

Vücut Yağ Miktarı / Yüzdesi Hesaplama Yöntemleri: Sistemik Derleme

Muhammed Kürşad UÇAR^{1*}, Zeliha UÇAR²

ÖZET: Obezite tedavisinde hedef yağ kütlelerinin azaltılması amaçlanır. Bu yüzden, vücut yağ yüzdesinin hesaplanması önemlidir. Bu çalışma, vücut yağ yüzdesinin hesabı için literatürdeki makalelerin sistemik bir derleme şeklinde sunulmasını amaçlar. Makale taraması için Sakarya Üniversitesi "Akademik Arama – EDS" platformu kullanılmıştır. Arama için "Body Fat Percentage Calculation", "Body Fat Percentage Estimation", "Body Fat Percentage Equations" ve "Body Fat Percentage Prediction" anahtar kelimeleri kullanılmıştır. Anahtar kelimeler literatürde son yıllarda vücut yağ yüzdesi hesaplaması üzerine yapılan çalışmalarda kullanılan anahtar kelimelerdir. Diğer arama kriterleri şunlardır. Dil: İngilizce, Yayın Tarihi: 2000-2019. Yayınlar sadece hakemli dergilerden elde edilmiştir. Toplam 234 makale elde edilmiştir. Dahil edilme kriterlerine göre 234 makaleden 31 makale sistemik derleme kapsamında değerlendirilmiştir. Türkiye içerisinde yapılmış çalışmalar da araştırılmış olup Türkçe veya İngilizce herhangi bir çalışmaya rastlanılmamıştır. Elde edilen bulgulara göre, vücut yağ yüzdesi hesaplaması için sıklıkla antropometrik ölçümler kullanılmıştır. Eşitlik çıkarmak için istatistiksel temelli klasik yöntemler tercih edilmiştir. Eşitlik korelasyon değerleri $0.42 < R < 0.99$ arasında değişkenlik göstermektedir. Eşitliklerin performansını belirleyen en önemli faktörler yaş, cinsiyet, etnik köken ve antropometrik ölçümler olduğu tespit edilmiştir. Sonuç olarak vücut yağ yüzdesi hesabı için yaş etnik yapı ve diğer parametreler göz önüne alınarak erkek ve kadınlar için ayrı eşitliklerin geliştirilebilir ve kullanılabilir.

Anahtar Kelimeler: Vücut kompozisyonu, vücut yağ yüzdesi hesaplama, sistemik derleme, vücut yağ yüzdesi eşitlikleri, vücut yağ yüzdesi tahmini

Body Fat Amount / Percentage Calculation Methods: Systematic Review

ABSTRACT: Obesity treatment aims to reduce the target of fat mass. Therefore, it is vital to calculate the percentage of body fat. This study aims to present the articles in the literature in the form of a systematic review for the calculation of body fat percentage. Sakarya University's "Academic Search - EDS" platform was used for article search. The keywords "Body Fat Percentage Calculation", "Body Fat Percentage Estimation", "Body Fat Percentage Equations" and "Body Fat Percentage Prediction" were used for the search. Keywords have been obtained from recent studies on the calculation of body fat percentage in the literature. Other search criteria are as follows. Language: English, Publication Date: 2000-2019. Publications were obtained only from peer-reviewed journals. Two hundred thirty-four articles were obtained. According to the inclusion criteria, 31 articles from 234 articles were evaluated within the scope of the systematic review. In studies conducted in Turkey, it has been investigated but did not reveal any studies in English or Turkish. According to the findings obtained, anthropometric measurements were frequently used for body fat percentage calculation. To extract the equation, classical methods based on statistics were preferred. Equations correlation value varies between $0.42 < R < 0.99$. The most critical factors determining the performance of the equations were age, gender, ethnicity, and anthropometric measurements. As a result, different equations can be developed and used for men and women for the calculation of body fat percentage, taking into account age, ethnicity, and other parameters.

Keywords: Body composition, body fat percentage calculation, systematic review, body fat percentage equations, body fat percentage prediction

¹ Muhammed Kürşad UÇAR (Orcid ID: 0000-0002-0636-8645), Sakarya Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Elektrik-Elektronik Mühendisliği, Serdivan, Sakarya, Türkiye

² Zeliha UÇAR (Orcid ID: 0000-0002-6100-1934), Okan Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Beslenme ve Diyetetik Bölümü, Mecidiyeköy, İstanbul, Türkiye

*Sorumlu Yazar/Corresponding Author: Muhammed Kürşad UÇAR, e-mail: mucar@sakarya.edu.tr

GİRİŞ

İnsan vücudu hücre dışı sıvı, kemik, yağ ve kas hücrelerinden meydana gelir. Bu dört grubun mükemmel oranda bir araya gelmesi ile vücut kompozisyonu mükemmel bir dengeye ulaşır. Yağ dokusu beyaz ve kahverengi yağ dokusu olmak üzere ikiye ayrılır (Sümer 2014). Kahverengi yağ dokusu daha çok yeni doğan bebeklerde ısı üretimi yapan bir dokudur. Beyaz yağ dokusu ise en büyük enerji deposudur. Fazla enerjinin depolanmasında ve ihtiyaç anında kullanılmasında beyaz yağ dokusu görev alır (Sümer 2014). Yağ dokusu temelde adipositler denilen yağ hücreleri başta olmak üzere, fibroblastlar, preadipositler, makrofajlar adlı hücrelerden oluşur (Sümer 2014).

Beyaz yağ dokusu vücudun %15-20'sini oluşturur (Polat 2017). Deri altında ve iç organların çevresinde olmak üzere iki farklı yerde bulunur. Kahverengi yağ dokusu yeni doğan vücut ağırlığının %4'ü kadardır (Polat 2017). Yağ dokusu, bilinen ısı ve enerji düzenleme işlevlerinin yanı sıra salgı özelliği ile endokrin bir organ kabul edilir (Sümer 2014).

Yağ dokusu adiposin, asilation-stimüle edici protein (ASP), insülin benzeri büyüme faktörü (IGF-1), interlökin-6 (IL-6), leptin, MIF, plazminojen aktivatör inhibitör-1 (PAI-1), prostaglandin- I2 (PGI2) – prostaglandin-2 α (PG2 α), Rezistin, transforming büyüme faktörü- α (TGF- α), tümör nekrozis faktör- α (TNF- α) gibi sitokin üretir. Bu sitokin ürünleri vücudun pek çok noktasında önemli görevlere sahiptir (Sümer 2014). Bu görevlerden bazıları şunlardır. IL-6 vücut bağışıklığında görev alır, Rezistin, TNF- α , ve Adiponektin insülin direncinin azalmasına neden olur. TNF- α , obezlerde insülin direncine sebep olur, ki bu durum tedavi edilmez ise şeker hastalığına sebep olur (Sümer 2014).

Obezite, beden yağ kütesinin yağsız kütleyle oranla aşırı atması, yaşam kalitesini düşüren, diyabet ve kardiyovasküler hastalıklara sebep olan bir hastalıktır (Sümer 2014). Ayrıca, obezite yaşam süresi ve kalitesini olumsuz etiketleyerek psikolojik rahatsızlıklara sebebiyet verebilir (Akgül 2016). Kas-iskelet, solunum ve sindirim problemlerinin oluşumunda da obezitenin etkili olduğu bilinmektedir (Akgül 2016).

Obezlerde, tedavinin en önemli safhası fazla yağ dokusunun azaltılmasıdır. İnsülin direncinin en büyük sebebi birikmiş yağlardır. Yağlar sadece enerji deposu değildir (Polat 2017). Salgıladıkları hormon bazı bileşenler ile insülin, yük kan basıncı, tip 2 diyabet, dengesiz kolesterol, kardiyovasküler hastalıklar gibi problemlere neden olur (Polat 2017). Bu nedenle, vücut yağ oranının belirli bir dengede tutulması sağlıklı bir yaşam için elzemdir.

