

**T.C.
HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**FUTBOLCULARDA VÜCUT KOMPOZİSYONUNUN
İNCELENMESİ.**

Hüseyin ASLAN

**Spor Bilimleri ve Teknolojisi Programı
DOKTORA TEZİ**

**ANKARA
2014**

**T.C.
HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**FUTBOLCULARDA VÜCUT KOMPOZİSYONUNUN
İNCELENMESİ.**

Hüseyin ASLAN

**Spor Bilimleri ve Teknolojisi Programı
DOKTORA TEZİ**

**TEZ DANIŞMANI
Prof. Dr. Caner AÇIKADA**

**ANKARA
2014**

Anabilim Dalı :Spor Bilimleri ve Teknolojisi
Program :Spor Bilimleri ve Teknolojisi
Tez Başlığı :Futbolcularda Vücut Kompozisyonunun incelenmesi

Öğrenci Adı-Soyadı :Hüseyin ASLAN
Savunma Sınavı Tarihi :11.08.2014

Bu çalışma jürimiz tarafından yüksek lisans/doktora tezi olarak kabul edilmiştir.

Jüri Başkanı: Doç.Dr. Tahir HAZIR
(Hacettepe Üniversitesi)
Tez danışmanı: Prof.Dr. Caner AÇIKADA
(Hacettepe Üniversitesi)
Üye: Doç.Dr. Ümid KARLI
(İzzet Baysal Üniversitesi)
Üye: Doç.Dr. Alpay GÜVENÇ
(Akdeniz Üniversitesi)
Üye: Yrd.Doç.Dr. H.Hüsrev TURNAGÖL
(Hacettepe Üniversitesi)

ONAY

Bu tez Hacettepe Üniversitesi Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliğinin ilgili maddeleri uyarınca yukarıdaki jüri tarafından uygun görülmüş ve Sağlık Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu kararıyla kabul edilmiştir.


Prof.Dr. Ersin FADILLIOĞLU
Müdür

TEŞEKKÜR

Bu çalışmanın gerçekleştirilmesinde değerli katkılarından dolayı, aşağıda adı geçen kişi ve kuruluşlara içtenlikle teşekkür ederim.

Sayın Prof. Dr. Caner Açıkada, tez danışmanım olarak çalışmanın oluşturulması, yönlendirilmesi ve gerçekleşmesi açısından her konuda sürekli destek olmuş, değerli zamanını ayırmış ve önemli katkılarda bulunmuştur.

Sayın Doç. Dr. Ümid KARLI istatistiksel analizlerin planlanması ve uygulanması sırasında değerli zamanlarını ayırmış ve yol gösterici olmuşlardır.

Sayın Doç. Dr. Alpay GÜVENÇ tez çalışma esnasında değerli fikirleriyle destek vermiştir.

Ayrıca bu tezi hazırlamam sırasında sürekli ihmal ettiğim halde bana sabırla destek olan değerli eşim Şule hanım'a ve en kıymetli varlıklarım olan oğullarım Enes Ali, Furkan Eren ve Harun'a teşekkürü bir borç bilirim.

ÖZET

Aslan, H. Futbolcularda Vücut Kompozisyonunun İncelenmesi. Bu çalışmanın amaçları; futbolcu ve sporcu olmayan genç erkeklerde vücut iç yağının değerlendirilmesi ve vücut iç yağı ile deri altı yağı ve DEXA ile belirlenen vücut kompozisyonu değişkenleri arasındaki ilişkinin incelenmesidir. Dahası, bu çalışmanın başka bir amacı da erkek futbolcularda antropometrik ölçümlerle vücut kompozisyonlarının kestirilmesi için popülasyona özel regresyon denklemi geliştirilmesidir.

Çalışmaya yaşları 17-21 yaş arasında değişen 51 sporcu ve 50 sporcu olmayan toplam 101 erkek gönüllü olarak katılmıştır. Sporcular en az beş yıldır düzenli antrenman yapan futbol oyuncularından oluşmuştur. Antropometrik ölçüm olarak her bir sporcudan boy uzunluğu, vücut ağırlığı, çap, çevre ve deri kıvrım kalınlığı ölçümleri alınmıştır. Yağ kütlesi, yağ harici kütle (YHK) ve vücut yağ yüzdesi (VY%) DEXA cihazı ile belirlenmiştir. Subcutaneous abdominal yağ, preperitoneal abdominal yağ ve epigastrik yağ dokuları milimetre cinsinden Ultrason cihazı ile ölçülmüştür. Verilerin istatistiksel analizinde Bağımsız Örneklerde t-testi kullanılmış ayrıca, Pearson korelasyon katsayıları hesaplanmıştır. DEXA ile elde edilen VY% (bağımlı değişken) referans değişken ve antropometrik ölçümler (bağımsız) açıklayıcı değişken olarak alınmış Adım-Adım Çoklu Doğrusal Regresyon Analizi Yöntemleri uygulanarak regresyon (kestirim) denklemleri (RD) oluşturulmuştur. Denklemlerin geçerliği Çapraz Geçerlik Yöntemi ile araştırılmıştır.

Araştırma sonuçlarına göre; futbolcularda yağ kütle ve VY% sporcu olmayanlara göre anlamlı düzeyde düşük çıkarken ($p<0.05$), sporcuların sahip olduğu YHK'nin anlamlı düzeyde daha yüksek olduğu saptanmıştır ($p<0.01$). Bununla birlikte, dokuz farklı bölgeden alınan deri kıvrım kalınlıkları (subskapula, triseps, biceps, göğüs, abdomen, suprailiak-1, suprailiak-2, uyluk ve baldır deri kıvrım kalınlıkları), subcutaneous abdominal yağ ve epigastrik yağ dokusu değerlerinin sporcu olmayanlara göre futbolcularda anlamlı düzeyde daha düşük olduğu tespit edilmiştir ($p<0.05$). Çevre, çap ve deri kıvrım kalınlıkları değerleri ile VY% arasında anlamlı pozitif ilişkiler belirlenmiştir ($p<0.05$). Ayrıca, sporcularda subcutaneous abdominal yağ, preperitoneal abdominal yağ ve epigastrik yağ dokusu ile VY% arasında anlamlı

ilişkiler vardır ($p < 0.05$). VY% için toplam üç adet kestirim denklemi oluşturulmuştur. Regresyon denklemlerinin çoklu belirtme katsayıları (R^2) ve standart kestirim hataları (S) sırasıyla $R^2 = 0.85$, $S = \%2.38$ (RD1); $R^2 = 0.83$, $S = \%2.48$ (RD2); ve $R^2 = 0.79$, $S = \%2.77$ (RD3)'dir. Adım-Adım Çoklu Doğrusal Regresyon Analizi sonucunda subskapular ve uyluk deri kıvrım kalınlığı ve abdominal çevre değişkenleri erkek futbolcuların VY% değerlerinin kestiriminde ideal açıklayıcı değişkenler olarak saptanmıştır

Sonuç olarak gelecekte yapılacak olan benzer çalışmalarda farklı sporcu grupları kullanılarak vücut iç yağı ile sportif performans arasındaki ilişkinin incelendiği detaylı araştırmalara ihtiyaç duyulmaktadır. Bu çalışmada futbolcuların VY% değerlerinin kestiriminde kullanılacak yüksek R^2 ve düşük S'li çapraz geçerliği test edilmiş denklemler oluşturulmuştur. Futbolcuların VY% değerinin kestirimi için oluşturulan en iyi denklemde açıklayıcı değişken olarak subskapular ve uyluk deri kıvrım kalınlığı ve abdominal çevre yer almıştır.

Anahtar Kelimeler: DEXA, Ultrason, Antropometri, Visceral yağ Regresyon denklemi ve Vücut Yağ Yüzdesi.

ABSTRACT

Aslan, H. Analysing the Body Composition of Soccer Players. The purposes of this study were to assess level of visceral fat in relation to regular sport participation and to examine its relationship to subcutaneous fat and body composition measured by dual-energy x-ray absorptiometry (DEXA) in young male soccer players and non-athletes. Furthermore another purpose of this study was to develop population specific equations for estimating body fat percentage of male soccer players by using anthropometric measurements.

One hundred one 17 to 21 years old males (51 athletes and 50 non-athletes) voluntarily participated in this study. The athletes were soccer players who had been training regularly for at least five years. Anthropometric measurements including stature, body mass, circumference, breath and skinfold thickness measurements were obtained from each subject. Fat mass, fat free mass (FFM) and body fat percentage (BF%) were measured by DEXA. Subcutaneous abdominal fat, preperitoneal abdominal fat and epigastric fat tissue were also determined in millimetres by using ultrasound imaging technique. The data were analysed using independent samples Student t-test and Pearson's correlation coefficients were also calculated. Stepwise Multiple Linear Regression Analysis was performed using the BF% value obtained by DEXA as the reference variable and other measured anthropometric items as the explanatory variables in order to form prediction equations (EQ). Validity of the equations was examined with Cross Validation Method.

Independent samples t-tests indicated that both BF% and fat mass were significantly lower ($p < 0.05$), and FFM was significantly higher ($p < 0.01$) in the soccer players than in the non-athletic males. Furthermore, skinfold thicknesses from the nine sites, including subscapular, triceps, biceps, chest, abdominal, suprailiac-1, suprailiac-2, thigh and calf, subcutaneous abdominal fat and epigastric fat tissue of soccer players were significantly lower ($p < 0.05$) than those of non-athletic counterparts. Moreover, it was found that BF% was positively and significantly correlated with skinfold thicknesses, circumference and width measurements ($p < 0.05$). However, subcutaneous abdominal fat, preperitoneal abdominal fat and epigastric fat tissue were significantly related with BF% in only soccer players ($p < 0.05$). Totally three

equations were derived for BF%. The multiple coefficient of determination (R^2) and standard error of estimation (SEE) of these equations are given as followed: $R^2 = 0.85$, SEE = 2.38% (EQ1); $R^2 = 0.83$, SEE = 2.48% (EQ2); and $R^2 = 0.79$, SEE = 2.77% (EQ3). By the use of Stepwise Linear Regression Analysis, the results of this study indicated that subscapular and thigh skinfold thickness and abdominal circumference as ideal explanatory variables for estimating BF% of male soccer players.

In conclusion, these findings revealed that the relationship between visceral fatness and athletic performance may need to be examined further for future studies in which different athletic populations could be employed. Finally, cross validated prediction equations with high R^2 and low SEE were derived for BF% of male soccer players. It is concluded that subscapular and thigh skinfold thickness and abdominal circumference as explanatory variables for the best equation to estimate BF% of male soccer players.

Key Words: DEXA, Ultrasound, Anthropometry, Visceral fat, Regression Equation and Body fat percentage.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ONAY SAYFASI	iii
TEŞEKKÜR	iv
ÖZET	v
ABSTRACT	vii
İÇİNDEKİLER	ix
SİMGELER VE KISALTMALAR	xiii
ŞEKİLLER DİZİNİ	xiv
TABLolar DİZİNİ	xvi
GRAFİK DİZİNİ	xvii
1. GİRİŞ	1
1.1. Araştırmanın Amacı	5
1.2. Problemler	5
1.2.1. Alt Problemler	5
1.3. Sınırlılıklar	7
1.4. Sayılılar	7
1.5. Tanımlar	8
1.6. Araştırmanın Önemi	9
2. GENEL BİLGİLER	11
2.1. Vücut Kompozisyonu	11
2.2. Vücut Kompozisyonunun Sportif Performans Üzerindeki Etkileri	14
2.3. Vücut Kompozisyonunu Belirleme Modelleri	22
2.3.1. Anatomik Model	23
2.3.2. Moleküler model	23
2.3.3. Hücre model	25
2.3.4. Doku sistem model	25
2.3.5 İki Bileşenli (2-B) model	26
2.3.6 üç Bileşenli(3-B) model	27
2.3.7 Dört Bileşenli (4-B) model	27
2.3.8 Beş bileşenli model	28

2.3.9. Altı bileşenli (6-B) model	28
2.4. Hata kaynakları	28
2.4.1. Modelden kaynaklanan hatalar	28
2.4.2. Teknikten kaynaklanan hatalar	28
2.4.3. Cihazdan kaynaklanan hatalar	29
2.5. Vücut kompozisyonunu belirlenmesi	29
2.5.1. Dual-energy x-ray absorptiometry (DXA)	29
2.5.1.1. DXA' nın Çalışma prensibi	31
2.5.2. Ultrason (US)	32
2.5.3. Antropometrik Yöntem	33
2.6. Deri kıvrım kalınlığı ölçümleri	36
2.6.1. Deri kıvrım kalınlığı ölçümlerinde uyulması gereken kurallar	36
2.6.2. Çevre ve Çap Ölçümlerinde uyulması gereken kurallar	36
3. GEREÇ VE YÖNTEM	37
3.1. Denekler	37
3.2. Araştırma Yöntemi	38
3.3. Veri Toplama Araçları	39
3.3.1. Vücut Ağırlığı ve Boy Ölçümü	39
3.3.2. Antropometrik ölçümler	40
3.3.2.1. Çevre Ölçümleri	40
3.3.2.2. Çap Ölçümleri	40
3.3.2.3. Deri Kıvrım Kalınlığı Ölçümleri	40
3.3.3. Dual-energy x-ray absorptiometry (DXA) ölçümleri	41
3.3.4. Ultrason	42
3.5. Ön Çalışmalar	42
3.5.1. Dual-energy x-ray absorptiometry (DXA) ölçümleri	42
3.5.2. Ultrason ölçümleri	45
3.5.3. Boy Ölçümü	48
3.5.4. Çevre Ölçümleri	49
3.5.4.1. Boyun Çevresi	50
3.5.4.2. Omuz Çevresi	51

3.5.4.3. Karın (Abdominal) Çevresi	52
3.5.4.4. Kalça Çevresi	52
3.5.4.5. Uyluk Çevresi	53
3.5.4.6. Baldır Çevresi	53
3.5.4.7. Biseps (Üst Kol) Çevresi	54
3.5.4.8. Fleksiyonda Biseps Çevresi	55
3.5.4.9. Ön Kol Çevresi	55
3.5.4.10. El Bileği Çevresi	56
3.5.5. Çap Ölçümleri	57
3.5.5.1. Biakromial Çap	58
3.5.5.2. Omuz Genişliği	58
3.5.5.3. Bi-iliak Çap	59
3.5.5.4. Bitrokanterik Çap	59
3.5.5.5. Diz Çapı (Femur Epikondil)	59
3.5.5.6. Dirsek Çapı (Humerus Epikondil)	60
3.5.6. Deri Kıvrım Kalınlığı Ölçümleri	61
3.5.6.1. Göğüs Deri Kıvrım Kalınlığı	62
3.5.6.2. Subskapula Deri Kıvrım Kalınlığı	63
3.5.6.3. Suprailiak I Deri Kıvrım Kalınlığı	64
3.5.6.4. Suprailiak II Deri Kıvrım Kalınlığı	64
3.5.6.5. Abdominal Deri Kıvrım Kalınlığı	65
3.5.6.6. Triseps Deri Kıvrım Kalınlığı	66
3.5.6.7. Biseps Deri Kıvrım Kalınlığı	67
3.5.6.8. Uyluk Deri Kıvrım Kalınlığı	68
3.5.6.9. Baldır Deri Kıvrım Kalınlığı	69
3.6. Verilerin Analizi	70
4. BULGULAR	72
4.1. Sporcu ve Sedanterlerin Tüm Ölçümlerinin Tanımlayıcı İstatistikleri	72
4.2. Sporcu ve Sedanterlerin Antropometrik Ölçümler ve Vücut Kompozisyonu Verileri Bakımından Karşılaştırılması	75
4.3. Sporcularda Vücut Yağ Yüzdesi, Yağ Kütle ve	

Yağ Harici Kütle ile Antropometrik Ölçümler arası İlişki	80
4.4. Sporcular ve Sedanterlerde Vücut Ağırlığı, Vücut Yağ Yüzdesi ve Yağ Kütle ile Ultrason Verileri Arası İlişki	83
4.5. Sporcularda Vücut Yağ Yüzdesinin Kestirimi için Antropometrik Ölçümlerin Kullanıldığı Regresyon Denklemleri	85
5. TARTIŞMA	91
6. SONUÇ VE ÖNERİLER	100
6.1. Sonuçlar	100
6.2. Öneriler	102
KAYNAKLAR	103
EKLER	
EK 1: Etik Kurul Raporu	
EK 2: Bilgilendirilmiş Olur Alma Formu	
EK 3: Bilgilendirilmiş Olur Formu Kontrol Listesi	
EK 4: Veri Toplama Formu	

SİMGELER VE KISALTMALAR

DEXA	Dual energy x-ray absorbsiometry
US	ultrason
VY%	Vücut Yağ Yüzdesi
YHK	Yağ Harici Kütle
YK	Yağ Kütle
TDKK	Toplam Deri Kıvrım Kalınlığı

ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa	
Şekil 2.1.	Vücut kompozisyonunun modelleri	23
Şekil 2.2.	Moleküler Model Bileşenleri	24
Şekil 3.1.	Seca 769 Digital Medical Scale 440 x 0.2 lb ölçüm aleti.	39
Şekil 3.2.	Antropometrik Set	40
Şekil 3.3.	DPX NT Model Dual-energy x-ray absorptiometry (DXA) ölçüm cihazı	41
Şekil 3.4.	Ultrason : SIEMENS ACUSON S3000 Ultrasound System model ölçüm cihazı.	42
Şekil 3.5.	Denek pozisyonlama	43
Şekil 3.6.	Dual-energy x-ray absorptiometry (DXA) ölçümü	43
Şekil 3.7.	Dual-energy x-ray absorptiometry (DXA) tüm vücudun yumuşak doku ölçüm sonuçları	44
Şekil 3-8.	Ultrason (US) ölçümü	45
Şekil. 3.9.	Subcutaneous Abdominal Yağ (SAY)	46
Şekil. 3.10.	Preperitoneal Abdominal Yağ (PAY)	46
Şekil. 3.11.	Epigastrik Yağ doku (EYD)	47
Şekil 3.12.	Boy ve Kilo Ölçümü	49
Şekil 3.13.	Boyun Çevresi Ölçümü	50
Şekil 3.14.	Omuz Çevresi Ölçümü	51
Şekil 3.15.	Karın Çevresi Ölçümü	52
Şekil 3.16.	Uyluk Çevresi Ölçümü	53
Şekil 3.17.	Baldır Çevresi Ölçümü	53
Şekil 3.18.	Üst Kol Çevresi Ölçümü	54
Şekil 3.19.	Fleksiyonda Biseps Çevresi Ölçümü	55
Şekil 3.20.	Ön Kol Çevresi Ölçümü	55

Şekil 3.21.	El Bileği Çevresi Ölçümü	56
Şekil 3.22.	Biakromial Çap Ölçümü	58
Şekil 3.23.	Omuz Genişliği Ölçümü	58
Şekil 3.24.	Bi-iliak Çap Ölçümü	59
Şekil 3.25.	Dirsek Çapı Ölçümü	60
Şekil 3.26.	Göğüs Deri Kıvrım Kalınlığı Ölçümü	62
Şekil 3.27.	Subskapula Deri Kıvrım Kalınlığı Ölçümü	63
Şekil 3.28.	Suprailiak I Deri Kıvrım Kalınlığı Ölçümü	64
Şekil 3.29.	Suprailiak II Deri Kıvrım Kalınlığı Ölçümü	64
Şekil 3.30.	Abdominal Deri Kıvrım Kalınlığı Ölçümü	65
Şekil 3.31.	Triseps Deri Kıvrım Kalınlığı Ölçümü	66
Şekil 3.32.	Biseps Deri Kıvrım Kalınlığı Ölçümü	67
Şekil 3.33.	Uyluk Deri Kıvrım Kalınlığı Ölçümü	68
Şekil 3.34.	Baldır Deri Kıvrım Kalınlığı Ölçümü	69

TABLOLAR DİZİNİ

		Sayfa
Tablo 2.1.	Tablo 2.1. Erkek ve Bayanlar için Vücut Yağ Yüzde Değerleri Standartları	12
Tablo 2.2.	Elit Futbol Oyuncularının Antropometrik Özellikleri	19
Tablo 2.3.	Bazı Spor Dallarındaki Adolesan Sporcuların Vücut Kompozisyonu Profilleri	20
Tablo 2.4.	Bazı Spor Dallarındaki Genç Yetişkin Sporcuların Vücut Kompozisyonu Profilleri	21
Tablo 2.5.	Çeşitli yöntemlerle ölçümü doğrudan yapılan vücut bileşen parametreleri özeti	26
Tablo 3.1.	Ultrason Ölçümlerine İlişkin Test-Tekrar Test Analiz Sonuçları.	48
Tablo 3.2.	Çevre Ölçümlerine İlişkin Test-Tekrar Test Analiz Sonuçları.	57
Tablo 3.3.	Çap Ölçümlerine İlişkin Test-Tekrar Test Analiz Sonuçları.	60
Tablo 3.4.	Deri Kıvrım Kalınlığı Ölçümlerine İlişkin Test-Tekrar Test Analiz Sonuçları	69
Tablo 4.1.	Sporculara Ait Ölçümlerin Aritmetik Ortalama, Standart Sapma, En Küçük ve En Büyük Değerleri (n=51)	73
Tablo 4.2.	Sedanterlere Ait Ölçümlerin Aritmetik Ortalama, Standart Sapma, En Küçük ve En Büyük Değerleri (n=50)	74
Tablo 4.3.	Boy, vücut ağırlığı ve vücut kompozisyonu verileri için sporcular ile sedanterlerin bağımsız örneklemlerde t-testi ile karşılaştırılması	75
Tablo 4.4.	Çevre ölçümleri için sporcular ile sedanterlerin bağımsız örneklemlerde t-testi ile karşılaştırılması	76
Tablo 4.5.	Çap ölçümleri için sporcular ile sedanterlerin bağımsız örneklemlerde t-testi ile karşılaştırılması	77
Tablo 4.6.	Deri Kıvrım Kalınlığı ölçümleri için sporcular ile sedanterlerin bağımsız örneklemlerde t-testi ile karşılaştırılması	78

Tablo 4.7.	Ultrason ölçümleri ile elde edilen veriler için sporcular ile sedanterlerin bağımsız örneklerde t-testi ile karşılaştırılması	79
Tablo 4.8.	Sporcularda vücut yağ yüzdesi ile çevre ölçümleri arası ilişki	80
Tablo 4.9.	Sporcularda vücut yağ yüzdesi ile çap ölçümleri arası ilişki	81
Tablo 4.10.	Sporcularda vücut yağ yüzdesi ile deri kıvrım kalınlığı ölçümleri arası ilişki	82
Tablo 4.11.	Sporcular için vücut ağırlığı, vücut yağ yüzdesi ve yağ kütle ile ultrason verileri arası ilişki	83
Tablo 4.12.	Sedanterler için vücut ağırlığı, vücut yağ yüzdesi ve yağ kütle ile ultrason verileri arası ilişki	84
Tablo 4.13.	Vücut Yağ Yüzdesi Verisine İlişkin Adım-Adım Çoklu Doğrusal Regresyon Analizi Sonucu	85
Tablo 4.14.	Vücut Yağ Yüzdesi Verisine İlişkin Adım-Adım Çoklu Doğrusal	87
Tablo 4.15.	Vücut Yağ Yüzdesi Verisine İlişkin Adım-Adım Çoklu Doğrusal Regresyon Analizi Sonucu	89
Tablo 5.1.	Vücut Yağ Yüzdesi İçin Literatürdeki Bazı Antropometrik Kestirim Denklemleri	98

GRAFİK DİZİNİ

	Sayfa
Grafik 4.1. Model A1 için Kestirim Değerlerine Karşı Student Türü Artıkların Saçılım Grafiği	86
Grafik 4.2. Model A1 için Student Türü Artıkların Normalliğine İlişkin Q-Q Grafiği.	86
Grafik 4.3. Model A2 için Kestirim Değerlerine Karşı Student Türü Artıkların Saçılım Grafiği	88
Grafik 4.4. Model A2 için Student Türü Artıkların Normalliğine İlişkin Q-Q Grafiği.	88
Grafik 4.5. Model A3 için Kestirim Değerlerine Karşı Student Türü Artıkların Saçılım Grafiği	90
Grafik 4.6. Model A3 için Student Türü Artıkların Normalliğine İlişkin Q-Q Grafiği	90

1. GİRİŞ

Vücutun çeşitli bölgelerinden elde edilen çevre ve uzunluk ölçümleri kullanılarak, vücut segmentlerinin proporsiyonu ve vücut ebatlarının değerlendirilmesi amacıyla yapılan çalışmalar M.Ö. 400'lü yıllara kadar dayanmaktadır. Antropometrik teknikler bu amaçla yaklaşık 100 yıldan fazla bir zamandır vücut ebatlarının ve proporsiyonunun değerlendirilmesinde kullanılan yegane yöntem olagelmıştır (Stewart, 2012; Heyward ve Stolarczyk, 1996).

Deri kıvrım kalınlığı (DKK) ölçümlerinin kullanılması ile deri altı adipoz doku kalınlığının tespiti çeşitli amaçlar için 1915'den beri araştırmacılar tarafından kullanılmaktadır. Bununla birlikte Matiegka adlı araştırmacı, boy uzunluğu, vücut ağırlığı, çevre ve DKK ölçümlerinden faydalanarak vücut yağının tahmini için ilk kestrim eşitliğini 1921 yılında geliştirmiştir (Stewart, 2012). Daha sonra DKK ölçümleri 1960 ve 1970'li yıllarda, toplam vücut yoğunluğu ve vücut yağının tahmini amacıyla geliştirilen antropometrik eşitliklerde yoğun olarak kullanılmaya başlanmıştır. Ayrıca DKK ölçümlerinden, gövde ve ekstremitelerdeki deri altı yağ oranları kullanılarak, bölgesel yağ dağılımı hakkında bilgi edinmek için de sıkça faydalanılmıştır (Wang, 2000; Heyward, 1996; Pollock, 1984; Lohman, 1984).

Günümüzde ise vücut kompozisyonunun tahmini için yapılan regresyon analizlerine DKK değerlerinin yanı sıra çeşitli çevre ve çap ölçümlerinden elde edilen değerlerin de eklenmesi ile birlikte denklemlerin kestrim kuvveti artırılmaya çalışılmıştır (Roche and Heymsfield 1996; Tamer, 1995; Zorba ve Ziyagil, 1995; Özer, 1993; Açıkada ve ark, 1991; Karlı ve ark, 2013).

Vücut kompozisyonu genel olarak yağ dokusu, kemik, kas dokusu, diğer organik maddeler ve hücre dışı sıvılardan oluşmaktadır. Vücut kompozisyonu yağlı ve yağsız kütleler olarak iki bileşene ayrılabilir (Svendsen ve ark, 1991; Haarbo ve ark, 1991). Yağsız kütlelere; kas, kemik, su, sinir, damarlar ve diğer organik maddeler girmektedir. Yağlı kütleler ise; derialtı ve depo yağları ve esensiyel (öz) yağlar olarak sınıflandırılabilir (Ellis, 2000). Bu yağlar yapısal olarak kahverengi ve beyaz yağlar olmak üzere iki grupta incelenir. Kahverengi yağlarda A, D, E gibi yağda eriyen vitaminler vardır. Bu yağların rengi kahverengidir ve yapılarında mitokondria da bulunur. Bu türdeki yağ hücreleri içerisinde kılcal kan damarları ve

sempatik sinirler vardır. ATP sentezi olmadan çok yüksek ısı üretirler ve sitogram pigmenti bulunur. Norepinefrin, epinefrin, ACTH hormonları organizmada bu yağların kullanılmasını hızlandırır. Diğer yağ türü olan beyaz yağların ise rengi beyazdır ve içeriğinde mitokondria organeli yoktur. Ayrıca bu yağ türünde kılcak kan damarları bulunmaz, trigiliseridler halinde kanda dolaşırlar ve hücre içinde enerji açığa çıkarılmasında kullanılarak ATP sentezlenmesi sürecinde yer alırlar. İç ısıyı izole eder, destek doku vazifesi görür A, E, D ve K gibi yağ da eriyen vitaminler bu tür yağlarda işlev görür (Heyward ve Stolarczyk, 1996).

Vücut kompozisyonu ölçümleri iki bileşenli (yağ kütle ve yağ harici kütle), üç bileşenli (yağ kütle, yağ harici kütle ve toplam vücut suyu) ve dört bileşenli (yağ kütle, yağ harici kütle, toplam vücut suyu ve mineral) yapılarla incelenmektedir (Wang ve ark.,1992; Martin ve Drinkwater , 1991; Keys ve Brozek, 1953). Ancak yaygın olarak yağsız vücut ya da yağ harici kütle (YHK) ve yağ kütle olarak iki bileşenli yapı yaklaşımıyla incelenmektedir (Siders ve ark 1991; Melby ve ark 1990). Yağsız vücut kütlesi ve yağ kütle tanımlamaları yerine; bu bileşenlerin yüzdesel oranlarının (YHK% ve YK%) daha yaygın bir biçimde kullanıldığı görülmektedir (Brozek, 1966; Siri, 1956). Vücut kompozisyonunu etkileyen önemli faktörler ise yaş (Perissinotto ve ark., 2002), cinsiyet (Srdic ve ark., 2012), spor yapma (Nelson ve ark 2011) ya da zindelik durumu, fiziksel aktivite düzeyi (Nikolaidis, 2012; Mak, 2010), sağlık durumu (Villareal ve ark., 2005) ve beslenme (Forster ve Gariballa 2005) dir.

İdeal vücut bileşimi farklı spor dallarında çeşitlilik gösterir. Fakat temelde düşük yağ oranının fiziksel performansa olumlu etkisi olduğu ilkesi geçerlidir. Vücut yağ oranının yüksek olması kuvvet, çeviklik, sürat ve esnekliğin olumsuz etkilenmesine ayrıca dayanıklılık sporlarında fazladan enerji kaybına neden olabilmekte ve fiziksel performansı olumsuz yönde etkileyebilmektedir (Engels ve ark, 2002). Vücut kompozisyonu ile ilgili yapılan araştırmaların temelini, vücut kompozisyonunun sporcuların performansı üzerindeki muhtemel etkisi araştırılması oluşturmaktadır. Sporcuların morfolojik ve fizyolojik durumlarının ortaya konması başarı için artık bir zorunluluk olarak görülmektedir. Günümüzde değişik spor dalları arasında Futbol dünya çapında ekonomik bir sektör haline gelmesi ile dikkatleri

üzerinde toplamaktadır. Futbol branşındaki sporcuların morfolojik ve fiziksel yapılarını değerlendirmek, yüksek düzeyde fiziksel performansı elde edebilmek için kaliteli antrenmanların uygulanabilmesinde bir ön koşul olarak gözükmektedir.

Konuyla ilgili olarak yapılan litaretür taramasında iç organ yağlanması ile antrenman ve sportif performans arasındaki ilişkiyi inceleyen her hangi bir çalışmaya raslanmamıştır. Bu yönüyle yapılan bu çalışma ele aldığı konu itibarıyla bir ilk olmaktadır.

Diğer taraftan, vücut kompozisyonunun belirlenmesinde direkt ve direkt olmayan ölçüm yöntemleri olmak üzere iki yaklaşım bulunmaktadır. Direkt yöntem, insan ve hayvan kadavralarında bir takım kimyasal işlemlerle dokuları ayırmak ve farklı dokuların miktarını belirlemek temeline dayanmaktadır. Direkt olmayan ölçüm yöntemleri ise, hidrostatik tartım, antropometrik ölçümler, biyoelektrik impedans analizi, kızılötesi interaktans, dual energy x-ray absorpsiometry (DEXA) ve ultrason gibi çeşitli görüntüleme tekniklerini içerir. Geçerli olan direkt yöntemler, direkt olmayan yöntemlerin geçerliliklerini test etmek amacı ile kullanılırlar. Sporcu olmayan insanlar ve sporcu popülasyonları üzerinde direkt olmayan yöntemler uygulanabilmektedir. Direkt olmayan yöntemler arasında vücut kompozisyonunu doğruya en yakın ya da geçerli olarak belirleyen yöntemlerden bir tanesi de DEXA ölçümüdür. Roubenhoff ve arkadaşları, DEXA'nın üç bileşenli modelinde yer alan yağ kütlesi, yağsız vücut kütlesi ve kemik mineral içerik miktarını belirlemede "altın standart" olduğunu ileri sürmüşlerdir (Machann ve ark, 2003). Ancak DEXA cihazının pahalı olması ve geniş popülasyonlar üzerinde yapılacak araştırmalar için pratik olmayışı, DEXA'nın daha çok antropometrik ölçümler ve biyoelektrik impedans analizi gibi vücut kompozisyonunun belirlenmesinde kullanılan diğer pratik yöntemlerin geçerliliklerinin incelenmesi ve gerektiğinde bu yöntemler için regresyon denklemlerinin geliştirilmesi amacıyla referans ölçüm olarak sıkça kullanılmasına yol açmaktadır (Dutton, 1991; Joseph ve ark, 1991 Hallıs,1969).

Diğer taraftan ultrason yöntemi, abdominal yağlardan subcutaneous (karın ön duvarı ile karın derisinin altında biriken yağ), preperitoneal (karın ön duvarındaki kasın iç yüzü ile bağırsaklar arasında kalan karın boşluğu yağı), visceral (iç organların yüzeyindeki yağ), liver steatosis (karaciğer yağı) miktarını belirlemede

non-invasiv, ucuz, güvenilir bir biçimde kullanılabilir (Kehayias ve ark 1991; Durnin, ve Womersley, 1974).

Ultrason vücut iç yağı ile kardiyovasküler hastalıkların belirlenmesinde sıkça kullanılan bir yöntemdir (Reinehr T. ve Wunsch R., 2010).

Helena-Seibert ve arkadaşlarının 2013 yılında yaptıkları çalışmada visceral yağ ve kardiyovasküler hastalıklar arasındaki ilişkiyi incelemek için 49 kontrol gurup ve 46 obezite olmak üzere toplam 95 denek üzerinde ölçümler yapmışlar. Yapılan ölçümler sonucunda anlamlı düzeyde kardiyovasküler hastalık riski olan katılımcıları belirlemişlerdir.

Literatürde, vücut kompozisyonunun belirlenmesi için sporculara dönük ultrason ölçümü ile vücut iç yağı miktarını da dikkate alarak geliştirilmiş regresyon denklemlerine rastlanmamaktadır. Ancak yapılan çalışmalarda vücut kompozisyonu ile vücut iç yağı miktarının korelasyon sağladığı belirtilmektedir (Park ve ark.,2003).

Yine Park ve arkadaşlarının 2003 te yaptıkları 30 obezite katılımcı ile yaptıkları çalışmada 10 ar kişilik üç guruba ayırmışlar ve kontrol gurubuna hiçbir çalışma yaptırmazlarken birinci guruba haftada 6 gün kuvvet antrenmanı yaptırmışlar. İkinci guruba haftada üçgün kuvvet, üç günde dayanıklılık antrenmanı yaptırmışlardır. Dayanıklılık antrenmanlarını maksimal kalp atımının (MK) % 60-70 i ile yaptırmışlardır. Çalışma öncesi ve sonrası abdomen subcutaneous yağ, visceral yağ düzeyleri bilgisayarlı tomoğrafi (CT) cihazı ile ölçmüşler ölçümler sonucunda kontrol gurubunda herhangi bir değişiklik olmazken yalnızca kuvvet antrenmanı yaptırılan birinci guruba göre dayanıklılık anremanı yaptırılan ikinci gurubta daha fazla abdomen subcutaneous yağ ve visceral yağlarda anlamlı düzeyde düşüş olduğunu gözlemlemişlerdir.

Ülkemizde ise vücut kompozisyonunun belirlenmesinde hidrostatik tartım ölçüm yöntemini referans olarak farklı spor branşlarına yönelik geliştirilmiş birtakım regresyon denklemleri olmakla birlikte, bu çalışmalarda vücut iç yağ miktarının dikkate alınmadığı görülmektedir (Hazir, 2010; Tamer, 1995; Zorba ve Ziyagil, 1995; Açıkada, 1991; Karlı ve ark, 2013; Karlı ve ark, 2011). Yapılan literatür taramasında, DEXA ölçümünü referans olarak, ayrıca vücut iç yağı miktarını da dikkate alarak futbolculara yönelik herhangi bir regresyon denklemi geliştirme

çalışmasına rastlanılmamıştır. Buradan hareketle bu çalışmanın temel amacı, sporcu olmayan popülasyonla sporcu popülasyonu arasında toplam vücut yağı ve iç organ yağ miktarı arasında fark olup olmadığının belirlenmesi. Ayrıca karın bölgesi yağ miktarı ve iç organ yağları ile en yüksek ilişki gösteren antropometrik verileri tespit ederek ve DEXA ölçümünü referans alarak futbolculara yönelik saha koşullarında uygulanabilir regresyon formüllerini geliştirmektir.

