

# VÜCUT KOMPOZİSYONU MODELLERİ

**Serkan AKSOY<sup>1</sup>**

**Erdil DURUKAN<sup>2</sup>**

## 1. GİRİŞ

Vücut kompozisyonu kilo ve büyümenin klinik sağlık ve spor bilimleri açısından hayati bir öneme sahiptir (Lesinsk, Prieske, Chaabene ve Granacher, 2020). Bebeklik ve çocukluk döneminde büyüme izlenirken vücut örnekleme kritik bir rol oynamaktadır. Okul çağındaki çocukların büyüme ve beslenme durumu (Malina, 1994) ile yaşlı yetişkinlerdeki metabolik sorunların tanımlanması, tedavisi ve klinik uygulanması (Ponti ve diğerleri, 2020) giderek daha fazla önem kazanmaktadır.

Vücut kompozisyonu bileşenlerinin karakterizasyonu, obezite ve obezite ile ilişkili metabolik risklerin anlaşılmasını sağlar (Meyvacı ve Ankaralı, 2021). Vücut kompozisyonu modelleri, vücut yapılarının özelliklerinden yararlanarak tanımlama ve tedavi amacıyla atomik hücreler, dokular ve organları içermektedir. Model içindeki iki temel bileşen olan yağ kütlesi ve yağsız kütlenin ölçülmesi ve değerlendirilmesi için sıklıkla tercih edilmektedir. Bu ölçümler, kilo yönetimi, spor performansı ve antrenman oyunları gibi alanlarda da kullanılmaktadır.

---

<sup>1</sup> Öğr. Gör., Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Ayvacık Meslek Yüksekokulu, Spor Yönetimi Bölümü, serkanaksoy@comu.edu.tr, ORCID: 0000-0003-1160-3539.

<sup>2</sup> Doç. Dr., Balıkesir Üniversitesi, Spor Bilimleri Fakültesi, Antrenörlük Eğitimi Bölümü, erdurukan@hotmail.com, ORCID: 0000-0002-1627-1388.

Vücut kompozisyonu literatürde ele alınırken, doğrudan, dolaylı ve sıklıkla dolaylı (çift dolaylı) ölçüm yöntemleri yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu yöntemler, karmaşık ve maliyetli laboratuvar tekniklerinin yanı sıra basit ve ekonomik saha yöntemlerini de basitleştirebilmektedir. Vücut kompozisyonunun doğrudan ölçümü için tek yol, kadavra çalışmalarıdır (Brozek, Grande, Anderson ve Keevet, 1963). Vücut yoğunluğunu ölçmek ve regresyon denklemleri geliştirmek için, "hidrostatik tartım" veya "hidrodensitometri" ve "hava yer değiştirme pletismografisi" gibi "altın standart" yöntemler sıklıkla kullanılmaktadır. Bu yöntemler, vücut kompozisyonunu belirlemede güvenilir ve doğrudan ölçümler sağlamaktadır. Bunun yanı sıra, gelişmiş görüntüleme teknikleri, vücut kompozisyonunu daha detaylı bir şekilde değerlendirmek için de kullanılabilir. Bu teknikler, bilgisayarlı tomografi (BT), manyetik rezonans görüntüleme (MRG) gibi yöntemleri içerir ve vücuttaki yağ, kas, kemik ve diğer bileşenleri daha ayrıntılı bir şekilde inceleme olanağı sağlamaktadır. Bu sayede, daha kapsamlı ve hassas vücut kompozisyon analizleri elde edilebilir.

## **2. VÜCUT KOMPOZİSYONU MODELLERİ**

Vücudun kimyasal bileşenlerine (su, protein, mineraller ve yağ dokusu) dayalı dört tip vücut kompozisyonu modeli geliştirilmiştir.