Obezite'de vücut kompozisyonunun değerlendirilmesi en önemli safhadır. Vücut kompozisyonu vücut yağ kütesi ve yağsız vücut kütesinden (kemikler, kas ve vücut suyu) oluşur. Vücut kompozisyonunun değerlendirmesi başta obezite olmak üzere spor bilimleri, halk sağlığı ile ilgili alanlar, kardiyoloji, nefroloji gibi alanlarda kullanılır (Akgül 2016; Polat 2017; Sümer 2014).

Bu sistemik derlemenin amacı, vücut kompozisyonunun en önemli bileşeni olan vücut yağ kütesinin hesaplanmasında kullanılan yöntemlerin etkinliğini bağımsız olarak incelemektir. Çalışmada, vücut yağ kütesi hesaplamasında kullanılan parametreler ve bu parametrelerin etkinliği detaylı olarak incelenmiştir.

MATERYAL VE YÖNTEMLER

Bu derleme "Sağlık hizmeti müdahalelerini değerlendiren çalışmaların sistemik gözden geçirmelerini ve meta analizlerini bildirmek için PRISMA bildiri: Açıklama ve Detaylandırma" çalışmasına uygun bir şekilde hazırlanmıştır (Liberati et al. 2009). PRISMA yayını çerçevesinde, ilk olarak dahil etme kriterleri belirlenmiş ve literatür taraması yapılmıştır. Daha sonra, dışlama kriterlerine göre çalışmalar toplanmış ve incelenmiştir.

Dahil Etme Kriterleri

Çalışmaya, 18 yaş ve üzeri ve 71 yaş ve altı kadın ve erkek bireyler için vücut yağ kütlesi hesaplama yöntemlerinin geliştirildiği ve kullanıldığı çalışmalar dahil edilmiştir. Bireylerin elektronik (kalp pili) veya elektronik olmayan (bacak protezi vb) herhangi bir tıbbi implant kullanması, gebe olması, 18 yaş altı veya 71 yaş üstü olması durumunda çalışmalar bu derleme kapsamında kullanılmamıştır.

Bilgi Kaynakları

Taranan makaleler Sakarya Üniversitesinin abone olduğu 98 kaynakta yapılmıştır. Ancak bazı veri tabanların da sonuç bulunmadığı için, sonuçların elde edildiği aktif veri tabanları Çizelge 1'de gösterilmiştir.

Çizelge 1. Tarama yapılan veri tabanları

Veri Tabanı Adı	
Academic Search Complete	General OneFile
Academic OneFile	ScienceDirect
Scopus®	ERIC
MEDLINE Complete	Engineering Source
Directory of Open Access Journals	JSTOR Journals
Education Source	ASTM Compass
Expanded Academic ASAP	

Tarama

Makale taraması için Sakarya Üniversitesi "Akademik Arama – EDS" platformu kullanılmıştır. Bu platform istenilen kriterlere göre arama sağlayabilmektedir. "Body Fat Percentage Calculation", "Body Fat Percentage Estimation", "Body Fat Percentage Equations" ve "Body Fat Percentage Prediction" anahtar kelimeleri "OR" ifadesi ile birleştirilerek kullanılmıştır. Anahtar kelimeler literatürde son yıllarda vücut yağ yüzdesi hesaplaması üzerine yapılan çalışmalarda kullanılan anahtar kelimelerdir. Diğer arama kriterleri şu şekildedir: yayın dilinin İngilizce olması ve yayın tarihinin 2000-2019 yılları arasında olması. Yalnızca hakemli dergilerde yayınlamış olan makaleler derlemeye dahil edilmiştir.

Çalışma Seçimi

Literatür taraması yapıldığında, dahil etme kriterlerine göre toplam 234 makaleye ulaşılmıştır. Arama motoru kullanırken çalışmada verileri kullanılan bireylerin yaş aralığı yazılmadığı için, makaleler toplanıktan sonra tek tek incelenmiştir. Aynı makaleye iki defa ulaşılması durumunda biri çıkarılmıştır. Ulaşılan makalelerin öncelikle özet bölümleri incelenerek çalışmaya dahil edilip edilmeyeceğine karar verilmiştir. İncelemede, yaş aralığı 18-71 arası bireylerin bulunduğu çalışmalar dahil edilmiş, diğer çalışmalar değerlendirme dışı bırakılmıştır. Bunun amacı, sistemik derlemenin sadece yetişkinler için yapılıyor olmasıdır. Bunlara ek olarak, vücut yağ yüzdesi hesabı için yeni bir yöntemin veya eşitliğin hazırlandığı araştırma makaleleri dahil edilmiştir. Literatürde var olan yöntemlerin karşılaştırıldığı, güvenilirliğinin araştırıldığı çalışmalar dahil edilmemiştir. Sonuç olarak sistemik derlemeye 31 araştırma dahil edilmiştir.

Veri Toplama Süreci

Bu çalışma kapsamında her bilimsel yayından aşağıdaki kriterler toplanmıştır.

1. Çalışmanın yayınlandığı yıl
2. Geliştirilen sistem tipi (cihaz / eşitlik)
3. Veri toplama süresi ve zamanı
4. Örneklem bilgisi

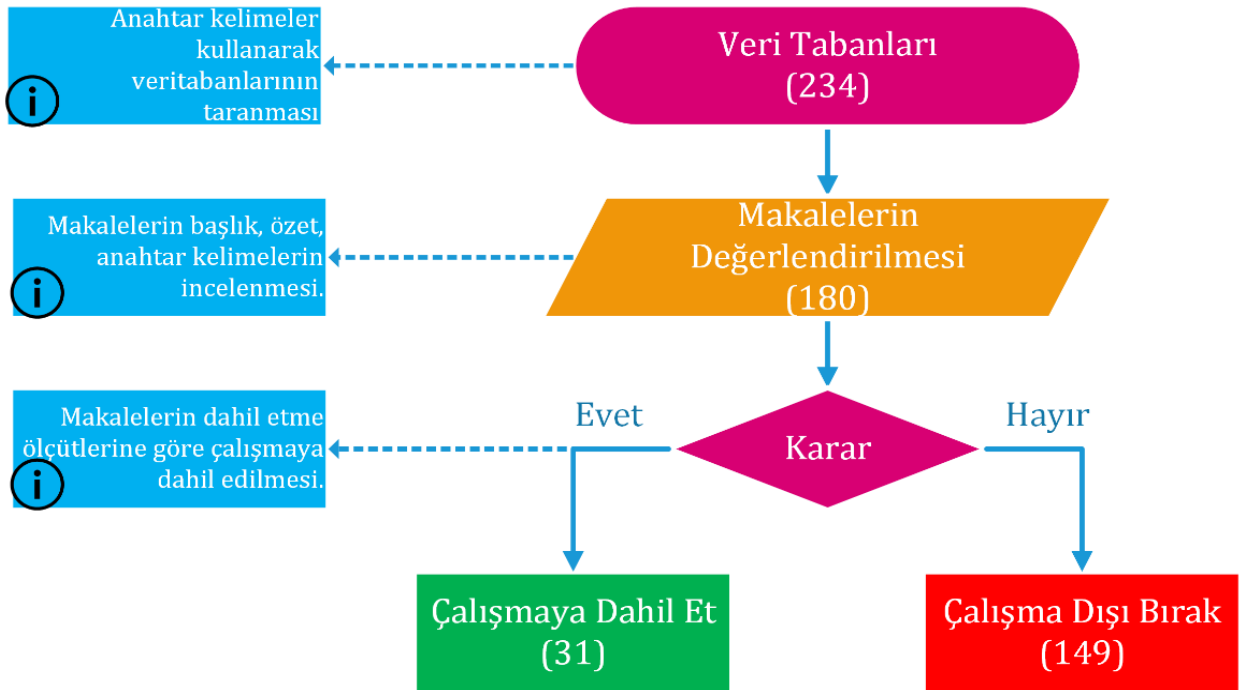
- i. Demografik Bilgiler (yaş, cinsiyet, beden kitle indeksi vb)
- ii. Örneklem büyüklüğü
5. Eşitlik isimleri
6. Performans Değerlendirme Kriterleri
 - i. Eşitlik korelasyon değerleri (R^2)
7. Ülke / bölge / etnik köken

Bireysel Çalışmalarda Önyargı Riski

Bu çalışma kapsamında değerlendirilen çalışmalar nicel analiler kapsamında hazırlandığı için çalışmalar ile ilgili ön yargı riski oluşturabilecek herhangi bir durum yoktur.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Sistematik derleme çalışmasında Çizelge 1'de verilen veri tabanları taranmış ve 234 uygun bilimsel makale tespit edilmiştir. Bu makalelerin tamamı indirilmiştir. Mükerrer makalelerin silinmesi ile tekrarsız 180 makale kalmıştır. Uygunluk kriterlerine göre 180 makaleden 31 adet makale seçilmiştir (Şekil 1).



