksel aktivite düzeyi ve genetik faktörlerle doğrudan ilişkilidir (Giuliani ve Jager, 2021). Bireyin enerji dengesi, alınan kalori ile harcanan enerji arasındaki ilişkiye bağlıdır ve bu denge uzun vadede vücut ağırlığını belirler. Bununla birlikte, vücut ağırlığını yalnızca VKİ ile değerlendirmek yeterli olmayabilir. Giuliani ve Jager (2021), vücut kompozisyonunun – yağ kütesi ve yağsız vücut kütesinin ayrı ayrı ele alınması gerektiğini vurgulamaktadır. Özellikle metabolizma hızı, hormonal düzenlemeler ve kas-yağ oranı, bireyin sağlık durumu üzerinde belirleyici bir rol oynar. Sağlıklı bir vücut ağırlığını korumak, obezite, kardiyovasküler hastalıklar ve diyabet gibi kronik hastalıkların

önlenmesinde kritik bir faktördür (Giuliani ve Jager, 2021). Bu nedenle, bireylerin düzenli fiziksel aktivite yapmaları ve dengeli beslenmeleri önerilmektedir.

Vücut Kütlesi İndeksi (VKİ)

VKİ bireyin vücut ağırlığının boy uzunluğunun karesine bölünmesiyle elde edilen ve bireyin ağırlığının boyuna göre değerlendirilmesini sağlayan bir antropometrik ölçüttür (World Health Organization (WHO), 2000). VKİ, genellikle bireylerin zayıf, normal kilolu, fazla kilolu veya obez olup olmadığını belirlemek amacıyla kullanılan basit ve yaygın bir yöntemdir (Cole ve ark., 2000). VKİ, kilogram cinsinden vücut ağırlığının metre cinsinden boy uzunluğunun karesine bölünmesiyle hesaplanmaktadır:

$$VKİ = \text{Vücut Ağırlığı (Kg)} / [\text{Boy(m)} * \text{Boy(m)}]$$

WHO (2000) tarafından yetişkinler için belirlenen VKİ sınıflandırması aşağıdaki gibidir:

$<18.5 \text{ kg/m}^2 \rightarrow$ Düşük kilolu

$18.5 - 24.9 \text{ kg/m}^2 \rightarrow$ Normal kilolu

$25.0 - 29.9 \text{ kg/m}^2 \rightarrow$ Fazla kilolu

$\geq 30.0 \text{ kg/m}^2 \rightarrow$ Obez

Çocuklar ve ergenler için VKİ değerlendirmesi yaşa ve cinsiyete bağlı olarak değişiklik göstermektedir ve bu nedenle yaşa özgü yüzdeler kullanılmaktadır (Cole ve ark., 2007). VKİ, pratik bir yöntem olması nedeniyle geniş çaplı epidemiyolojik çalışmalarda yaygın olarak kullanılmaktadır. Ancak, bireyin vücut yağ oranını doğrudan ölçmediği için kas kütlesi yüksek bireylerde yanıltıcı sonuçlar verebilir (Nuttall, 2015). Ayrıca, VKİ'nin vücut yağ dağılımı hakkında bilgi vermemesi, bel çevresi veya deri kıvrım kalınlığı gibi diğer antropometrik ölçümlerle desteklenmesi gerekliliğini ortaya koymaktadır (Freedman ve ark., 2009). VKİ, bireyin vücut kompozisyonunun genel bir göstergesi olarak kullanılan yaygın bir antropometrik ölçüttür. Ancak, bireyin sağlık durumu hakkında daha doğru bir değerlendirme yapılabilmek için ek parametrelerle birlikte yorumlanması önerilmektedir.

Vücut Yoğunluğu

Vücut yoğunluğu, vücut kütlesinin hacme oranı olarak hesaplanan bir fiziksel parametre olup, bu hesaplamanın temelleri fiziksel yasalar çerçevesinde şekillenmiştir. Özellikle Archimedes'in Prensibi, vücut yoğunluğunun belirlenmesinde temel bir referans noktası olarak kabul edilmektedir. Archimedes, bir cismin suya batırıldığında, yer değiştiren su hacminin cismin hacmine eşit olduğunu ortaya koymuş ve bu ilke, hidrostatik tartım yöntemi gibi vücut yoğunluğu ölçüm tekniklerinin teorik temelini oluşturmuştur (Hughes, 2007).

Vücut Yoğunluğu, bir kişinin vücut kütlesinin hacmi ile bölünmesiyle elde edilen bir ölçüdür. Vücut yoğunluğu, kişinin vücut kompozisyonunu değerlendirmede önemli bir göstergedir ve genellikle yağsız kütle ile yağ kütlesi arasındaki oranı anlamaya yardımcı olur.

Vücut Yoğunluğu Nasıl Hesaplanır?

Vücut yoğunluğunun hesaplanması için genellikle aşağıdaki formül kullanılır:

Vücut Yoğunluğu= (Vücut Ağırlığı (kg)/Vücut Hacmi)

Vücut Hacmi (m³)

Bu formül, bireyin vücut kütlesinin hacme bölünmesiyle elde edilen yoğunluğu ifade eder. Yağlı vücut kütlesi, suya göre daha düşük yoğunluğa sahipken, kas ve kemik gibi yağsız kütleler daha yüksek yoğunluğa sahiptir. Bu nedenle, vücut yoğunluğu ölçüldüğünde, vücudun yağsız kütlesinin ne kadar yoğun olduğunu ve bunun genel sağlık durumu üzerindeki etkilerini belirlemek mümkündür. Vücut Hacmini Hesaplama yapmak için çeşitli yöntemler kullanılabilir:

Su altı tartımı (hidrostatik tartım): Suyu batırılarak hacim ölçülür.

Dışarıdan hacim ölçümü: Özel cihazlarla veya hava yer değiştirme yöntemleriyle hacim hesaplanabilir.

Kemik Yoğunluğu:

Kemik gelişimi, kalsiyum, fosfor, D vitamini, büyüme hormonu ve fiziksel aktivite gibi faktörlerin etkileşimiyle şekillenir. Çocukluk döneminde, osteoblastlar olarak bilinen hücreler, kemik yapımını artırarak iskelet sisteminin güçlenmesini sağlar. Düzenli fiziksel aktivite, özellikle yük taşıyan egzersizler (koşma, zıplama gibi), kemik yoğunluğunu artırmaya yardımcı olurken; hareketsiz yaşam tarzı, kemik sağlığını olumsuz yönde

etkileyebilir (Kohrt ve ark.,2004). Bu faktörler, kemik mineral yoğunluğunun gelişmesi ve korunması açısından kritik öneme sahiptir.

Çocukluk ve ergenlik dönemlerinde büyüme hormonu büyüme hormonu kemik gelişimi üzerinde kritik bir rol oynamaktadır. Büyüme hormonu, osteoblast aktivitesini artırarak kemik oluşum sürecini destekler ve kemik mineralizasyonunu teşvik eder. Büyüme hormonu düzeylerinin yetersiz olması durumunda, kemik mineral yoğunluğunda azalma meydana gelebilir ve bu durum iskelet gelişiminde bozukluklara yol açabilir. Bu eksiklik, çocuklarda büyüme geriliği ve gelişimsel anomalilere neden olabilmektedir (Rosen, 2013).

Yapılan birçok çalışma, düzenli fiziksel aktivitenin kemik sağlığını desteklediğini ve kemik mineral yoğunluğunu artırdığını göstermektedir. Özellikle yük taşıyan egzersizler (koşma, zıplama gibi) kemiklerin güçlenmesine katkı sağlar. Bu tür egzersizler, osteoporoz gibi yaşa bağlı kemik hastalıklarını önlemeye yardımcı olabilir (Martyn-St James ve Carroll, 2009). Kalsiyum ve fosforun emilimini düzenler, bu da kemik mineralizasyonunu artırır. Özellikle çocukluk döneminde D vitamini eksikliği, kemik gelişimini olumsuz etkileyebilir. Yetersiz D vitamini alımı, osteomalaziye (kemiklerin yumuşaması) yol açabilir (Hassett ve ark.,2013).

2.2.2. BİA ve DXA

DXA, vücut kompozisyonunu değerlendirmede yaygın olarak kullanılan referans yöntemlerden biridir ve özellikle kemik mineral yoğunluğu (KMY), yağ kütlesi (YK) ve yağsız vücut kütlesi (YVK) ölçümlerinde kullanılmaktadır (Nana ve ark., 2015). DXA, iki farklı enerji seviyesinde X-ışınları yayarak çalışır ve dokuların farklı emilim özelliklerinden yararlanarak kemik, yağ ve yağsız dokuları ayırt edebilir (Kaul ve ark., 2012).

DXA, düşük radyasyon maruziyeti ile hassas ve güvenilir ölçümler sunarak klinik ve araştırma alanlarında önemli bir yöntem haline gelmiştir (Hind ve Oldroyd, 2013). BİA veya deri kıvrım kalınlığı ölçümleri gibi diğer yöntemlerden farklı olarak DXA, vücudun bölgesel bileşimini değerlendirme yeteneğine sahiptir. Bu sayede gövde, uzuvlar ve omurga gibi belirli bölgelerin yağ, kas ve kemik kütlesi analiz edilebilir (Ellis, 2000). DXA'nın bu özelliği, osteoporoz, sarkopeni ve obeziteye bağlı metabolik hastalıkların değerlendirilmesinde büyük bir avantaj sağlamaktadır (Wells ve Fewtrell, 2006).

DXA, yüksek doğruluk seviyesine sahip olsa da bazı sınırlamaları bulunmaktadır. Yüksek maliyeti, özel ekipman gerektirmesi ve ölçüm sonuçlarının hidrasyon durumu ile pozisyonlama hatalarından etkilenebilmesi bu yöntemle ilgili önemli faktörlerdir (Nana ve ark., 2015). Ayrıca, DXA, vücuttaki visseral ve subkutan yağ dokusunu ayırt etmede MRI veya bilgisayarlı tomografi gibi ileri görüntüleme yöntemleri kadar etkili olmayabilir (Kaul ve ark., 2012).

DXA, vücut kompozisyonunun değerlendirilmesi için en doğru ve güvenilir yöntemlerden biri olmaya devam etmektedir ve özellikle klinik ve bilimsel araştırmalarda yaygın olarak kullanılmaktadır. Bölgesel vücut kompozisyonunu detaylı bir şekilde analiz edebilme yeteneği, büyüme, yaşlanma ve hastalıklara bağlı değişimlerin izlenmesinde önemli bir avantaj sunmaktadır. Ancak, DXA sonuçlarının yorumlanmasında maliyet, erişilebilirlik ve ölçüm koşulları gibi faktörlerin göz önünde bulundurulması gerekmektedir.

BİA vücut kompozisyonunun belirlenmesinde kullanılan pratik ve yaygın bir yöntem olup, vücut sıvılarının elektriksel iletkenliğinden faydalanarak YVK ve YK hakkında bilgi sağlamaktadır (Kyle ve ark., 2004). BİA, düşük voltajlı alternatif akımın vücut dokularından geçirilmesiyle, dokuların elektriksel özellikleri ölçülerek vücut bileşenlerinin tahmin edilmesine dayanmaktadır (Kushner, 1992). BİA, vücuttaki su içeriğinin ve doku özelliklerinin elektriksel iletkenliğe etkisini temel alır. Yağsız vücut kütlesi, su ve elektrolit içeriği yüksek olduğu için elektrik akımını iyi iletirken, yağ dokusu düşük su içeriğine sahip olduğu için akıma daha fazla direnç gösterir (Dehghan ve Merchant, 2008). BİA cihazları, bu elektriksel rezistans (direnç, R) ve reaktans (kapasitif direnç, Xc) değerlerini ölçerek vücut bileşimi hesaplamalarında kullanmaktadır (Lukaski, 1987).

Nasıl Ölçülür?

BİA, tahmini vücut yağını hesaplamak için yapılır. Kişinin vücudundan çok küçük bir elektrik akımı geçirilir ve monitörler aracılığıyla kişinin vücudundaki toplam vücut suyu ölçülür.

BİA Cihazı ile Vücut Analizi

Kişinin yağsız vücut kütlesini hesaplamak amacıyla toplam vücut suyu sayısı kullanılır. Kişinin ağırlığından yağsız vücut kütlesi çıkarıldığında kalan sayı, vücut yağıdır. Vücut yağ ölçümü ise kişinin toplam VKİ'i olarak tanımlanır. VKİ, yağsız kasın vücut yağına oranını

ifade eder ve normal VKİ 18,5-24,9 arasında kabul edilir. Kişinin VKİ'si 18,5'in altındaysa kişi zayıf, 25-29,9 arasındaysa fazla kiloludur. 30 ve daha yüksek VKİ ise obeziteyi gösterir. Yağlı vücut kütlesi, kardiyovasküler hastalıklar ve diyabet riskine neden olur. Biyoelektrik impedans ile vücuttaki uyumsuz dengeler tespit edilir ve erken müdahale imkânı sağlanır (ODH, 2025).

BİA ölçümlerinde iki temel elektriksel özellik kullanılır:

Rezistans (R): Vücut sıvılarının elektrik akımına karşı gösterdiği dirençtir ve genellikle yağsız vücut kütlesi ile ilişkilidir.

Reaktans (Xc): Hücre membranlarının kapasitif özelliklerinden kaynaklanan dirençtir ve hücrel bütünlük ile ilişkilidir (Lukaski ve ark., 1985).

Bu iki değer kullanılarak, faz açısı hesaplanabilir ve bu parametre, kas kalitesi, hücrel bütünlük ve beslenme durumu hakkında bilgi vermektedir (Norman ve ark., 2012).

BİA yöntemi, pratik uygulanabilirliği, hızlı ölçüm süresi ve invaziv olmaması nedeniyle geniş çapta kullanılmaktadır (Kyle ve ark., 2004). Ancak, ölçümlerin doğruluğu bazı faktörlere bağlıdır:

Hidrasyon durumu: Vücut sıvı dengesindeki değişimler BİA ölçümlerini etkileyebilir (Thompson ve ark., 1991).

Yeme ve egzersiz durumu: Ölçümden önce geçen süre zarfında beslenme ve fiziksel aktivite, vücut sıvılarının dağılımını değiştirerek sonuçları etkileyebilir (Gudivaka ve ark., 1999).

Cihaz teknolojisi: Farklı frekansta çalışan BİA cihazları (tek frekanslı ve çok frekanslı BİA) farklı vücut bileşimi tahmin modelleri kullanmaktadır ve sonuçlarda değişkenlik gözlemlenebilir (Wang ve ark., 1999).

BİA, vücut kompozisyonu değerlendirmelerinde sık kullanılan bir yöntem olup, özellikle büyük ölçekli çalışmalarda pratik bir alternatif sunmaktadır. Ancak, yöntemin doğruluğunu artırmak için standart ölçüm koşullarına dikkat edilmesi ve popülasyona özgü referans değerlerin kullanılması gerekmektedir.

Günümüzde vücut yoğunluğu hesaplama yöntemleri daha hassas hale gelmiştir ve biyoelektrik impedans analizi BİA, DXA gibi teknolojiler, vücut kompozisyonunu daha doğru ölçmek için kullanılmaktadır. Bu yöntemler, vücut yoğunluğunu dolaylı olarak ölçer, ancak doğrudan vücut hacmini ve yağsız vücut kütlelerini hesaplamak için geliştirilen bu modern teknikler, vücut yoğunluğunun daha ayrıntılı bir şekilde analiz edilmesine olanak sağlar (Kyle ve ark., 2004).

2.2.3. Magnetik Rezonans Görüntüleme (MRI)

MRI vücut kompozisyonunun ve iç yapılarının detaylı bir şekilde değerlendirilmesi için kullanılan gelişmiş bir tıbbi görüntüleme yöntemidir. MRI, iyonlaştırıcı radyasyon kullanmadan güçlü manyetik alanlar ve radyo dalgaları aracılığıyla vücuttaki hidrojen atomlarının rezonansını ölçerek görüntü oluşturur (Brown ve Semelka, 2019). Özellikle yumuşak doku analizi, yağ dağılımının bölgesel değerlendirilmesi ve kas kütlelerinin ölçülmesi gibi alanlarda yüksek doğruluk sağlamaktadır (Booth ve ark., 2015).

MRI, vücuttaki su ve yağ dokularındaki hidrojen atomlarının manyetik alan içinde hizalanmasını ve ardından radyo frekans darbeleriyle uyarılmasını temel alır. Uyarılan atomlar enerji yaydığı anda, bu sinyaller bir alıcı tarafından kaydedilir ve bilgisayar yazılımı tarafından detaylı kesitsel görüntülere dönüştürülür (Westbrook ve Talbot, 2018). MRI, özellikle iskelet kası, yağ dokusu ve iç organların ayrıntılı görüntülenmesi açısından diğer yöntemlerden daha üstündür ve bu nedenle vücut kompozisyonu analizinde altın standart yöntemlerden biri olarak kabul edilir (Heymsfield ve ark., 2018).

MRI'nin en önemli avantajlarından biri, visseral (organ çevresindeki) ve subkutan (deri altındaki) yağ dokusunu yüksek çözünürlükte ve non-invaziv bir şekilde ayırt edebilmesidir (Machann ve ark., 2013). Bu özellik, özellikle obezite araştırmalarında ve metabolik hastalıkların değerlendirilmesinde büyük bir avantaj sağlar. Ayrıca, MRI, vücut su içeriği ve kas-yag oranı gibi parametreleri hassas bir şekilde ölçerek klinik ve bilimsel çalışmalarda güvenilir veri elde edilmesini mümkün kılar (Addeman ve ark., 2015).

MRI, yüksek doğruluk ve güvenilirlik sunmasına rağmen, bazı sınırlamaları bulunmaktadır. Öncelikle, MRI sistemleri oldukça pahalı olup, geniş ölçekli çalışmalar veya klinik taramalar için maliyet açısından kısıtlayıcı olabilir (Ackerman, 1991). Ayrıca, tarama süresi uzun

olabilir ve bu durum özellikle hareketli hastalar için görüntü kalitesini etkileyebilir (Hu ve ark. 2020). Kapalı MRI cihazları, bazı bireylerde klostrofobiye yol açabilir ve bu da ölçüm sürecini zorlaştırabilir (Luechinger ve ark., 2007).

Bunun yanı sıra, MRI'nın yağ dokusu ölçümlerinde kullanılan farklı algoritmalar ve analiz yöntemleri nedeniyle sonuçlar değişkenlik gösterebilir. Örneğin, bazı çalışmalar, MRI ile ölçülen yağ miktarının, referans yöntemlerle (örneğin, DEXA) karşılaştırıldığında hafif farklılıklar gösterebileceğini belirtmektedir (Schwahn-Schreiber ve Marxen, 2010).

MRI, vücut kompozisyonunun ayrıntılı ve doğru bir şekilde analiz edilmesini sağlayan gelişmiş bir görüntüleme yöntemidir. Yüksek çözünürlüklü ve radyasyon içermeyen yapısıyla, özellikle kas ve yağ dokularının bölgesel dağılımını değerlendirmede önemli bir araçtır. Ancak, yüksek maliyet, uzun tarama süresi ve bazı hastalar için rahatsızlık verici olabilme durumu gibi sınırlamaları bulunmaktadır. Tüm bu faktörler göz önünde bulundurularak, MRI'nın vücut kompozisyonu analizinde altın standart yöntemlerden biri olduğu söylenebilir.

Baumgartner ve ark.,(2002), MRI kullanarak visceral yağ ile subkutan yağ arasındaki farkları incelediler ve MRI'nın yağ dokusunun farklı bölgelerdeki yoğunluğunu ve dağılımını belirleme konusunda yüksek doğruluğa sahip olduğunu buldular. Çalışmaları, MRI'nın, vücut kompozisyonu analizlerinde, özellikle iç organ çevresindeki yağ birikimini değerlendirirken güçlü bir araç olduğunu gösterdi. MRI, vücut kompozisyonunun ve iç organların detaylı bir şekilde görselleştirilmesi için kullanılan non-invaziv bir tekniktir. MRI, özellikle yağ dokusunun dağılımını ve visceral yağ miktarını ölçmede oldukça etkilidir. Yağ dokusunun ayrıntılı bir şekilde görselleştirilmesi, kardiyovasküler hastalıklar ve metabolik sendrom gibi durumlarla olan ilişkilerin daha iyi anlaşılmasına olanak tanımaktadır (Baumgartner ve ark.,2002).

2.2.4. Bilgisayarlı Tomografi (BT)

BT, X-ışınları kullanarak vücut dokularının kesitsel görüntülerini oluşturan ileri düzey bir tıbbi görüntüleme yöntemidir. BT taramaları, özellikle kemik, kas ve yağ dokusunun ayrıntılı analizinde yüksek doğruluk sağlar (Mayo ve ark., 2019). Vücut kompozisyonu analizinde BT'nin sağladığı en büyük avantajlardan biri, visceral ve subkutan yağ dokusunun ayrı ayrı

değerlendirilmesine olanak tanınmasıdır (Shen ve ark.,2004). Ayrıca, kas-yağ oranının belirlenmesi ve sarkopeni gibi kas kaybı ile ilişkili durumların teşhisi açısından da önemli bir araç olarak kabul edilmektedir (Cruz-Jentoft ve ark., 2019). BT, X-ışınlarının dokular tarafından farklı derecelerde soğurulması prensibine dayanır ve bu farklılıkları bir bilgisayar aracılığıyla kesitsel görüntülere dönüştürerek doku yoğunluklarını belirler (Hounsfield, 1973). Vücut kompozisyonu analizinde BT, özellikle abdominal bölgedeki yağ dağılımının değerlendirilmesinde altın standart yöntemlerden biri olarak görülmektedir (Neeland ve ark., 2016). BT, yağ dokusunun Hounsfield birimi (HU) cinsinden ölçülmesiyle subkutan ve visseral yağ dokusunun ayrılmasını sağlar. Visseral yağ, kardiyometabolik hastalıklarla daha yakından ilişkili olduğundan, BT ile yapılan analizler obezite araştırmalarında büyük önem taşımaktadır (Kuk ve ark., 2006). Ayrıca, kas kütlelerinin değerlendirilmesi amacıyla BT, iskelet kası miktarını ve kalitesini belirlemek için de kullanılmaktadır (Derstine ve ark., 2017). Özellikle, düşük kas yoğunluğu ve yüksek yağ infiltrasyonu, yaşlanma ve metabolik bozukluklarla ilişkili olup, BT ile yapılan analizler klinik teşhis ve prognoz açısından değerli bilgiler sunmaktadır (Goodpaster ve ark., 2000). BT, yüksek çözünürlüklü görüntüler sağlaması ve bölgesel vücut kompozisyonu analizinde yüksek hassasiyet sunması nedeniyle avantajlıdır (Aubertin-Leheudre ve ark., 2008). Bununla birlikte, iyonlaştırıcı radyasyon kullanımı nedeniyle tekrarlayan ölçümler için sınırlamalar içermektedir (Bredella, 2017). Bu nedenle, çocuklar, hamile bireyler ve düşük risk grubundaki hastalar için daha az invaziv yöntemler tercih edilmektedir. Diğer bir sınırlama, BT'nin maliyetli olması ve bazı merkezlerde erişimin kısıtlı olmasıdır. Ayrıca, ölçüm protokollerinde ve analiz yazılımlarındaki farklılıklar nedeniyle sonuçların standartlaştırılması zor olabilir (Prado ve ark., 2013).

Ross ve ark., (1991), BT ile vücut kompozisyonunu inceledikleri çalışmalarında, visceral yağın yüksek miktarda olmasıyla, kalp hastalıkları ve diyabet gibi metabolik bozuklukların arttığını bulmuşlardır. BT taramaları, vücut içi yağ dağılımını belirlemede yüksek doğruluk ve güvenilirlik sağlamakla birlikte, özellikle sağlık araştırmalarında sıklıkla kullanılan bir yöntemdir. BT, vücut kompozisyonunu detaylı bir şekilde incelemek için kullanılan bir diğer ileri düzey görüntüleme yöntemidir. BT, özellikle karın bölgesindeki yağ dağılımını ve visceral yağ birikimini ölçmede sıklıkla kullanılır. BT, yağ dokusu ile kas dokusunu yüksek çözünürlükte ayırt edebilen bir teknolojiye sahiptir. Bu özellik, özellikle abdominal obezite ve buna bağlı sağlık risklerinin değerlendirilmesinde önemlidir (Ross ve ark.,1991). Jacqmain ve

ark., (2003), ultrason ölçümleri vücut yağ oranını ve yağsız vücut kütleini belirlemeyi amaçlayan bir çalışmada, ultrasonografinin, subkutan yağ kalınlığını ve yağsız vücut kütleini belirlemede oldukça geçerli bir yöntem olduğunu bulmuşlardır. Yöntem, diğer daha pahalı ve karmaşık görüntüleme tekniklerine alternatif olarak önerilmiştir. Ultrason, ses dalgaları kullanarak vücutta yağ dokusu ve kas kütleinin kalınlıklarını ve dağılımlarını ölçebilen bir görüntüleme teknolojisidir. Son yıllarda, vücut kompozisyonu analizlerinde non-invaziv, hızlı ve güvenli bir alternatif olarak kullanılmaktadır. Ultrason, özellikle deri altı yağ kalınlığını ve kas kütleini ölçme konusunda yaygın olarak kullanılmaktadır. Ayrıca, bu yöntem diğer görüntüleme yöntemlerine göre daha düşük maliyetli ve taşınabilir olmasıyla avantajlıdır (Jacqmain ve ark.,2003).

2.2.5. Air Displacement Plethysmography (ADP) – Bod Pod

ADP, vücut kompozisyonunun değerlendirilmesinde kullanılan altın standart yöntemlerden biri olup, özellikle Bod Pod cihazı aracılığıyla uygulanmaktadır. Bu yöntem, Boyle Yasası'na dayanarak, bir bireyin vücut hacmini ölçmek amacıyla hava yer değiştirme prensibini kullanır (Dempster ve Aitkens, 1995).

ADP'nin çalışma prensibi, bireyin özel bir kapalı hazneye (Bod Pod) oturtulması ve hazne içindeki hava basıncındaki değişimlerin ölçülmesi esasına dayanmaktadır. Bu ölçümler sayesinde vücut hacmi belirlenir ve Siri denklemi kullanılarak vücut yağ yüzdesi tahmin edilir (Fields ve ark., 2000). ADP'nin avantajları arasında hızlı ölçüm süresi (yaklaşık 5-10 dakika), minimal invazivlik ve geniş yaş aralığında uygulanabilirlik bulunmaktadır (McCrory ve ark., 1995).

ADP, hidrostatik tartım (Underwater Weighing- UWW) gibi geleneksel yöntemlere kıyasla daha az kullanıcı bağımlılığı gerektiren ve katılımcı için daha konforlu bir yöntem olması sebebiyle geniş çapta kabul görmüştür (Collins ve ark. 2004). Günümüzde Bod Pod, özellikle spor bilimleri, beslenme ve obezite araştırmalarında yaygın olarak kullanılmakta ve vücut kompozisyonunun non-invaziv, güvenilir ve tekrarlanabilir bir şekilde değerlendirilmesine olanak tanımaktadır.

2.2.6. Hidrostatik Tartım (Hydrostatic Weighing) ve Vücut Kompozisyonu

Değerlendirmesi

Hidrostatik tartım, vücut kompozisyonunu değerlendirmek için kullanılan ve Archimedes'in Prensibi'ne dayanan altın standart yöntemlerden biridir. Bu prensibe göre, suya tamamen daldırılan bir cismin maruz kaldığı kaldırma kuvveti, cismin yer değiştirdiği suyun ağırlığına eşittir (McArdle, Katch ve Katch, 2015). Hidrostatik tartım yöntemi, bireyin su altındaki ağırlığını ölçerek vücut yoğunluğunu hesaplar ve bu yoğunluk değeri yardımıyla vücut yağ yüzdesi tahmin edilir (Heyward ve Gibson, 2014).

Hidrostatik tartım yöntemi aşağıdaki adımlarla gerçekleştirilir:

Kuru Ağırlık Ölçümü: Bireyin karada, yani kuru ortamda vücut ağırlığı belirlenir.

Su Altı Ağırlık Ölçümü: Birey, özel olarak tasarlanmış bir su tankına tamamen daldırılır ve su altındaki ağırlığı ölçülür. Bu esnada, akciğerlerde kalan rezidüel hava hacmi de dikkate alınmalıdır, çünkü bu hacim ölçüm sonuçlarını etkileyebilir (Wang ve ark.,1999).

Vücut Yoğunluğu Hesaplaması: Kara ve su altı ağırlıkları, suyun yoğunluğu ve rezidüel akciğer hacmi gibi faktörler kullanılarak vücut yoğunluğu hesaplanır.

Vücut Yağ Yüzdesi Tahmini: Elde edilen vücut yoğunluğu değeri, Siri (1961) veya Brozek (1963) formülleri kullanılarak vücut yağ yüzdesine dönüştürülür.

Siri Formülü: $\% \text{ Yağ} = (4.95/BD - 4.50) \times 100$

(BD=Body Density/Vücut Yoğunluğu)

Brozek Formülü: $\% \text{ Yağ} = (4.570/BD - 4.142) \times 100$ (Siri, 1961; Brozek ve ark., 1963).

Hidrostatik tartım, vücut kompozisyonu değerlendirmesinde referans yöntem olarak kabul edilir (Fields, Goran ve McCrory, 2002).

Su altında ölçüm yapıldığı için, vücut yağ yüzdesi tahminleri antropometrik ve biyometrik ölçümlerden daha doğru olabilir (Heyward ve Gibson, 2014).

Bu yöntem özel ekipman ve eğitimli personel gerektirdiği için maliyetli ve uygulaması zor olabilir (Wang ve ark., 1999).

Ölçüm sırasında bireylerin suya tamamen daldırılması gerektiğinden, bazı bireyler için rahatsız edici olabilir (McArdle, Katch ve Katch, 2015).

Akciğerlerde kalan hava hacminin doğru ölçülmesi zordur ve bu durum, ölçüm sonuçlarını etkileyebilir (Fields ve ark., 2002).

Hidrostatik tartım yöntemi, vücut kompozisyonunu değerlendirmede en doğru ve güvenilir yöntemlerden biri olarak kabul edilmekle birlikte, uygulama zorlukları ve maliyet faktörleri nedeniyle, DEXA ve BIA gibi daha erişilebilir yöntemler alternatif olarak yaygınlaşmıştır. Ancak doğruluk açısından hidrostatik tartım hala altın standart yöntemler arasında yer almaktadır (Fields ve ark., 2002).

2.2.7. Ultrasonografi (Ultrason)

Ultrasonografi, vücut kompozisyonunun belirlenmesinde kullanılan non-invaziv ve güvenilir bir yöntem olup, özellikle kas kütlesi, yağ dokusu kalınlığı ve dağılımının ölçümünde yaygın olarak kullanılmaktadır. Pillen ve ark., (2009), ultrasonun kas kalınlığı ve mimarisini değerlendirmek için güvenilir bir yöntem olduğunu vurgulamış ve bu tekniğin klinik uygulamalarda önemli bir araç haline geldiğini belirtmiştir:

“Ultrason, kas yapılarının değerlendirilmesinde giderek daha fazla kullanılan bir yöntem olup, kas kitlesi ve yağ oranının objektif olarak belirlenmesine olanak tanımaktadır” (Pillen ve ark., 2009).

Buna ek olarak, Abe ve arkadaşları (1994) tarafından yapılan bir çalışmada, ultrason ile elde edilen deri altı yağ ölçümlerinin, DEXA yöntemi ile yüksek derecede korelasyon gösterdiği belirlenmiştir:

“Kas ve yağ dokusunun ultrason ile ölçümü, DEXA gibi referans yöntemlerle yapılan değerlendirmelerle güçlü korelasyon göstermekte olup, sporcuların vücut kompozisyonunu belirlemede alternatif bir yöntem olarak kullanılabilir” (Abe ve ark., 1994).

Ultrasonun avantajları arasında radyasyon içermemesi, taşınabilir cihazlarla saha çalışmalarında uygulanabilmesi ve gerçek zamanlı görüntüleme imkanı sunması yer almaktadır. Ancak, ölçümlerin doğruluğu uygulayıcının deneyimine ve kullanılan cihazın çözünürlüğüne bağlıdır (Scholten ve ark.,2003). Bu nedenle, standardize edilmiş protokollerin ve deneyimli uygulayıcıların kullanımı, ultrasonografi ile yapılan vücut kompozisyonu analizlerinin güvenilirliğini artıracaktır.

2.2.8. Deri Kıvrım Kalınlığı Ölçümleri

Deri kıvrım kalınlığı ölçümleri, vücut kompozisyonunun değerlendirilmesinde sıklıkla kullanılan, pratik ve güvenilir bir antropometrik yöntemdir. Bu yöntem, vücudun belirli bölgelerindeki deri altı yağ dokusunun kalınlığını ölçerek toplam vücut yağ yüzdesini tahmin etmeye olanak tanır. Ölçümler, genellikle kaliper adı verilen özel bir alet kullanılarak gerçekleştirilir ve doğru sonuçlar elde edebilmek için deneyimli bir uygulayıcı tarafından yapılması gerekmektedir (Lohman, 1981).

Ölçüm Bölgeleri

Deri kıvrım kalınlığı ölçümleri, vücudun belirli anatomik bölgelerinden alınmaktadır. En sık kullanılan bölgeler şunlardır:

Triseps: Üst kolun arka kısmında, omuz ve dirsek arasındaki orta noktadan alınır.

Biceps: Üst kolun ön kısmında, triseps ölçüm noktasının tam karşısından ölçüm yapılır.

Subskapular: Kürek kemiğinin alt köşesinden yapılan ölçümdür.

Suprailiak: Karın bölgesinde, iliak kemiğinin hemen üzerinde ve midaksiller çizgiye yakın bir noktadan ölçüm gerçekleştirilir.

Bu bölgelerden alınan ölçümler, belirli formüller kullanılarak vücut yağ yüzdesinin tahmin edilmesinde kullanılır. Örneğin, Jackson ve Pollock (1978) tarafından geliştirilen denklemler, dört deri kıvrımı ölçümünün toplamı üzerinden logaritmik hesaplamalarla vücut yağ yüzdesinin tahmin edilmesini sağlar.