1.1. Araştırmanın Amacı

Bu çalışmanın birincil amacı futbolcular ile sedanter bireylerin genel vücut yağı ve viseral yağlılıklarının karşılaştırılması ve ikincil olarak yüksek ilişki gösteren antropometrik ölçümlerden hareketle DEXA yöntemi ile genç futbolculara dönük vücut kompozisyonu prediksyonu için regresyon denklemi geliştirilmesidir.

1.2. Problemler

Futbolcular ve sedanter bireyler arasında genel vücut yağlılığı ve viseral yağlılık bakımından fark var mıdır? DEXA ölçümlerinden elde edilen vücut yağ yüzdesi verileri referans alınarak antropometrik ölçümlerle vücut yağ yüzdesinin kestiriminde kullanılacak regresyon denklemi geliştirilebilir mi?

1.2.1. Alt Problemler

1. Futbolcular ve sedanter bireyler arasında antropometrik ölçümler bakımından fark var mıdır?
 - 1.1. Futbolcular ve sedanter bireyler arasında çevre ölçümleri bakımından fark var mıdır?
 - 1.2. Futbolcular ve sedanter bireyler arasında çap ölçümleri bakımından fark var mıdır?
 - 1.3. Futbolcular ve sedanter bireyler arasında deri kıvrım kalınlığı ölçümleri bakımından fark var mıdır?
2. Futbolcular ve sedanter bireyler arasında vücut kompozisyonu verileri bakımından fark var mıdır?

- 2.1. Futbolcular ve sedanter bireyler arasında vücut yağ yüzdesi bakımından fark var mıdır?
- 2.2. Futbolcular ve sedanter bireyler arasında toplam vücut yağ kütlesi bakımından fark var mıdır?
- 2.3. Futbolcular ve sedanter bireyler arasında yağ harici kütle bakımından fark var mıdır?
3. Futbolcular ve sedanter bireyler arasında viseral yağlılık bakımından fark var mıdır?
 - 3.1. Futbolcular ve sedanter bireyler arasında abdominal yağ bakımından fark var mıdır?
 - 3.2. Futbolcular ve sedanter bireyler arasında peripertional yağ bakımından fark var mıdır?
 - 3.3. Futbolcular ve sedanter bireyler arasında Epigastrik Yağ doku bakımından fark var mıdır?
4. Futbolcularda, antropometrik ölçümler ile DEXA ölçümünden elde edilen vücut yağ yüzdesi değerleri arasında ilişki var mıdır?
5. DEXA ölçümünden elde edilen vücut yağ yüzdesi değerleri ile ultrason verileri arasında ilişki var mıdır?
 - 5.1. Futbolcularda, DEXA ölçümünden elde edilen vücut yağ yüzdesi değerleri ile Subcutaneous abdominal yağ değerleri arasında ilişki var mıdır?
 - 5.2. Futbolcularda, DEXA ölçümünden elde edilen vücut yağ yüzdesi değerleri ile Preperitoneal abdominal yağ değerleri arasında ilişki var mıdır?
 - 5.3. Futbolcularda, DEXA ölçümünden elde edilen vücut yağ yüzdesi değerleri ile Epigastrik Yağ doku değerleri arasında ilişki var mıdır?
 - 5.4. Sedanter bireylerde, DEXA ölçümünden elde edilen vücut yağ yüzdesi değerleri ile abdominal yağ değerleri arasında ilişki var mıdır?
 - 5.5. Sedanter bireylerde, DEXA ölçümünden elde edilen vücut yağ yüzdesi değerleri ile peripertional yağ değerleri arasında ilişki var mıdır?

5.6. Sedanter bireylerde, DEXA ölçümünden elde edilen vücut yağ yüzdesi değerleri ile Epigastrik Yağ doku değerleri arasında ilişki var mıdır?

6. Futbolcularda, antropometrik ölçümler kullanılarak DEXA ölçümünden elde edilen vücut kompozisyonu değerleri için regresyon denklemi geliştirilebilir mi?

6.1. Futbolcularda, çevre, çap ve deri kıvrım kalınlığı ölçümleri kullanılarak DEXA ölçümünden elde edilen vücut kompozisyonu değerleri için regresyon denklemi geliştirilebilir mi?

6.2. Futbolcularda, çevre ölçümleri kullanılarak DEXA ölçümünden elde edilen vücut kompozisyonu değerleri için regresyon denklemi geliştirilebilir mi?

6.3. Futbolcularda, deri kıvrım kalınlığı ölçümleri kullanılarak DEXA ölçümünden elde edilen vücut kompozisyonu değerleri için regresyon denklemi geliştirilebilir mi?

1.3. Sınırlılıklar

1. Bu araştırmaya katılan sporcular 17-21 yaş arasındadır.
2. Sporcu olarak sadece futbolcularla sınırlıdır.
3. Sporcu gurup en az son beş yıl aktif futbol oynayan sporcularla sınırlandırılmıştır.
3. Bu araştırma erkek bireylerle yapılmıştır.

1.4. Sayıtlar

1. Bütün denekler aynı koşullarda test edilmiştir.
2. Araştırmacıların ölçümleri doğru ve titizlikle yaptıkları kabul edilmiştir.
3. Denekler kendilerine daha önce bildirilen ölçümlerden önce yapılması gereken kuralları yerine getirmişler, en az 3.5 saat önce kahvaltı yaptıkları beyanları ile kabul edilmiştir.

1.5. Tanımlar

Yağ Kütle: Vücuttaki adipoz doku ve diğer dokulardaki tüm lipitler (yağ) (Keys ve Brozek, 1953).

Yağ Harici Kütle: Su, kas, kemik, bağ doku içeren tüm atıklar, yağ harici kimyasallar, dokular ve iç organlar(Martin ve Drinkwater, 1986)..

Yağsız Vücut Kütlesi: Yağ harici dokuya esansiyel yağların eklenmiş hali(Martin ve Drinkwater, 1986)..

Vücut Yağ Yüzdesi: Yağ kütleinin toplam vücut kütleisine oranı (Siri, 1956; Brozek, 1966).

Subcutaneous Abdominal Yağ: Karın ön duvarının önündeki kas ile karın deri sinin altında biriken yağ (Armellini ve ark.,1990).

Preperitoneal: Karın ön duvarındaki kasın iç yüzü ile aort ön yüzü arasında kalan karın boşluğu yağı (Suzuki et al., 1993).

Epigastrik Abdominal Yağ: Karaciğer yüzeyi ile ince bağırsaklar arasındaki en kalın mesafedeki yağ tabakası (Suzuki et al., 1993).

Viseral fat: İç organların yüzeyindeki yağ (Suzuki ve ark., 1993).

Karaciğer yağı: Histopatolojik incelemede hepatositlerin %5'den fazlasında yağ vakuollerinin görülmesi veya lipid miktarının karaciğer ağırlığının %5'in den daha fazla olması şeklinde tanımlanmaktadır (Sonsuz, 2004).

Dual energy X-ray: X veya gamma fotonlarının bir madde içerisinden geçerken, bu maddenin dansitesi (ρ ; gr/cm^3) ve katettikleri yol (y ; cm) ile ilişkilendirmesidir (Blake, G.M., Fogelman, 1997).

Ultrason: 20.000 Hertz üzerinde 2 ilâ 15 MHz frekansa sahip işitilemeyen sestir (Oğuz ve ark.,1997).

Antropometri: İnsan vücudunun ebat ve bölümlerinin ölçümüdür (Vücut bölümlerini, çevreler, DKK, iskelet çapları ve uzuvların uzunluklarının ölçümlerini içermektedir) (Shen W ve ark., 2005).

1.6. Araştırmanın Önemi

Birçok spor branşında olduğu gibi futbolcunun performansını etkileyen faktörlerden biri de bedensel yapı (özellikle vücut kompozisyonu), başka bir deyişle fiziksel özelliklerdir. Vücudun yağsız kütlesi ile dayanıklılık ve kuvvet arasındaki yüksek ilişki vardır. Futbolda, sporcuların mevkilere göre fiziksel yapıları rakip oyunculara üstünlük sağlamada oldukça önemli bir rol oynamaktadır. Açıklanan bu sebeplerden dolayı tüm branşlarda sportif başarı için çok önemli olan vücut kompozisyonu futbolda başarı için de çok önemlidir.

Bu araştırmada, futbolcuların vücut kompozisyonunun belirlenmesinin alan testlerinden antropometrik ölçümler ile doğru ve kolay bir biçimde yapılmasına yardımcı olacak regresyon denklemlerinin geliştirilmesi amaçlanmıştır. Antropometrik ölçümler için dünyada ve ülkemizde birçok spor branşında regresyon denklemi geliştirilmiştir. Ülkemizde ise futbolla ilgili herhangi bir regresyon denklemine rastlanmamaktadır. Ancak ülkemizde vücut kompozisyonu ile ilgili yapılan denklemlerde, referans ölçüm olarak kullanılan hidrostatik tartım ölçüm sonucunu önemli derecede etkileyen parametreler bulunmaktadır. Geliştirilecek olan denklemlerin özellikle doku yoğunluğunun belirlenmesinde kemik mineral içeriği ve farklı doku yoğunlukları önemli rol oynamaktadır. Ülkemizde yaygın olarak kullanılmış olan iki bileşenli referans yöntem yaklaşımlarının aksine DEXA, üç bileşenli bir yaklaşım modeli; doku yoğunluğu ile kemik mineral içeriğini dikkate almasıyla vücut kompozisyonu belirlemede yöntemden kaynaklı hataları daha aza indirgeyen bir referans yöntemi olarak bilinmektedir

Bu nedenle, bu araştırma futbol sporunda vücut kompozisyonunun tespitinin gerektiği durumlarda kondüsyonerler, antrenörler, spor hekimleri, diyetisyenler ve araştırmacılar tarafından kullanılacak ultrason ve antropometrik ölçümler için saha veya alt yapısı uygun olmayan laboratuvar koşullarında güncel bilgilerden hareketle regresyon denklemleri geliştirmektir.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Vücut Kompozisyonu

Obezite ve şişmanlık yaşam boyunca birçok insanın önemli sağlık problemlerinden biridir (Jose, 2007; .Lazzer 2005). Çocukluk, ergenlik ve yetişkinlik dönemlerinde obezite birçok hastalığın sebebi olmuştur (Boreham, 2004; . Guo, 2002). Düzensiz beslenme, düşük düzeyde fiziksel aktivite obezite riskini artırır. Obezite, çok yaygın bir beslenme bozukluğu olup metabolizma ve kalp-damar hastalıkları için glikoz (intoleransı), kan lipid düzeyi bozukluğu (dislipidemi), kan insülin düzeyinin yüksek olması (Hiperinsülinemi), insülin direnci, hipertansiyon ve damar sertliği (ateroskleroz) da dahil olmak üzere ilgili sağlık sorunları ile ilişkilidir. Vücut yağ kütlelerinin, yağsız vücut külesine oranla artması ile Özellikle, yağ dokunun organ boşluğunda ağırlıklı olarak artması metabolik sendromu ve kardiyovasküler hastalığın gelişiminde önemli bir rol oynar. Ayrıca vücut kompozisyonundaki hızlı kilo değişikliği ve aşırı kilo kaybı ile birlikte yeme bozukluğu ve ciddi sağlık problemlerine yol açabilir. Gıda alımının kısıtlanması besin eksikliği ve düşük yağ oranına sebep olur (Müller 2009). Çok az vücut yağlılığı da sağlık sorunlarına yol açmaktadır. Çünkü vücudun normal fizyolojik fonksiyonlarını devam ettirebilmesi için bir miktar yağa ihtiyaç vardır. Fosfolipid gibi bazı esansiyel yağlara hücre zarının yapısında ihtiyaç varken, trigliseridler gibi adipose dokuda bulunan esansiyel olmayan yağlara depo metabolik yakıtlar olarak ihtiyaç vardır (Heyward, ve Stolarczyk, 1996). Aynı zamanda çok az vücut yağlılığı endokrin sistem olmak üzere vücudun tüm organ ve sistemlerini etkileyerek çeşitli bozukluklara yüksek tansiyon, tip II diyabet, osteoarthritis ve bazı kanser tiplerinin gelişme riskine yol açar. Hatta ölümlerle sonuçlanan önemli bir sağlık problemidir. Şişman veya çok zayıf olma durumları ise vücut kompozisyonu bölümlerinin oranları ile değerlendirilmektedir.

Erkekler için ortalama vücut yağ yüzdesi 15, bayanlar için 23'tür. Yağlılıkla ilgili değerlendirmeler Tablo 2.1'de ayrıntılı bir şekilde verilmiştir (Heyward, 1996).

Tablo 2.1. Erkek ve Bayanlar için Vücut Yağ Yüzde Değerleri Standartları

	Erkekler	Bayanlar
Risk altında^a	≤ %5	≤ %8
Ortalama altı	%6-14	%9-22
Ortalama	%15	%23
Ortalama üstü	%16-24	%24-%31
Risk altında^b	≥ %25	≥ 32

a Kötü beslenme nedeniyle olan hastalıkların riski altında

b Şişmanlık nedeniyle olan hastalıkların riski altında

Spor yarışmalarında en etkili parametrelerin başında performans gelmektedir (Nattiv ve ark, 2007; Sullivan, 1995). Performansı etkileyen faktörlerden biri de vücut kompozisyonu, başka bir deyişle fiziksel özelliklerdir. Aşırı kilo kaybı veya ideal kilonun üzerinde olması performansı olumsuz yönde etkilediği gibi birçok hastalığında nedeni olabilir (Sundgot, 2013; Müller, 2013;7, Ackland,2012). Çünkü vücut kompozisyonu ya da fiziksel özellikler fizyolojik kapasitelerin ortaya konulmasını etkilemektedir. Sahip olunan fiziksel yapının özelliği yapılan spor dalına uygun olmadıkça istenilen performans düzeyine ulaşmak pek mümkün değildir. Vücut kompozisyonu bir sporcunun yüksek düzeyde performans gösterebilmesinin göstergelerinden sadece bir tanesidir ve kuvvet, güç, esneklik, sürat, dayanıklılık ve çabukluk gibi diğer performans göstergeleriyle birleşerek sporcunun performansını olumlu yönde etkilemektedir (Açıkada, 1990; Özkan, 2009).

Literatürde Dual-energy x-ray absorptiometry (DXA) referans alınarak vücut kompozisyonu ile birçok araştırma vardır (Espan-Romero ve ark., 2009; Egan ve ark., 2006; Eston ve ark., 2005, Clark ve ark.1993; Wittich ve ark., 2001) .

Santos ve arkadaşlarının 2013 de yaptığı çalışmada yaş aralığı 16 ile 55 arası, boy uzunlukları 152.8 ile 186.8 ve kilo 41.9 Kg.ile 98.6 Kg. arasında olan ulusal düzeyde judo, kürek sporu, atletizm, petlanton, tenis, basketbol ve güreş biraşlarından oluşan 31 sporcu (13 erkek ve 18 bayan) ile 65 sedanter (34 erkek 31 bayan) olmak üzere toplam 96 katılımcı üzerinde Dual-energy x-ray absorptiometry (DXA) ve

anropometrik ölçümler yapmışlar, ölçümler sonucunda uzun boylu sporcuların Dual-energy x-ray absorptiometry (DXA) ile ölçülebileceği ve antropometrik ölçümlerle $P < 0.001$ düzeyinde anlamlı ilişki bulmuşlardır.

Yine Silva ve arkadaşlarının 2012 de yaptıkları çalışmada 17- 19yaş aralığında olan Portekiz basketbol takımından 9 erkek ile 10 bayan sporcuyu Dual-energy x-ray absorptiometry (DXA) ile ölçmüşlerdir. Ölçümler müsabaka dönemi ve müsabakaların yapılmadığı dönemlerde yapılmış olup ölçümlerde yağ kütle (YK) ile yağ harici kütle (YHK) ölçülmüştür. Ölçümler sonucunda müsabaka döneminde yağ harici kütle (YHK) $\% 3.6 \pm 2.2$ anlamlı düzeyde artarken yağ kütlede $\% -4.0 \pm 6.6$ anlamlı düzeyde azaldığı bildirilmiştir.

Yapılan başka bir araştırmada ise CHIARA ve arkadaşlarının 2011 yılında yaptıkları çalışmada İtalya hentbol şampiyonasına katılan 7 kaleci, 14 bek oyuncusu, 18 kanat oyuncusu, ve 7 pivot oyuncusu olmak üzere toplam 43 sporcu çalışmaya dahil etmişlerdir. Çalışmanın ölçümü Dual-energy x-ray absorptiometry (DXA) ile yapılmış olup ölçümler sonucunda sporcuların oynadığı mevkiye göre yağ kütle (YK) ve yağ harici kütlede (YHK) oyuncuların mevkilerine göre farklılıklar bulmuşlardır.

Espana-Romero ve arkadaşlarının 2009 yılında de yaptığı çalışmada kadınlarda ortalama yaş 31.2 erkeklerde 28.6 olan 9 kadın ve 10 erkek elit dağcı sporcusu olan toplam 19 kişi üzerinde Dual-energy x-ray absorptiometry (DXA) ile ölçülen toplam yağ yüzdesi ile skinfolt ölçümlerinden tahmin edilen yağ yüzdesi denklemlerini karşılaştırmışlardır. Skinfolt denklemlerinde Siri's, Brozek's ve Durnin denklemlerini kullanmışlar ve karşılaştırma sonucunda skinfolt ölçümleri ile Dual-energy x-ray absorptiometry (DXA) ölçümleri arasında anlamlı ilişki bulmuşlardır.

Yukarıdaki araştırmalardanda anlaşılacağı üzere sporcu popülasyonun vücut yağ düzeyinin değerlendirilmesinde dxa yöntemi güvenilir ve geçerli bir yöntem olarak sıklıkla kullanılmaktadır (Kohrt, 1998).

Ultrason ile yapılan deri altı yağ ölçümleri ile skinfolt ölçümleri arasında güçlü korelasyon olduğunu belirtmektedirler(Müller ve ark., 2013; Selkow ve ark., 2011).

Müller ve arkadaşlarının 2013 yılında yaptığı çalışmada ortalama yaş 19.5 ± 3.3 olan bayan sporcu üzerinde ultrasonla elde edilen sonuçları International Society for the Advancement of Kinanthrometry (ISAK)' in ortalama skinfolt değerleriyle karşılaştırmışlardır. Karşılaştırma sonucunda skinfolt ölçümleri ile ultrasonla ölçümleri arasında anlamlı ilişki bulmuşlardır. Ayrıca deri kalınlığı bireysel farklılık gösterirken antropometrik ölçüm yapılan bölümlerdeki deri kalınlıklarında farklılık gösterdiğini tesbit etmişlerdir.

Selkow ve arkadaşlarının 2011 yılında yaptığı çalışmada yaş ortalamaları 26.9 ± 5.4 olan 13 erkek, 7 bayan olmak üzere toplam 20 katılımcı üzerinde ölçümler yapmışlardır. Ölçümler dominant bacak fleksiyonda 90° iken bacak kaslarından vastus medialis obliquus, distal rectus femoris, proximal rectus femoris, vastus lateralis üzerinden skinfolt ve ultrasonla ölçümü ile subcutaneous yağ kalınlığını ölçmüşlerdir. Ölçümler sonucunda istatiki değerlendirmeler yapılmış, yapılan değerlendirmeler sonucunda $p < 0.001$ düzeyinde anlamlı ilişki bulunmuştur.

2.2. Vücut Kompozisyonunun Sportif Performans Üzerindeki Etkileri

Elit sporcuların fiziksel özelliklerine ilişkin değişkenlikler uzun bir süreden beri ilgi uyandıran bir konudur. Bu konuyla ilgili olarak olimpik ve şampiyon sporcuların antropometrik ve somatotip özelliklerine ilişkin çeşitli derleme makaleler uzun bir zamandır yayınlanmaktadır (Ackland ve ark. 2012; Malina, Geithner. 2011; Carter, 1970; Tanner, 1964). Üst düzey sportif performansın belirleyicileri oldukça karmaşıktır ve biyomekanik, fizyolojik, psikolojik ve sosyolojik faktörlerin yanı sıra sporcunun vücut boyutları ve vücut kompozisyonu gibi morfolojik faktörlerinde hepsi birden fiziksel performansı hem metabolik hem

de mekanik yönden sınırlayan veya artıran faktörler olarak ele alınabilir (Garrett ve Kirkendall, 2002).

Elit sporcuların vücut kompozisyonu ve vücut boyutları özelliklerindeki geniş değişkenlik, birçok spor dalında yüksek düzeyde performans için fiziksel özelliklerin önemine işaret etmektedir (Högström ve ark., 2012; Boileau ve Horswill, 2002; Heyward ve Stolarczyk, 1996). Başka bir deyişle, voleybol, basketbol ve atletizmin yüksek atlama gibi dallarında üst düzeyde performans sergileyebilmek için tipik olarak boy uzunluğunun fazla olması bir ön koşulken, binicilik, halter ve jimnastik gibi spor dallarında kısa boylu olmak bir avantaj sağlayabilmektedir. Benzer olarak geniş vücut kütlelerine sahip olmak sumo güreşi gibi mutlak kuvvet özelliğinin ön planda olduğu spor dallarında önemli iken, düşük vücut ağırlığına sahip olmak uzun mesafe koşucuları, bisikletçiler ve triatlon sporcuları için bir avantaj sağlayabilmektedir. Sporcunun vücut boyutunun yanı sıra, vücudunu oluşturan bileşenlerin yapısı ve oranı yani vücut kompozisyonu da üst düzeyde sportif performans için önemlidir. Genel olarak birçok spor dalı için vücut yağ oranının fazla olması sportif performans açısından olumsuz etkiler yaratabilmektedir. Ancak yağsız vücut kütlesi ise genellikle performansın artması ile ilişkili olarak ele alınabilmektedir. Sportif performans ile vücut kompozisyonu arasındaki iyi bilinen bu ilişki nedeniyle, çoğu antrenman programının amacı, uygun yüklenme-dinlenme yaklaşımları ile birlikte gerekli beslenme programlarını da kullanarak vücut yağ oranını yapılan spor dalının gereksinimleri doğrultusunda uygun bir seviyeye çekmek ve aynı zamanda yağsız vücut kütlelerini de spor dalının özellikleri ölçüsünde optimal seviyeye çıkartmak olmuştur (Ackland ve ark 2012; Garrett ve Kirkendall, 2002).

Sportif performans üzerindeki potansiyel etkileri açısından vücut kompozisyonu fonksiyonel anlamda iki bileşenli olarak ele alınabilir. Bunlardan ilki, kuvvetin üretimi ve iletiminde iş gören doku ve elemanları içeren yağsız vücut kütlesi ve ikincisi de vücut yağıdır. Yağsız vücut kütlesi ve vücut yağ oranının sportif performansa etkisi düşünüldüğünde karmaşıktır ve bu bileşenlerin spor türüne özgü olarak sergilenen hareket kalıbına göre performansa hem olumlu hem de olumsuz etkileri olabilir (Högström ve ark., 2012; Boileau ve Horswill, 2002). Nitekim koşu performansı düşünüldüğünde vücut yağı fazladan taşınması gereken bir ağırlık olarak değerlendirilebilir, ancak yağsız vücut kütlesi kuvveti üreten ve aktaran bir bileşen

olarak değerlendirilebilmektedir. Koşu performansının aksine su sporlarında ise belirli bir miktardaki yağlılık oranı suyun kaldırma kuvvetini artırıcı etkiye sahip olduğundan sporcuya avantaj sağlayabilmektedir. Oysaki çok yüksek orandaki yağsız vücut kütlesi suyun kaldırma kuvvetini azaltacağından ve vücudu suda hareket ettirebilmek için sarf edilen enerji miktarını arttıracığından su ortamında yapılan spor dallarında performans üzerinde olumsuz etkiye sahip bir faktör olarak ele alınabilir. Ancak genel anlamda vücut ağırlığının hızlı bir şekilde taşınması ve yön değiştirmesini gerektiren hareket kalıplarını içeren spor dallarında, vücut yağ oranının fazla olması performansı hem mekanik hem de metabolik açıdan negatif yönde etkileyecektir (Högström ve ark., 2012; Boileau ve Horswill, 2002; Heyward ve Stolarczyk, 1996). Mekanik yönden ele alınacak olursa, vücut yağ oranının fazla olması yatay ve dikey ekseninde ivmelenme gerektiren hareket kalıpları açısından vücut ağırlığına güç üreten doku dışında fazladan bir ağırlık olarak yansıyacağından performansı olumsuz yönde etkileyecektir. Çünkü birçok spor dalı için önemli bir unsur olan ivmelenebilme yeteneği kuvvetle doğru orantılı, ancak kütle ile ters orantılıdır. Bununla birlikte, vücudun uygun bölümlerinde yer alan belirli orandaki yağ miktarı uygulanan kuvvetin absorbe edilmesinin ve momentumun önemli olduğu bazı temas ya da mücadele sporları için faydalı olabilmektedir. Metabolik açıdan ele alındığında ise vücut yağ oranının fazla olması vücut kütlelerinin hareket ettirilmesini gerektiren aktivitelerde enerji gereksinimi yönünden metabolik maliyeti arttıracığından sportif performansı olumsuz şekilde etkilemektedir. Birçok spor dalı toplam vücut kütlelerinin bir yerden bir yere taşınmasını gerektiren hareket kalıplarını içerisinde barındırdığından, düşük yağlılık oranına sahip olmanın sportif performans açısından olumlu bir etki yaratabileceği söylenebilir. Bu durum birçok spor dalında elit sporcuların düşük yağ oranı değerlerine sahip olmaları ile de anlaşılabilir (Ackland ve ark 2012; Malina, Geithner, 2011; Carter, 1970; Tanner, 1964). Diğer taraftan yağsız vücut kütlesi ile fiziksel performans arasında pozitif bir ilişki olduğu bilinmektedir. Ancak bazı spor dalları için yüksek orandaki yağsız vücut kütlesi fiziksel performans açısından olumsuz bir faktör olabilir. Üretilen kuvvetin harici bir cisme uygulanmasını gerektiren ve mutlak kuvvetin önemli olduğu aktivitelerde yüksek oranda yağsız vücut kütlelerine sahip olmak avantaj sağlayabilmektedir. Çünkü kuvvet iskelet kasları tarafından üretilmekte ve iskelet kasları da yağsız vücut

kütlesinin yaklaşık olarak %40 ile %50'sini kapsamaktadır. Ancak koşu, sıçrama ve çeviklik gerektiren aktivitelerde yağlılık oranına benzer bir şekilde yağsız vücut kütlesinin aşırı fazla olması hem toplam vücut ağırlığının süratli bir şekilde ivmelendirilebilmesi hem de sergilenen aktivitenin enerji maliyetinin artmasından ötürü sportif performansı olumsuz yönde etkileyebilmektedir (Boileau ve Horswill, 2002; Heyward ve Stolarczyk, 1996).

Literatürde vücut kompozisyonu ile fiziksel performans arasındaki ilişkiyi inceleyen birçok araştırma vardır (Silvestre ve ark., 2006). Yaş ortalaması 19.9 ± 1.3 yıl olan 27 futbolcuda vücut kompozisyonu ile fiziksel performans arasındaki ilişkiyi incelemişlerdir. Vücut yağ yüzdesi ve yağsız vücut kütlesi ile dikey sıçrama, sürat koşusu performansı, toplam vücut kuvveti ve VO_{2maks} arasında $r = -0.67$ ile $r = 0.61$ düzeyinde değişen anlamlı ilişkiler olduğu bildirilmektedir. Futbolcularda vücut yağ yüzdesinin VO_{2maks} ile $r = -0.67$ düzeyinde anlamlı negatif ilişkili olduğu ve sürat koşusu süresi ile $r = 0.60$ düzeyinde anlamlı pozitif ilişkili olduğu bulunmuştur (Silvestre ve ark., 2006). Yüzyirmibir kız ve 374 erkek çocukla yapılan diğer bir çalışmada da yağsız vücut kütlesi ile durarak uzun atlama performansı ve el kavrama kuvveti arasında sırasıyla; $r = 0.65$ ve $r = 0.87$ oranında anlamlı pozitif ilişki gözlenirken, vücut yağ yüzdesi ile durarak uzun atlama ve 600 yard koşu performansı arasında sırasıyla; $r = -0.33$ ve $r = -0.38$ oranında anlamlı negatif ilişki gözlenmiştir (Boileau ve Horswill, 2002). Buluş çağı öncesindeki erkek çocuklarla yapılan bir başka çalışmada; barfiks çekme, durarak uzun atlama, mekik çekme, 50 yard sürat koşusu, softbol atışı, 600 yard koşu, mekik koşusu gibi çeşitli fiziksel performans testleri ile vücut kompozisyonu bileşenleri arasındaki ilişki incelenmiştir. Densitometri ile belirlenen vücut yağ miktarı ile barfiks çekme, durarak uzun atlama, 50 yard sürat koşusu ve 600 yard koşu testlerindeki performans düzeyi arasında anlamlı negatif ilişki olduğu, yağsız vücut kütlesi ile de güç gerektiren aktiviteler olan durarak uzun atlama ve softbol atışı performansı arasında anlamlı pozitif ilişki olduğu bildirilmektedir (Cureton ve ark., 1975). Teeple ve arkadaşlarının çoklu regresyon analizi kullanarak çocuklar üzerinde yaptığı diğer bir çalışmada ise fiziksel performansın yaş, vücut ağırlığı, boy uzunluğunun yanı sıra yağlılık oranı ve yağsız vücut kütlesi ile de yakından ilişkili olduğu ve fiziksel performansın bu değişkenlerle yüksek oranda açıklanabildiği belirtilmektedir (Teeple ve ark., 1975). Cureton ve

arkadaşlarının (1977) erkek ve kız çocukla yaptıkları başka bir çalışmada ise vücut yağ yüzdesi ile 600 yard koşu ve 1 mil koşu süreleri şeklinde belirlenen uzun mesafe koşu performansı arasında anlamlı negatif ilişki olduğu bildirilmektedir. Benzer şekilde, 2342 erkek ve 832 kız lise öğrencisi üzerinde yapılan bir çalışmada da yüksek yağlılık oranının birçok fiziksel performans test sonucu üzerinde olumsuz etkisinin olduğu tespit edilmiştir (McLeod ve ark., 1983). Yukarıda da açıklandığı gibi genç sporcularda vücut kompozisyonu ile fiziksel performans arasındaki ilişki göz ardı edilemeyecek düzeydedir, ancak bu duruma ilişkin vücut kompozisyonunu düzenleyici ve performansı artırıcı önlemler ve egzersiz programları uygulanırken çocuklarda normal gelişim ve olgunlaşma sürecini de engelleyici yaklaşımların sergilenmemesi oldukça önemlidir.

Genel olarak, yukarıda çocuk ve genç sporcular için örnekleri verilen vücut kompozisyonu ile fiziksel performans arasındaki bu ilişkiler yetişkin sporcular içinde geçerlidir (Ackland ve ark. 2012; Boileau ve Horswill, 2002; Reilly, 2000; Heyward ve Stolarczyk, 1996). Ancak yetişkin birey veya sporcularla ilgili çalışmalarda daha çok koşu performansı ile vücut yağ oranı arasındaki ilişkiye odaklanmıştır. Antrenmanlı atletler ile yapılan bu çalışmalarda vücut yağ oranı arttıkça 800 ile 10.000 metre arasında değişen mesafelerdeki koşu performansının da olumsuz yönde etkilendiği belirtilmektedir (Brandon ve ark., Boileau, 1992; Brandon ve Boileau, 1987). Antrenmanlı erkek atletler ile yapılan diğer bir çalışmada da vücut yağ yüzdesi ile 2 mil koşu süresi arasında $r = 0.78$ oranında anlamlı ilişki olduğu tespit edilmiştir (Lawson ve Golding, 1978). Antrenmanlı erkek ve kadın sporcularla yapılan diğer bir çalışmada ise Cureton ve Sparling(1980), vücut yağlılık oranı ve vücuttaki yağın biriktiği ya da depolandığı bölgeler üzerinden fiziksel performanstaki cinsiyet farklılığını açıklamaya çalışmışlardır. Diğer taraftan elit futbolculara ilişkin 1995'te Uruguay'da yapılan Kupa Amerika Futbol Şampiyonasına katılan uluslararası nitelikteki futbol oyuncularının kapsamlı antropometrik profilleri çıkarılmıştır (Reilly ve ark., 2000). İlgili çalışmanın sonuçları Tablo 2.2'de görülmektedir.

Tablo 2.2. Elit Futbol Oyuncularının Antropometrik Özellikleri

	Futbol (n = 110)	Gal Futbolu (n = 33)	Rugby (n = 30)
Yaş (yıl)	26.1 ± 4.0	-	-
Vücut Ağırlığı (kg)	76.4 ± 7.0	79.9 ± 8.2	84.7 ± 10.4
Boy Uzunluğu (m)	1.77 ± 0.06	1.79 ± 0.07	1.79 ± 0.06
Yağ Kütlesi (%)	10.6 ± 2.6	14.7 ± 3.0	11.7 ± 2.3
Kas Kütlesi (%)	62.2 ± 2.9	60.7 ± 2.4	62.4 ± 4.1
Endomorfi	2.0 ± 0.5	2.7 ± 0.7	2.3 ± 0.6
Mezomorfi	5.3 ± 0.8	5.7 ± 1.0	5.9 ± 0.9
Ektomorfi	2.2 ± 0.6	1.9 ± 0.8	1.5 ± 0.6

Buna göre, elit futbol oyuncularının deri kıvrım kalınlığı ölçümleri ile belirlenen ortalama yağlılık oranı değerleri yaklaşık olarak %11 civarında, kas kütlesi oranları ise %62 civarındadır. Bu değerler Tablo 1'de görüldüğü gibi oyun karakteri açısından klasik futbola benzeyen diğer futbol türlerindeki elit sporcuların ortalama değerlerine oldukça yakındır ve futbolda vücut kompozisyonu değerleri açısından elit olma standartlarını belirtmektedir (Reilly ve ark., 2000).

Yukarıdaki araştırma sonuçlarından da anlaşılacağı gibi özetle; vücut boyutları ve vücut kompozisyonu gibi morfolojik değişkenlerin fiziksel performansı belirleyen önemli faktörler olduğu söylenebilir. Genel olarak çeviklik, sürat, dayanıklılık gerektiren koşu ve sıçrama performanslarının içerisinde yer aldığı spor dallarında yağlılık oranının fazla oluşu fiziksel performansı olumsuz yönde etkilemektedir. Diğer taraftan kaldırma, itme-çekme, fırlatma ve engelleme gibi hareket kalıplarının yer aldığı spor dalları için ise yağsız vücut kütlelerinin fiziksel performans üzerinde olumlu bir etkiye sahip olabileceği söylenebilir.

Tablo.2.3 ve Tablo.2.4'de bazı spor dallarındaki adolesan ve genç yetişkin sporculara ilişkin vücut kompozisyonu değerleri görülmektedir. Bu tablolarda verilen vücut yağ yüzdesi değerleri densitometri ve hidrostatik tartım yöntemi gibi vücut kompozisyonu belirlemede referans yöntemler kullanılan araştırmalardan derlenmiştir (Boileau ve Horswill, 2002).

Tablo 2.3. Bazı Spor Dallarındaki Adolesan Sporcuların Vücut Kompozisyonu Profilleri

Spor Dalı	Erkek		Kadın	
	%Yağ	YHK/Boy uz.	%Yağ	YHK/Boy uz.
Yüzme	10 – 14	.352	15 - 23	.279
Jimnastik	6 – 10	.320	11 – 19	.265
Güreş	10 – 16	.323		
Buz Hokeyi	7 – 11	.386		
<u>Atletizm</u>				
<i>Koşu(mesae)</i>	5 – 10	.328	10 - 15	.269
<i>Sprint</i>	4 – 8	.359	11 - 16	.290
<i>Atlama</i>	4 – 8	.348	10 - 15	.286
<i>Atma</i>	9 – 18	.407	19 - 25	.313

YHK/Boy uz. oranı; ortalama yağsız vücut kütlesi (kg) değerinin ortalama boy uzunluğu değerine bölünmesi ile hesaplanmıştır.