Şekil 1. Bilimsel yayınların seçilme süreci

Çalışmada toplanan veriler Çizelge 2 ve 3'de özetlenmiştir. Çizelge 2'de çalışmalardan toplanan verilerin genel bilgileri mevcuttur. Bu tablo ile çalışmaların yapısı genel olarak değerlendirilebilir. Çizelge 3'de ise çalışmaların örnekleme hakkında detaylı bilgi ve çalışma sonuçlarının performans değerlerini içermektedir. Bu tablo ile çalışmaların ne kadar başarılı olduğu değerlendirilebilir.

Literatürde 2000 yılından bu yana vücut yağ yüzdesi hesaplaması üzerine yapılan yayınların yıllara göre dağılımı Şekil 2'de verilmiştir.

Çalışmalarda genellikle antropometrik ölçümler ve demografik bilgiler kullanılmıştır. Bu bilgiler tablo 4'deki gibi özetlenebilir.

Çizelge 2. Çalışma genel bilgileri

Ref	Yayın Yılı	Cihaz/ Eşitlik	Çalışma Tipi	Veri Toplama Zaman ve Süresi	Cinsiyet	Yöntem	Eşitlik Adı	Referans % BF	Eşitlik Parametreleri	Ülke / Bölge
(Fthenakis, Balaska, and Zafirooulos 2012)	2012	Cihaz / Eşitlik	Bilgi Yok	Bilgi Yok	E/K	İstatistiksel	Yaş 1. dereceden eşitlik	The Near Infra-Red (NIR)	Yaş	Bilgi Yok
							Yaş 2. dereceden eşitlik			
							Ağırlık 1. dereceden eşitlik			
							Ağırlık 2. dereceden eşitlik			
							Ağırlık 2. dereceden eşitlik, Ağırlık >120			
K	Boy 2. dereceden eşitlik	Boy								
(Henry et al. 2018)	2018	Eşitlik	Kesitsel Çalışma	Ocak 2013 - Ekim 2014	E	İstatistiksel	Sex-specific equations	Dual Enerji X-Ray Absorbsiyometri Ölçümü	Antropometrik Ölçümler Deri Kıvrım Kalınlığı	Asya / Çin
(Leahy et al. 2013)	2013	Eşitlik	Kesitsel Çalışma	Bilgi Yok	K	İstatistiksel	Kadınlar için eşitlik	Dual Enerji X-Ray Absorbsiyometri Ölçümü	Antropometrik Ölçümler	1128 Kafkas 8 Asya
					E	İstatistiksel	Erkekler için eşitlik			
(Stevens et al. 2016)	2016	Eşitlik	Online Veri	1999-2006	E/K	İstatistiksel	Yaş tabanlı eşitlik	Dual Enerji X-Ray Absorbsiyometri Ölçümü	Antropometrik Ölçümler	Beyaz Tenli Siya Tenli Meksikalı
(Salamunes, Stadnik, and Neves 2018)	2018	Eşitlik	Kesitsel Çalışma	Bilgi Yok	K	İstatistiksel	3 antropometrik ölçüm verisi	Dual Enerji X-Ray Absorbsiyometri Ölçümü	Antropometrik Ölçümler	Güney Brezilya
					K	İstatistiksel	6 antropometrik ölçüm verisi			
(Kagawa et al. 2007)	2007	Eşitlik	Kesitsel Çalışma	Bilgi Yok	K	İstatistiksel	Antropometrik ölçüm verisi	Dual Enerji X-Ray Absorbsiyometri Ölçümü	Antropometrik Ölçümler	Japon
(Kagawa, Kerr, and Binns 2006)	2006	Eşitlik	Kesitsel Çalışma	Bilgi Yok	E	İstatistiksel	Antropometrik ölçüm verisi	Dual Enerji X-Ray Absorbsiyometri Ölçümü	Antropometrik Ölçümler	Japon
(Petry et al. 2005)	2005	Eşitlik	Kesitsel Çalışma	Bilgi Yok	K	İstatistiksel	Antropometrik ölçüm verisi	Dual Enerji X-Ray Absorbsiyometri Ölçümü	Antropometrik Ölçümler	Siyah Tenli Amerikalı
(Stevens et al. 2017)	2017	Eşitlik	Online Veri	1999-2004	E	İstatistiksel	Antropometrik ölçüm verisi	Dual Enerji X-Ray Absorbsiyometri Ölçümü	Antropometrik Ölçümler	Amerikan
					K	İstatistiksel				
(Swainson et al. 2017)	2017	Eşitlik	Bilgi Yok	Bilgi Yok	K	İstatistiksel	Antropometrik ölçüm verisi	Dual Enerji X-Ray Absorbsiyometri Ölçümü	Antropometrik Ölçümler	Kafkas (%95) Hindistan / Pakistan (%5) Afrika / Karayipler (%1)

Çizelge 2. (Devamı) Çalışma genel bilgileri

Ref	Yayın Yılı	Cihaz/ Eşitlik	Çalışma Tipi	Veri Toplama Zaman ve Süresi	Cinsiyet	Yöntem	Eşitlik Adı	Referans % BF	Eşitlik Parametreleri	Ülke / Bölge
(Sung and Mun 2017)	2017	Eşitlik	Online Veri	2008-2011	E/K	İstatistiksel	Model 2	Dual Enerji X-Ray Absorbsiyometri Ölçümü	Yaş, VKİ, Cinsiyet	Kore
(Hastuti et al. 2018)	2018	Eşitlik	Kesitsel Çalışma	Bilgi Yok	E/K	İstatistiksel	Antropometrik ölçüm verisi	Dual Enerji X-Ray Absorbsiyometri Ölçümü	Antropometrik Ölçümler	Endonezya
(Novack et al. 2014)	2014	Eşitlik	Kesitsel Çalışma	Bilgi Yok	E	İstatistiksel	Antropometrik ölçüm verisi	Dual Enerji X-Ray Absorbsiyometri Ölçümü	Antropometrik Ölçümler	Güney Brezilya
(De Lorenzo et al. 2014)	2014	Eşitlik	Retrospektif Çalışma	Ocak 2009 - Aralık 2011	K	İstatistiksel	Antropometrik ölçüm verisi	Dual Enerji X-Ray Absorbsiyometri Ölçümü	Antropometrik Ölçümler	İtalya
(Aristizabal, Estrada Restrepo, and Giraldo Garcia 2018)	2018	Eşitlik	Kesitsel Çalışma	Bilgi Yok	K	İstatistiksel	Antropometrik ölçüm verisi	Dual Enerji X-Ray Absorbsiyometri Ölçümü	Antropometrik Ölçümler	Kolombiya
(Shao 2014)	2014	Hibrit Model	Kesitsel Çalışma	Bilgi Yok	Bilgi Yok	İstatistiksel / Yapay Zeka	Antropometrik ölçüm verisi	Siri Eşitlikleri	Antropometrik Ölçümler	Bilgi Yok
(Company and Ball 2010)	2010	Eşitlik	Bilgi Yok	Bilgi Yok	E	İstatistiksel	Antropometrik ölçüm verisi	Dual Enerji X-Ray Absorbsiyometri Ölçümü	Antropometrik Ölçümler	Bilgi Yok
(Minematsu et al. 2011)	2011	Eşitlik	Bilgi Yok	Bilgi Yok	E/K	İstatistiksel	Antropometrik ölçüm verisi	Su Altı Ağırılık Ölçümü	Antropometrik Ölçümler	Japon
(Houtkoop et al. 2001)	2001	Eşitlik	Kesitsel Çalışma	1990-1996	K	İstatistiksel	Antropometrik ölçüm verisi	Dual Enerji X-Ray Absorbsiyometri Ölçümü	Antropometrik Ölçümler	Amerikan
(van der Ploeg et al. 2003)	2003	Eşitlik	Bilgi Yok	Bilgi Yok	E	İstatistiksel	Antropometrik ölçüm verisi	Dual Enerji X-Ray Absorbsiyometri Ölçümü	Antropometrik Ölçümler	Amerikan
(Pongchaiyakul et al. 2005)	2005	Eşitlik	Bilgi Yok	Bilgi Yok	E K	İstatistiksel	Antropometrik ölçüm verisi	Dual Enerji X-Ray Absorbsiyometri Ölçümü	Antropometrik Ölçümler	Tayland
(Deurenberg et al. 2000)	2000	Eşitlik	Kesitsel Çalışma	1994-1995, 1998	E K	İstatistiksel	Antropometrik ölçüm verisi	Dual Enerji X-Ray Absorbsiyometri Ölçümü	Antropometrik Ölçümler	Çin Singapur
(Ferenci and Kovács 2018)	2018	Yapay Zeka Modeli	Online Veri	1999-2000	E/K	Yapay Zeka	Biyokimyasal Parametreler, Antropometrik ölçüm verisi, yaş, cinsiyet vs	Dual Enerji X-Ray Absorbsiyometri Ölçümü	Karma Veri	Bilgi Yok
(Frankenfeld et al. 2001)	2001	Eşitlik	Kesitsel Çalışma	Bilgi Yok	E K	İstatistiksel	Antropometrik ölçüm verisi	Biyoelektrik İmpedans Ölçümü	Antropometrik Ölçümler	Bilgi Yok