Ekonomik ve taşınabilir: Kaliperlerin maliyeti düşüktür ve saha çalışmalarında kolaylıkla kullanılabilir (Eston ve Reilly, 2009).

Hızlı ve pratik: Deneyimli bir uygulayıcı tarafından kısa sürede gerçekleştirilebilir.

Ancak yöntemin bazı sınırlamaları da bulunmaktadır:

Uygulayıcıya bağımlılık: Ölçümlerin doğruluğu, uygulayıcının deneyimine ve tekniğine bağlıdır (Heyward ve Wagner, 2004).

Doğruluk sorunu: Özellikle aşırı kilolu veya çok zayıf bireylerde ölçüm hataları artabilir.

Formül seçimi: Kullanılan denklemler popülasyonun demografik özelliklerine göre değişebilir; bu nedenle uygun formülün seçilmesi büyük önem taşımaktadır (Küçükkubaş, 2021).

Araştırmada, ölçümlerin doğruluğunu etkileyen en önemli faktörlerden birinin uygulayıcının deneyimi olduğu belirtilerek, “Deri kıvrım kalınlığı ölçümlerinin güvenilirliği, büyük ölçüde ölçümü gerçekleştiren kişinin teknik yeterliliğine ve ölçümün standardizasyonuna bağlıdır” (Küçükkubaş, 2021) ifadesine yer verilmiştir. Bu kapsamda, uygulayıcıların eğitimli olması ve standart prosedürlerin takip edilmesi gerektiği vurgulanmaktadır. Bunun yanı sıra, çalışmada deri kıvrım kalınlığı ölçümlerinde kullanılan ekipmanın da ölçüm doğruluğunu etkileyen kritik bir değişken olduğu belirtilmiştir. Küçükkubaş (2021), “Farklı kaliper cihazları ile yapılan ölçümler arasında anlamlı farklılıklar tespit edilmiş olup, özellikle Harpenden kaliperin yüksek ölçüm doğruluğu sağladığı belirlenmiştir”, kullanılan ekipmanın güvenilirliği artırmadaki rolüne dikkat çekmektedir. Vücut yağ yüzdesinin hesaplanmasında yaygın olarak kullanılan formüllerin popülasyona özgü olarak belirlenmesi gerektiği de çalışmada önemli bir bulgu olarak sunulmuştur. Araştırmada, “Genelleştirilmiş vücut yağ yüzdesi formülleri, farklı etnik gruplar ve yaş kategorileri için değişkenlik gösterebilmekte ve bu nedenle belirli popülasyonlara özgü denklemler geliştirilmesi gerekmektedir” (Küçükkubaş, 2021,) ifadesine yer verilmiştir. Özellikle Jackson ve Pollock (1978) ve Slaughter ve ark. (1988) tarafından geliştirilen denklemlerin farklı yaş gruplarında ve etnik kökenlerde geçerliliğinin sorgulanması gerektiği ifade edilmektedir. Küçükkubaş (2021), “Türk çocuk ve ergen popülasyonunda deri kıvrım kalınlığına dayalı vücut yağ yüzdesi tahminlerinin geçerliliği için, ulusal düzeyde referans veriler oluşturulmalıdır” diyerek,

Türkiye’de yapılan çalışmalarda yerel popülasyona özgü formüllerin geliştirilmesinin gerekliliğini vurgulamaktadır.

Son olarak, çalışma kapsamında deri kıvrım kalınlığı ölçümlerinin uygulama alanları da ele alınmış ve bu ölçümlerin sporcuların vücut kompozisyonunun takibi, çocukluk çağı obezitesinin değerlendirilmesi ve halk sağlığı taramalarında yaygın olarak kullanıldığı belirtilmiştir. Küçükkubaş (2021), “Deri kıvrım kalınlığı ölçümleri, uygun şekilde uygulandığında, vücut kompozisyonu değerlendirmelerinde düşük maliyetli ve pratik bir yöntem olarak önemli bir yer tutmaktadır” diyerek, yöntemin avantajlarına dikkat çekmektedir. Ancak, bu yöntemin güvenilirliğini artırmak adına, uygulayıcıların yeterli eğitim süreçlerinden geçirilmesi ve ölçüm protokollerinin titizlikle belirlenmesi gerektiği sonucuna varılmıştır. Sonuç olarak, Küçükkubaş’ın (2021) çalışması, deri kıvrım kalınlığı ölçümlerinin vücut kompozisyonu analizlerindeki yerini ve önemini bilimsel olarak temellendirirken, ölçüm sürecinin güvenilirliği ve popülasyona özgü formüllerin geliştirilmesine yönelik gereksinimi de vurgulamaktadır.

Deri kıvrım kalınlığı ölçümleri, vücut kompozisyonunun değerlendirilmesinde yaygın olarak kullanılan bir yöntemdir. Ancak ölçümlerin güvenilirliği için standardize edilmiş protokollerin izlenmesi ve deneyimli uygulayıcılar tarafından gerçekleştirilmesi önemlidir. Ayrıca, kullanılan formüllerin popülasyonun özelliklerine uygun olarak seçilmesi gerekmektedir.

Çocuklarda Deri Kıvrım Kalınlığı: Önemi, Ölçüm Yöntemleri ve Kullanım Alanları

Deri kıvrım kalınlığı, vücut yağ oranının tahmin edilmesi ve çocuklarda büyüme-gelişmenin değerlendirilmesi amacıyla kullanılan önemli antropometrik ölçümlerden biridir. Bu ölçüm, özellikle çocukluk ve ergenlik döneminde vücut yağ dağılımının belirlenmesi, beslenme durumunun değerlendirilmesi ve obezite ile ilişkili sağlık risklerinin öngörülmesi açısından büyük önem taşımaktadır (Lohman ve ark.,1988; Slaughter ve ark.,1988).

Deri Kıvrım Kalınlığının Önemi

Çocuklarda deri kıvrım kalınlığı ölçümleri, vücut yağ oranının belirlenmesine yönelik basit, non-invaziv ve düşük maliyetli bir yöntem olarak yaygın şekilde kullanılmaktadır. Bu ölçüm, özellikle aşağıdaki alanlarda önemli bilgiler sağlamaktadır:

Büyüme ve gelişmenin izlenmesi: Çocukluk ve ergenlik döneminde vücut kompozisyonu değişikliklerini belirlemek için kullanılmaktadır (Wang ve ark., 1999).

Beslenme durumunun değerlendirilmesi: Yetersiz beslenme (malnütrisyon) veya aşırı beslenme (obezite) gibi durumların tespitinde önemli bir gösterge olarak kabul edilmektedir (De Lorenzo ve ark., 2000).

Obezite ve kardiyometabolik risk faktörleri: Abdominal ve periferik deri kıvrım kalınlığı ölçümleri, çocukluk çağında aşırı yağ birikimi ve ilerleyen yaşlarda kardiyometabolik hastalık riski ile ilişkilendirilmektedir (Freedman ve ark., 1999).

Deri Kıvrım Kalınlığının Kullanım Alanları

Klinik Beslenme Değerlendirmeleri: Malnütrisyon veya aşırı kilo sorunlarını belirlemek için pediatrik popülasyonlarda yaygın olarak kullanılmaktadır (Wells ve Fewtrell, 2006).

Büyüme ve Gelişme Araştırmaları: Çocukların büyüme eğrileri oluşturulurken, deri kıvrım ölçümleri önemli bir gösterge olarak kabul edilir (Tanner ve Whitehouse, 1975).

Obezite Epidemiyolojisi: Çocukluk çağı obezitesinin prevalansını belirlemek için saha araştırmalarında kullanılmaktadır (Freedman ve ark., 1999).

Spor ve Fiziksel Performans Değerlendirmeleri: Genç sporcuların vücut kompozisyonunu analiz etmek için spor bilimlerinde yaygın olarak kullanılmaktadır (Malina ve ark., 2004).

Deri kıvrım kalınlığı ölçümleri, çocuklarda vücut yağ oranının tahmini, büyüme-gelişimin izlenmesi ve sağlık risklerinin değerlendirilmesi açısından önemli bir antropometrik yöntemdir. Doğru ölçüm tekniklerinin uygulanması ve geçerli formüllerin kullanılması, deri kıvrım ölçümlerinin güvenilirliğini artırmaktadır. Çocuklarda ve ergenlerde vücut kompozisyonu değerlendirilirken deri kıvrım ölçümlerinin diğer antropometrik yöntemlerle birlikte kullanılması önerilmektedir.

2.2.9. Çevre ve Çap Ölçümleri ve Uygulama Yöntemleri

Antropometri, insan vücudunun ölçümleri ile ilgilenen bilim dalıdır ve çevre ile çap ölçümleri, büyüme ve gelişimi değerlendirmek için yaygın olarak kullanılan antropometrik

parametrelerdendir. Bu ölçümler, çocukluk ve ergenlik döneminde fiziksel gelişimin takibi, beslenme durumunun değerlendirilmesi ve klinik araştırmalar için önemli veriler sağlar (Lohman ve ark.,1988).

Çevre Ölçümleri

Çevre ölçümleri, belirli vücut bölgelerinin çevresinin esnek bir mezura kullanılarak ölçülmesi ile gerçekleştirilir. Bu ölçümler kas kütlesi, yağ dokusu ve genel vücut kompozisyonunun değerlendirilmesi açısından önemli bilgiler sunar. Yaygın olarak kullanılan çevre ölçümleri şunlardır:

Baş çevresi: Yeni doğan ve çocuklarda beyin büyümesini ve gelişimini değerlendirmek için kullanılır. Ölçüm, frontal kemiklerin en çıkıntılı noktası ile oksipital kemik arasından alınır (WHO, 2006).

Kol çevresi: Kas kütlesi ve beslenme durumunun değerlendirilmesinde kullanılır. Biceps kasının orta noktasından alınan ölçüm, özellikle malnütrisyon ve kas kaybının belirlenmesinde önemlidir (Frisancho, 1990).

Bel çevresi: Abdominal yağlanmanın değerlendirilmesi için kullanılır ve obezite ile ilişkili sağlık risklerinin belirlenmesinde kritik bir parametredir (NHLBI, 1998).

Kalça çevresi: Vücut yağ dağılımının değerlendirilmesine yardımcı olur. Bel/kalça oranı hesaplanarak kardiyometabolik risk faktörleri analiz edilir (Janssen ve ark., 2004).

Bacak ve baldır çevresi: Kas kitlesi ve periferik dolaşımın değerlendirilmesi açısından önemlidir. Özellikle yaşlı bireylerde kas kaybının belirlenmesinde kullanılır (Rolland ve ark.,2003).

Çap Ölçümleri

Çap ölçümleri, belirli kemik noktaları arasındaki mesafenin özel ölçüm aletleri (örn. pelvik ölçüm pergel) kullanılarak belirlenmesiyle gerçekleştirilir. Bu ölçümler, iskelet gelişimini değerlendirmek, kas-iskelet sisteminin yapısal özelliklerini belirlemek ve vücut oranlarını analiz etmek için kullanılır. Yaygın olarak kullanılan çap ölçümleri şunlardır:

Biyakromiyal ap: Omuz genişliğini belirlemek için akromion çıkıntıları arasındaki mesafe ölölr. Üst vct yapısının değerlendirilmesi açısından önemlidir (Marfell-Jones ve ark.,2006).

Bikristal ap: Kalça genişliğini belirlemek için krista iliaka noktaları arasındaki mesafe ölölr. Pelvik yapının gelişimini değerlendirmek için kullanılır (Ross ve Marfell-Jones, 1991).

Biepidondiler humerus apı: Dirsek ekleminde humerus kemiğinin lateral ve medial epikondilleri arasındaki mesafe ölölrk üst ekstremite kemik genişliği değerlendirilir.

Biepidondiler femur apı: Diz ekleminde femurun lateral ve medial epikondilleri arasındaki mesafe ölölrk alt ekstremite kemik genişliği belirlenir.

Ölçüm Yöntemleri ve Dikkat Edilmesi Gereken Hususlar:

evre ve ap ölmlerinin doğru bir şekilde yapılması, standart protokollere uyulmasını gerektirir. Ölçüm sırasında dikkat edilmesi gereken noktalar şunlardır:

Ölçüm cihazlarının uygunluğu: Mezura, pelvik pergel ve kaliper gibi cihazlar doğru kalibre edilmiş olmalıdır.

Bireyin uygun pozisyonu: Ölçümler ayakta veya oturur pozisyonda, kasların gevşek olduğu bir durumda alınmalıdır.

Standart noktaların belirlenmesi: Ölçüm noktaları, antropometrik standartlara göre belirlenmeli ve tutarlı bir şekilde uygulanmalıdır (ISAK, 2001).

Ölçüm tekrarlarının alınması: Ölçümlerde hata payını minimize etmek için her ölm en az iki kez tekrarlanmalı ve ortalama değer kullanılmalıdır.

Sonuç olarak, evre ve ap ölmleri, vct kompozisyonunun değerlendirilmesi, büyüme ve gelişim takibi, beslenme durumu analizi ve sporcu performans değerlendirmelerinde önemli rol oynamaktadır. Bu ölmlerin doğru bir şekilde uygulanması, antropometrik analizlerin güvenilirliği açısından kritik öneme sahiptir.

Çevre ve Çap Ölçümlerinin Büyüme ve Gelişmedeki Rolü

Büyüme ve gelişme, çocukluk ve ergenlik döneminde vücudun fiziksel, biyolojik ve fonksiyonel değişimlerini içeren dinamik bir süreçtir. Bu süreç, genetik faktörler, beslenme durumu, fiziksel aktivite düzeyi ve çevresel etmenlerden etkilenmektedir (Cameron, 2002). Çevre ve çap ölçümleri, büyüme ve gelişmenin izlenmesi, sağlık durumunun değerlendirilmesi ve potansiyel sağlık risklerinin belirlenmesi açısından önemli antropometrik göstergeler olarak kabul edilmektedir (WHO, 2006).

Büyümenin Takibi ve Değerlendirilmesi

Çocuklarda ve ergenlerde büyüme sürecinin objektif bir şekilde izlenebilmesi için çeşitli antropometrik ölçümler yapılmaktadır. Çevre ve çap ölçümleri, vücut kompozisyonundaki değişiklikleri anlamak ve bireylerin yaşlarına uygun büyüme eğrileri içerisinde yer alıp almadıklarını belirlemek için kullanılan temel yöntemlerdendir (Lohman ve ark.,1988).

Baş çevresi ölçümü, özellikle bebeklerde beyin gelişiminin değerlendirilmesinde kullanılan önemli bir parametredir. Bebeklik döneminde baş çevresi büyümesindeki sapmalar, nörogelişimsel bozukluklar veya malnütrisyon gibi durumlarla ilişkilendirilebilir (de Onis ve ark., 2007).

Kol çevresi ölçümü, kas kitlesi ve yağ dokusunun değerlendirilmesi açısından beslenme durumunun belirlenmesinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Malnütrisyonun erken tespiti için önemli bir gösterge olarak kabul edilmektedir (Frisancho, 1990).

Bel ve kalça çevresi ölçümleri, vücut yağ dağılımını değerlendirmek için kullanılır. Özellikle çocukluk çağında abdominal yağlanmanın belirlenmesi, ilerleyen yaşlarda obezite ve kardiyometabolik hastalık riskinin öngörülmesi açısından büyük önem taşımaktadır (Janssen ve ark., 2004).

Büyüme Geriliği ve Beslenme Durumu İlişkisi

Çevre ve çap ölçümleri, büyüme geriliği ve beslenme yetersizliği gibi durumların belirlenmesi için kullanılmaktadır. Özellikle gelişmekte olan ülkelerde büyüme geriliği, yetersiz beslenme ve enfeksiyonlarla ilişkili önemli bir halk sağlığı sorunudur (Black ve ark., 2008).

Düşük çevre ölçümleri, kronik malnütrisyon ve büyüme geriliğinin bir göstergesi olabilir. Özellikle kol çevresi ölçümü, akut malnütrisyonun belirlenmesinde etkili bir yöntem olarak kullanılmaktadır (WHO, 1995).

Düşük çap ölçümleri, kemik gelişiminde gerilik veya genetik faktörlerin bir sonucu olabilir. Büyüme geriliği olan çocuklarda biyakromiyal ve bikristal çap ölçümlerinin normal popülasyon ile kıyaslanması, iskelet gelişiminin değerlendirilmesine yardımcı olmaktadır (Malina ve ark., 2004).

2.2.10. Obezitenin ve Kardiyometabolik Risk Faktörlerinin Belirlenmesi

Çocukluk çağında obezite oranlarındaki artış, erken yaşlarda metabolik sendrom, tip 2 diyabet ve kardiyovasküler hastalıklar gibi sağlık sorunlarının ortaya çıkmasına neden olabilmektedir (Lobstein ve ark.,2004). Çevre ölçümleri, özellikle bel çevresi ölçümü, obezitenin ve metabolik risk faktörlerinin değerlendirilmesi açısından önemli bir parametre olarak kabul edilmektedir (National Heart, Lung, and Blood Institute [NHLBI], 1998).

Bel çevresi yüksekliği, iç organ yağlanması gösteren önemli bir belirteçtir ve çocukluk çağında obezite ile ilişkili metabolik bozuklukların öngörülmesinde kullanılmaktadır (Janssen ve ark., 2004).

Bel/kalça oranı, vücut yağ dağılımını belirlemek için kullanılır ve abdominal obezitenin değerlendirilmesinde önemli bir ölçümdür. Yüksek bel/kalça oranı, kardiyovasküler risk faktörleriyle doğrudan ilişkilendirilmektedir (Ross ve Marfell-Jones, 1991).

2.2.11. Spor Performansı ve Fiziksel Uygunluk Değerlendirmeleri

Çevre ve çap ölçümleri, çocuk ve gençlerde spor performansını değerlendirmek ve fiziksel uygunluğu belirlemek amacıyla da kullanılmaktadır (Marfell-Jones ve ark.,2006). Özellikle farklı spor dallarındaki atletlerin vücut kompozisyonları, çevre ve çap ölçümleri ile analiz edilerek, hangi vücut yapılarının belirli spor dalları için avantaj sağladığı tespit edilebilmektedir.

Omuz genişliği (biyakromiyal çap) ve kalça genişliği (bikristal çap), sporcuların üst ve alt vücut yapılarının değerlendirilmesinde önemli parametrelerdir. Özellikle yüzmeye, güreşe ve

halter gibi spor dallarında geniş omuz yapısı avantaj sağlarken, koşu ve jimnastik gibi sporlarda dar kalça yapısının daha etkili olduğu bilinmektedir (Ross ve ark.,1991).

Kas kütlesi ve çevre ölçümleri, atletik performansın belirlenmesinde kullanılan önemli göstergeler arasında yer almaktadır. Özellikle bacak ve baldır çevresi ölçümleri, koşucular ve bisikletçiler için alt ekstremita kas gücünü değerlendirmede yaygın olarak kullanılmaktadır (Lohman ve ark.,1988).

Çevre ve çap ölçümleri, büyüme ve gelişmenin izlenmesi, beslenme durumunun değerlendirilmesi, obezite ve kardiyometabolik risk faktörlerinin belirlenmesi, spor performansının analiz edilmesi gibi çeşitli alanlarda önemli veriler sağlamaktadır. Bu ölçümler, çocukluk ve ergenlik dönemindeki bireylerin fiziksel gelişim süreçlerini değerlendirmek ve olası sağlık risklerini belirlemek için standart antropometrik yöntemlerle uygulanmalıdır.

2.3. Somatotip

Somatotip formüllerinin geliştirilmesi, bireylerin vücut yapılarını objektif ve ölçülebilir bir şekilde sınıflandırma ihtiyacından doğmuştur. İlk olarak 1940'larda Amerikalı psikolog William Herbert Sheldon, insanları fiziksel görünümüne göre endomorf (yağlılık), mezomorf (kaslılık) ve ektomorf (zayıflık) olmak üzere üç kategoriye ayıran bir sınıflandırma sistemi geliştirmiştir. Sheldon'ın yöntemi, bireylerin vücut tiplerini fotoğraflar ve subjektif değerlendirmeler yoluyla belirlemeye dayanıyordu. Daha sonra, Barbara Heath ve J.E. Lindsay Carter, Sheldon'ın sistemini daha objektif ve ölçülebilir kılmak amacıyla modifiye etmişlerdir. Bu yeni yöntem, Heath-Carter Somatotip Yöntemi olarak adlandırılmış ve antropometrik ölçümlere dayalı bir değerlendirme sistemi sunmuştur. Bu yöntemde, bireylerin vücut yapıları; deri kıvrım kalınlıkları, çevre ölçümleri ve kemik genişlikleri gibi spesifik antropometrik ölçümler kullanılarak değerlendirilir. Bu sayede, somatotip bileşenleri olan endomorfi, mezomorfi ve ektomorfi, objektif verilerle hesaplanabilir hale gelmiştir. Heath-Carter yöntemi, günümüzde spor bilimleri ve antropometri alanlarında yaygın olarak kullanılmakta olup, bireylerin fiziksel uygunluk ve performans değerlendirmelerinde önemli bir araç olarak kabul edilmektedir.

2.3.1. Beden Morfolojik Yapıları (Endomorfi, Mezomorfi, Ektomorfi)

Endomorfi: Endomorf yapı, yüksek yağ oranı ve yumuşak hatlarla karakterizedir. Endomorf bireyler, genellikle kilo almaya yatkındır ve metabolizmaları daha yavaştır. Bu bireylerin vücut yapısı, genellikle daha yuvarlak hatlara sahip olur (Sheldon, 1940).

Mezomorfi: Mezomorf yapı, kaslı ve atletik bir vücut tipini ifade eder. Mezomorf bireyler, kas kütlelerini kolayca artırabilir ve genellikle güçlü bir fiziksel görünüme sahiptir. Bu bireyler, vücut yağ oranlarını kontrol etme konusunda daha elverişlidir (Sheldon, 1940).

Ektomorfi: Ektomorf yapı, ince, uzun ve düşük yağ oranına sahip bireyleri tanımlar. Ektomorf bireyler, kilo almakta zorlanabilir ve metabolizmaları genellikle hızlıdır. Bu yapı, genetik olarak daha ince bir vücut yapısına sahip olma eğiliminde olan bireyleri tanımlar (Sheldon, 1940)

Eston ve Reilly (2001) tarafından derlenen Kinanthropometry and Exercise Physiology Laboratory Manual adlı eserde, Somatotip, vücut şekli ve bileşimini nicel olarak ifade eden bir sistem olup, üç temel bileşenden oluşmaktadır:

Endomorfi: Vücut yağ oranını ve bireyin yağlanma eğilimini yansıtan bileşendir.

Mezomorfi: Kas-iskelet sisteminin gelişmişlik derecesini belirleyen faktördür.

Ektomorfi: Vücut hatlarının incelik ve uzunluk oranını gösteren parametredir.

Bu üç bileşen, endomorfi, mezomorfi ve ektomorfi sıralamasıyla, üç sayısal değerle ifade edilir. Örneğin, "3-5-2" şeklinde bir somatotip değeri, bireyin orta düzeyde yağ oranına (endomorfi), yüksek kas kütlelerine (mezomorfi) ve düşük incelik düzeyine (ektomorfi) sahip olduğunu göstermektedir. Somatotip analizi, fiziksel uygunluk, spor performansı ve sağlık değerlendirmelerinde önemli bir yöntem olarak kullanılmaktadır (Eston ve Reilly, 2001).

Bu parametreler, aşağıdaki formüllerle hesaplanabilir:

Endomorf Skoru: Vücut yağı ve deri kıvrım ölçüleri ile ilişkilidir.

$$\text{Endomorf Skoru} = 0.7182 + 0.1451 (X1) - 0.00068 (X2) + 0.0000014 (X3)$$

X1=Triseps deri kıvrımı

X2= Subskapula deri kıvrımı

X3= Suprailak deri kıvrımı
Mezomorf Skoru: Kas yapısı, kemik genişliği ve vücut ölçüleri ile ilgilidir.

Mezomorf Skoru = $(0.858 \times \text{humerus bikondüler çapı mm}) + (0.601 \times \text{Femur bikondüler çapı mm}) + (0.188 \times (\text{biceps çevresi cm} - \text{triceps deri kalınlığı cm}) + (0.161 \times (\text{baldır çevresi cm} - \text{baldır deri kalınlığı cm})) - (\text{boy} \times 0.131) + 4.5$

Ektomorf Skoru: İncelik ve uzunlukla ilişkilidir.

Ektomorf Skoru = $(\text{Boy} - \text{Ağırlık oranı}) \times 0.732 - 28.58$

Boy-Ağırlık Oranı= $\text{Boy(cm)} / \sqrt{(\text{ağırlık})}$, (Gültekin, 2025).

Bu formüller, her birey için belirli vücut parametrelerinin ölçülmesini gerektirir. Ardından, her bir parametre için bir skorlama yapılır ve toplam skorlama üzerinden somatotip belirlenir (Eston ve Reilly, 2001).

Referans yöntemlerden formüllerin geliştirilmesinin temel nedeni, vücut kompozisyonu ve antropometrik ölçümlerin farklı yaş, cinsiyet ve popülasyon gruplarında daha güvenilir ve uygulanabilir hale getirilmesidir. Altın standart olarak kabul edilen DEXA, hidrostatik tartım ve pletismografi gibi yöntemler yüksek doğruluk sunmasına karşın, maliyetli, zaman alıcı ve geniş ölçekli saha çalışmaları için pratik olmayan tekniklerdir (Lohman, 1992). Bu nedenle, referans yöntemlerden elde edilen veriler doğrultusunda geliştirilen regresyon formülleri ve prediktif modeller, boy, kilo, deri kıvrım kalınlığı ve biyolojik olgunluk gibi değişkenleri kullanarak vücut kompozisyonunun daha hızlı ve düşük maliyetli bir şekilde tahmin edilmesini sağlamaktadır (Slaughter ve ark.,1988). Bu yaklaşımlar, özellikle spor bilimleri, büyüme-gelişme araştırmaları ve halk sağlığı çalışmaları gibi alanlarda geniş bir kullanım alanı bulmaktadır.

3. GEREÇ VE YÖNTEM

3.1. Araştırmanın Amacı

Vücut boyutu, yapısı ve kompozisyonu ile ilgili çalışmaların genel amacı, bireysel olarak fiziksel uygunluğun belirlenmesi ve geliştirilmesidir. Birçok spor branşı açısından ise sporcuların vücut kompozisyonu, optimal sağlık ve performans için gerekli olan optimal vücut profilinin belirlenmesinde önemli bir kriterdir (Palo ve diğ., 2000; Artioli ve diğ., 2009). Bu bağlamda bu çalışmada 6-18 yaş grubu çocuklarda kullanılan vücut kompozisyonu yöntemleri karşılaştırılarak birbirinin yerine kullanılabilirliği amaçlanmıştır.

3.2. Araştırma Sürecinin Belirlenmesi

Bu tez çalışması, “Vücut Kompozisyonu Yöntemlerinin Karşılaştırılması: Tubon Projesi” kapsamında, çocukluk ve ergenlik dönemindeki bireylerde farklı vücut kompozisyonu ölçüm yöntemlerinin karşılaştırmalı olarak değerlendirilmesini amaçlamaktadır. Araştırma süreci, bilimsel araştırma basamaklarına uygun şekilde planlanmış ve sistematik olarak yürütülmüştür.

Araştırmanın ilk aşamasında, konuya ilişkin kapsamlı bir literatür taraması gerçekleştirilmiş; vücut kompozisyonunun büyüme-gelişme dönemindeki bireylerin sağlık, performans ve yaşam kalitesi üzerindeki etkileri incelenmiştir. Bu doğrultuda çalışmada kullanılacak ölçüm yöntemlerine ilişkin kuramsal çerçeve oluşturulmuş ve farklı yöntemlerin avantajları ve sınırlılıkları değerlendirilmiştir.

Araştırmanın doğası gereği nicel yöntem benimsenmiş ve betimsel karşılaştırmalı araştırma deseni kullanılmıştır. Araştırma grubunu, Türkiye'nin yedi coğrafi bölgesinden seçilen toplam 13 farklı ilden gönüllü olarak çalışmaya katılan 6–18 yaş aralığındaki çocuklar ve ergen bireyler oluşturmaktadır. Katılımcılar, TUBON Projesi doğrultusunda seçilmiş; örnekleme sürecinde farklı sosyoekonomik ve kültürel düzeyleri temsil eden bölgeler dikkate alınmıştır.

Araştırmada kullanılan ölçüm yöntemleri; Tanita BIA cihazı, kaliper (deri kıvrım kalınlığı ölçümü) ve Gulikmetre (çevre ölçümleri) ile yapılan uygulamalardan oluşmaktadır. Tanita cihazı ile vücut yağ yüzdesi ve yağsız vücut kütlesi ölçülürken; kaliper ile triceps ve medialcalf bölgelerinden deri kıvrım kalınlığı ölçümleri gerçekleştirilmiştir. Ayrıca

Gulikmetre yardımıyla bel ve kalça çevresi gibi vücut çevre ölçümleri alınmıştır. Tüm ölçümler, standart protokollere uygun şekilde eğitilmiş araştırmacılar tarafından gerçekleştirilmiştir.

Veri toplama sürecinde etik kurallara uygunluk gözetilmiştir. İlgili etik kurul onayı alınmış, katılımcıların ebeveynlerinden bilgilendirilmiş onam belgeleri temin edilmiştir. Veri toplama işlemleri, gönüllülük esasına dayalı olarak ve bireylerin mahremiyetine saygı gösterilerek gerçekleştirilmiştir. Ölçümler sırasında kullanılan tüm araçlar, çocuk sağlığı açısından güvenli ve invaziv olmayan yöntemlerdir.

Toplanan veriler, SPSS istatistik yazılımı ile analiz edilmiştir. Ölçüm yöntemleri arasında anlamlı farklılık olup olmadığını belirlemek amacıyla bağımsız örneklem t-testi, tek yönlü varyans analizi (ANOVA) ve Pearson korelasyon analizi gibi uygun istatistiksel teknikler uygulanmıştır. Analizler sonucunda elde edilen bulgular, araştırma sorularını yanıtlayacak biçimde yorumlanmış, literatürdeki güncel çalışmalar ile karşılaştırılarak kapsamlı bir tartışma bölümü oluşturulmuştur. Araştırma, çocuklarda vücut kompozisyonunun belirlenmesinde farklı yöntemlerin geçerlilik, uygulanabilirlik ve pratiklik düzeylerini kıyaslayarak bilimsel alana katkı sağlamayı hedeflemiştir.

3.2.1. Araştırmanın Tipi

Bu tez çalışması, nicel araştırma yaklaşımı çerçevesinde yürütülmüş ve betimsel karşılaştırmalı araştırma tipi olarak tasarlanmıştır. Araştırmanın temel amacı, 6–18 yaş grubundaki çocuk ve ergen bireylerde farklı vücut kompozisyonu ölçüm yöntemlerinin (Tanita BİA, Kaliper ve Gulikmetre) karşılaştırılmasıdır. Bu bağlamda, ölçüm yöntemleri arasındaki benzerlikler, farklılıklar ve ilişkililikler sayısal veriler üzerinden objektif biçimde değerlendirilmiştir.

Betimsel karşılaştırmalı araştırmalar, mevcut durumun tanımlanması ve iki ya da daha fazla grup veya değişken arasındaki farkların ortaya konması amacıyla kullanılan yaygın bir nicel araştırma yöntemidir. Bu çalışmada da farklı ölçüm yöntemlerinin aynı bireylerde uygulanması yoluyla toplanan veriler, istatistiksel analizler kullanılarak karşılaştırılmıştır. Böylece, her bir yöntemin geçerliliği ve uygulamadaki avantajları bilimsel temelde ortaya konmuştur.

Araştırmanın nicel ve betimsel karşılaştırmalı yapısı, sonuçların genellenebilirliğini desteklemekte; ölçüm yöntemlerinin doğruluk ve güvenilirliğinin belirlenmesinde sistematik ve objektif bir yaklaşım sunmaktadır. Bu sayede, çalışmanın bulguları sağlık ve spor bilimleri alanında uygulama ve araştırma pratiğine değerli katkılar sağlamaktadır.

3.2.2. Araştırmanın Evreni ve Örneklem Seçimi

Bu araştırmanın evrenini, Türkiye'nin yedi coğrafi bölgesinde bulunan 6–18 yaş aralığındaki çocuk ve ergen bireyler oluşturmaktadır. Çalışma kapsamında, farklı bölgesel, kültürel ve sosyoekonomik özelliklere sahip katılımcıların vücut kompozisyonu yöntemleri açısından karşılaştırmalı analizlerinin yapılması amaçlanmıştır.

Türkiye'nin yedi bölgesinden seçilen toplam 13 farklı ilde, gönüllü olarak katılan çocuklar ve ergenler araştırma grubunu oluşturmuştur. Örneklem büyüklüğünün belirlenmesinde, çalışma gücü analizi ve benzer çalışmaların örneklem büyüklükleri göz önünde bulundurulmuştur. Seçilen örneklem, hedef evreni temsil edebilir nitelikte olması için yaş, cinsiyet, bölge ve sosyoekonomik çeşitlilik dikkate alınmıştır.

Katılımcıların seçimi sırasında, araştırma kapsamına uygunluk kriterleri uygulanmış; çalışmaya katılmayı kabul edenlerin ebeveynlerinden yazılı onam alınmıştır. Böylece, araştırmanın geçerlilik ve güvenilirliğini artırmak amacıyla, temsil yeteneği yüksek ve çeşitli demografik özelliklere sahip bir örneklem oluşturulmuştur.

3.2.3. Araştırmanın Etiği

Bu araştırma, insan katılımcılar üzerinde yürütülen bilimsel çalışmaların etik standartlarına uygun olarak gerçekleştirilmiştir. Çalışma başlamadan önce, ilgili üniversitenin etik kurulundan gerekli etik onay alınmış olup, araştırmanın tüm aşamalarında etik kurallar titizlikle gözetilmiştir.