Tablo 2.4. Bazı Spor Dallarındaki Genç Yetişkin Sporcuların Vücut Kompozisyonu Profilleri

Spor Dalı	Erkek		Kadın	
	%Yağ	YHK/Boy uz.	%Yağ	YHK/Boy uz.
Futbol	5 – 15	.366	16 -28	.288
Yüzme	6 – 12	.363	12 - 20	.280
Jimnastik	4 – 10	.363	11 – 19	.285
Güreş	4 – 12	.351		
Buz Hokeyi	5 -14	.423	14 - 28	.286
<u>Atletizm</u>				
<i>Koşu(mesafe)</i>	4 – 10	.336	7 - 15	.251
<i>Sprint</i>	5 – 14	.339	7 - 15	.288
<i>Atlama</i>	6 – 11	.349	10 - 16	.285
<i>Atma</i>	12 – 21	.485	19 - 35	.340
Basketbol	7 – 15	.403	14 - 24	.299
Voleybol	7 – 13	.379	14 - 21	.324
Bisiklet	8 – 13	.346		
Triatlon	7 – 18	.359	15 - 18	.286
Tenis	6 – 17	.364	20 - 24	.284
Beysbol/Softbol	8 – 15	.423	14 - 24	.288
Lakros	8 – 17	.366	14 - 25	.298
Kayak/ K.Disiplini	5 – 9	.373	14 - 18	.290
<u>Halter</u>				
<i>Olimpik</i>	8 – 12	.458		
<i>Power</i>	8 – 10	.419	20 - 23	.343
Bale			12 - 22	.269

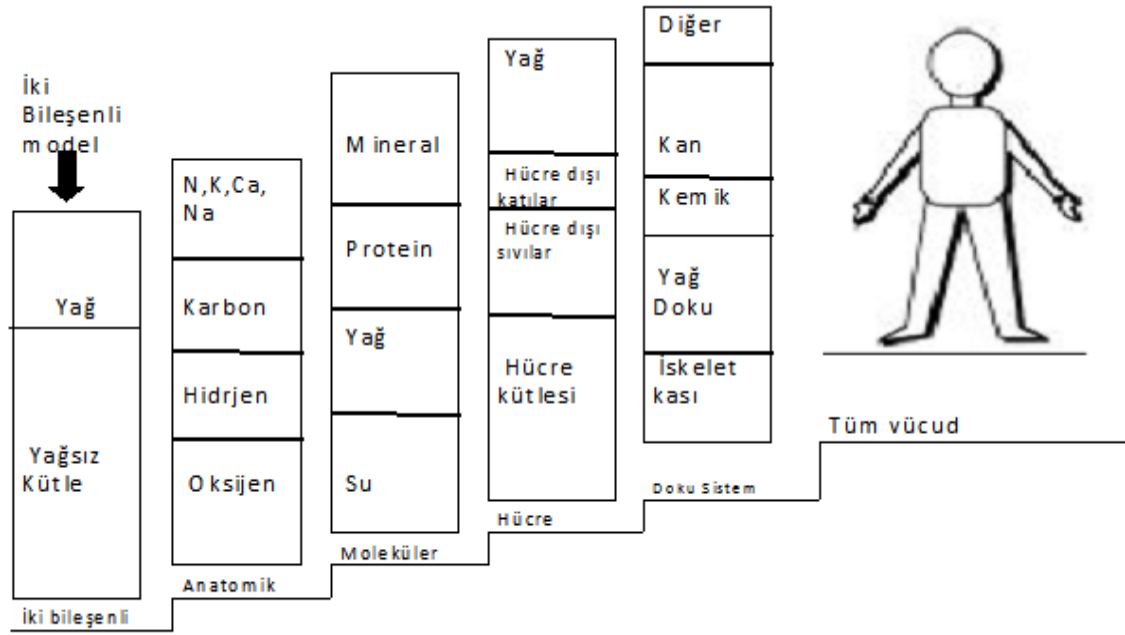
YHK/Boy uz. oranı; ortalama yağsız vücut kütlesi (kg) değerinin ortalama boy uzunluğu değerine bölünmesi ile hesaplanmıştır.

Genel olarak sporcu popülasyonuna ilişkin yağlılık oranının sporcu olmayanlara göre daha düşük olduğu bilinmektedir (Ackland ve ark., 2012; Högström ve ark., 2012; Malina ve Geithner, 2011). Sporcu popülasyonunun içerisinde de yağlılık oranı açısından cinsiyet ve spor dalına ilişkin farklılıklar göze çarpmaktadır (Tablo.2 ve Tablo.3). Ancak bununla birlikte toplam vücut ağırlığının hızlı bir şekilde hareket

ettirilmesini gerektiren spor dallarında yağlılık oranı değerlerinin oldukça düşük olduğu görülmektedir (Tablo.2.3 ve Tablo.3.4). Teorik olarak minimum yağlılık oranları erkek sporcular için yaklaşık olarak %5, kadın sporcular için ise yaklaşık olarak %12'dir (Boileau ve Horswill, 2002). Bu oranlar yüksek düzeyde çeviklik gerektiren spor dallarındaki sporcu popülasyonlarında görülebilmektedir (Tablo.2.3 ve Tablo.2.4). Sporcu gruplarında vücut kompozisyonunun diğer bir yönü ise yağsız vücut kütlelerinin boyutlarıdır. Yağsız vücut kütlesi geniş oranda kas dokusu, buna göre daha az oranda kemik doku ve diğer konnektif (bağ) dokudan oluşmaktadır. Yağsız vücut kütlelerinin boyutları boy uzunluğuna bağlı olduğundan, yağsız vücut kütlesi ile boy uzunluğunun oranı yağsız vücut kütlesi boyutlarına ilişkin hem spor dalına özgü farklılaşmanın karşılaştırılması, hem de sporcu popülasyonu içerisindeki cinsiyet farklılığının kıyaslanması açısından önemlidir. Her bir spor dalına ilişkin bu oranlardaki (YHK/boy uzunluğu) cinsiyetler arası farklılaşma dikkat çekicidir ve kemik ve kas dokusunun gelişimindeki cinsiyetler arası hormonal etkiyi yansıttığı düşünülebilir. Bu oranın (YHK/boy uzunluğu) farklı spor dalları arasında da büyük ölçüde değişkenlik sergilemesi dikkat çeken diğer bir konudur (Tablo.2.3 ve Tablo.2.4). Her iki cinsiyetteki sporcular için de geçerli olmak üzere en yüksek yağsız vücut kütlesi ile boy uzunluğu oranı değerleri halter, atletizmde atma branşları (gülle atma, disk atma) gibi güç gerektiren spor dallarında gözlenirken, mesafe koşucusu atletlerde bu oranın en düşük değerleri kaydedilmiştir (Tablo.2.3 ve Tablo.2.4).

2.3. Vücut Kompozisyonunu Belirleme Modelleri

Vücut kompozisyonunun birkaç modele göre sınıflandırılabilir. Bunlar anatomik, hücresel, doku sistem ve çok bileşenli modeller olarak sınıflandırılabilir (Salmi, 2003). Vücut kompozisyonunun modelleri şekil 2.1'de ayrıntılı bir şekilde verilmiştir (Ellis, 2000).



Şekil 2.1 Vücut Kompozisyon Modelleri (Ellis 2000).

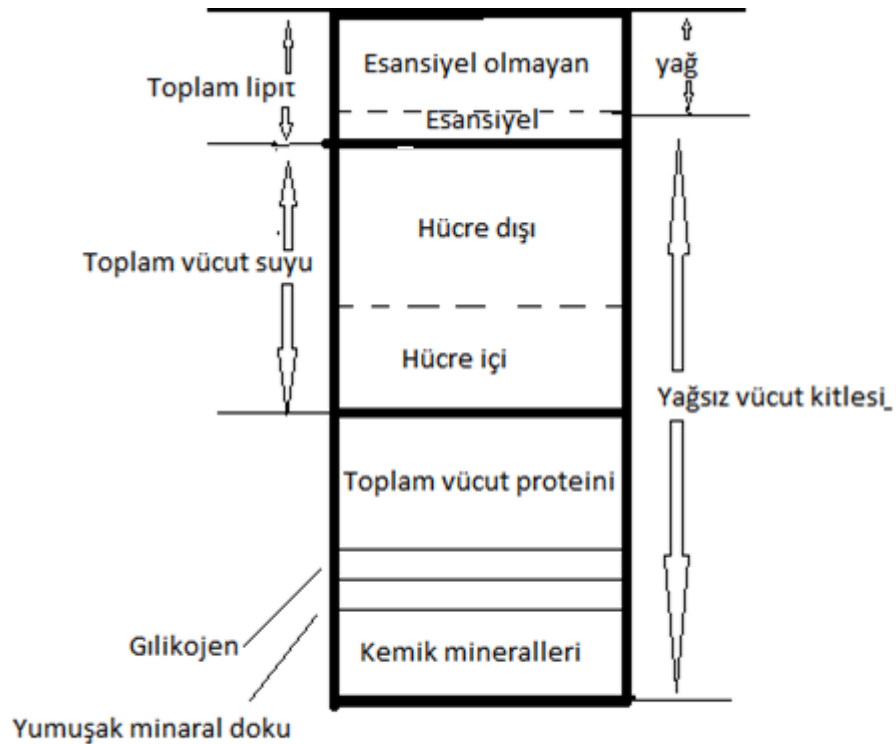
2.3.1. Anatomik Model:

Doğada ve insan vücudunda aşağı yukarı 50 ila 106 arasında element olduğu belirtilmektedir. İnsan vücudunda bulunan atomik seviyedeki elementler ise; oksijen (O), Karbon (C), hidrojen (H), nitrojen (N), kalsiyum (Ca), fosfor (P), potasyum (K), sülfür (S), sodyum (Na), klor (Cl), and magnezyum (Mg)dur. İnsan vücudunun yaklaşık %95 O, C, H, ve N oluşturmaktadır. Ayrıca geriye kalanın %99'u Na, K, P, Cl, Ca, Mg, and S olmak üzere yedi element oluşturmaktadır. İnsan vücudunda bulunan bütün elementleri invivo olarak ölçebilen teknoloji geliştirilmiştir. Son zamanlarda yapılan çalışmalar bu metodun kullanılmasının faydasının yanında iyonik radyasyon içerdiği için az miktarda da olsa sakıncalı olduğu belirtilmektedir (Wang ve ark., 1992). Bu modelde vücut kompozisyonunu belirlemek için tüm vücuttaki potasyum miktarını K^{40} yada vücut nitrojen ve kalsiyum miktarını tahmin etmek için nötron aktivasyon kullanılır (Pierson et al., 1990). Vücuttaki toplam protein depolarının tahmin edilmesi diğer elementlerle bağlantılı olup anatomik düzeyin ölçülmesi önemlidir (Wang ve ark., 1992).

2.3.2. Moleküler model:

Moleküler düzey 100.000 den fazla kimyasal bileşimden meydana gelir. Moleküler model beş temel kimyasal gruba indirgenmiştir. Bunlar yağ, su, protein, karbonhidrat ve mineraldir. Yağ eter gibi organik çözücüde çözünebilir, ama su

içerisinde çözünmeyen molekül olarak tanımlanır. İnsan vücudunda birçok yağ formları olmasına rağmen en yaygın olanı trigliseridler dir ve Yoğunluğu 0.900 g. ml^{-1} dir . Diğer formları toplam vücut yağının %10 dan daha azdır ve Fosfolipid (1.035 g. ml^{-1}) ve kolesterol (1.067 g. ml^{-1}) yoğunluğa sahiptir (Keys ve Brozek 1953). Yağlar temel fonksiyonları olarak esansiyel ve esansiyel olmayan diye ikiye ayrılırlar. Esansiyel yağlar vücut için faydalı ve gerekli yağlardır. Esansiyel yağ olmadan hücre zarından giriş ve çıkış gerçekleşmez. Aynı şey sinir dokusunda bulunmadığı zaman sinir ileti gönderemez. Vücut kütlelerinin aşağı yukarı % 3-5 kadar bulunur. Belirtilen bu sonuçlar beş kadavra üzerinde yapılarak belirlenmiştir (Martin ve Drinkwater, 1986). Karışıklığı önlemek için yağ terimi lipit terimi ile birlikte kullanılır bu yağ doku demek değildir. Moleküler Model Bileşenleri şekil 2.2'de verilmiştir (Heymsfield, 1997).



şekil 2.2 Moleküler Model bileşenler (heymsfield, 1997)

İki bileşenli (2-C) model yağ ve yağsız vücut kütlelerini belirlemede indirek bir yöntem olarak kullanılır aynı zamanda moleküler model olarak ta isimlendirilir. (Siri, 1956; Brozek, 1966).

su altı tartım veya deri kıvrım kalınlığı yöntemi ile yapılan ölçümlerde toplam vücut yağı indirek yöntemle kestirilmektedir. Yağ ve yağ harici kütle olarak belirtilen bu ölçümlerin ne kadarı yağ doku, ne kadarı esansiyel yağ olduğu söylenemez. Yağ harici kütlede ise kemik mineralleri, yumuşak mineral doku, glikojen, toplam vücut proteini, toplam vücut suyu ve esansiyel yağlar bulunmaktadır. Bu iki yöntemde de bunlardan bahsetmek mümkün değildir ancak izotop dilisyon yöntemiyle toplam vücut suyu, dual enerji x-ray absorptiometry (DXA) ile kemik mineralyoğunluğu, nötron aktivasyon analiz tekniğiyle toplam vücut proteini direkt belirlenebilir.

2.3.3. Hücre model:

Bu model hücre, hücre kütlesi, hücre dışı sıvı ve hücre dışı katı olmak üzere üç bileşenden oluşur.

Toplam vücut hücresi; yağ hücresi (adipocytes), kan hücresi (myocytes) ve kemik hücresi (osteocytes) 'nden oluşmaktadır. Toplam vücut hücresini direkt ölçen bir metod yoktur. Hücre dışı sıvılar damar içi plazma ve damar dışı (hücreler arası) plazmadan oluşur.

Ekstra selüler ağırlıklı olarak su ve gazlar, besin ve atık ürünler den oluşur , ve izotop dilisyon yöntemiyle tahmin edilebilir. Bu sıvı bağ dokusunda örneğin kolajen ve elastin fibril gibi organik maddeleri ve ağırlıklı olarak kemikte bulunan kalsiyum ve fosfor gibi inorganik maddeleri de içerir. Bileşenlerinin bazıları nötron aktivasyon analizleri ile tahmin edilse bile Ekstra selüler sıvı bileşenleri direkt olarak ölçülemez. Hücre dışı katılar DXA ile ölçülebilir (Pietrobelli ve ark., 2001; Heymsfield ve ark., 1997) .

2.3.4. Doku sistem model:

Doku sistem modelin bileşenleri yağ doku, iskelet kası, kemik, iç organlar ve beyinden oluşmaktadır. Yağ doku; deri altı, iç organlar, sarı kemik iliği ve kaslarda bulunan yağlardan oluşmaktadır (Wang ve ark., 1992). Yağ dokuyu direkt ölçen yöntem bulunmamasına rağmen tıbbi görüntüleme teknolojisindeki gelişmeler hem CT hemde MRI için insan ve hayvan kadavralarında yapılan çalışmalar sonucunda gerekli formüller geliştirilerek güvenilirliği sağlanmıştır. Ultrason , Bilgisayarlı Tomografi (BT) ve manyetik rezonans görüntüleme (MRG) cihazları vücuttaki yağ

doku ve diğer dokuları doğru olarak tahmin edebilmektedir. (Abate ve ark., 1994; Ross ve ark., 1992; Ross ve ark., 1991; Rossner ve ark., 1990; Heymsfield ve ark., 1979a; Heymsfield ve ark., 1979b). Bu yüzden Vücut kompozisyon çalışmalarında referans yöntem olarak kullanılıp alanla ilgili formüller geliştirilebilir. Çeşitli yöntemlerle ölçümü doğrudan yapılan vücut bileşen parametreleri özeti Tablo 2.5 verilmiştir.

Parametreler	Yöntem
Total vücut suyu	Izotopik dilüsyon
Potasyum	Bütün vücut sayacı
Azot, fosfor, kalsiyum, sodyum, klor, karbon	Nötron aktivasyonu
Vücut dansitesi Deri altı yağ kütlesi	Su altında ağırlık ölçümü
Deri altı yağ kütlesi	Antropometrik ölçüm (deri kıvrım kalınlığı)
Kemik mineral miktarı, Yağ kütle (YK), yağ harici kütle (YHK).	DEXA

Tablo 2.5 Çeşitli yöntemlerle ölçümü doğrudan yapılan vücut bileşen parametreleri özeti

Yukarıda belirtilen modellerin amaçları vücut kompozisyonunu doğru olarak tahmin edilmesi ve belirlenmesidir ayrıca bilimsel araştırmaların güvenilirliğini sağlamaktır. Çeşitli yöntemlerle ölçümü doğrudan yapılan vücut bileşen parametreleri özetlenerek Tablo 2.5 te verilmiştir.

2.3.5 İki Bileşenli (2-B) model:

Yağ Kütle (Y) ve Yağ Harici Kütle (YHK) belirlemektedir. Bir çok çalışmada vücut kompozisyonunun belirlenmesinde referans metot olarak kullanılır (Siri, 1956; Brozek, 1966). Erişkinde yağsız kütle oluşturulan alt-bileşen miktarlarının (su, azot, potasyum) orantılı ve sabit olduğu varsayılmaktadır (Lukaski, 1987). İki bileşenli modelde önce yağsız kütle herhangi bir elemanın (su, potasyum veya azot gibi) vücuttaki miktarı saptanır. Daha sonra bu veriden yola

çıkılarak YHK miktarı hesaplanır. YHK miktarı bulunduğundan sonra da ‘Vücut ağırlığı =YK+YHK’ eşitliğinden yararlanılarak YK miktarı elde edilir.

Cilt altı yağ dokusu kalınlığı vücut YK ile orantılıdır. Antropometrik yöntemler içerisinde en sık kullanılanı deri kıvrım kalınlığının (=ciltaltı yağ dokusu kalınlığı) ölçülmesidir. Burada kaliper yardımıyla standart vücut bölgelerinde deri kıvrım kalınlığı ölçülmektedir. Ölçüm değerleri toplamdan, yaş grupları ve cinse göre düzenlenmiş tablolar yardımıyla %YK elde edilmektedir. Bu tabloların yayınlandığı özgün çalışmada, 4 vücut bölgesinden ölçülen deri kıvrım kalınlığı toplamına logaritmik dönüşüm uygulanmış ve bunun vücut dansitesi ile lineer ilişki gösterdiği ortaya konmuştur (Dumin ve Womersley, 1974). Sonuç olarak deri kıvrım kalınlığından regresyon formülleri yardımıyla vücut dansitesi, bundan da Siri formülü ile YK ve YHK hesaplanmaktadır.

2.3.6 üç Bileşenli(3-B) model:

Yağ harici kütle içerisinde bulunan protein ve mineralleri ölçemediği için vücut kompozisyon ölçümünün eksik olduğu düşünülmektedir. (Ellis, 2000). Bu modelde vücut bileşenleri Yağ Kütle (YK), Yağ Harici Kütle (YHK) ve kemik mineral kütlesi (bone mineral mass) olarak üç bölüme ayrılmıştır (Ellis, 2000). İki bileşenli modelden farklı olarak YHK içerisinde yer alan kemik mineral kütlesi, bu modelde ayrı bir bileşen olarak ele alınmaktadır. Vücudun bu üç bileşenin miktar tayini dual enerji X-ray absorpsiyometri (DEXA) yöntemi ile kolaylıkla yapılabilmektedir (Kohrt, 1997).

2.3.7 Dört Bileşenli (4-B) model:

Bu modelin aslında 2 bileşenli modeldeki YHK bileşeninin alt bölümlere ayrılmasından türetildiğini görüyoruz (Ellis, 2000). Dolayısıyla kullanım amacına bağlı olarak bir tip 4-bileşenli modelde YHK hücre dışı su (extracellular water), hücre kütlesi (body cell mass) ve hücre dışı yağsız katı kütle (extracellular solid mass) şeklinde alt-bileşenlere ayrılırken, diğer tipte ise su, protein ve mineral (kemik+yumuşak doku) alt-bileşenlerini içermektedir. 4-bileşenli modeldeki alt-bileşen miktarlarının tayininde kullanılan tekniklerin bazıları 2-bileşenli model bölümünde açıklanmıştır. **Hücre kütlesi tayini:** Hücre kütlesi olarak adlandırılan

bileşen, oksijen tüketen ve metabolik olarak aktif vücut kütlelerini (kas ve iç organlar gibi) ifade etmektedir (Wang ve ark., 2002; Norrelund , 1999).

2.3.8 Beş bileşenli model

Vücudun yağ (fat) bileşeni için tartışmalar devam etmektedir. Dokulardan elde edilen örneklerin çeşitli solventler ile işlenmesi sonucu elde edilen malzemenin yağ, lipid, esansiyel lipid, non-esansiyel lipid gibi adlandırılması, yağ dokusuna kimi zaman lipid, kimi zaman adipöz doku denilmesi kavram karışıklıklarına neden olmaktadır. Vücut bileşenleri’de bu konuda terminoloji karmaşasına açıklık getirmek üzere beş-bileşenli model önerilmiştir (Pietrobelli ve ark., 2001) Ancak vücuttaki lipid fraksiyonlarını önerilen modele göre in vivo tayin etmek bugün için mümkün değildir.

2.3.9. Altı bileşenli (6-B) model:

6-B model diğer modellerden farklıdır. 6-B model toplam vücut suyu (TVS), nitrojen (N), kalsiyum (Ca), fosfor (P), potasyum (K), sodyum (Na)ve klor (Cl) ölçümünü içerir (; Wang ve ark., 2002;Wang ve ark.,1998).

2.4. Hata kaynakları

2.4.1. Modelden kaynaklanan hatalar:

Vücudu bileşenlerine ayırırken, kullanılan modele bağlı olmak üzere, bazı varsayımlardan hareket edilmektedir. Bu varsayımlar da vücut bileşenlerinin tayininde değişik ölçeklerde hatalara neden olabilmektedir. Örneğin, iki bileşenli modelde erişkinde YHK ’yi oluşturan alt- bileşen miktarlarının (su, azot, potasyum) orantılı, yine YK ve YHK’nin dansitelerinin sabit olduğu varsayılmaktadır. Oysa çok genç ve yaşlılarda, antrenman öncesi ve sonrasında, değişik ırktan kişilerde, farklı popülasyonlarda ve özellikle hastalık hallerinde bu “sabitler”in geçersiz olabileceği pek çok çalışma ile gösterilmiştir (Ho ve ark., 1998; Fuller ve ark.,1994; Cote ve Adams, 1993,)

2.4.2. Teknikten kaynaklanan hatalar :

Antropometri gibi hatanın hastaya ve ölçüm yapan kişiye direkt bağımlı olduğu tekniklerin yanı sıra (Erselcan ve ark., 2000), DEXA gibi teknoloji ağırlıklı

yöntemler de hatasız değildir. DEXA yönteminde kemik ile süperpoze olan yumuşak doku bölgelerinde YK/YĞZ K katsayısı için kemiği çevreleyen diğer yumuşak dokularınki kullanılmaktadır (Kelly ve ark.,1998).

2.4. 3.Cihazdan kaynaklanan hatalar:

Aynı bireye ait ölçüm değerleri için ayrı firmalara ait DEXA cihazlarında kalibrasyon farkı nedeniyle ya da BIA cihazlarında multi frekans veya mono frekans kullanılmasına göre farklı sonuçlar elde edilebilmektedir (Gudivaka ve ark., 1999; Morgan ve Madden, 1996).

2.5.Vücut kompozisyonunu belirlenmesi

2.5.1. Dual-energy x-ray absorptiometry (DXA):

Kemik dansitometri araçları son üç çeyrek yüzyılda Dual-energy x-ray absorptiometry (DXA) tek fotondan çift fotona geçilmiş ve vücut kompozisyonu ölçümü için kullanımı çok daha mümkün hale gelmiştir (Lohman, 1996). DXA ünitesi, üzerinde yatay uzanan bir yataktan oluşmakta ve yatağın altında bir kaynaktan çift X Ray enerjili ışın ve bu ışın bir alana yoğunlaşarak yatağın üzerine uzanan denekten geçmektedir. Yatağın üzerine yatan denek üzerine konulan dedektör ile geçen ışın ölçülmekte ve hem ışın kaynağı hem de dedektör hareket etmektedir. Böylelikle vücudun tamamı veya seçilen bir bölgesi düz çizgide taranabilmektedir Bazı sistemler kurşun kalem ışını kullanmaktadır: diğerleri daha hızlı tarama yapabilmek için ışınların dizili şeklini kullanırlar. Çift enerji kullanımı her bir pikselde iki bileşeni sayısal olarak tanımlanmasını sağlar. Kemiksiz bölgede bunlar yağ ve yağsız bileşenlerdir. Şunun bilinmesi gerekmektedir ki yağsız bileşen gerçekte yağdan arınmıştır, kemik mineral içermeyen bileşen; bazen hatalı bilindiği gibi bu kas değildir. Bu oranı tahmin etme stratejisi üretici tarafından değişmekte fakat araştırma kemiğe yapışan yumuşak dokunun yağ ve yağsız bileşenleri oranlarına göre hesaplanmaktadır.

Bu yolla her bir hücrenin yağ, kemik minerali ve yağsız içeriği belirlenebilmektedir (Kohrt, 1995). Özetle bütün hücreler vücudun tamamının içeriğini vermektedir. Bundan dolayı DXA vücudun üç bileşenli kimyasal modelini

kullanmaktadır ve bundan dolayı su altı tartımla karşılaştırılabilmektedir. Su altında belirlenen yağ yüzdeliğinin DXA ile karşılaştırması kemik mineral yoğunluk (KMY) ile orantılı değişiklikler gösterir muhtemelen KMY'nin yağsız bileşenleri üzerindeki etkisini yansıtır. Vücut kompozisyonunun belirlenmesinde DXA yöntemi en yaygın yöntem olarak kabul edilmektedir (Prior ve ark., 1997; Kohrt, 1998). Gençlerde (Prior ve ark., 1997; Clasey ve ark., 1999), yaşlılarda ve geniş aralıktaki sağlıklı kişilerde çok bileşenli modellere karşı geçerli kılınmıştır (Gallagher ve ark., 2000). Moleküler model olarak bileşen değerleri standartlara karşı kalibre edilir. Vücut kompozisyonunun değerlendirilmesi bundan dolayı DXA teknolojisinin pratik ve teorisine bağlıdır.

DXA taraması bölgesel hatta tüm vücudun kompozisyonu değerlerini vermektedir, fakat doğruluk oranları tüm vücut için daha zayıftır. Standart elde edilen değerler yedi bölgeyi ayrı ayrı ölçebilmektedir: baş, gövde, pelvis, dört uzuv, fakat diğer bölgeler operatör tarafından tanımlanabilmektedir. Su altı tartımda ölçümleri etkileyen faktörler vücut yoğunluğu formülünü oluşturan değişkenlerdir. Bunlar Rezidual Volüm (RV), bağırsaklardaki hava hacmi, suyun sıcaklığı (yoğunluğu) ve tartıdan kaynaklanan teknik hatalardır. DXA bunların hiçbirinden etkilenmeden vücudun yağ oranını tahribatsız ve hızlı bir şekilde minimum radyasyonla tahmin etmeye izin vermektedir (van der Ploeg ve arkl., 2003) ve vücudun üç bileşenli model yağ, yumuşak yağsız doku ve kemik mineralleri hesaplar.

Bununla birlikte metodun geçerliliği sorgulanmaktadır özellikle doku kalınlığı ve hydrasyon seviyesi konusunda (Laskey ve ark., 1992; Jebb ve ark., 1995; Pietrobelli ve ark., 1998; Wang ve ark., 1998; van der Ploeg ve ark., 2003), bu kişiden kişiye ve farklı üreticiler tarafından farklı yöntem, yanlış saptama, kalibrasyon ve analiz teknikleri yüzünden farklılıklar oluşmakta, hatta ışın türü analizde kullanılan bilgisayar programlarının özellikleri de etkilemektedir. Bu zorluklara rağmen, bunu geliştirmeye çalışan araştırmacılar arasında iyimserlik bulunmakla birlikte DXA vücut yağ oranını değerlendirilmesinde altın standart olarak kabul edilmektedir.

2.5.1.1. DXA' nın Çalışma prensibi

X veya gamma fotonlarının bir madde içerisinde geçerken, bu maddenin dansitesi (ρ ; gr/cm^3) ve katettikleri yol (y ; cm) ile ilişkili olarak atenüasyona uğradığını biliyoruz. Gelen fotonun uğradığı atenüasyon miktarı ayrıca enerjisi ile orantılı olup, belli bir enerjideki fotonun belli dansitedeki bir maddenin 1 cm 'inde atenüasyon ihtimali 'lineer atenüasyon katsayısı (μ ; $1/\text{cm}$)' olarak ifade edilmektedir (2). Gelen foton ' I_0 ' ise, ' μ ' ve ' y 'ye bağlı olarak atenüasyona (absorpsiyona) uğradıktan sonraki şiddeti ' I ' olacaktır.

$$I = I_0 e^{-\mu y} \text{ (formül 1)}$$

Absorpsiyometrik ölçüm için lineer a yerine, kütleli (μ_m ($\mu_m = \mu/\rho$)) konulursa, formül 1,

$$I = I_0 e^{-\mu M} \text{ (formül 2)}$$

olarak yeniden düzenlenebilir. M , gram cinsinden 1 cm^2 deki madde miktarını ifade etmektedir. $\mu y = \mu_m M$ varsayımının doğruluğunu eşitlikteki birimleri yerine koyarak gösterelim $\mu y = \mu_m M$

$$(1/\text{cm}) \times \text{cm} = [(1/\text{cm}) / (\text{gr}/\text{cm}^3)] \times (\text{gr}/\text{cm}^2) \mathbf{1 = 1}$$

Dikkat edilirse $\mu_m M$ sayesinde fotonun geçtiği ' y ' mesafesinin mutlak değerini bilmek gerekmemektedir. Ancak, foton hem kemik, hem de yumuşak dokudan geçtiğine göre uğrayacağı atenüasyon için her iki dokunun etkisi hesaba katılmalıdır, yani; $I = I_0 e^{-(\mu_k M_k + \mu_d M_d)}$ (formül 3)

μ_k ve μ_d ; sırasıyla kemik ve yumuşak doku kütleli atenüasyon katsayıları, M_k ve M_d fotonun geçtiği 1 cm^2 deki kemik ve yumuşak doku (gr) miktarlarını ifade etmektedir.

Formül 3'te her iki tarafın logaritması alınır;

$$\ln I/I_0 = -(\mu_k M_k + \mu_d M_d) \text{ veya } \ln I_0/I = \mu_k M_k + \mu_d M_d$$

eşitliği elde edilir, (formül 4)

Öte taraftan formül 2, $M = (I/I_0) \times (\ln I_0/I)$ olarak düzenlenebilir. Kemik için farklı enerjideki fotonların μ_m değerleri bilinirse, iki bilinmeyenli denkleme dönüşen eşitlikten M_k ve M_d değerleri elde edilebilir. Aynı şekilde Vücut Bileşen Analizi (VBA) için de YK ve YHK miktarları farklı μ_m değerleri, yani μ_{YK} ve μ_{YHK} kullanılarak elde edilir.

DEXA cihazları tarafından bu ölçümler piksel piksel yapılmakta ve ilgi alanı içerisindeki tüm piksel değerleri toplanarak bölgesel veya vücut total kemik mineral içeriği (bone mineral content, BMC) ve yumuşak doku miktarı ortaya çıkmaktadır (Blake GM, Fogelman, 1997).

DEXA'nın diğer yöntemlere göre bir avantajı vücudun sadece bir bölgesine ait değerlerin de elde edilebilmesidir. DEXA ile VBA için yapılan tarama esnasında aldığı radyasyon dozu $< 10 \mu\text{Sv}$ düzeyindedir. Bu ise bir akciğer grafisi için alınan dozdan ($20 \mu\text{Sv}$) azdır (Laskey, 1996; Perkins, 1995).

2.5.2. Ultrason (US)

1965 e kadar Ultrason (US) yağ kalınlığını ölçmek için kullanılmamıştır. 1966 yılında, US ve Harpenden kaliperlerin karşılaştırmaları yayınladığından beri, US ile vücut kompozisyonu değerlendirmelerine ilgi artmıştır (Bullen ve ark.,1965; Booth , 1966; Bellisari ve Roche, 1993). US , insan kulağının işitemeyeceği kadar yüksek frekanslı ses dalgalarına verilen adıdır,İngilizce *Ultrasound* sözcüğünden oluşturulmuş bir kelimedir, bu kelime *Yüksek ses* anlamına gelir. Ses bir enerji türüdür ve cisimlerin titreşimi sonucunda meydana gelir. X ışınları nın tersine ses elektromanyetik değildir. Ultrases, katı, sıvı veya gaz ortamda akustik bir dalgadır. Sesin iletilmesi için bir ortam (madde) gereklidir ve bir yerden başka bir yere enerji taşınımı şeklindedir. Ses dalgalarının yayılma hızı, ortamın yoğunluğuna bağlıdır.

1. Infrason (sesötesi): Frekansı 20 hertz veya altındaki sestir.
2. İşitilebilir ses: Frekansı 20-20.000 Hertz arasında olan ve insanların işitilebileceği sestir.
3. Ultrason: 20.000 Hertz üzerinde 2 ilâ 15 MHz frekansa sahip işitilemeyen sestir

Ultrasonik frekanslarda belli bir ortamdaki ses hızı sabit olduğu için $\text{Hız} = \text{Frekans} \times \text{Dalga boyu}$ denklemine göre frekans artınca sesin dalga boyu kısalmaktadır. Aradaki ilişki ters orantılı olduğu için sert dokuda ses frekansı 888 MHz'den 3 MHz'ye çıkınca dalga boyu da 0,5 mm'den 1 mm'ye çıkar. Ses şiddeti Watt/cm^2 birimi ile ölçülür (Oğuz ve ark.,1997) . Ayrıca US, yankı temeline dayanması nedeniyle röntgen, tomografi ve manyetik rezonansla aynıdır. Birçok

çalışmada US ile Manyetik rezonans görüntüleme (MRI) karşılaştırılmış ve karşılaştırma sonucunda US ölçümleri MRI ya göre daha kolay ve güvenilir bulunmuş(Koda ve ark., 2009) olup farklı akustik yoğunluklu yumuşak doku yapıları arasındaki ara yüzeyleri ayırdedebilir bulunmuştur. Yansıyan ekoların yoğunluğu akustik ara yüzeye ve ses demetinin çarptığı açıya bağlıdır. Ses demetinin geliş açısı dik açıya ne kadar yakın ise o kadar az ses yansıması olur. Dik açıdan üç dereceden fazla sapma olması durumunda algılayıcı sensör, yansıyan sesi yakalayamamaktadır. US, organlardan ve yumuşak dokulardan iyi bir şekilde geçerken intraperitoneal ve retroperitoneal yağ dokusu arasında iç organlar daha iyi görüntülenir. İç organlar yağ tarafından çevrelendiğinden sınırları daha belirgindir ve daha detaylı değerlendirilebilir (Uppot ve ark., 2007) Kemikler de ultrasonu geçirmediğinden kemiklerin etrafında çevrelenen organlar ultrason ile incelenir. Ultrason dalgasının yoğunluğu absorpsiyon, refleksiyon ve dağılma ile azalır. Doku absorpsiyonu ultrason dalgasının frekansının artmasıyla artar. Ultrason demeti, belli akustik özellikli bir dokudan farklı akustik özellikli bir dokuya geçtiği zaman ses demetinin bir bölümü yansır. Refleksiyon açısı, genellikle gelme açısına eşittir. Yansıma, ses demetinin dalga boyundan daha büyük ve düz bir düzey gerektirmemelidir. Örneğin diyaframa damar duvarları ve birçok eşyaların sınırları bu özellikteki yüzeylerdir. Yapılan çalışmalar sonucunda ölçüm hatası 0.15 mm'den az olarak tespit edilmiştir (triceps kas dışında ki bu 0,6mm olarak ölçülmüştür (Bellisari ve ark, 1993). Skinfolt (SF) kalibre ölçümlerindeki sorunlardan biri sıkışabilirlik ve adipoz doku viskoelastisitesine ölçüm belirsizliğidir. US tarafından bu belirsizlik ortadan kalkmaktadır (Ramirez, 1992). Yüksek çözünürlüklü (20MHz üzerinde) US'yi kullanarak deri kalınlığında tahribatsız ölçüm dermatoloji alanında değerlendirme aracı olarak geliştirilmiştir . Cilt kalınlığı 60 yaşına kadar belirgin bir değişiklik olmazken daha sonra azalmaya başlar (Moore , 2003;). Ortalama deri kalınlığı bölgeler arasında değişmektedir, üst kol yaklaşık 1.0 ± 0.15 mm'den anterior karın yaklaşık 2.2 ± 0.35 mm (Fornage 1993; Ramirez, 1992) dir.