Çizelge 2. (Devamı) Çalışma genel bilgileri

Ref	Yayın Yılı	Cihaz/ Eşitlik	Çalışma Tipi	Veri Toplama Zamanı ve Süresi	Cinsiyet	Yöntem	Eşitlik Adı	Referans % BF	Eşitlik Parametreleri	Ülke / Bölge
(Gallagher et al. 2000)	2013	Eşitlik	Kesitsel Çalışma	Bilgi Yok	E/K	İstatistiksel	Antropometrik ölçüm verisi	Dual Enerji X-Ray Absorbsiyometri Ölçümü	VKI, yaş, cinsiyet, etnik köken	Afrikalı Amerikalı Asya Beyaz Tenli
(Bielemann et al. 2016)	2016	Eşitlik	Bilgi Yok	Bilgi Yok	E K	İstatistiksel	Antropometrik ölçüm verisi	Siri Eşitlikleri	Antropometrik Ölçümler	Brezilya
(Sandhu, Gupta, and Shenoy 2010)	2010	Eşitlik	Bilgi Yok	Bilgi Yok	E K	İstatistiksel	Antropometrik ölçüm verisi	Su Altı Ağırılık Ölçümü	Antropometrik Ölçümler	Hindistan
(O'Connor et al. 2010)	2010	Eşitlik	Tiger Çalışması	Bilgi Yok	E K	İstatistiksel	3S Model	Dual Enerji X-Ray Absorbsiyometri Ölçümü	Cinsiyet, etnik köken	İspanyol Olmayan Beyaz İspanyol Afrikalı Amerikalı
(Ball, Altna, and Swan 2004)	2004	Eşitlik	Kesitsel Çalışma	Bilgi Yok	E	İstatistiksel	Antropometrik ölçüm verisi	Dual Enerji X-Ray Absorbsiyometri Ölçümü	Antropometrik Ölçümler	Bilgi Yok
(Ramirez-Zea et al. 2006)	2006	Eşitlik	Kesitsel Çalışma	Bilgi Yok	E K	İstatistiksel	Antropometrik ölçüm verisi	Dual Enerji X-Ray Absorbsiyometri Ölçümü	Antropometrik Ölçümler	Amerika Avrupa
(Friedl et al. 2001)	2001	Eşitlik	Kesitsel Çalışma	Bilgi Yok	K	İstatistiksel	Antropometrik ölçüm verisi	Dual Enerji X-Ray Absorbsiyometri Ölçümü	Antropometrik Ölçümler	İspanyol Olmayan Beyaz İspanyol Afrikalı Amerikalı

31 çalışmanın 29'unda vücut yağ yüzdesi hesabı için istatistiksel tabanlı lineer ve non-lineer eşitlik yöntemleri seçilmiştir. Sadece 2 çalışmada yapay zeka yöntemi kullanılmıştır. Bunların birinde ise non-lineer regresyon yöntemi ile yapay zeka yöntemi hibrit bir çalışma gerçekleştirilmiştir (Ferenci and Kovács 2018; Shao 2014). 31 çalışmanın sadece birinde çıkarılan eşitlikler cihaza uygulaması mevcuttur. Diğer 30 çalışma sadece eşitliksel uygulamalar olarak değerlendirilebilir.

Çalışma tipleri değerlendirildiğinde, 16 çalışma kesitsel, dört çalışma açık kaynak veriler kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Dokuz çalışmaya ait herhangi bir bilgi paylaşılmamıştır. Ayrıca, 1 çalışma Retrospektif, 1 çalışma Tiger çalışması olarak bildirilmiştir.

Verilerin toplama zamanı konusunda 23 makalede herhangi bir bilgiye yer verilmemiştir. Diğer 7 makalede çalışma verilerinin toplanma tarihlerine ait detaylı bilgi verilmiştir.

Çalışmalar cinsiyet ayrımı gözetilerek yapılmıştır. Erkek ve Kadınlar için ayrı eşitlikler üretilmiştir ve ayrı ayrı test edilmiştir. Ancak bazı durumlarda Erkek ve Kadınlar için tek bir eşitlik üretilmiştir. Çalışmalarda hem Erkek hem de Kadınlar için eşitlikler üretilmiştir. Erkekler için 17, Kadınlar için 19, hem Erkek hem de Kadınlar için 7 eşitlik üretilmiştir.

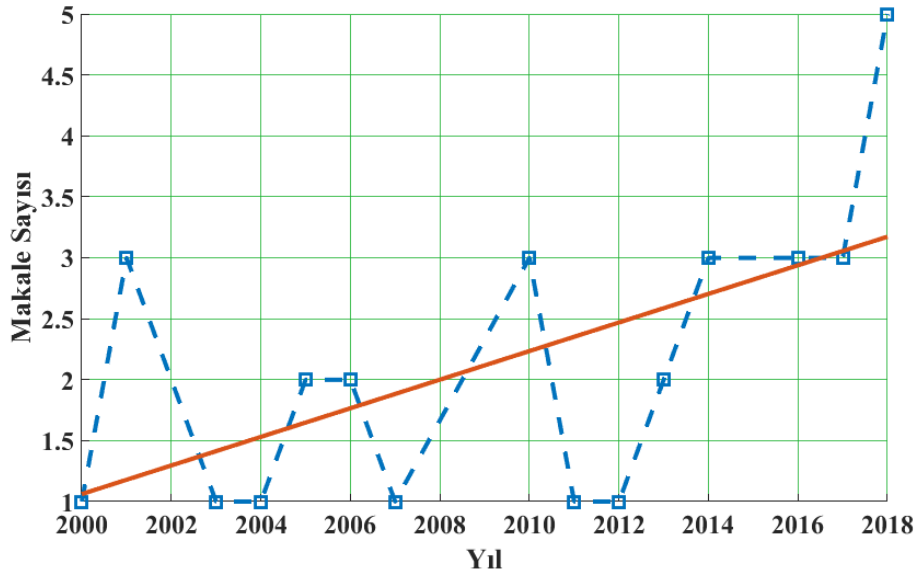
Çalışmalarda, vücut yağ yüzdesinin referans hesaplama yöntemi olarak Biyoelektrik İmpedans ölçümü (BIA), Bod Pod vücut kompozisyon testi, Dual Enerji X-Ray (DEXA), Absorbsiyometri ölçümü,

