

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

**15-17 YAŞ ANTRENMANLI ERKEK ERGENLERDE  
VÜCUT KOMPOZİSYONUNUN BELİRLENMESİ**

**Nigar KÜÇÜKKUBAŞ**

**Spor Bilimleri ve Teknolojisi Programı  
DOKTORA TEZİ**

**ANKARA**

**2007**

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

**15-17 YAŞ ANTRENMANLI ERKEK ERGENLERDE  
VÜCUT KOMPOZİSYONUNUN BELİRLENMESİ**

**Nigar KÜÇÜKKUBAŞ**

**Spor Bilimleri ve Teknolojisi Programı  
DOKTORA TEZİ**

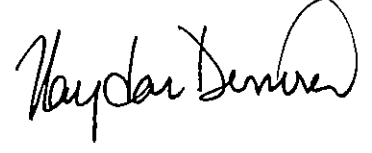
**TEZ DANIŞMANI  
Prof Dr. Caner AÇIKADA**

**ANKARA  
2007**

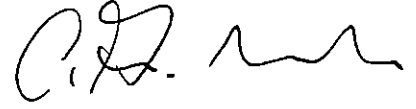
Sağlık Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğü'ne,

Bu çalışma jürimiz tarafından Spor Bilimleri ve Teknolojisi Programında Doktora Tezi olarak kabul edilmiştir.

Jüri Başkanı Prof. Dr. A. Haydar Demirel  
Hacettepe Üniversitesi



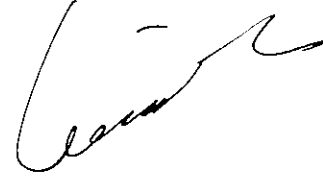
Danışman Prof. Dr. Caner Açıkkada  
Hacettepe Üniversitesi



Üye Prof. Dr. Reha Alpar  
Hacettepe Üniversitesi



Üye Prof. Dr. Emin Ergen  
Ankara Üniversitesi



Üye Yard. Doç. Dr. H. Hüsrev Turnagöl  
Hacettepe Üniversitesi



ONAY:

Bu tez, Hacettepe Üniversitesi Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliği'nin ilgili maddeleri uyarınca yukarıdaki jüri üyeleri tarafından uygun görülmüş ve Enstitü Yönetim Kurulu kararıyla kabul edilmiştir.



Prof. Dr. Hakan S. Orer  
Enstitü Müdürü

## TEŞEKKÜR

Bu çalışma her türlü desteği sağlayan, karşılaşılan problemlerin çözümünde değerli katkıları ve yönlendirmeleri ile yol açan ve en önemlisi sabır ve anlayışından dolayı danışmanım Sayın Prof. Dr. Caner AÇIKADA'ya teşekkür ederim.

Sayın Prof. Dr. Reha ALPAR'a istatistiksel analizlerin her aşamasında yardımları, değerli katkıları ve yönlendirmelerinden dolayı teşekkürlerimi sunarım.

Bu tezin her aşamasında desteklerini esirgemeyen Dr. Tahir HAZIR'a teşekkürlerimi sunarım.

Denek bulma aşamasında, Rüştü ŞAHİN, Turhan TOROS, Memduh POLAT, Ferhan İPEK, Seçkin TOPÇU, Barbaros ÇELENK, Kazım HİDAYETOĞLU, Erdinç AYDIN, Alpan CİNEMRE, Vedat AYDIN, Hakan YÜCE, Serkan Emre SEFA, sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Ölçümler sırasında laboratuvarında yaptığı yardımlardan dolayı Pınar KAYIK'a teşekkürlerimi sunarım.

Doktora dönemimin her aşamasında yol gösterme, her an arkamda desteklerini hissettiğim annem ve babam Fatma-Rüstem KÜÇÜKKUBAŞ, ablalarım Selime DJEBELAMELI ve Cemile BUSUTTIL'e en içten teşekkürlerimi sunarım.

Doktora dönemimin en değerli hediyesi olan oğlum ALP BARAN'A sabrından ve desteğinden dolayı teşekkür ederim.