2.5.3. Antropometrik Yöntem:

Antropometrik ölçümler vücut kompozisyonunun özelliğini, vücut büyüklüğünü, boyutlarının ve bölümlerinin ölçümüdür. Vücut ağırlığını ve

bölümlerini deri kıvrım kalınlıkları, iskelet çap ve çere, vücut kütle indeksini belirleme ölçümlerini içermektedir. (Shen W ve ark., 2005). Deri kıvrım kalınlığı vücut yağlılığını tahmin etmede geçerli bir parametre olarak kullanılabilir. Çünkü toplam vücut yağının %40-60'ının deri altında yer aldığı bilinmektedir (Heyward, 1996; Wang, 2000) Sonuç olarak, deri kıvrımı ile toplam vücut yağlılığı arasında yüksek ilişki belirlenmiştir (Lohman , 1988). Ancak vücut yağlılığı seviyesi iç organlarda ve deri altında biriken yağ oranını etkilemektedir. Yağsız bireylerde iç organlardaki yağ oransal olarak daha yüksek iken, vücut yağlılığı yüksek olan insanlarda iç organlardaki yağ oranı daha düşük bulunmuştur (Lohman , 1981). Literatürde yağ oranı ve yağsız vücut ağırlığı tahmininde en sık kullanılan 50 kestrim eşitliğinde yer alan sikinfolt (SKF) ölçüm noktaları sıklığının; triceps, subscapular, abdominal ve illiac crest, uyluk, biceps, calf , göğüs, olduğu belirtilmektedir (Wang, 2000). Deri kıvrım kalınlığı iki deri tabakası ve arasındaki yağın kalınlığının ölçümüdür. Literatür, 12 bölgeden alınan deri kıvrım kalınlığı ölçümü ile belirlenen deri altı yağı değerlerinin, DXA ile elde edilen değerlerle benzer olduğunu göstermektedir (Santos ve ark., 2014).

Obez ve çok kaslı bireylerde deri altı yağ dokusu ile kas dokusu zor ayrıştırılabilmektedir ve özellikle çap ölçümleri açısından da ölçümün yapılacağı anatomik referans noktalarının tespiti daha zor gerçekleştirilebilmektedir. Ayrıca obez bireylerde kullanılan kaliper açıklığından daha fazla SKF olabilir ve çevre ölçümleri açısından da normal bireylerinkinden daha az tutarlılık olabilmektedir. Tüm bu faktörler aşırmacıların kendi içerisinde tutarlı ölçüm yapabilmesini negatif anlamda etkileyebilmektedir (Lukaski, 1987; Heyward, 1996).

SKF ölçümlerinin bireyler arasındaki farklılığı sadece ölçüm alınacak noktadaki deri altı yağı miktarı değişikliklerine atfedilmemelidir. Aynı zamanda bireyler arasındaki deri kalınlığı, adipoz dokunun sıkıştırılabilirliği ve hidrasyon düzeyide farklılıklarda etken faktörlerdir. Ancak deri kalınlığındaki bireyler arası değişkenliğin (0,5mm-2mm) deri altı yağ kalınlığındaki toplam ölçüm hatasında ,küçük bir payının olduğunu ve bu parametrenin toplam hatada çok fazla etken olmadığı belirtilmektedir (Heyward, 1996; Roche, 1996). Bununla birlikte Martin (1990), SKF sıkıştırılabilirliğindeki değişkenliğin SKF metodunda önemli bir sınırlayıcı faktör olduğundan bahsetmektedirler. Periperal vasodilatasyon yada çeşitli hastalıklar gibi

sebeplerden ötürü ekstraselüler suyun subkutaneus dokuda birikmeside SKF kalınlığını artırabilmekte ve çevre ölçümlerinin güvenilirliğini negatif yönde etkileyebilmektedir. Bu nedenlerden dolayı özellikle sıcak ortamlarda egzersizden hemen sonra antropometrik ölçümler (özellikle SKF ölçümleri) yapılmamalıdır (Lukaski, 1987).

Reilly ve arkadaşlarının 2009 yılında yaptıkları çalışmada 24.2 ± 5.0 yaş aralığında olan 45 profesyonel futbolcu üzerinde vücut kütle indeksi belirlemek ve Dual-energy x-ray absorptiometry (DXA) referans yöntem olarak formül geliştirmek için ölçümler yapmışlardır. Sikinfolt ölçüm yöntemiyle triceps, biceps, subscapular, iliak, supraspinale, abdominal, uyluk ve baldır olmak üzer 9 bölgeden ölçüm almışlardır. Dual-energy x-ray absorptiometry (DXA) ile vücut yağ yüzdesini ölçmüşler, ölçümler sonucunda regresyon analizi yapmışlar, yapılan regresyon analizi sonucunda uyluk, abdominal, triceps ve baldır bileşenlerine % 78.4 oranında açıklayan formül geliştirmişlerdir.

Diğer bir araştırmada Eston ve arkadaşlarının 2005 yılında yaptıkları çalışmada Bangor, Wales üniversitesi spor , sağlık ve egzersiz bilimlerinde okuyan yaş ortalamaları 20.9 ± 2.0 olan 31 bayan ve yaş ortalaması 22.3 ± 5.5 olan 21 erkek olmak üzere toplam 52 gönüllü katılımcı üzerinde vücut kütle indeksi belirlemek ve Dual-energy x-ray absorptiometry (DXA) referans yöntem olarak formül geliştirmek için ölçümler yapmışlardır. Sikinfolt ölçüm yöntemiyle triceps, biceps, subscapular, iliak, supraspinale, abdominal, uyluk ve baldır olmak üzer 9 bölgeden ölçüm almışlardır. Dual-energy x-ray absorptiometry (DXA) ile vücut yağ yüzdesini ölçmüşlerdir. Ölçümler sonucunda Dual-energy x-ray absorptiometry (DXA) ile belirlenen yağ yüzdesiyle (%) bütün sikinfolt ölçümleri $P < 0.01$ anlamlılık düzeyinde pozitif ilişki tesbit etmişler ve Sikinfolt ölçümleri sonucunda Bayan ve Erkeklerin yağ yüzdesini belirlemek için dxa referans alınarak gerekli regresyon formüllerini geliştirmişlerdir.

Saito ve arkadaşlarını yaptığı çalışmada ultrasonografik yöntemle ölçülen deri kalınlıkları ve çevre ölçümleri kullanılarak hidrostataik tartımla elde edilen

vücut yağ yüzdesi için sumo güreşçilerinde ($\bar{x} \pm ss = 19.7 \pm 1.2$ yaş) kestirim denklemleri oluşturulmuştur.

2.6. Deri kıvrım kalınlığı ölçümleri

2.6.1 Deri kıvrım kalınlığı ölçümlerinde uyulması gereken kurallar aşağıdaki gibidir;

Ölçümler vücudun sağ tarafından alınmalı

Ölçülecek noktalar işaretlenmeli (özellikle acemi araştırmacılar için)

Kas dokusu ayırt edilerek deri katlanmalı

Katlama işlemi ölçülecek noktadan yaklaşık 1cm uzaklıkta baş ve işaret parmakları kullanılarak yapılmalı

Kaliper yüzü tutulan bölgeden 1 cm uzaklıkta katlama eksenine dik uygulanmalı

Parmaklar ölçüm tamamlanıncaya kadar aynı baskı ile katlamayı devam ettirmeli

Ölçüm kaliper basıncı uyulandıktan 4sn sonra okunmalı (fazla tutulursa dokuda sıvı kaybı olur ve düşük değerler alınabilir)

Tekrarlanan ölçümler arası belirli bir süre olmalıdır ve ölçümler rotasyonel şekilde yapılmalıdır (ard arda yapılan ölçümler düşük değerler verebilir)

İki ölçüm arasında %5'den fazla fark varsa 3. ölçüm alınmalı (en yakın ikisinin ortalaması dikkate alınmalıdır)

Egezersiz sonrası ölçüm yapılmamalıdır (vücut suyundaki değişim yüzünden SKF değerleri artabilir) (Heyward, 1996; Roche, 1996; Lohman, 1988).

2.6.2. Çevre ve Çap Ölçümlerinde uyulması gereken kurallar

Ölçümlerin zorluk derecesi düşünüldüğünde çevre ve çap ölçümleri SKF ölçümlerine göre daha güvenilir ölçümlerdir. Ancak bu durum aşağıda belirtilen ölçüm tekniklerine uyulduğunda geçerlidir.

Ölçümler vücudun sağ tarafından alınmalı

Rotasyonel şekilde her noktadan 3 ölçüm alınmalı

Çevre ölçümlerinde bükülebilir, esnemeyen 7mm genişliğinde şerit mezura kullanılmalı

Çevre ölçümlerinde mezuranın "0" noktası ile ölçülen sayı yan yana gelmeli

Baş ve boyun dışında mezura beden bölümlerine dik yere paralel olmalı, ölçüm ayakta alınmalı

Baş ölçümleri dışında mezura ölçülen bölüme iyice uydurulmuş olmalı ancak adipoz doku sıkıştırılmamalı

Çap ölçümlerinde baş ve işaret parmaklar kaliper kollarının ucunda olmalı ve ölçüm noktaları parmaklar kullanılarak incelikle belirlenmeli

Çap ölçümlerinde kaliper ile ölçüm azalmayana kadar doku iyice sıkıştırılmalı

Dirsek, bilek gibi ufak segmentlerde küçük kayan kaliper (aralık; 30cm) kullanılmalı (geniş kaliper aralığı; 60-80cm) (Heyward, 1996; Roche, 1996; Lohman, 1988).

3. GEREÇ VE YÖNTEM

3.1.Denekler

Bu araştırmaya 17 ila 21 yaş arası en az beş yıl aktif futbol onayan sporcular ile hiç spor yapmayan toplam 101 birey katılmıştır. Ayrıca 85 birey ön çalışmalarda yer almıştır. Ön çalışmaların ölçümleri 2012 yılı Ocak, Şubat, Mart ve Nisan aylarında yapılmıştır. Çalışmanın amacına dönük olan ana ölçümler ise 2012 yılı Kasım, Aralık ve 2013 yılı Şubat ile Haziran ayları arasındaki beş ay içerisinde yapılmıştır. Bu dönem sporcuların birinci ve ikinci sezon maç dönemlerine denk gelmektedir. Çalışma kapsamındaki ölçümlere başlanmadan önce Selçuk Üniversitesi, Tıp Fakültesi Dekanlığı, Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulundan araştırmanın tıbbi etik açısından uygun bulunduğu dair etik kurul raporu 27.02.2012 tarih 2012/61 sayılı kararı ile (Bkz. EK 1) alınmıştır. Ölçümler Necmettin Erbakan Üniversitesinde yapılmıştır. Antropometrik ölçümler ve Dual-energy x-ray absorptiometry (DXA) Nükleer Tıp Anabilim Dalında, Ultrason ölçümleri Radyoloji Anabilim Dalında yapılmıştır.

3.2. Araştırma Yöntemi

Bu araştırma ana hatları ile dört bölümden oluşmuştur.

Birinci Bölüm:

Ultrason ve Dual-energy x-ray absorptiometry (DXA) ile ilgili ön çalışmaları içermektedir.

İkinci Bölüm:

Verilerin Toplanması: 101 katılımcıya araştırmanın amacına dönük daha önce belirlenen ve ön çalışmalar sonunda kararlaştırılan ölçümler uygulanmıştır. Bu bölüm araştırmanın esasını oluşturan verilerin toplandığı bölümdür.

Ölçümlerin uygulanma sırası:

Ölçümler sırasıyla;

1. Boy ve ağırlık ölçümü,
2. Antropometrik ölçümler,
3. Çevre ölçümleri,
4. Çap ölçümleri,
5. Deri kıvrım kalınlığı ölçümleri,
6. Dual-energy x-ray absorptiometry (DXA) ölçümler ve
7. Ultrason ölçümleri düzeninde yapılmıştır.

Üçüncü Bölüm:

Verilerin Hesaplanması: Ölçümlerde elde edilen veriler kullanılarak ilgili hesaplamalar yapılmıştır. Bu bölümde referans olarak kabul edilen DPX NT marka Dual-energy x-ray absorptiometry (DXA) ölçüm yöntemiyle elde edilen yağ ve yağsız kütle oranı kullanılarak antropometrik ölçümler için regresyon denklemleri geliştirilmiştir. Ayrıca sporcu sedanter karşılaştırmaları yapılmıştır.

Dördüncü Bölüm:

Bulguların Karşılaştırma ve Tartışılması:

Daha önce yapılan araştırmalarda kullanılan yerli-yabancı antropometrik denklemleri ve ultrason ile ilgili ölçümleri yapılan bu çalışmanın bulguları doğrultusunda tartışılmıştır.

3.3. Veri Toplama Araçları

3.3.1 Vücut Ağırlığı ve Boy Ölçümü: Vücut ağırlığı ölçümünde $\pm 0.1\text{kg}$, Boy ölçümünde $\pm 1\text{mm}$ hassaslıkta ölçüm sonucu veren tartı aleti Seca 769 Digital Medical Scale 440 x 0.2 lb kullanılmıştır (Şekil 3.1).



Şekil 3.1. Seca 769 Digital Medical Scale 440 x 0.2 lb ölçüm aleti.

3.3.2. Antropometrik ölçümler:

Bu tez dahilinde yapılan tüm antropometrik ölçümler Lohman' ın antropometrik standartizasyon referans manueline uyacak şekilde gerçekleştirilmiştir. (Lohman, 1988)

3.3.2.1. Çevre Ölçümleri

Çevre ölçümleri antropometrik şerit metre (Gulick Metre) ile ± 1 mm hassaslıkta yapılmıştır (Şekil 3.2).

3.3.2.2. Çap Ölçümleri

Çap ölçümleri antropometrik kayan kaliper (Holtain Ltd., UK) ile ± 1 mm hassasiyetle yapılmıştır (Şekil 3.2).

3.3.2.3. Deri Kıvrım Kalınlığı Ölçümleri

Deri kıvrım kalınlıkları skinfold kaliper (Holtain Ltd., UK) ile ± 0.2 mm hassasiyetle ölçülmüştür (Şekil 3.2).



Şekil 3.2. Antropometrik Set

3.3.3. Dual-energy x-ray absorptiometry (DXA) ölçümleri
DPX NT Model cihazla yapılmıştır (Şekil 3.3)



Şekil 3-3 : DPX NT Model Dual-energy x-ray absorptiometry (DXA) ölçüm cihazı.

3.3.4. Ultrason

Ultrason ölçümleri SIEMENS ACUSON S3000 Ultrasound System model ile yapılmıştır (şekil 3.4).



Şekil 3-4 : Ultrason : SIEMENS ACUSON S3000 Ultrasound System model ölçüm cihazı.

3.5. Ön Çalışmalar

3.5.1. Dual-energy x-ray absorptiometry (DXA) ölçümleri:

Çekim yapılacak bölgeden X-ray ışınlarına mani olacak materyaller uzaklaştırıldı. DXA çekimleri antropometrik ölçümlerin hemen akabinde yapıldı. Deneğin ayakkabıları ve üzerlerindeki materyaller alındı.

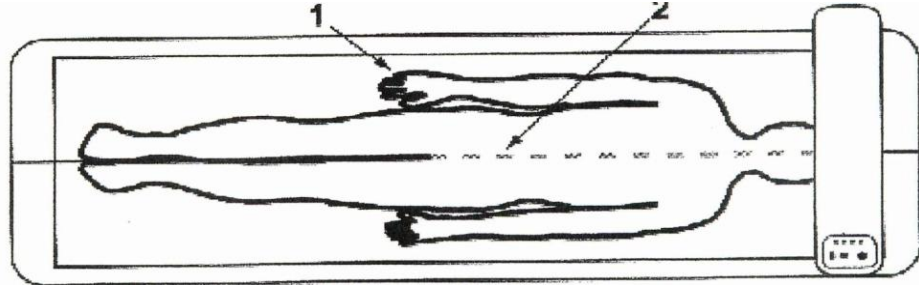
Denek masanın üzerine yatmasına yardımcı olunarak şekil 3-5 de ki pozisyon sağlandı

Deneğin avuçları açık olarak, kollar vücuda paralel bir şekilde yerleştirildi.

Deneğin gövdesi masayı ortalayacak şekilde yerleştirildi ve Deneğin gövdesi yerleştirirken masadaki merkez çizgisi referans alındı.

kafası çekim masası ped'inin içinde mevcut olan çizgilerden üst çizgiden yaklaşık 3 cm aşağısına yerleştirildi.

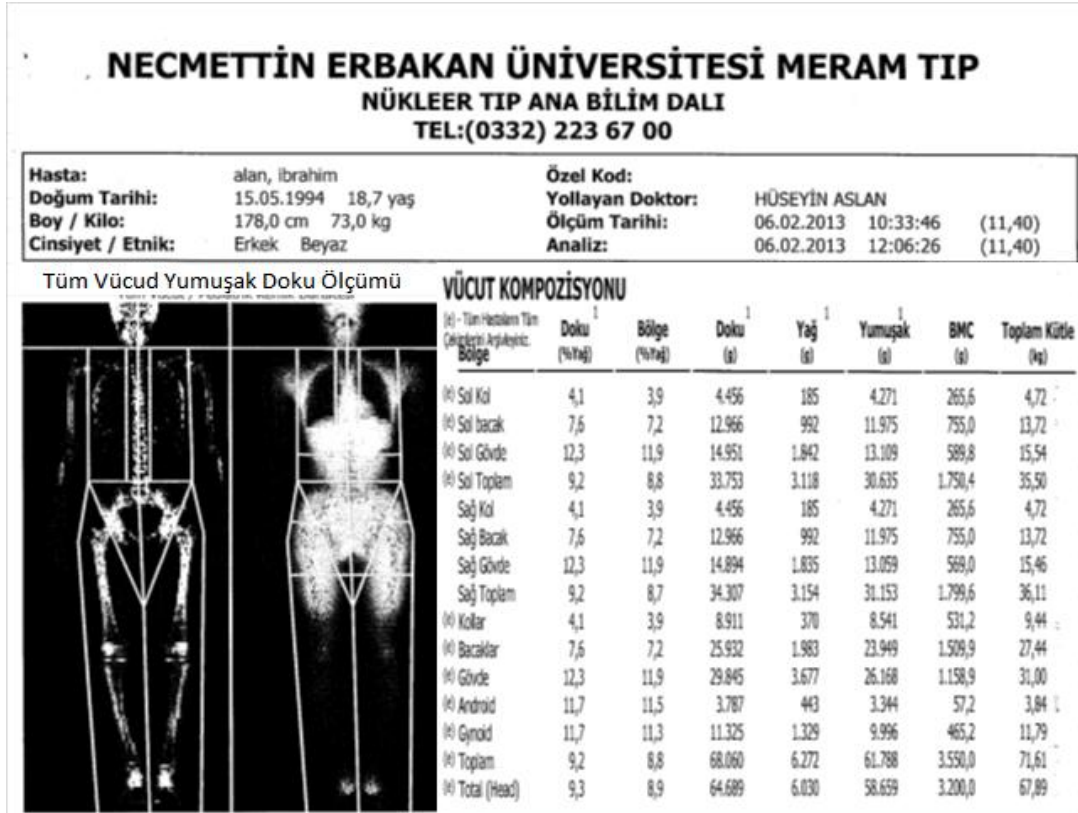
Çekim esnasında denekğin hareketini önlemek için velcro kayış ile denekğin diz ve ayakları bağlandı.



Şekil 3-5. Denek pozisyonlama



Şekil 3-6. Dual-energy x-ray absorptiometry (DXA) ölçümü



Şekil 3-7 Dual-energy x-ray absorptiometry (DXA) tüm vücudun yumuşak doku ölçüm sonuçları

3.5.2. Ultrason ölçümleri



Şekil 3-8. Ultrason (US) ölçümü

Ölçümler SIEMENS ACUSON S3000 Ultrasound System model ultrason aleti kullanılarak lineer probu ile (7.5 MHz) yapıldı. Üst orta karın üzerinde deriye dik tutularak Xyfoid çıkıntı linea alba hattı boyunca dik taranarak karaciğer yüzeyini içine alacak şekilde hemem hemen deriye paralel olarak yapıldı. Her ölçüm üçer kez yapılmış olup ölçümler arası birer dakika ara verilmiştir. Maksimum derialtı yağ kalınlığı xyfoid ile umbilicus arasındaki çizgiden göbeğe beş santim mesafeden ölçüldü. Ölçümler, deri hariç, deri ile karın kası arasındaki yağ doku kalınlığı elektronik kaliperler kullanılarak ekrandan direk olarak alındı. Bu görüntü en açık şekilde Xyfoid proçes altından alınmıştır. (Şekil 3-9) Konveks probu (3.5 MHz)) karın kasının iç yüzü ve aort ön duvarı arasında alınan visseral (V) yağ tabakası kalınlığının ölçülmesi için kullanılmıştır. (Şekil 3-10). Tüm bireylerden işlem sırasında nefeslerini tutmaları istenmiş probun sadece deriye dokuması, yağ tabakasını sıkıştırmaması için özel hassasiyet gösterilmiştir.

Bir konveks probu (3.5 MHz), ayrıca karaciğer yağ İnfiltrasyonu göstermek için de kullanılmıştır.

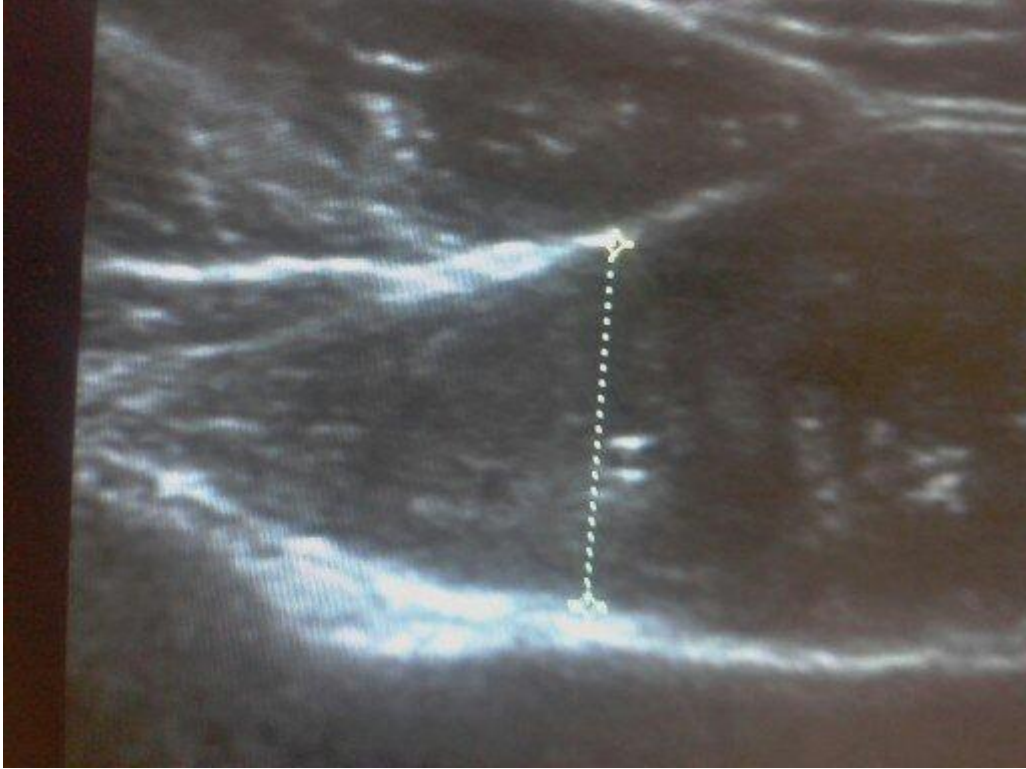
Karac er yüzeyi ile ince ba arsaklar arasındaki en kalın mesafedeki ya  ölç m de periton boşluğu yağı olarak ölçülmüştür ( ekil 3-11).



Şekil. 3.9 Subcutaneous Abdominal Yağ (deri ile karın kası arasındaki xfoid ile göbek arasındaki çizgiden ölçülen derialtı yağ tabakası görünmektedir.)



Şekil. 3.10. Preperitoneal Abdominal Yağ (Tam g begin üzerinden karına doğru taranarak, karın kasının i  yüzeyi ile aort ön duvarı arasında kalan visceral yağ tabası kalınlığı görünmektedir.)



Şekil. 3.11. Epigastrik Yağ doku (Karaciğer yüzeyi ile ince bağırsaklar arasındaki en kalın mesafedeki yağ tabakası ölçümü görülmektedir.)

Ultrason ölçümlerine ilişkin güvenilirliği test etmek amacı ile rastgele örnekleme yöntemiyle belirlenen 20 denekte ölçümler aynı uzman kişi tarafından tekrarlanmıştır. Test-tekrar test analiz sonuçlarına ilişkin ortalama (\bar{X}), standart sapma (SS) değerleri, varyans analizi sonuçları, sınıfıçi güvenilirlik (R_1) ve alfa (R_2) katsayıları Ultrason ölçümleri için güvenilirlik analizine ilişkin sonuçlar Tablo 3.1 verilmiştir.

Tablo 3.1. Ultrason Ölçümlerine İlişkin Test-Tekrar Test Analiz Sonuçları.

Ultrason Ölçümü	$\bar{x} \pm SS$		n	R ₁	R ₂	F	p
	1. ölçüm	2. ölçüm					
Subcutaneous Abdominal Yağ (deri ile karın kası arasındaki yağ kalınlığı)	3.86±3.94	3.84±3.96	20	0.999	0.999	0.183	0.674
preperitoneal Abdominal Yağ (karın kası ile aort ön yüzü arasındaki yağ kalınlığı)	39.31±8.93	39.23±9.67	20	0.985	0.984	0.021	0.886
Epigastrik abdominal yağ (bağsaksaklarla karaciğer arasındaki yağ kalınlığı)	4.95±1.68	5.13±1.86	20	0.972	0.973	2.063	0.167

Tablo 3.1’de görüldüğü gibi tekrarlanan ultrason ölçümleri sonucu elde edilen değişkenlere ait ortalamalar arasında fark yoktur ($p>0.05$). Genel olarak, fizyolojik veriler için R₁ değerinin 0.90’ın üzerinde olması “yüksek”, 0.80-0.89 arasında olması “orta” ve 0.80’in altında olması “şüpheli” olarak nitelendirilir. Ancak ölçüm aracının tipine bağlı olarak R₁ için 0.70-0.80 arasındaki değerler “kabul edilebilir” olarak nitelendirilebilir (Alpar, R., 2003). Dolayısı ile ultrason ölçümlerine ilişkin sınıfıçı güvenilirlik katsayılarının 0.972-0.999 arasında yüksek değerlerde olması, ultrason ölçümlerinin güvenilir olduğu yönünde değerlendirilmiştir.

3.5.3. Boy Ölçümü

Şekil 3.12 de görüldüğü gibi katılımcı çıplak ayakla düz bir zeminde stadiometreye doğru bir açıda durması sağlanmıştır. Deneğin ağırlığı iki ayağına eşit dağılmış, topuklar birleşik ve stadiometreye temasta, baş Frankfort planında, kollar omuzlardan serbestçe yanlara sarkıtılmış durumda iken ölçüm alınmıştır (Lohman, 1988)



Şekil 3.12. Boy ve Kilo Ölçümü

3.5.4. Çevre Ölçümleri

Çevre ölçümleri vücudun sağ tarafından iki kez alınmış ve hesaplamalarda iki ölçümün ortalaması kullanılmıştır. Ölçümler vücudun değişik yerlerinde eklem çukurlarına girebilecek şekilde 0.7cm genişliğinde olan ve 1/10cm birimle ölçebilen bir şerit metre (gulick metre) ile yapılmıştır. Bu çalışmada 10 bölgeden ölçüm alındı. Bunlar boyun, omuz, abdominal, kalça, uyluk, baldır, el bileği, önkol, biceps ve fleksiyonda biceps çevresidir. Çevre ölçümleri genel olarak Callaway ve arkadaşlarının (Callaway, 1988) öngördükleri şekilde yapılmıştır.

3.5.4.1. Boyun Çevresi

Şekil 3.13 de görüldüğü gibi katılımcılar ayakta iken, şerit metre minimum bir basınçla referans noktası olarak kabul edilen larinks çıkıntısının (adem elması) hemen altından boyunun boy eksenine dik olarak yerleştirilerek ölçüm alınmıştır. Bu ölçümde Callaway ve diğerlerinin (Callaway, 1988) belirttiği gibi ölçüm sırasında şerit metrenin yayının basıncı uygulanmamıştır .



Şekil 3.13. Boyun Çevresi Ölçümü

3.5.4.2. Omuz Çevresi

Şekil 3.14 de görüldüğü gibi katılımcı ayakta iken, şerit metre akromiyon çıkıntısının altına deltoid kaslarının en şişkin yerlerine deneği rahatsız etmeyecek şekilde yatay olarak yerleştirildi. Normal bir ekspirasyon sonrasındaki ölçüm kaydedilmiştir.



Şekil 3.14. Omuz Çevresi Ölçümü

3.5.4.3. Karın (Abdominal) Çevresi

Şekil 3.15 de görüldüğü gibi katılımcı ayakta ve bacakları bitişik olarak dururken şerit metre karın çevresine önden en büyük tümsek yaptığı göbek seviyesine yumuşak bir biçimde yatay olarak yerleştirildi. Mezuranın deneğin arka tarafında doğru durup durmadığı kontrol edilip, normal bir ekspirasyon sonrasındaki ölçüm kaydedilmiştir.



Şekil 3.15. Karın Çevresi Ölçümü

3.5.4.4. Kalça Çevresi

katılımcı ayakta ve bacakları bitişik pozisyondayken, şerit metre kalçanın çevresine arka taraftan maksimum genişlik yaptığı bölgeye yatay olarak yerleştirildi ve ölçüm kaydedilmiştir.

3.5.4.5. Uyluk Çevresi

Şekil 3.16 de görüldüğü gibi katılımcı dizi 90° fleksiyonda (tabureye oturur pozisyonda) iken inguinal katlantı ile patellanın üst kısmı arasındaki mesafe ölçülüp orta noktası işaretlenmiştir. Denek ayakta vücut ağırlığı sol ayak üzerinde iken şerit metre daha önce işaretlenmiş orta nokta hizasında sağ uyluğun etrafına boy eksenine dik olarak yerleştirilip ölçüm alınmıştır.



Şekil 3.16. Uyluk Çevresi Ölçümü

3.5.4.6. Baldır Çevresi

Şekil 3.17 de görüldüğü gibi katılımcı oturur pozisyonda ve ayakları serbestçe sarkık iken, şerit metre baldırın boy eksenine dik olarak maksimum kalınlıkta olduğu bölgenin etrafına yerleştirildi ve ölçüm kaydedilmiştir.



Şekil 3.17. Baldır Çevresi Ölçümü

3.5.4.7. Biceps (Üst Kol) Çevresi

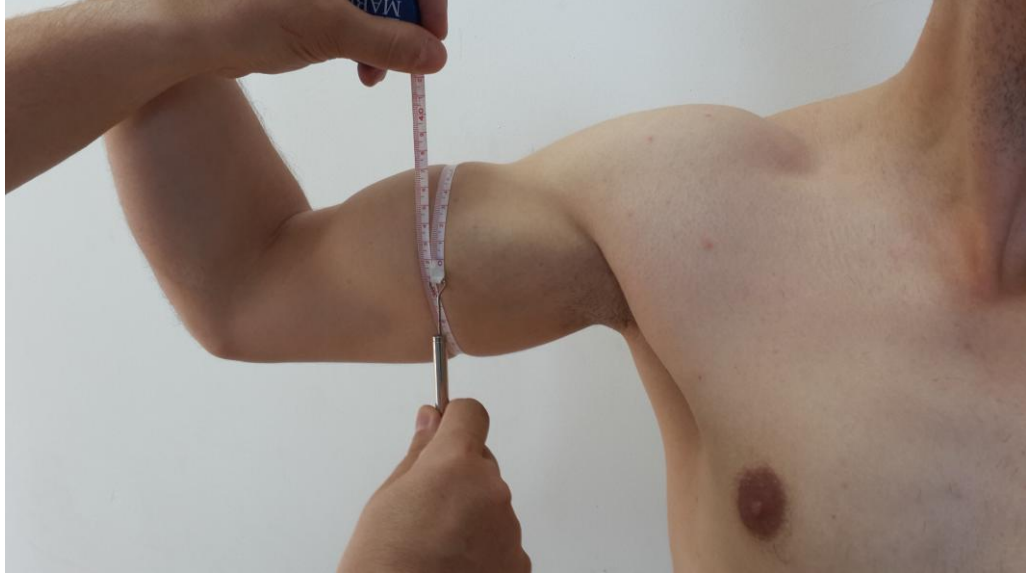
Şekil 3.18 de görüldüğü gibi katılımcı Kol dirsekten 90° derece fleksiyonda iken skapulanın akromiyon çıkıntısının arka izdüşümü ile ulnanın olekranon çıkıntısının alt kenarı arasındaki mesafenin ortası işaretlendi. Kollar serbestçe yanlara sarkık ve avuç içleri uyluklara dönük bir pozisyonda iken, şerit metre daha önce işaretlenmiş olan orta nokta seviyesinde kolun boy eksenine dik olarak çevresine nazik bir şekilde yerleştirildi ve ölçüm kaydedilmiştir.



Şekil 3.18. Üst Kol Çevresi Ölçümü

3.5.4.8. Fleksiyonda Biceps Çevresi

Şekil 3.19 de görüldüğü gibi katılımcı Kol yatay duruma getirilmiş, dirsek yaklaşık 90° fleksiyonda ve el supinasyon pozisyonunda iken şerit metre biceps etrafına yerleştirildi. Maksimum bir kasılma sırasında bicepsin en kalın yerinden alınan ölçüm kaydedilmiştir.



Şekil 3.19. Fleksiyonda Biceps Çevresi Ölçümü

3.5.4.9. Ön Kol Çevresi

Şekil 3.20 de görüldüğü gibi katılımcı Kollar aşağıya sarkıtılmış ve supinasyonda iken şerit metre ön kolun proksimalde en geniş olan yerinin çevresine, boy eksenine dik olarak nazik bir şekilde yerleştirildi ve ölçüm kaydedilmiştir.



Şekil 3.20. Ön Kol Çevresi Ölçümü

3.5.4.10. El Bileği Çevresi

Şekil 3.21' de görüldüğü gibi katılımcı Dirsek fleksiyonda ve ön kol supinasyonda iken, şerit metre bileğın etrafına radius ve unların styloid çıkıntısının distaline ön kolun boy eksenine dik olarak yerleştirildi ve ölçüm kaydedilmiştir.



Şekil 3.21. El Bileği Çevresi Ölçümü

Çevre ölçümlerindeki güvenilirliği test etmek amacı ile rasgele örnekleme yöntemiyle belirlenen (Jerry, 1985) 24 denekte ölçümler yaklaşık 1 saat gibi kısa bir aradan sonra tekrarlanmıştır. Test-tekrar test analiz sonuçlarına ilişkin ortalama, standart sapma değerleri, varyans analizi sonuçları ve sınıfıçı güvenilirlik (R_1) ve alfa katsayıları (R_2) Tablo 3.2'de verilmiştir.

Tablo 3.2. Çevre Ölçümlerine İlişkin Test-Tekrar Test Analiz Sonuçları.