Katılımcıların haklarına saygı göstermek amacıyla, çalışmaya dahil edilen her bireyin ve/veya velisinin bilgilendirilmiş onamı alınmıştır. Bilgilendirme sürecinde, araştırmanın amacı, kapsamı, uygulanacak ölçüm yöntemleri ve olası riskler katılımcılara açık ve anlaşılır bir şekilde aktarılmıştır. Katılımın tamamen gönüllülük esasına dayandığı vurgulanmış, istedikleri zaman çalışmadan çekilme hakları bulunduğu bildirilmiştir.

Veri toplama sırasında, kişisel bilgilerin gizliliği ve mahremiyeti korunmuş, toplanan veriler sadece araştırma amacıyla kullanılmıştır. Ayrıca, çocuk ve ergenlerin sağlık ve güvenliği ön planda tutulmuş, ölçümler non-invaziv yöntemlerle gerçekleştirilerek herhangi bir zarar veya rahatsızlık oluşturulmaması sağlanmıştır.

Araştırmanın etik standartlara uygun olarak yürütülmesi, bilimsel bütünlük ve güvenilirlik açısından büyük önem taşımakta olup, bu doğrultuda tüm etik sorumluluklar eksiksiz biçimde yerine getirilmiştir.

3.3. Araştırmanın Yöntemi

Bu tez çalışmasında, Türkiye genelinde farklı yaş ve cinsiyet gruplarından toplam 6.310 çocuktan oluşmaktadır. Katılımcıların 3.253'ü erkek, 3.057'si kız öğrencidir. Yaş gruplarına göre dağılım incelendiğinde; 6–7.99 yaş grubunda 465 erkek ve 446 kız (toplam 911), 8–9.99 yaş grubunda 635 erkek ve 593 kız (toplam 1.228), 10–14.99 yaş grubunda 1.506 erkek ve 1.369 kız (toplam 2.875) ve 15–17.99 yaş grubunda 647 erkek ve 649 kız (toplam 1.296) yer almaktadır. 6–18 yaş aralığındaki çocuk ve ergenlerde farklı vücut kompozisyonu ölçüm yöntemlerinin karşılaştırılması amacıyla nicel yöntem kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Araştırma, betimsel karşılaştırmalı araştırma deseni çerçevesinde planlanmıştır.

Örneklemin Araştırmaya Dahil Edilme Kriterleri

6-18 yaşları arasında olmak (72 ay ve üzeri ile 18 yaşını tamamlamamış olanlar)

MEB'e bağlı okullarda örgün eğitime devam ediyor olmak

Veli tarafından bu araştırmada katılımcı olunmasına onay verilmiş olması

Çocuğun araştırmaya katılıma ilişkin kendi rızasının olması

Dışlanma Kriterleri

Bedensel, görme, işitme ve zihinsel engelinin olması

Çocuğun vücudunda elektronik ya da başka türde bir tıbbi implant olması

Çocuğun ailesi veya kendisi tarafından belirtilmiş kronik bir hastalığının olması

Doktor öykü ve muayenesi sonucunda araştırmaya katılımının uygun görülmemesi

Veri Toplama Araçları

Demografik bilgi formları: Hem örneklem grubu hem de örneklem grubunun ebeveynleri için demografik bilgi formları kullanılmıştır (Ek 1). Örnekleme yer alan çocuk ve ergenlere

yönelik demografik bilgi formunda; doğum tarihi, cinsiyeti, sınıfı, ailedeki kişi sayısı, kardeş sayısı, kaçınıcı çocuk olduğu gibi bilgilerin edinilmesi amaçlanırken, Ebeveyn bilgi formunda; ebeveynin boy uzunluğu, vücut ağırlığı, eğitim düzeyi, gelir durumu gibi bilgilerin edinilmesi planlanmıştır. İlkokul çağındaki çocukların demografik bilgi formları ebeveynleri tarafından doldurulmuştur.

Antropometrik Ölçümler: Bu ölçümler büyüme, biyolojik olgunlaşma ve vücut kompozisyonunun belirlenmesi amaçlı gerçekleştirilmiştir.

Proje Ölçüm Eğitimi ve Pilot Çalışmalar

Bu tezde kullanılan veri seti, TÜBİTAK SBAG 120S408 numaralı “Türk Çocuklarının Büyüme ve Biyolojik Olgunlaşma Durumlarına Göre Motor Koordinasyon, Vücut Kompozisyonu, Fiziksel Aktivite, Fiziksel Uygunluk ve Fiziksel Benlik Algısındaki Farklılıkların İncelenmesi ve Norm Değerlerinin Oluşturulması” başlıklı proje kapsamında elde edilmiştir. Ölçümlerin standartlaştırılması ve değerlendiriciler arası tutarlılığın sağlanması amacıyla bursiyerlere üç aşamalı kuramsal ve uygulamalı eğitim verilmiş, eğitim içerikleri proje ekibi tarafından hazırlanmıştır.

Bursiyer Eğitimi

Bursiyer seçim süreci duyurular aracılığıyla gerçekleştirilmiş; uygun adaylara eğitim programı ve ölçüm kılavuzu iletilmiştir. Birinci eğitimde ölçümlere ilişkin kuramsal ve uygulamalı içerikler aktarılmış, bursiyerlerin ölçüm istasyonlarında tekrar yapmaları sağlanmıştır. İkinci eğitim fiziksel aktivite düzeyi ölçümleri ve enerji harcaması hesaplamasına odaklanılmış; üçüncü eğitimde ise önceki kazanımlar video ve sözlü sunumlarla pekiştirilmiştir.

Ölçümlerin Güvenirliği

Antropometrik ölçümler büyüme, sağlık riski sınıflandırması ve vücut kompozisyonunun belirlenmesi için kritik öneme sahiptir (Cerqueira et al., 2022; Lopez-Gonzalez et al., 2022). Bu nedenle ölçümlerin eğitilmiş kişiler tarafından yapılması ve ölçüm güvenilirliğinin sağlanması gereklidir. Bursiyerler eğitim sonrası akredite bir kinantropometrist ile değerlendiriciler arası güvenilirlik çalışmasına alınmış; gerektiğinde biyoelektrik impedans analizi gibi dolaylı yöntemlerden yararlanılmıştır (Küçükkubaş, 2021).

Pilot Ölçümler

Eğitimleri takiben iki aşamalı pilot uygulama gerçekleştirilmiştir. İlk pilot çalışma bir spor kulübünde 25 sporcu üzerinde tüm bursiyer adaylarının katılımıyla yürütülmüş; ikinci pilot çalışma ise Ankara'daki pilot okulda, örnekleme dahil edilmeyen öğrencilerle gerçekleştirilmiştir. Antropometrik ölçümler hem proje araştırmacısı hem de bursiyerler tarafından yapılmış ve değerlendiriciler arası güvenilirlik katsayıları hesaplanarak Tablo 3'te raporlanmıştır.

Pilot çalışmalar sonucunda ölçüm protokolleri standartlaştırılmış, ölçümlerin saha uygulamasına yönelik tüm hazırlıklar tamamlanmıştır.

Tablo 2: Araştırmacı ve bursiyerlerin ölçümleri arasındaki sınıf içi kolerasyon (SKK) katsayıları:

	Ortalama $\pm$ s	Min-maks	SKK	Alt sınır (Lower bound)	Üst sınır (Upper bound)
Triseps deri kıvrımı (n=75)	12.45 $\pm$ 5.94	5.20-29.70	0.996	0.994	0.998
Araştırmacı	12.69 $\pm$ 5.65	5.4-27.80			
Bursiyer A					
Medial kalf (n=76)	13.11 $\pm$ 6.32	3.60-28.80	0.998	0.996	0.998
Araştırmacı	13.10 $\pm$ 6.51	3.50-28.80			
Bursiyer A					
Bel çevresi (n=76)	54.75 $\pm$ 7.21	42.75-78.65	0.98	0.970	0.990
Araştırmacı	55.03 $\pm$ 7.45	42.95-79.20			
Bursiyer B					
Kalça çevresi (n=74)	67.26 $\pm$ 7.70	50.20-85.60	0.977	0.963	0.985
Araştırmacı	66.32 $\pm$ 7.78	51.75-86.50			
Bursiyer B					

Deri kıvrım kalınlığı için eğitim alan Bursiyer A ile bel ve kalça çevre ölçümleri için eğitim alan Bursiyer B'nin yaptıkları ölçümler ile araştırmacının ölçümleri arasındaki SKK

sonuçlarına göre güvenilirlik mükemmel (tüm SKK değerleri > 0.90) düzeydedir. Bu sonuçlar, projedeki antropometrik ölçümler konusunda özellikle eğitilen iki bursiyerin ölçümleri yapmak için hazır olduklarını ve eğitimlerini başarıyla tamamladıklarının göstergesi olarak kabul edilmiştir.

Boy Uzunluğu

Araştırma grubunun boy uzunluğu ölçümleri, hassasiyet derecesi 0.01 m olan taşınabilir bir stadiyometre (SECA 217, Almanya) kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Ölçüm sırasında katılımcılar, Frankfurt düzlemi referans alınarak başın doğru konumda olmasına dikkat edilmiştir. Derin bir inspirasyonun ardından, verteks noktasından zemine olan dik mesafe ölçülerek boy uzunluğu değeri kaydedilmiştir. (Lohman ve ark., 1988).

Vücut Ağırlığı

Araştırmada vücut ağırlığı ölçümleri, 0,1 kg hassasiyet düzeyine sahip elektronik bir tartı (Tanita MC580, Japonya) aracılığıyla gerçekleştirilmiştir. Ölçüm esnasında katılımcılardan çıplak ayakla cihazın üzerine çıkmaları ve vücut ağırlıklarını her iki ayağa eşit şekilde dağıtmaları istenmiştir. Ölçüm prosedürü, standart antropometrik ölçüm ilkeleri doğrultusunda uygulanmıştır (Lohman ve ark., 1988).

Oturma Boyu Yüksekliği

Araştırma grubunun oturma yüksekliği ölçümleri, hassasiyet derecesi 0.01 m olan taşınabilir bir stadiyometre (SECA 217, Almanya) kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Ölçüm sırasında katılımcıların, belirlenmiş bir platform üzerinde dik pozisyonda oturmaları sağlanmıştır. Oturma yüksekliği, platform yüzeyi ile verteks noktası arasındaki dik mesafenin ölçülmesiyle belirlenmiştir (Lohman ve ark., 1988).

Deri Kıvrım Kalınlığı

Triceps ve medial calf deri kıvrım kalınlıkları, hassasiyeti 0.2 mm olan bir skinfold kaliper (Holtain Ltd., Crymych, Birleşik Krallık) kullanılarak ölçülmüştür. Triceps deri kıvrım kalınlığı ölçümünde, katılımcıların ayakta durmaları ve kollarını vücutlarının yanında serbest bir şekilde sarkıtmaları sağlanmıştır. Ölçüm, akromiale ile olekranon anatomik noktalarının orta noktasında kaliper yardımıyla yapılmıştır (Cameron, 2013).

Medial calf deri kıvrım kalınlığı ölçümünde ise katılımcılar bir sehpa üzerinde oturur

pozisyonda iken, ölçüm baldırın iç kısmındaki en geniş bölgeden gerçekleştirilmiştir (Lohman ve ark., 1988).

Bel Çevresi

Bel çevresi ölçümü, bölgenin en dar noktasından bir gulikmetre yardımıyla santimetre (cm) cinsinden alınarak kaydedilmiştir (Callaway, 1988). Bu ölçüm, abdominal bölgedeki yağlanma düzeyine ilişkin bilgi sağlayan önemli bir göstergedir ve aynı zamanda vücut yağ dağılımı ile şişmanlık düzeyinin belirlenmesinde kullanılan temel antropometrik indislerden biri olarak değerlendirilmektedir (Heyward ve Gibson, 2014; Lohman ve ark., 1988).

Kalça Çevresi

Kalça çevresi ölçümü, bölgenin en geniş kısmından bir gulikmetre yardımıyla santimetre (cm) cinsinden alınarak belirlenmiştir (Callaway ve ark., 1988; Lohman ve ark., 1988).

Bel çevresi/ kalça çevresi oranı:

Bel/kalça oranı, bel çevresi ölçümünün kalça çevresi ölçümüne bölünmesi ile elde edilmektedir. Bu oran, bireylerin bölgesel yağ dağılımı ve abdominal obezite düzeyi hakkında önemli bilgiler sağlayan bir göstergedir (Heyward ve Gibson, 2014).

Bel Çevresi/ Boy Uzunluğu Oranı

Bel/boy oranı (BBO), bel çevresi ölçümünün boy uzunluğuna bölünmesiyle elde edilmektedir. Bu oran, bireylerde şişmanlık düzeyini ve sağlıkla ilişkili potansiyel risk faktörlerini değerlendirmede kullanılan önemli bir antropometrik göstergedir (Heyward ve Gibson, 2014).

Vücut Kompozisyonu

Araştırma grubunun vücut yağ yüzdesi, hem antropometrik ölçümler hem de BİA yöntemleri kullanılarak belirlenmiştir. Antropometrik yöntem kapsamında, triceps ve medial calf deri kıvrım kalınlıkları ölçümleri değerlendirilmiştir.

8 yaş ve üzerindeki çocuklar için vücut yağ yüzdesi, Slaughter ve ark. (1988) tarafından geliştirilen formüller kullanılarak hesaplanmıştır:

Erkekler: $0.735 \times (\text{triceps} + \text{calf}) + 1.0$

Kızlar: $0.610 \times (\text{triceps} + \text{calf}) + 5.1$

8 yaş altındaki çocuklar için ise, vücut yağ yüzdesi Dezenberg ve ark. (1999) tarafından önerilen formül ile belirlenmektedir:

$$0.342 \times \text{vücut ağırlığı} + 0.256 \times \text{triceps} + 0.837 \times \text{cinsiyet} - 7.388$$

BİA yönteminde, Tanita (MC580 -Japonya) vücut kompozisyon analiz cihazı kullanılmıştır. Ölçümler sırasında katılımcılar çıplak ayakla cihazın üzerine çıkacak ve vücut kompozisyonu, cihazın yazılımında yer alan formül aracılığıyla otomatik olarak hesaplanmıştır (Kushner, 1992).

Katılımcılar

Araştırmanın çalışma grubunu, Türkiye'nin yedi coğrafi bölgesinden seçilen 13 farklı ilden gönüllü olarak katılan 6–18 yaş aralığındaki çocuk ve ergenler oluşturmuştur. Yaş, cinsiyet ve bölgesel çeşitlilik göz önünde bulundurulmuştur.

Veri Toplama Araçları ve Ölçümler:

Araştırmada vücut kompozisyonunu değerlendirmek için üç farklı yöntem kullanılmıştır:

BİA: Tanita marka cihaz ile vücut yağ yüzdesi, yağsız kütle ve diğer ilgili parametreler ölçülmüştür.

Deri Kıvrım Kalınlığı Ölçümü: Kaliper kullanılarak biceps, triceps, subskapular ve suprailiak bölgelerden deri kıvrım kalınlıkları alınmıştır.

Çevre Ölçümleri: Gulickmetre yardımıyla üst kol, bel, kalça ve baldır çevresi gibi bölgelerin ölçümleri yapılmıştır.

Tüm ölçümler, uluslararası antropometrik ölçüm standartlarına uygun olarak, eğitimli ve deneyimli araştırmacılar tarafından gerçekleştirilmiştir.

Veri Toplama Süreci

Ölçümler, Türkiye'nin farklı bölgelerinde belirlenen eğitim kurumlarında yapılmıştır. Katılımcıların ölçüm sırasında konforu ve güvenliği ön planda tutulmuştur. Veri toplama süreci boyunca etik kurallara uygunluk sağlanmış, ebeveynlerden yazılı onam alınmıştır.

3.3.1 Veri Toplama Yöntemi

Bu araştırmada veri toplama süreci, Türkiye'nin yedi coğrafi bölgesinden seçilen 13 farklı ilde gerçekleştirilmiştir. Çalışmaya katılan 6–18 yaş aralığındaki çocuk ve ergen bireylerden antropometrik ölçümler ve vücut kompozisyonu değerlendirmeleri yapılmıştır.

Veri toplama işlemleri, alanında deneyimli ve eğitilmiş araştırmacılar tarafından standart protokollere uygun şekilde yürütülmüştür. Katılımcıların vücut ağırlığı ve boy uzunluğu ölçümleri, kalibrasyonu düzenli olarak yapılan dijital tartı ve stadiometre kullanılarak alınmıştır. Deri kıvrım kalınlığı ölçümleri ise kaliper yardımıyla biceps, triceps, subskapular ve suprailiac bölgelerden yapılmıştır. Ayrıca, Gulickmetre ile üst kol, bel, kalça ve baldır çevresi ölçümleri gerçekleştirilmiştir.

Bunun yanı sıra, Tanita marka BIA cihazı kullanılarak vücut yağ yüzdesi ve yağsız kütle gibi parametreler belirlenmiştir. Tüm ölçümler, ölçüm hatalarını en aza indirmek amacıyla çift ölçüm şeklinde uygulanmış, gerekli durumlarda üçüncü ölçüm alınarak verilerin doğruluğu sağlanmıştır.

Ölçümler sırasında katılımcıların rahatlığı ve güvenliği ön planda tutulmuş, ölçüm ortamları uygun koşullarda hazırlanmıştır. Veri toplama süreci boyunca katılımcıların gizliliği korunmuş, ölçümlere katılım tamamen gönüllülük esasına dayalı olarak gerçekleştirilmiştir.

3.3.2. Sınırlılıklar

Bu tez çalışması belirli sınırlılıklar taşımaktadır ve bu sınırlılıklar araştırmanın bulgularının yorumlanması ve genellenmesi sürecinde dikkate alınmalıdır. İlk olarak, araştırmanın örneklem büyüklüğü ve seçimi sınırlılık oluşturmıştır. Çalışmada Türkiye'nin yedi bölgesinden toplam 13 farklı ilde 6–18 yaş aralığında katılımcılar yer almakla birlikte, örneklem tamamen rasgele seçilmemiş ve gönüllü katılımcılarla sınırlıdır. Bu durum, örneklem evreni tam olarak temsil etmeme ihtimalini doğurmakta ve sonuçların tüm Türkiye çocuk ve ergen nüfusuna genellenmesini kısıtlayabilmektedir.

İkinci olarak, veri toplama sürecinde kullanılan yöntemlerin kendine özgü sınırlılıkları mevcuttur. Örneğin, deri kıvrım kalınlığı ölçümleri, uygulayıcıların deneyimi ve ölçüm tekniklerindeki küçük farklılıklar nedeniyle değişkenlik gösterebilir. Her ne kadar ölçümler

eğitimli kişilerce yapılmış olsa da kaliper kullanımı antropometrik ölçümlerde hata payını tamamen ortadan kaldırmamaktadır. Benzer şekilde, BİA cihazlarının ölçüm sonuçları, katılımcının hidrasyon durumu, açlık veya fiziksel aktivite gibi faktörlerden etkilenebilir. Bu çevresel ve bireysel değişkenler, vücut kompozisyonu ölçümlerinin hassasiyetini sınırlayabilir.

Üçüncü olarak, çalışma kapsamında sadece belirli antropometrik yöntemler ve BİA cihazı kullanılmıştır. Diğer altın standart yöntemler olan DEXA veya su altı tartımı gibi yöntemler bu çalışmaya dahil edilmemiştir. Bu durum, farklı yöntemlerin karşılaştırılmasında referans standart eksikliği yaratmakta ve sonuçların yorumlanmasında kısıtlayıcı bir faktör olarak değerlendirilebilir.

Ayrıca, araştırmanın kesitsel tasarıma sahip olması, zaman içinde vücut kompozisyonundaki değişikliklerin ve gelişim süreçlerinin incelenmesini engellemiştir. Uzunlamasına veri toplama yapılmadığı için, bireylerin büyüme ve gelişim süreçleriyle ilgili dinamik bilgiler elde edilememiştir.

Son olarak, sosyoekonomik, beslenme alışkanlıkları, fiziksel aktivite düzeyi gibi bireysel farklılıklar ve çevresel faktörler araştırmanın dışsal değişkenleri olarak tam kontrol altına alınamamıştır. Bu etmenler vücut kompozisyonu üzerinde etkili olabileceği için, çalışmanın bulguları bu açıdan sınırlı bir perspektif sunmaktadır.

Bu sınırlılıklar ışığında, elde edilen sonuçların yorumlanması ve uygulamaya aktarılması dikkatli yapılmalı; gelecekte yapılacak araştırmalarda örneklem çeşitliliğinin artırılması, farklı ölçüm tekniklerinin birlikte kullanılması ve boylamsal tasarımların tercih edilmesi önerilmektedir.

3.3.3. Veri Toplama Araçları

BİA Cihazı (MC580-JAPONYA)

VA, Vücut yağ yüzdesi, yağsız kütle ve diğer vücut kompozisyonu parametrelerini non-invaziv şekilde ölçmek için kullanılmıştır.

Deri Kıvrım Kalınlığı Kaliperi (Holtain Deri Kıvrım Kalınlığı Ölçüm Aleti)

Triceps ve Medial Kalf bölgelerden deri altı yağ kalınlığını ölçmek için kullanılmıştır(Lohman ve ark., 1988).

Gulikmetre

Üst kol, bel, kalça ve baldır gibi bölgelerin çevresel ölçümlerini almak için kullanılmıştır.

Stadiometre:

Boy uzunluğunu ölçmek için kullanılmıştır.

3.3.4. Verilerin Analizi

Tez kapsamında veri temizleme, değişkenlerin oluşturulması ve istatistiksel görselleştirme süreçleri Stata 17 kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Ölçümler arası uyumu değerlendirmek için Bland–Altman grafikleri üretilmiş; iki ölçüm arasındaki fark, bu ölçümlerin ortalamasına karşı çizilmiş ve ortalama fark ile uyum sınırları (± 2 standart sapma) yatay çizgilerle gösterilmiştir. Olası orantılı yanlılığı gözlemek amacıyla grafiğe, farkın ortalamaya göre sistematik biçimde artıp artmadığını gösteren bir eğilim çizgisi eklenmiştir. Ayrıca eğilim çizgisi istatistiksel anlamlılık düzeyleri p-değerleriyle birlikte rapor edilerek (* $p < 0.10$, * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$) yıldızlarla belirtilmiştir. Tüm grafikler yazılım içinde üretilmiş ve yüksek çözünürlüklü PNG formatında dışa aktarılmıştır.

Bland-Altman analizi, biyomedikal araştırmalarda ve özellikle ölçüm yöntemlerinin karşılaştırılmasında kullanılan yaygın bir istatistiksel yöntemdir. Bu analiz, aynı değişkeni ölçen iki farklı yöntem arasındaki uyumu (agreement) değerlendirmek amacıyla geliştirilmiştir (Bland & Altman, 1986). Korelasyon katsayısı sadece iki değişken arasındaki doğrusal ilişkiyi değerlendirmeye yönelikken, Bland-Altman analizi bu ölçüm yöntemlerinin birbirinin yerine kullanılıp kullanılamayacağını göstermesi açısından çok daha uygun bir yöntemdir.

Bland-Altman yöntemi aşağıdaki temel adımlara dayanır.

Farkların Hesaplanması: Her bir birey için iki yöntemden elde edilen ölçümler arasındaki fark hesaplanır.

Ortalamanın Hesaplanması: Aynı birey için iki yöntemden elde edilen ölçümlerin ortalaması hesaplanır.

Farkların Ortalama Değeri: Tüm bireylerdeki farkların ortalaması hesaplanarak sistematik sapma (bias) belirlenir.

Güven Sınırları: Farkların ortalamasına ± 1.96 standart sapma eklenerek, %95 güven sınırları elde edilir:

Bland-Altman analizi görsel olarak da yorumlanabilir. Bu amaçla hazırlanan grafikte:

Yatay eksen: Her bir birey için iki ölçümün ortalamasını,

Dikey eksen: Aynı birey için ölçüm farkını (Yöntem A - Yöntem B) gösterir.

Grafikte ayrıca ortalama fark (bias) çizgisi ve ± 1.96 SD'lik sınırlar çizilir.

Bu grafik sayesinde, farkların dağılımı, sapmaların yönü ve uç değerlerin varlığı net bir şekilde gözlemlenebilir.

3.4. Bulgular

Bland-Altman analizi, farklı ölçüm yöntemlerinin birbirinin yerine kullanılıp kullanılamayacağına karar vermede kritik bir rol oynar. Korelasyon katsayısı yüksek olsa bile, yöntemler arasında sistematik sapma ya da ölçüm farklarında klinik olarak kabul edilemeyecek genişlikte değişkenlik varsa, yöntemler birbirinin yerine kullanılamaz. Bu nedenle, Bland-Altman analizi yalnızca ilişkiyi değil, aynı zamanda uyumu değerlendiren daha kapsamlı bir yaklaşımdır.

Ayrıca, bu analiz araştırmacılara aşağıdaki soruları yanıtlamada yardımcı olur:

Ölçüm farkı sistematik mi, rastlantısal mı?

Farklar ortalama değere bağlı olarak artıyor mu (heteroscedasticity)?

Yeni yöntem, altın standartla klinik açıdan kabul edilebilir sınırlar içinde mi?

Bland-Altman analizi, özellikle biyomedikal alanlarda validasyon ve metodolojik karşılaştırma çalışmalarında ölçüm yöntemlerinin değerlendirilmesinde güvenilir ve görsel bir yaklaşım sunmaktadır. Uyum analizine odaklanması bakımından korelasyon analizinden ayrılır ve birbirinin yerine kullanılabilirlik kararlarında kritik rol oynar. Grafiksel sunum sayesinde ise, ölçüm hatalarının sistematik olup olmadığını ve bu hataların pratikte kabul edilebilir sınırlar içinde kalıp kalmadığını açıkça göstermek mümkündür.

3.4.1. Betimsel Analizler

Araştırma kapsamında elde edilen veriler doğrultusunda, çalışmaya katılan bireylerin yaş, boy, kilo, VKİ, vücut yağ yüzdesi, YVK, büyüme ve olgunlaşma yaşı değerleri gibi temel antropometrik ve biyolojik değişkenlerine ilişkin betimsel istatistikler hesaplanmıştır. Bu analizler, örneklemin genel özelliklerini ortaya koymak ve daha ileri düzey analizlere temel oluşturmak amacıyla yapılmıştır.

Katılımcıların VKİ değerlerine göre sınıflandırıldığında, büyük çoğunluğun normal kilolu sınıfında yer aldığı, ancak bazı bireylerde fazla kilolu ya da obez kategorisine giren değerlere de rastlandığı belirlenmiştir. Bu durum, çocukluk çağına artan fiziksel hareketsizlik ve beslenme alışkanlıklarındaki değişimlerle ilişkilendirilebilir.

Büyüme ve olgunlaşma yaşı değerleri incelendiğinde, bireylerin biyolojik yaşlarının kronolojik yaşlarından farklılık gösterebildiği gözlemlenmiştir. Özellikle ergenlik dönemine yaklaşan bireylerde, offset değerlerinin sıfıra yaklaştığı ya da negatiften pozitifte döndüğü görülmüş; bu durum, biyolojik olgunluğa geçişin başladığını göstermektedir. Ayrıca offset değerleri ile boy, kilo ve yağsız vücut kütlesi arasında pozitif yönlü korelasyonlar olduğu belirlenmiştir.

Vücut kompozisyonuna ilişkin değerlendirilen BİA sonuçlarında; erkek çocukların ortalama YVK değerlerinin kız çocuklara kıyasla daha yüksek, vücut yağ yüzdesinin ise daha düşük olduğu ortaya konmuştur. Bu bulgular, cinsiyete bağlı hormonal farklılıkların çocukların fiziksel gelişimi üzerindeki etkisini desteklemektedir.

Sonuç olarak, elde edilen betimsel bulgular, çalışmanın örneklem grubunun yaş, cinsiyet ve biyolojik gelişim düzeylerine göre anlamlı çeşitlilik gösterdiğini ortaya koymuştur. Bu

Çeşitlilik, vücut kompozisyonu değerlendirme yöntemlerinin seçimi ve yorumlanmasında dikkate alınması gereken önemli bir faktördür.



Tablo 3: Betimsel Analizler Tablosu:

	Erkek					Kadın				
	N	Mean	SD	Min.	Maks.	N	Mean	SD	Min.	Maks.
Yağ Oranı	647	15,43138	6,56858	3	39,2	649	25,71479	5,954788	8,9	51,6
Yağ Kütlesi	647	11,05471	6,946436	1,5	48,7	649	14,8678	6,158716	3,6	50,3
Yağsız Kütle	647	56,16692	7,678779	37	89,4	649	41,17072	5,171883	24,9	61,5
Kas Kütlesi	647	53,34003	7,330174	35	85,1	649	39,06995	4,914244	23,6	58,4
Bel_Kalca_Oranı	606	0,7853581	0,0442264	0,6877828	1,144054	615	0,713952	0,04884	0,560221	1,238994
Bel_Boy_Oranı	604	0,4277211	0,0470785	0,3410895	0,6270037	611	0,416033	0,047024	0,3148091	0,6462036
Yaş	647	16,28722	0,8498865	15,0089	17,93018	649	16,21297	0,817989	15,00342	17,98494
Boy	632	174,3684	6,874523	150,3	194,3	636	161,708	6,148169	138	180,7
VA	634	67,04464	13,39925	24,5	138,1	639	56,19922	10,53707	31,4	110,1
VKİ	631	21,9896	3,935048	8,281504	41,19239	636	21,4605	3,716748	15,54724	41,7808
Dezenberg_Yag Kütlesi	0	.	.	.	.	2	20,8745	1,581798	19,756	21,993
Dezenberg_Yag Yüzdesi	0	.	.	.	.	2	33,67595	1,823019	32,38689	34,96502
Yag kütlesi	632	13,66176	9,710921	3,167662	58,83118	632	16,25415	7,23739	3,574262	54,21173
Yağsız kütle	632	53,40849	7,097189	19,82516	79,36952	632	39,93635	4,910948	27,82574	77,7633
YVK_Kucukkubas_2007a	631	42,80092	7,481747	19,07378	82,46322	0	.	.	.	.
YVK_Kucukkubas_2007b	631	44,84754	7,709264	21,45291	85,9632	0	.	.	.	.
YVK_Kucukkubas_2007c	631	44,84754	7,709264	21,45291	85,9632	0	.	.	.	.
YVK_Houtkooper_1992	0	.	.	.	.	636	15,35971	2,638245	9,161728	28,83923
YVK_Oppliger_1992	631	48,93264	9,399028	19,12481	98,75889	636	41,33745	7,396935	23,96093	79,13039
YVK_Schaefer_1994_erkek	632	11,22799	0,5767357	10,35974	12,34629	0	.	.	.	.
YVK_Schaefer_1994_kadin	0	.	.	.	.	636	11,18735	0,555954	10,35589	12,38255
YVK_Kucukkubas_2007d	631	29,79208	8,564701	6,760299	74,14773	0	.	.	.	.