Siri eşitlikleri, Su Altı Ağırlık Ölçümü ve Near Infra-Red (NIR) olmak üzere 6 farklı yöntem kullanılmıştır. Her ölçümün kendine göre kolaylık ve zorlukları vardır. Vücut yağ yüzdesi hesabı için kullanılan eşitlik parametreleri Çizelge 4'te özetlenmiştir. Çalışmalarda kullanılan örneklemeler çalışmalara göre farklı gruplara ayrılmıştır. Bunlar tasarım ve kontrol grubudur. Her çalışmada tasarım grubu olmakla birlikte, geliştirilen eşitliklerin doğruluğunun test edildiği kontrol grubuna bazı çalışmalarda yer verilmiştir (Çizelge 3). Çizelgede kontrol grubu için verilen birey sayısı sıfır (0) ile gösterilmiş ise ilgili çalışmada kontrol grubu kullanılmamış demektir.

Çizelge 3. Çalışma genel bilgileri 2

Ref	Yayın Yılı	Örneklem Bilgisi									Yaş	Cinsiyet	R	R ²	Standart Hata	RMS			
		Sayı			Tasarım Grubu			Kontrol Grubu									Toplam		
		Erkek	Kadın	Toplam	Erkek	Kadın	Toplam	Erkek	Kadın	Toplam							Erkek	Kadın	Toplam
(Fthenakis et al. 2012)	2012												0.9947 0.9993 0.9989 0.9990 0.3220	0.9895 0.9986 0.9978 0.9980 0.1037	BY	BY			
(Henry et al. 2018)	2018	170	269	439	58	50	108	228	319	547	21-70	E/K	0.8497 0.9028	0.7220 0.8150	2.97 2.49				
(Leahy et al. 2013)	2013	518	618	1136	518	618	1136	518	618	2272	18-81	K	0.9300	0.8649	2.7				
(Stevens et al. 2016)	2016	1001	1052	2053	334	351	684	1335	1402	2737	20 üzeri	E/K	0.9061	0.8210	BY	2.49			
(Salamunes et al. 2018)	2018	0	130	130			BY	0	130	130	18-35	K	0.7443 0.7688	0.5540 0.5910	3.0935 3.0002	BY			
(Kagawa et al. 2007)	2007	0	139	139			BY	0	139	139	18-27	K	0.9354	0.8750	2.07	BY			
(Kagawa et al. 2007)	2006	45	0	45			BY	0	45	45	18-40	E	0.9274	0.8600	2.37	BY			
(Kagawa et al. 2006)	2005	0	55	55	0	17	17	0	72	72	41-80	K	0.9055	0.8200	1	BY			
(Petry et al. 2005)	2017	4221	0	2814	2111	0	2111	6332	0	6332	20-49	E	0.9327	0.8700	BY	2.11			
(Stevens et al. 2017)		0	3259	3259	0	1629	1629	0	4888	4888		K	0.9290	0.8630	BY	2.54			
(Swainson et al. 2017)	2017	41	0	41			BY	41	0	41	*40.5 (20)	E	0.8718	0.7600	4.1	BY			
		0	40	40			BY	0	40	40	*36.3 (14.5)	K	0.7746	0.6000	5				
(Sung and Mun 2017)	2017	4554	6070	10624	3550	4741	8291			8104	10811	E/K	0.8637 0.8637 0.8637	0.7460 0.7460 0.7460	4.69 3.965	BY			
(Sung and Mun 2017)	2018	146	154	300	146	154	300	292	308	600	18-65	E/K	0.8637	0.7460	4.69	BY			
(Hastuti et al. 2018)	2014	31	0	31			BY	31	0	31	18-25	E	0.9252	0.8560	1.689	BY			
(Novack et al. 2014)	2014	0	1031	1031	0	335	335	0	1366	1366	18-81	K	0.8706	0.7580	BY	BY			
(De Lorenzo et al. 2014)	2018	0	106	106	0	45	45	0	151	151	18-59	K	0.8485	0.7200	3.08	BY			
(Aristizabal et al. 2018)	2014		BY	252	0	0	0		BY	252	22-81			BY	4.63 84				
(Shao 2014)	2010	60	0	60	20	0	20	80	0	80	19-49	E	0.9990	0.9980	1.61	BY			
(Company and Ball 2010)	2011	283	527	810	0	0	0	283	527	810	18-59	E/K	0.8307	0.6900	4	BY			
(Minematsu et al. 2011)	2001	0	19	19	0	0	0	0	19	19	21-34	K	0.6481	0.4200	2.4	BY			
(Houtkoop et al. 2001)	2003	79	0	79	0	0	0	79	0	79	19-59	E	0.9695	0.9400	1.8	BY			
(van der Ploeg et al. 2003)	2005	98	0	98	83	0	83	181	0	181	20-84	E	0.8200	0.6724	BY	BY			
(Pongchaiyakul et al. 2005)		0	125	125	0	130	130	0	255	255		K	0.8200	0.6724					
(Deurenberg et al. 2000)	2000	154	0	154	0	0	0	154	0	154	18-68	E	0.7400	0.5476	BY	BY			
		0	199	199	0	0	0	0	199	199		K	-0.6300	0.3969					
(Ferenci and Kovács 2018)	2018						BY			862	18 üzeri	E/K	0.9915	0.9830	BY	0.09 88			
(Ferenci and Kovács 2018)	2001	53	0	53	0	0	0	53	0	53	18 üzeri	E	0.9960	0.9920	BY	BY			
(Frankenfield et al. 2001)		0	88	88	0	0	0	0	88	88		K	0.9985	0.9970					
(Gallagher et al. 2000)	2013	613	1013	1626	0	0	0	613	1013	1626	18 üzeri	E/K	0.9000	0.8100	4.31	BY			
(Gallagher et al. 2000)	2016	102	0	102	0	0	0	102	0	102	18 üzeri	E	0.8544	0.7300	BY	BY			
(Bieleman et al. 2016)		0	104	104	0	0	0	0	104	104		K	0.9006	0.8110	BY				
(Sandhu et al. 2010)	2010	29	0	29	29	0	29	58	0	58	20-29	E	0.7280	0.5300	3.42	BY			
		0	30	30	0	30	30	0	60	60		K	0.8426	0.7100	3.01	BY			
(O'Connor et al. 2010)	2010	428	0	428	428	0	428	428	0	428	17-35	E	BY	BY	3.07	BY			
		0	428	428	0	428	428	0	428	428		K	BY	BY	3.64	BY			
(Ball et al. 2004)	2004	160	0	160	0	0	0	160	0	160	18-62	E	0.9434	0.8900	2.2	BY			
(Ball et al. 2004)	2006	80	0	80	34	0	34	114	0	114	18-56	E	0.9675	0.9360	BY	3.01			
(Ramirez-Zea et al. 2006)		86	0	86	0	37	37	0	123	123		K	0.9711	0.9430	BY				
(Friedl et al. 2001)	2001	0	150	150	0	0	0	0	150	150	17-33	K		Duyarlılık: 0.49, Özgüllük: 0.79					

* Ortalama (Standart Sapma), R Korelasyon Katsayısı, R2 açıklayıcılık katsayısı, RMS Root Mean Square, BY Bilgi Yok