Çevre Ölçümü (cm)	$\bar{x} \pm SS$		n	R ₁	R ₂	F	p
	1. ölçüm	2. ölçüm					
Boyun Çevresi	37.07±2.30	37.06±2.23	20	0.984	0.983	0.006	0.940
Omuz Çevresi	105.76±23.51	105.67±23.54	20	0.999	0.999	0.444	0.513
Üst Kol Çevresi	27.11±3.36	27.09±3.29	20	0.998	0.998	0.027	0.872
Fleks. Üst Kol	28.72±2.84	28.67±2.80	20	0.998	0.998	1.139	0.299
Ön Kol Çevresi	26.08±1.92	26.14±1.92	20	0.995	0.995	1.142	0.299
El Bileği Çevresi	16.97±1.02	16.98±1.01	20	0.990	0.989	0.011	0.916
Karın Çevresi	83.79±11.06	83.72±11.04	20	0.999	0.999	0.458	0.507
Kalça Çevresi	93.83±7.82	94.00±7.79	20	0.998	0.998	1.437	0.245
Uyluk Çevresi	49.06±5.33	49.12±5.24	20	0.999	0.999	0.748	0.398
Baldır Çevresi	36.91±3,88	36.85±3.89	20	0.999	0.999	1.899	0.184

Tablo 3.2’de görüldüğü gibi tekrarlanan ölçümler arasında anlamlı fark yoktur ($p>0.05$). Ölçümlere ilişkin sınıf içi güvenilirlik katsayılarının 0.984-0.999 arasında olması, ölçümlerin yüksek güvenilirlik ve tutarlığa sahip oldukları yönünde değerlendirilmiştir.

3.5.5. Çap Ölçümleri

Bu çalışmada toplam 6 bölgeden çap ölçümü alındı. Bunlar biakromial, deltoitler, bi iliak, bi trokanter, humerus biepikeondil ve femur biepikeondil çaplarıdır. Çap ölçümleri yöntemsel olarak Wilmore ve arkadaşlarının (158) öngördükleri gibi uygulanmıştır.

3.5.5.1. Biakromial Çap

Şekil 3.22’ de görüldüğü gibi katılımcı ayakta, omuzlar gevşek, kollar aşağıya ve hafifçe öne doğru dikey bir biçimde sarkıtılmış pozisyonda iken, antropometrik kayan kaliper skapulanın akromiyon çıkıntılarının yan uçlarına yatay olarak 45° açıyla yerleştirilmiş ve ölçüm arka taraftan alınmıştır.



Şekil 3.22. Biakromial Çap Ölçümü

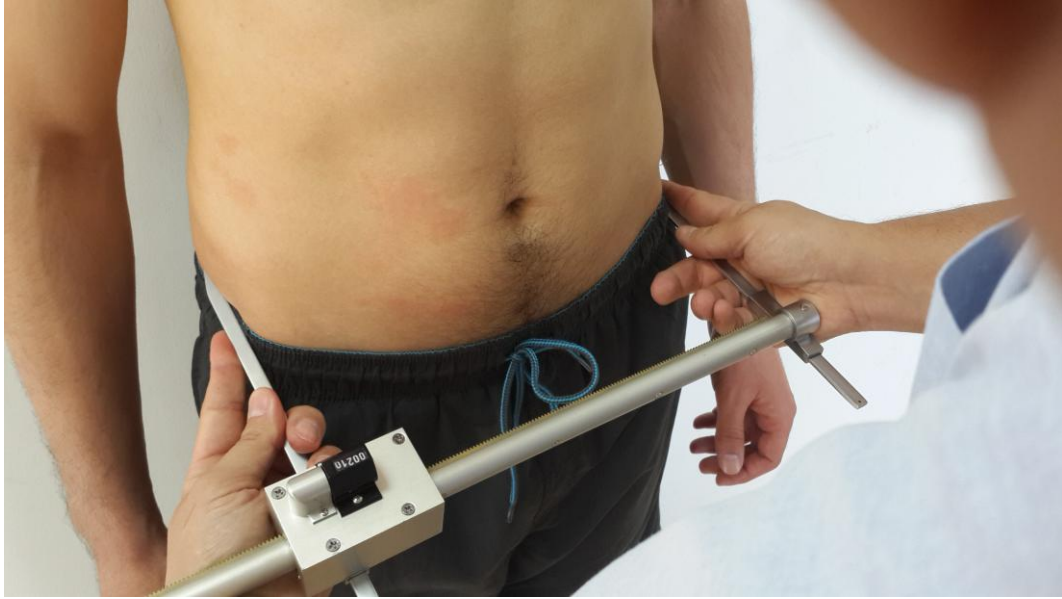
3.5.5.2. Omuz Genişliği: Şekil 3.23’ de görüldüğü gibi katılımcı ayakta, omuzları gevşek ve kolları aşağıya sarkıtılmış pozisyonda iken, antropometrik kayan kaliper deltoid kaslarının yanlardan en şişkin bölgelerine yatay olarak yerleştirilmiş ve ölçüm kaydedilmiştir.



Şekil 3.23. Omuz Genişliği Ölçümü

3.5.5.3. Bi-iliak Çap

Şekil 3.24' de görüldüğü gibi katılımcı ayakta, kolları göğse kavuşturulmuş pozisyonda iken antropometrik kaliperin ağzı aşağı yönde 45°'lik açıyla iliak uçların maksimum geniş bölgelerine sıkıca yerleştirilmiş ve ölçüm ön taraftan alınmıştır.



Şekil 3.24. Bi-iliak Çap Ölçümü

3.5.5.4. Bitrokanterik Çap.

Denek ayakta, bacakları bitişik ve kolları göğse kavuşturulmuş pozisyonda iken antropometrik kaliperin ağzı ile yatay bir şekilde oldukça yüksek bir basınçla yumuşak dokuya bastırıldı. Ön taraftan trokanterler arasındaki mesafe ölçülmüş ve kaydedilmiştir.

3.5.5.5. Diz Çapı (Femur Epikondil).

Denek oturmuş ve dizi 90° fleksiyonda iken kaliperin ağzı yatay bir şekilde dış ve iç femur epikondillere sıkıca bastırılmış ve ölçüm kaydedilmiştir.

3.5.5.6. Dirsek Çapı (Humerus Epikondil).

Şekil 3.25’ de görüldüğü gibi katılımcı Dirsek 90° fleksiyonda, kol yatay duruma getirilmiş ve ön kol supinasyonda iken kaliperin ağzı dirseğe doğru açı yapacak şekilde dış ve iç humerus epikondile sıkıca bastırılmış ve ölçüm kaydedilmiştir.



Şekil 3.25. Dirsek Çapı Ölçümü

Çap ölçümlerinin güvenilirliğini saptamak amacı ile rasgele örnekleme yöntemiyle seçilen 22 denekte ölçümler yaklaşık 1 saat gibi kısa bir aradan sonra tekrar edilmiştir. Test-tekrar test güvenilirlik analiz sonuçlarına ilişkin değerler Tablo 3.3’te verilmiştir.

Tablo 3.3. Çap Ölçümlerine İlişkin Test-Tekrar Test Analiz Sonuçları.

Çap Ölçümü (cm)	$\bar{x} \pm SS$		n	R ₁	R ₂	F	p
	1. ölçüm	2. ölçüm					
Biakromial	39.27±2.70	39.37±2.69	20	0.993	0.993	0.936	0.345
Deltoid	43.73±3.39	43.90±3.33	20	0.994	0.995	2.488	0.131
Biilliak	28.77±1.60	28.81±1.61	20	0.997	0.997	1.000	0.330
Bitrokanter	32.70±1.75	32.76±1.83	20	0.993	0.993	0.889	0.358
Humerus Biepi kondiler	6.60±0.36	6.64±0.36	20	0.916	0.915	0.593	0.451
Femur Biepi kondiler	9.66±0.58	9.70±0.61	20	0.985	0.986	1.251	0.277

Tablo 3.3’te görüldüğü gibi tekrarlanan ölçümler sonucu elde edilen ortalamalar arasında istatistiki olarak anlamlı fark yoktur ($p>0.05$). Ölçümlere ilişkin sınıf içi güvenilirlik katsayılarının 0.916-0.997 arasında yüksek değerlerde olması, ölçümlerin güvenilir ve tutarlı olduğunu göstermektedir.

3.5.6. Deri Kıvrım Kalınlığı Ölçümleri.

Derialtı yağ ölçümü, vücudun toplam yağ oranının 1/2'sinin deri altındaki yağ depolarında toplandığı ve bunun toplam yağ miktarı ile ilişkili olduğu gerekçesine dayanarak yapılmaktadır. Ölçümlerde hassaslık seviyesi 0.2mm olan ve uçları arasında her açıklıkta standart 10gr/mm²'lik bir basınç sağlayan skinfold kaliper kullanıldı. Ölçümler birliktelik sağlanması amacıyla sağ taraftan alındı ve bütün ölçümler denek ayakta iken uygulandı. Ölçümü hatalı yapmamak için baş ve işaret parmakları ile ölçüm yapılan noktanın 1cm gerisinden sadece deri ve derialtı yağ (kas dokusu hariç) tutuldu. Kaliperin uçları ölçüm yapılan noktaya uygulandıktan sonra iki-üç saniye içinde sonuç okunarak milimetre cinsinden kaydedildi. Yapılan bu çalışmada 9 bölgeden ölçüm alındı. Bunlar triceps, abdomen, biceps, suprailiak I, suprailiak II, subskapula, göğüs, uyluk, baldır deri kıvrımıdır. Deri kıvrım kalınlığı ölçümleri genellikle Harrison ve arkadaşlarının (Harrison, 1988) önerdikleri şekilde yapılmıştır

3.5.6.1. Göğüs Deri Kıvrım Kalınlığı

Şekil 3.26' de görüldüğü gibi katılımcı Deri kıvrım kalınlığı denek ayakta iken pektoralis (göğüs) kasının koltuk altı ve meme ucu doğrultusu yönündeki kenarının, olabilecek en üst noktasından diyagonal olarak ölçülmüştür.



Şekil 3.26. Göğüs Deri Kıvrım Kalınlığı Ölçümü

3.5.6.2. Subskapula Deri Kıvrım Kalınlığı

Şekil 3.27' de görüldüğü gibi katılımcı Deri kıvrım kalınlığı denek ayakta iken kürek kemiğinin altında deride görülen doğal ayırım boyunca olan bölgede kemiğin alt açısının hemen altından diyagonal olarak (vücuda yakalşık 45° bir açı yapacak şekilde) ölçülmüştür.



Şekil 3.27. Subskapula Deri Kıvrım Kalınlığı Ölçümü

3.5.6.3. Suprailiak I Deri Kıvrım Kalınlığı

Şekil 3.28' de görüldüğü gibi katılımcı Deri kıvrım kalınlığı denek ayakta bacakları bitişik şekilde dururken iliak krestin hemen üstünde, koltuk altı çizgisi bölgesinde derideki doğal ayırım izinden ölçülmüştür.



Şekil 3.28. Suprailiak I Deri Kıvrım Kalınlığı Ölçümü

3.5.6.4. Suprailiak II Deri Kıvrım Kalınlığı.

Şekil 3.29' de görüldüğü gibi katılımcı Suprailiak deri kıvrım kalınlığı denek ayakta bacakları bitişik şekilde dururken kasığa daha yakın olarak iliak krestin hemen 1cm üstünden 2cm medial taraftan, kasığa paralel olarak ölçülmüştür.



Şekil 3.29. Suprailiak II Deri Kıvrım Kalınlığı Ölçümü

3.5.6.5. Abdominal Deri Kıvrım Kalınlığı

Şekil 3.30' de görüldüğü gibi katılımcı ayakta, vücut ağırlığı iki bacağına eşit olarak dağıtılmış ve abdominal duvarı gevşek halde iken deri kıvrım kalınlığı umblikusun (göbeğin) 3cm sol yanından ve orta çizginin 1cm kadar altından yatay ölçülmüştür.



Şekil 3.30. Abdominal Deri Kıvrım Kalınlığı Ölçümü

3.5.6.6. Triseps Deri Kıvrım Kalınlığı.

Şekil 3.31' de görüldüğü gibi katılımcı Triseps deri kıvrım kalınlığı üst kolun arka yüzünden, triseps kası üzerinden skapulanın akromiyon çıkıntısı ile ulnanın olekranon çıkıntısının orta noktasından kolun boy eksenine dik olarak ölçüldü. Ölçüm noktasının belirlenmesi daha biceps (üst kol) çevresi ölçümünde anlatıldığı gibi, kol dirsekten 90° derece fleksiyonda iken skapulanın akromiyon çıkıntısının arka uzantısı ile ulnanın olekranon çıkıntısının alt noktası arasındaki mesafenin ortası işaretlenerek yapılmıştır.



Şekil 3.31. Triseps Deri Kıvrım Kalınlığı Ölçümü

3.5.6.7. Biceps Deri Kıvrım Kalınlığı

Şekil 3.32' de görüldüğü gibi katılımcı Deri kıvrım kalınlığı, denek ayakta, üst ekstremiteler rahat bir pozisyonda ve avuç içi öne dönük biçimde dururken, kolun ön yüzünden, bicepsin en şişkin olan ve triseps deri kıvrım kalınlığı ölçümü için işaretlenmiş noktanın seviyesinin 1cm üstünden, akromiyon çıkıntısı ve antekubital çukurun ön hizasından dikey bir katlantı olacak şekilde ölçülmüştür.



Şekil 3.32. Biceps Deri Kıvrım Kalınlığı Ölçümü

3.5.6.8. Uyluk Deri Kıvrım Kalınlığı

Şekil 3.33' de görüldüğü gibi katılımcı Ölçüm noktasının belirlenmesi daha önce uyluk çevresi ölçümünde anlatıldığı gibi deneğin dizi 90° fleksiyonda (tabureye oturur pozisyonda) iken inguinal katlantı ile patellanın üst kısmı arasındaki mesafenin orta noktası işaretlenerek yapılmıştır. Deri kıvrım kalınlığı, denek ayakta ve vücut ağırlığı sol bacak üzerinde iken sağ uyluğun ön yüzünden daha önce işaretlenmiş noktadan bacağın boy eksenine dik olarak ölçülmüştür.



Şekil 3.33. Uyluk Deri Kıvrım Kalınlığı Ölçümü

3.5.6.9. Baldır Deri Kıvrım Kalınlığı.

Şekil 3.34’ de görüldüğü gibi katılımcı Deri kıvrım kalınlığı, denek bir tabureye oturmuş ve dizi 90° fleksiyonda iken baldır çevresinin en geniş olduğu çemberin iç yüzünden bacağın boy eksenine dik olarak ölçülmüştür.



Şekil 3.34. Baldır Deri Kıvrım Kalınlığı Ölçümü

Deri kıvrım kalınlığı ölçümlerindeki güvenilirliği saptamak amacı ile rasgele örnekleme yöntemiyle 24 denek belirlenmiş ve bu katılımcılarda ölçümler yaklaşık 1 saat gibi kısa bir aradan sonra tekrarlanmıştır. Test-tekrar test analiz sonuçlarına ilişkin değerler Tablo 3.4’te verilmiştir.

Tablo 3.4. Deri Kıvrım Kalınlığı Ölçümlerine İlişkin Test-Tekrar Test Analiz Sonuçları.

Deri Kıvrım Kalınlığı (mm)	$\bar{x} \pm SS$		n	R ₁	R ₂	F	P
	1. ölçüm	2. ölçüm					
Subskapula	16.78±9.09	16.74±9.08	20	0.999	0.999	1.357	0.258
Triseps	12.36±6.90	12.44±6.83	20	0.999	0.999	1.059	0.316
Biseps	6.48±3.15	6.80±3.25	20	0.969	0.970	1.736	0.203
Göğüs	10.70±6.80	10.77±6.86	20	0.999	0.999	1.045	0.320
Abdominal	20.59±9.41	20.67±9.43	20	0.999	0.999	0.841	0.371
Suprailliak-1	19.70±9.28	19.76±9.34	20	0.999	0.999	0.339	0.567
Suprailliak-2	19.12±11.49	19.20±11.45	20	0.999	0.999	1.673	0.211
Uyluk	18.05±9.16	18.02±9.18	20	0.999	0.999	0.083	0.776
Baldır	13.25±3.82	13.32±3,77	20	0.999	0.999	2.749	0.114

Tekrarlanan ölçümler arasında anlamlı ($p>0.05$) fark yoktur (Tablo 3.4). Ölçümlere ilişkin sınıf içi güvenilirlik katsayılarının 0.969-0.999 arasında yüksek değerlerde olması, ölçümlerin güvenilir ve tutarlı olduğunun göstergesi olarak kabul edilmiştir.

3.6. Verilerin Analizi

Öncelikle bütün deneklerin yaş (yıl), boy (cm), vücut ağırlığı (kg), antropometrik ölçümleri (çevre, çap ve deri kıvrım kalınlığı ölçümleri), Ultrason (US) analizi verileri ile Dual-energy x-ray absorptiometry (DXA) ölçümü sonucu elde edilen vücut kompozisyonu verilerinin aritmetik ortalama (\bar{x}), standart sapma (ss), en küçük ve en büyük değerleri hesaplanmıştır.

Çevre, çap, deri kıvrım kalınlığı, Ultrason (US) ve Dual-energy x-ray absorptiometry (DXA) ölçümlerinin test-tekrar test güvenilirlik katsayısı; Tekrarlı Ölçümlerde Tek Yönlü Varyans Analizi (ANOVA) yardımı ile sınıf içi korelasyon katsayısı bulunarak belirlenmiştir (Alpar, 2003; Alpar, R. 2001; Thomas ve Nelson,1996).

Boy, vücut ağırlığı, çevre, çap, deri kıvrım kalınlığı, viseral yağ ve vücut kompozisyonu verileri bakımından sporcular ile sedanterlerin karşılaştırılması için bağımsız örneklemelerde t-testi uygulanmıştır.

Referans ölçüm olarak kabul edilen Dual-energy x-ray absorptiometry (DXA) ile ölçülen vücut yağ yüzdesi ile antropometrik (çevre, çap ve deri kıvrım kalınlığı) ve viseral yağ değişkenleri arasındaki ilişkiler Pearson Korelasyon katsayısı (r) ile incelenmiştir (Alpar, 2003; Alpar, R. 2001).

Dual-energy x-ray absorptiometry (DXA) verisi olan vücut yağ yüzdesi (bağımlı değişken) için antropometrik ölçümü bağımsız değişken olarak alınmış, Çoklu Doğrusal Regresyon Analizi ve Adım-Adım (stepwise) Çoklu Doğrusal Regresyon Analizi Yöntemleri ile regresyon denklemleri oluşturulmuştur. Bağımsız değişkenler arasında çoklu bağlantı olmadığı VIF değerleri (Varyans Şişme Değerleri) incelenerek araştırılmıştır. Dağılımda aykırı değer olmadığı ve dağılımın yapısının rasgele olduğu, kestirim değerlerine karşı Student türü artık grafiği oluşturularak incelenmiştir. Grafikler yardımı ile büyük artıklı aykırı gözlemlerin belirlendiği durumlarda ilgili gözlemler veriden silinerek sonuç denklemler tekrar oluşturulmuştur. Artıkların normalliği student türü artıklar ile oluşturulan Q-Q grafikleri ile incelenmiştir (Alpar, 2003).

Regresyon Modellerinin geçerliği apraz Geçerlik (cross validation) Yöntemi ile araştırılmıştır. Çapraz Geçerlik aşağıdaki gibi yapılmıştır (Alpar, 2003).

1. Veri rasgele iki eşit parçaya bölünerek bu parçaların birinden (A grubu veri) kestirim denklemi ve belirtme katsayısı (R^2) elde edilmiştir.
2. Diğer parçanın (B grubu veri) bağımsız değişken değerleri A grubunun denkleminde yerine konarak y_i kestirimleri elde edilmiştir.
3. B parçasının y değerleri ile y_i kestirim değerleri arasındaki belirtme katsayısı (R^2) hesaplanmıştır.
4. A grubunun R^2 değerleri ile 3. basamakta elde edilen R^2 değerleri arasında ciddi sayılabilecek bir farkın varlığı incelenmiştir.

4. BULGULAR

Bu çalışmada futbolcular ile sedanter bireylerin genel vücut yağı ve viseral yağlılıklarını karşılaştırılarak incelenmesi ve antropometrik ölçümleri kullanılarak futbolcuların vücut kompozisyonun belirlenmesine dönük regresyon denklemi geliştirilmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla futbolcular ve sedanterler genel vücut yağı ve viseral yağlılık bakımından karşılaştırılmıştır. Ayrıca DEXA ile tespit edilen vücut yağ yüzdesi parametresinin (bağımlı değişken) kestirimi için antropometrik verilerin (bağımsız değişken) yer aldığı regresyon denklemleri oluşturulması yoluna gidilmiştir.

Gereç ve Yöntem bölümünün verilerin analizi bölümünde ayrıntılı olarak açıklanan istatistiksel analizler sonucunda elde edilen bulgular; 1) Tanımlayıcı İstatistikler, Karşılaştırmalar ve Korelasyon Katsayıları, 2) Regresyon Denklemleri alt başlıkları ile aşağıda verilmiştir.

4.1. Sporcu ve Sedanterlerin Tüm Ölçümlerinin Tanımlayıcı İstatistikleri

Sporcu ve sedanter grupların yaş, boy, vücut ağırlığı, DEXA ile elde edilen vücut kompozisyonu verileri (VY%, yağ kütle ve YHK), antropometrik ölçümleri (çevre, çap ve deri kıvrım kalınlığı ölçümleri), ultrason analizi verilerinin (Subcutaneous Abdominal Yağ, Preperitoneal Abdominal Yağ ve Epigastrik Abdominal Yağ) aritmetik ortalama, standart sapma, en küçük ve en büyük değerleri Tablo 4.1 ve 4.2’de gösterilmiştir. Tablo 4.1’de sporcuların tanımlayıcı istatistikleri için gözlem sayısı 51, tablo 4.2’deki sedanterler için ise 50’dir.

Tablo 4.1. Sporculara Ait Ölçümlerin Aritmetik Ortalama, Standart Sapma, En Küçük ve En Büyük Değerleri (n=51)

Değişkenler	Aritmetik ortalama	Standart Sapma	En Küçük	En Büyük
Yaş (yıl)	18.51	1.255	17	21
Boy (cm)	174.6059	5.84843	162.00	187.00
Vücut Ağırlığı (kg)	69.3127	7.66132	56.15	87.50
VY%	13.8314	5.85674	5.30	34.10
Yağ Kütle (kg)	9.5135	5.20809	3.09	27.40
YHK (kg)	56.5532	4.47410	46.65	67.01
Boyun Çevresi (cm)	35.9755	2.13395	24.70	39.50
Omuz Çevresi (cm)	110.3402	4.68415	98.40	120.20
Kol Çevresi (cm)	26.3000	2.06502	22.40	32.20
F.Kol Çevresi (cm)	29.1245	2.04234	25.60	33.20
Ön Kol Çevresi (cm)	25.6882	2.03516	23.00	36.70
El Bileği Çevresi (cm)	16.5343	.64339	15.50	18.00
Karın Çevresi (cm)	79.9098	5.42416	70.00	93.50
Kalça Çevresi (cm)	92.4098	5.93424	72.40	105.10
Uyluk Çevresi (cm)	50.7078	3.12079	44.60	56.60
Baldır Çevresi (cm)	36.7686	2.22782	33.15	41.50
Biakromial Çap (cm)	39.4029	1.56274	34.40	42.30
Bideltoid Çap (cm)	43.7088	1.99979	39.90	49.50
Biliak Çap (cm)	27.5049	1.46203	24.40	30.20
Bitrokanter Çap (cm)	31.7780	1.53855	28.40	35.60
Humerus Biep. Çap (cm)	6.3500	.40719	5.55	7.70
Femur Biep. Çap (cm)	9.4412	.52884	8.40	10.50
Subskapula dkk (mm)	12.7971	3.84528	8.40	25.10
Triseps dkk (mm)	9.8088	3.30204	6.00	21.70
Bisepsdkk (mm)	5.6157	1.82314	3.40	13.30
Göğüs dkk (mm)	8.0706	3.00428	4.60	22.40
Abdominal dkk (mm)	15.9794	6.07675	7.00	35.00
Suprailiak 1 dkk (mm)	15.3657	6.42113	6.70	32.50
Suprailiak 2 dkk (mm)	15.4686	6.62343	6.40	39.00
Uyluk dkk (mm)	14.1265	6.06394	6.00	35.00
Baldır dkk (mm)	10.7108	4.73040	5.00	27.00
US Subcutaneous Abdominal Yağ (mm)	3.6765	3.35309	1.00	17.10
US Preperitoneal Abdominal Yağ (mm)	42.4735	9.31732	23.55	64.15
US Epigastrik Yağ doku (mm)	5.5461	1.94386	2.40	10.20

F.Kol: Maksimum fleksiyonda kol, Biep.: biepikondil, dkk: deri kıvrım kalınlığı, VY%: Vücut Yağ Yüzdesi, YHK: Yağ Harici Kütle, US: Ultrason

Tablo 4.1'de yaşları 17-21 yıl, boy uzunluğu 162-187cm ve vücut ağırlıkları 56.15 -87.50kg aralığında olan amatör seviyede futbol oynayan 51 sporcunun vücut kompozisyonu verileri, çevre, çap, deri kıvrım kalınlığı ölçümleri ve viseral yağlılık seviyeleri genel olarak sunulmuştur.

Tablo 4.2. Sedanterlere Ait Ölçümlerin Aritmetik Ortalama, Standart Sapma, En Küçük ve En Büyük Değerleri (n=50)

Değişkenler	Aritmetik ortalama	Standart Sapma	En Küçük	En Büyük
Yaş (yıl)	18.74	1.454	17	21
Boy (cm)	175.1330	6.17483	161.50	189.00
Vücut Ağırlığı (kg)	69.7510	12.20565	51.00	110.00
VY%	17.7300	9.07770	5.00	34.10
Yağ Kütle (kg)	12.7136	8.67316	2.50	36.90
YHK (kg)	53.9446	5.35813	41.14	71.66
Boyun Çevresi (cm)	36.0100	3.08476	25.40	43.55
Omuz Çevresi (cm)	111.0420	7.04236	99.50	135.50
Kol Çevresi (cm)	26.3600	3.06333	22.45	35.65
F.Kol Çevresi (cm)	29.2150	2.78931	24.50	37.40
Ön Kol Çevresi (cm)	25.9560	1.71861	23.00	31.25
El Bileği Çevresi (cm)	16.5550	.96464	14.60	20.20
Karın Çevresi (cm)	83.2300	10.66042	69.45	113.00
Kalça Çevresi (cm)	93.6160	7.90532	77.45	117.35
Uyluk Çevresi (cm)	49.3140	5.25648	40.95	63.90
Baldır Çevresi (cm)	37.2290	4.01876	32.00	47.70
Biakromial Çap (cm)	38.9930	2.20155	31.50	43.15
Bideltoid Çap (cm)	43.1070	2.60051	38.25	52.00
Biliak Çap (cm)	28.0450	1.72397	24.55	33.50
Bitrokanter Çap (cm)	32.2770	2.11101	28.15	37.30
Humerus Biep. Çap (cm)	6.4490	.46186	5.50	7.90
Femur Biep. Çap (cm)	9.5180	.59682	8.20	11.45
Subskapula dkk (mm)	16.6340	8.63984	8.00	42.00
Trisepts dkk (mm)	12.5520	6.44539	4.80	34.00
Bisepsdkk (mm)	6.9030	3.77989	3.20	18.60
Göğüs dkk (mm)	10.9330	6.96088	4.80	32.20
Abdominal dkk (mm)	19.7940	10.19366	6.00	42.20
Suprailiak 1 dkk (mm)	18.6870	9.91414	5.80	42.80
Suprailiak 2 dkk (mm)	21.1700	12.12973	7.60	48.00
Uyluk dkk (mm)	17.6350	9.47405	6.00	41.00
Baldır dkk (mm)	13.8380	7.96452	5.00	37.00
US Subcutaneous Abdominal Yağ (mm)	8.2380	8.73555	.80	40.30
US Preperitoneal Abdominal Yağ (mm)	40.6680	10.94172	17.40	60.35
US Epigastrik Yağ doku (mm)	7.3740	3.91162	2.90	17.65

Yine sporsal aktivitenin vücut kompozisyonu verilerine etkisinin incelenebilmesi ve sporcularla karşılaştırmaların yapılabilmesi için oluşturulan yaşları 17-21 yıl, boy uzunluğu 161.5-189cm ve vücut ağırlıkları 51 -110kg aralığında olan herhangi bir düzenli fiziksel aktiviteye katılmayan 51 sedanter bireyin vücut kompozisyonu verileri, çevre, çap, deri kıvrım kalınlığı ölçümleri ve visceral yağlılık seviyeleri genel olarak tablo 4.2’de sunulmuştur.

4.2. Sporcu ve Sedanterlerin Antropometrik Ölçümler ve Vücut Kompozisyonu Verileri Bakımından Karşılaştırılması

Sporcu ile sedanterlerin boy, vücut ağırlığı, VY%, yağ kütle ve YHK verileri bakımından karşılaştırılması bağımsız örneklerde t testi ile yapılmıştır. T testi sonuçları aritmetik ortalama, standart sapma (SS), T, serbestlik derecesi (Sd) ve p değerleri belirtilerek tablo 4.3'te sunulmuştur.

Tablo 4.3. Boy, vücut ağırlığı ve vücut kompozisyonu verileri için sporcular ile sedanterlerin bağımsız örneklerde t-testi ile karşılaştırılması

Değişken	Brans	N	Aritmetik Ortalama	SS	T	Sd	P
Boy (cm)	sporcu	51	174.6059	5.84843	-0.441	99	0.661
	sedanter	50	175.1330	6.17483			
Vücut Ağırlığı (kg)	sporcu	51	69.3127	7.66132	-.217	99	.829
	sedanter	50	69.7510	12.20565			
VY%	sporcu	51	13.8314	5.85674	-2.570	99	.012
	sedanter	50	17.7300	9.07770			
Yağ Kütle (kg)	sporcu	51	9.5135	5.20809	-2.253	99	.026
	sedanter	50	12.7136	8.67316			
YHK (kg)	sporcu	51	56.5532	4.47410	2.658	99	.009
	sedanter	50	53.9446	5.35813			

Bağımsız örneklerde t testine göre VY% ($t=-2.570$; $p=0.012$), yağ kütle ($t=-2.253$; $p=0.026$) ve YHK ($t=-2.658$; $p=0.009$) bakımından sporcular ile sedanterler arasında anlamlı fark saptanmıştır. Diğer taraftan boy ($t=-0.441$; $p=0.661$) ve vücut ağırlığı ($t=-0.217$; $p=0.829$) bakımından sporcu ve sedanterler arasında anlamlı farka rastlanmamıştır (Tablo 4.3).

Sporcu ve sedanterlerin vücudun farklı bölgelerinden elde edilen on ayrı çevre ölçümleri bakımından karşılaştırılması bağımsız örneklerde t testi ile yapılmıştır. T testi sonuçları aritmetik ortalama, SS, T, Sd ve p değerleri belirtilerek tablo 4.4'te sunulmuştur.

Tablo 4.4. Çevre ölçümleri için sporcular ile sedanterlerin bağımsız örneklerde t-testi ile karşılaştırılması

Değişken	Branş	N	Aritmetik Ortalama	SS	T	Sd	P
Boyun Çevresi (cm)	sporcu	51	35.9755	2.13395	-.065	99	.948
	sedanter	50	36.0100	3.08476			
Omuz Çevresi (cm)	sporcu	51	110.3402	4.68415	-.591	99	.556
	sedanter	50	111.0420	7.04236			
Kol Çevresi (cm)	sporcu	51	26.3000	2.06502	-.116	99	.908
	sedanter	50	26.3600	3.06333			
F.Kol Çevresi (cm)	sporcu	51	29.1245	2.04234	-.186	99	.853
	sedanter	50	29.2150	2.78931			
Ön Kol Çevresi (cm)	sporcu	51	25.6882	2.03516	-.714	99	.477
	sedanter	50	25.9560	1.71861			
El Bileği Çevresi (cm)	sporcu	51	16.5343	.64339	-.127	99	.899
	sedanter	50	16.5550	.96464			
Karın Çevresi (cm)	sporcu	51	79.9098	5.42416	-1.978	99	.051
	sedanter	50	83.2300	10.66042			
Kalça Çevresi (cm)	sporcu	51	92.4098	5.93424	-.868	99	.387
	sedanter	50	93.6160	7.90532			
Uyluk Çevresi (cm)	sporcu	51	50.7078	3.12079	1.624	99	.108
	sedanter	50	49.3140	5.25648			
Baldır Çevresi (cm)	sporcu	51	36.7686	2.22782	-.714	99	.477
	sedanter	50	37.2290	4.01876			

Bağımsız örneklerde t testine göre çevre ölçümleri (boyun, omuz, kol, fleksiyonda kol, ön kol, el bileği, karın, kalça, uyluk ve baldır) bakımından sporcular ile sedanterler arasında istatistiksel olarak anlamlı ($p>0.05$) fark saptanmamıştır (Tablo 4.4).

Sporcu ve sedanterlerin vücudun farklı bölgelerinden ölçüm alınan altı ayrı çap ölçümleri bakımından karşılaştırılmasının yapıldığı bağımsız örneklerde t testi sonuçları aritmetik ortalama, SS, T, Sd ve p değerleri belirtilerek tablo 4.5'te sunulmuştur.

Tablo 4.5. Çap ölçümleri için sporcular ile sedanterlerin bağımsız örneklerde t-testi ile karşılaştırılması

Değişken	Branş	N	Aritmetik Ortalama	SS	T	Sd	P
Biakromial Çap (cm)	sporcu	51	39.4029	1.56274	1.081	99	.282
	sedanter	50	38.9930	2.20155			
Bideltoid Çap (cm)	sporcu	51	43.7088	1.99979	1.305	99	.195
	sedanter	50	43.1070	2.60051			
Biliak Çap (cm)	sporcu	51	27.5049	1.46203	-	99	.092
	sedanter	50	28.0450	1.72397	1.699		
Bitrokanter Çap (cm)	sporcu	51	31.7780	1.53855	-	99	.177
	sedanter	50	32.2770	2.11101	1.359		
Humerus Biep. Çap (cm)	sporcu	51	6.3500	.40719	-	99	.256
	sedanter	50	6.4490	.46186	1.143		
Femur Biep. Çap (cm)	sporcu	51	9.4412	.52884	-.685	99	.495
	sedanter	50	9.5180	.59682			

Bağımsız örneklerde t testine göre hiçbir çap ölçümü (biakromial, bideltoid, biliak, bitrokanter, humerus biepikondil ve femur biepikondil) bakımından sporcular ile sedanterler arasında anlamlı ($p>0.05$) fark bulunmamıştır (Tablo 4.5).

Sporcu ve sedanterlerin farklı bölgelerden elde edilen dokuz ayrı deri kıvrım kalınlığı ölçümleri bakımından karşılaştırılması bağımsız örneklerde t testi ile yapılmıştır. T testi sonuçları aritmetik ortalama, SS, T, Sd ve p değerleri belirtilerek tablo 4.6'da sunulmuştur

Tablo 4.6. Deri Kıvrım Kalınlığı ölçümleri için sporcular ile sedanterlerin bağımsız örneklerde t-testi ile karşılaştırılması

Değişken	Branş	N	Aritmetik Ortalama	SS	T	Sd	P
Subskapula dkk (mm)	sporcu	51	12.7971	3.84528	-	99	.005
	sedanter	50	16.6340	8.63984	2.893		
Triseps dkk (mm)	sporcu	51	9.8088	3.30204	-	99	.008
	sedanter	50	12.5520	6.44539	2.700		
Bisepsdkk (mm)	sporcu	51	5.6157	1.82314	-	99	.031
	sedanter	50	6.9030	3.77989	2.187		
Göğüs dkk (mm)	sporcu	51	8.0706	3.00428	-	99	.008
	sedanter	50	10.9330	6.96088	2.692		
Abdominal dkk (mm)	sporcu	51	15.9794	6.07675	-	99	.024
	sedanter	50	19.7940	10.19366	2.290		
Suprailiak 1 dkk (mm)	sporcu	51	15.3657	6.42113	-	99	.048
	sedanter	50	18.6870	9.91414	2.002		
Suprailiak 2 dkk (mm)	sporcu	51	15.4686	6.62343	-	99	.004
	sedanter	50	21.1700	12.12973	2.940		
Uyluk dkk (mm)	sporcu	51	14.1265	6.06394	-	99	.029
	sedanter	50	17.6350	9.47405	2.221		
Baldır dkk (mm)	sporcu	51	10.7108	4.73040	-	99	.018
	sedanter	50	13.8380	7.96452	2.405		

Bağımsız örneklerde t testine göre Subskapula dkk ($t=-2.893$; $p=0.005$), Triseps dkk ($t=-2.700$; $p=0.008$), Biseps dkk ($t=-2.187$; $p=0.031$), Göğüs dkk ($t=-2.692$; $p=0.008$), Abdominal dkk ($t=-2.290$; $p=0.024$), Suprailiak 1 dkk ($t=-2.002$; $p=0.048$), Suprailiak 2 dkk ($t=-2.940$; $p=0.004$), Uyluk dkk ($t=-2.221$; $p=0.029$) ve Baldır dkk ($t=-2.405$; $p=0.018$) bakımından sporcular ile sedanterler arasında istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmıştır (Tablo 4.6).