VKİ: Vücut Kütle İndeksi, YVK: Yağsız Vücut Kütlesi. VA: Vücut Ağırlığı

	Erkek					Kadın				
	N	Mean	SD	Min.	Maks.	N	Mean	SD	Min.	Maks.
Yağ Oranı	1506	20,30239	7,072211	6,2	59,5	1369	25,19679	5,86323	3	52,1
Yağ Kütlesi	1506	10,2492	6,211063	2,6	67,2	1369	12,25632	6,264508	1,5	52,6
Yağsız Kütle	1506	37,82649	10,21372	17,3	79,3	1369	34,07904	7,120258	15,7	67,3
Kas Kütlesi	1506	35,84382	9,745283	16,3	75,4	1369	32,32768	6,770685	14,8	63,9
Bel Kalca Oranı	1395	0,8068552	0,0468965	0,619209	1,09029	1277	0,7491951	0,0533936	0,4578313	1,344482
Bel Boy Oranı	1388	0,4361146	0,0531155	0,3142458	0,6235791	1274	0,4185976	0,0489735	0,2414231	0,6486654
Yaş	1506	12,33181	1,453585	10,00137	14,98973	1369	12,30886	1,491662	10,00137	14,98973
Boy	1462	154,4075	12,57739	121	194,6	1361	152,2821	9,26278	125,2	179,5
VA	1466	47,72667	14,53382	16	106,3	1363	46,25617	12,65124	18,5	107,9
VKİ	1462	19,67401	4,100246	7,334305	37,57347	1360	19,69754	4,06339	9,951088	38,96455
Dezenberg_Yag Kütlesi	0	.	.	.	.	1	14,4422	.	14,4422	14,4422
Dezenberg_Yag Yüzdesi	0	.	.	.	.	1	27,82697	.	27,82697	27,82697
Yağ Kütlesi	1465	11,6079	8,701619	1,686256	57,62948	1337	12,53698	7,536276	2,602395	53,07724
Yağsız Kütle	1465	36,13156	8,878944	13,27632	72,32156	1337	33,62664	6,262045	15,8976	55,2707
YVK_GutiérrezMarín_2021_erkek	16	31,42073	3,428657	27,68748	39,31985	0	.	.	.	.
YVK_GutiérrezMarín_2021_kadın	0	.	.	.	.	10	35,07979	1,238965	33,44738	37,41798
YVK_Houtkooper_1992	0	.	.	.	.	1360	12,8753	3,166431	5,936038	28,28932
YVK_Schaefer_1994_erkek	1462	8,520513	0,9879742	6,953384	10,34744	0	.	.	.	.
YVK_Schaefer_1994_kadın	0	.	.	.	.	1361	8,516413	1,012109	6,952737	10,34671
YVK_Bray_2001_erkek	665	9,353681	1,669992	6,103652	15,05792	0	.	.	.	.
	0	.	.	.	.	628	9,261153	1,522701	6,058681	15,22125

VKİ: Vücut Kütle İndeksi, YVK: Yağsız Vücut Kütlesi. VA: Vücut Ağırlığı

	Erkek					Kadın				
	N	Mean	SD	Min.	Maks.	N	Mean	SD	Min.	Maks.
Yağ Oranı	635	21,41843	6,29501	3	47,1	593	24,20472	5,449065	15,3	45,3
Yağ Kütlesi	635	7,352283	4,262137	0,9	32,6	593	8,061214	4,084092	3,2	37,4
Yağsız Kütle	635	24,88866	4,507897	15,5	41,5	593	23,67757	4,614876	15,2	45,2
Kas Kütlesi	635	23,4989	4,299668	14,6	39,4	593	22,43777	4,385506	14,4	42,9
Bel_kalca_Oranı	605	0,8332353	0,0419602	0,7071429	1,112	568	0,8036648	0,0551068	0,465	1,320313
Bel_Boy_Oranı	607	0,4410414	0,0496914	0,3571696	0,6222222	559	0,4314136	0,0504843	0,2512821	0,7041667
Yaş	635	8,963909	0,5675403	8,002738	9,98768	593	8,982307	0,5539726	8,002738	9,984942
Boy	629	134,9194	6,765881	114	159,1	587	133,8787	7,100077	113,5	158,2
VA	628	32,19156	8,473103	18,4	79,4	590	31,58042	8,327137	16,1	82,6
VKİ	628	17,50985	3,562959	9,241954	38,99173	586	17,39971	3,370396	11,44607	35,61068
Dezenberg_Yağ Kütlesi	4	5,70305	1,360632	3,9446	6,8004	4	6,8269	2,323464	4,114	9,7538
Dezenberg_Yağ Yüzdesi	4	19,47754	3,366261	15,7784	23,69965	4	24,42125	4,240222	18,7	28,94303
Yağ kütlesi	627	6,942598	5,499634	1,355283	35,43074	586	7,553463	4,80341	2,323713	38,92855
Yağsız kütle	627	25,25389	3,838265	13,71251	48,25932	586	24,02017	4,109663	13,77629	43,67144
YVK_GutiérrezMarín_2021_kadın	0	.	.	.	.	1	34,67605	.	34,67605	34,67605
YVK_Houtkooper_1992	0	.	.	.	.	586	9,197556	2,073965	5,336564	21,96324
YVK_Schaefer_1994_erkek	629	6,248238	0,3856317	5,594468	6,943882	0	.	.	.	.
YVK_Schaefer_1994_kadın	0	.	.	.	.	587	6,262297	0,3757898	5,59316	6,942348

VKİ: Vücut Kütle İndeksi, YVK: Yağsız Vücut Kütlesi. VA: Vücut Ağırlığı

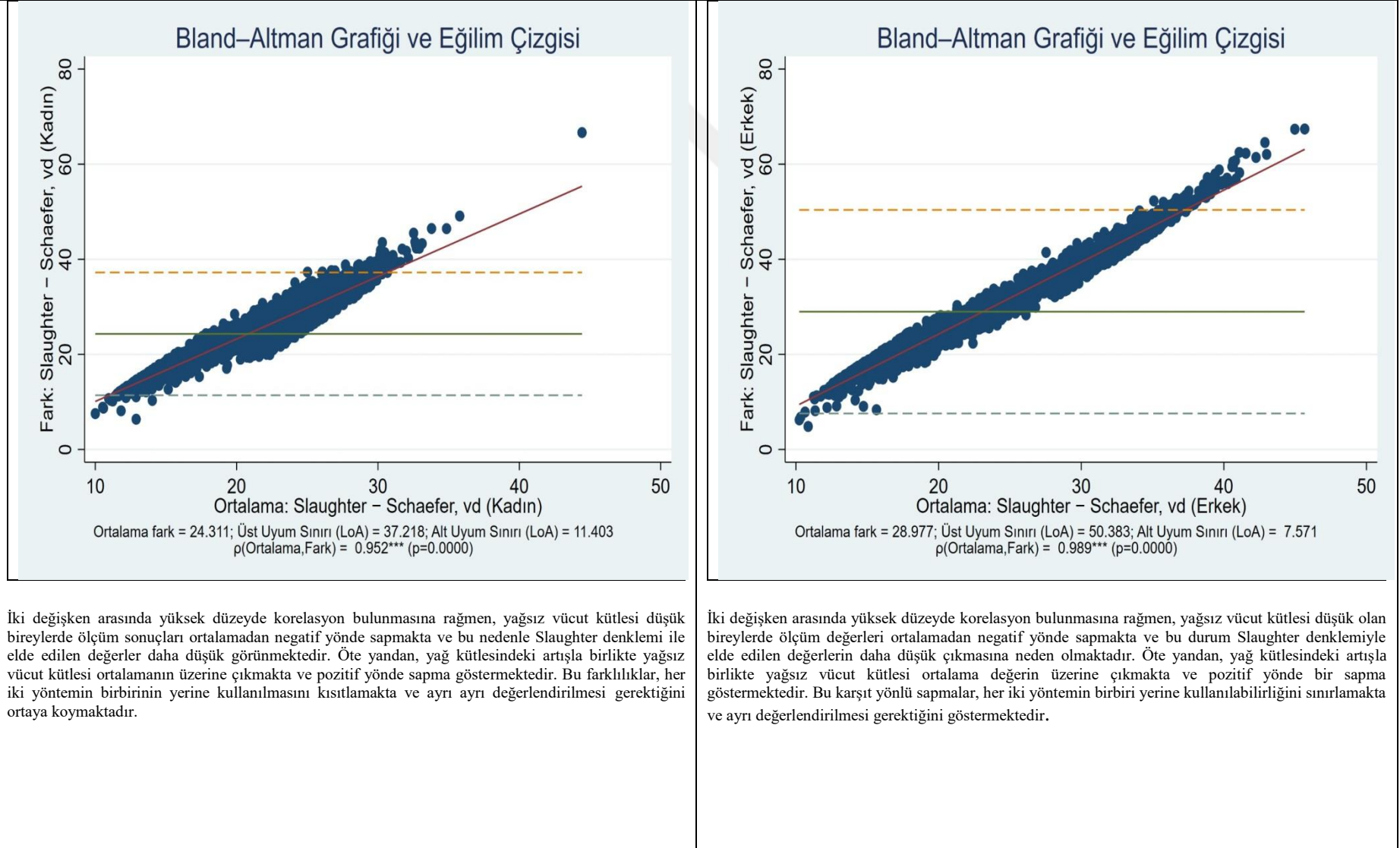
	Erkek					Kadın				
	N	Mean	SD	Min	Max	N	Mean	SD	Min	Max
Yağ Oranı	465	20,76839	5,025685	9,7	46,9	446	23,37063	4,742503	7,3	42,8
Yağ Kütlesi	465	5,488387	2,780573	2	25,2	446	5,995964	2,741251	1,4	23,4
Yağsız Kütle	465	19,8486	3,351866	13,1	32,4	446	18,74013	3,448397	12,5	32,3
Kas Kütlesi	465	18,68946	3,199184	12,3	30,6	446	17,74484	3,277353	11,8	30,6
Bel Kalca Oranı	436	0,8381108	0,0413625	0,697674	0,972763	425	0,8154641	0,0424672	0,70347	1,056782
Bel Boy Oranı	427	0,4393551	0,0438915	0,352282	0,651341	419	0,432377	0,0398344	0,337931	0,6210191
Yaş	465	7,167281	0,5154625	6,001369	7,989049	446	7,153728	0,5243614	6,01232	7,986311
Boy	457	124,2418	6,110143	107	144,2	440	123,1515	6,30192	107,2	145
VA	458	25,29522	5,784471	14,11	54,3	441	24,75379	5,937749	14,1	55,7
VKİ	457	16,243	2,738337	9,402749	31,88444	440	16,1661	2,788603	9,036861	30,18894
Dezenberg_YagKutle	449	4,776106	3,102166	0,09222	21,4404	429	5,833125	3,105184	0,7466	19,2234
Dezenberg_YagYuzde	448	17,4354	7,031651	0,653579	39,48508	429	22,3246	6,412077	5,295035	39,23787
YVK_Schaefer_1994_erkek	457	5,02593	0,3500735	4,232376	5,58464	0	.	.	.	.
YVK_Schaefer_1994_kadin	0	.	.	.	.	440	5,014322	0,357417	4,239852	5,582061

VKİ: Vücut Kütle İndeksi, YVK: Yağsız Vücut Kütlesi. VA: Vücut Ağırlığı

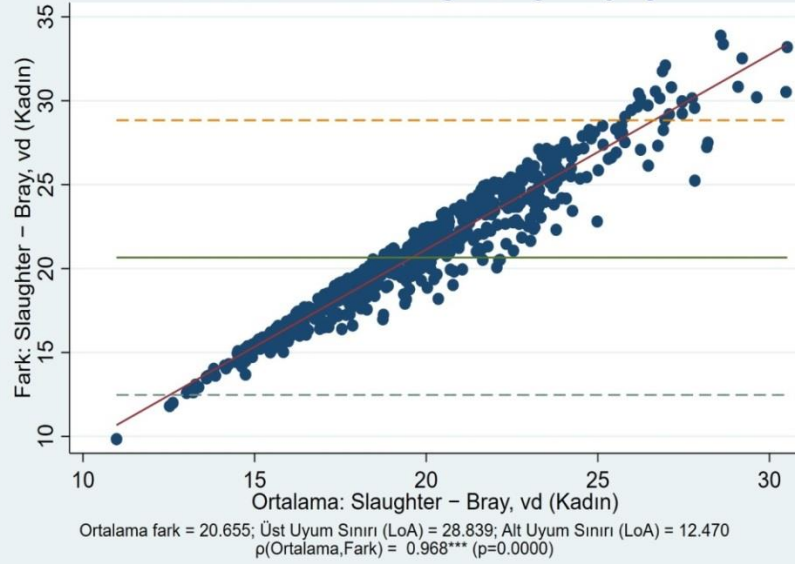
Tablo 4: Farklı ölçüm yöntemlerinden elde edilen sonuçların karşılaştırılması:

Karşılaştırma Eksen (Referans vs. Spesifik)	Formül	Hedef Popülasyonun Kapsamı	Cinsiyet Kapsamı
Slaughter - Dezenberg	Dezenberg	6-8 yaş (Erken Çocukluk)	(Cinsiyete Göre Değişir)
Slaughter - GutiérrezMarín vd.	GutiérrezMarín vd., 2021	Obez 8-14 yaş çocuklar	Kadın - Erkek
Slaughter - Schaefer vd.	Schaefer vd., 1994	3.9-19.3 yaş, Geniş aralıkta çocuk, ergen ve genç	Kadın - Erkek
Slaughter - Bray vd.	Bray vd., 2001	10-12 yaş (Dar yaş aralığı)	Kadın - Erkek
Slaughter - Kücükbaş	Kücükbaş, 2007 (Tüm varyantlar)	Erkek Yarışmacı Sporcu ve Erkek Karma Sporcu	Sadece Erkek

Tablo 5: Bland-Altman Analizleri

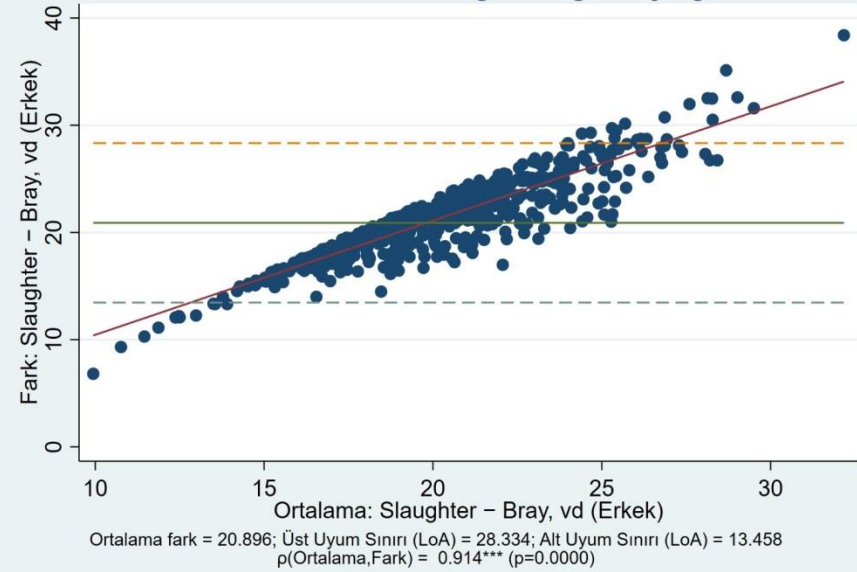


Bland-Altman Grafiği ve Eğilim Çizgisi

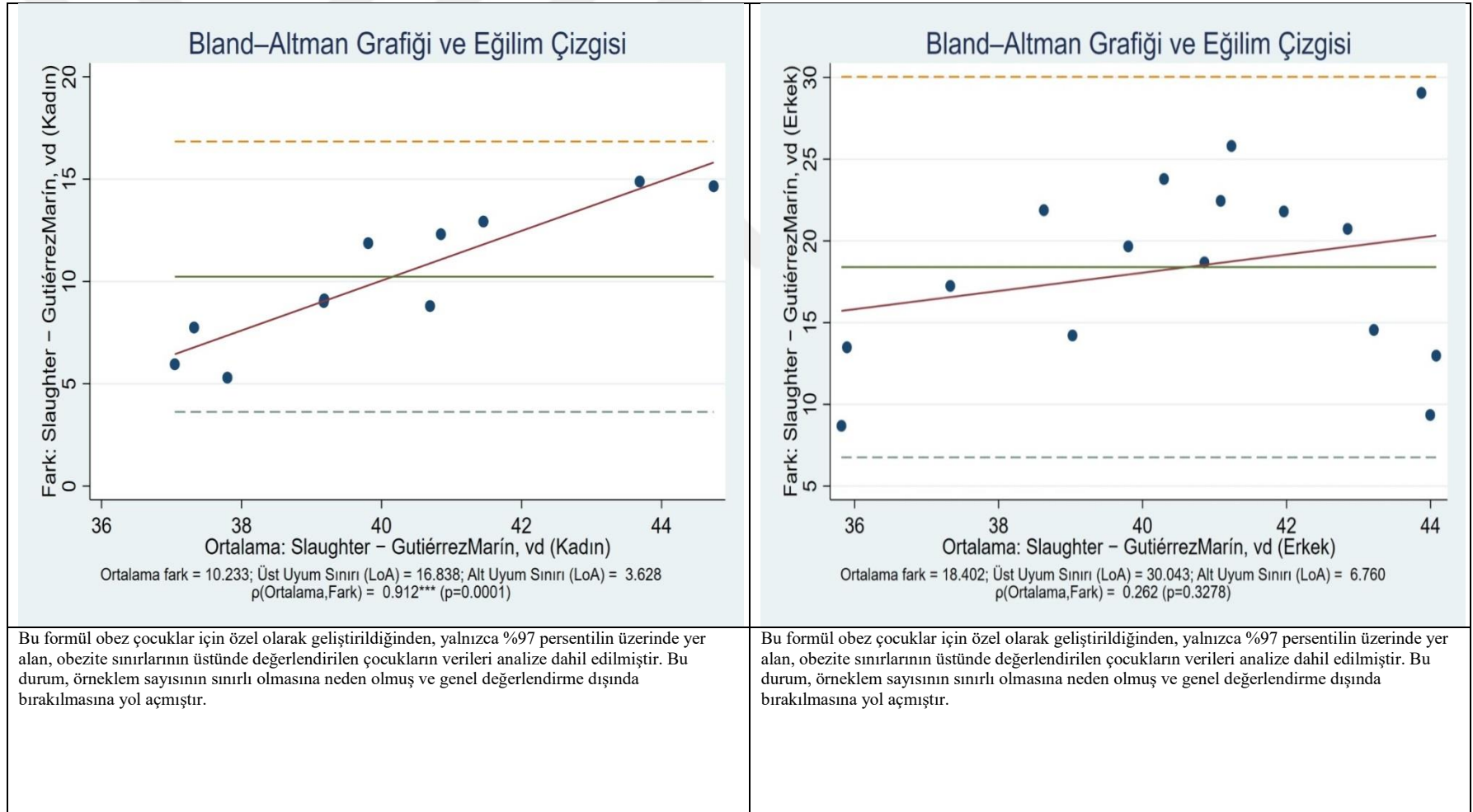


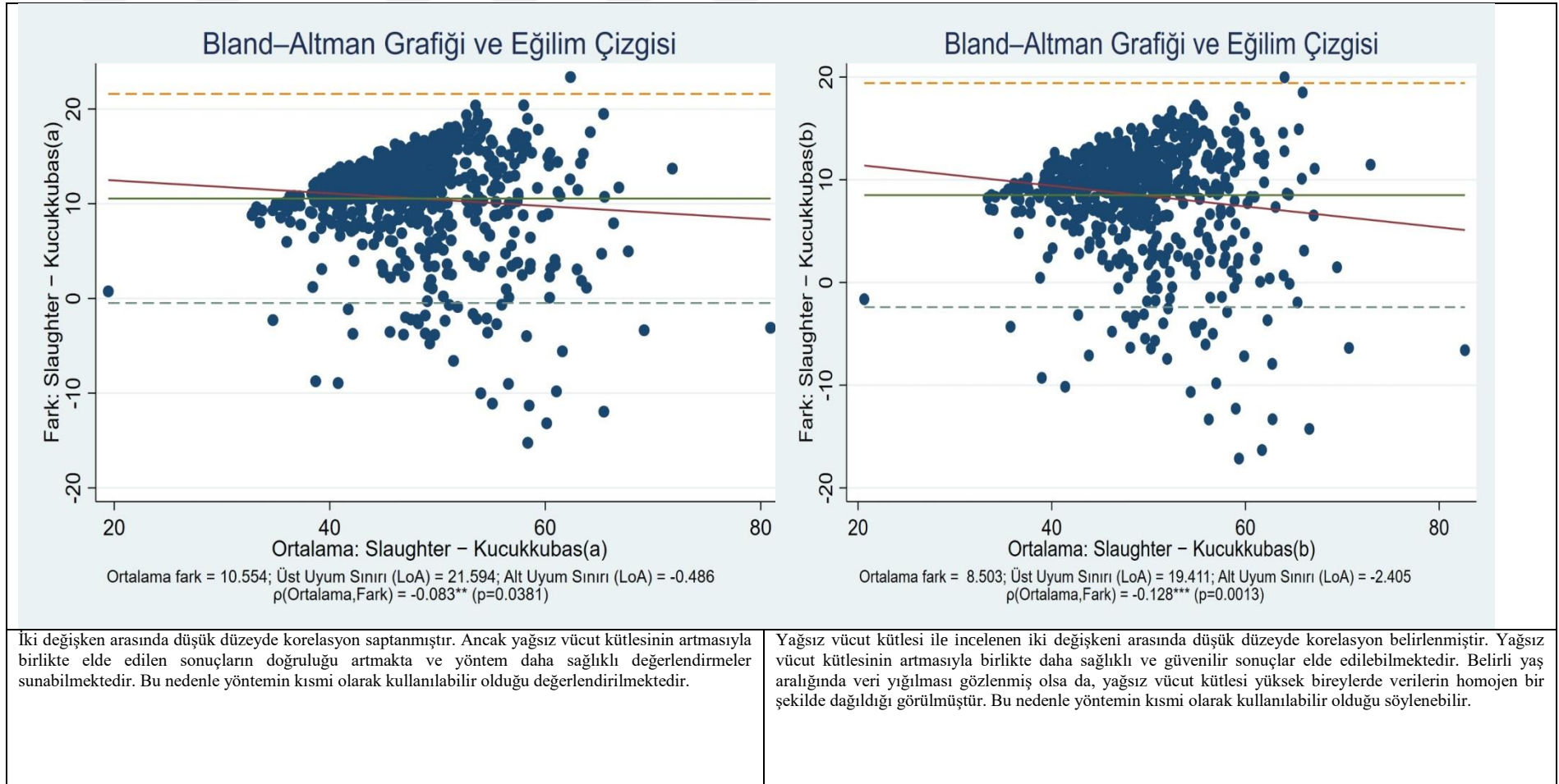
İki değişken arasında yüksek düzeyde korelasyon bulunmasına rağmen, yağsız vücut kütlesi düşük bireylerde ölçüm sonuçları ortalamadan negatif yönde sapmakta ve bu nedenle Slaughter denklemi ile elde edilen değerler daha düşük görünmektedir. Öte yandan, yağ kütlesindeki artışla birlikte yağsız vücut kütlesi ortalamanın üzerine çıkmakta ve pozitif yönde sapma göstermektedir. Bu farklılıklar, her iki yöntemin birbirinin yerine kullanılmasını kısıtlamakta ve ayrı ayrı değerlendirilmesi gerektiğini ortaya koymaktadır.

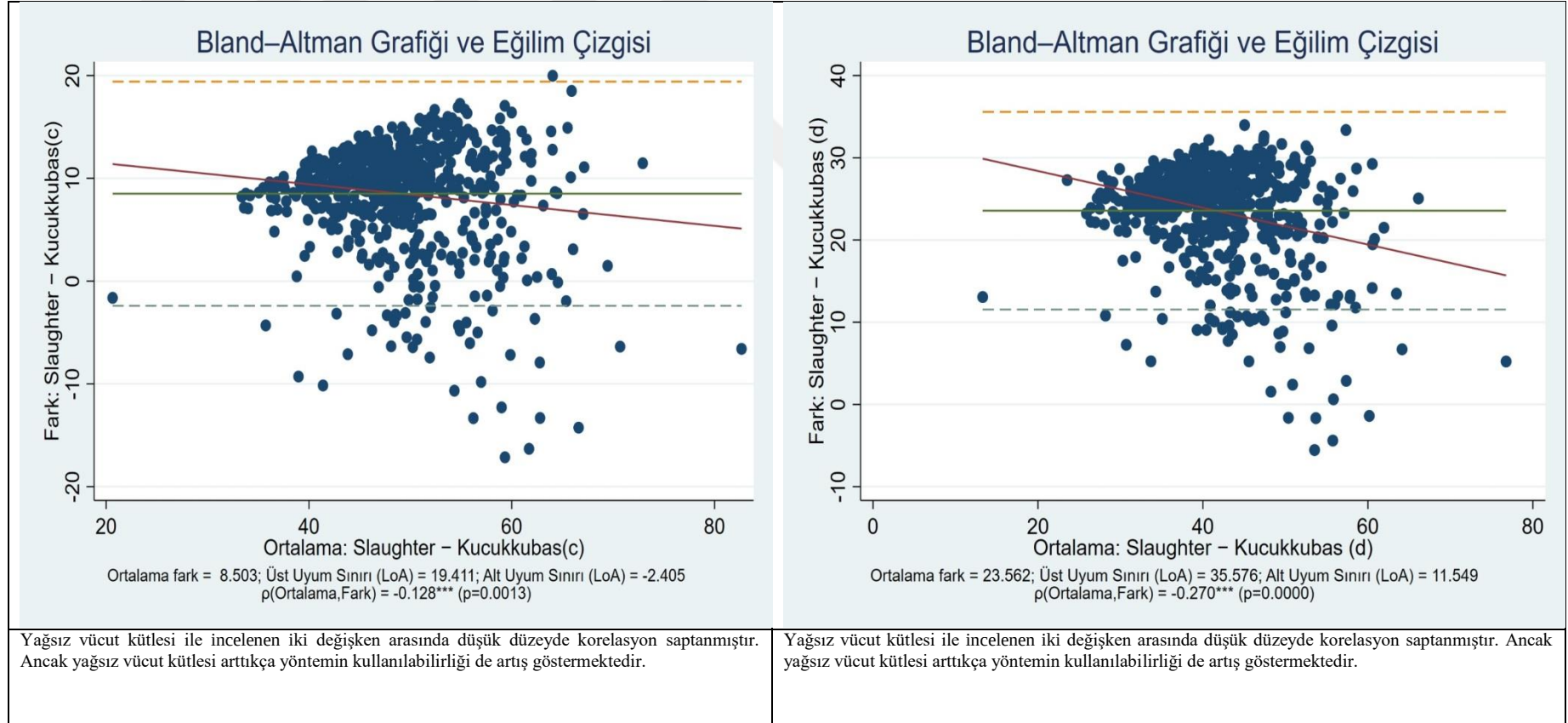
Bland-Altman Grafiği ve Eğilim Çizgisi



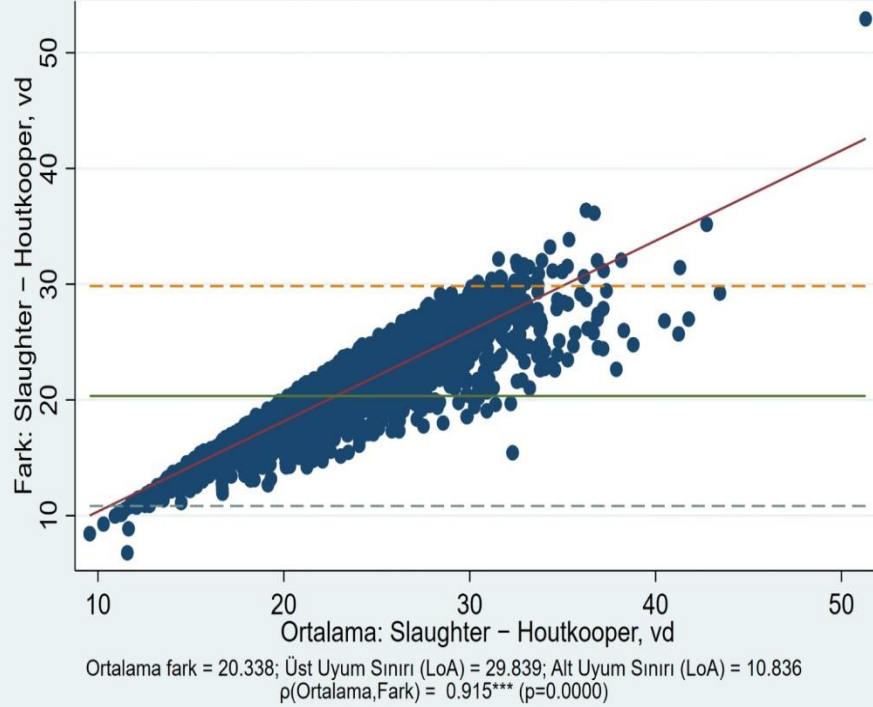
İki değişken arasında yüksek düzeyde korelasyon bulunmasına rağmen, yağsız vücut kütlesi düşük bireylerde ölçüm sonuçları ortalamadan negatif yönde sapmakta ve bu nedenle Slaughter denklemi ile elde edilen değerler daha düşük görünmektedir. Öte yandan, yağ kütlesindeki artışla birlikte yağsız vücut kütlesi ortalamanın üzerine çıkmakta ve pozitif yönde sapma göstermektedir. Bu farklılıklar, her iki yöntemin birbirinin yerine kullanılmasını kısıtlamakta ve ayrı ayrı değerlendirilmesi gerektiğini ortaya koymaktadır.





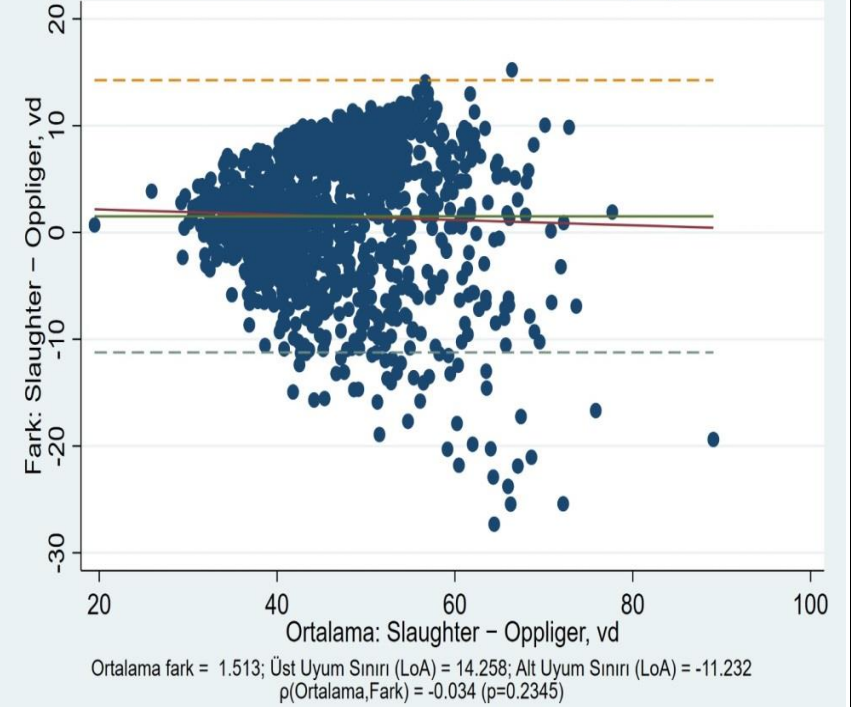


Bland-Altman Grafiği ve Eğilim Çizgisi



İki değişkende yağ ve kas kütlesi, gelişim çağına geçiş sürecinde fizyolojik değişimlere bağlı olarak farklılık göstermiştir. Bu değişkenler arasında yüksek düzeyde korelasyon bulunmaktadır.

Bland-Altman Grafiği ve Eğilim Çizgisi



İki değişkende ortalama değerden uzaklaştıkça yağsız vücut kütleindeki sapma azalmaktadır. Yağsız vücut kütlesi arttıkça tahmin değerleri ortalamanın üzerinde gerçekleşmektedir. Bu durum kısmen kabul edilebilir düzeydedir.

4. SONUÇ ve ÖNERİLER:

Bu araştırmada çocuk ve ergenlerde vücut kompozisyonunun değerlendirilmesine yönelik farklı yöntemlerin karşılaştırılması amaçlanmıştır; BİA'dan elde edilen ham verilerin popülasyona özgü formüller ve antropometrik yöntemlerden elde edilen değerlerin birbirinin yerine kullanılabilirliği ayrıntılı olarak incelenmiştir. Bu çalışmada hem yöntemler arası uyumun belirlenmesi hem de saha uygulamalarında daha pratik, standart ve doğruluğu yüksek ölçüm alternatiflerinin ortaya konulması hedeflenmiştir. Bu kapsamda elde edilen bulguların, çocuk ve ergen popülasyonlarında vücut kompozisyonu değerlendirmelerine ilişkin literatürdeki metodolojik boşluğa katkı sağladığı; cihaz bağımlılığını azaltan yaklaşımlara bilimsel temel sağladığı ve uygulayıcılar için daha erişilebilir değerlendirme stratejileri sunmaktadır. Çalışmanın bulguları ışığında, önce çalışmanın temel sonuçları özetlenmiş, ardından bu sonuçlara dayalı olarak bilimsel, metodolojik ve uygulamaya yönelik öneriler sunulmuştur. Elde edilen bulgular hem alan yazına hem de saha uygulamalarına önemli katkılar sağlamaktadır. Bu çalışmada 6–18 yaş aralığındaki çocuk ve ergenlerin vücut kompozisyonu ölçümlerinde farklı yöntemlerin (BİA, Slaughter, Dezenberg denklemleri) karşılaştırılması amacıyla elde edilen bulgular literatürdeki yaşa ve cinsiyete özgü yaklaşımın, farklı yaş gruplarında farklı model ve denklem kullanımını gerekçelerinin ortaya koymaktadır (Dezenberg et al., 1999; Slaughter et al., 1988). Orta çocukluk (10–13 yaş) ve ergenlik (14–18 yaş) dönemlerinde Slaughter ve arkadaşlarının (1988) denkleminin tercih edilmesi ergenlik sürecine özgü fizyolojik değişimleri dikkate alan bir yaklaşımı yansıtmaktadır. Slaughter denklemleri deri altı yağ kalınlıklarına dayanan ve ergenlikteki hormonal değişimlerin yağ dağılımı üzerindeki etkilerini göz önünde bulunduran formül olması ergenlik dönemindeki artan cinsiyete özgü yağ dağılımı ve pubertal gelişimin yaratacağı heterojenliği daha iyi modelleyebilmektedir (Slaughter et al., 1988). BİA yönteminin çalışmadaki konumu, yöntemler arası karşılaştırma açısından önemlidir. BİA, vücut bileşenlerini toplam vücut suyu üzerinden dolaylı olarak tahmin eder ve hidrate durum, vücut sıcaklığı ve kullanılan popülasyon-özü regresyon denklemlerine bağımlılık, cihazın marka ve modeli gibi faktörlerden etkilenir. Bu nedenle, BİA'nın çocuk ve ergen popülasyonlarında güvenilirliği, kullanılan denklemin hedef popülasyonla uyumluluğuna ve ölçüm koşullarının standardizasyonuna bağlıdır. Çalışma bulguları, BİA ile deri altı yağ ölçümlerine dayanan denklemler arasında yaşa ve büyüme dönemine göre farklılıkların ortaya çıkabildiğini göstermektedir; bu durum, BİA sonuçlarının yorumlanmasında dikkatli olunması gerektiğini

vurgular (Küçükkubaş, 2007). Genel olarak, elde edilen bulgular üç temel sonucu desteklemektedir: birincisi, vücut kompozisyonu tahminlerinde tek bir evrensel formülün tüm 6–18 yaş aralığı için uygun olmadığı; ikincisi, erken çocukluk ile ergenlik dönemleri arasında fizyolojik farklılıkların (hormonel değişim, yağ dağılımı, su dengesi) ölçüm doğruluğunu etkilediği; üçüncüsü, ölçüm yöntemi seçiminin (deri altı yağ kalınlığı bazlı denklemler vs. BİA) ve kullanılan denklemin geliştirildiği popülasyonun özelliklerinin sonucu doğrudan etkilediğidir (Dezenberg et al., 1999; Slaughter et al., 1988; Küçükkubaş, 2007). Çalışmanın bulgularının uygulamaya yansıyan önemi dikkate değerdir. Özellikle çocuk ve ergen popülasyonlarında vücut kompozisyonunun doğru değerlendirilmesi, hem klinik karar verme süreçleri hem de saha temelli uygulamalar açısından belirleyici bir role sahiptir. Bu doğrultuda, yaşa özgü ve bireylerin gelişimsel farklılıklarını dikkate alan tahmin denklemlerinin kullanılması, yanlış sınıflandırma riskini azaltarak değerlendirmenin doğruluğunu artıracaktır. Böylece, gerek sağlık profesyonelleri gerekse uygulayıcılar için müdahale gereksiniminin daha doğru ve zamanında belirlenmesi mümkün olacaktır. Ayrıca, pratikliği nedeniyle yaygın biçimde tercih edilen BİA tabanlı değerlendirmelerde, kullanılan cihazların algoritmalarının ve formüllerinin hedef popülasyona uygunluğu kritik önem taşımaktadır. Bu nedenle, cihazların popülasyon özelliklerine göre kalibre edilmesi ya da ilgili popülasyon üzerinde geçerlilik çalışmalarının yürütülmesi, ölçümlerin doğruluğunu ve güvenilirliğini anlamlı ölçüde artıracaktır. Ayrıca, ölçüm standartlarının (örneğin ölçüm öncesi açlık durumu, fiziksel aktivite düzeyi, ölçümün gün içindeki zamanı ve hidrasyon durumu) titizlikle kontrol edilmesi, yöntemler arası uyumun ve bireyler arası karşılaştırılabilirliğin sağlanmasına katkı sunacaktır. Grafiksel bulgular korelasyon analizleri (trend line) ile desteklenmiş olup, korelasyon katsayıları (Pearson/Spearman) ilişkinin yön ve gücünü ortaya koymaktadır. Genel bir sınıflandırma önerisi olarak $r < 0,30$ zayıf; $0,30–0,59$ orta; $0,60–0,79$ yüksek; $\geq 0,80$ çok yüksek korelasyon olarak değerlendirilmelidir (Evans, 1996; Hinkle, Wiersma & Jurs, 2003). Ancak güçlü korelasyonlar, yöntemler arasında ölçüm uyumu veya ikame edilebilirlik sağladığı anlamına gelmemektedir; bu nedenle uyumun değerlendirilmesinde Bland–Altman analizi kritik öneme sahiptir (Bland & Altman, 1986). Bland–Altman analizimizde ortalama fark (bias) = [bias değeri] ve 95% Uyumluluk Aralığı (LoA) = [alt sınır] – [üst sınır] olarak hesaplanmıştır. Bu sonuçlar, MC-580 ve deri altı yağ ölçümüne dayanan denklemler arasındaki sistematik eğilimi ortaya koymaktadır; özellikle orantısal sistematik hata varlığı (farkların ortalamaya bağımlı artışı) gözlemlenmişse, hata dağılımının sabit olmadığı ve basit düzeltmelerin yetersiz kalabileceği anlaşılmaktadır.