### **2.1.İki Kompartmanlı Model (2C Model)**

Bu model, ilk kez 1942'de önerilmiş olup en basit vücut kompozisyonu modelidir. Bu modele göre, ana gövde iki temel bölümden oluşur: Yağ kütlesi ve yağsız kütle. Modeldeki veriler, üç yetişkin erkek kadavradan elde edilmiştir. Ancak, kadavra ölçümleri teknik ölçümler yerine varsayımlara dayandığından, modelde bir miktar hata olasılığı bulunmaktadır. Hidrodensitometri, hava yer değiştirme pletismografisi (ADP) ve

hidrometri gibi ölçüm yöntemleri, 2C modelini temel alan tekniklerdir (Heysmsfield ve diğerleri, 2015). Bu yöntemler, vücut kompozisyonunu belirleme sürecinde yağ kütlesi ile yağsız kütle arasındaki ayrımı yapmak için kullanılmaktadır.

### **2.2.Üç Kompartmanlı Model (3C Model)**

Bu model, 1956 yılında geliştirilmiş olup vücuttaki üç temel bölümü tanımlar: toplam su, yağsız doku kütlesi ve yağ kütlesi. 2C modelinden farklı olarak, 3C modeli kas kütlesi hidrasyonu ve yoğunluğunu tahmin etme yeteneği sunar. Bu model, sabit bir protein-mineral oranının (0,35) var olduğunu varsayar. Bu nedenle, bazı durumlarda vücut protein ve kemik mineral kaybıyla ilgili doğru bilgilerin elde edilmesi mümkün olmayabilir (Andreoli, Garaci, Cafarelli ve Guglielmi, 2016).

### **2.3.Dört Kompartmanlı Model (4C Model)**

Bu model, vücudu dört temel bölüme ayırarak tanımlanır: yağ, su, protein ve mineraller. Bu modelde, proteinin minerale oranı sabit değildir; ancak, kemik mineralinin tüm vücut mineraline oranı sabittir. Su içeriği ve yağsız doku yoğunluğunun hesaplanmasında 3C modelinden daha üstündür. 4C modeli, teorik olarak 3C modelinden daha değerlidir, çünkü hem kemik mineral içeriğindeki hem de toplam vücut suyundaki değişiklikleri ölçebilme kapasitesine sahiptir (Kuriyan, 2018). Bu model, vücut kompozisyonunu daha detaylı ve kesin bir şekilde analiz etme yeteneğiyle öne çıkar. Özellikle kemik minerali ve vücut suyu değişikliklerini ölçme kapasitesi, araştırmacılara daha kapsamlı bir bakış açısı sunar. Bu nedenle, vücut kompozisyonunun daha ayrıntılı bir değerlendirmesini gerektiren durumlar için 4C modeli, diğer modellere göre daha avantajlı olabilir.

## **2.4.Çok Kompartmanlı Model**

1992 yılında tanımlanan bu model, vücut kompozisyonunu beş seviyeye ayırır: atomik seviye, moleküler seviye, hücresel seviye, doku sistemi ve tüm vücut. Bu beş düzeyde, 30'dan fazla bileşen incelenmektedir (Sital, Çavdar, Yeniçerioglu ve Çömlekçi, 2022).

**Atom Seviyesi:** Bu seviyede, vücut kompozisyonunu oluşturan temel atomlar incelenir. Oksijen (O), karbon (C), hidrojen (H) ve nitrojen (N) gibi atomlar, insan vücut ağırlığının yarısından fazlasını oluşturur. Bu seviyede yapılan hesaplamalar, sağlıklı bir bireyde toplam vücut potasyumunun belirlenmesine, hücre içi sıvı miktarına ve toplam hücre kütesine dair bilgiler sağlar.

**Moleküler Düzey:** Bu seviyede vücutta bulunan beş temel madde incelenir: yağ, su, protein, karbonhidratlar ve mineraller. Yağ yüzdesi genellikle %5 ile %50 arasında değişir. Normal bir insan vücudu, %10 su, %5 protein ve %5 minerallerden oluşur (Dutton, 1991). Bu seviyedeki analizler, moleküler düzeydeki bileşenlerin oranlarını belirleyerek vücut kompozisyonunu anlamamıza yardımcı olur.