Sporcu ve sedanterlerin üç ayrı bölgeden alınan ultrason ölçümleri bakımından karşılaştırılmasının yapıldığı bağımsız örneklerde t testi sonuçları aritmetik ortalama, SS, T, Sd ve p değerleri belirtilerek tablo 4.7’de sunulmuştur.

Tablo 4.7. Ultrason ölçümleri ile elde edilen veriler için sporcular ile sedanterlerin bağımsız örneklerde t-testi ile karşılaştırılması

Değişken	Branş	N	Aritmetik Ortalama	SS	T	Sd	P
US Subcutaneous Abdominal Yağ (mm)	sporcu	51	3,6765	3,35309	-3,477	99	,001
	sedanter	50	8,2380	8,73555			
US Preperitoneal Abdominal Yağ (mm)	sporcu	51	42,4735	9,31732	,893	99	,374
	sedanter	50	40,6680	10,94172			
US Epigastrik Yağ doku (mm)	sporcu	51	5,5461	1,94386	-2,983	99	,004
	sedanter	50	7,3740	3,91162			

Bağımsız örneklerde t testine göre Subcutaneous Abdominal Yağ ($t=-3.477$; $p=0.001$) ve Epigastrik Yağ doku ($t=-2.983$; $p=0.004$) bakımından sporcular ile sedanterler arasında istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmıştır. Diğer taraftan Preperitoneal Abdominal Yağ ($t=-0.893$; $p=0.374$) bakımından sporcu ve sedanterler arasında farka rastlanmamıştır (Tablo 4.7).

4.8. Sporcularda Vücut Yağ Yüzdesi, Yağ Kütle ve Yağ Harici Kütle ile Antropometrik Ölçümler arası İlişki

Sporcuların çevre ölçümleri ile referans ölçüm DEXA ile elde edilen vücut yağ yüzdesi değişkeni arasındaki Pearson Korelasyon katsayıları Tablo 4.8’de verilmiştir.

Tablo 4.8. Sporcularda vücut yağ yüzdesi ile çevre ölçümleri arası ilişki

	Boyun Çev.	Omuz Çev.	Kol Çev.	F.Kol Çev.	Ön Kol Çev.	El Bil. Çev.	Karın Çev.	Kalça Çev.	Uyluk Çev.	Baldır Çev.
Vücut Yağ %	,198	,587**	,660**	,620**	,646**	,191	,803**	,721**	,707**	,705**
Boyun Çev.	1	,283*	,512**	,456**	,289*	,332*	,430**	,195	,445**	,351*
Omuz Çev.		1	,690**	,713**	,596**	,322*	,581**	,537**	,590**	,606**
Kol Çev.			1	,923**	,660**	,490*	,718**	,581**	,735**	,674**
F.Kol Çev.				1	,673**	,537*	,685**	,594**	,707**	,678**
Ön Kol Çev					1	,474*	,568**	,513**	,609**	,603**
El Bileği Çev						1	,442**	,411**	,361**	,407**
Karın Çev.							1	,762**	,761**	,779**
Kalça Çev.								1	,646**	,635**
Uyluk Çev.									1	,803**
Baldır Çev.										1

Tablo 4.8’de görüldüğü gibi sekiz çevre ölçümü olan omuz, kol, fleksiyonda kol, ön kol, karın, kalça, uyluk ve baldır çevresi ile vücut yağ yüzdesi arası Pearson Korelasyon katsayıları pozitif olarak $r=0.587$ ile $r=0.803$ arasında değişmektedir. Sadece boyun ve el bileği çevresi ile vücut yağ yüzdesi arasında anlamlı ilişki gözlenmemiştir.

Sporcuların çap ölçümleri ile referans ölçüm DEXA ile elde edilen vücut yağ yüzdesi değişkeni arasındaki Pearson Korelasyon katsayıları Tablo 4.9’da verilmiştir.

Tablo 4.9. Sporcularda vücut yağ yüzdesi ile çap ölçümleri arası ilişki

	Biakromial Çap	Bideltoid Çap	Biiliak Çap	Bitrokanter Çap	Humerus Biep. Çap	Femur Biep. Çap
Vücut Yağ %	,310*	,631**	,373**	,429**	,023	,318*
Biakromial Çap	1	,745**	,394**	,499**	,369**	,515**
Bideltoid Çap		1	,526**	,484**	,166	,411**
Biiliak Çap			1	,626**	,086	,427**
Bitrokanter Çap				1	,243	,472**
Humerus Biep. Çap					1	,306*
Femur Biep. Çap						1

Tablo 4.9’da görüldüğü gibi beş çap ölçümü olan biakromial, bideltoid, biiliak, bitrokanter ve femur biepikondil çap değerleri ile vücut yağ yüzdesi için Pearson Korelasyon katsayıları pozitif olarak $r=0.310$ ile $r=0.631$ arasında değişen istatistiksel olarak anlamlı ilişki gözlenirken, humerus biepikondil ile vücut yağ yüzdesi arasında anlamlı ilişki gözlemlenmemiştir.

Sporcuların deri kıvrım kalınlığı ölçümleri ile referans ölçüm DEXA ile elde edilen vücut yağ yüzdesi değişkeni arasındaki Pearson Korelasyon katsayıları Tablo 4.10’da verilmiştir.

Tablo 4.10. Sporcularda vücut yağ yüzdesi ile deri kıvrım kalınlığı ölçümleri arası ilişki

	Subskapula dkk	Triseps dkk	Biseps dkk	Göğüs Dkk	Abdominal dkk	Suprailiak 1 dkk	Suprailiak 2 dkk	Uyluk dkk	Baldır dkk
Vücut Yağ %	,850**	,838**	,680**	,748**	,820**	,836**	,821**	,782**	,742**
Subskapula dkk	1	,793**	,685**	,817**	,786**	,783**	,836**	,675**	,698**
Triseps dkk		1	,746**	,738**	,725**	,747**	,831**	,870**	,830**
Biseps dkk			1	,774**	,701**	,707**	,749**	,648**	,662**
Göğüs dkk				1	,861**	,826**	,860**	,705**	,681**
Abdominal dkk					1	,951**	,784**	,695**	,646**
Suprailiak 1 dkk						1	,800**	,725**	,669**
Suprailiak 2 dkk							1	,739**	,716**
Uyluk Dkk								1	,810**
Baldır dkk									1

Tablo 4.10’da görüldüğü gibi deri kıvrım kalınlığı ölçümleri olan subskapula, triseps, biseps, göğüs, abdominal, suprailiak 1 ve 2, uyluk ve baldır ile referans ölçüm vücut yağ yüzdesi için Pearson Korelasyon katsayıları pozitif olarak $r=0.680$ ile $r=0.850$ arasında değişmektedir.

4.4. Sporcular ve Sedanterlerde Vücut Ağırlığı, Vücut Yağ Yüzdesi ve Yağ Kütle ile Ultrason Verileri Arası İlişki

Viseral yağ verileri ile vücut ağırlığı, vücut yağ yüzdesi ve yağ kütle arasındaki Pearson korelasyon katsayıları sporcular ve sedanterler için sırasıyla Tablo 4.11 ve Tablo 4.12’de verilmiştir.

Tablo 4.11.Sporcular için vücut ağırlığı, vücut yağ yüzdesi ve yağ kütle ile ultrason verileri arası ilişki

	US Subcutaneous Abdominal Yağ	US Preperitoneal Abdominal Yağ	US Epigastrik Abdominal Yağ
Vücut Ağırlığı	,618**	,336*	,563**
Vücut Yağ %	,841**	,210	,722**
Yağ Kütle	,891**	,202	,727**
US Subcutaneous Abdominal Yağ	1	,098	,635**
US Preperitoneal Abdominal Yağ		1	,289*
US Epigastrik Abdominal Yağ			1

Sporcular için Tablo 4.11’de görüldüğü gibi vücut ağırlığı ile Subcutaneous Abdominal Yağ, Preperitoneal Abdominal Yağ ve Epigastrik Yağ doku için $r=0.336$ ile $r=0.618$ arasında; Vücut Yağ % ile Subcutaneous Abdominal Yağ ve Epigastrik Yağ doku için $r=0.722$ ile $r=0.841$ arasında; ve Yağ Kütle ile Subcutaneous Abdominal Yağ ve Epigastrik Yağ doku için $r=0.727$ ile $r=0.891$ arasında pozitif ilişkili bulunmuştur.

Tablo 4.12. Sedanterler için vücut ağırlığı, vücut yağ yüzdesi ve yağ kütle ile ultrason verileri arası ilişki

	US Subcutaneous Abdominal Yağ	US Preperitoneal Abdominal Yağ	US Epigastrik Abdominal Yağ
Vücut Ağırlığı	,778**	,621**	,756**
Vücut Yağ %	,853**	,669**	,840**
Yağ Kütle	,871**	,661**	,845**
US Subcutaneous Abdominal Yağ	1	,488**	,653**
US Preperitoneal Abdominal Yağ		1	,659**
US Epigastrik Abdominal Yağ			1

Sedanterler için Tablo 4.12’de görüldüğü gibi vücut ağırlığı ile Subcutaneous Abdominal Yağ, Preperitoneal Abdominal Yağ ve Epigastrik Yağ doku için $r=0.621$ ile $r=0.778$ arasında; Vücut Yağ % ile Subcutaneous Abdominal Yağ, Preperitoneal Abdominal Yağ ve Epigastrik Yağ doku için $r=0.669$ ile $r=0.853$ arasında; ve Yağ Kütle ile Subcutaneous Abdominal Yağ, Preperitoneal Abdominal Yağ ve Epigastrik Yağ doku için $r=0.661$ ile $r=0.871$ arasında pozitif ilişkili bulunmuştur.

4.5. Sporcularda Vücut Yağ Yüzdesinin Kestirimi için Antropometrik Ölçümlerin Kullanıldığı Regresyon Denklemleri

Model 1’de Vücut Yağ Yüzdesi (VY%) bağımlı değişken, antropometrik verilerden deri kıvrım kalınlığı, çevre ve çap ölçümlerinin tümü bağımsız değişken olarak alınmış ve adım-adım çoklu doğrusal regresyon modeli aşağıdaki gibi verilmiştir.

$$VY\% = -\beta_0 + \beta_1(SbSkDKK) - \beta_2(UyDKK) + \beta_3(KrÇev) + \varepsilon$$

Bu modele ilişkin bulgular Tablo 4.13’te verilmiştir. Tabloda görüldüğü gibi regresyon denklemi anlamlı (F=85.156, p=0.000) olup, tüm katsayılar anlamlıdır.

Tablo 4.13. Vücut Yağ Yüzdesi Verisine İlişkin Adım-Adım Çoklu Doğrusal Regresyon Analizi Sonucu

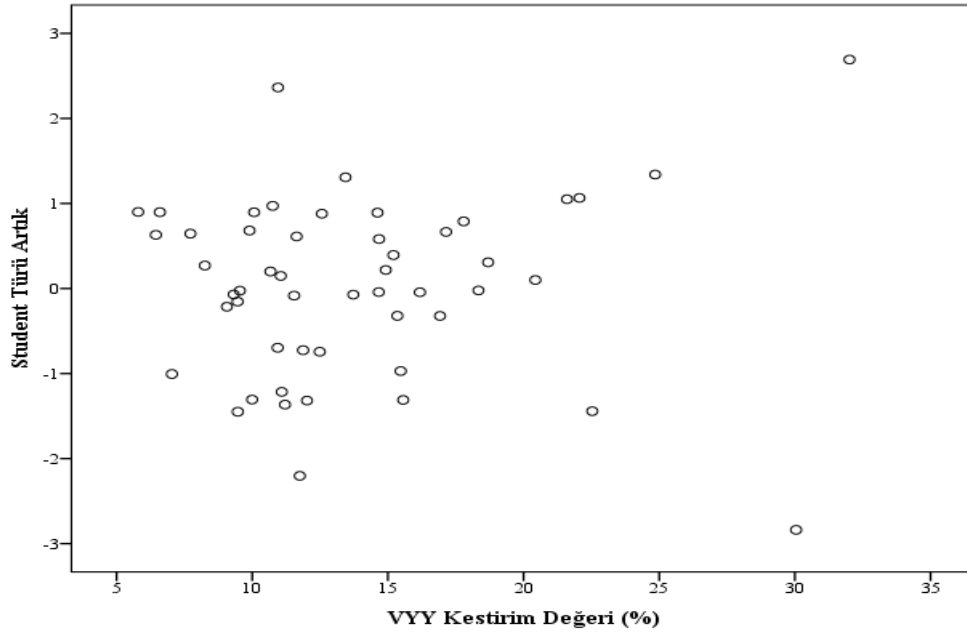
Değişken	b _i	S(b _i)	BETA	VIF	T	p
Sabit	-25.23603	6.318	-	-	-3.994	0.000
SubSkapula DKK	0.63975	0.139	0.420	2.517	4.605	0.000
Uyluk DKK	0.29534	0.078	0.306	1.979	3.370	0.000
Karın Çevresi	0.33423	0.093	0.310	2.242	3.595	0.001
n=51	s=2.38123	R ² =0.845	(F=85.156, p= 0.000)			

Yukarıdaki tablodan ilgili çoklu doğrusal regresyon denklemi aşağıdaki gibi yazılmıştır.

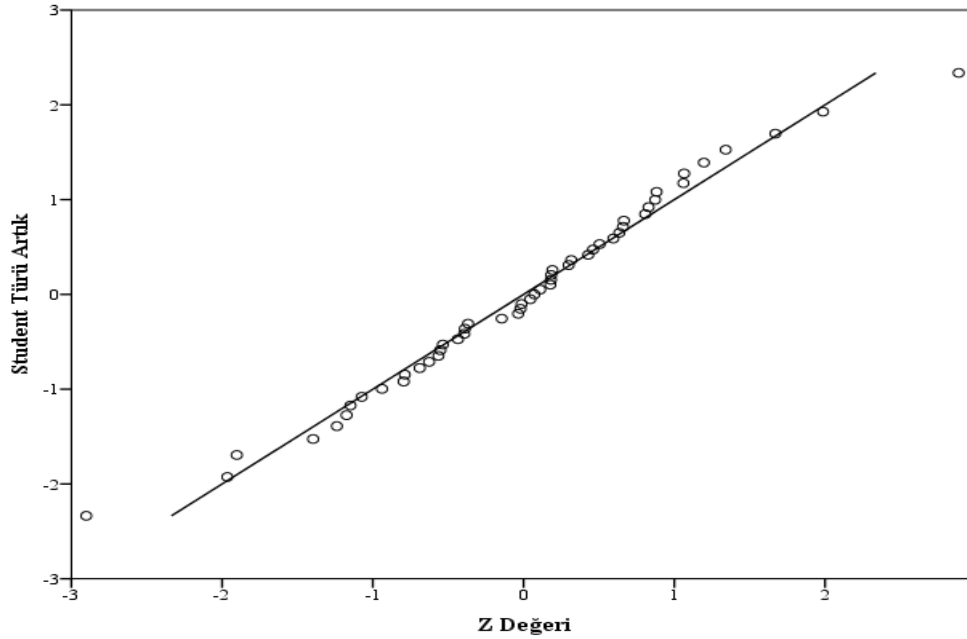
$$VY\% = -25.23603 + 0.63975(SbSkDKK) - 0.29534(UyDKK) + 0.33423(KrÇev)$$

Model 1’in yeterliğine ilişkin VIF değerleri de tabloda verilmiştir. Buradan bağımsız değişkenler arasında çoklu bağlantı olmadığı anlaşılmaktadır. Ayrıca kestirim değerlerine karşı student türü artık grafiği de incelenmiştir (Grafik 4.1). Buna göre, dağılımda aykırı değer olmadığı gibi saçılımın rasgele yapıda olduğu gözlenmiştir.

Ayrıca, Grafik 4.2’de student türü artıklar normal dağılım göstermektedir.



Grafik 4.1. Model 1 için Kestirim Değerlerine Karşı Student Tüü Artıkların Saçılım Grafiği



Grafik 4.2. Model 1 için Student Tüü Artıkların Normalliğine İlişkin Q-Q Grafiği.

Modelin çapraz geçerliği incelenmiştir. Yarıya bölünen verinin A parçasından oluşturulan kestirim denkleminin belirtme katsayısı $R^2 = 0.854$ 'tür, ve bu denklem ile B parçasının bağımsız verileriyle hesaplanan y_i kestirim değerleri ile y değerleri

arasındaki belirtme katsayısı $R^2=0.849$ olarak bulunmuştur. Yukarıda verilen katsayılar arasında değişimin az olması modelin geçerliğinin yüksek olduğunu göstermektedir.

Model 2’de Vücut Yağ Yüzdesi (VY%) bağımlı değişken, antropometrik verilerden deri kıvrım kalınlığı ölçümlerinin tümü bağımsız değişken olarak alınmış ve adım-adım çoklu doğrusal regresyon modeli aşağıdaki gibi verilmiştir.

$$VY\% = -\beta_0 + \beta_1(SbSkDKK) - \beta_2(UyDKK) + \beta_3(Spr1DKK) + \varepsilon$$

Bu modele ilişkin bulgular Tablo 4.14’te verilmiştir. Tabloda görüldüğü gibi regresyon denklemi anlamlı ($F=76.955$, $p=0.000$) olup, tüm katsayılar anlamlıdır.

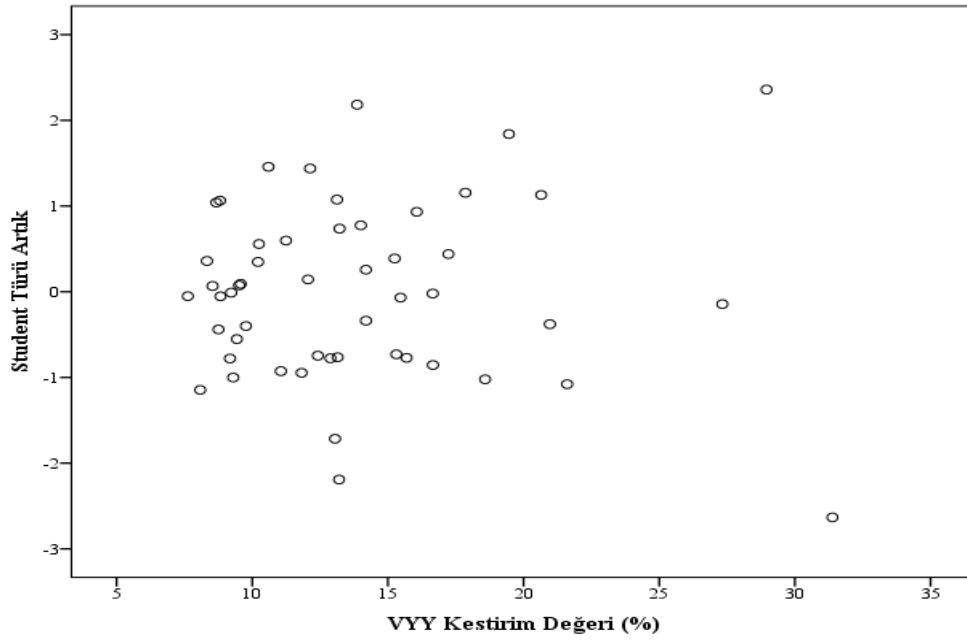
Tablo 4.14. Vücut Yağ Yüzdesi Verisine İlişkin Adım-Adım Çoklu Doğrusal Regresyon Analizi Sonucu

Değişken	b_i	S(b_i)	BETA	VIF	T	P
Sabit	-2.48453	1.230	-	-	-2.020	0.049
SubSkapula DKK	0.65093	0.152	0.427	2.755	4.292	0.000
Uyluk DKK	0.26491	0.087	0.274	2.250	3.048	0.004
Suprailiak DKK	0.27618	0.097	0.303	3.164	2.838	0.007
n=51	s=2.48441	$R^2=0.831$	(F=76.955, p= 0.000)			

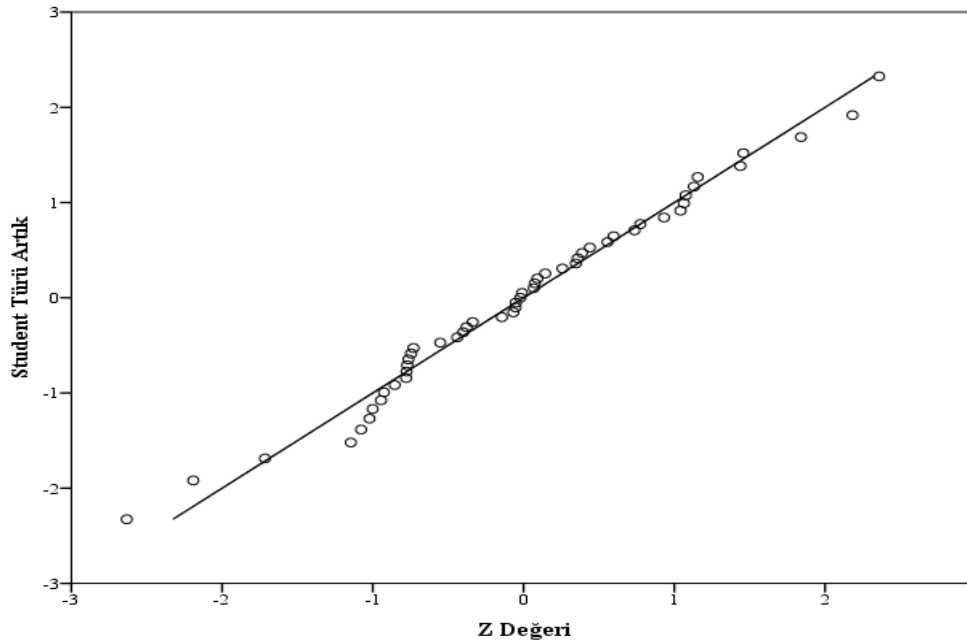
Yukarıdaki tablodan ilgili çoklu doğrusal regresyon denklemi aşağıdaki gibi yazılmıştır.

$$VY\% = -2.48453 + 0.65093(SbSkDKK) - 0.26491(UyDKK) + 0.27618(Spr1DKK)$$

Model 2’nin yeterliğine ilişkin VIF değerleri de tabloda verilmiştir. Buradan bağımsız değişkenler arasında çoklu bağlantı olmadığı anlaşılmaktadır. Ayrıca kestirim değerlerine karşı student türü artık grafiği de incelenmiştir (Grafik 4.3). Buna göre, dağılımda aykırı değer olmadığı gibi saçılımın rasgele yapıda olduğu gözlenmiştir. Ayrıca, Grafik 4.4’te student türü artıklar normal dağılım göstermektedir.



Grafik 4.3. Model 2 için Kestirim Değerlerine Karşı Student Türü Artıkların Saçılım Grafiği



Grafik 4.4. Model 2 için Student Türü Artıkların Normalliğine İlişkin Q-Q Grafiği.

Bu modelin çapraz geçerliği incelenmiştir. Yarıya bölünen verinin A parçasından oluşturulan kestirim denkleminin belirtme katsayısı $R^2 = 0.815$ 'dir, ve bu denklem ile B parçasının bağımsız verileriyle hesaplanan y_i kestirim değerleri ile y

değerleri arasındaki belirtme katsayısı $R^2=0.815$ olarak bulunmuştur. Yukarıda verilen katsayılar arasında değişimin az olması modelin geçerliğinin yüksek olduğunu göstermektedir.

Model 3'te Vücut Yağ Yüzdesi (VY%) bağımlı değişken, antropometrik verilerden çevre ölçümlerinin tümü bağımsız değişken olarak alınmış ve adım-adım çoklu doğrusal regresyon modeli aşağıdaki gibi verilmiştir.

$$VY\% = -\beta_0 + \beta_1(KrCev) - \beta_2(\ddot{O}kCev) + \beta_3(EbCev) + \beta_4(KlCev) + \varepsilon$$

Bu modele ilişkin bulgular Tablo 4.15'te verilmiştir. Tabloda görüldüğü gibi regresyon denklemi anlamlı ($F=44.360$, $p=0.000$) olup, tüm katsayılar anlamlıdır.

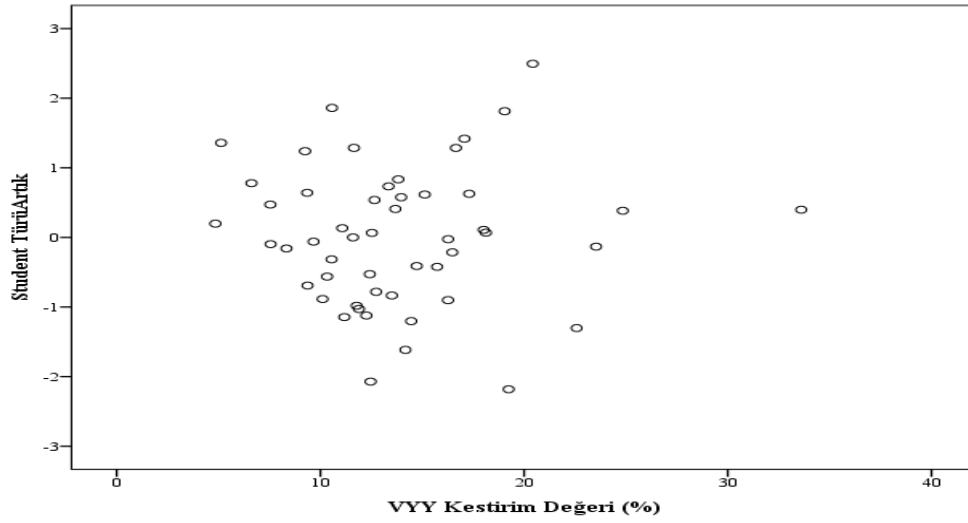
Tablo 4.15. Vücut Yağ Yüzdesi Verisine İlişkin Adım-Adım Çoklu Doğrusal Regresyon Analizi Sonucu

Değişken	b_i	S(b_i)	BETA	VIF	T	P
Sabit	-34.03772	10.330	-	-	-3.295	0.002
KrCev	0.59717	0.119	0.553	2.694	5.037	0.000
ÖkCev	1.03133	0.247	0.358	1.648	4.173	0.000
EbCev	-2.97523	0.715	-0.327	1.378	-4.162	0.000
KlCev	0.24726	0.103	0.251	2.455	2.390	0.021
n=51	s=2.77053	$R^2=0.794$	(F=44.360, p= 0.000)			

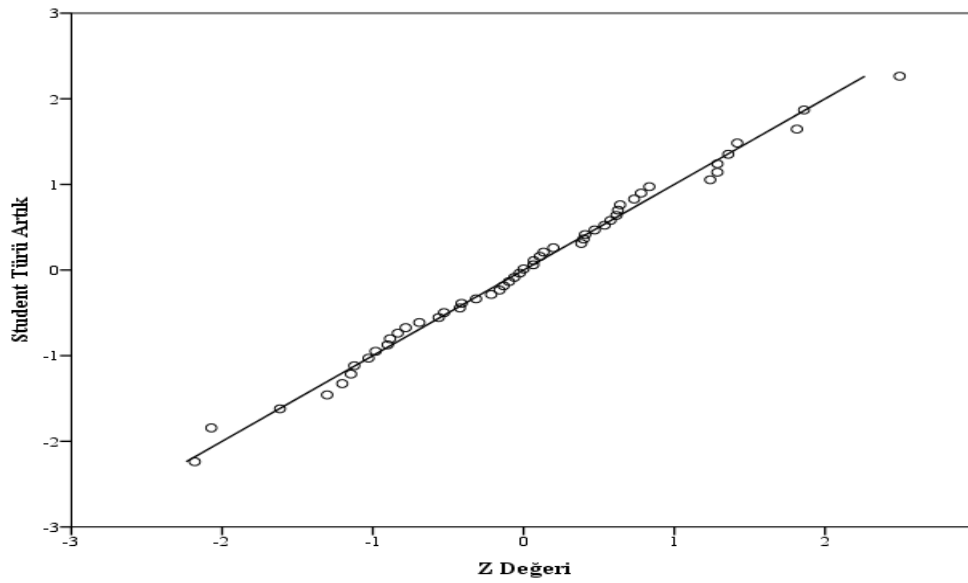
Yukarıdaki tablodan ilgili çoklu doğrusal regresyon denklemi aşağıdaki gibi yazılmıştır.

$$VY\% = -34.03772 + 0.59717(KrCev) + 1.03133(\ddot{O}kCev) - 2.97523(EbCev) + 0.24726(KlCev)$$

Model 3'ün yeterliğine ilişkin VIF değerleri de tabloda verilmiştir. Buradan bağımsız değişkenler arasında çoklu bağlantı olmadığı anlaşılmaktadır. Ayrıca kestirim değerlerine karşı student türü artık grafiği de incelenmiştir (Grafik 4.5). Buna göre, dağılımda aykırı değer olmadığı gibi saçılımın rasgele yapıda olduğu gözlenmiştir. Ayrıca, Grafik 4.6'te student türü artıklar normal dağılım göstermektedir.



Grafik 4.5. Model 3 için Kestirim Değerlerine Karşı Student Türü Artıkların Saçılım Grafiği



Grafik 4.6. Model 3 için Student Türü Artıkların Normalliğine İlişkin Q-Q Grafiği.

Modelin çapraz geçerliği incelenmiştir. Yarıya bölünen verinin A parçasından oluşturulan kestirim denkleminin belirtme katsayısı $R^2=0.807$ 'dir, ve bu denklem ile B parçasının bağımsız verileriyle hesaplanan y_i kestirim değerleri ile y değerleri arasındaki belirtme katsayısı $R^2=0.769$ olarak bulunmuştur. Yukarıda verilen katsayılar arasında değişimin az olması modelin geçerliğinin yüksek olduğunu göstermektedir.

5. Tartışma

Bu araştırmanın temel amacı futbolculardan yola çıkılarak sporcular ile sedanter bireylerin genel vücut yağı ve viseral yağlılıklarını karşılaştırılarak incelenmesi, ve uygun vücut kompozisyonu değerlerine sahip olmanın başarıda önemli etkenlerden birisi olan futbolcularda saha koşullarında vücut kompozisyonunun doğru bir şekilde belirlenebilmesi için antrenör, kondisyoner ve spor hekimleri gibi spor bilimcilerin uygulayabilecekleri kolay, hızlı ve ucuz olan antropometrik ölçümlerin kullanılacağı regresyon formüllerinin geliştirilmesidir.

Bu çalışma, antropometrik ölçümler (çevre, çap ve deri kıvrım kalınlığı), ultason ile belirlenen viseral yağlılık ve DEXA ile tespit edilen vücut kompozisyonu verileri bakımından futbolcu ve sedanter bireylerin karşılaştırılması; futbolcu ve sedanter bireylerde ayrı ayrı antropometrik ölçümler, viseral yağlılık ve vücut kompozisyonu verilerinin ilişkilerinin incelenmesi; ve futbolcular için DEXA referans ölçüm verilerinden hareketle antropometrik ölçümlerin kullanıldığı regresyon formüllerinin geliştirilmesini içermektedir. Çalışmada referans ölçüm olarak son yıllarda literatürde vücut kompozisyonu çalışmalarında (Toombs ve ark., 2012; Eisenmann, 2004; Elberg ve ark. 2004; Treuth ve ark., 2001; Elia ve ark., 2000, Gutin ve ark., 1996). sıkça kullanılan, uygulaması uzman kişiler tarafından yapılan, maliyeti yüksek ve sadece sağlık kurumları ve gelişmiş laboratuvarlarda bulunan DEXA cihazı kullanılmıştır. DEXA ile elde edilen vücut yağ yüzdesi değerleri referans değer kabul edilip, kestirimleri için yine vücut kompozisyonu parametreleri ile ilişkili olan antropometrik (saha ölçümleri) veriler kullanılarak regresyon formüllerinin oluşturulması yoluna gidilmiştir.

Bu bölümde, yukarıda detaylı bir biçimde açıklaması yapılan amaç doğrultusunda gerçekleştirilen çalışmanın bulgularının, tartışılıp yorumlanmasına yer verilmiştir. Sonuçlar: 1) Antropometrik ve vücut kompozisyonu değişkenleri ve viseral yağlılık bakımından futbolcu ve sedanter bireylerin karşılaştırılması, 2) Futbolcularda antropometrik ve vücut yağ yüzdesi değişkenlerinin ilişkisinin incelenmesi, 3) Vücut kompozisyonu değişkenleri ve viseral yağlılık ilişkinin incelenmesi ve 3) Regresyon denklemleri alt başlıkları altında incelenmiştir.

5.1. Futbolcu ve sedanter bireylerin antropometrik ve vücut kompozisyonu değişkenleri ve viseral yağlılık bakımından karşılaştırılması

Bağımsız örneklemlerde t testine göre VY% ($t=-2.570$; $p=0.012$), yağ kütle ($t=-2.253$; $p=0.026$) ve YHK ($t=-2.658$; $p=0.009$) bakımından sporcular ile sedanterler arasında anlamlı fark saptanmıştır.

Literatür fiziksel aktivitenin vücut yağ yüzdesi ve toplam yağ kütesini azalttığı ve yağ harici kütleyi artırdığı bildirilmektedir(Park ve arkadaşlarının 2003). Bu doğrultuda futbolcuların yağ yüzdesi ve yağ kütenin düşük çıkması ve yağ harici kütenin yüksek olması literatür bilgisiyle paralellik göstermektedir

Bağımsız örneklemlerde t testine göre çevre ölçümleri ($p<0.05$) bakımından sporcular ile sedanterler arasında anlamlı fark saptanmamıştır (Tablo 4.4).

Bağımsız örneklemlerde t testine göre hiçbir çap ölçümü ($p<0.05$) bakımından sporcular ile sedanterler arasında anlamlı fark bulunmamıştır

Bağımsız örneklemlerde t testine göre Subskapula dkk ($t=-2.893$; $p=0.005$), Triseps dkk ($t=-2.700$; $p=0.008$), Biseps dkk ($t=-2.187$; $p=0.031$), Göğüs dkk ($t=-2.692$; $p=0.008$), Abdominal dkk ($t=-2.290$; $p=0.024$), Suprailiak 1 dkk ($t=-2.002$; $p=0.048$), Suprailiak 2 dkk ($t=-2.940$; $p=0.004$), Uyluk dkk ($t=-2.221$; $p=0.029$) ve Baldır dkk ($t=-2.405$; $p=0.018$) bakımından sporcular ile sedanterler arasında anlamlı fark saptanmıştır (Tablo 4.6).

Deri kıvrım kalınlığı deri altındaki yağı temsil etmektedir. Deri altındaki yağ ise toplam vücut yağlılığı ile ilişkilidir.(Heyward ve Stolarczyk, 1996). Sporcuların sedanterler göre deri kıvrım kalınlığının düşük olması sporcuların fiziksel aktiviteleri sedanterlerden yüksek olmasından kaynaklanması muhtemeldir. Bu çalışmada futbolcuların deri kıvrım kalınlıkları ve toplam vücut yağının sedanterlere göre düşük çıkması literatürü desteklemektedir.

Bağımsız örneklemlerde t testine göre Subcutaneous Abdominal Yağ ($t=-3.477$; $p=0.001$) ve Epigastrik Yağ doku ($t=-2.983$; $p=0.004$) bakımından sporcular ile sedanterler arasında anlamlı fark saptanmıştır. Diğer taraftan Preperitoneal Abdominal Yağ ($t=-0.893$; $p=0.374$) bakımından sporcu ve sedanterler arasında farka rastlanmamasına rağmen sporcularda daha yüksek çıktığı görülmektedir. (Tablo 4.7).

Literatürde belirtilen çalışmalarda spor ve fiziksel aktivite toplam vücut yağını ve visceral yağları azaltarak yağ harici kütleyide artırmaktadır (Park ve arkadaşlarının 2003). Mevcut çalışmada futbolcuları sedanterlerden daha az toplam

vücut yağı ve visceral yağlığı gözlemlenmiştir. Buda literatürdeki çalışmaları desteklemektedir.