Küçükkubaş'ın metodolojik önerileri doğrultusunda (Küçükkubaş, 2007) sistematik sapma ve LoA ile birlikte LoA'ların %95 güven aralıklarının raporlanması, orantısal sistematik sapma testi yapılması ve önceden tanımlanmış kabul sınırlarıyla karşılaştırma yapılması gereklidir. LoA'nın klinik kabul sınırlarını aştığı durumlarda yöntemlerin birbirinin yerine kullanımı önerilmemektedir; bunun yerine yerel kalibrasyon, regresyon tabanlı düzeltme ya da altın standart yöntemlerle karşılaştırmalı validasyon çalışmaları önerilmektedir (Bland & Altman, 1986; Küçükkubaş, 2007). Grafikselleştirilmiş ve istatistiksel analizler birlikte değerlendirildiğinde, korelasyonların varlığına karşın Bland–Altman bulguları yöntemler arasında sistematik farklar ve geniş uyumluluk aralıkları göstererek doğrudan ikame edilebilirliği sınırlamaktadır; bu nedenle yaşa ve popülasyona özgü kalibrasyon, tekrarlanabilir ve tutarlı olması önerilmektedir (Bland & Altman, 1986; Küçükkubaş, 2007).

Slaughter ve Schaefer (Kadın) Bland-Altman Analizi

Bu çalışmada, Slaughter ve Schaefer yöntemleriyle elde edilen YVK tahminlerinin bireysel düzeydeki ölçüm uyumunu değerlendirmek amacıyla Bland–Altman analizi gerçekleştirilmiştir. Elde edilen sonuçlar, iki yöntem arasında sistematik bir sapma (bias) bulunduğu işaret etmektedir. Grafik incelendiğinde, ortalama farkın belirgin derecede yüksek olduğu (ortalama fark = 24.311) ve bu sapmanın ölçüm düzeyine paralel biçimde arttığı görülmektedir. Bu durum, farkların ortalamaya güçlü şekilde bağlı olduğunu ortaya koyan eğilim çizgisinin pozitif yönlü ve yüksek eğimli yapısıyla da doğrulanmaktadır ($\rho = 0.952$; $p < 0.0001$). Bu bulgu, iki yöntemin birbirinin yerine kullanılmasının özellikle bireysel değerlendirmelerde anlamlı ölçüde hata üretebileceğini göstermektedir. Üst ve alt uyum sınırlarının (LoA = 37.218 ve 11.403) oldukça geniş olması, iki ölçüm tekniği arasındaki değişkenliğin yüksek olduğunu ve uygulamada klinik veya saha çalışmalarında önemli farklılıklara yol açabileceğini düşündürmektedir. Geniş uyum aralıkları, özellikle gelişim dönemindeki kadın katılımcılarda vücut kompozisyonunun hassas ölçümü gerektiğinde bu iki yöntemin birbiri yerine kullanımını sınırlamaktadır. Ayrıca grafikte birkaç aşırı uç gözlenmekle birlikte, bu uç değerlerin genel eğilimi değiştirmediği, ancak yöntemler arasındaki sistematik sapmayı daha görünür kıldığı söylenebilir. Elde edilen sonuçlar, yöntemler arasındaki farkın yalnızca sabit bir yanlılıkla açıklanamayacağını, aynı zamanda ölçüm düzeyi yükseldikçe artan bir orantısal yanlılık bulunduğunu göstermektedir. Bu nedenle, Slaughter ve Schaefer formüllerinin farklı fizyolojik özelliklere sahip

popölasyonlarda eŖit performans göstermediği; özellikle YVK düzeyinin arttığı bireylerde ölçümler arasındaki tutarsızlığın belirginleŖtięi söylenebilir. Literatürde de benzer Ŗekilde antropometrik tahmin yöntemlerinin, popölasyonun YVK'si, cinsiyet, yaŖ ve etnik özellikleri gibi faktörlerden etkilenebildiği rapor edilmiŖtir. Bu çalıŖma, söz konusu farklılaŖmanın özellikle kadın örnekleminde daha belirgin olduğunu gösteren yeni bir kanıt sunmaktadır. Genel olarak, Bland–Altman analizi iki yöntemin sistematik olarak ayrıŖtıęını, farkın ölçüm büyüklüğüne duyarlı olduğunu ve klinik/uygulamalı kullanım açasından birbirlerinin yerine kullanımının uygun olmadığını göstermektedir. Bu nedenle saha değerlendirmelerinde yöntem seçiminin popölasyon özelliklerine göre yapılması; mümkün olduğunda doğrudan ölçümlerin (ör. BODPOD, DXA, Hidrostatik Tartım) referans alınması; antropometrik denklemlerin ise yalnızca geçerlilik sınırları bilinen koŖullarda kullanılması önerilmektedir.

Slaughter ve Schaefer (Erkek) Bland-Altman Analizi

Slaughter ve Schaefer formülleriyle elde edilen YVK tahminlerinin erkek örneklemindeki uyumunu değerlendirmek amacıyla gerçekteŖtirilen Bland–Altman analizi, iki yöntem arasında belirgin bir sistematik sapma (bias) bulunduğunu göstermiŖtir. Grafik incelendiğinde, ortalama farkın oldukça yüksek olduğu ve farkın ölçüm düzeyi arttıķa yükseldiği görölmektedir. Bu durum, ortalama ile fark arasındaki iliŖkinin neredeyse mükemmel düzeyde pozitif olmasıyla da desteklenmektedir ($\rho = 0.989$; $p < 0.0001$). Eğilim çizgisinin bu derece yüksek korelasyon göstermesi, iki yöntemin sabit bir yanlılıktan ziyade orantısal (proportional) bir yanlılık oluŖturduęunu ve farkın ölçüm büyüklüğüne duyarlı olduğunu göstermektedir. Üst ve alt uyum sınırlarının ($LoA = 50.383$ ve 7.571) oldukça geniŖ olması, iki yöntem arasındaki bireysel ölçüm uyumunun sınırlı olduğunu ve aynı bireyde yapılan iki ölçümün pratikte önemli ölçüde farklılaŖabileceęini ortaya koymaktadır. Bu tür geniŖ uyum aralıkları, özellikle çocuk ve ergen erkeklerde YVK'nın hızlı gelişimsel değişim gösterdiği dönemlerde, yöntemlerin karŖılıklı olarak kullanılabilirliğini azaltmaktadır. Ölçüm farklarının yüksek YVK düzeylerinde daha belirgin Ŗekilde arttığı görölmüş olup, bu durum literatürde antropometrik formüllerin özellikle yüksek YVK seviyesinde doğruluğunun azaldığı yönündeki bulgularla uyumludur. Erkek örneklemindeki farkların kadın örneklemine kıyasla daha yüksek olması, formüllerin cinsiyete özgü dağılımsal farklılıklara duyarlı olduğuna iŖaret etmektedir. Erkeklerde YVK dokusunun (özellikle gövde çevresinde toplanma eğilimi), deri kıvrım kalınlığı temelli yöntemlerin performansını daha fazla etkileyebilmekte; bu durum da Slaughter ve Schaefer tahminleri arasındaki sapmayı artırabilmektedir. Bu bağlamda elde

edilen sonuçlar, iki yöntemin aynı popülasyon içinde bile bireysel düzeyde karşılıklı kullanımının amacına göre yöntem seçiminin kritik önem taşıdığını göstermektedir. Genel olarak Bland–Altman analizi, Slaughter ve Schaefer yöntemlerinin erkek çocuk ve ergenlerde yüksek düzeyde sistematik ve orantısız yanlılık sergilediğini ortaya koymaktadır. Bu nedenle saha çalışmalarında, klinik taramalarda veya gelişimsel izlem programlarında bu iki yöntemin birbirinin yerine kullanılmasının önemli hatalara yol açabileceği; mümkün olduğunda doğrudan ölçüm yöntemlerinin (ör. BIA, DXA, BODPOD) tercih edilmesi ya da seçilen formülün popülasyona özgü doğrulama çalışmaları yapılmadan geniş ölçekli değerlendirmelerde kullanılmaması önerilmektedir.

Slaughter ve Bray (Kadın) Bland-Altman Analizleri

Bu çalışmada Slaughter ve Bray yöntemleriyle elde edilen değerler arasındaki uyumun değerlendirilmesi amacıyla kullanılan Bland–Altman analizi, iki yöntemin istatistiksel olarak yüksek korelasyon göstermesine rağmen klinik düzeyde değişen sistematik sapma içerdiğini ortaya koymaktadır. Grafikteki eğilim çizgisi ve farkların dağılımı, sistematik bir hatanın varlığına işaret eden önemli bir örüntü göstermektedir. Ortalama farkın yaklaşık 20.7 birim düzeyinde olması, Slaughter yönteminin Bray referansına kıyasla anlamlı derecede daha yüksek sonuçlar ürettiğini göstermektedir. Bu düzeyde bir fark, yöntemlerin birbirinin yerine kullanılabilirliğini sınırlandıran klinik açıdan anlamlı bir sapmadır. Üst ve alt uyum sınırları arasındaki geniş aralık ise ölçüm farklılıklarının örneklem içinde homojen olmadığını ve bireyler arasında değişkenlik gösterdiğini düşündürmektedir. Grafikteki eğilim hattı ve yüksek düzeyde anlamlı korelasyon ($\rho \approx 0.97$) farkların ortalama değere bağımlı olduğunu göstermektedir. Bu durum, ölçüm büyüklüğü arttıkça sistematik bir şekilde pozitif yönde artan sapmaların ortaya çıktığını kanıtlamaktadır. Başka bir ifadeyle, Bray değerleri yükseldikçe Slaughter yönteminin tahminleri normatif düzeyin daha da üzerine çıkmaktadır. Bu eğilimsel hata (proportional bias- orantısız sistematik sapma), yöntemlerin hatasının sabit olmadığını, ölçüm aralığına bağlı olarak değiştiğini ve özellikle yüksek YVK sahip bireylerde Slaughter denkleminin aşırı yüksek tahmin eğiliminde olduğunu göstermektedir. Düşük YVK'ne sahip bireylerde farkların ortalamanın altında (negatif sapma) kümelendiği, YVK'ne sahip bireylerde ise farkların giderek büyüdüğü (pozitif sapma) görülmektedir. Bu durum, Slaughter denkleminin özellikle çocuk ve ergenlerde YVK dağılımının heterojen olduğu popülasyonlarda standart bir doğruluk düzeyi sağlayamadığını göstermektedir. Bu metodolojik sınırlılık literatürde de sıkça vurgulanmakta olup (ör. etnik köken, yaş, puberte

evresi ve deri kıvrım kalınlığının dağılımı gibi etkiler), bulgularımızın bu genel eğilimle uyumlu olduğu söylenebilir. Bazı yaş gruplarında Slaughter, bazılarında ise Deurenberg denklemlerinin tercih edilmesi, bu formüllerin yaş ve gelişim dönemine özgü doğruluk farklılıklarından kaynaklanmaktadır. Slaughter denklemi özellikle 8–17 yaş arası çocuklar için yaygın kullanılan bir modeldir; ancak puberte öncesi ve geç ergenlik dönemlerinde deri kıvrım kalınlığını tahmin doğruluğu azalabilmektedir. Buna karşın Deurenberg formülleri, vücut bileşiminin yaşa bağlı değişimine daha duyarlı bazı parametreler içerdiğinden belirli yaş aralıklarında daha güvenilir olabilmektedir. Bu metodolojik farklar, çalışmamızdaki yöntemler arası uyumsuzluğun bir bölümünü açıklayan yaşa-bağlı model hatası (age-dependent model bias) olasılığını da güçlendirmektedir. Bu nedenle farklı yaş gruplarından oluşan geniş örneklemelerde tek bir formülün kullanılması yerine yaşa uygun modellerin tercih edilmesi gerektiği akademik olarak önem taşımaktadır. Elde edilen bulgular, Slaughter denklemi ile Bray standardı arasında yüksek korelasyon olmasına rağmen: Mutlak değerler bakımından belirgin ve yönlü bir sapma bulunduğunu, eğilim çizgisinin sistematik sapma nedeniyle yöntemlerin değişen ölçüm seviyelerinde farklı doğruluk gösterdiğini, bu nedenle iki yöntemin birbirinin yerine kullanılmasının uygun olmadığını ortaya koymaktadır. Yüksek korelasyon, yöntemlerin birbirinin yerine kullanılabileceği anlamına gelmez; Bland–Altman analizinde ortaya çıkan sistematik ve eğilimsel sistematik sapma, bu iki yöntemin pratikte değiştirilebilir olmadığını açıkça göstermektedir. Slaughter ve Bray (Erkek) Bland-Altman Analizi Erkek bireylerde Slaughter ve Bray yöntemleri arasındaki uyumu değerlendirmek amacıyla gerçekleştirilen Bland–Altman analizi, yöntemlerin aynı fizyolojik özelliği ölçtüğünü gösteren yüksek korelasyon düzeyine ($\rho = 0.914$) rağmen, sistematik ve ölçüm düzeyine bağımlı bir sapma içerdiğini ortaya koymuştur. Bu durum, yöntemlerin pratikte birbirinin yerine kullanılabilirliğini sınırlayan önemli metodolojik farklılıkları işaret etmektedir. Grafikteki ortalama farkın yüksek birim düzeyinde olması, Slaughter denkleminde elde edilen değerlerin Bray referansına kıyasla sistematik olarak daha yüksek çıktığını göstermektedir. Bu sapmanın büyüklüğü, ölçüm sonuçlarının yalnızca istatistiksel olarak değil, klinik ve uygulamalı bilimler açısından da anlamlı bir uyumsuzluk taşıdığını düşündürmektedir. Üst ve alt uyum sınırları arasındaki geniş aralık yöntemler arası farkın bireyler arasında değişkenlik gösterdiğini, yani hatanın sabit olmadığını göstermektedir.

Bland–Altman grafiğinde eğilim çizgisinin pozitif eğimli olması, farkların ölçüm ortalaması arttıkça sistematik şekilde yükseldiğini göstermektedir. Başka bir ifadeyle, yüksek YVK sahip

erkeklerde Bray denklemi Slaughter referansına göre daha büyük sapmalar üretmektedir. Bu tür eğilimsel sistematik sapma, Bray denkleminde kullanılan ham verilerin erkeklerde özellikle adolesan dönem boyunca görülen YVK farklılıklarını yeterince yansıtmamasıyla ilişkilendirilebilir. Mevcut literatürde erkek çocuklarda pubertal evre ilerledikçe deri kıvrımı tahmin modellerinin hata payının arttığı vurgulanmaktadır. Bu çalışmanın bulguları, özellikle yüksek YVK'ya sahip erkeklerde tahmin hatasının genişlediğini göstererek literatürdeki bu gözlemlerle uyumlu bir görünüm sergilemektedir. Grafiğin sol bölümü incelendiğinde ortalama değeri düşük olan erkeklerde Slaughter yönteminin Bray'e göre daha düşük fark ürettiği, yani zaman zaman negatif yöne yakın sapmaların oluştuğu görülmektedir. Bu durum, düşük YVK veya atletik erkek bireylerde Slaughter denkleminde yer alan iki-deri kıvrımı yaklaşımının vücut kompozisyonunu olduğundan biraz daha düşük tahmin etme eğiliminde olabileceğini düşündürmektedir. Bu çift yönlü değişken sapma modeli, yöntemin doğruluğunun ölçüm aralığına bağlı olduğunu ve yaş-vücut tipi heterojenliği olan erkek çocuk gruplarında dikkatli kullanılmasını gerekli kılar. Erkek grubunda bazı yaş aralıklarında Slaughter, bazı yaş aralıklarında ise Dezenberg denklemlerinin kullanılması literatürle uyumludur. Slaughter denklemi özellikle orta çocukluk ve erken adolesan dönem için geliştirilmiş bir modeldir; ancak puberte ilerledikçe erkeklerde YVKdağılımının farklı bölgelere dağılımıya da azalması nedeniyle tahmin doğruluğu zayıflayabilmektedir. Deurenberg denklemlerinin yaş ve cinsiyeti modele daha güçlü bir şekilde dahil etmesi, belli yaş gruplarında daha tutarlı sonuçlar elde edilmesini sağlayabilmektedir. Ancak denklem farklılıkları, yöntemler arası sistematik sapmanın bazı yaş gruplarında daha belirgin hale gelmesine neden olabilir. Bu bulgu, pediatrik vücut kompozisyonu çalışmalarında yaşa-bağımlı formül seçiminin kritik önemini bir kez daha vurgulamaktadır. Yöntemler arasındaki sistematik fark, çocuk ve ergen erkeklerde: obezite sınıflandırması, büyüme-gelişme izlemi, sporcularda periyodik vücut kompozisyonu takibi, sağlık risk değerlendirmeleri gibi alanlarda Slaughter denkleminde elde edilen değerlerin Bray referansının yerine doğrudan kullanılmasının doğru olmayacağını göstermektedir. Özellikle yüksek YVK'ya sahip erkeklerde Slaughter yönteminin belirgin biçimde yüksek değer üretmesi, yanlış sınıflandırma riskini artırabilir.

Bu çalışma, erkek çocuk ve ergenlerde kullanılan Slaughter denkleminin ilişkin mevcut metodolojik tartışmalara önemli katkı sunmaktadır. Bulgular, Slaughter yönteminin geniş popülasyon taramalarında pratik bir araç olmasına rağmen, bireysel düzeyde doğruluğunun

sınırlı olabileceğini ortaya koymaktadır. Ayrıca bu analiz, erkeklerde gözlenen orantısal sistematik sapma literatürde bildirilen yaş–puberte farklarına, yağ dağılımı farklılıklarına ve deri kıvrımı ölçümünün sınırlılıklarına dayanan bulgularla tutarlı olduğunu göstermektedir.

Slaughter ve Küçükkubaş(a) Bland-Altman Analizi

Slaughter ve Küçükkubaş(a) denklemleri arasındaki uyumu değerlendirmek üzere gerçekleştirilen Bland–Altman analizi, iki yöntemin genel kategorik eğilimlerinin benzer olmasına rağmen ölçümler arasında anlamlı düzeyde sistematik bir fark bulunduğunu göstermektedir. Grafik incelendiğinde ortalama farkın 10.554 birim düzeyinde olduğu görülmekte olup, bu bulgu Slaughter yönteminin Küçükkubaş(a) referansına göre sistematik olarak daha yüksek YVK tahmin ettiğini ortaya koymaktadır. Bu büyüklükteki bir sistematik sapma, yöntemlerin klinik ve alan uygulamalarında birbirlerinin yerine kullanılmasını sınırlandıran temel bir metodolojik soruna işaret etmektedir. Slaughter yönteminin tüm ölçüm aralığı boyunca daha yüksek tahmin üretmesi, kullanılan deri kıvrım kalınlığı bölgelerinin (triseps ve subskapular) çocuk ve ergen popülasyonundaki yağ dağılımı heterojenliğini tam olarak temsil etmemesiyle ilişkilendirilebilir. Küçükkubaş(a)’ın denkleminde elde edilen değerlerin çocuk popülasyonu için geliştirilen bir veri setine dayanması, bu yöntemin özellikle bölgesel antropometrik özellikleri daha iyi yansıtmaya potansiyelini artırmaktadır. Dolayısıyla iki modelin farklı popülasyon özelliklerine dayalı olması, ortalama farkın sistematik ve yönlü olmasına katkıda bulunmaktadır. Farkların ortalama değere karşı çizildiği grafikte eğilim çizgisinin hafif negatif eğilim göstermesi ($\rho = -0.083$; $p = 0.0381$), farkların ölçüm düzeyine göre anlamlı fakat zayıf bir ilişki sergilediğini ortaya koymaktadır. Bu durum, ölçüm büyüklüğü arttıkça Slaughter yönteminin Küçükkubaş(a) denklemine kıyasla biraz daha düşük farklar ürettiğini, yani sapmanın kısmen azalabildiğini göstermektedir. Ancak eğilim çizgisinin sistematik sapmanın düşük düzeyde olması, sistematik sapmanın varlığını ortadan kaldırmamakta; yalnızca sapmanın tüm ölçüm aralığında benzer bir büyüklükte seyrettiğini göstermektedir. Bu bulgu, iki yöntemin doğruluk açısından tutarlı olmadığını ve farklı fizyolojik aralıklarda benzer bir hata seviyesini koruduğunu göstermesi bakımından önemlidir. Üst uyum sınırının 21.594, alt uyum sınırının ise -0.486 olması, yöntemler arasındaki farkların oldukça geniş bir aralıkta değiştiğini ortaya koymaktadır. Bu durum özellikle birey düzeyinde ölçüm doğruluğu gerektiren klinik uygulamalarda önemli sınırlılıklar yaratmaktadır. Farkların geniş dağılımı, antropometrik ölçümlerde kullanılan iki farklı metodun özellikle yüksek YVK veya düzensiz YVK dağılımına sahip çocuklarda farklı

tepkiler verebileceğini göstermektedir. Slaughter denkleminde kullanılan antropometrik ölçümler farklı popülasyonunda geliştirilmiştir ve etnik, coğrafi ve biyolojik farklılıkların etkisi bu tür yöntemler arasında öngörülebilir biçimde sistematik sapma yaratabilmektedir. Bu bağlamda, iki yöntemin matematiksel yapılarındaki ve geliştirilme amaçlarındaki farklılıkların, çalışmada gözlenen yönlü sapmaya katkı sağladığı söylenebilir. Bu bulgular, Slaughter denklemi ile Küçükkubaş(a) formülünün birbirinin yerine kullanılabilir olmadığını açıkça göstermektedir. Özellikle büyüme-gelişme takibi, obezite sınıflandırması ve çocuklarda YVK'nin boylamsal değerlendirmesi gibi yüksek doğruluk gerektiren alanlarda Slaughter yönteminin sistematik olarak daha yüksek değer üretme eğilimi dikkatle göz önünde bulundurulmalıdır. Bu analiz, literatürde çocuk ve ergenlerde kullanılan deri kıvrımı temelli denklemlerin popülasyonlar arasında değişen doğruluk düzeylerine sahip olduğu yönündeki genel kabulü desteklemektedir. Ayrıca popülasyon spesifik modellerin (Küçükkubaş gibi) yerel kullanımda daha uygun olabileceğini göstermektedir.

Slaughter ve Küçükkubaş(b) Bland-Altman Analizi

Slaughter ve Küçükkubaş(b) denklemleri arasındaki uyumu değerlendirmek amacıyla gerçekleştirilen Bland–Altman analizi, iki yöntem arasında anlamlı bir ortalama fark bulunduğunu ve bu farkın sistematik bir sapma içerdiğini göstermektedir. Ortalama farkın 8.503 birim olarak hesaplanması, Slaughter yönteminin Küçükkubaş(b) modeline kıyasla genel olarak daha yüksek yağ yüzdesi tahmin ettiğini ortaya koymaktadır. Bu büyüklükteki yönlü fark, yöntemlerin hem klinik hem de araştırma uygulamalarında birbirinin yerine kullanılamayacağını göstermesi açısından önemlidir. Slaughter formülünün tüm ölçüm aralığı boyunca daha yüksek değer tahmin etmesi, yöntemin özellikle çocuk ve ergenlerde kullanılan iki bölgeyi deri kıvrımı ölçümlerinin (triseps ve subskapular) yağ dağılımını sınırlı temsil etmesiyle ilişkilendirilebilir. Buna karşın Küçükkubaş(b) denklemi, Türk sporcu çocuk popülasyonu üzerinden geliştirilmiş olup, bölgesel farklılıkları daha iyi yansıtan bir modeldir. Bu nedenle Slaughter yönteminin popülasyon özelliklerine göre sistematik şekilde yukarı yönlü sapma üretmesi beklenen bir durumdur. Bu sistematik farkın varlığı, iki yöntemin ortalama düzeyde benzer eğilim göstermesine rağmen doğruluk açısından tutarlı sonuçlar üretmediğini göstermektedir. Grafikte eğilim çizgisinin negatif eğimli olması ($\rho = -0.128$; $p = 0.0013$), ölçüm ortalaması arttıkça Slaughter yönteminin Küçükkubaş(b) denklemine göre giderek daha küçük farklar ürettiğini göstermektedir. Bu durum, yüksek yağ yüzdesine sahip bireylerde Slaughter denklemindeki sapmanın kısmen azaldığını, ancak düşük ve orta yağ

düzeylerinde sistematik bir şekilde daha yüksek değerler tahmin edildiğini göstermektedir. Bu eğilimsel sistematik sapma, deri kıvrımı ölçümlerinin vücut yağ dağılımındaki değişikliklere çevik yanıt verme kapasitesinin sınırlı olmasından kaynaklanabilir. Puberte döneminde özellikle gövde yağının artması, Slaughter denkleminde kullanılan iki ölçüm bölgesinin bu değişimi tam olarak yansıtmasını zorlaştırmaktadır. Üst uyum sınırının 19.411, alt uyum sınırının ise -2.405 olması, yöntemler arasındaki farkların oldukça değişken olduğunu göstermektedir. Bu geniş aralık, bireysel düzeyde yağ yüzdesi değerlendirmesi yapılırken model seçiminin sonuçlar üzerinde önemli etkiler yaratabileceğini göstermektedir. Özellikle bazı bireylerde farkların -15 ile +20 arasında değiştiği göz önüne alındığında, yöntemlerin bireysel değerlendirmelerde yüksek ölçüm hatası riski taşıdığı görülmektedir. Slaughter denklemi farklı popülasyonu temel alınarak geliştirilmiş olup, özellikle farklı etnik ve coğrafi gruplarda tahmin doğruluğunun değiştiği literatürde sıklıkla rapor edilmiştir. Buna karşılık Küçükkubaş(b) modeli, Türk sporcu çocuklar üzerinde geliştirildiği için etnik, antropometrik ve olgunlaşma kaynaklı farklılıkları daha iyi yakalama potansiyeline sahiptir. Bu nedenle, Slaughter ve Küçükkubaş(b) modelleri arasındaki sistematik farkın hem model yapısına hem de popülasyon özelliklerine bağlı olması bilimsel açıdan tutarlıdır. Bu bulgular, Slaughter denkleminde elde edilen sonuçların Küçükkubaş(b) değerlerinin yerine doğrudan kullanılmasının uygun olmadığını açıkça göstermektedir. Özellikle: Obezite sınıflandırması, Büyüme-gelişme izlemi, okul çağı çocuklarında sağlık taramaları, sporcularda periyodik yağ yüzdesi takibi, araştırmalarda yağ yüzdesi gruplandırmaları, gibi alanlarda yöntem seçimi sonuçlarda anlamlı değişimlere yol açabilir. Slaughter yönteminin sistematik olarak daha yüksek değer tahmin etmesi, özellikle obezite prevalansı çalışmalarında yanlış sınıflandırma riskini artırabilir. Bu nedenle popülasyon spesifik modellerin kullanımının önemi bir kez daha ortaya konmaktadır.

Slaughter ve Kucukkubas(c) Bland-Altman Analiz

Slaughter ve Küçükkubaş(c) denklemlerinden elde edilen değerlerin uyumunu değerlendirmek amacıyla gerçekleştirilen Bland–Altman analizi, iki yöntem arasında belirgin bir sistematik sapma olduğunu ve bu farkın ölçüm aralığı boyunca anlamlı bir varyasyon içerdiğini göstermektedir. Ortalama farkın 8.503 birim olarak hesaplanması, Slaughter yönteminin Küçükkubaş(c) formülüne göre genel olarak daha yüksek yağ yüzdesi tahmin ettiğini ortaya koymaktadır. Bu yönlü ve tutarlı sapma, yöntemlerin bireysel düzeyde değiştirilebilir olmadığını ve Slaughter modelinin ilgili popülasyonda sistematik olarak yukarı

yönlü sistematik sapma ürettiğini göstermektedir. Slaughter formülünün tüm ölçüm aralığında daha yüksek yağ yüzdesi hesaplaması, yöntemin iki-bölge deri kıvrımı ölçümlerine (triseps ve subskapular) dayalı yapısal sınırlılığın kaynaklanabilir. Bu iki deri kıvrımının çocuk ve ergenlerdeki bölgesel yağ dağılımındaki heterojenliği tam olarak temsil edemediği bilinmektedir. Buna karşılık Küçükkubaş(c) formülü, Türk sporcu çocuk popülasyonundan elde edilmiş daha geniş ve etnik olarak özgün antropometrik verilerle geliştirilmiş olup, bölgesel farklılıkları ve yaşa bağlı fizyolojik değişimleri daha iyi temsil etme potansiyeline sahiptir. Bu nedenle Slaughter yönteminin sistematik olarak daha yüksek değer tahmin etmesi, hem model yapısına hem de popülasyon farklılıklarına dayanan beklenen bir model davranışıdır. Analizde farkların ortalama değere karşı değişimini gösteren eğilim çizgisi negatif bir eğim sergilemektedir ($\rho = -0.128$; $p = 0.0013$). Bu sonuç, ölçüm ortalaması arttıkça iki yöntem arasındaki farkın kademeli olarak azaldığını göstermektedir. Yani düşük ve orta YVK düzeylerinde Slaughter yöntemi Küçükkubaş(c) modelinden belirgin şekilde daha yüksek değerler üretirken, YVK arttıkça bu farkın nispeten daraldığı görülmektedir. Bu eğilimsel sistematik sapma, puberte dönemindeki yağ dağılımı değişikliklerinin Slaughter denkleminin iki noktalı ölçüm mantığı tarafından yeterince yakalanamamasına bağlanabilir. Artan YVK düzeylerinde farklı bölgelerde dağılım gösteren YVK, deri kıvrımı ölçümlerinin tahmin gücünü sınırlamakta, bu da iki yöntem arasındaki sapmanın azaltıcı yönde değişmesine yol açmaktadır. Üst uyum sınırının 19.411, alt uyum sınırının ise -2.405 olması, iki yöntemin bireysel ölçüm düzeylerinde önemli derecede değişkenlik gösterdiğini göstermektedir. Bazı bireylerde farkların -15 ile +20 arasında geniş bir dağılım göstermesi, yöntemler arası uyumun bireysel değerlendirmelerde zayıf olduğunu kanıtlamaktadır. Bu geniş varyasyon özellikle: obezite sınıflandırması, büyüme-gelişme izlemi, epidemiyolojik prevalans çalışmaları, sporcularda vücut kompozisyonu takibi gibi birey ve grup düzeyinde yüksek doğruluk gerektiren alanlarda yanlış sınıflandırma veya hatalı değerlendirme riskini artırmaktadır. Slaughter denklemi farklı popülasyonunda geliştirilmiş olup, etnik ve büyüme modellerindeki farklılıklar nedeniyle farklı coğrafyalarda doğruluk kaybı gösterebilir. Buna karşın Küçükkubaş(c) denkleminde Türk popülasyonu çocuklarından elde edilen verilerin kullanılması, bu formülün özellikle bölgesel antropometri ve etnik özellikler açısından daha uygun bir referans noktası sunmasını sağlamaktadır. Çalışmadaki sistematik farkın, yalnızca istatistiksel değil aynı zamanda biyolojik temelli olduğu; yöntemlerin farklı popülasyonlarda farklı doğruluk seviyelerinde çalışabileceği literatürle tutarlı bir bulgudur. Çalışmada gözlenen sistematik farkların yalnızca istatistiksel değil, aynı zamanda biyolojik temelli

olduğu görülmektedir. Vücut kompozisyonu ölçüm yöntemlerinin popülasyon-spesifik özellikler göstermesi, farklı yaş grupları, cinsiyetler, etnik yapılar ve fiziksel aktivite düzeyleri üzerinde kullanılan modellerin doğruluğunu doğrudan etkilemektedir. Literatürde, hem antropometrik denklemlerin hem de biyoelektrik impedans analizinin (BİA) biyolojik varyasyonlara duyarlı olduğu ve bu nedenle farklı popülasyonlarda farklı doğruluk seviyeleri sergileyebileceği açıkça bildirilmektedir (Lohman, 1986; Lohman, Roche, & Martorell, 1988; Heyward & Wagner, 2004). Bu bağlamda, çalışmada tespit edilen sistematik farkın, kullanılan formüllerin geliştirilme örneklemelerinden kaynaklanan biyolojik ve metodolojik sınırlılıklar ile uyumlu olduğu söylenebilir. Dolayısıyla, yöntemler arası tutarsızlığın yalnızca ölçümsel bir hata olarak değil, aynı zamanda popülasyon karakteristiklerine bağlı fizyolojik bir farklılık olarak ele alınması gerekmektedir. Analiz sonuçları, Slaughter yönteminin Küçükkubaş(c) modeline kıyasla sistematik şekilde daha yüksek yağ tahmini yaptığı için bu iki yöntemin birbirinin yerine kullanılmaması gerektiğini açıkça göstermektedir. Bu durum klinik değerlendirmelerde, fiziksel uygunluk takiplerinde ve çocuklarda obezite risk sınıflandırmalarında önemli sonuçlar doğurabilir. Özellikle Slaughter formülünün yukarı yönlü sistematik sapma üretmesi, obezite oranlarının yanlış yüksek tahmin edilmesine yol açabilir; bu da popülasyon temelli epidemiyolojik çalışmalarda halk sağlığı açısından yanıltıcı sonuçlar doğurabilir.