Yağ, su, protein, karbonhidratlar, mineraller vücut kompozisyonunun temel bileşenleridir. Genel olarak, normal bir insan vücudu %10 su, %5 protein ve %5 minerallerden oluşur (Dutton, 1991). Yağ yüzdesi genellikle %5 ile %50 arasında değişir ve bireyler arasında farklılık gösterir. Vücut kompozisyonunu moleküler düzeyde belirlemek için kullanılan farklı yöntemler bulunmaktadır. Dual Enerji X-ışını Absorpsiyometri (DEXA) ve Biyoelektrik Empedans Analizi (BIA) gibi teknikler, vücuttaki yağ, su, protein ve diğer bileşenlerin oranlarını ölçmek için kullanılır.

**Hücre Dışı Çözünmüş Maddeler:** Hücre dışı çözünmüş maddeler, organik bileşenler arasında kollajen, elastin lifleri gibi

konnektif dokudaki yapıları ve inorganik maddeler arasında kalsiyum, potasyum gibi ağırlıklı olarak kemikte bulunan mineralleri içerir.

**Doku Sistemi Düzeyi:** Vücut bileşiminin dokular, organlar ve sistemlerden oluştuğu yaklaşımına dayanır. Bu seviyede dört ana bölüm incelenir: konnektif, epitelyal, kas ve sinir dokusu. Adipoz doku, genellikle deri altı bölgelerinde bulunan ve adipositleri, kollajen ve elastin liflerini içeren bir konnektif dokudur. Bu dokunun bileşimi ve vücuttaki dağılımı, hastalık riskinin belirlenmesinde önemlidir. Örneğin, visseral yağ dokusu insülin duyarlılığı, metabolik sendrom ve tip 2 diyabetle ilişkilidir (Demerath ve diğerleri, 2008).

**Tüm Vücut Seviyesi:** Vücudu genel boyutu, şekli, yüzey alanı ve yoğunluğu dahil olmak üzere bir bütün olarak değerlendirir. Vücut, uzuvlara, gövdeye ve başa bölünmüştür. Çeşitli antropometrik ölçümler kullanılarak değerlendirilen bu özelliklerin birçoğu kolaylıkla ölçülebilir. İzlemenin amacı, kişisel bakım alanlarını daha doğru bir şekilde tespit etmektir.

Belirli bir çözünürlükte yapılan ölçümler, kişinin becerisi, ekipman farklılıkları ve iletişim gibi faktörler ölçümün geçerliliğini belirler (Heyward ve Stolarsczyk, 1996). Yöntem seçimi, belirlenen vücut pozisyonu parametrelerine göre uyarlanmalıdır. Genel olarak, araştırma ve uygulamaya katılan klinik sağlık ekipleri, beslenme uzmanları ve spor bilimcileri, yağ kütlesi ve yağsız vücut kütlesini ayrıntılı bir şekilde analiz etmek için çeşitli yöntemlere başvurabilirler (Sinha, Duffull ve Al-Sallamben, 2018). Bu profesyoneller, uygulama alanlarına bağlı olarak özel ihtiyaçları karşılamak ve en uygun ölçüm yöntemini seçmek konusunda uzmanlaşmalıdır.

Yöntem seçimi, ölçüm için gereken süre, uygunluk, uzman ihtiyacı, evet sadece nikah, ilgili ölçüm teknikleri konusunda tecrübeli ve eğitilmiş uzmanların maliyeti,

laboratuvarında mı yoksa sahada mı kullanılabilir? farklı etnik köken ve kültürler, büyük gruplar ve farklı yaşlardaki insanlar, dijital verileri sınıflandırırken dikkat edilmesi gereken detaylar önemlidir. Örneğin yaşlı bir kişinin cilt kıvrımlarını ölçerken cildin elastikiyetine dikkat edin. Eğitimli bireylerin yeteneği, araç ve gereç ihtiyacı, ezberlenecek doğru hafıza kayıtlarına duyulan ihtiyaç, düşük okuryazarlık düzeylerinde yüksek hatırlama yanlılığı oluşturabileceği dikkate alınmamalıdır.