Sporcularda Preperitoneal Abdominal Yağ sedanterlere göre daha yüksek çıkması sporcuların uzun süre müsabaka ve antrenman yapması sonucunda karbon hidrat depolarının hızla boşalması sonucu yağların enerji olarak kullanılması nedeniyle iç organların kendisini sonraki süreçlerde yaşam sürecini devam ettire bilmeleri ve sonradan oluşabilecek olaylara karşı defansif geliştirmek için organ etrafındaki yağların yakımını engelleyebileceği düşüncesinden hareketle sporcularda sedanterlere göre Preperitoneal Abdominal Yağ miktarı daha fazla çıktığı düşünülmektedir.

5.2. Futbolcularda antropometrik ve vücut yağ yüzdesi değişkenlerinin ilişkisi

Antropometrik ölçümlerden, çevre ölçümlerinin sekiz tanesinin referans ölçüm sonucu olan vücut yağ yüzdesi ile $r=0.587$ ile $r=0.803$ arasında anlamlı ($p<0.01$), pozitif yüksek ilişki bulunmuştur (Tablo 4.8). Sadece boyun ve el bileği çevresi ile vücut yağ yüzdesi arasında anlamlı ilişki bulunmamıştır. Jackson ve Pollock 1978 de yaptıkları çalışmada çevre ve çap ölçümlerinin temel olarak, yağ harici kütlenin (kas kütlesi ve iskelet büyüklüğü) belirgeni olduğunu, ancak bazı çevre ölçümlerinin aynı zamanda yağ kütle ile de yüksek ilişki sergilediğini rapor etmişlerdir. Buradan yola çıkılarak boyun ve el bileği çevresinin daha çok kas kütlesi ve iskelet büyüklüğü ile ilişkili olabileceği düşünülebilir. Ancak mevcut çalışmanın bulgularının diğer çevre ölçümleri (omuz, abdominal, kalça, uyluk, baldır, önkol, biceps ve fleksiyonda biceps çevresi) ile vücut yağ yüzdesi ile ilişkili olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Buradan da anlaşılacağı gibi Jackson ve Pollock'un 1978 yaptıkları çalışmada çalışmalarında ortaya koydukları yağ kütle ile çevre ölçümlerinin yüksek ilişkisi olduğu savı desteklenmiştir.

Mevcut çalışmada antropometrik ölçümlerden, çap ölçümlerinin beş tanesinde referans ölçüm sonucu olan vücut yağ yüzdesi ile $r=0.310$ ile $r=0.631$ arasında anlamlı, pozitif ilişki bulunmuş, humerus biepikondil ile vücut yağ yüzdesi arasında ilişki bulunmamıştır (Tablo 4.9). Çap ölçümlerinden biakromial, deltoitler arası, bi iliak, bi trokanter, ve femur biepikondil çaplarının vücut yağ yüzdesi ile

saptanan ilişkisi Jackson ve Pollock'un 1978 yaptıkları çalışmada çalışmalarında ortaya koydukları yağ kütle ile çap ölçümleri ilişkisi savını destekler niteliktedir.

Yukarıdaki çalışmanın dışında, çevre ölçümlerinin bazı çalışmalarda vücut yoğunluğu ve vücut yağ yüzdesi (Jerry, 1985; Kim ve ark., 1993; Tran, ve Weltman, 1989; Weltman ve ark., 1987; Karlı, 2010). regresyon kestirim denklemlerinde bağımsız değişken olarak yer almaları da mevcut çalışmanın bulgularını desteklemektedir.

Yapılan bu çalışmanın bulgularıyla paralel bulgular elde edilen diğer çalışmalar ise Açıkada, 1990 ve Tran ve Weltman, 1988 tarafından yapılmıştır. Bunlardan Açıkadanın 1990 da yaptığı çalışmasında vücut yoğunluğu ve vücut yağ yüzdesi ile çevre ölçümleri arasında anlamlı ilişki bulunmuştur. Ayrıca Tran ve Weltman'ın 1988 deki çalışmalarında ise sadece vücut yağ yüzdesi ile çevre ölçümleri (göğüs, karın, iliak, kalça ve uyluk) arasındaki ilişkiye bakılmış ve anlamlı ilişki bulunmuştur. Yine bir başka çalışmada Karlı'nın 2010 daki çalışmasında çevre ve çap ölçümleri ile vücut yağ yüzdesi arasında anlamlı ilişki saptamıştır.

Tablo 4.10'da görüldüğü gibi deri kıvrım kalınlığı değerleri ile referans ölçüm sonucu olan vücut yağ yüzdesi için $r=0.680$ ile $r=0.850$ arasında anlamlı ($p<0.01$), pozitif yüksek ilişki bulunmuştur. İnsan vücudunda en önemli yağ depolama yerlerinden birisi deri altı bölgesidir. Deri kıvrım kalınlığı parametreleri, ölçümü yapılan bölgenin deri altı depo yağı hakkında bilgi vermektedir. Vücudun çeşitli yerlerinden alınan deri kıvrım kalınlığı ölçümlerinin toplamının ise toplam deri altı yağın yansıttığı varsayılmaktadır. Deri altı yağın toplam vücut yağı ile olan ilişkisinden yola çıkılarak, deri kıvrım kalınlığı ölçümlerinin kullanılması ile toplam vücut yağının kestirimi yapılmaktadır (Heyward ve Stolarczyk, 1996; Lohman, 1981).

Literatürde bu konuyla ilgili yapılmış araştırmalarda deri kıvrım kalınlığı ile vücut kompozisyonu verilenlerinden, vücut yoğunluğu (Karlı 2010; Açıkada, 1990; Pollock ve ark., 1976; Sloan, 1967). ve vücut yağ yüzdesi (Karlı 2010; Açıkada, 1990; Zorba, 1989; Mueller ve Stallones, 1981) arasında, yapılan bu araştırmayla benzer şekilde anlamlı ilişki rapor etmişlerdir.

5.3. Vücut kompozisyonu değişkenleri ve viseral yağlılık ilişkisi

Sporcular için Tablo 4.11’de görüldüğü gibi vücut ağırlığı ile Subcutaneous Abdominal Yağ, Preperitoneal Abdominal Yağ ve Epigastrik Yağ doku için $r=0.336$ ile $r=0.618$ arasında; Vücut Yağ % ile Subcutaneous Abdominal Yağ ve Epigastrik Yağ doku için $r=0.722$ ile $r=0.841$ arasında; ve Yağ Kütle ile Subcutaneous Abdominal Yağ ve Epigastrik Yağ doku için $r=0.727$ ile $r=0.891$ arasında pozitif ilişkili bulunmuştur.

Sedanterler için Tablo 4.12’de görüldüğü gibi vücut ağırlığı ile Subcutaneous Abdominal Yağ, Preperitoneal Abdominal Yağ ve Epigastrik Yağ doku için $r=0.621$ ile $r=0.778$ arasında; Vücut Yağ % ile Subcutaneous Abdominal Yağ, Preperitoneal Abdominal Yağ ve Epigastrik Yağ doku için $r=0.669$ ile $r=0.853$ arasında; ve Yağ Kütle ile Subcutaneous Abdominal Yağ, Preperitoneal Abdominal Yağ ve Epigastrik Yağ doku için $r=0.661$ ile $r=0.871$ arasında pozitif ilişkili bulunmuştur.

5.4. Regresyon denklemleri

Vücut yağ yüzdesi değişkeninin antropometrik ölçümlerle kestiriminde de ilk olarak tüm antropometrik ölçümlerin ideal kombinasyonu ile (Model 1), ikinci olarak deri kıvrım kalınlığı ölçümlerinin ideal kombinasyonu ile (Model 2) ve son olarak çevre ölçümlerinin ideal kombinasyonu ile (Model 3) regresyon denklemleri geliştirilmiştir. Geliştirilmesindeki amaç; saha koşullarında, daha önce de belirtildiği gibi, sınırlı parametreden hareketle, daha çok sayıda antropometrik parametrenin dikkate alınmasıyla daha güvenilir değerlendirme yapılmasının sağlanmasıdır. Bu araştırmada vücut yağ % için oluşturulan denklemlerin belirtme katsayıları ve standart kestirim hataları sırasıyla $R^2=0.845$ $s=\%2.381$ (Model 1), $R^2=0.831$ $s=\%2.484$ (Model 2), $R^2=0.794$ $s=\%2.771$ (Model 3)’dir. Buradan, vücut yağ yüzdesini en iyi kestirim yapan denklemin çevre, çap ve deri kıvrım kalınlığı ölçümlerinin ideal kombinasyonu ile oluşturulan denklem olduğu gözlenmiştir. Buna ek olarak, deri kıvrım kalınlığı değişkenleri ile geliştirilen denklemin vücut yağ yüzdesinin çevre ve çap değişkenleri ile oluşturulan denklemden daha iyi kestirdiği gözlenmiştir. Optimal antropometrik kestirim denkleminde deri kıvrımı kalınlığı, çevre ve çap ölçümlerinin olması; vücut kompozisyonu ve yağ yüzdesi değerlerini

yansıtmda önemli bileşenler olduğu sonucuna ulaşılmaktadır (Açıkada, 1990; Lohman, 1988).

DEXA ölçümü ile elde edilen vücut yağ yüzdesini kestiren ideal kombinasyonu belirleyebilmek için on çevre, altı çap ve dokuz deri kıvrım kalınlığı ölçümü değerlendirmeye alınmış ve en iyi kestirim yapan denklem (Model 1) olarak iki deri kıvrım kalınlığı (sub skapula ve uyluk) ve bir çevre (karın) ölçümünün yer aldığı denklem saptanmıştır. Literatürde bu çalışmada olduğu gibi farklı antropometrik ölçümlerin kombinasyonu kullanılarak vücut yağ yüzdesine kestirim denklemi geliştirilmesi için (Mukherjee ve Roche, 1984) yetişkin erkekler ve Türk sporcular (Açıkada ve ark 1991) üzerinde yapılan çalışmalara rastlanmıştır. Açıkada ve ark 1991 yaptığı araştırmada 15-24 yaşlar arası sporcu popülasyonu üzerinde çalışmış ve antropometrik ölçümlerle vücut yağ yüzdesinin kestirimine yönelik dört bağımsız değişkenin (triseps, suprailak 2 ve abdomen deri kıvrım kalınlığı ve el bileği çevresi) yer aldığı bir denklem ($R^2=0.714$, $s=2.151$) elde etmiştir. Yine hidrostatik tartımla referans değişkenin elde edildiği çalışmalardan birinde Karlı (2010) elit güreşçiler üzerinde çalışmış ve antropometrik ölçümlerle vücut yağ yüzdesinin kestirimine dönük dört bağımsız değişkenin (abdomen, triseps, baldır deri kıvrım kalınlığı ve kalça çevresi) yer aldığı bir denklem ($R^2=0.951$, $s=0.714$) elde etmiştir. Bu kestirim denklemlerinde deri kıvrım kalınlığı ve çevre ölçümü değişkenlerinin birlikte yer alması mevcut çalışmanın bulgularını destekler niteliktedir. Deri kıvrım kalınlığı ve çevre ölçümü değişkenlerinin farklı bölgelerden olması ise denek gruplarının farklı sporlarla uğraşmaları, elitlik seviyelerinin farklı olması ve çalışmaların referans ölçümlerinde kullanılan yöntemlerin farklılığından kaynaklanmış olabileceği düşünölmektedir.

Yine mevcut çalışmadan farklı olarak hidrostatik tartımla yapılmış olan bir başka çalışmada Mukherje ve Roche'un (1984) elde ettikleri denklemde antropometrik ölçümlerden boy, karın çevresi, triseps ve midaksilla deri kıvrım kalınlıkları yer almıştır. Denklem karın çevresi değişkenini içermesi bu çalışmanın bulgularını desteklemekle birlikte; diğer değişkenlerin farklı olması popülasyonun

farklı olmasının denklemlerin geliştirilmesinde ne denli etkili olduğunun göstergesi olduğunu düşündürmektedir.

Literatürde özellikle triceps ve abdominal deri kıvrımı kalınlıklarının, antrenman veya aktivite düzeyini yansıtmada daha uygun parametreler olduğu vurgulanmaktadır (Lohman, 1988). Bu çalışmada da bu verilerin kestirim denkleminde yer alması, bu konunun daha detaylı araştırılması gerektiğini göstermektedir.

Sadece deri kıvrım kalınlıkları dikkate alındığında, değerlendirmeye katılan dokuz deri kıvrımı kalınlığı ölçümünden (subskapula, triseps, biseps, göğüs abdominal, suprailiak 1 ve 2. uyluk, baldır); DEXA değeri vücut yağ yüzdesini kestirmede ideal deri kıvrım kalınlıklarının sub skapula, uyluk ve suprailiak 1 deri kıvrım kalınlıkları olduğu gözlenmiştir. Zorba'nın (1989) çalışması Türk güreşçi popülasyonunda vücut yağ yüzdesinin kestirimi üzerine yapılmış bir çalışmadır. Bu çalışmada deri kıvrım kalınlıkları yönünden benzer deri kıvrım kalınlığı ölçümleri yapılmış (abdominal, subskapula, suprailiak1, triseps, biseps, uyluk, göğüs ve midaksilla) ve bu ölçümler kestirim formülünde yer almıştır. Ancak, bu değişkenlerden hangisinin veya hangilerinin referans ölçüm ile belirlenen vücut yağ yüzdesini en ideal yansıttığını Adım Adım Çoklu Doğrusal Regresyon Analizi yapılmadığı için anlayamamıştır. Karlı (2010) yaptığı çalışmada sadece deri kıvrım kalınlığı değişkenlerinin dahil olduğu vücut yağ yüzdesi kestirim denkleminde Adım Adım Çoklu Doğrusal Regresyon Analizi sonucunda abdominal, baldır, triseps deri kıvrım kalınlığı değişkenleri yer almıştır. Denklemlerde farklı değişkenlerin yer alması yapılan çalışmalarda yer alan katılımcıların fiziksel aktivite düzeyleri ve antrene durumları, sporculuk düzeyleri veya farklı branşlarda spor yapmaları olabilir.

Literatürde Karlı (2010)'nın yaptığı çalışma dışında sporcular üzerinde yapılmış, vücut yağ yüzdesini çevre ve çap ölçümlerine dayanarak kestiren çalışmalara rastlanmamıştır. Referans değişken olan vücut yağ yüzdesinin hidrostatik tartım ölçümü kullanılarak hesaplandığı ve benzer antropometrik ölçüm teknikleri kullanılarak obez yetişkin erkekler (Weltman ve ark. 1987), normal yetişkin erkekler (Tran ve Weltman, 1988) ve Latin kökenli erkekler (Ramirez-Zea ve ark., 2006) için kestirim denklemleri geliştirilmesi yönünde yapılmış araştırmalar bulunmaktadır

(Tablo 5.1). Her dört araştırmada, karın çevresi ölçümünün denklemlerde vücut yağ yüzdesi referans değişkenini en yüksek seviyede açıklayan değişken olarak yer alması; mevcut araştırmayı destekler niteliktedir. Ancak yapılan araştırma ile yukarıdaki araştırmaların kestirim modellerinde yer alan diğer bağımsız değişkenler açısından benzerlik yoktur. Ayrıca bu iki denklemin belirtme katsayıları ve standart kestirim hataları bu araştırmanın denkleminin değerlerinden ($R^2=0.794$ $s=2.771$) oldukça farklıdır. Farklılıklara, mevcut araştırmadaki deneklerin diğerlerinden farklı fiziksel aktivite düzeyine sahip futbolcular olmaları ve grubun daha homojen bir yapı sergilemesi sebebiyle varyasyon dağılımlarının daha küçük olması neden olarak gösterilebilir.

Tablo 5.1. Vücut Yağ Yüzdesi İçin Literatürdeki Bazı Antropometrik Kestirim Denklemleri

Kaynak	Deneklerin özellikleri	Regresyon Kestirim Denklemleri	R ²	S (%)
Karlı (2010)	Elit güreşçi n=108	=- 7.44735+0.23694(AbdDkk)+013055(KlÇev)+ 0.11213(TrpDkk)+0.10380(BldDkk)	0.951	0.714
Karlı (2010)	Elit güreşçi n=108	=0.21082+0.23504(AbdDkk)+0.06332(VA)+ 0.11799(BldDkk)+0.10067(TrpDkk)	0.949	0.726
Karlı (2010)	Elit güreşçi n=111	=-15.21971+0.35094(KrÇev)- 0.32785(BynÇev)+ 0.17525(UyÇev)	0.810	1.572
Zorba (161)	Elit güreşçi n=20	=1.31+0318(AbdDkk)+0.043(SbsDkk)+ 0.0076(VA)+0.219(Si1Dkk)+0.089(TrpDkk)+ 0.042(UyDkk)-0.064(BspDkk)-0.010(GögDkk)	0.965	1.05
Zorba (161)	Elit güreşçi n=20	=0.990+0.0047(VA)+0.132(Σ7Dkk)	0.975	0.68

Açıkada (2)	Beyaz erkek sporcu n=42 (15-24yş)	$=-14.22621+0.45119(\text{TrpDkk})-0.73706(\text{Si2Dkk})+0.42423(\text{AbdDkk})+0.99376(\text{ElbÇev})$	0.714	2.151
Mukherje ve Roche (102)	Yetişkin erkek n=138 (18-50yş)	$=2.60+1.03(\text{Yş})-0.01(\text{Yş})^2-0.18(\text{b})+0.24(\text{KrÇev})+0.45(\text{TrpDkk})+0.33(\text{MdaDkk})$	0.77	3.96
Weltman ve ark. (153)	Obez erkek n=127 (24-68yş)	$=10.8336+0.31457(\text{KrÇev})-0.10969(\text{VA})$	0.29	2.88
Tran ve Weltman (140)	Yetişkin erkek n=532 (21-78yş)	$=-47.3718+0.5791(\text{KrÇev})+0.2519(\text{KalÇev})+0.2137(\text{İliÇev})-0.3559(\text{VA})$	0.702	3.6

$\Sigma 7\text{Dkk}$ = Subskapula, triseps, biseps, göğüs, midaksilla, abdomen, suprailiak1, uyluk, baldır deri kıvrım kalınlığı toplamı, GöğDkk= Göğüs deri kıvrım kalınlığı, Si2Dkk= Suprailiak 2 deri kıvrım kalınlığı.

6. SONUÇ ve ÖNERİLER

6.1. Sonuç:

Sporcularda VY% , yağ kütle sedanterlerden anlamlı düzeyde düşük çıkarken YHK sedanterlere göre daha yüksek saptanmıştır. Diğer taraftan boy ve vücut ağırlığı bakımından sporcu ve sedanterler arasında anlamlı farka rastlanmamıştır

Çevre ölçümleri (boyun, omuz, kol, fleksiyonda kol, ön kol, el bileği, karın, kalça, uyluk ve baldır) bakımından sporcular ile sedanterler arasında istatistiksel olarak anlamlı fark yoktur.

Çap ölçümü (biakromial, bideltoid, biiliak, bitrokanter, humerus bieplikondil ve femur bieplikondil) bakımından sporcular ile sedanterler arasında anlamlı fark yoktur.

Sporcuların Subskapula dkk , Trisept dkk , Bisept dkk , Göğüs dkk , Abdominal dkk , Suprailiak 1 dkk , Suprailiak 2 dkk , Uyluk dkk ve Baldır dkk sedanterlerden anlamlı düzeyde daha düşüktür

Subcutaneous Abdominal Yağ ve Epigastrik Yağ doku sporcularda sedanterlerden anlamlı düzeyde daha düşük bulunurken Preperitoneal Abdominal Yağ sporcu ve sedanterler arasında farka rastlanmamıştır.

Çevre ölçümü olan omuz, kol, fleksiyonda kol, ön kol, karın, kalça, uyluk ve baldır çevresi ile vücut yağ yüzdesi arası pozitif bir ilişki gözlenirken boyun ve el bileği çevresi ile vücut yağ yüzdesi arasında anlamlı ilişkiye rastlanmamıştır.

Çap ölçümlerinden biakromial, bideltoid, biiliak, bitrokanter ve femur bieplikondil çap değerleri ile vücut yağ yüzdesi arasında anlamlı ilişki gözlenirken, humerus bieplikondil ile vücut yağ yüzdesi arasında anlamlı ilişkiye rastlanmamıştır.

Deri kıvrım kalınlığı ölçümleri olan subskapula, triseps, biceps, göğüs, abdominal, suprailak 1 ve 2, uyluk ve baldır ile referans ölçüm vücut yağ yüzdesi ile pozitif ilişkiye rastlanmıştır.

Vücut ağırlığı ile Subcutaneous Abdominal Yağ, Preperitoneal Abdominal Yağ ve Epigastrik Yağ doku ; Vücut Yağ % ile Subcutaneous Abdominal Yağ ve Epigastrik Abdominal Yağ; Yağ Kütle ile Subcutaneous Abdominal Yağ ve Epigastrik Yağ doku arasında pozitif ilişkili bulunmuştur.

Sedanterlerde vücut ağırlığı ile Subcutaneous Abdominal Yağ, Preperitoneal Abdominal Yağ ve Epigastrik Abdominal Yağ; Vücut Yağ % ile Subcutaneous Abdominal Yağ, Preperitoneal Abdominal Yağ ve Epigastrik Abdominal Yağ; Yağ Kütle ile Subcutaneous Abdominal Yağ, Preperitoneal Abdominal Yağ ve Epigastrik Yağ doku ile ilgili pozitif ilişkiye rastlanmıştır.

Bu çalışmada referans ölçüm olarak DXA da ölçülen vücut yağ yüzdesi için antropometrik ölçümlerden yola çıkılarak sırasıyla belirtme katsayıları ve standart kestirim hataları; Model 1 $R^2=0.845$, $s=2.38123$; Model 2 $R^2=0.831$, $s=2.48441$; Model 3 $R^2=0.794$, $s=2.77053$ olan üç tane formül geliştirilmiştir.

Model 1

$$VY\% = -25.23603 + 0.63975(SbSkDKK) - 0.29534(UyDKK) + 0.33423(KrÇev)$$

Model 2

$$VY\% = -2.48453 + 0.65093(SbSkDKK) - 0.26491(UyDKK) + 0.27618(Spr1DKK)$$

Model 3

$$VY\% = -34.03772 + 0.59717(KrCev) + 1.03133(ÖkCev) - 2.97523(EbCev) + 0.24726(KlCev)$$

6.2. Öneriler:

Saha koşulları için daha önce geliştirilmiş olan vücut kompozisyonu formülleri referans olarak DXA ölçümleri kullanılarak güncellenmelidir.

Deri kıvrım kalınlığı için belirlenmiş standart antropometrik noktalardan alınan ultrason ölçümleri ile vücut kompozisyonları belirlemek için regresyon denklemleri oluşturulabilir.

Viseral yağlılıkla ile sportif performans ve antrenman düzeyi ilişkisi incelenmelidir.

Viseral yağlılıkla ile fiziksel aktivite arasındaki ilişki, incelenmelidir.

Değişik spor branşları viseral yağlılık bakımından incelenmelidir.

KAYNAKLAR

1. Abate, N., Burns, D., Peshock, R. M., Garg, A. And Grundy, S.M. (1994). Estimation of adipose tissue mass by magnetic resonance imaging: validation against dissection in human cadavers. *Journal of Lipid Research*, 35, 1490-1496
2. Abate, N., Burns, D., Peshock, R. M., Garg, A. And Grundy, S.M. (1994). Estimation of adipose tissue mass by magnetic resonance imaging: validation against dissection in human cadavers. *Journal of Lipid Research*, 35, 1490-1496.
3. Ackland. TR., Lohman, TG., Sundgot-Borgen, J., Maughan, RJ., Meyer, NL., Stewart, AD., Müller, W. (2012). Current status of body composition assessment in sport: review and position statement on behalf of the ad hoc research working group on body composition health and performance, under the auspices of the I.O.C. Medical Commission. *Sports Med.*, 42(3), 227-249.
4. Açıkkada, C., Ergen, E., Alpar, R., ve Sarpyener, K. (1991). Erkek sporcularda vücut kompozisyonu parametrelerinin incelenmesi. *Spor Bilimleri Dergisi*, 2, 1-25.
5. Açıkkada, C., Ergen, E., Alpar, R., Sarpkaya, K. (1991). "Bayan Sporcularda Vücut Kompozisyonu Parametrelerinin İncelenmesi" Hacettepe Üniversitesi Spor Bilimleri Dergisi, 2-3: ss.27-4,1.
6. Açıkkada, C., Ergen, E.(1990). *Bilim ve Spor*, Ankara, Büro-Tek Ofset Matbaacılık.
7. Açıkkada, C., (1990). Study of body composition parameters in athletes, *Beden Eğitimi ve Spor Programı Doktora Tezi*, Marmara Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü.
8. Alpar, R. (2001) *Spor Bilimlerinde Uygulamalı İstatistik*, Nobel Yayın Dağıtım, Ankara.
9. Alpar, R. (2003). *Uygulamalı Çok Değişkenli İstatistiksel Yöntemlere Giriş* 1. 2'ci Baskı, Nobel Yayınları, Ankara

10. Armellini, F., Zamboni, M., Rigo, L. (1990). The contribution of sonography to the measurement of intra-abdominal fat. *J. Clin. Ultrasound*, 18 (1990), pp. 563–567.
11. Bartha, J.L., Nieves, L.P.S., Wagner, G.F., Manuel, A.D., Blas, H.V. (2007). Ultrasound Evaluation of Visceral Fat and Metabolic Risk Factors During Early Pregnancy Obesity, 15, 2233–2239.
12. Bellisari, A., Roche, AF. Siervogel, RM. (1993). Reliability of B-mode ultrasonic measurements of subcutaneous adipose tissue and intra-abdominal depth: comparisons with skinfold thickness. *Int J Obes Relat Metab Disord*, 17,475–80.
13. Blake, GM., Fogelman, I. (1997). Technical principles of dual energy x-ray absorptiometry. *Semin Nucl Med.*, 27,210-28
14. Boileau, R.A., Horswill, C.A. (2002). Body composition in sports: Measurement and applications for weight loss and gain, “Exercise and sport science” (Ed. W.E, Garrett, D.T., Kirkendall)’de, Lippincott Williams and Wilkins, Philadelphia, USA., 319-338.
15. Booth, RAD., Goddard, BA., Paton, A. (1966). Measurement of fat thickness in man: a comparison of ultrasound, harpenden calipers and electrical conductivity. *Br J Nutr.*, 20,719–25.
16. Boreham, C., Robson, PJ., Gallagher, AM., Cran, GW., Savage, JM., Murray, LJ. (2004). Tracking of physical activity, fitness, body composition and diet from adolescence to young adulthood. The Young Heart Project, Northern Ireland. *Int J Behav Nutr Phys Activ*, 1,14.
17. Brandon, LJ., Boileau RA. (1992). Influence of metabolic, mechanical and physique variables on middle distance running. *J Sports Med Phys Fitness*, 32, 1-9.
18. Brandon, LJ., Boileau, RA. (1987). The contribution of selected variables to middle and long distance run performance. *J Sports Med Phys Fitness*, 27, 157-164.

19. Brozek, J. (1966). Body composition: models and estimation equations. *American Journal of Physical Anthropology*, 24, 239-246.
20. Bullen, BA., Quaade, F., Olsen, F. (1965). Ultrasonic reflections used for measuring subcutaneous fat in humans. *Hum Biol*, 37,375–84.
21. Callaway, C.W., Chumlea, W.C., Bouchard, C., Himes, J.H., Lohman, T.G., Martin, A.D., Mitchell, C.D., Mueller, W.H., Roche, A.F., ve Seefeldt, V.D. (1988) Circumferences. “Anthropometric Standardization Reference Manual” (Ed. T.G. Lohman, A.F. Roche, ve R. Martorell)’de, . Champaign, IL: Human Kinetics, s. 39-54.
22. Carter, J. E. L. (1970). The somatotypes of athletes – a review. *Hum Biol*, 42, 535–569.
23. Chiara, M., Francesco, P., Chiara, L., Carlo, Z.(2011). Anthropometry and body composition of female handball players according to competitive level or the playing position. *Journal of Sports Sciences*, September, 29(12), 1301–1309.
24. Clark, R. R., Kuta, J. M., & Sullivan, J. C. (1993). Prediction of percent body fat in adult males using dual energy X-ray absorptiometry, skinfolds, and hydrostatic weighing. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 25, 528–535.
25. Clasey, J. L., Kanaley, J. A., Wideman, L., Heymsfield, S. B., Teates, C. D., Gutgeswell, M. E., Thorner, M. O., Hartman, M. L. And Weltman A. (1999): Validity of methods of body composition assessment in young an older men and women. *Journal of Applied Physiology*, 86, 1728–38.
26. Cote, KD., Adams, WC. (1993). Effect of bone density on body composition estimates in young adult black and white women. *Med Sci Sports*. 25,290-6.
27. Cureton, KJ., Boileau, RA., Lohman, TG. (1975). Relationship between body composition measures and AAHPER test performances in young boys. *Research Quarterly*, 46, 218–229.

28. Cureton, KJ., Boileau, RA., Lohman, TG., ve Misner, JE. (1977). Determinants of distance running performance in children: Analysis of a path model. *Research Quarterly*, 48, 270–279.
29. Cureton, KJ., Sparling, PB. (1980). Distance running performance and metabolic responses to running in men and women with excess weight experimentally equated, *Medicine and Science in Sports and Exercise* 12.
30. De Rigal, J., Escoffier, C., Querleux, B., Faivre, B., Agache, P., Lévêque, J. (1989) Assessment of aging of the human skin by in vivo ultrasonic imaging. *J Invest Dermatol*, 93,621–5.
31. Dumin, JV., Womersley, J. (1974). Body fat assessed from total body density and its estimation from skinfold thickness : measurements on 481 men and women aged from 16 to 72 years. *Br J Nutr*, 32, 77-97.
32. Durnin, J.V.G.A., Womersley, J. (1974). Body fat assessed from total body density and its estimation from skinfold thickness Measurements on 481 men and women aged from 17 to 72 years.*Br J Nutr*, 32, 77-97
33. Dutton, J. (1991). In vivo analysis of body elements and body composition. *Univ Wales Sci Tech Rev*, 8, 19-30.
34. Egan E , Wallace J , Reilly T , Chantler P , Lawlor J . (2006). Body composition and bone mineral density changes during a Premier League season as measured by dual-energy X-ray absorptiometry . *Int J Body Compos Res*, 4 , 61 – 66.
35. Eisenmann, J.C., Heelan, K.A., Welk, G.J. (2004) Assessing body composition among 3- to 8-year-old children: anthropometry, BIA, and DXA. *Obes Res*,12,1633–1640. Elberg, J., McDuffie, J. R., Nancy G Sebring, N.G., Salaita, C., Keil, M., Robotham, D., Reynolds, J. C., and Yanovski, J.A. (2004).Comparison of methods to assess change in children’s body composition *Am J Clin Nutr*, 80,64 –9. Printed in USA
36. Elia, M., Fuller, N.J., Hardingham, C.R., Graves, M., Screatton, N., Dixon, K., Ward, C. (2000). Modeling leg sections by bioelectrical impedance analysis, dual-energy X-ray absorptiometry, and anthropometry: assessing segmental

- muscle volume using magnetic resonance imaging as a reference. *Ann N Y Acad Sci*, 904,298–305.
37. Ellis, KJ. (2000). Human body composition: in vivo methods. *Physiol Rev*, 80,649-80
 38. Engels, H.J., Currie, J.S., Lueck, C.C., ve Wirth, J.C. (2002). Bench/step training with and without extremity loading: Effects on muscular fitness, body composition profile, and psychological affect. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 42, 71-78.
 39. Erselcan, T., Candan, F., Saruhan, S., Ayca, T. (2000). Comparison of body composition analysis methods in clinical routine. *Ann Nutr Metab*, 44, 243-8.
 40. Espan-Romero, V., Ruiz, J. R., Ortega, F. B., Artero, E. G., Rodriguez, G. V., Moreno, L. A., Gutierrez, A. (2009). Body fat measurement in elite sport climbers: Comparison of skinfold thickness equations with dual energy X-ray absorptiometry. *Journal of Sports Sciences*, 27, 467–477.
 41. Eston RG , Rowlands AV , Charlesworth S , Davies A , Hoppitt T . (2005). Prediction of DXA-determined whole body fat from skinfolds: importance of including skinfolds from the thigh and calf in young, healthy men and women . *Eur. J. Clin. Nutr.*, 59 , 695 – 702.
 42. Fornage, BD., McGavran, MH., Duvic, M., Waldran, CA.(1993). Imaging of skin with 20 MHz US. *Radiology*,189,69–76.
 43. Forster, S., Gariballa, S. (2005). Age as a determinant of nutritional status: a cross sectional study. *Nutr J.*, 4,28.
 44. Fuller, NJ., Sawyer, MB., Elia, M. (1994). Comparative evaluation of body composition methods and predictions, and calculation of density and hydration fractions of fat-free mass, in obese women. *Int JObes*, 18,503-12.
 45. Gallagher, D., Heymsfield SB., Heo M., Jebb, SA., Murgatroyd, PR. and Sakamoto Y. (2000). Healthy percentage body fat ranges: an approach for developing guidelines based on body mass index. *American Journal of Clinical Nutrition*, 72: 694–701.

46. Garrett, W.E., Kirkendall, D.T. (2002). Exercise and Sport Science. Lippincott Williams & Wilkins, Philadelphia (PA).
47. Goran MI, Driscoll P, Johnson R, Nagy TR, Hunter G.(1996). Cross-calibration of body- composition techniques against dual-energy X-ray absorptiometry in young children. *Am J Clin Nutr*, 63,299–305.
48. Gudivaka, R., Schoeller, DA., Kushner, RF., Bolt, MJ. (1999). Single- and multifrequency models for bioelectrical impedance analysis of body water compartments. *J Appl Physiol*, 87,1087-96.
49. Guo, SS., Wu, W., Chumlea, WC., Roche, AF. (2002). Predicting overweight and obesity in adulthood from body mass index values in childhood and adolescence. *Am J Clin Nutr*, 76,653–8.
50. Gutin, B., Litaker, M., Islam, S., Manos, T., Smith, C., Treiber, F. (1996). Bodycomposition measurement in 9–11-y-old children by dual-energy X-ray absorptiometry, skinfold-thickness measurements, and bioimpedance analysis. *Am J Clin Nutr*, 63,287–92.
51. Haarbo, J., Gotfredsen, A., Hassager, C., Christiansen, C. (1991). Validation of body composition by dual energy X-ray absorptiometry (DEXA). *Clin Physiol*, 11,331-41.
52. Hallis, F.F. (1969). A manuel of Physical Education Activities. Philadelphia M.B. Saunders Company.
53. Harrison, G.G., Buskirk, E.R., Carter, J.E.L. (1988) Skinfold thicnesses Circumferences, “Anthropometric Standardization Reference Manual” (Ed. T.G. Lohman, A.F. Roche, ve R. Martorell)’de, Champaign, IL: Human Kinetics, s. 39-54.
54. Hazir, T. (2010). Physical characteristics and somatotype of soccer players according to playing level and position. *J Hum Kinetics*, 26, 83-95.
55. Helena-Seibert, R.D., Aline-Maria, L., Pereira R.D., Sergio, A., Ajzen, M.D., Paulo, C., Koch-Nogueira, M.D. (2013).Abdominal circumference measurement by ultrasound does not enhance estimating the association of

- visceral fat with cardiovascular risk. Contents lists available at ScienceDirect, Nutrition, 29 ,393–398
56. Heymsfield, S.B., Fulenwider, T., Nordlinger, B., Barlow, R., Sones, P. and Kutner, M. (1979a) Accurate measurement of liver, kidney, and spleen volume and mass by computerized axial tomography. *Annals of Internal Medicine*, 90, 185-187.
 57. Heymsfield, S.B., Olafson, R.P., Kutner, M.H. and Nixon D.W. (1979b). A radiographic method of quantifying protein-calorie undernutrition. *American Journal of Clinical Nutrition*, 32, 693-702.
 58. Heymsfield, S.B., Wang, Z., Baumgartner, R.N. and Ross, R. (1997) Human body composition: advances in models and methods. *Annual Review of Nutrition*, 17, 527-558.
 59. Heyward, V H. (1998). Practical body composition assessment for children, adults, and older adults. *Int J Sport Nutr*, Sep,8(3), 285-307.
 60. Heyward, V.H., ve Stolarczyk, L.M. (1996) *Applied Body Composition Assessment*. Champaign, IL; Human Kinetics, USA.
 61. Ho, TT., Chan, KC., Wong, KH., Lee, SS. (1998). Abnormal fat distribution and use of protease inhibitors. *Lancet*, 351,1736-7.
 62. Höglström, GM., Pietilä, T., Nordström, P., Nordström, A. (2012). Body composition and performance: influence of sport and gender among adolescents. *J Strength Cond Res*, 26(7), 1799-1804.
 63. Jackson A.S. ve Pollock M. L. (1978). Generalized equations for predicting body density of men. *British Journal Nutrition*, 40, 497-504.
 64. Jebb, S.A., Goldberg, G.R., Jennings, G. and Elia, M. (1995): Dual energy x-ray absorptiometry measurements of body composition: effects of depth and tissue thickness, including comparisons with direct analysis. *Clinical Science (London)*, 88, 319–24.
 65. Jerry, T. R. (1985). *Introduction to Research in Health, Physical Education, Recreation, and Dance*, Champaign. IL., Human Kinetics, s.86-87.