## ÖZET

**Küçükkubaş, N. 15-17 Yaş Antrenmanlı Erkek Ergenlerde Vücut Kompozisyonunun Belirlenmesi. Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri ve Enstitüsü Spor Bilimleri ve Teknolojisi Programı Doktora Tezi, Ankara, 2007.**

Bu araştırma ile 15-17 yaş, farklı branşlardaki erkek ergen sporcularda, vücut kompozisyonu ölçümünde, hidrostatik tartım (HT) yöntemi kriter alınarak, Biyoelektrik İmpedans Analiz (BİA) ve antropometrik yöntemler ile denklem geliştirmek amaçlanmıştır. Çalışmaya çeşitli spor dallarından (basketbol, voleybol, futbol, hentbol, yüzme, atletizm) 155 gönüllü katılmıştır. Denekler en az 1 yıl, haftada 3 gün, 2 saat/gün düzenli antrenman yapan erkek sporculardan oluşmaktadır.

Farklı yaş ve aktivite düzeyleri için geliştirilmiş yerli ve yabancı BİA ve antropometrik denklemlerin bu popülasyon için geçerliği Pearson ve sınıfıçı korelasyon katsayıları ile birlikte Blant Altman grafikleri ile değerlendirilmiştir. Bu değerlendirme sonucunda, geçerlik çalışması yapılan Vücut Yoğunluğu (VY) denklemlerinden Sloan (191) ve Behnke ve Wilmore (23) denklemlerinin geçerli, ancak Lohman (142) ve Durnin ve Womersley (61) denklemlerinin geçerli olmadığı belirlenmiştir. Vücut Yağ Yüzdesi (VY%) kestiren denklemlerin geçerlik çalışmalarına göre; geçerli sonuçlar elde edilen denklemler; Katch ve Mc Ardle (124), Açıkada ve diğ. (4), Doğu (59), Yuhazs (227), Slaughter ve diğ. (189); geçerli olmayan ise Lange denklemidir. YVK denklemlerinden Deurenberg hariç diğer Yağsız Vücut Kütlesi (YVK) kestirim denklemlerinin tümü geçerli çıkmıştır.

VY, VY% ve YVK değerleri HT yöntemiyle belirlenmiştir. Rezidual volüm ölçümü için Oksijen Dilüsyon Yöntemi kullanılmıştır. Antropometrik veriler; vücut ağırlığı, boy, deri kıvrım kalınlıkları, çevre ve çap ölçümlerinden oluşmaktadır. BİA ile rezistans ve reaktans değerleri elde edilmiştir. Bağımlı ve bağımsız değişkenler arasında Pearson korelasyon katsayısı hesaplanmış ve kestirim denklemlerinin geliştirilmesi için çoklu doğrusal regresyon analizinden yararlanılmıştır.

Sonuç olarak VY için yedi, VY%'si için üç, BİA yöntemiyle YVK için altı kestirim denklemi geliştirilmiştir. Geliştirilen denklemlerin tümü çapraz geçerlik kullanılarak, verinin rasgele ikiye bölünmesi yaklaşımıyla test edilmiştir.

Anahtar kelimeler: Hidrostatik Tartım, Biyoelektrik İmpedans Analizi, Regresyon Analizi.

## ABSTRACT

**Küçükkubaş, N. Determining Body Composition of Male Adolescent Athletes between the ages of 15-17. Hacettepe University Institute of Health Sciences Ph.D. Thesis in Sport Science and Technology, Ankara, 2007.** The objective of the study is to develop regression formulas for the male adolescent athletes at the ages of 15-17 years old by using Hydrostatic weighting as a criterion method. 155 male adolescent athletes (basketball, volleyball, football, handball, swimming, track and field athletes) participated voluntarily in this study. The athletes were training for at least 1 year, 2 hours/3 days/per week.