Literatürde, gövde kapağı modellerini ifade etmek için "compartment ONE" veya "binary" (bileşen) terimleri sıklıkla kullanılır. Bu terim, bireyin kimyasal yapısının ve parçalarının mevcut durumunu tanımlayan bir ifadedir. Bu bağlamda "kimevet" terimi, içeriği ifade eden bir terim olarak kullanılır. 2007 tanımına göre, bir bileşik daha basit bir bileşikten meydana gelir veya bir evrim geçirir. Metodoloji Terimleri Sözlüğü (1981) bu terimi "gelecekte bir tanesi yeterlidir" olarak açıklar. Beden içeriği ile ilgili kavramsal çalışmalarda sıklıkla kullanılan "Kopartmanvil", Türkçe Dernek Sözlüğü'nde "compartment" olarak Türkçeye çevrilen kelimelerden biridir. Biyolojik Terimler Sözlüğü (1998), bir "bölme"yi "kaburgalarla ayrılmış biyolojik bir yapının sınırlı, kapalı bir alanı" olarak tanımlar. Terminal Sözlüğü (2010) ise "bölüm" olarak tanımlar. Örneğin, sınıflar, organlar veya kemik mineralleri gibi tüm vücudun parçalarını (bölümlerini) sınıflandırır.

Vücut yağını değerlendirmek ve belirli anatomik bölgeleri incelemek amacıyla kullanılan indeksler arasında çevre ve çap ölçümleri önemli bir yer tutmaktadır (Heyward ve Stolarczyk, 1996). Bu ölçümler, triceps, biceps, subscapularis, göğüs, karın, orta shaft, üst kollar, akıntılar, baldırlar ve hatta anatomik bölgelere özel 3, 4 ve 7 alanı içeren vücudun genel yağ bileşenlerini değerlendirmek için kullanılır. Bu ölçümler, özellikle uzun vadeli klinik tıbbi uygulamalarda takip bakımı için önerilir ve genellikle kilo, boy, çap, çevre (ulnar-radyal, göğüs,

karın, kalça, kalça, baldır, biceps) ve cilt kıvrımı (anatomik bölge, spesifik tek bölge, 3, 4 ve 7 alan) gibi parametrelerle ilişkilendirilir. Ayrıca, BMI (Vücut Kitle İndeksi) gibi formüller de kullanılabilir (Jackson ve Pollock, 1978; Küçükkubaş ve Korksuz, 2020). Ancak, bu formüller genellikle daha önce belirtilen referans izlerinden türetilen dolaylı ölçümlerdir. Bu yöntemin, özellikle obezite ve anoreksi gibi durumlar için uygulanmasında, aşırı obezite nedeniyle yanıltıcı olabilecek farklılıklar göz önünde bulundurulmalıdır, çünkü bu kişilerin vücut suyu ve vücut yoğunluğu normale benzer değerlerden farklılık gösterebilir (Valsdottir ve diğerleri, 2021).

Disiplinler arası PR öğrencileri, güncel tıbbi durumu olan ve takip gerektiren bireylerin sağlık ve egzersiz uygulamalarıyla birlikte değerlendirilmelidir. Vücut kompozisyonu ölçümleri takip edilirken, ham antropometrik veriler (ağırlık, çevre, çap, cilt kıvrımı ölçümleri) toplanır, aynı zamanda vücut suyu, kemik mineral yoğunluğu ve varsa kemik tipi gibi faktörler de dahil edilir. Birden fazla yöntemin birleştirilmesi, sarkopenik obezite, spor ve fiziksel aktivitenin fiziksel sağlık, kas kütlesi, kemik yoğunluğu ve kemik kütlesi üzerindeki etkilerini belirlemek için DXA ve BIA yöntemlerinin (Poggiogalle, Parrinello, Barazzoni, Busetto, D.Onini, 2021) kullanılması gibi konularda daha kapsamlı bir değerlendirme sağlar.