Şekil 2. Yıllara göre konu ile ilgili yayın sayısı

Çizelge 4. Çalışmalarda kullanılan antropometrik ölçümler ve demografik bilgiler

Antropometrik Ölçümler					
1	Abaküler Cilt Kıvrım Kalınlığı	13	Gluteal çevresi	25	Su Altı Ağırlık
2	Abartılı cilt kıvrımı	14	Iliac kret deri kıvrımı	26	Supraspinale deri kıvrım
3	Baldır Çevresi	15	Kalça Çevresi	27	Triceps Deri Kalınlığı
4	Bacak Çevresi	16	Karın derisi	28	Triceps deri kıvrımı
5	Bel / Boy Oranı	17	Kemik Yoğunluğu	29	Uyluk Çevresi
6	Bel / Kalça Oranı	18	Kilo	30	Üst Bacak Uzunluğu
7	Bel Çevresi	19	Kol (esnek ve gerilmiş)	31	Üst Kol Uzunluğu
8	Bel çevresi	20	Kol (rahat)	32	Vücut Direnci
9	Bilek Kalınlığı	21	Karın Çevresi	33	Vücut Kitle İndeksi
10	Boy	22	Medial buzağı derisi	34	Göğüs Çevresi
11	Dirsek	23	Ön uyluk derisi		
12	Diz	24	Pazı derisi kıvrımlı		
Demografik Bilgiler					
1	Cinsiyet				
2	Ülk / Bölge / Etnik Yapı				
3	Yaş				

Bu sistematik derleme çalışmasında sadece 18 yaş üzeri yetişkinler için geliştirilen eşitlikler incelenmiştir. Bu yüzden çalışmalardaki yaş aralığı 18-81 arasındadır.

Çalışmalarda elde edilen sonuçlar korelasyon katsayısı (R), açıklayıcılık katsayısı (R^2), standart hata ve karekök ortalama (RMS - Root Mean Square) değerleriyle gösterilmiştir. R ve R^2 1'e yaklaştıkça, standart hata ve RSM değeri 0'a yaklaştıkça sistem iyileşir. R 0.3220-0.9993 arasında, R^2 0.1037-0.9986 arasında, standart hata 1-5.9 ve RMS 0.0988-4.6384 arasında değişmektedir. Değerler göz önüne alındığında tasarlanan sistemlerin kalitesinin geniş bir yelpazede olduğu görülmektedir.

Çizelge 5'de yüksek performansa sahip eşitlikler gösterilmiştir. Yüksek performansa sahip eşitlikler çoğunlukla antropometrik ölçümleri içermektedir.

Akademik çalışma imkanlarının ve bu alanlarda çalışan uzman kişilerin artmasıyla birlikte son yıllarda, vücut yağ yüzdesinin belirlenmesi için yapılan yayın sayıları artmıştır (Aristizabal et al. 2018; Ferenci and Kovács 2018; Hastuti et al. 2018; Henry et al. 2018; Salamunes et al. 2018). Vücut kompozisyonu için vücut yağ yüzdesinin hesaplanması oldukça zahmetli ve pahalıdır. Bu yüzden etkin, maliyeti az yada düşük olan yöntemlere ihtiyaç duyulmaktadır (Stevens et al. 2017; Sung and Mun 2017; Swainson et al. 2017). Sistemik derleme olarak tasarlanan bu çalışma literatürde birbirinden bağımsız yapılmış birçok çalışma ile sunulan farklı sonuçları değerlendirerek resme uzaktan bakıp değerlendirmeye çalışmıştır.

Deneyel çalışmalarda vücut yağ yüzdesinin referans alınacağı yöntem olarak çoğunlukla DEXA Absorbsiyometri ölçümü kullanılmıştır (Ball et al. 2004; O'Connor et al. 2010; Ramirez-Zea et al. 2006). Bunun dışında nadir de olsa, Bod Pod vücut kompozisyon testi (Bielemann et al. 2016), Siri eşitlikleri (Bielemann et al. 2016; Shao 2014), su altı ağırlık ölçümü (Minematsu et al. 2011), BIA ölçümü (Frankenfield et al. 2001) ve The Near Infra-Red (NIR) (Frankenfield et al. 2001) yöntemleri kullanılmıştır. Yöntemler çeşitli olmakla birlikte yakın doğruluk oranı vermektedir. Bu yüzden her yöntemin kullanımı uygundur.

Gerçekleştirilen çalışmalar neticesinde vücut yağ yüzdesinin hesaplanmasında etkili olan farklı parametrelerin olduğu ortaya çıkmıştır. Bunlardan en belirgin olanı cinsiyettir (Bielemann et al. 2016; Deurenberg et al. 2000; Leahy et al. 2013; Stevens et al. 2017). Bu yüzden, cinsiyet vücut yağ yüzdesini etkileyen önemli faktörlerden biridir. Ancak bazı çalışmalarda erkek ve kadınlar için ortak eşitlikte üretilmiştir (Ferenci and Kovács 2018; Fthenakis et al. 2012). Ancak performans (R^2) bakımından değerlendirildiğinde cinsiyet bazlı eşitlik çıkarılması daha verimli olabilir.

Diğer bir faktör etnik köken ya da yaşanan ülkedir (Gallagher et al. 2000; O'Connor et al. 2010; Stevens et al. 2016; Swainson et al. 2017). Asya, Amerika ve İtalya gibi pek çok bölgede her etnik yapı için farklı eşitlikler üretilmiştir. Bunun dışında çoğu makalede tek etnik yapıya odaklanılmıştır (Houtkooper et al. 2001; van der Ploeg et al. 2003; Sandhu et al. 2010).

Literatürdeki çalışmalarda, vücut yağ yüzdesi hesabı için çoğunlukla istatistiksel yöntemler tercih edilmiştir (Hastuti et al. 2018; Kagawa et al. 2007, 2006; Novack et al. 2014; Petry et al. 2005; Stevens et al. 2017; Sung and Mun 2017; Swainson et al. 2017). Yalnızca iki çalışmada yapay zeka yöntemleri kullanılmıştır (Ferenci and Kovács 2018; Shao 2014). Sayısal değerlerin diğer çalışmalar ile farklı oluşu, yapay zeka alanında çalışanların vücut yağ yüzdesi çalışmalarına dahil olmayışı veya vücut yağ yüzdesi çalışmalarını yapanların yapay zeka yöntemlerine yakın olmayışı ile açıklanabilir. Hangi çalışma tipini daha iyi olduğuna karar verebilmek için çalışma performanslarının ayrıca değerlendirilmesi gerekir.

Çalışmalarda, vücut yağ yüzdesi hesabı için antropometrik ölçümler sıklıkla kullanılmıştır (Frankenfield et al. 2001; O'Connor et al. 2010). Bunun dışında farklı parametrelerin kullanıldığı tek çalışma vardır (Ferenci and Kovács 2018). Bu çalışmada biyokimyasal parametrelerden bazıları kullanılmıştır. Eşitliklerde farklı parametrelerin bir arada olması çoğu kez eşitliklerin performansını arttırmaya yardımcı olur. Yapay zeka tabanlı geliştirilen yöntemlerde, parametre sayısının artırılması, özellik seçme algoritmaları ile kullanıldığında, tasarlanan sistemin performansını arttırabilir.

Vücut yağ yüzdesinin hesabı için yaş aralığı önemlidir. Yaş aralığını bebek, çocuk, ergen ve yetişkin olarak ayırabiliriz. 18 yaş ve üzeri bireyler yetişkin kabul edilmektedir. Bu çalışmanın kapsamı sadece 18 yaş ve üzeri bireyleri kapsamaktadır.