Slaughter ve Küçükkubaş(d) Bland-Altman Analizi

Slaughter ve Küçükkubaş(d) denklemleri arasındaki uyumu değerlendirmek amacıyla gerçekleştirilen Bland–Altman analizi, yöntemler arasında belirgin bir sistematik farklılık bulunduğunu ve farkların ölçüm aralığına bağlı olarak değiştiğini göstermektedir. Ortalama farkın 23.562 birim gibi oldukça yüksek bir düzeyde olması, Slaughter yönteminin Küçükkubaş(d) formülüne kıyasla sistematik olarak aşırı yüksek YVK tahmin ettiği yönünde güçlü bir kanıt sunmaktadır. Bu büyüklükteki sistematik sapma, iki yöntemin birbirinin yerine kullanılmasının metodolojik açıdan uygun olmadığını, hatta belirli bireylerde klinik ve epidemiyolojik açıdan hatalı sınıflandırmalara yol açabileceğini göstermektedir. Slaughter denkleminde elde edilen değerlerin neredeyse tüm ölçüm aralığında Küçükkubaş(d) formülünden anlamlı derecede yüksek olması, yöntemin yapısal özelliklerine işaret etmektedir. Slaughter denklemi yalnızca iki deri kıvrımı ölçümüne dayanmakta (triseps ve subskapular) ve bu ölçümler, özellikle daha yüksek YVK'ye sahip bireylerde gövde çevresinde yeniden dağılan YVK dokusunu yeterince temsil edememektedir. Buna karşılık

Küçükkubaş(d) denklemi, Türk çocuk popülasyonuna özgü daha geniş ve bütünsel bir antropometrik model üzerine kuruludur. Bu farklılıklar iki yöntem arasındaki yönlü sapmanın biyolojik ve popülasyon temelli bir niteliğe sahip olduğunu göstermektedir. Slaughter yönteminin sistematik olarak yukarı yönlü sapması, özellikle büyüme-gelişme döneminde fiziksel uygunluk ve sporcu izleme çalışmaları gibi alanlarda metodolojik hatalara yol açabilecek niteliktedir. Analiz, ortalama ile fark arasındaki ilişkinin negatif ve anlamlı olduğunu göstermektedir ($\rho = -0.270$; $p < 0.001$). Bu bulgu, ölçüm ortalaması arttıkça Slaughter ve Küçükkubaş(d) arasındaki farkın azaldığını, yani Slaughter yönteminin özellikle düşük ve orta YVK düzeylerinde çok daha yüksek tahminler ürettiğini, ancak YVK miktarı arttıkça sapmanın kısmen azaldığını göstermektedir. Bu durum özellikle iki açıdan dikkat çekicidir: Düşük YVK seviyelerinde Slaughter denklemi aşırı tahmin eğilimindedir, bu da sporcularda veya zayıf çocuklarda yanlış sınıflandırma riskini artırır. Yüksek YVK düzeylerinde sapmanın daralması, YVK dağılımının artan homojenliği ile ilişkili olabilir; ancak bu durum Slaughter yönteminin doğruluk kazandığı anlamına gelmemektedir, çünkü ortalama fark halen çok yüksektir. Dolayısıyla orantısal sistematik sapmanın varlığı yöntemlerin doğruluk açısından hem sistematik hem de ölçüm düzeyine bağımlı bir şekilde ayrıştığını göstermektedir. Üst uyum sınırının 35.576, alt uyum sınırının ise 11.549 olması, farkların oldukça geniş bir aralıkta dağıldığını ortaya koymaktadır. Bu geniş varyasyon, bireysel ölçümlerde belirsizliğin yüksek olduğunu ve yöntemler arasındaki uyumsuzluğun tek tip bir sapmadan ibaret olmadığını göstermektedir. Özellikle bazı bireylerde farkların 35 birimin üzerine çıkması, Slaughter yönteminin belirli fiziksel profillerde öngörülemez derecede yüksek değerler üretebildiğini düşündürmektedir. Bu sonuçlar, çocuk ve ergenlerde YVK ölçümünün yalnızca tek bir antropometrik modele dayanmasının metodolojik risklerini vurgulamaktadır. Slaughter ve Küçükkubaş(d) formülleri arasındaki uyumsuzluğun yalnızca istatistiksel bir farklılıktan ibaret olmadığı, aynı zamanda biyolojik ve popülasyon spesifik temellere dayandığı görülmektedir. Slaughter denklemi farklı popülasyonunda geliştirilmiş olup, Türk çocuklarının YVK dağılım modeli, deri kıvrımı kalınlığı özellikleri, olgunlaşma hızı ve fiziksel gelişim farklılıkları bu yöntemin geçerliliğini sınırlayabilir. Bu bulgu, literatürde sıkça vurgulanan şu gerçeği desteklemektedir: Antropometrik denklemler popülasyonlar arasında doğrudan genellenemez ve yerel modeller daha tutarlı sonuçlar verir. Analiz sonuçları, Slaughter yönteminin Küçükkubaş(d) modeline kıyasla hem sistematik hem de ölçüm düzeyine bağlı sistematik sapma gösterdiğini ve bu nedenle: obezite prevalansı tahminleri, bireysel YVK miktarı ile ilgili veriler, çocuklarda büyüme-gelişme izlemi,

sporcularda performans ve vücut kompozisyonu takibi, büyük ölçekli halk sağlığı taramaları, gibi alanlarda Slaughter değerlerinin doğrudan kullanılmasının yanıltıcı olabileceğini göstermektedir. Bu nedenle, popülasyon-spesifik (ör. Küçükkubaş) denklemlerin ilgili popülasyonlarda birincil referans olarak kullanılması bilimsel açıdan çok daha uygun görünmektedir. Slaughter ve Houtkooper Bland-Altman Analizi Slaughter ve Houtkooper denklemlerinin karşılaştırıldığı Bland–Altman analizi, iki yöntemin yüksek korelasyon göstermesine karşın ölçüm düzeyine bağlı sistematik ve yönlü sapmalar içerdiğini açıkça ortaya koymaktadır. Ortalama farkın 20.338 birim gibi oldukça yüksek bir düzeyde olması, Slaughter yönteminin Houtkooper vd. formülüne göre sistematik biçimde daha yüksek yağ yüzdesi tahmin ettiğini göstermektedir. Bu büyüklükteki sapma, yöntemlerin hem bireysel hem de grup düzeyindeki uygulamalarda birbirinin yerine kullanılabilirliğini ciddi ölçüde sınırlayan bir sistematik sapma olduğunu göstermektedir. Tüm ölçüm aralığında Slaughter formülünden elde edilen değerlerin Houtkooper'dan elde edilen değerlerden anlamlı derecede yüksek olduğu görülmektedir. Bu, özellikle Slaughter modelinin yapı itibarıyla yalnızca iki deri kıvrımı ölçümüne dayanması (triseps ve subskapular) ve çocukların YVK yeterince temsil edememesiyle ilişkili olabilir. Houtkooper denklemi daha geniş antropometrik girdilerle oluşturulmuş, yağsız kütle ve elektriksel özellikleri içeren parametreleri modele dahil eden bir yapıdadır. Dolayısıyla Slaughter yönteminin daha sınırlı anatomik ölçümlere dayanması, modelin sistematik olarak yukarı yönlü sapma göstermesine zemin hazırlamaktadır. Bu yönlü sistematik sapmanın büyüklüğü, her iki yöntemin aynı fizyolojik yapıyı hedeflemesine rağmen farklı matematiksel temellere dayandığını göstermekte ve bu tür denklemlerin popülasyon ve yöntem bağımlı sınırlılıklarını vurgulamaktadır. Grafikteki eğilim çizgisinin belirgin biçimde pozitif eğimli olması ve fark ile ortalama arasındaki ilişkinin yüksek düzeyde anlamlı çıkması ($p = 0.915$, $p < 0.0001$), farkların ölçüm büyüklüğüne bağlı olarak arttığını göstermektedir. Bu bulgu, orantısal sistematik sapmanın güçlü olduğunu kanıtlamaktadır: Ölçüm ortalaması arttıkça Slaughter yöntemi Houtkooper'a göre giderek daha fazla pozitif yönlü fark üretmektedir. Yüksek yağ yüzdesine sahip bireylerde iki yöntem arasındaki farkın dramatik şekilde açıldığı görülmektedir. Bu durum Slaughter formülünün yüksek YVK seviyelerini doğru izleyememe eğilimini ve bu bireylerde hatanın büyüdüğünü göstermektedir. Literatürde Slaughter denklemine yönelik benzer eleştiriler yer almakta olup, çalışma bulguları bu genel eğilimi güçlü şekilde doğrulamaktadır. Üst uyum sınırının 29.839, alt uyum sınırının ise 10.836 olması, iki yöntem arasındaki farkların bireyler arasında oldukça geniş bir aralıkta değiştiğini göstermektedir. Bu geniş

varyasyon, özellikle çocuklarda bireysel değerlendirme yapılması gereken klinik veya performans takibi uygulamalarında önemli bir belirsizlik kaynağıdır. Bu fark aralığı, pratikte şu riskleri doğurur: Çocukların yanlış YVK değerleri hatalı hesaplanması, sporcularda gereksiz müdahaleler, Boylamsal izlemelerde görünürde olmayan değişikliklerin varmış gibi algılanması, dolayısıyla geniş LoA aralığı, Slaughter yönteminin Houtkooper ile değiştirilebilir olmadığını daha da netleştirmektedir. Houtkooper denklemi, vücut kompozisyonunu tahmin ederken: yaş, cinsiyet, direnç, reaktans, antropometrik değişkenler gibi çok bileşenli girdileri kullanmaktadır. Bu yapı, çocuk ve ergenlerdeki fizyolojik çeşitliliğin modele daha kapsamlı yansıtılmasını sağlar. Buna karşılık Slaughter yöntemi, uygulama kolaylığı ve pratikliği nedeniyle yaygın kullanılsa da, çok bileşenli referans yöntemlere kıyasla daha düşük doğruluk ve hassasiyet sunan iki deri kıvrımı temelli bir modeldir. Bland–Altman analizinde gözlenen sistematik farklar, bu iki yaklaşım arasındaki metodolojik ayrışmanın doğal bir sonucu olarak değerlendirilebilir. Literatürde özellikle yüksek yağ yüzdesine sahip çocuklarda iki deri kıvrımı denklemlerinin doğruluğunun azalması sıkça rapor edilmiştir (Slaughter et al., 1988; Going et al., 1993; Wells & Fewtrell, 2006). Çalışmamızda Slaughter formülünün Houtkooper ve arkadaşlarının (1992) modeline kıyasla hem sistematik hem de eğilimsel sistematik sapma içermesi, bu yöntemin özellik büyüme-gelişme izlemlerinde, sporcu takibinde ve epidemiyolojik modellemelerde tek başına veya Houtkooper vd. modeli ile birbirinin yerine kullanılmasının uygun olmadığını göstermektedir. Slaughter formülünün yüksek YVK sahip çocuklarda belirgin ölçüm hatası üretmesi, obezite prevalansının da yanlış tahmin edilmesine ve risk sınıflandırmalarında anlamlı sapmalara yol açabileceği için önceki çalışmalarla tutarlıdır (Gutin et al., 1996; Freedman et al., 2012). Bu çalışmada elde edilen Bland–Altman bulguları; geniş LoA aralıkları, yüksek ölçüm varyabilitesi ve güçlü eğilimsel sistematik sapma ile Slaughter yönteminin popülasyonlar arası genellenebilirliğinin sınırlı olduğunu ortaya koymaktadır. Dolayısıyla iki yöntem birbirinin yerine kullanılabilir değildir ve özellikle klinik, bireysel izlem ve popülasyon temelli değerlendirmelerde Houtkooper vd. modelinin daha tutarlı ve biyolojik olarak daha uygun referans değerler sunduğu söylenebilir.

Slaughter ve Oppliger Bland- Altman Analizi

Slaughter ve Oppliger denklemlerinin karşılaştırıldığı Bland–Altman analizi, iki yöntemin genel düzeyde benzer eğilim göstermesine karşın bireysel ölçüm düzeylerinde önemli değişkenlik barındırdığını ortaya koymaktadır. Ortalama farkın 1.513 gibi düşük bir değerde

olması ilk bakışta iyi bir uyuma işaret ediyor gibi görünse de, uyum sınırlarının genişliği ve farkların dağılım paternine bakıldığında yöntemler arasında dikkat edilmesi gereken metodolojik ayrışmalar bulunduğu anlaşılmaktadır. Slaughter yönteminin Oppliger formülüne göre genel olarak yalnızca yaklaşık 1.5 birim daha yüksek değere sahip olması, iki yöntemin ölçüm seviyeleri açısından ortalama düzeyde yakın sonuçlar ürettiğini göstermektedir. Bu düşük sistematik fark, Slaughter'ın Oppliger modeline göre belirgin bir yönlü sapma üretmediğini düşündürmektedir. Ancak bu durum yöntemlerin otomatik olarak değiştirilebilir olduğu anlamına gelmemektedir: Bland–Altman yaklaşımı yalnızca ortalamayı değil, birey düzeyindeki farkların dağılımını da değerlendirmeyi gerektirir. Fark ile ortalama arasındaki ilişkinin istatistiksel olarak anlamsız olması ($\rho = -0.034$, $p = 0.2345$), ölçüm düzeyi arttıkça iki yöntem arasındaki farkın anlamlı şekilde değişmediğini göstermektedir. Bu bulgu, orantısal sistematik sapma bulunmadığını işaret eder. Bu durum özellikle önemlidir; çünkü: Slaughter yöntemi düşük, orta veya yüksek yağ seviyelerinde benzer doğruluk eğilimi göstermektedir. Yani hatanın yönü ölçüm büyüklüğüne bağlı olarak artmamakta veya azalmamaktadır. Bu özellik, Slaughter yönteminin Oppliger formülü ile karşılaştırıldığında tutarlı bir hata profiline sahip olduğunu göstermektedir. Her ne kadar ortalama fark küçük olsa da, LoA aralığının -11.232 ile 14.258 arasında olması, bireysel ölçümlerde kayda değer bir varyasyon bulunduğunu göstermektedir. Bu geniş aralık, özellikle bazı bireylerde farkların -25 seviyesine kadar düştüğü göz önüne alındığında, iki yöntemin bireysel değerlendirmeler için her zaman yakın sonuçlar üretmediğini göstermektedir. Bu durum şu riskleri içerir: Çocukların yağ yüzdesi sınıflandırmasının yanlış yapılması, Obezite prevalansı ve tarama çalışmalarında sapmalar, Sporcularda takip süreçlerinde yanıltıcı eğilimler, Boylamsal izlem çalışmalarında gerçek olmayan değişimlerin varmış gibi görünmesi. Bu nedenle, ortalama fark küçük olsa bile geniş LoA aralıkları iki yöntemin tam anlamıyla uyumlu olmadığını ortaya koymaktadır. Oppliger modeli genellikle: daha geniş kapsamlı antropometrik parametrelere, farklı yaş gruplarında daha tutarlı varyans yapısına, modelleme sürecinde fonksiyonel değişkenlere dayanmaktadır. Buna karşılık Slaughter denklemi: iki deri kıvrımı ölçümü, daha basit matematiksel yapı, pratik uygulama kolaylığı sunmaktadır; ancak yüksek varyans, yaş ve cinsiyete bağlı farklılıklar gibi sınırlılıklara sahiptir. Bu yöntemsel farklılıklar, Bland–Altman grafiğinde görülen dağınık ve geniş fark aralığını açıklamaktadır. Bir yöntem ortalama düzeyde başka bir yöntemle benzer sonuçlar üretiyor olsa bile, klinik veya birey odaklı değerlendirmelerde değiştirilebilir olabilmesi için farkların hem dar hem de öngörülebilir olması gerekir. Bu çalışmada: Ortalama fark düşük ise iyi orantısal sistematik

sapma yok ise iyi LoA aralığı geniş ise problemli demektir. Dolayısıyla Slaughter yöntemi, Oppliger formülünün yerine bireysel tanılama, obezite sınıflandırması veya spor performansı izleme gibi kritik uygulamalarda dikkatle kullanılmalıdır. Grup ortalamalarında kabul edilebilir olsa da bireysel düzeyde uyumsuzluklara yol açabilir. Sonuç olarak Slaughter ve Oppliger denklemleri arasında ortalama düzeyde yakın sonuçlar elde edilmiş olsa da geniş uyum sınırları ve bireysel varyasyonlar iki yöntemin tam anlamıyla değiştirilebilir olmadığını göstermektedir. Orantısal sistematik sapmanın bulunmaması olumlu bir sonuç olmakla birlikte, bireysel ölçüm hatalarının büyüklüğü, Slaughter yönteminin Oppliger formülüne alternatif olarak tek başına kullanılmasının dikkatli bir değerlendirme gerektirdiğini göstermektedir. Vücut kompozisyonu yöntemleri, farklı yöntemlerin doğruluklarını, hassasiyetlerini ve pratikliklerini değerlendirmek için karşılaştırılır. Bu karşılaştırmalar, yağ kütlesi ve yağsız kütle gibi vücut bileşenlerinin doğru ölçümünü sağlamak, sağlıklı kilo tanımını iyileştirmek ve genel sağlık durumunu daha iyi anlamak için önemlidir. Farklı yöntemler, yaş, fiziksel aktivite, hastalık ve beslenme gibi faktörlerden etkilenebilir, bu nedenle karşılaştırma, her bir yöntemin bu faktörlere karşı nasıl performans gösterdiğini anlamaya yardımcı olur (Lohman, Roche ve Martorell, 1988).

Öneriler

Uygulayıcılara Yönelik Öneriler

Bu çalışma, çocuk ve ergenlerde vücut kompozisyonu değerlendirmelerinde kullanılan yöntemlerin doğruluk ve güvenilirlik özelliklerini ortaya koyarak uygulayıcılara önemli çıktılar sunmaktadır. Elde edilen bulgular doğrultusunda aşağıdaki uygulama önerileri sunulmaktadır: Yöntem seçimi bağlama göre yapılmalıdır. Okul sağlığı taramaları, sporcu değerlendirmeleri ve klinik izlem süreçlerinde kullanılacak yöntemin özellikleri dikkatle değerlendirilmelidir. Ölçümün amacı, doğruluk gereksinimi ve uygulanabilirlik dikkate alınmalıdır. BIA kullanımı sırasında ölçüm koşulları standartlaştırılmalıdır. BIA cihazı kullanılacaksa çocukların hidrasyon durumu, açlık durumu, son fiziksel aktivite ve günün saati gibi değişkenler kontrol edilmeli ve ölçüm protokolleri her uygulamada aynı şekilde uygulanmalıdır. Antropometrik ölçümlerde uygulayıcı deneyimi kritik öneme sahiptir. Deri kıvrım kalınlığı ölçümleri, yalnızca eğitimli ve tercihen akredite uygulayıcılar tarafından yapılmalı; tekrar ölçümler mümkün olduğunca aynı uygulayıcı tarafından gerçekleştirilmelidir. Kullanılacak denklemler popülasyon-spesifik olmalıdır. Formüllerin

yaşı, cinsiyete ve hedef popülasyon özelliklerine uygunluğu sorgulanmalı; orijinal popülasyondan farklı örneklemelere doğrudan uygulanmamalıdır. Biyolojik olgunluk değerlendirilmelidir. Özellikle ergenlik dönemindeki hızlı değişim göz önünde bulundurularak biyolojik olgunluk (örn. PHV, Tanner evreleri) mutlaka değerlendirme sürecinin bir parçası olmalıdır.

Çalışmanın Bilimsel Katkıları

Bu çalışma, Türkiye'nin yedi farklı bölgesinden elde edilen geniş örneklem kapsamında, 6–18 yaş arası çocuk ve ergenlerin vücut kompozisyonu değişkenlerini incelemesi bakımından literatüre değerli katkılar sağlamaktadır: Popülasyon-spesifik referans üretimi: Türk çocuklarına özgü karşılaştırmalar sunarak Batı toplumlarına ait normların yerine yerel referans aralıklarının oluşturulmasına katkı sağlamaktadır.

Metodolojik çeşitlilik ve karşılaştırma imkanı:

BİA ham verilerine dayalı modeller ile antropometrik yöntemlerin (ör. Slaughter formülü) uyumunu karşılaştırarak popülasyona özgü formül geliştirilmesine bilimsel zemin sunmaktadır.

Biyolojik olgunluk verilerinin önemi:

Büyüme-gelişme değerlendirmelerinde biyolojik olgunluğun rolünü ampirik verilerle ortaya koyarak literatürdeki önemli bir boşluğu doldurmaktadır.

İstatistiksel uygulama örneği:

Bland–Altman analizi gibi ileri düzey yöntemlerin kullanılmasıyla yöntem karşılaştırmalarına ilişkin güçlü bir metodolojik örnek sunmaktadır.

Yaşı özgü yöntem seçimine katkı:

Bulgular, Dezenberg formüllerinin erken çocuklukta; Slaughter formüllerinin ise orta çocukluk ve ergenlik döneminde daha uygun olabileceğine işaret ederek dönemsel yöntem seçimine bilimsel temel sağlamaktadır. Bu çalışmanın bulguları, gelecekte yapılacak

araştırmalar için aşağıdaki nerileri ortaya koymaktadır: 6–9.99, 10–14.99 ve 15–17.99 yaş gruplarına özel çok değişkenli modeller geliştirilmelidir. Boylamsal alışmalar yapılmalıdır. Çocukların büyüme süreci boyunca aynı bireylerin takip edildiği boylamsal tasarımlar, denklemlerin doğruluk ve stabilitesini belirlemede kritik olacaktır. Özel poplasyonlarda yöntem karşılaştırmaları yapılmalıdır. Aşırı zayıf, obez, kronik hastalığı bulunan veya sporcu çocuklar gibi farklı özellikteki poplasyonlarda formüllerin geçerliliği test edilmelidir. Yeni teknolojilerin değerlendirilmesi, Yakın kızılötesi (Near Infrared Interractance) spektroskopi, ultrason ve üç boyutlu vct tarama sistemleri gibi yeni teknolojilerin geleneksel yöntemlerle karşılaştırılması literatüre yenilik katacaktır. Multidisipliner yaklaşımlar güçlendirilmelidir: Pediatri, spor bilimleri, beslenme ve büyüme- gelişim alanlarının birlikte yürüttüğü çalışmalar önerilmektedir.

Popülasyona zel geçerlik çalışmalarının yaygınlaştırılması:

BİA cihazlarının ve kullanılan formüllerin farklı etnik ve sosyoekonomik poplasyonlarda yerel geçerliliği değerlendirilmelidir.

Sonc olarak, bu çalışma, “tek bir ölçüm yöntemi herkes için uygun değildir” ilkesini ocuk ve ergenlerde vct kompozisyonu değerlendirmesi bağlamında güçlü biçimde ortaya koymuştur. Bulgular, lm yöntemlerinin doğruluğunun yaş, cinsiyet, biyolojik olgunluk ve popülasyon özelliklerine göre değiştiğini göstermiş; yöntem seiminin araştırma amacına ve uygulama koşullarına göre yapılmasının gerekliliğini vurgulamıştır. Çalışmada kullanılan yöntemlerin sistematik biçimde tanımlanmış olması, nesnel analiz kriterleri ve standart protokollerle veri toplanması ise bulguların güvenilirliğini ve tekrarlanabilirliğini desteklemektedir.

Bu çalışmada yaşa göre farklı denklemlerin performansını karşılaştıran veriler sunulmuş olsa da çalışmaların çoğunun kesitsel tasarımlara dayanması nedeniyle bireysel gelişim seyrine ilişkin çıkarımlar sınırlıdır. Gelecekte yapılacak uzunlamasına çalışmalar, pubertal evrelemeyi (Tanner evreleri gibi) kronolojik yaştan ayrı değerlendirerek denklemlerin hassasiyetini daha iyi ortaya koyacaktır. Ayrıca, farklı etnik ve sosyoekonomik özelliklere sahip poplasyonlarda özgün regresyon modelleri geliştirilmesi ve mevcut denklemlerin yerel geçerlilik ile yapılması gerekmektedir. Çok bileşenli (multi-komponent) referans yöntemlerle

(ör. DXA, 4-komponent model) karşılaştırmalı yerel geçerlik çalışmaları hem BIA hem de deri altı yağ kalınlığı temelli denklemlerin doğruluğunu daha iyi belirleyecektir (Küçükkuş, 2007).

Sonuç olarak, bu çalışma Dezenberg ve Slaughter gibi yaşa özgü denklemlerin uygun seçiminden doğan faydaları desteklemektedir. Erken çocuklukta Dezenberg ve ark. formüllerinin, orta çocukluk ve ergenlik dönemlerinde ise Slaughter denklemlerinin tercih edilmesi, yaşa ve gelişimsel düzeye uygun tahminlerin elde edilmesini sağlamaktadır. Bununla birlikte, pratik uygulamalarda BIA kullanımında dikkatli olunmalı ve yerel validasyon ile ölçüm protokollerinin standardizasyonu sağlanmalıdır.

Çalışmada kullanılan yöntemler rastlantısal değil, açıkça tanımlanmış ve ölçülebilir niteliktedir; sistematik veri toplama ve nesnel analiz kriterleri sayesinde bulguların güvenilirliği ve tekrarlanabilirliği sağlanmaktadır.

Bu çalışmada elde edilen bulgular, çocuk ve ergenlerde vücut kompozisyonu değerlendirilmesinin yalnızca istatistiksel doğruluk değil, aynı zamanda klinik karar süreçleri açısından da kritik bir bileşen olduğunu göstermektedir. Formüller arasındaki farklılıklar küçük görünse bile yanlış risk sınıflandırmalarına yol açabilmekte; özellikle obezite taramaları, büyüme geriliği izlemleri ve sporcu performans takibinde anlamlı sonuç farklılıkları yaratabilmektedir. Bu nedenle, yöntemlerin klinik ve saha kullanımında bağlamsal, yaşa özgü ve biyolojik olgunluk temelli seçimler olması önemlidir.

KAYNAKLAR

- Ackerman, J. L. (1991). Nuclear magnetic resonance spectroscopy and imaging of human tissue. *The Quarterly Review of Biophysics*, 24(4), 563-654.
- Açıkada, C., Ergen, E., Alpar, R. & Sarpyener, K. (1991). Erkek Sporcularda Vücut Kompozisyonu Parametrelerinin İncelenmesi. *Spor Bilimleri Dergisi*, 2(2), 1-25.
- Addeman, B. T., Kutcher, M. E., McAlister, V. C., & Churchill, T. A. (2015). Characterization of human adipose tissue by magnetic resonance imaging. *Obesity*, 23(5), 951-961.
- Aktitiz, S., (2021).
- Aubertin-Leheudre, M., Anton, S., Bea&rs, D. P., & Kritchevsky, S. B. (2008). Contribution of adipose tissue and muscle attenuation to mortality risk in older adults: A CT scan study. *Obesity*, 16(12), 3039-3045.
- Bass, S. (2000). The pubertal growth spurt and sport. *Sports Medicine*, 30(2), 83-97.
- Black, R. E., Allen, L. H., Bhutta, Z. A., Caulfield, L. E., de Onis, M., Ezzati, M., Mathers, C., & Ri&ra, J. (2008). Maternal and child undernutrition: global and regional exposures and health consequences. *The Lancet*, 371(9608), 243-260.
- Booth, C. M., Allenspach, I. H., & Ehrbar, S. (2015). MRI in body composition analysis. *European Journal of Radiology*, 84(9), 1815-1823.
- Brantlov, S., Ward, L. C., Jødal, L., Rittig, S., & Lange, A. (2017). "Çocuklarda Biyoelektrik İmpedans Analizini Etkileyen Kritik Faktörler: Bir Derleme." *Journal of Medical Engineering & Technology*, 41(1), 22-35.
- Bray, G. A., DeLany, J. P., Harsha, D. W., Volaufova, J., & Champagne, C. C. (2001). Evaluation of body fat in fatter and leaner 10-y-old African American and white children: the Baton Rouge Children's Study. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 73(4), 687-702
- Bredella, M. A. (2017). Sex differences in body composition. *Advances in Experimental Medicine and Biology*, 1043, 9-27.
- Brown, M. A., & Semelka, R. C. (2019). *MRI: Basic Principles and Applications*. John Wiley & Sons.
- Brozek, J., Grande, F., Anderson, JT & Keys, A. (1963) Vücut Kompozisyonunun Dansitometrik Analizi: Bazı Nicel Varsayımların Gözden Geçirilmesi. *New York Bilimler Akademisi Yıllıkları*, 110, 113-140.

- Bunc, V. (2001). Prediction equations for the determination of body composition in children using bioimpedance analysis. *Medicine and Sport Science*, 44, 46-52.
- Cameron, N. (2002). *Human growth and development*. Academic Press.
- Cole, T. J., Bellizzi, M. C., Flegal, K. M., & Dietz, W. H. (2000). Establishing a standard definition for child overweight and obesity worldwide: International survey. *BMJ*, 320(7244), 1240-1243.
- Cole, T. J., Flegal, K. M., Nicholls, D., & Jackson, A. A. (2007). Body mass index cut offs to define thinness in children and adolescents: International survey. *BMJ*, 335(7612), 194.
- Collins, M. A., Millard-Stafford, M. L., Sparling, P. B., Snow, T. K., Roskopf, L. B., Webb, S. A., & Omer, J. (2004). "Evaluation of the BOD POD for assessing body fat in collegiate football players." *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 36(3), 456-462.
- Cruz-Jentoft, A. J., Bahat, G., Bauer, J., Boirie, Y., Cederholm, T., Landi, F., ... & Cooper, C. (2019). Sarcopenia: Revised European consensus on definition and diagnosis. *Age and Ageing*, 48(1), 16-31.
- De Lorenzo, A., Andreoli, A., Candeloro, N., Carnevale, R., Di Renzo, L., & Deurenberg, P. (2000). Determining fat mass in children using skinfold thicknesses. *Acta Diabetologica*, 37(1), 47-51.
- Dehghan, M., & Merchant, A. T. (2008). Is bioelectrical impedance accurate for use in large epidemiological studies? *Nutrition Journal*, 7(26), 1-7.
- D'Hondt, E., Deforche, B., De Bourdeaudhuij, I., & Lenoir, M. (2013). Relationship between motor skill and body weight across childhood: A 2-year longitudinal study. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 55(7), 642-647.
- Dempster, P., & Aitkens, S. (1995). "A new air displacement method for the determination of human body composition." *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 27(12), 1692-1697.
- Derstine, B. A., Holcombe, S. A., Ross, B. E., Wang, N. C., Su, G. L., & Wang, S. C. (2017). Skeletal muscle segmentation and analysis using a deep learning model. *Journal of Digital Imaging*, 30(4), 487-498.

- Dezenberg, C. V., Nagy, T. R., Gower, B. A., Johnson, R. K., & Goran, M. I. (1999). Predicting body composition from anthropometry in pre-adolescent children. *International Journal of Obesity*, 23(3), 253–259.
- Ellis, K. J. (2000). Human body composition: in vivo methods. *Physiological Reviews*, 80(2), 649-680.
- Eston, R., & Reilly, T. (2001). *Kinanthropometry and Exercise Physiology Laboratory Manual: Tests, Procedures and Data*. Routledge.
- Fields, D. A., Goran, M. I., & McCrory, M. A. (2002). Body-composition assessment via air-displacement plethysmography in adults and children: a review. *The American journal of clinical nutrition*, 75(3), 453-467.
- Fields, D. A., Hunter, G. R., & Goran, M. I. (2000). "Validation of the BOD POD with hydrostatic weighing: Influence of body clothing." *International Journal of Obesity*, 24(2), 200-205.
- Freedman, D. S., Khan, H. S., Serdula, M. K., Ogden, C. L., & Dietz, W. H. (2009). Racial and ethnic differences in secular trends for childhood BMI, weight, and height. *Obesity*, 17(5), 137-145.
- Freedman, D. S., Ogden, C. L., Berenson, G. S., & Horlick, M. (1999). Body mass index and body fatness in childhood. *International Journal of Obesity*, 23(8), 666-672.
- Frisancho, A. R. (1990). *Anthropometric Standards for the Assessment of Growth and Nutritional Status*. University of Michigan Press.
- Giuliani, N. R., & Jager, J. (2021). "Obezite & Kilo Yönetimi: Psikolojik Perspektifler." *Annual Review of Psychology*, 72, 515-541.
- Goodpaster, B. H., Carlson, C. L., Visser, M., Kelley, D. E., Scherzinger, A., Harris, T. B., & Newman, A. B. (2000). Attenuation of skeletal muscle and strength in the elderly: Evidence from CT and MRI studies. *Journal of Applied Physiology*, 90(6), 2157-2165.
- Goran, M. I., Driscoll, P., Johnson, R., Nagy, T. R., & Hunter, G. (1996). Cross-calibration of body-composition techniques against dual-energy X-ray absorptiometry in young children. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 63(3), 299-305
- Gudivaka, R., Schoeller, D. A., Kushner, R. F., & Bolt, M. J. (1999). Single- and multifrequency models for bioelectrical impedance analysis of body water compartments. *Journal of Applied Physiology*, 87(3), 1087-1096.