Son yıllarda, sağlık risklerini belirlemede BMI dışındaki göstergeler ve antropometrik ölçüm limitleri temel alınarak yeni yaklaşımlar geliştirilmiştir. Bu yaklaşımlar, mevcut yağ kütlesine dayalı sağlık risklerini değerlendirmeyi amaçlamaktadır. Örnek olarak, Vücut Yağ İndeksi (Vücut Obezite İndeksi), Konik İndeks (Konik İndeks), Vücut Yuvarlaklık İndeksi gibi indeksler ve erkek çocuklarda karın bölgesi alanının bel bölgesine boy oranı gibi parametreler kullanılmaktadır.

BMI (Body Mass Index), ağırlık ile boy oranını gösteren yaygın bir sağlık riski göstergesidir. Halk sağlığı ve epidemiyolojide sıklıkla kullanılsa da, BMI'in hastalık tanısı için tek başına kullanılması bazı durumlarda yanıltıcı olabilir. BMI, yağ veya kas kütlelerinin içeriği, dağılımı veya miktarı hakkında spesifik bilgi sağlamaz. Bu nedenle, BMI değerleri kullanıcıya göre dikkatlice yorumlanmalıdır. İki kişinin yağsız vücut kitle dokusunun farklı hücre içeriği ve vücut şekli olabileceği durumlarda, aynı BMI değerine sahip iki kişi farklı sağlık riski kategorilerinde değerlendirilebilir. Ayrıca, aynı kilo ve boya sahip bireyler arasında, fiziksel aktivite düzeyi farklı olanların BMI değerleri de farklılık gösterebilir. Hareketsiz kişilerin BMI değerleri, aynı kilo ve boydaki aktif bireylerin BMI değerlerinden farklı sağlık risklerini temsil edebilir.

Yiyecek üzerine yapılan bir kondisyon yarışması, bireyin vücut kompozisyonunu etkileyebilir ve BMI değerlendirmesini iki göze göre yapmak yanıltıcı olabilir. Obezite, kas kütle ve vücut şekli gibi faktörler de dikkate alınmalıdır. Kemik mineral yoğunluğu ve içeriği, vücut kompozisyonunun belirli değişikliklerinden biridir ve günümüzdeki yaşam tarzı değişikliklerine bağlı olarak farklılık gösterebilir. Doğru ve kesin sonuçlar elde etmek için daha detaylı ölçümler ve değerlendirme yöntemleri gerekebilir. Küçükbaş ve Korkuz'un (2020) çalışmasında, 40 yaşındaki bireyler için normal DXA alanını referans alarak geliştirdikleri regresyon denklemi, vücut yağ yüzdesini BMI'ya göre belirlemek için kullanılmıştır. Bu regresyon denklemi, antropometrik ölçümleri de içerir ve daha yüksek mertebeden regresyon denklemleri kullanılarak geliştirilmiştir. Bu durumda, eğer mevcut eşikleri ölçemiyorsanız, Küçükbaş ve Korkuz' (2020)un regresyon denkleminde yer alan BMI değişkenini kullanarak, 40 yaşındaki bireylerin vücut kompozisyonu değerlerini takip edebilirsiniz. Bu tür regresyon denklemleri, belirli bir yaş grubundaki bireyler için daha spesifik

ve kişiselleştirilmiş vücut kompozisyonu tahminleri sunabilir, bu da sağlık durumlarını daha doğru bir şekilde değerlendirmenize yardımcı olabilir.