The formulas, which were developed for different age and activity levels for foreign and Turkish population, were tested and evaluated with both Pearson product moment, intraclass correlation coefficients and Blant Altman Plots Analysis. The formulas to predict body density, which are Sloan (191) and Behnke and Wilmore (23) are validated but Lohman (142), and Durnin and Womersley (61) is not validated. The validity of the body fat % prediction was tested for Katch and McArdle (124), Açıkada ve diğ. (4), Doğu (59), Yuhazs (227), Slaughter (189) and, except for Lange, were found valid. All the lean body mass formulas developed by using Bioelectric Impedance Analyser (BIA) were valid except for Deurenberg.

Body density (BD), body fat percentage (%BF), and lean body mass (LBM) were determined by using Hidrostatic Weighting. Oxygen Dilution method was used to determine Rezidual Volume (RV). Anthropometric variables; body weight, height, skinfold thicknesses, circumferences, width were measured. By using BIA, resistance and reactance measurements were taken. To develop regression equations, multiple regression analysis were applied after Pearson Product Moment correlation coefficient were determined between dependent and independent variables.

In conclusion, seven formulas for BD; three formulas for % BF, six formulas for LBM by using BIA were developed. All equations were then tested by using cross-validation, dividing the data randomly into two groups.

**Key words:** Hydrostatic Weighting, Bioelectric Impedans Analysis, Regression Analysis.

## İÇİNDEKİLER

|   |            |
|---|------------|
| <b>TEŞEKKÜR .....</b>   | <b>iv</b>  |
| <b>ÖZET .....</b>   | <b>v</b>   |
| <b>ABSTRACT .....</b>   | <b>vi</b>  |
| <b>İÇİNDEKİLER .....</b>  | <b>vii</b> |
| <b>SİMGELER VE KISALTMALAR .....</b>                                | <b>x</b>   |
| <b>ŞEKİLLER DİZİNİ .....</b>  | <b>xi</b>  |
| <b>TABLolar DİZİNİ.....</b>   | <b>xii</b> |
| <b>GRAFİKLER DİZİNİ.....</b>  | <b>xv</b>  |
| <b>1. GİRİŞ .....</b>   | <b>1</b>   |
| <b>1.1. Amaç.....</b>   | <b>5</b>   |
| <b>1.2. Problem .....</b>   | <b>5</b>   |
| 1. 2. 1. Alt Problemler .....                                       | 5          |
| <b>1.3. Denenceler.....</b>   | <b>5</b>   |
| <b>1.4. Sınırlıklar .....</b>                                       | <b>6</b>   |
| <b>1.5. Sayıtlar .....</b>  | <b>6</b>   |
| <b>1.6. Tanımlar .....</b>  | <b>6</b>   |
| 1.6.1. Vücut Kompozisyonu (VK) Terminolojisi .....                  | 6          |
| 1.6.2. Antropometrik Ölçüm Terminolojisi .....                      | 7          |
| 1.6.3. Hidrostatik Tartım (HT) Terminolojisi .....                  | 7          |
| 1.6.4. Biyoelektrik İmpedans (BİA) Ölçümü Terminolojisi.....        | 7          |
| <b>1.7. Araştırmanın Önemi.....</b>                                 | <b>8</b>   |
| <b>2. GENEL BİLGİLER.....</b>                                       | <b>10</b>  |
| <b>2.1. Vücut Kompozisyonu Ölçümünde Kullanılan Yöntemler .....</b> | <b>14</b>  |
| 2.1.1. Hidrostatik Tartım (HT).....                                 | 14         |
| 2.1.2. Antropometri .....   | 17         |
| 2.1.3. Biyoelektrik İmpedans Analizi (BİA).....                     | 18         |
| 2.1.4. Çok Bileşenli Modeller .....                                 | 23         |