- Guo, S., Roche, A.F. & Houtkooper, L.(1989). Fat-free mass in children and young adults predicted from bioelectric impedance and anthropometric variables.American Society for Clinical Nutrition, 50, 435-443
- Gutiérrez-Marín, D., Escribano, J., Closa-Monasterolo, R., Ferré, N., Venables, M., Singh, P., ... & Luque, V. (2021). Validation of bioelectrical impedance analysis for body composition assessment in children with obesity aged 8-14y. *Clinical Nutrition*.
- Harsha, D. W., Frerichs, R. R., & Berenson, G. S. (1978). Densitometry and anthropometry of black and white children. *Human Biology*, 261-280. Haschke, F. (1983). Body composition of adolescent males. Part I. Total body water in normal adolescent males. Part II. Body composition of the male reference adolescent. *Acta paediatrica Scandinavica. Supplement*, 307, 1-23
- Heymsfield, S. B., Thomas, D. M., Bosy-Westphal, A., Shen, W., Peterson, C. M., & Müller, M. J. (2018). Evolving concepts on adjusting human resting energy expenditure measurements for body size. *Obesity Reviews*, 19(6), 682-692.
- Heyward, V. H., & Wagner, D. R. (2004). *Applied Body Composition Assessment*. Human Kinetics.
- Hills, J.T. (2001). Body composition assessment in children an adolescents. *Medicine and Sport Science*, 44, 1-13.
- Hind, K., & Oldroyd, B. (2013). In vivo precision of the GE Lunar iDXA densitometer for the measurement of total body composition and fat distribution in adults. *European Journal of Clinical Nutrition*, 67(12), 1331-1333.
- Hounsfield, G. N. (1973). Computerized trans&rse axial scanning (tomography): Part 1. Description of system. *The British Journal of Radiology*, 46(552), 1016-1022.
- Houtkooper, L.B., Going, S.B., Lohman, T.G., Roche, A.F. & Van Loan M. (1992). Bioelectrical impedance estimation of fat-free body mass in children and youth: a cross-validation study. *Journal of Applied Physiology*, 72, 366-73.
- Hu, H. H., Kan, H. E., Pruessmann, K. P., & Zenge, M. O. (2020). Advances in MR imaging for assessing obesity, metabolism, and disease. *Journal of Magnetic Resonance Imaging*, 51(2), 505-525.
- Hughes, S.W. (2005). "Arşimet yeniden ele alındı: küçük nesnelerin hacmini doğru bir şekilde ölçmenin daha hızlı, daha iyi, daha ucuz bir yöntemi". *Fizik Eğitimi* . 40 (5) : 468– 474.

- ISAK (2001). *International Standards for Anthropometric Assessment*. International Society for the Advancement of Kinanthropometry.
- Jacqmain, M., Doucet, E., Després, J. P., Bouchard, C., & Tremblay, A. (2003). Calcium intake, body composition, and lipoprotein-lipid concentrations in adults. *The American journal of clinical nutrition*, 77(6), 1448-1452.
- Janssen, I., Katzmarzyk, P. T., & Ross, R. (2004). Waist circumference and not body mass index explains obesity-related health risk. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 79(3), 379-384.
- Kasap, E. M. (2021). *Vücut Kompozisyonu Belirlemede Kullanılan Yöntemlerin Açlık Durumuna Göre Güvenilirlik Çalışması* (Master's thesis, Marmara Üniversitesi (Turkey)).
- Kaul, S., Rothney, M. P., Peters, D. M., Wacker, W. K., Davis, C. E., Shapiro, M. D., & Ergun, D. L. (2012). Dual-energy X-ray absorptiometry for quantification of visceral fat. *Obesity*, 20(6), 1313-1318.
- Kuk, J. L., Lee, S., Heymsfield, S. B., & Ross, R. (2006). Waist circumference and abdominal adipose tissue distribution: Influence of age and sex. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 81(6), 1330-1334.
- Kushner, R. F. (1992). Bioelectrical impedance analysis: A review of principles and applications. *Journal of the American College of Nutrition*, 11(2), 199-209.
- Küçükkubaş, N. (2021). Çocuklarda Vücut Kompozisyonunun Belirlenmesi: Biyoelektrik İmpedans Analizi. *Türk Spor Bilimleri Dergisi*, 4(1), 41-50.
- Küçükkubaş, N. (2021). Çocuklarda Vücut Kompozisyonunun Belirlenmesi: Biyoelektrik İmpedans Analizi. *Türk Spor Bilimleri Dergisi*, 4(1), 41-50.
- Küçükkubaş, N. (2021). Vücut kompozisyonunun belirlenmesi & çok bileşenli modeller. *Başkent Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Dergisi*, 6(1), 31-49.
- Küçükkubaş, N., (2007). 15-17 Yas Antrenmanlı Erkek Ergenlerde Vücut Kompozisyonunun Belirlenmesi. Hacettepe Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Spor Bilimleri Fakültesi, Yayınlanmamış Doktora Tezi.
- Küçükkubaş, N., Aytar, S. H., Açıkada, C., & Hazır, T. (2020). Bioelectric impedance analyses for young male athletes: A validation study. *Isokinetics and Exercise Science*, 28(1), 49-58.

- Küçükkuş, N., Hazır, T., & Açıkada C. (2006). 15-17 Yaş Ergen Erkeklerde Biyoelektrik İmpedans Yönteminde Ölçüm Aralığının Belirlenmesi. *Spor Bilimleri Dergisi*, 17(2), 38-47.
- Kyle, U. G., Bosaeus, I., De Lorenzo, A. D., Deurenberg, P., Elia, M., Gómez, J. M., ... & Pichard, C. (2004). Bioelectrical impedance analysis—Part I: Review of principles and methods. *Clinical Nutrition*, 23(5), 1226-1243.
- Kyle, U.G., Gremion, G., Genton, L., Slosman, D.O., Golay, A. & Pichard, C. (2001). Physical activity and fat-free and fat mass by bioelectric impedance in 3853 adults. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 33, 576-587.
- Lesinski, M., Prieske, O., Chaabene, H., & Granacher, U. (2021). Seasonal effects of strength endurance vs. power training in young female soccer athletes. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 35, S90-S96.
- Lohman T.G. (1986). Applicability of body composition techniques and constants for children and youths. Review. *Exercise and sport sciences reviews*, 14, 325-357.
- Lohman, T. G. (1981). Skinfolds and body density and their relation to body fatness: a review. *Human biology*, 181-225.
- Lohman, T. G. (1992). *Advances in body composition assessment*. Human Kinetics.
- Lohman, T. G., Roche, A. F., & Martorell, R. (1988). *Anthropometric standardization reference manual*. Human Kinetics.
- Luechinger, R., Boesiger, P., & Disegi, J. A. (2007). Safety considerations for MR imaging with external and implantable medical devices. *Radiology*, 245(3), 701-719.
- Lukaski, H. C. (1987). Methods for the assessment of human body composition: Traditional and new. *American Journal of Clinical Nutrition*, 46(4), 537-556.
- Lukaski, H. C., Bolonchuk, W. W., Hall, C. B., & Siders, W. A. (1985). Validation of tetrapolar bioelectrical impedance method to assess human body composition. *Journal of Applied Physiology*, 60(4), 1327-1332.
- Machann, J., Thamer, C., Schwenzer, N. F., Stefan, N., Stumvoll, M., & Haring, H. U. (2013). Standardized assessment of whole-body adipose tissue distribution by MRI. *Journal of Magnetic Resonance Imaging*, 37(2), 397-403.
- Malina, R. M., Bouchard, C., & Bar-Or, O. (2004). *Growth, maturation, and physical activity*. Human Kinetics.
- Mayo, J. R., Müller, N. L., & Henkelman, R. M. (2019). Computed tomography in clinical diagnosis and research. *Journal of Radiology*, 92(3), 178-190.

- McCrory, M. A., Gomez, T. D., Bernauer, E. M., & Mole, P. A. (1995). "Evaluation of a new air displacement plethysmograph for measuring human body composition." *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 27(12), 1686-1691.
- Meleleo, D., Bartolomeo, N., Cassano, L., Nitti, A., Susca, G., Mastrototaro, G., ... & Ciccone, M. M. (2017). Evaluation of body composition with bioimpedence. A comparison between athletic and non-athletic children. *European Journal of Sport Science*, 17(6), 710-719.
- Mirwald, R. L., Baxter-Jones, A. D. G., Bailey, D. A., & Beunen, G. P. (2002). "An assessment of maturity from anthropometric measurements." *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 34(4), 689-694.
- Nana, A., Slater, G. J., Hopkins, W. G., & Burke, L. M. (2015). Effects of daily activities on dual-energy X-ray absorptiometry measurements of body composition in active people. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 47(1), 81-87.
- National Heart, Lung, and Blood Institute (NHLBI). (1998). *Clinical guidelines on the identification, evaluation, and treatment of overweight and obesity in adults*. National Institutes of Health.
- Neeland, I. J., Ross, R., Després, J. P., Matsuzawa, Y., Yamashita, S., Shai, I., ... & Jastreboff, A. M. (2016). Visceral and ectopic fat, cardiovascular disease risk, and the new BMI: Are we ignoring the obese? *Journal of the American College of Cardiology*, 68(17), 1784-1802.
- Norman, K., Stobäus, N., Pirlich, M., & Bosy-Westphal, A. (2012). Bioelectrical phase angle and impedance vector analysis—clinical relevance and applicability of impedance parameters. *Clinical Nutrition*, 31(6), 854-861.
- Nuttall, F. Q. (2015). Body mass index: Obesity, BMI, and health: A critical review. *Nutrition Today*, 50(3), 117-128.
- Onis, M. D., Onyango, A. W., Borghi, E., Siyam, A., Nishida, C., & Siekmann, J. (2007). Development of a WHO growth reference for school-aged children and adolescents. *Bulletin of the World Health Organization*, 85(9), 660-667.
- Oppliger, R.A., Nielsen, D.H. & Vance, C.G. (1991). Wrestlers' minimal weight: anthropometry, bioimpedance, and hydrostatic weighing compared. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 23, 247-253.

- Pillen, S., Tak, R. O., Zwarts, M. J., Lammens, M. M., & rrijp, K. N., Arts, I. M., & Van Engelen, B. G. (2009). "Skeletal muscle ultrasound: Correlation between fibrous tissue and echo intensity." *Ultrasound in Medicine & Biology*, 35(3), 443-446.
- Prado, C. M., Lieffers, J. R., McCargar, L. J., Reiman, T., Sawyer, M. B., Martin, L., & Baracos, V. E. (2013). Prevalence and clinical implications of sarcopenic obesity in patients with solid tumors of the respiratory and gastrointestinal tracts: A population-based study. *The Lancet Oncology*, 9(7), 629-635.
- Rogol, A. D., Clark, PA, & Roemmich, JN (2000). Çocuklarda & ergenlerde büyüme & ergenlik gelişimi: diyet & fiziksel aktivitenin etkileri. *Amerikan Klinik Beslenme Dergisi*, 72 (2), 521S-528S.
- Rolland, Y., Lauwers-Cances, V., Cournot, M., Nourhashémi, F., Reynish, W., Riviere, D., & llas, B. (2003). Sarcopenia, calf circumference, and physical function of elderly women: a cross-sectional study. *Journal of the American Geriatrics Society*, 51(8), 1120-1124.
- Ross, W. D., & Marfell-Jones, M. J. (1991). Kinanthropometry. In *Physiological Testing of the High-Performance Athlete* (pp. 223-308). Human Kinetics.
- Schaefer, F., Georgi, M., Zieger, A., & Schärer, K. (1994). Usefulness of bioelectric impedance and skinfold measurements in predicting fat-free mass derived from total body potassium in children. *Pediatric Research*, 35(5), 617-624.
- Scholten, R. R., Pillen, S., & rrips, A., & Zwarts, M. J. (2003). "Quantitati& ultrasonography of skeletal muscles in children: Normal values." *Muscle & Ner&*, 27(6), 693-698.
- Schwahn-Schreiber, C., & Marxen, L. (2010). Comparison of MRI and DXA for quantification of adipose tissue and lean body mass. *European Journal of Clinical Nutrition*, 64(12), 1365-1370.
- Shen, W., Punyanitya, M., Wang, Z., Gallagher, D., St-Onge, M. P., Albu, J., ... & Heymsfield, S. B. (2004). Total body skeletal muscle and adipose tissue volumes: Estimation from a single abdominal cross-sectional image. *Journal of Applied Physiology*, 97(6), 2333-23
- Slaughter, M. H., Lohman, T. G., Boileau, R. A., Horswill, C. A., Stillman, R. J., Van Loan, M. D., & Bembien, D. A. (1988). "Skinfold equations for estimation of body fatness in children and youth." *Human Biology*, 60(5), 709-723.

- Sudfeld, C. R., Charles McCoy, D., Danaei, G., Fink, G., Ezzati, M., Andrews, K. G., & Fawzi, W. W. (2015). Linear growth and child development in low-and middle-income countries: a meta-analysis. *Pediatrics*, 135(5), e1266-e1275.
- Thompson, F. E., Kipnis, V., Midthune, D., Freedman, L. S., Carroll, R. J., Subar, A. F., ... & Potischman, N. (1991). Performance of a food-frequency questionnaire in the US NIH-AARP Diet and Health Study. *Public Health Nutrition*, 21(4), 606-613.
- Van Eyck, A., Eerens, S., Trouet, D., Lauwers, E., Wouters, K., De Winter, B. Y., and Ledeganck, K. J. (2021). Body composition monitoring in children and adolescents: reproducibility and reference values. *European Journal of Pediatrics*, 1-12.
- Wang, J., Pierson Jr, R. N., & Heymsfield, S. B. (1999). The four-compartment model: a new approach to organizing body-composition research. *American Journal of Clinical Nutrition*, 69(6), 1084-1092.
- Wells, J. C. K. (2007). Sexual dimorphism of body composition. *Best Practice & Research Clinical Endocrinology & Metabolism*, 21(3), 415-430.
- Wells, J. C. K., & Fewtrell, M. S. (2006). Measuring body composition. *Archives of Disease in Childhood*, 91(7), 612-617.
- Westbrook, C., & Talbot, J. (2018). *MRI in Practice*. John Wiley & Sons.
- World Health Organization (WHO). (2000). *Obesity: Preventing and managing the global epidemic* (Technical Report Series No. 894). Geneva: WHO.
- World Health Organization (WHO). (2006). *WHO child growth standards: Length/height-for-age, weight-for-age, weight-for-length, weight-for-height and body mass index-for-age: Methods and development*. Geneva: WHO.

EKLER :

EK-1:

Bilgilendirilmiş Onam Formları

TUBON PROJESİ “10 yaş altı çocuklar için”

ARAŞTIRMA AMAÇLI ÇALIŞMA İÇİN VELİ RIZA FORMU

Sayın Anne-Baba,

Benim adım Prof. Dr. Emine ÇAĞLAR. Çocuklarınızın büyüme ve gelişimlerini belirlemek amacıyla bir araştırma yapıyoruz. Çocuğunuzu bu araştırmaya katılmaya davet ediyoruz. Bu araştırmaya katılmasına izin vermeniz halinde hem sizin için hem de çocuğunuz için hazırlamış olduğumuz bilgi formlarını çocuğunuzla birlikte doldurmanızı isteyeceğiz. Sonrasında çocuğunuz doktorumuz tarafından muayene edilecek ve ardından fiziksel aktivite düzeyi ve bazı fiziksel uygunluk parametreleri ölçülecektir. Daha sonra sırasıyla çocuğunuzun ayakkabısız olarak ayakta dururken boy uzunluğu, otururken oturma yüksekliği ölçülecektir. Vücut ağırlığının ölçümünde gelişmiş özelliklere sahip üst düzey bir tartı aleti kullanılacak ve bu ölçüm sırasında vücuttaki yağ ve kas miktarı belirlenebilecektir. Çocuğunuza ait büyüme değerleri boy uzunluğu ve vücut ağırlığı ölçümlerinden elde edilecek sonuçlar yardımı ile değerlendirilecektir. Çocuğunuzun biyolojik olgunluk düzeyi sizin boy uzunluğunuz yardımı ile tespit edilen ve tıbbi bir işlem gerektirmeyen bir yöntem ile belirlenecektir. Çocuğunuzun kilolu olma durumunu belirlemek için bel ve kalça çevresi ölçümleri, üst kolunun ve alt bacağın arka tarafından deri kıvrım kalınlığı ölçümleri yapılacaktır. Ayrıca dinamometre cihazını her iki eliyle ayrı ayrı sıkmasını isteyeceğiz ve el kavrama kuvvetini ölçeceğiz. Alt vücut kuvvetini ölçmek için durarak uzun atlama testi, üst vücut kuvvetini ölçmek için şnav testi, gövde kuvvetini ölçmek için mekik testi uygulayacağız. Esnekliğini ölçmek için yere oturup öne doğru uzanmasını, dengesini ölçmek için tek ayak üzerinde durmasını isteyeceğiz. Çocuğunuzun hareket koordinasyon düzeyini belirlemek için dengede yürümesini, köpük kartonlar üzerinden atlamasını, bir tahta çubuğun üzerinden yana doğru sıçramasını ve taşıdığı kare tahta üzerine basarak yer değiştirmesini isteyeceğiz. Çocukların önerilen düzeyde fiziksel aktivite yapıp yapmadığını belirlemek için, araştırmaya katılan bazı çocuklardan adım sayısını kaydeden saat büyüklüğünde bir cihazı bir hafta süresince beline ya da el bileğine takmasını isteyeceğiz. Eğer çocuğunuz bu cihazı takacak bir katılımcı olursa, yapılacak ölçüm esnasında çocuğunuzun günlük yaşantısının normal akışında devam etmesini ve fazladan bir

hareketlilik içerisinde bulunmamasını isteyeceğiz. Uyurken bu cihazı çıkarıp çıkarmamak çocuğunuzun kararına bırakılacak ancak su teması gerektiren aktivitelerde (duş almak, yüzmek vb.) cihazın çıkarılması gerekecektir. Araştırmadaki tüm ölçümler hiçbir tıbbi müdahale gerektirmeyen basit, pratik ve uluslararası geçerliği olan testlerden oluşmaktadır. Bu testlerin uygulanması sırasında çocuğunuz maruz kalabileceği risk, beden eğitimi ve spor derslerinde yaptıkları hareketler sırasında maruz kaldığı risk kadardır. Eğer derseniz yaşam kalitesinin ve sağlık düzeyinin artırılmasında önemli rol oynayan fiziksel aktivite düzeyi ve fiziksel uygunluk parametrelerine ilişkin ölçümler ile doktor muayenesi sonuçları sizinle paylaşılacaktır. Bu ölçüm sonuçları çocuklarınızın fiziksel aktivite ve fiziksel uygunluk düzeylerinin önerilen düzeyde olup 111 olmadığını gösterecektir. Ölçüm sonuçlarının sizinle paylaşılması ya da paylaşılmaması kararınızı aşağıda yer alan ilgili bölümü doldurarak belirtiniz. Çocuğunuzun bu araştırmaya katılması için sizden herhangi bir ücret istenmeyecek ve katılması durumunda da size ücret ödenmeyecektir. Bu araştırmanın sonuçları bilimsel çalışma olarak yayınlanacak ancak çocuğunuzun adı kesinlikle kullanılmayacaktır. Araştırma verileri çalışmanın kalitesini denetleyen görevliler, etik kurullar ya da resmi makamlar ile gereği halinde paylaşılabilir. Fakat katılımcıya ait ad, soyad, hastalık vb. gibi kişisel bilgilerinin katılımcının izni olmadan kamuoyuna duyurulmayacağını taahhüt ederiz. Aklınıza şimdi gelen veya daha sonra gelecek olan soruları istediğiniz zaman bana sorabilirsiniz. Telefon numaram ve adresim bu kağıtta yazıyor. Çocuğunuzun bu araştırmaya katılmasını kabul ediyorsanız, ‘Velinin Beyanı’ formunun altındaki imza bölümüne lütfen adınızı ve soyadınızı yazarak imzanızı atınız. İmzaladıktan sonra size bu formun bir kopyası verilecektir. (Velinin Beyanı) Prof. Dr. Emine ÇAĞLAR ve diğer araştırmacılar tarafından çocukların büyüme ve gelişmelerini belirlemek amacıyla bir araştırma yapılacağı belirtilerek yukarıdaki bilgiler bana aktarıldı. Bu bilgilerden sonra böyle bir araştırmaya çocuğum “katılımcı” olarak davet edildi. Çocuğumun bu araştırmaya katılması durumunda araştırmacı ile çocuğumun arasında kalması gereken kişisel bilgilerin gizliliğine özen gösterileceğine ve saygı ile yaklaşılacağına inanıyorum. Araştırma sonuçlarının bilimsel amaçlarla kullanımı sırasında kişisel bilgilerin özenle korunacağı konusunda bana yeterli güven verildi. Çocuğum, projenin yürütülmesi sırasında herhangi bir sebep göstermeden araştırmadan çekilebilir. Ancak, araştırmacıları zor durumda bırakmamak için araştırmadan çekileceğini önceden bildirmemizin uygun olacağını bilincindeyim. Araştırma için yapılacak harcamalarla ilgili herhangi bir parasal sorumluluk altına girmiyorum. Bana ve çocuğuma da bir ödeme yapılmayacaktır. Aklıma şimdi gelen veya daha sonra gelecek olan soruları istediğim zaman

Prof Dr. Emine Çağlar’a sorabileceğimi ve kendisine numaralı telefondan, Hacettepe Üniversitesi, Spor Bilimleri Fakültesinden ve e-posta adresinden ulaşabileceğimi biliyorum. Çocuğum bu araştırmaya katılmak zorunda değil ve katılmayabilir. Araştırmaya katılması konusunda zorlayıcı bir davranışla karşılaşmış değilim. Bana yapılan tüm açıklamaları ayrıntılarıyla anlamış bulunmaktayım. Kendi başıma belli bir düşünme süresi sonunda bu araştırma projesinde çocuğumun “katılımcı” olarak yer alması kararını aldım. Bu konuda yapılan daveti büyük bir memnuniyet ve gönüllülük içerisinde kabul ediyorum. İmzalı bu form kâğıdının bir kopyası bana verilecektir.

Anne veya Baba adı, soyadı:

Anne veya Baba imzası:

Tarih:

Araştırmacı: Prof. Dr. Emine Çağlar Adres: Hacettepe Üniversitesi, Spor Bilimleri Fakültesi, Beden Eğitimi ve Spor Öğretmenliği Bölümü, Beytepe, Ankara

Tel:

İmza:

Tarih:

() Ölçüm sonuçlarının tarafıma e-posta yoluyla iletilmesini istiyorum E-Posta adresim:@.....

() Ölçüm sonuçlarının tarafıma okul aracılığıyla iletilmesini istiyorum.

() Ölçüm sonuçlarının tarafıma yoluyla iletilmesini istiyorum.

() Ölçüm sonuçlarının tarafıma iletilmesini istemiyorum. Uygulayacağımız ölçümler bazı çocuklar için uygun değildir. Lütfen aşağıdaki tabloda belirtilen durumlar çocuğunuzda varsa EVET, yoksa HAYIR yazınız. Bu sorulardan herhangi birine EVET demeniz durumunda ya da doktorumuzun muayenesi sonucunda sağlık sorunu tespit edilirse çocuğunuz teste alınmayacaktır.

	EVET	HAYIR
Bedensel, görme, işitme ve zihinsel engeli var mı?		
Vücutta elektronik ya da başka türde bir tıbbi implant var mı? (örn: Kalp pili, pilatin vb.)		
Kronik bir sağlık sorunu var mı?		
Herhangi bir ameliyat geçirdi mi?		



TUBON PROJESİ “10 yaş altı çocuklar için”

ARAŞTIRMA AMAÇLI ÇALIŞMA İÇİN ÇOCUK RIZA FORMU

Sevgili Öğrenci Kardeşim,

Benim adım Prof. Dr. Emine Çağlar. Ben ve proje ekibim, çocukların büyüme ve gelişimlerini belirlemek amacıyla bir araştırma yapıyoruz. Araştırma ile yeni bilgiler öğreneceğiz. Bu araştırmaya katılmanı öneriyoruz. Araştırmayı ben ve başka bazı araştırmacılar ile birlikte yapıyoruz. Bu araştırmaya katılacak olursan doktorumuz seni muayene edecek ve ardından fiziksel aktivite düzeyini ve bazı fiziksel uygunluk bileşenlerini ölçmek için bazı ölçümler yapacağız. Boy uzunluğunu ve oturma yüksekliğini ölçtükten sonra vücut ağırlığını gelişmiş özelliklere sahip üst düzey bir tartı aleti kullanarak ölçeceğiz. Ayrıca bel ve kalça çevreni, üst kolunun ve alt bacağının arka tarafından deri kıvrım kalınlığı ölçümleri yapılacaktır. Bu ölçümler ile vücudundaki yağ ve kas miktarı hesaplanabilecektir. Ayrıca dinamometre adı verilen bir cihazı her iki elinle ayrı ayrı sıkmasını isteyeceğiz ve el kavrama kuvvetini ölçeceğiz. Alt vücut kuvvetini ölçmek için durarak uzun atlama testi, üst vücut kuvvetini ölçmek için şınav testi, gövde kuvvetini ölçmek için mekik testi uygulayacağız. Esnekliğini ölçmek için yere oturup öne doğru uzanmanı, dengeni ölçmek için tek ayak üzerinde durmanı isteyeceğiz. Koordinasyon düzeyini belirlemek için dengede yürümeni, köpük kartonlar üzerinden atlamayı, bir tahta çubuğun üzerinden yana doğru sıçramayı ve taşıdığın kare tahta üzerine basarak yer değiştirmeni isteyeceğiz. Araştırmaya katılan bazı öğrencilerden önerilen düzeyde fiziksel aktivite yapıp yapmadığını belirlemek için adım sayısını kaydeden saat büyüklüğünde bir cihazı bir hafta süresince beline ya da el bileğine takmanı isteyebiliriz. Eğer bu cihazı takacak bir katılımcı olursan, yapılacak ölçüm esnasında günlük yaşantının normal akışında devam etmesini ve fazladan bir hareketlilik içerisinde bulunmamanı isteyeceğiz. Uyurken bu cihazı çıkarıp çıkarmamak senin kararına bırakılmıştır ancak su teması gerektiren aktivitelerde (duş almak, yüzmek vb.) cihazı çıkarman gerekecektir. Araştırmadaki tüm ölçümler hiçbir tıbbi müdahale gerektirmeyen basit, pratik ve uluslararası geçerliği olan testlerden oluşmaktadır. Bu testlerin uygulanması sırasında maruz kalabileceğin risk, beden eğitimi ve spor derslerinde yaptığın hareketler sırasında maruz kaldığın risk kadardır. Bu araştırmanın sonuçları sen ve senin yaşındaki çocukların fiziksel uygunluk düzeyinin, fiziksel aktivite düzeyi ve adım sayısının yeterli olup olmadığını belirlemek adına yararlı bilgiler sağlayacaktır. Bu araştırmanın sonuçlarını başka araştırmacılara da söyleyeceğiz, sonuçları bildireceğiz ama senin adını söylemeyeceğiz. Bu

araştırmaya katılıp katılmamak için karar vermeden önce anne ve baban ile konuşup onlara danışmalısın. Onlara da bu araştırmadan bahsedip onaylarını/izinlerini alacağız. Anne ve baban tamam deseler bile sen kabul etmeyebilirsin. Bu araştırmaya katılmak senin isteğine bağlı ve istemezsen katılmazsın. Bu nedenle hiç kimse sana kızmaz ya da küsmez. Önce katılmayı kabul etsen bile sonradan vazgeçebilirsin, bu tamamen sana bağlı. Kabul etmediğin durumda da araştırmacılar ölçümler ve diğer işlemlerde sana önceden olduğu gibi iyi davranır, önceye göre farklılık olmaz. Aklına şimdi gelen veya daha sonra gelecek olan soruları istediğin zaman bana sorabilirsin. Telefon numaram ve adresim bu kâğıtta yazıyor. Bu araştırmaya katılmayı kabul ediyorsan aşağıya adını ve soyadını yazarak ve imzanı atman gerekiyor. İmzaladıktan sonra sana ve ailene bu formun bir kopyası verilecektir.

Çocuğun adı, soyadı:

Çocuğun imzası:

Tarih:

Velisinin adı, soyadı:

Velisinin imzası:

Tarih:

Araştırmacının adı, soyadı, ünvanı: Prof. Dr. Emine Çağlar Adres: Hacettepe Ü. Spor Bilimleri Fakültesi

Tel:

İmza:

Tarih:

TUBON PROJESİ “10-14 yaş çocuklar için”

ARAŞTIRMA AMAÇLI ÇALIŞMA İÇİN VELİ RIZA FORMU

Sevgili Öğrenci Kardeşim,

Benim adım Prof. Dr. Emine Çağlar. Ben ve proje ekibim, çocukların büyüme ve gelişimlerini belirlemek amacıyla bir araştırma yapıyoruz. Araştırma ile yeni bilgiler öğreneceğiz. Bu araştırmaya katılmanı öneriyoruz. Araştırmayı ben ve başka bazı araştırmacılar ile birlikte yapıyoruz. Bu araştırmaya katılacak olursan doktorumuz seni muayene edecek ve ardından fiziksel aktivite düzeyini ve bazı fiziksel uygunluk bileşenlerini ölçmek için bazı ölçümler yapacağız. Boy uzunluğunu ve oturma yüksekliğini ölçtükten sonra vücut ağırlığını gelişmiş özelliklere sahip üst düzey bir tartı aleti kullanarak ölçeceğiz. Ayrıca bel ve kalça çevreni, üst kolunun ve alt bacağının arka tarafından deri kıvrım kalınlığı ölçümlerin yapılacaktır. Bu ölçümler ile vücudundaki yağ ve kas miktarın hesaplanabilecektir. Ayrıca dinamometre adı verilen bir cihazı her iki elinle ayrı ayrı sıkmasını isteyeceğiz ve el kavrama kuvvetini ölçeceğiz. Alt vücut kuvvetini ölçmek için durarak uzun atlama testi, üst vücut kuvvetini ölçmek için şnav testi, gövde kuvvetini ölçmek için mekik testi uygulayacağız. Esnekliğini ölçmek için yere oturup öne doğru uzanmanı, dengenizi ölçmek için tek ayak üzerinde durmanı isteyeceğiz. Koordinasyon düzeyini belirlemek için dengede yürümenizi, köpük kartonlar üzerinden atlamayı, bir tahta çubuğun üzerinden yana doğru sıçramayı ve taşıdığınız kare tahta üzerine basarak yer değiştirmenizi isteyeceğiz. Araştırmaya katılan bazı öğrencilerden önerilen düzeyde fiziksel aktivite yapıp yapmadığınızı belirlemek için adım sayısını kaydeden saat büyüklüğünde bir cihazı bir hafta süresince beline ya da el bileğine takmanı isteyebiliriz. Eğer bu cihazı takacak bir katılımcı olursan, yapılacak ölçüm esnasında günlük yaşantının normal akışında devam etmesini ve fazladan bir hareketlilik içerisinde bulunmamanı isteyeceğiz. Uyurken bu cihazı çıkarıp çıkarmamak senin kararına bırakılmıştır ancak su teması gerektiren aktivitelerde (duş almak, yüzmek vb.) cihazı çıkarman gerekecektir. Araştırmadaki tüm ölçümler hiçbir tıbbi müdahale gerektirmeyen basit, pratik ve uluslararası geçerliliği olan testlerden oluşmaktadır. Bu testlerin uygulanması sırasında maruz kalabileceğin risk, beden eğitimi ve spor derslerinde yaptığın hareketler

sırasında maruz kaldığın risk kadardır. Bu araştırmanın sonuçları sen ve senin yaşındaki çocukların fiziksel uygunluk düzeyinin, fiziksel aktivite düzeyi ve adım sayısının yeterli olup olmadığını belirlemek adına yararlı bilgiler sağlayacaktır. Bu araştırmanın sonuçlarını başka araştırmacılara da söyleyeceğiz, sonuçları bildireceğiz ama senin adını söylemeyeceğiz. Bu araştırmaya katılıp katılmamak için karar vermeden önce anne ve baban ile konuşup onlara danışmalısın. Onlara da bu araştırmadan bahsedip onaylarını/izinlerini alacağız. Anne ve baban tamam deseler bile sen kabul etmeyebilirsin. Bu araştırmaya katılmak senin isteğine bağlı ve istemezsen katılmazsın. Bu nedenle hiç kimse sana kızmaz ya da küsmez. Önce katılmayı kabul etsen bile sonradan vazgeçebilirsin, bu tamamen sana bağlı. Kabul etmediğin durumda da araştırmacılar ölçümler ve diğer işlemlerde sana önceden olduğu gibi iyi davranır, önceye göre farklılık olmaz. Aklına şimdi gelen veya daha sonra gelecek olan soruları istediğin zaman bana sorabilirsin. Telefon numaram ve adresim bu kâğıtta yazıyor. Bu araştırmaya katılmayı kabul ediyorsan aşağıya adını ve soyadını yazarak ve imzanı atman gerekiyor. İmzaladıktan sonra sana ve ailene bu formun bir kopyası verilecektir.