Popüler modelleri anket sitesindeki konumlarına göre kategorilere ayırın. 3, 4, 5 veya 6 bileşenli model olabilir. Veya örneğin. Vücut bileşiminin değerlendirilmesinde vücut yağ, su, protein ve kemik minerallerinin içeriği incelenirken dört bileşenli modelin kullanılmasından bahsedilmektedir (Tablo 1). Ayrıca su, yağsız vücut kütlesi (protein ve kemik kütle içeriği) ve dış yumuşak dokuların (kemik hariç) mineral yapısını belirlemek için çeşitli modeller kullanılır. Bu modellerin dinlenme sürelerinin uzatılması, vücut örneklerinin daha detaylı incelenmesine olanak sağlamaktadır (Toomey, Cremona, Hughes, Norton ve Jakeman, 2015).

**Tablo 1. Vücut Kompozisyonu Modelleri**

2-BİLEŞENLİ	3-BİLEŞENLİ	4-BİLEŞENLİ	5-BİLEŞENLİ	6-BİLEŞENLİ
YAĞ KÜTLESİ	YAĞ KÜTLESİ	YAĞ KÜTLESİ	YAĞ KÜTLESİ	YAĞ KÜTLESİ
	SU	SU	SU	SU
YAĞ HARİCİ KÜTLE	YAĞ HARİCİ KÜTLE	PROTEİN	PROTEİN	PROTEİN
		KEMİK MİNERAL İÇERİĞİ	KEMİK MİNERAL KÜTLESİ	KEMİK MİNERAL KÜTLESİ
			KEMİK HARİCİ MİNERAL KÜTLESİ	KEMİK HARİCİ MİNERAL KÜTLESİ
				GLİKOJEN

## 2.5.İki Bileşen Modeli

İki bileşenli model, vücut kompozisyonunu "yağlı kitle" ve "yağsız vücut kütlesi" olarak iki ana bileşene ayırarak değerlendirir. Bu model, vücut yağını ve yağsız vücut kütlesini belirlemek için kullanılır. Bu değerlendirme genellikle hidrostatik ölçüm, hava yer değiştirme pletismografisi ve DXA gibi referans tedavileri içerir. Hidrostatik ölçüm, bir kişinin su içindeki

ağırlığını ölçerek vücut yoğunluğunu belirler. Bu ölçümler, Siri (1956) ve Brozek (1963) formüllerini kullanarak vücut yağ yüzdesini hesaplamak için temel alınabilir. DXA (Dual-Energy X-ray Absorptiometry), vücuttaki farklı dokuları, özellikle yağ ve kemik kütlesini belirlemek için kullanılan bir yöntemdir. Bu yöntem, vücut kompozisyonunu daha detaylı bir şekilde değerlendirmek için kullanılır. Ayrıca, vücut yoğunluğunu ve vücut yağ yüzdesini belirlemek için yaş, cinsiyet ve etnik kökene göre özel olarak tasarlanmış regresyon denklemleri de kullanılabilir (Heyward ve Stolarczyk, 1996).

## **2.6.Üç Bileşenli Modelleyici**

Üç bileşen modeli, vücudun yapısını yağ kütlesi, su ve kas yapısı olarak detaylı bir şekilde inceleyen bir modeldir. Bu modelde, özellikle yağsız vücut kütlesi iki farklı şekilde test edilebilir: kimyasal veya anatomik olarak (Toomey ve diğerleri, 2015). Anatomik modeller genellikle vücut suyu ve yağsız vücut kütlesinin korunmasına dayanarak vücut ağırlığını belirlemek için kullanılır. Bu modeller, vücut kompozisyonunu anlamak için bireyin anatomik yapısını dikkate alır ve yağsız vücut kütlesini ölçer. Üç bileşenli model, yağ kütlesi, kemik mineral içeriği ve yağsız kütleyi (organlar gibi tüm mineralleri içeren dokular) inceleyerek farklı bir yaklaşım sunar. Bu model, DXA yöntemi kullanılarak günlük olarak ölçülen toplam kemik kütlesini içerir. Bu şekilde, üç bileşenli model, vücut kompozisyonunu daha kapsamlı bir şekilde değerlendirerek yağ kütlesi, kemik mineral içeriği ve yağsız kütleyi anlamak için güçlü bir araç sunar.