Çizelge 5. En yüksek performansa sahip bazı eşitlikler

Ref	Cinsiyet	Eşitlik	R	R ²
(Fthenakis et al. 2012)	E/K	$\%Yag = -5 \times 10^{-5} \times Yas^2 + 0.1523 \times Yas - 20.732$	0.9993	0.9986
(Frankenfield et al. 2001)	K	$Yag \times Boy^{-2} (kgm^{-2}) = -9.3 + 0.714 \times VKI$	0.9985	0.9970
(Frankenfield et al. 2001)	E	$Yag \times Boy^{-2} (kgm^{-2}) = -10.5 + 0.642 \times VKI$	0.9960	0.9920
(Company and Ball 2010)	E	$\%Yag = 0.360 \times BC + 0.221 \times KC - 17.502 \times BKO - 0.136 \times Xc - 0.198 \times Ht^2 \times R^{-1}$	0.9910	0.9820
(van der Ploeg et al. 2003)	E	$\%Yag = -0.00258 \times (\sum 3SF)^2 + 0.558 \times \sum 3SF + 0.118 \times Yas + 0.282 \times BC - 2.100 \times FG - 2.34$	0.9695	0.9400
(Ball et al. 2004)	E	$\%Yag = 0.465 + 0.180 \times (\sum 7SF) - 0.0002406 \times (\sum 7SF)^2 + 0.06619 \times Yas$	0.9487	0.9000
(Kagawa et al. 2007)	K	$\%Yag = -4.054 + 0.16 \times Triceps + 0.154 \times IK + 0.281 \times Pazu + 0.263 \times KC + 0.229 \times DKK - 3.249 \times HKG + 0.517 \times RKC + 0.125 \times BC$	0.9354	0.8750

Kısaltmalar

$\%Yag$	% Vücut Yağ Yüzdesi (%)
Yag	% Vücut Yağı (kg)
BC	Bel Çevresi (cm)
KC	Kalça Çevresi (cm)
BKO	Bel Kalça Oranı
Xc	Reaktans
$Ht^2 \times R^{-1}$	Boy karelerinin direncine göre bölünmesi
FG	Fermuar Genişliği
VKI	Vücut Kitle İndeksi
HKG	Humerus Kemik Genişliği
DKK	Deri Kıvrım Kalınlığı
IK	İliak Kanat
RKC	Rahat Kol Çevresi
$\sum 3SF$	Triceps, subscapular, pazı genişlikleri toplamı
$\sum 7SF$	Göğüs, midaksiller, triceps, subscapüler, karın, suprailiak, uyluk toplamı
Ref	Referans

Geliştirilen vücut yağ yüzdesi hesaplama yöntemleri için bazı çalışmalarda tasarım ve kontrol grubu oluşturulmuş (Henry et al. 2018; Leahy et al. 2013) bazılarında ise sadece tasarım grubu oluşturulmuştur (Bielemann et al. 2016). Kontrol grubu oldukça önemlidir. Geliştirilen sistemin yeni verilere tepkisinin ölçülmesi, ne kadar performans ile çalıştığı tespit edilmelidir. Aksi halde sistemin güvenilirliği sorgulanmalıdır.

Geliştirilen eşitlik sistemlerinde korelasyon katsayısı (R) ve açıklayıcılık katsayısı (R^2) sıklıkla performans değerlendirme kriterleri olarak kullanılmıştır (Ferenci and Kovács 2018; Sandhu et al. 2010). Bunun yanı sıra standart hata, RMS değeri, duyarlılık ve özgüllüğün kullanıldığı çalışmalarda mevcuttur (Friedl et al. 2001; Fthenakis et al. 2012; Henry et al. 2018; Stevens et al. 2016). Bu parametreler dışında hataların karelerinin toplamı MSE , hata oranı (%) gibi farklı performans değerlendirme kriterlerinin kullanımı sistemlere olan güveni artırabilir.

SONUÇ

Türkiye'de yapılmış Türkçe veya İngilizce çalışmalar araştırılmış ancak herhangi bir çalışmaya rastlanılmamıştır. Bu nedenle Türkiye için değerlendirme yapılmamış olup öneriler sunulmuştur. Türkiye'de henüz böyle bir çalışmanın yapılmamış olması bu çalışmalara araştırmacıları teşvik etmelidir.

Türkiye'de vücut yağ yüzdesi hesabı için araştırma çalışmalarının yapılabilmesi için şu şekilde bir sistem tasarlanabilir. Yaş ve etnik yapıya göre planlama yapılmalıdır. Ayrıca çalışmaya dahil edilmeme kriterleri belirlenmelidir. Bunlara ek olarak, eşitlik için kullanılacak parametrelerin kolay elde edilebilir olması tercih edilmelidir. Vücut yağ yüzdesinin hesabı için maliyetine bakılmaksızın kaliteli referans bir yöntem tercih edilmelidir. Maliyet karşılanamayacak ise referans yöntem değiştirilebilir. Yöntem olarak yapay zekâ yöntemleri istatistiksel yöntemlere göre daha yüksek performans gösterebilir. Bu yüzden klasik yöntemlerden vazgeçilebilir.

Bu çalışmada sistemik bir derleme yapılarak vücut kompozisyonunun değerlendirilmesinde önemli bir faktör olan vücut yağ yüzdesinin hesaplamasında geliştirilen yöntemler analiz edilmiştir. Çalışmaların yapıldığı yer, zaman, örneklem büyüklüğü, tasarım ve kontrol grupları, demografik yapı olarak yaş, cinsiyet ve sistemlerin performansının değerlendirilebilmesi için korelasyon katsayısı (R) ve açıklayıcılık katsayısı (R^2), standart hata ve RMS değerleri toplanmış ve değerlendirilmiştir.

Sonuç olarak literatürde yapılan çalışmalar ışığında geliştirilen eşitliklerin cinsiyet, yaş, etnik yapının etkili olduğu ve bu bilgiler ışında eşitlikler geliştirildiği tespit edilmiştir. Eşitliklerin etkinliğinin bölge ve cinsiyete göre farklılık gösterdiği tespit edilmiştir. Bu nedenle eşitliğe ihtiyaç duyulduğunda uygun eşitlik seçimi yaşanan bölge, cinsiyet ve yaşa göre belirlenmelidir.

Geliştirilen eşitlikler için ölçüm maliyeti az olmasına karşın kısmen zahmetli olan antropometrik ölçümler kullanılmaktadır. Yeni bir eşitlik geliştirildiğinde bu kıstaslar ışığında araştırmalar planlanabilir. Türkiye'deki yapılara uygun olarak yeni akademik çalışmalara ihtiyaç vardır.

Finansal Destek

Bu sistemik derleme çalışması için herhangi bir kurum ya da kuruluştan finansal destek alınmamıştır.

KAYNAKLAR

- Akgül, M. N. 2016. "Boksörlerde 6 Haftalık Müsabaka Dönemi Antrenmanlarının Vücut Kompozisyonu Üzerine Etkisi." Selçuk Üniversitesi.
- Aristizabal, J. C., A. Estrada Restrepo, and A. Giraldo García. 2018. "Development and Validation of Anthropometric Equations to Estimate Body Composition in Adult Women." *Colombia Médica* 49(2):154–59.
- Ball, S. D., T. S. Altena, and P. D. Swan. 2004. "Comparison of Anthropometry to DXA: A New Prediction Equation for Men." *European Journal of Clinical Nutrition* 58(11):1525–31.
- Bielemann, R. M., M. C. Gonzalez, T. G. Barbosa-Silva, S. P. Orlandi, M. O. Xavier, R. B. Bergmann, M. C. Formoso Assunção, and Grupo de Estudos em Composição Corporal e Nutrição-CoCoNut. 2016. "Estimation of Body Fat in Adults Using a Portable A-Mode Ultrasound." *Nutrition* 32(4):441–46.
- Company, J. and S. Ball. 2010. "Body Composition Comparison: Bioelectric Impedance Analysis with Dual-Energy X-Ray Absorptiometry in Adult Athletes." *Measurement in Physical Education and Exercise Science* 14(3):186–201.
- Deurenberg, P., M. Deurenberg-Yap, J. Wang, F. P. Lin, and G. Schmidt. 2000. "Prediction of Percentage Body Fat from Anthropometry and Bioelectrical Impedance in Singaporean and Beijing Chinese." *Asia Pacific Journal of Clinical Nutrition* 9(2):93–98.