Çocuğun adı, soyadı:

Çocuğun imzası:

Tarih:

Velisinin adı, soyadı:

Velisinin imzası:

Tarih:

Araştırmacının adı, soyadı, ünvanı: Prof. Dr. Emine Çağlar Adres: Hacettepe Ü. Spor Bilimleri Fakültesi

Tel:

İmza:

Tarih:

TUBON PROJESİ “10-14 yaş çocuklar için”

ARAŞTIRMA AMAÇLI ÇALIŞMA İÇİN VELİ RIZA FORMU

Sayın Anne-Baba,

Benim adım Prof. Dr. Emine ÇAĞLAR. Çocuklarınızın büyüme ve gelişimlerini belirlemek amacıyla bir araştırma yapıyoruz. Çocuğunuzu bu araştırmaya katılmaya davet ediyoruz. Bu araştırmaya katılmasına izin vermeniz halinde hem sizin için hem de çocuğunuz için hazırlamış olduğumuz anketleri çocuğunuzla birlikte doldurmanızı isteyeceğiz. Sonrasında çocuğunuz doktorumuz tarafından muayene edilecek ve ardından fiziksel aktivite düzeyi ve bazı fiziksel uygunluk parametreleri ölçülecektir. Daha sonra sırasıyla çocuğunuzun ayakkabısız olarak ayakta dururken boy uzunluğu, otururken oturma yüksekliği ölçülecektir. Vücut ağırlığının ölçümünde gelişmiş özelliklere sahip üst düzey bir tartı aleti kullanılacak ve bu ölçüm sırasında vücuttaki yağ ve kas miktarı belirlenebilecektir. Çocuğunuza ait büyüme değerleri boy uzunluğu ve vücut ağırlığı ölçümlerinden elde edilecek sonuçlar yardımı ile değerlendirilecektir. Çocuğunuzun biyolojik olgunluk düzeyi sizin boy uzunluğunuz yardımı ile tespit edilen ve tıbbi bir işlem gerektirmeyen bir yöntem ile belirlenecektir. Çocuğunuzun kilolu olma durumunu belirlemek için bel ve kalça çevresi ölçümleri, üst kolunun ve alt bacağın arka tarafından deri kıvrım kalınlığı ölçümleri yapılacaktır. Ayrıca dinamometre cihazını her iki eliyle ayrı ayrı sıkmasını isteyeceğiz ve el kavrama kuvvetini ölçeceğiz. Alt vücut kuvvetini ölçmek için durarak uzun atlama testi, üst vücut kuvvetini ölçmek için şınav testi, gövde kuvvetini ölçmek için mekik testi uygulayacağız. Esnekliğini ölçmek için yere oturup öne doğru uzanmasını, dengesini ölçmek için tek ayak üzerinde durmasını isteyeceğiz. Çocuğunuzun hareket koordinasyon düzeyini belirlemek için dengede yürümesini, köpük kartonlar üzerinden atlamasını, bir tahta çubuğun üzerinden yana doğru sıçramasını ve taşıdığı kare tahta üzerine basarak yer değiştirmesini isteyeceğiz. Çocukların önerilen düzeyde fiziksel aktivite yapıp yapmadığını belirlemek için, araştırmaya katılan bazı çocuklardan adım sayısını kaydeden saat büyüklüğünde bir cihazı bir hafta süresince beline ya da el bileğine takmasını isteyeceğiz. Eğer çocuğunuz bu cihazı takacak bir katılımcı olursa, yapılacak ölçüm esnasında çocuğunuzun günlük yaşantısının normal akışında devam etmesini ve fazladan bir hareketlilik içerisinde bulunmamasını isteyeceğiz. Uyurken bu cihazı çıkarıp çıkarmamak çocuğunuzun kararına bırakılacak ancak su teması gerektiren aktivitelerde (duş almak, yüzmek vb.) cihazın çıkarılması gerekecektir. Araştırmadaki tüm ölçümler hiçbir tıbbi

müdahale gerektirmeyen basit, pratik ve uluslararası geçerliği olan testlerden oluşmaktadır. Bu testlerin uygulanması sırasında çocuğunuz maruz kalabileceği risk, beden eğitimi ve spor derslerinde yaptıkları hareketler sırasında maruz kaldığı risk kadardır. Eğer dilerseniz yaşam kalitesinin ve sağlık düzeyinin artırılmasında önemli rol oynayan fiziksel aktivite düzeyi ve fiziksel uygunluk parametrelerine ilişkin ölçümler ile doktor muayenesi sonuçları sizinle paylaşılacaktır. Bu ölçüm sonuçları çocuklarınızın fiziksel aktivite ve fiziksel uygunluk düzeylerinin önerilen düzeyde olup olmadığını gösterecektir. Ölçüm sonuçlarının sizinle paylaşılması ya da paylaşılmaması kararınızı aşağıda yer alan ilgili bölümü doldurarak belirtiniz. Çocuğunuzun bu araştırmaya katılması için sizden herhangi bir ücret istenmeyecek ve katılması durumunda da size ücret ödenmeyecektir. 116 Bu araştırmanın sonuçları bilimsel çalışma olarak yayınlanacak ancak çocuğunuzun adı kesinlikle kullanılmayacaktır. Araştırma verileri çalışmanın kalitesini denetleyen görevliler, etik kurullar ya da resmi makamlar ile gereği halinde paylaşılabilir. Fakat katılımcıya ait ad, soyad, hastalık vb. gibi kişisel bilgilerinin katılımcının izni olmadan kamuoyuna duyurulmayacağını taahhüt ederiz. Aklınıza şimdi gelen veya daha sonra gelecek olan soruları istediğiniz zaman bana sorabilirsiniz. Telefon numaram ve adresim bu kağıtta yazıyor. Çocuğunuzun bu araştırmaya katılmasını kabul ediyorsanız, ‘Velinin Beyanı’ formunun altındaki imza bölümüne lütfen adınızı ve soyadınızı yazarak imzanızı atınız. İmzaladıktan sonra size bu formun bir kopyası verilecektir.

(Velinin Beyanı)

Prof. Dr. Emine ÇAĞLAR ve diğer araştırmacılar tarafından çocukların büyüme ve gelişimlerini belirlemek amacıyla bir araştırma yapılacağı belirtilerek yukarıdaki bilgiler bana aktarıldı. Bu bilgilerden sonra böyle bir araştırmaya çocuğum “katılımcı” olarak davet edildi. Çocuğumun bu araştırmaya katılması durumunda araştırmacı ile çocuğumun arasında kalması gereken kişisel bilgilerin gizliliğine özen gösterileceğine ve saygı ile yaklaşılacağına inanıyorum. Araştırma sonuçlarının bilimsel amaçlarla kullanımı sırasında kişisel bilgilerin özenle korunacağı konusunda bana yeterli güven verildi. Çocuğum, projenin yürütülmesi sırasında herhangi bir sebep göstermeden araştırmadan çekilebilir. Ancak, araştırmacıları zor durumda bırakmamak için araştırmadan çekileceğini önceden bildirmemizin uygun olacağını bilincindeyim. Araştırma için yapılacak harcamalarla ilgili herhangi bir parasal sorumluluk altına girmiyorum. Bana ve çocuğuma da bir ödeme yapılmayacaktır. Aklıma şimdi gelen veya daha sonra gelecek olan soruları istediğim zaman Prof Dr. Emine Çağlar’a

sorabileceğimi ve kendisine numaralı telefondan, Hacettepe Üniversitesi, Spor Bilimleri Fakültesinden ve e-posta adresinden ulaşabileceğimi biliyorum. Çocuğum bu araştırmaya katılmak zorunda değil ve katılmayabilir. Araştırmaya katılması konusunda zorlayıcı bir davranışla karşılaşmış değilim. Bana yapılan tüm açıklamaları ayrıntılarıyla anlamış bulunmaktayım. Kendi başıma belli bir düşünme süresi sonunda bu araştırma projesinde çocuğumun “katılımcı” olarak yer alması kararını aldım. Bu konuda yapılan daveti büyük bir memnuniyet ve gönüllülük içerisinde kabul ediyorum. İmzalı bu form kâğıdının bir kopyası bana verilecektir.

Anne veya Baba adı, soyadı:

Anne veya Baba imzası:

Tarih:

Araştırmacı: Prof. Dr. Emine Çağlar

Adres: Hacettepe Üniversitesi, Spor Bilimleri Fakültesi, Beden Eğitimi ve Spor Öğretmenliği Bölümü, Beytepe, Ankara 117

Tel:

İmza:

Tarih:

() Ölçüm sonuçlarının tarafıma e-posta yoluyla iletilmesini istiyorum E-Posta adresim:@.....

() Ölçüm sonuçlarının tarafıma okul aracılığıyla iletilmesini istiyorum.

() Ölçüm sonuçlarının tarafıma yoluyla iletilmesini istiyorum.

() Ölçüm sonuçlarının tarafıma iletilmesini istemiyorum. Uygulayacağımız ölçümler bazı çocuklar için uygun değildir. Lütfen aşağıdaki tabloda belirtilen durumlar çocuğunuzda varsa EVET, yoksa HAYIR yazınız. Bu sorulardan herhangi birine EVET demeniz durumunda ya da doktorumuzun muayenesi sonucunda sağlık sorunu tespit edilirse çocuğunuz teste alınmayacaktır.

	EVET	HAYIR
Bedensel, görme, işitme ve zihinsel engeli var mı?		
Vücutta elektronik ya da başka türde bir tıbbi implant var mı? (örn:Kalp pili, pilatin vb.)		
Kronik bir sağlık sorunu var mı?		
Herhangi bir ameliyat geçirdi mi?		



TUBON PROJESİ

“10-14 yaş çocuklar için”

ARAŞTIRMA AMAÇLI ÇALIŞMA İÇİN ÇOCUK RIZA FORMU

Sevgili Öğrenci Kardeşim,

Benim adım Prof. Dr. Emine Çağlar. Ben ve proje ekibim çocukların büyüme ve gelişimlerini belirlemek amacıyla bir araştırma yapıyoruz. Araştırma ile yeni bilgiler öğreneceğiz. Bu araştırmaya katılmanı öneriyoruz. Araştırmayı ben ve başka bazı araştırmacılar ile birlikte yapıyoruz. Bu araştırmaya katılacak olursan senin için hazırlamış olduğumuz anketleri doldurmanı isteyeceğiz. Sonrasında doktorumuz seni muayene edecek ve ardından fiziksel aktivite düzeyini ve bazı fiziksel uygunluk bileşenlerini ölçmek için bazı ölçümler yapacağız. Boy uzunluğunu ve oturma yüksekliğini ölçtükten sonra vücut ağırlığını gelişmiş özelliklere sahip üst düzey bir tartı aleti kullanarak ölçeceğiz. Ayrıca bel ve kalça çevreni, üst kolunun ve alt bacağının arka tarafından deri kıvrım kalınlığı ölçümlerin yapılacaktır. Bu ölçümler ile vücuttaki yağ ve kas miktarı hesaplanabilecektir. Ayrıca dinamometre adı verilen bir cihazı her iki elinle ayrı ayrı sıkmasını isteyeceğiz ve el kavrama kuvvetini ölçeceğiz. Alt vücut kuvvetini ölçmek için durarak uzun atlama testi, üst vücut kuvvetini ölçmek için şnav testi, gövde kuvvetini ölçmek için mekik testi uygulayacağız. Esnekliğini ölçmek için yere oturup öne doğru uzanmanı, dengenizi ölçmek için tek ayak üzerinde durmanı isteyeceğiz. Koordinasyon düzeyini belirlemek için dengede yürümeni, köpük kartonlar üzerinden atlamayı, bir tahta çubuğun üzerinden yana doğru sıçramayı ve taşıdığın kare tahta üzerine basarak yer değiştirmeni isteyeceğiz. Araştırmaya katılan bazı öğrencilerden önerilen düzeyde fiziksel aktivite yapıp yapmadığını belirlemek için adım sayısını kaydeden saat büyüklüğünde bir cihazı bir hafta süresince beline ya da el bileğine takmanı isteyebiliriz. Eğer bu cihazı takacak bir katılımcı olursan, yapılacak ölçüm esnasında günlük yaşantının normal akışında devam etmesini ve fazladan bir hareketlilik içerisinde bulunmamanı isteyeceğiz. Uyurken bu cihazı çıkarıp çıkarmamak senin kararına bırakılmıştır ancak su teması gerektiren aktivitelerde (duş almak, yüzmek vb.) cihazı çıkarman gerekecektir. Araştırmadaki tüm ölçümler hiçbir tıbbi müdahale gerektirmeyen basit, pratik ve uluslararası geçerliği olan testlerden oluşmaktadır. Bu testlerin uygulanması sırasında maruz kalabileceğin risk, beden eğitimi ve spor derslerinde yaptığın hareketler sırasında maruz kaldığın risk kadardır. Bu

araştırmanın sonuçları sen ve senin yaşındaki çocukların fiziksel uygunluk düzeyinin, fiziksel aktivite düzeyi ve adım sayısının yeterli olup olmadığını belirlemek adına yararlı bilgiler sağlayacaktır. Bu araştırmanın sonuçlarını başka araştırmacılara da söyleyeceğiz, sonuçları bildireceğiz ama senin adını söylemeyeceğiz. Bu araştırmaya katılıp katılmamak için karar vermeden önce anne ve baban ile konuşup onlara danışmalısın. Onlara da bu araştırmadan bahsedip onaylarını/izinlerini alacağız. Anne ve baban tamam deseler bile sen kabul etmeyebilirsin. Bu araştırmaya katılmak senin isteğine bağlı ve istemezsen katılmazsın. Bu nedenle hiç kimse sana kızmaz ya da küsmez. Önce katılmayı kabul etsen bile sonradan vazgeçebilirsin, bu tamamen sana bağlı. Kabul etmediğin durumda da araştırmacılar ölçümler ve diğer işlemlerde sana önceden olduğu gibi iyi davranır, önceye göre farklılık olmaz. Aklına şimdi gelen veya daha sonra gelecek olan soruları istediğin zaman bana sorabilirsin. Telefon numaram ve adresim bu kâğıtta yazıyor. Bu araştırmaya katılmayı kabul ediyorsan aşağıya adını ve soyadını yazarak ve imzanı atman gerekiyor. İmzaladıktan sonra sana ve ailine bu formun bir kopyası verilecektir.

Çocuğun adı, soyadı:

Çocuğun imzası:

Tarih:

Velisinin adı, soyadı:

Velisinin imzası:

Tarih:

Araştırmacının adı, soyadı, ünvanı: Prof. Dr. Emine Çağlar

Adres: Hacettepe Ü. Spor Bilimleri Fakültesi

Tel:

İmza:

Tarih:

TUBON PROJESİ

“15 yaş ve üzeri ergenler için”

ARAŞTIRMA AMAÇLI ÇALIŞMA İÇİN VELİ RIZA FORMU

Sayın Anne-Baba,

Benim adım Prof. Dr. Emine ÇAĞLAR. Çocuklarınızın büyüme ve gelişimlerini belirlemek amacıyla bir araştırma yapıyoruz. Çocuğunuzu bu araştırmaya katılmaya davet ediyoruz. Bu araştırmaya katılmasına izin vermeniz halinde hem sizin için hem de çocuğunuz için hazırlamış olduğumuz anketleri çocuğunuzla birlikte doldurmanızı isteyeceğiz. Sonrasında çocuğunuz doktorumuz tarafından muayene edilecek ve ardından fiziksel aktivite düzeyi ve bazı fiziksel uygunluk parametreleri ölçülecektir. Daha sonra sırasıyla çocuğunuzun ayakkabısız olarak ayakta dururken boy uzunluğu, otururken oturma yüksekliği ölçülecektir. Vücut ağırlığının ölçümünde gelişmiş özelliklere sahip üst düzey bir tartı aleti kullanılacak ve bu ölçüm sırasında vücuttaki yağ ve kas miktarı belirlenebilecektir. Çocuğunuza ait büyüme değerleri boy uzunluğu ve vücut ağırlığı ölçümlerinden elde edilecek sonuçlar yardımı ile değerlendirilecektir. Çocuğunuzun biyolojik olgunluk düzeyi sizin boy uzunluğunuz yardımı ile tespit edilen ve tıbbi bir işlem gerektirmeyen bir yöntem ile belirlenecektir. Çocuğunuzun kilolu olma durumunu belirlemek için bel ve kalça çevresi ölçümleri, üst kolunun ve alt bacağın arka tarafından deri kıvrım kalınlığı ölçümleri yapılacaktır. Ayrıca dinamometre cihazını her iki eliyle ayrı ayrı sıkmasını isteyeceğiz ve el kavrama kuvvetini ölçeceğiz. Alt vücut kuvvetini ölçmek için durarak uzun atlama testi, üst vücut kuvvetini ölçmek için şnav testi, gövde kuvvetini ölçmek için mekik testi uygulayacağız. Esnekliğini ölçmek için yere oturup öne doğru uzanmasını, dengesini ölçmek için tek ayak üzerinde durmasını isteyeceğiz. Çocukların önerilen düzeyde fiziksel aktivite yapıp yapmadığını belirlemek için, araştırmaya katılan bazı çocuklardan adım sayısını kaydeden saat büyüklüğünde bir cihazı bir hafta süresince beline ya da el bileğine takmasını isteyeceğiz. Eğer çocuğunuz bu cihazı takacak bir katılımcı olursa, yapılacak ölçüm esnasında çocuğunuzun günlük yaşantısının normal akışında devam etmesini ve fazladan bir hareketlilik içerisinde bulunmamasını isteyeceğiz. Uyurken bu cihazı çıkarıp çıkarmamak çocuğunuzun kararına bırakılacak ancak su teması gerektiren aktivitelerde (duş almak, yüzmek vb.) cihazın çıkarılması gerekecektir. Araştırmadaki tüm ölçümler hiçbir tıbbi müdahale gerektirmeyen basit, pratik ve uluslararası geçerliği olan

testlerden oluşmaktadır. Bu testlerin uygulanması sırasında çocuğunuz maruz kalabileceği risk, beden eğitimi ve spor derslerinde yaptıkları hareketler sırasında maruz kaldığı risk kadardır. Eğer dilerseniz yaşam kalitesinin ve sağlık düzeyinin artırılmasında önemli rol oynayan fiziksel aktivite düzeyi ve fiziksel uygunluk parametrelerine ilişkin ölçümler ile doktor muayenesi sonuçları sizinle paylaşılacaktır. Bu ölçüm sonuçları çocuklarınızın fiziksel aktivite ve fiziksel uygunluk düzeylerinin önerilen düzeyde olup olmadığını gösterecektir. Ölçüm sonuçlarının sizinle paylaşılması ya da paylaşılmaması kararınızı aşağıda yer alan ilgili bölümü doldurarak belirtiniz. Çocuğunuzun bu araştırmaya katılması için sizden herhangi bir ücret istenmeyecek ve katılması durumunda da size ücret ödenmeyecektir. Bu araştırmanın sonuçları bilimsel çalışma olarak yayınlanacak ancak çocuğunuzun adı kesinlikle kullanılmayacaktır. Araştırma verileri çalışmanın kalitesini denetleyen görevliler, etik kurullar ya da resmi makamlar ile gereği halinde paylaşılabilir. Fakat 121 katılımcıya ait ad, soyad, hastalık vb. gibi kişisel bilgilerinin katılımcının izni olmadan kamuoyuna duyurulmayacağını taahhüt ederiz. Aklınıza şimdi gelen veya daha sonra gelecek olan soruları istediğiniz zaman bana sorabilirsiniz. Telefon numaram ve adresim bu kâğıtta yazıyor. Çocuğunuzun bu araştırmaya katılmasını kabul ediyorsanız, ‘Velinin Beyanı’ formunun altındaki imza bölümüne lütfen adınızı ve soyadınızı yazarak imzanızı atınız. İmzaladıktan sonra size bu formun bir kopyası verilecektir. (Velinin Beyanı) Prof. Dr. Emine ÇAĞLAR ve diğer araştırmacılar tarafından çocukların büyüme ve gelişmelerini belirlemek amacıyla bir araştırma yapılacağı belirtilerek yukarıdaki bilgiler bana aktarıldı. Bu bilgilerden sonra böyle bir araştırmaya çocuğum “katılımcı” olarak davet edildi. Çocuğumun bu araştırmaya katılması durumunda araştırmacı ile çocuğumun arasında kalması gereken kişisel bilgilerin gizliliğine özen gösterileceğine ve saygı ile yaklaşılacağına inanıyorum. Araştırma sonuçlarının bilimsel amaçlarla kullanımı sırasında kişisel bilgilerin özenle korunacağı konusunda bana yeterli güven verildi. Çocuğum, projenin yürütülmesi sırasında herhangi bir sebep göstermeden araştırmadan çekilebilir. Ancak, araştırmacıları zor durumda bırakmamak için araştırmadan çekileceğini önceden bildirmemizin uygun olacağının bilincindeyim. Araştırma için yapılacak harcamalarla ilgili herhangi bir parasal sorumluluk altına girmiyorum. Bana ve çocuğuma da bir ödeme yapılmayacaktır. Aklıma şimdi gelen veya daha sonra gelecek olan soruları istediğim zaman Prof. Dr. Emine Çağlar’a sorabileceğimi ve kendisine numaralı telefonda, Hacettepe Üniversitesi, Spor Bilimleri Fakültesinden ve e-posta adresinden ulaşabileceğimi biliyorum. Çocuğum bu araştırmaya katılmak zorunda değil ve katılmayabilir. Araştırmaya katılması konusunda zorlayıcı bir davranışla karşılaşmış

değilim. Bana yapılan tüm açıklamaları ayrıntılarıyla anlamış bulunmaktayım. Kendi başıma belli bir düşünme süresi sonunda bu araştırma projesinde çocuğumun “katılımcı” olarak yer alması kararını aldım. Bu konuda yapılan daveti büyük bir memnuniyet ve gönüllülük içerisinde kabul ediyorum. İmzalı bu form kâğıdının bir kopyası bana verilecektir

Anne veya Baba adı, soyadı:

Anne veya Baba imzası:

Tarih:

Araştırmacı: Prof. Dr. Emine Çağlar

Adres: Hacettepe Üniversitesi, Spor Bilimleri Fakültesi, Beden Eğitimi ve Spor Öğretmenliği Bölümü, Beytepe, Ankara

Tel:

İmza:

Tarih:

() Ölçüm sonuçlarının tarafıma e-posta yoluyla iletilmesini istiyorum E-Posta adresim:@.....

() Ölçüm sonuçlarının tarafıma okul aracılığıyla iletilmesini istiyorum.

() Ölçüm sonuçlarının tarafıma yoluyla iletilmesini istiyorum.

() Ölçüm sonuçlarının tarafıma iletilmesini istemiyorum. Uygulayacağımız ölçümler bazı çocuklar için uygun değildir. Lütfen aşağıdaki tabloda belirtilen durumlar çocuğunuzda varsa EVET, yoksa HAYIR yazınız. Bu sorulardan herhangi birine EVET demeniz durumunda ya da doktorumuzun muayenesi sonucunda sağlık sorumu tespit edilirse çocuğunuz teste alınmayacaktır.

Uygulayacağımız ölçümler bazı çocuklar için uygun değildir. Lütfen aşağıdaki tabloda belirtilen durumlar çocuğunuzda varsa EVET, yoksa HAYIR yazınız. Bu sorulardan herhangi birine EVET demeniz durumunda ya da doktorumuzun muayenesi sonucunda sağlık sorumu tespit edilirse çocuğunuz teste alınmayacaktır.

	EVET	HAYIR
Bedensel, görme, işitme ve zihinsel engeli var mı?		
Vücutta elektronik ya da başka türde bir tıbbi implant var mı? (örn: Kalp pili, pilatin vb.)		
Kronik bir sağlık sorunu var mı?		
Herhangi bir ameliyat geçirdi mi?		



TUBON PROJESİ “15 yaş ve üzeri ergenler için”

ARAŞTIRMA AMAÇLI ÇALIŞMA İÇİN ÇOCUK RIZA FORMU

Sevgili Öğrenci Kardeşim,

Benim adım Prof. Dr. Emine Çağlar. Çocuk ve gençlerin büyüme ve gelişimlerini belirlemek amacıyla bir araştırma yapıyoruz. Araştırma ile yeni bilgiler öğreneceğiz. Bu araştırmaya katılmanı öneriyoruz. Araştırmayı ben ve başka bazı araştırmacılar ile birlikte yapıyoruz. Bu araştırmaya katılacak olursan senin için hazırlamış olduğumuz anketleri doldurmanı isteyeceğiz. Sonrasında doktorumuz seni muayene edecek ve ardından fiziksel aktivite düzeyini ve bazı fiziksel uygunluk bileşenlerini ölçmek için bazı ölçümler yapacağız. Boy uzunluğunu ve oturma yüksekliğini ölçtükten sonra vücut ağırlığını gelişmiş özelliklere sahip üst düzey bir tartı aleti kullanarak ölçeceğiz. Ayrıca bel ve kalça çevreni, üst kolunun ve alt bacağının arka tarafından deri kıvrım kalınlığı ölçümlerin yapılacaktır. Bu ölçümler ile vücudundaki yağ ve kas miktarın hesaplanabilecektir. Ayrıca dinamometre adı verilen bir cihazı her iki elinle ayrı ayrı sıkmasını isteyeceğiz ve el kavrama kuvvetini ölçeceğiz. Alt vücut kuvvetini ölçmek için durarak uzun atlama testi, üst vücut kuvvetini ölçmek için şınav testi, gövde kuvvetini ölçmek için mekik testi uygulayacağız. Esnekliğini ölçmek için yere oturup öne doğru uzanmanı, dengenizi ölçmek için tek ayak üzerinde durmanı isteyeceğiz. Araştırmaya katılan bazı öğrencilerden önerilen düzeyde fiziksel aktivite yapıp yapmadığınızı belirlemek için adım sayısını kaydeden saat büyüklüğünde bir cihazı bir hafta süresince beline ya da el bileğine takmanı isteyebiliriz. Eğer bu cihazı takacak bir katılımcı olursan, yapılacak ölçüm esnasında günlük yaşantının normal akışında devam etmesini ve fazladan bir hareketlilik içerisinde bulunmamanı isteyeceğiz. Uyurken bu cihazı çıkarıp çıkarmamak senin kararına bırakılmıştır ancak su teması gerektiren aktivitelerde (duş almak, yüzmek vb.) cihazı çıkarman gerekecektir. Araştırmadaki tüm ölçümler hiçbir tıbbi müdahale gerektirmeyen basit, pratik ve uluslararası geçerliği olan testlerden oluşmaktadır. Bu testlerin uygulanması sırasında maruz kalabileceğin risk, beden eğitimi ve spor derslerinde yaptığın hareketler sırasında maruz kaldığın risk kadardır. Bu araştırmanın sonuçları sen ve senin yaşındaki çocukların fiziksel uygunluk düzeyinin, fiziksel aktivite düzeyi ve adım sayısının yeterli olup olmadığını belirlemek adına yararlı bilgiler sağlayacaktır. Bu araştırmanın sonuçlarını başka araştırmacılara da söyleyeceğiz, sonuçları bildireceğiz ama senin adını söylemeyeceğiz. Bu araştırmaya katılıp katılmamak için karar vermeden önce anne ve baban ile konuşup onlara

danışmalısın. Onlara da bu araştırmadan bahsedip onaylarını/izinlerini alacağız. Anne ve baban tamam deseler bile sen kabul etmeyebilirsin. Bu araştırmaya katılmak senin isteğine bağlı ve istemezsen katılmazsın. Bu nedenle hiç kimse sana kızmaz ya da küsmez. Önce katılmayı kabul etsen bile sonradan vazgeçebilirsiniz, bu tamamen sana bağlı. Kabul etmediğin durumda da araştırmacılar ölçümler ve diğer işlemlerde sana önceden olduğu gibi iyi davranır, önceye göre farklılık olmaz. Aklına şimdi gelen veya daha sonra gelecek olan soruları istediğin zaman bana sorabilirsin. Telefon numaram ve adresim bu kâğıtta yazıyor. Bu araştırmaya katılmayı kabul ediyorsan aşağıya adını ve soyadını yazarak ve imzanı atman gerekiyor. İmzaladıktan sonra sana ve ailene bu formun bir kopyası verilecektir.

Çocuğun adı, soyadı:

Çocuğun imzası:

Tarih:

Velisinin adı, soyadı:

Velisinin imzası:

Tarih:

Araştırmacının adı, soyadı, ünvanı: Prof. Dr. Emine Çağlar Adres: Hacettepe Üniversitesi,
Spor Bilimleri Fakültesi

Tel:

İmza:

Tarih

EK-2: Etik Kurul İzin Belgesi



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

Sayı : 16969557-1500

Konu : ARAŞTIRMA PROJESİ DEĞERLENDİRME RAPORU

Toplantı Tarihi : 16 TEMMUZ 2019 SALI
Toplantı No : 2019/19
Proje No : GO 19/713 (Değerlendirme Tarihi: 02.07.2019)
Karar No : 2019/19-13

Üniversitemiz Spor Bilimleri Fakültesi öğretim üyelerinden Prof. Dr. Emine ÇAĞLAR'ın sorumlu araştırmacı olduğu, Prof. Dr. Elif Nursel ÖZMERT, Prof. Dr. Erdem KARABULUT, Prof. Dr. Gıyasettin DEMİRHAN, Doç. Dr. Ayda KARACA, Doç. Dr. Mustafa SÖĞÜT, Doç. Dr. Sadettin KIRAZCI, Dr. Öğr. Üyesi Mesut ÇELEBLİ, Dr. Öğr. Üyesi Nigar KÜÇÜKKUBAŞ ile birlikte çalışacakları, GO 19/713 kayıt numaralı, **"Türk Çocuklarının Büyüme ve Biyolojik Olgunlaşma Durumlarına Göre Motor Koordinasyon, Vücut Kompozisyonu, Fiziksel Aktivite, Fiziksel Uygunluk ve Fiziksel Benlik Algısındaki Farklılıkların İncelenmesi ve Norm Değerlerinin Oluşturulması"** başlıklı proje önerisi araştırmanın gerekçe, amaç, yaklaşım ve yöntemleri dikkate alınarak incelenmiş olup, idari izinlerin tamamlanması kaydıyla 01 Şubat 2020-01 Ocak 2023 tarihleri arasında geçerli olmak üzere etik açıdan **uygun bulunmuştur**. Çalışma tamamlandığında sonuçlarını içeren bir rapor örneğinin Etik Kurulumuza gönderilmesi gerekmektedir.

1. Prof. Dr. Nürten AKARSU	(Başkan)	İZİNLİ	9 Doç. Dr. Gözde GİRGİN	(Üye)
2. Prof. Dr. Sevdâ F. MÜFTÜOĞLU	(Üye)	İZİNLİ	10 Doç. Dr. Fatma Visal OKUR	(Üye)
3. Prof. Dr. M. Yıldırım SARA	(Üye)	İZİNLİ	11. Doç. Dr. Can Ebru KURT	(Üye)
4. Prof. Dr. Nispet SAĞLAM	(Üye)	İZİNLİ	12. Doç. Dr. H. Hüsrev TURNAGÖL	(Üye)
5. Prof. Dr. Ayşe Lale DOĞAN	(Üye)	İZİNLİ	13. Dr. Öğr. Üyesi Özay GÖKÖZ	(Üye)
6. Prof. Dr. Mintaze Kerem GÜNEL	(Üye)	İZİNLİ	14. Dr. Öğr. Üyesi Müge DEMİR	(Üye)
7. Prof. Dr. Oya Nuran EMİROĞLU	(Üye)	İZİNLİ	15. Öğr. Gör. Dr. Meltem ŞENGELN	(Üye)
8. Prof. Dr. M. Özgür UYANIK	(Üye)	İZİNLİ	16. Av. Meltem ONURLU	(Üye)

Hacettepe Üniversitesi Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu
06100 Sıhhiye-Ankara
Telefon: 0 (312) 305 1082 • Faks: 0 (312) 310 0580 • E-posta: goetik@hacettepe.edu.tr

Ayrıntılı Bilgi için:



EK-4: Ölçüm Kayıt Formu
TUBON PROJESİ

GENEL BİLGİLER			
Kod No	Cinsiyet	Doğum Tarihi	Test Tarihi
_____	K ☐ / E ☐	__ / __ / 20__	__ / __ / 202__

ANTROPOMETRİK ÖLÇÜMLER															
Boy Uzunluğu		Oturma Yüksekliği		Vücut Ağırlığı	Yağ Yüzdesi	Triceps DKK			Mid-Calf DKK			Bel çevresi		Kalça çevresi	
1	2	1	2			1	2	3	1	2	3	1	2	1	2

FİZİKSEL UYGUNLUK ÖLÇÜMLERİ													
El Kavrama Kuvveti (Baskın)		El Kavrama Kuvveti (Diğer)		Şınav		Mekik		Durarak Uzun Atlama		Otur-Eriş		Flamingo	
1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2

KTK Denge	Tekrar	1	2	3	Toplam
	6 cm				
	4.5 cm				
	3 cm				
	Genel Toplam				

KTK Atlama	Yükseklik	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	Toplam
	Sağ														
	Sol														
	Genel Toplam														

KTK Sıçrama	1	2	Toplam
KTK Taşıma	1	2	Toplam

ÖZGEÇMİŞ

İlk, ortaöğrenim, lise eğitimini Ankara'nın Keçiören ilçesine bağlı okullarda tamamladıktan sonra Hacettepe Üniversitesi, Spor Bilimleri Fakültesi, Beden Eğitimi ve Spor Öğretmenliğini bölümünde Lisans eğitimini tamamladı. Spor merkezlerinde antrenör ve yönetici olarak görev aldı. “Türk Çocuklarının Büyüme ve Biyolojik Olgunlaşma Durumlarına Göre Motor Koordinasyon, Vücut Kompozisyonu, Fiziksel Aktivite, Fiziksel Uygunluk ve Fiziksel Benlik Algısındaki Farklılıkların İncelenmesi ve Norm Değerlerinin Oluşturulması” başlıklı SBAG 120S408 numaralı 1001 projesinde bursiyer olarak görev aldı. Çalışma hayatına Ankara Büyükşehir Belediyesi'nde devam etmektedir.

TEZDEN ÜRETİLMİŞ YAYIN ve ESERLER

Ateş, İ., & Küçükkubaş, N. (2024, 22–24 Mayıs). *Çocuklarda vücut kompozisyonu yöntemlerinin kullanımı: Vücut kütle indeksi, biyoelektrik impedans analizi ve deri kıvrım kalınlığı* (Bildiri kodu: SB24). 16. Ulusal Spor Bilimleri Öğrenci Kongresi Bildiri Kitabı, Yalova Üniversitesi, Yalova, Türkiye.