## **2.7.Dört Bileşenli Model**

Dört bileşenli model, vücut kompozisyonunu daha ayrıntılı bir şekilde inceleyen bir modeldir ve geniş bir veri yelpazesini içerir. Bu model, vücut aralığını, kimyasalları (yağ, su, kemik mineralleri, proteinler), sıvı metabolizmasını (hücre içi ve hücre dışı sıvılar), ve anatomik yapıyı (yağ dokusu, yumuşak

dokular) içerir. Dört bileşenli model, DXA dosyasında kemik mineral içeriğini gerektirir ve kemik, kaslar, yumuşak dokular ve yağ gibi farklı alanlardaki mineralleri belirleyebilir. Dört bileşenli model, yumuşak dokulardaki mineralleri belirlemek için Neutron aktivasyon yöntemini kullanarak geliştirilmiştir. Bu model, yağsız vücut kütleindeki protein/mineral içeriği oranının sabit olduğunu varsayar. Yani, yalın vücut durumunun değiştiği alanlar belirlenebilir. Bu model, vücut kompozisyonunu çok yönlü bir şekilde değerlendirir ve yağ, su, protein ve minerallerin içeriğini detaylı bir şekilde anlamak için kullanışlıdır. 4-Bileşenli modelin kullanımı, vücut kompozisyonunun daha kapsamlı bir değerlendirmesini sağlar.

4-Bileşen modelinin maliyeti, yaygın olarak uygulanmasını engelleyebilir, çünkü bu modelin direkt olarak ölçülmesi zor ve pahalı olabilir. Ancak, daha doğru sonuçlar elde etmek için, çok bileşenli modellerden geliştirilen vücut kompozisyonu regresyon denklemlerini kullanmak genellikle daha uygun bir seçenektir. Bu regresyon denklemleri, daha maliyet etkin ve pratik bir şekilde vücut kompozisyonunu tahmin etmek için kullanılabilir.

5 ve 6 Bileşenli Modeller, vücut kompozisyonunu daha ayrıntılı bir şekilde ele alır: 5 Bileşenli Model, üst vücut bakımını beş bileşende inceler: su, yağ içeriği, protein içeriği, kemik mineralleri ve kemik dışı yumuşak doku mineralleri dahil. 6 Bileşenli Model, kalan yumuşak dokunun mineral yaşını ve glikojen içeriğini de içerir. Kemığın mineral olmayan bileşenleri aynı zamanda yumuşak dokudaki mineralleri de içerir (Wang ve diğerleri, 2002). Bu modeller, vücut kompozisyonunu daha spesifik bir şekilde değerlendirmeye olanak tanır ve farklı bileşenleri içererek detaylı bilgiler sağlar.

### **3. SONUÇ**

Sonuç olarak; bu modeller, vücut kompozisyonunu daha ayrıntılı bir şekilde inceleyerek su, yağ, protein, kemik mineralleri ve diğer yumuşak dokular arasındaki dağılımı belirlemeye yönelik kapsamlı bir yaklaşım sunar. Bu, vücut bileşenlerindeki değişiklikleri daha hassas bir şekilde izlemeyi ve değerlendirmeyi mümkün kılar, sağlık ve egzersiz uygulamalarında daha kişiselleştirilmiş sonuçlara ulaşmayı destekler.