66. Joseph, A.E., Saverymuttu, S.H., al-Sam, S., Cook, M.G., Maxwell, J.D. (1991). Comparison of liver histology with ultrasonography in assessing diffuse parenchymal liver disease. *Clin Radiol*, 43, 26-31.
67. Karlı, Ü., Ucan, Y., Sozbir, K., Aydın, K. & Yarar, H. (2013). Validation of skinfold measurement method to DEXA for the assessment of body fat percentage. 6th Annual International Conference: Physical Education, Sport and Health, Proceedings Book Scientific Report Physical Education and Sport: Volume 17(1), pp. 404-407, November 22-23.
68. Karlı, U., Açıkada, C. & Hazır, T. (2011). Validation of Foot to Foot Bioelectrical Impedance Analysis to Hydrostatic Weighing in Elite Male Wrestlers. 12th International Scientific Conference of Sport Kinetics, Abstracts Book; pp. 147, September 22-24.
69. Karlı, U., Açıkada, C., Alpar, R. ve Hazır, T. (2010). Development of Regression Equations for Estimating Body Composition of Elite Male Wrestlers. 11th International Sport Sciences Congress, Abstract Book (CD long abstract); pp. 67 (249-251), November 10-12, Antalya, Türkiye.
70. Kehayias, J.J., Heymsfield, S.B., Lo-Monte, A.F., et al. (1991). In vivo determination of body fat measuring total body carbon. *Am J Clin Nutr*, 53, 1339- 1344.
71. Kelly, TL., Berger, N., Richardson, TL., (1998). DXA body composition: theory and practice. *Appl Radiat Isot*, 49,511-4.
72. Keys, A., Brozek, J., (1953). Body fat in adult man. *Physiological Reviews*, 33, 245–345.
73. Kim, H.K., Tanaka, K., Nakadomo, F., Watanabe, K., ve Matsuura, Y. (1993). Fat-free mass in Japanese boys predicted from bioelectrical impedance and anthropometric variables. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, S59, 331.
74. Koda, M., Senda, M., Kamba, M., Kimura, K., Muravaki, Y. (2009). Sonographic subcutaneous and visceral fat indices represent the distribution of body fat volume. *Abdomen Imaging*, 32,387–92.

75. Kohrt, W.M. (1995). Body composition by DXA: tried and true *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 27,349–53.
76. Kohrt, W.M. (1998). Preliminary evidence that DEXA provides an accurate assessment of body composition. *Journal of Applied Physiology*, 84(1), 372–377.
77. Kohrt, W.M. (1998). Preliminary evidence that DXA provides an accurate assessment of body composition. *Journal of Applied Physiology*, 84, 372–7.
78. Kohrt, WM. (1997). Dual energy X-ray absorptiometry: research issues and equipment. In: Heymsfield S (ed). *Emerging technologies for nutrition research*. Washington D.C: National Academy Press, 151-67.
79. Laskey, M.A. (1996). Dual energy X-ray absorptiometry and body composition. *Nutrition*, 12,45-51.
80. Laskey, M.A., Lyttle, K.D., Flaxman, M.E., Barber, R.W. (1992). The influence of tissue depth and composition on the performance of the Lunar dual energy x-ray absorptiometer whole body scanning mode. *European Journal of Clinical Nutrition*, 46, 39–45.
81. Lawrence, CM., Shuster, S.(1985). Comparison of ultrasound and caliper measurements of normal and inflamed skin thickness. *Br J Dermatology*, 112,195–200.
82. Lawson, DL., Golding, LA,. (1978). Physiological parameters limiting performance in middle distance and sprint running. *Aust J Sports Med*, 10, 18-24.
83. Lazzer, S., Meyer, M., Derumeaux, H., Boirie, Y., Vermorel, M. (2005). Longitudinal changes in body composition and basal metabolic rate in institutionalized or domiciled obese adolescents. *Arch Pediatr*, 12,1349–57.
84. Lohman, T.G. (1981). Skinfolds and body density and their relation to body fatness: A review. *Human Biology*, 53, 181-225.

85. Lohman, T.G. (1988). Anthropometry and Body Composition, "Anthropometric Standardization Reference Manual" (Ed. T.G. Lohman, A.F. Roche, ve R. Martorell)'de, Champaign,IL: Human Kinetics, s. 155-159.
86. Lohman, T.G. (1996). Dual-energy x-ray absorptiometry. In: (A. F. Roche, S. B. Heymsfield and T.G. Lohman, eds) Human Body Composition Human Kinetics; Champaign, IL, pp, 63–78.
87. Lohman, T.G.; (1988). Anthropometry and Body Composition, "Anthropometric Standardization Reference Manual" (Ed. T.G. Lohman, A.F. Roche, ve R. Martorell)'de, Champaign,IL: Human Kinetics, s. 155-159.
88. Lukaski, H.C. (1987). Methods for the assessment of human body composition: traditional and new. *Am J Clin Nutr*, 46,537-56.
89. Machann, J., Bachmann, O.P., Brechtel, K., Dahl, D.B., Wietek, B., Klumpp, B. (2003). Lipid content in the musculature of the lower leg assessed by fat selective MRI: intra- and interindividual differences and correlation with anthropometric and metabolic data. *J Magn Reson Imaging*, 17, 350?357.
90. Mak, K.K.; Ho, S.Y.; Lo, W.S.; Thomas, G.N.; McManus, A.M.; Day, J.R.; Lam, T.H. (2010). Health-related physical fitness and weight status in Hong Kong adolescents. *BMC Public Health*, 10-88.
91. Malina, R.M., Geithner, C.A. (2011). Body composition of young athletes. *Am J. Lifestyle Med*, 5, 262–278.
92. Martin A. D., Drinkwater D. T. (1991). Variability in the measures of body fat. *Sports Medicine*; 11: 277–88.
93. Martin A.D., Drinkwater D.T., Clarys J. P., Ross , W.D. (1986). The inconstancy of the fat-free mass: a reappraisal with applications for densitometry. In: (T. Reilly, J. Watkins and J. Borms, eds) *Kinanthropometry III. Proceedings of the VII Commonwealth and International Conference on Sport, Physical Education, Dance, Recreation and Health*. E ve F Spon, London, pp, 92–7.
94. Martin, A. D. (1990). Antropometric Estimation of Muscle Mass in Men. *Med. Sci. Sports Exercise*, 22, 729-733.

95. McLeod, W.D., Hunter, S.C., Etchison, B. (1983). Performance measurements and percent body fat in the high school athlete. *Am J Sports Med*, 11, 390-398.
96. Melby, C.L., Schmidt, W.D., ve Corrigan, D. (1990). Resting metabolic rate in weight-cycling collegiate wrestlers compared with physically active, noncycling control subjects. *American Journal of Clinic Nutrition*, 52, 409-414.
97. Moore, T.L., Lunt, M., McManus, B.(2003). Seventeen-point dermal ultrasound scoring system—a reliable measure of skin thickness in patients with systemic sclerosis. *Rheumatology*, 42,1559–63.
98. Morgan, M.Y., Madden, A.M. (1996). The assessment of body composition in patients with cirrhosis. *Eur J NuclMed*, 23,213-225.
99. Mueller W.H. ve Stallones L., (1981). Anatomical distribution of subcutaneous fat: skinfold site choice and construction of indices. *Human Biology*, 53, 321-335.
100. Mukherjee D. ve Roche A.F., (1984). The estimation of percent body fat, body density and total body fat by maximum R^2 regression equations. *Human Biology*, 56, 79-109.
101. Müller W, Horn M, Fürhapter-Rieger A, et al. Kainz, P., Kröpfl, JM., Maughan, RJ., Ahammer, H. (2013). Body composition in sport: inter-observer reliability of a novel ultrasound measure of subcutaneous fat. *Br J Sport Med*,47,1036–43.
102. Müller, W. (2009). Towards research based approaches for solving body composition problems in sports: ski jumping as a heuristic example. *Brit J Sport Med*, 43,1013–19.
103. Müller, W. (2013) The need for a novel approach to measure body composition: is ultrasound an answer. *Br J Sport Med*, 47,1001–2.
104. Nattiv, A., Loucks, A.B., Manore, M.M., (2007). The female athlete triad special communications: position stand. *Med Sci Sports Exerc*, 39, 1867–82.

105. Nelson, TF.; Stovitz, SD.; Thomas, M. (2011). Do youth sports prevent pediatric obesity? A systematic review and commentary. *Curr Sports Med Rep.*,10,360-70.
106. Nikolaidis P.T., (2012). Elevated Body Mass Index and Body Fat Percentage Are Associated with Decreased Physical Fitness in Soccer Players Aged 12-14 Years *Asian Journal of Sports Medicine*, Volume 3 (Number 3), September, Pages, 168-174.
107. Norrelund, H., Hove, K.Y., Brems-Dalgaard, E., (1999). Muscle mass and function in thyrotoxic patients before and during medical treatment. *Clinical Endocrinol(Oxf)*, 51:693-9.
108. Oğuz, M., Aksungur, E.H., Bıçakçı, Y.K., Çelikleş, M. (1997). *Ultrasonografi Nobel Tıp Kitabevi- Adana.*
109. Özkan, A., Arıburun, B., Kin-İşler, A. (2009). Ankara'daki Amerikan Futbolu Oyuncularının Bazı Fiziksel ve Somatotip Özelliklerinin İncelenmesi, *Gazi Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi*, X (2),35-42.
110. Park, S.K., Park, J.H., Kwon, Y.C., Kim, H.S., Yoon, M.S., ve Park, H.T. (2003). The effect of combined aerobic and resistance exercise training on abdominal fat in obese middle-aged women. *Journal of Physiology Anthropol Applied Human Sciences*, 22, 129-135.
111. Perissinotto, E.; Pisent, C.; Sergi, G.; Grigoletto, F.; ILSA Working Group (Italian Longitudinal Study on Ageing). (2002). Anthropometric measurements in the elderly: age and gender differences. *Br J Nutr*, 87,177-186.
112. Perkins, A.C. (1996). Relative doses and safety. In: Perkins AC (ed). *Nuclear medicine: science and safety*. London: JohnLibbey, 75-88.
113. Pietrobelli, A., Heymsfield, S.B., Wang, Z.M. and Gallagher, D. (2001). Multi-component body composition models: recent advances and future directions. *European Journal of Clinical Nutrition*, 55, 69-75.

114. Pietrobelli, A., Wang, Z., Formica, C., Heymsfield S.B. (1998): Dual energy x-ray absorptiometry: fat estimation errors due to variation in soft tissue hydration. *American Journal of Physiology*, 274, E808–E16.
115. Pollock M.L., Hickman T., Kendrick Z., Jackson A., Linnerud A.C. ve Dawson G. (1976). Prediction of body density in young and middle-aged men. *Journal of Applied Physiology*, 40, 300-304.
116. Prior, B.M., Cureton, K.J., Modlesky, C.M., Evans, E.M., Sloniger, M.A., Saunders, M., Lewis R.D. (1997). In vivo validation of whole body composition estimates from dual-energy x-ray absorptiometry. *Journal of Applied Physiology*, 83, 623–30.
117. Ramirez-Zea, M., Torun, B., Martorell, R., ve Stein, A.D. (2006). Anthropometric predictors of body fat as measured by hydrostatic weighing in Guatemalan adults. *American Journal of Clinic Nutrition*, 83, 795-802.
118. Ramirez, M.E. (1992). Measurement of subcutaneous adipose tissue using ultrasound images. *Am J Clin Nutr*, 89,347–57.
119. Reilly, T., Bangsbo, J., Franks, A. (2000). Anthropometric and physiological predispositions for elite soccer. *J Sports Sci*, 18(9), 669-683.
120. Reilly, T., George, K., Jones, M. M., Scott, M., Sutton, L. , Wallace, J. A. (2009) How Well do Skinfold Equations Predict Percent Body Fat in Elite Soccer Players? *Sports Med.*, 30,607– 613.
121. Reinehr T, Wunsch R.(2010). Relationships between cardiovascular risk profile ultrasonographic measurement of intra-abdominal adipose tissue, and waist circumference in obese children. *Clin Nutr*, 29,24–30.
122. Roche, A., Heymsfield D., Lohman, T.G. (1996). *Human Body Composition. Human Kinetics. Champaign, IL*, Pp, 129–48.
123. Ross, R., Leger, L., Guardo, R., De Guise, J., Pike, B.G. (1991). Adipose tissue volume measured by magnetic resonance imaging and computerized tomography in rats. *Journal of Applied Physiology*, 70, 2164-2172.

124. Ross, R., Leger, L., Morris, D., de Guise, J., R. (1992). Quantification of adipose tissue by MRI: relationship with anthropometric variables. *Journal of Applied Physiology*, 72, 787-795.
125. Rossner, S., Bo, W.J., Hiltbrandt, E., Hinson, W., Karstaedt, N., Santago, P., Sobol, W.T., Crouse, J.R. (1990). Adipose tissue determinations in cadavers-- a comparison between cross-sectional planimetry and computed tomography. *International Journal of Obesity and Related Metabolic Disorders*, 14, 893-902.
126. Saito, K., Nakaji, S., Umeda, T., Shimoyama, T., Sugawara, K., ve Yamamoto, Y. (2013). Development of predictive equations for body density of sumo wrestlers using B-mode ultrasound for the determination of subcutaneous fat thickness. *British Journal of Sports Medicine*, 37, 144-148.
127. Salmi, J.A. (2003). Body Composition Assessment With Segmental Multifrequency Bioimpedance Method . *Sports Science ve Medicine*, Vol. 2, Supplementum, 3.
128. Sloan, A.W. (1967). Estimation of body fat in young men. *Journal of Applied Physiology*, 23, 311-315.
129. Santos, D.A., Dawson, J.A, Matias, C.N, Rocha, P.M., Minderico, C.S., Allisonet, D.B., Sardinho, L.B., Silvo, A.M. (2014) Reference Values for Body Composition and Anthropometric Measurements in Athletes. *Plos One*, 9(5), e97846. Doi,10-1371.
130. Santos, D.A., Gobbo, L.A., Matias, C.N., Petroski, E.L., Goncalves, E.M., Cyrino, E.S. Minderico, C.S., Sardinha, L.B. & Silva, A.M.,(2013). Body composition in taller individuals using DXA: A validation study for athletic and non-athletic populations. *Journal of Sports Sciences*, Vol. 31, No. 4, 405–413.
131. Selkow NM, Pietrosimone BG, Saliba SA. (2011). Subcutaneous thigh fat assessment: a comparison of skinfold calipers and ultrasound imaging. *J Athl Train*,461,50–4.

132. Shen, W., St-Onge, M., Wang, Z., Heymsfield, S.B. (2005). Study of Body Composition: An Overview. In: Heymsfield SB, Lohman TG, Wang Z, Going SB, editors. Human Body Composition. Champaign, IL: Human Kinetics, pp,3–14.
133. Siders, W.A., Bolonchuk, W.W., ve Lukaski, H.C., (1991). Effects of participation in a collegiate sport season on body composition. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 31, 571-576.
134. Silva, A.M., Santos, D.A., Matias, C.N., Rocha, P.M., Petroski, E.L., Minderico, C.S., & Sardinha, L.B. (2012). Changes in regional body composition explain increases in energy expenditure in elite junior basketball players over the season. *European Journal of Applied Physiology*, 112(7), 2727–2737.
135. Silvestre, R., West. C., Maresh, C.M., Kraemer, WJ. (2006). Body composition and physical performance in men's soccer: a study of a National Collegiate Athletic Association Division I team. *J Strength Cond Res*, 20(1), 177-183.
136. Siri, W. (1956) The gross composition of the body. In: *Advances in biological and medical physics*. Ed: Lawrence, J. New York: Academic Press. Pp, 239- 280.
137. Sonsuz, A. (2004). Yağlı Karaciğer Hastalığı. *Gastroenterolojide Klinik Yaklaşım Sempozyum Dizisi*, No: 38, Mart, s. 171-180.
138. Srdic, B.; Obradovic, B.; Dimitric, G.; Stokic, E.; Babovic, S. (2012). Relationship between body mass index and body fat in children – Age and gender differences. *Obes Res Clin Pract* ,6,e,167-73.
139. Stewart, A.D. (2012). The Concept of Body Composition and Its Applications, “Body Composition in Sport, Exercise and Health” (Ed. A.D, Stewart, L., Sutton)’de, Routledge, New York. NY. USA., 1-20.
140. Sullivan, P.F. (1995). Mortality in anorexia nervosa. *Am J Psychiatry*, 152,1073–4.

141. Sundgot-Borgen, J., Meyer, N.L., Lohman, T.G., Ackland, T.R., Maughan, R.J., Stewart, A.D., Müller, W. (2013). How to minimise the health risks to athletes who compete in weight-sensitive sports review and position statement on behalf of the Ad Hoc Research Working Group on Body Composition, Health and Performance, under the auspices of the IOC Medical Commission. *Br J Sport Med*, 47,1012–22.
142. Suzuki, R., Watanabe, S., Hirai, Y.(1993). Abdominal wall fat index, estimated by ultrasonography, for assessment of the ratio of visceral fat to subcutaneous fat in the abdomen. *Am. J. Med.*, 95, pp. 309–314.
143. Svendsen, O.L., Haarbo, J., Heitmann, B.L, Gotfredsen, A., Christiansen, C. (1991). Measurement of body fat in elderly subjects by dual-energy x-ray absorptiometry, bioelectrical impedance and anthropometry. *Am J Clin Nutr*, 53,1117-23.
144. Tamer, K. (1995) Sporda Fiziksel-Fizyolojik Performansın Ölçülmesi ve Değerlendirilmesi. Ankara: Türkerler Kitabevi, ss 152.
145. Tanner, J.M. (1964). The physique of the Olympic athletes. George Allen and Unwin Ltd., London.
146. Teeple, J.B., Lohman, T.G., Misner, J.E, Boileau, R.A., Massey, B.H. (1975). Contribution of physical development and muscular strength to the motor Performance capacity of 7 to 12 year old boys. *British Journal of Sports Medicine*, 9, 122–129.
147. Thomas, J.R. ve Nelson, K.J.(1996).*Research Methods in Physical Activity*, 3. Baskı, Champaign IL, Human Kinetics, s. 213-248.
148. Toombs, R.J., Ducher, G., Shepherd, J.A., De Souza, M.J. (2012). The impact of recent technological advances on the trueness and precision of DXA to assess body composition. *Obesity (Silver Spring)* 20: 30–39.
149. Tran, Z.V., ve Weltman, A. (1989). Generalized equation for predicting body density of women from girth measurements. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 21, 101-104.

150. Tran, Z.V., ve Weltman, A. (1988). Predicting body composition of men from girth measurements. *Human Biology*, 60, 167-175.
151. Treuth, M.S., Butte, N.F., Wong, W.W., Ellis, K.J.(2001). Body composition in prepubertal girls: comparison of six methods. *Int J Obes*, 25,1352–9.
152. Uppot, R.N., Sahani, DV., Hahn, P.F., Gervais, D., Mueller, P.R. (2007). Impact of obesity on medical imaging and image-guided intervention. *AJR Am J Roentgenol*, 188(2),433–40.
153. van der Ploeg, G. E., Gunn, S. M., Withers, R. T., Modra, A. C. (2003). Use of anthropo metric variables to predict relative body fat determined by a four-compartment body composition model. *European Journal of Clinical Nutrition*, 57, 1009–16.
154. Villareal, DT.; Apovian, CM.; Kushner, RF.; Klein, S. (2005). American Society for Nutrition; NAASO The Obesity Society: Obesity in older adults: technical review and position statement of the American Society for Nutrition and NAASO, The Obesity Society. *Am J Clin Nutr*, 82,923-934.
155. Wang, J., Thornton, J.C., Kolesnik, S., Pierson, R.N.Jr. (2000). Anthropometry in body composition. An overview. *Ann N Y Acad Sci*. May, 904,317-26.
156. Wang, Z., Pi-Sunyer, F.X., Kotler, D.P., Wielopolski, L., Withers, R.T., Pierson, R.N., Jr. and Heymsfield, S.B. (2002). Multicomponent methods: evaluationof new and traditional soft tissue mineral models by in vivo neutron activation analysis. *American Journal of Clinical Nutrition*, 76, 968-974.
157. Wang, Z.M., Deurenberg P., Guo S.S., Pietrobelli A., Wang J., Pierson R.N. and Heymsfield S.B. (1998): Six ompartment body composition model: inter-method comparisons of totalbody fat measurement. *International Journal of Obesity*, 22, 329–37.
158. Wang, Z.M., Deurenberg, P., Guo, S.S., Pietrobelli, A., Wang, J., Pierson, R.N., Jr. and Heymsfield, S.B. (1998). Six-compartment body composition model: inter-method comparisons of total body fat measurement.

- International Journal of Obesity and Related Metabolic Disorders, 22, 329-337.
159. Wang, Z.M., Pierson, Jr.R.N., Heymsfield, S.B. (1992). The fi ve-level model: a new approach to organizing body-composition research. American Journal of Clinical Nutrition, 56, 19–28.
 160. Weltman, A., Janney, C., Huber, R., Rians, C.B. ve Katch, F.I. (1987). Comparison of hydrostatic weighing at residual volume and total lung capacity in pre-pubertal males. Human Biology, 59, 51-57.
 161. Wittich A , Oliveri MB , Rotemberg E , Mautalen C .(2001). Body composition of professional football (soccer) players determined by dual x-ray absorptiometry . J Clin Densitom , 4 , 51 – 55.
 162. Zorba, E., Ziyagil, MA., (1995). Vücut Kompozisyonu ve Ölçüm Metodları. Trabzon: Gen Matbaacılık, ss 273-295
 163. Zorba, E. (1989). Milli Takım Düzeyindeki Türk Güreşçileri için Derialtı Yağ Kalınlığı Denklemi Geliştirilmesi, Beden Eğitimi ve Spor Programı Doktora Tezi, Marmara Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü.

ETİK KURUL KARARI

EK1



T.C.
SELÇUK ÜNİVERSİTESİ
SELÇUKLU TIP FAKÜLTESİ DEKANLIĞI



SAYI : B.30.2.SEL.0.28.00.00/130-81
KONU :

29.02.2012

Sayın :Prof.Dr. Caner AÇIKADA
(H.Ü. Spor Bilimleri ve Teknolojisi Yüksekokulu Öğretim Üyesi.)

22.02.2012 tarihli “Sporcularda İç Yağ Kütlesinin Belirlenmesi ve Vücut Kompozisyonuna Etkisi” başlıklı araştırma projeniz, 28.02.2012 tarihli Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurul Toplantısı’nda görüşülmüş olup; kurulun konu ile ilgili 2012/61 sayılı kararı ekte sunulmuştur.

Bilgilerinize rica ederim.

Prof.Dr. Serdar GÖKTAŞ
Dekan V.

Adres: S.Ü. Selçuklu Tıp Fakültesi Dekanlığı Alaaddin Keykubad kampüsü 42079 – Selçuklu / KONYA
Tel: (0332) 241 21 81 , Faks: (0332) 241 21 84 , Elektronik Posta : stip@selcuk.edu.tr
Web Adresi : www.stip.selcuk.edu.tr , Bilgi için :Dekanlık Tel : 241 00 41 / 1089

T.C.
SELÇUK ÜNİVERSİTESİ
SELÇUKLU TIP FAKÜLTESİ DEKANLIĞI

GİRİŞİMSEL OLMAYAN KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU KARARLARI

Toplantı Sayısı: 2012/02

Toplantı Tarihi : 28.02.2012

Karar Sayısı 2012/61 Hacettepe Üniversitesi Spor Bilimleri ve Teknolojisi Anabilim Dalı Öğretim Üyesi Prof.Dr.Caner AÇIKADA'nın, "Sporcularda İç Yağ Kütlesinin Belirlenmesi ve Vücut Kompozisyonuna Etkisi" başlıklı araştırmasının değerlendirilme talebi ile ilgili 22.02.2012 tarihli dilekçesi ve ekleri görüşüldü.

Yapılan inceleme ve görüşmelerden sonra; Prof.Dr.Caner AÇIKADA'nın, "Sporcularda İç Yağ Kütlesinin Belirlenmesi ve Vücut Kompozisyonuna Etkisi" adlı araştırmanın kabulüne, BAP desteği alındıktan sonra protokolün dosyaya ilave edilmek üzere Etik Kurul sekretaryasına teslim edilmesine oy birliği ile karar verildi.

ASLI GİBİDİR
28/02/2012

Mahmut KESİK
Sekreteryaya

BİLGİLENDİRİLMİŞ OLUR ALMA FORMU

EK2

Bu katıldığınız çalışma bilimsel bir araştırma olup, araştırmanın adı *Sporcularda, vücut iç yağının Belirlenmesi ve vücut kompozisyonuna etkisi* 'dir.

Bu araştırmanın amacı, Normal popülasyonla sporcu popülasyonu arasında toplam vücut yağı ve iç organ yağ miktarı arasında fark olup olmadığının belirlenmesi. Ayrıca karın bölgesi yağ miktarı ve iç organ yağları ile en yüksek ilişki gösteren antropometrik verileri tespit ederek gerekli regresyon formüllerini geliştirmektir. 'dır.

Bu çalışmada size

Boy ve ağırlık ölçümü,

Antropometrik ölçümler;

- Çevre ölçümleri: 10 bölgeden ölçüm alınacak. Bunlar boyun, omuz, abdominal, kalça, uyluk, baldır, el bileği, önkol, biceps ve fleksiyonda biceps çevresi olacaktır
- Çap ölçümleri: Omuz Genişliği, Biakromial Çap, Bi-iliak Çap Ölçümü, Bitrokantirik Çap, Diz Çapı (Femur Epikondil), dirsek Çapı (Humerus Epikondil),
- Deri kıvrım kalınlığı ölçümleri: 9 bölgeden ölçüm alınacak. Bunlar triceps, abdomen, biceps, suprailiak I, suprailiak II, subskapula, göğüs, uyluk, baldır deri kıvrımı olarak alınacaktır.

Dual energy X-ray absorptiometry (DXA) ölçümü : **vücut yağı , yağ harici kütle, kemik mineral yoğunluğu ölçülecek**

ultrasonografi ölçümü: **Abdominal(karın bölgesi) yağlardan Subcutaneous (Karın ön duvarı ile karın deri sinin altında biriken yağ), preperitoneal(Karın ön duvarındaki kasın iç yüzü ile bağırsaklar arasında kalan karın boşluğu yağı), visceral fat(İç organların yüzeyindeki yağ), liver steatosis(karaciğer yağı) miktar ölçülecektir**

yukarıda belirtilen yöntemler kullanılarak uygulanacaktır. Bu çalışmada yer almanız öngörülen süre 8 ay olup, çalışmada yer alacak gönüllülerin sayısı 150 gönüllü deneğe ulaşılması sağlanacak 'dir.

Bu çalışma ile ilgili olarak belirtilen saatte ve belirtilen yerde hazır olmanız sizin sorumluluklarınızdır

Bu çalışmada Dual-enerji x-ray absorpsiyometri (DEXA) vücut kompozisyonu tayininde kullanılacaktır. DEXA kullanımı hızlı, kolay, noninvazif, hasta uyumu yüksek ve hastayı 5 mrem'den daha az radyasyona maruz bırakmasından dolayı herhangi bir risk oluşturmamaktadır. Araştırma sırasında sizi ilgilendirebilecek herhangi bir gelişme olduğunda, bu durum size veya yasal temsilcinize derhal bildirilecektir. Araştırma hakkında ek bilgiler almak için ya da çalışma ile ilgili herhangi bir sorun, istenmeyen etki ya da diğer rahatsızlıklarınız için 05373572588 no.lu telefondan Hüseyin ASLAN'A başvurabilirsiniz.

Bu çalışmada yer almanız nedeniyle size hiçbir ödeme yapılmayacaktır; ayrıca, bu çalışma kapsamındaki bütün muayene, tetkik, testler ve tıbbi bakım hizmetleri için sizden veya bağlı olduğunuz sosyal güvenlik kuruluşundan hiçbir ücret istenmeyecektir.

Bu çalışmada yer almak tamamen sizin isteğinize bağlıdır. Araştırmada yer almayı reddedebilirsiniz ya da herhangi bir aşamada çalışmadan ayrılabilirsiniz; bu durum herhangi bir cezaya ya da sizin yararlarınıza engel duruma yol açmayacaktır. Araştırmacı

bilginiz dahilinde veya isteğiniz dışında, uygulanan tedavi şemasının gereklerini yerine getirmemeniz, çalışma programını aksatmanız veya tedavinin etkinliğini artırmak vb. nedenlerle sizi araştırmadan çıkarabilir. Araştırmanın sonuçları bilimsel amaçla kullanılacaktır; çalışmadan çekilmeniz ya da araştırmacı tarafından çıkarılmanız durumunda, sizle ilgili tıbbi veriler de gerekirse bilimsel amaçla kullanılabilir.

Size ait tüm tıbbi ve kimlik bilgileriniz gizli tutulacaktır ve araştırma yayınlansa bile kimlik bilgileriniz verilmeyecektir, ancak araştırmacının izleyicileri, yoklama yapanlar, etik kurullar ve resmi makamlar gerektiğinde tıbbi bilgilerinize ulaşabilir. Siz de istediğinizde kendinize ait tıbbi bilgilere ulaşabilirsiniz.

Çalışmaya Katılma Onayı:

Yukarıda yer alan ve araştırmaya başlanmadan önce gönüllüye verilmesi gereken bilgileri okudum ve sözlü olarak dinledim. Aklıma gelen tüm soruları araştırmacıya sordum, yazılı ve sözlü olarak bana yapılan tüm açıklamaları ayrıntılarıyla anlamış bulunmaktayım. Çalışmaya katılmayı isteyip istemediğime karar vermem için bana yeterli zaman tanındı. Bu koşullar altında, bana ait tıbbi bilgilerin gözden geçirilmesi, transfer edilmesi ve işlenmesi konusunda araştırma yürütücüsüne yetki veriyor ve söz konusu araştırmaya ilişkin bana yapılan katılım davetini hiçbir zorlama ve baskı olmaksızın büyük bir gönüllülük içerisinde kabul ediyorum.

Bu formun imzalı bir kopyası bana verilecektir.

Gönüllünün,

Adı-Soyadı:

Adresi:

Tel.-Faks:

Tarih ve İmza:

Velayet veya vesayet altında bulunanlar için veli veya vasinin,

Adı-Soyadı:

Adresi:

Tel.-Faks:

Tarih ve İmza:

Açıklamaları yapan araştırmacının,

Adı-Soyadı:

Görevi:

Adresi:

Tel.-Faks:

Tarih ve İmza:

Olur alma işlemine başından sonuna kadar tanıklık eden kuruluş görevlisinin/görüşme tanığının,

Adı-Soyadı:

Görevi:

Adresi:

Tel.-Faks:

Tarih ve İmza:

BİLGİLENDİRİLMİŞ OLUR FORMU KONTROL LİSTESİ**EK3****BİLGİLENDİRİLMİŞ OLUR FORMU KONTROL LİSTESİ**

	Var	Yok	Eksik
Araştırma yla ilgili bilgiler:			
- Gönüllünün katıldığı çalışm anın bir araştırma olduğu	()	()	()
- Araştırmanın amacı	()	()	()
- Araştırmanın ölçümleri	()	()	()
- Araştırma sırasında uygulanacak olan ve invaziv işlemleri de içeren yöntemler	()	()	()
- Araştırmanın deneysel kısımları	()	()	()
- Araştırma hakkında ek bilgi alınabilecek kişiler	()	()	()
Gönüllü ile ilgili bilgiler:			
- Gönüllünün sorumlulukları	()	()	()
- Gönüllü için söz konusu olabilecek riskler ve rahatsızlıklar	()	()	()
- Gönüllünün araştırmada yer alm asının isteğine bağı olduğu, herhangi bir aşamada araştırmadan ayrılabilme hakkına sahip olduğu	()	()	()
- Gönüllü tıbbi ve kimlik bilgilerinin gizli olduğu	()	()	()
- Araştırma sırasında gönüllüyü ilgilendirebilecek herhangi bir gelişme olduğunda, bunun gönüllüye veya yasal temsilcisine derhal bildirileceği	()	()	()
- Araştırmaya bağı bir zarar olduğunda başvurulacak kişiler	()	()	()
- Gönüllünün isteği dışında araştırmacı tarafından araştırmadan çıkarılabileceği ve bu durumların neler olduğu	()	()	()
- Gönüllünün araştırmada yer alm ası öngörülen süre	()	()	()
- Araştırmada yer alacak gönüllülerin sayısı	()	()	()
Çalışmaya katılma onayı:			
- Gönüllünün metni okuduğunu, kendisine yazılı ve sözlü açıklama yapıldığını, araştırmaya kendi isteği ile hiçbir baskı ve zorlama olm aksızın katıldığını gösteren beyan	()	()	()
- Gönüllünün veya yasal temsilcisinin adı-soyadı, imzası, adresi	()	()	()
- Açıklamaları yapan araştırmacının adı-soyadı, imzası, görevi, adresi	()	()	()
- Olur alm a işlemlerine başından sonuna kadar tanıklık eden kuruluş görevlisinin/görüşme tanığının adı-soyadı, imzası, görevi, adresi	()	()	()
Yürütücülüğünü yaptığım <i>Sporcularda, vücut iç yağın Belirlenmesi ve vücut kompozisyonuna etkisi</i> başlıklı araştırmaya ait Bilgilendirilmiş Olur Formu'nu, yukarıda bulunan ve bir Bilgilendirilmiş Olur Formu'nda olması gerekli asgari bilgiler doğrultusunda hazırladım			
Araştırma Yürütücüsü	İmza	Tarih	

TEZ ÖLÇÜM FORMU

EK4

TEZ ÖLÇÜM FORMU

Ad Soyad:	D. tarihi:	Tarih:
Oynadığı Kulüp:	Antrenman yaşı (kaç yıldır düzenli spor yapıyorsunuz):	Boy:
Antrenman Sıklığı ve süresi:	Antrenman yaşı:	V.ağırlığı:

ANTROPOMETRİK ÖLÇÜMLER

Çevre Ölçümler	Ölçüm 1	Ölçüm 2	Ölçüm 3	Deri Kıvr. Kalın.	Ölçüm 1	Ölçüm 2	Ölçüm 3
Boyun				Subskapula			
Omuz				Triceps			
Biceps				Biceps			
Fleks. Biceps				Göğüs			
Önkol				Abdominal			
El bileği				Suprailliak I			
Abdominal				Suprailliak II			
Kalça				Uyluk			
Uyluk				Baldır			
Baldır							

Çap Ölçümleri	Ölçüm 1	Ölçüm 2	Ölçüm 3
Biakromial			
Deltoids			
Biliak			
Bitrokanter			
Humerus biepik			
Femur biepikon			

Dual energy X-ray absorptiometry (DXA) ölçümler

Dual energy X-ray absorptiometry (DXA) ölçümleri:	
Vücut Yağ Yüzdesi (VY%)	
Yağ Kütle (kg)	
Yağ Harici Kütle (YHK kg)	

Ultrason ölçümler

Ultrason ölçümleri	Ölçüm 1	Ölçüm 2	Ölçüm 3
Subcutaneous			
Abdominal Yağ (mm)			
Preperitoneal			
Abdominal Yağ (mm)			
Epigastrik Abdominal Yağ (mm)			