- Ferenci, T. and L. Kovács. 2018. "Predicting Body Fat Percentage from Anthropometric and Laboratory Measurements Using Artificial Neural Networks." *Applied Soft Computing* 67:834–39.
- Frankenfield, D. C., W. A. Rowe, R. N. Cooney, J. S. Smith, and D. Becker. 2001. "Limits of Body Mass Index to Detect Obesity and Predict Body Composition." *Nutrition (Burbank, Los Angeles County, Calif.)* 17(1):26–30.
- Friedl, K. E., K. A. Westphal, L. J. Marchitelli, J. F. Patton, W. C. Chumlea, and S. S. Guo. 2001. "Evaluation of Anthropometric Equations to Assess Body-Composition Changes in Young Women." *The American Journal of Clinical Nutrition* 73(2):268–75.
- Fthenakis, Z. G., D. Balaska, and V. Zafirooulos. 2012. "Uncovering the FUTREX-6100XL Prediction Equation for the Percentage Body Fat." *Journal of Medical Engineering & Technology* 36(7):351–57.
- Gallagher, D., S. B. Heymsfield, M. Heo, S. A. Jebb, P. R. Murgatroyd, and Y. Sakamoto. 2000. "Healthy Percentage Body Fat Ranges: An Approach for Developing Guidelines Based on Body Mass Index." *The American Journal of Clinical Nutrition* 72(3):694–701.
- Hastuti, J., M. Kagawa, N. M. Byrne, and A. P. Hills. 2018. "Anthropometry to Assess Body Fat in Indonesian Adults." *Asia Pacific Journal of Clinical Nutrition* 27(3):592–98.
- Henry, C. J., S. D/O Ponnalagu, X. Bi, and S. Y. Tan. 2018. "New Equations to Predict Body Fat in Asian-Chinese Adults Using Age, Height, Skinfold Thickness, and Waist Circumference." *Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics* 118(7):1263–69.
- Houtkooop, L., V. A. Mullins, S. B. Going, C. H. Brown, and T. G. Lohman. 2001. "Body Composition Profiles of Elite American Heptathletes." *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism* 11(2):162–73.
- Kagawa, M., D. Kerr, and C. W. Binns. 2006. "New Percentage Body Fat Prediction Equations for Japanese Males." *Journal of Physiological Anthropology* 25(4):275–79.
- Kagawa, M., C. Kuroiwa, K. Uenishi, M. Mori, A. P. Hills, and C. W. Binns. 2007. "New Percentage Body Fat Prediction Equations for Japanese Females." *Journal of Physiological Anthropology* 26(1):23–29.
- Leahy, S., C. O'Neill, R. Sohun, C. Toomey, and P. Jakeman. 2013. "Generalised Equations for the Prediction of Percentage Body Fat by Anthropometry in Adult Men and Women Aged 18–81 Years." *British Journal of Nutrition* 109(4):678–85.
- Liberati, A., D. G. Altman, J. Tetzlaff, C. Mulrow, P. C. Gøtzsche, J. P. A. Ioannidis, M. Clarke, P. J. Devereaux, J. Kleijnen, and D. Moher. 2009. "The PRISMA Statement for Reporting Systematic Reviews and Meta-Analyses of Studies That Evaluate Health Care Interventions: Explanation and Elaboration." *Journal of Clinical Epidemiology* 62(10):e1–34.
- De Lorenzo, A., A. Nardi, L. Iacopino, E. Domino, G. Murdolo, C. Gavrilu, D. Minella, G. Scapagnini, and L. Di Renzo. 2014. "A New Predictive Equation for Evaluating Women Body Fat Percentage and Obesity-Related Cardiovascular Disease Risk." *Journal of Endocrinological Investigation* 37(6):511–24.
- Minematsu, K., N. Takamura, K. Goto, S. Honda, K. Aoyagi, K. Moji, and N. Tsunawake. 2011. "A Proposed Method for the Evaluation of Body Fat in Japanese Adults That Predicts Obesity." *Nutrition Research* 31(2):113–21.
- Novack, L. F., G. A. Ferreira, R. L. Coelho, and R. Osiecki. 2014. "Novel Equations to Predict Body Fat Percentage of Brazilian Professional Soccer Players: A Case Study." *Motriz: Revista de Educação Física* 20(4):402–7.
- O'Connor, D. P., M. S. Bray, B. K. McFarlin, M. H. Sailors, K. J. Ellis, and A. S. Jackson. 2010. "Generalized Equations for Estimating DXA Percent Fat of Diverse Young Women and Men: The TIGER Study." *Medicine and Science in Sports and Exercise* 42(10):1959–65.
- Petry, L., L. L. Laubach, P. W. Hovey, N. L. Rogers, B. Towne, and W. C. Chumlea. 2005. "Development and Validation of an Anthropometrically Based Prediction Equation for Estimating the Percent Body Fat of Post-Menopausal Black Females." *Journal of Exercise Physiology Online* 8(4):20–28.

- van der Ploeg, G. E., S. M. Gunn, R. T. Withers, and A. C. Modra. 2003. "Use of Anthropometric Variables to Predict Relative Body Fat Determined by a Four-Compartment Body Composition Model." *European Journal of Clinical Nutrition* 57(8):1009–16.
- Polat, İ. G. 2017. "Er Stres ve Sik2 Karşılıklı İlişkisinin İnsan Öncül Yağ Hücre (LiSa-2) Farklılaşması Üzerine Etkisi." Gebze Teknik Üniversitesi.
- Pongchaiyakul, C., V. Kosulwat, N. Rojroongwasinkul, S. Charoenkiatkul, K. Thepsuthammarat, M. Laopaiboon, T. V. Nguyen, and R. Rajatanavin. 2005. "Prediction of Percentage Body Fat in Rural Thai Population Using Simple Anthropometric Measurements." *Obesity Research* 13(4):729–38.
- Ramirez-Zea, M., B. Torun, R. Martorell, and A. D. Stein. 2006. "Anthropometric Predictors of Body Fat as Measured by Hydrostatic Weighing in Guatemalan Adults." *The American Journal of Clinical Nutrition* 83(4):795–802.
- Salamunes, A. C. C., A. M. W. Stadnik, and E. B. Neves. 2018. "Estimation of Female Body Fat Percentage Based on Body Circumferences." *Revista Brasileira de Medicina Do Esporte* 24(2):97–101.
- Sandhu, J. S., G. Gupta, and S. Shenoy. 2010. "Prediction Equation for Calculating Fat Mass in Young Indian Adults." *Asian Journal of Sports Medicine* 1(2):101–7.
- Shao, Y. E. 2014. "Body Fat Percentage Prediction Using Intelligent Hybrid Approaches." *TheScientificWorldJournal* 2014:383910.
- Stevens, J., F. S. Ou, J. Cai, S. B. Heymsfield, and K. P. Truesdale. 2016. "Prediction of Percent Body Fat Measurements in Americans 8 Years and Older." *International Journal of Obesity* 40(4):587–94.
- Stevens, J., K. P. Truesdale, J. Cai, F. S. Ou, K. R. Reynolds, and S. B. Heymsfield. 2017. "Nationally Representative Equations That Include Resistance and Reactance for the Prediction of Percent Body Fat in Americans." *International Journal of Obesity* 41(11):1669–75.
- Sümer, A. 2014. "Topiramatin Yağ Hücre Farklılaşması ve Bazı Karbonik Anhidraz İzoenzimleri Gen Ekspresyonu Üzerine Etkisinin İn Vitro İncelenmesi." Karadeniz Teknik Üniversitesi.
- Sung, H. and J. Mun. 2017. "Development and Cross-Validation of Equation for Estimating Percent Body Fat of Korean Adults According to Body Mass Index." *Journal of Obesity & Metabolic Syndrome* 26(2):122–29.
- Swainson, M. G., A. M. Batterham, C. Tsakirides, Z. H. Rutherford, and K. Hind. 2017. "Prediction of Whole-Body Fat Percentage and Visceral Adipose Tissue Mass from Five Anthropometric Variables" edited by P. Tauler. *PLOS ONE* 12(5):e0177175.