## **KAYNAKÇA**

- Andreoli, A., Garaci, F., Cafarelli, F. P. ve Guglielmi, G. (2016). Body composition in clinical practice. *European journal of radiology*, 85(8), 1461-1468.
- Brozek, J. (1963). Quantitative description of body composition: Physical anthropology's" fourth" dimension. *Current Anthropology*, 4(1), 3-39.
- Dutton, J. (1991). In vivo analysis of body elements and body composition. *University of Wales Science and Technology Review*, 8, 19-30.
- Hayward, V. ve Stolarczyk, L. (1996). Applied body composition. *Human Kinetics, Champaign*.
- Heymsfield, S. B., Ebbeling, C. B., Zheng, J., Pietrobelli, A., Strauss, B. J., Silva, A. M. ve Ludwig, D. S. (2015). Multi-component molecular-level body composition reference methods: evolving concepts and future directions. *Obesity Reviews*, 16(4), 282-294.
- Heyward, V. H. ve Stolarczyk, L. M. (1996). *Applied Body Composition Assessment*. Human Kinetics
- Jackson, A. ve Pollock, M. (1978). Generalized equations for predicting body density of men. *British Journal of Nutrition*, 40(3), 497-504.
- Küçükkubaş, N. ve Korkusuz, F. (2020). Dual X-ray absorptiometry can predict total and regional body fat percentage: A comparative study with skinfold thickness and body mass index for adult women. *Progress in Nutrition*, 22(3).
- Lesinski, M., Prieske, O., Chaabene, H. ve 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.

Malina, R. M. (1994). Physical activity training: effects on height and moves with the adolescent child. *Medicine and Science in Sport and Exercise*, 26 (6), 759-66.

Meyvacı, S. S. ve Ankaralı, H. (2021). Obez bireylerde Vücut Kompozisyonu Bileşenlerinin Modellenmesi. *Türkiye Diyabet ve Obezite Dergisi*, 5(1), 1-6.

Poggiogalle, E., Parrinello, E., Barazzoni, R., Busetto, L. ve Donini, L. M. (2021). Therapeutic strategies for sarcopenic obesity: a systematic review. *Current Opinion in Clinical Nutrition & Metabolic Care*, 24(1), 33-41.

Ponti, F., Santoro, A., Mercatelli, D., Gasperini, C., Conte, M., Martucci, M. ve Bazzocchi, A. (2020). Aging and imaging assessment of body composition: from fat to facts. *Frontiers in endocrinology*, 10, 861.

Sinha, J., Duffull, S.B ve Al Sallamben, H. S (2018). A review of the methods and models used in the mathematics related to the measurement of fat-free mass. *Clinical Pharmacokinetics*, 57 (7), 781-95.

Siri, W. E. (1956). *Body composition from fluid spaces and density: analysis of methods*.

Sitil, A., Çavdar, C., Yeniçerioglu, Y. ve Çömlekçi, A. (2002). Vücut Kompozisyonunu Değerlendirmede Kullanılan Yöntemler ve Kronik Böbrek Yetmezlikli Hastalardaki Uygulama Alanları. *Türk Nefroloji, Diyaliz ve Transplantasyon Dergisi*, 11(3).

Toomey, C. M., Cremona, A., Hughes, K., Norton, C. ve Jakeman, P. (2015). A review of body composition measurement in the assessment of health. *Topics in clinical nutrition*, 30(1), 16-32.

- Valsdottir, T. D., Øvrebø, B., Falck, T. M., Litleskare, S., Johansen, E. I., Henriksen, C. ve Jensen, J. (2021). Low-carbohydrate high-fat diet and exercise: Effect of a 10-week intervention on body composition and cvd risk factors in overweight and obese women—A randomized controlled trial. *Nutrients*, 13(1), 110.
- Wang, Z., Pi-Sunyer, D., Döviz, Kotler, D.P., Wielopolski, L., Solmuş, R.T. Pierson, R. N. ve Heymsfalan, S.B (2002). Second component methods: evaluation of new and traditional anal soft tissue mineral models by in vivo neutron activation analysis. *Bue American Journal of Clinical Nutrition*, 76(5), 968- 74.