|   |           |
|---|-----------|
| <b>3. GEREÇ VE YÖNTEM .....</b>   | <b>34</b> |
| <b>3.1. Araştırma Grubu .....</b>   | <b>34</b> |
| <b>3.2. Verilerin Toplanması .....</b>  | <b>34</b> |
| <b>3.3. Veri Toplama Araçları .....</b>   | <b>35</b> |
| 3.3.1. Antropometrik Ölçümler .....   | 35        |
| 3.3.2. Hidrostatik Tartım (HT) ve Rezidual Volüm .....  | 37        |
| 3.3.3. Biyoelektrik İmpedans Analizi (BİA) .....  | 38        |
| <b>3.4. Veri Toplama Yöntemi .....</b>  | <b>39</b> |
| 3.4.1. Antropometrik Ölçümler .....   | 39        |
| 3.4.2. Hidrostatik Tartım ve Rezidual Volüm Ölçümü .....  | 49        |
| 3.4.3. Biyoelektrik İmpedans Analizi (BİA) .....  | 58        |
| 3.4.4. İç Organlardaki Hava Hacmi .....   | 59        |
| 3.4.5. Suyun Sıcaklığı ve Yoğunluğu .....   | 60        |
| <b>3.5. Verilerin Analizi .....</b>   | <b>61</b> |
| <b>4. BULGULAR .....</b>  | <b>64</b> |
| <b>4.1. Tanımlayıcı İstatistikler .....</b>   | <b>65</b> |
| <b>4.2. Bu Çalışmada Elde Edilen Referans Değerler (Bağımlı Değişkenler) ile Türkiye’de Kullanılan Farklı Denklemlerde Elde Edilen Sonuçlar için Güvenirlik Çalışması .....</b> | <b>67</b> |
| 4.2.1. HT ile belirlenmiş VY değerleri ve farklı denklemlerle belirlenen VY değerlerinin tutarlığının incelenmesi .....   | 67        |
| 4.2.2. HT ile elde edilen VY%’si değerleri (referans) ile Türk ve yabancı popülasyonlar için geliştirilmiş farklı denklemlerin tutarlığını incelenmesi .....                    | 73        |
| 4.2.3. HT ile elde edilen YVK’si değerleri (referans) ile yabancı popülasyonlar için geliştirilmiş farklı denklemlerin tutarlığının incelenmesi .....                           | 80        |
| <b>4.3. Sporcuların Bağımlı ve Bağımsız Değişkenler Arasında Korelasyon Katsayıları .....</b>   | <b>88</b> |
| 4.3.1. Sporcuların VY ile Antropometrik Ölçümleri Korelasyon Katsayıları .....  | 89        |
| 4.3.2. Sporcuların VY%’si ile Antropometrik Ölçümleri Korelasyon Katsayıları .....  | 93        |
| 4.3.3. Sporcuların YVK ile Antropometrik Ölçümleri Korelasyon Katsayıları .....   | 93        |
| 4.3.4. YVK ile Farklı segmentlere Ait Rezistans ve Reaktans Değerlerinin YVK ile Korelasyon Katsayıları .....   | 94        |
| <b>4.4. Regresyon Denklemleri .....</b>   | <b>95</b> |
| 4.4.1. Vücut yoğunluğu (VY) Kestirimi için Geliştirilen Regresyon Denklem Modelleri .....   | 95        |
| 4.4.2. Vücut Yoğunluğundan Elde Edilen VY% için Geliştirilen Regresyon Denklem Modelleri .....  | 102       |
| 4.4.3. Biyoelektrik İmpedans Analizörü Kullanarak Yağsız Vücut Kütlesi (YVK) Kestirimi için Geliştirilen Regresyon Denklem Modelleri .....                                      | 107       |

|  |            |
|--|------------|
| <b>5. TARTIŞMA .....</b>   | <b>114</b> |
| <b>5.1. Tanımlayıcı İstatistikler .....</b>  | <b>115</b> |
| <b>5.2. Çalışmada Elde Edilen Referans Değerler ile Türkiye’de Kullanılan Farklı Denklemlerde Elde Edilen Sonuçlar için Geçerlik Çalışması .....</b> | <b>116</b> |
| <b>5.3. Değişkenler arasında ilişkilerin gözlenmesi.....</b>   | <b>120</b> |
| <b>5.4. Antropometrik Denklemler .....</b>   | <b>122</b> |
| 5.4.1. VY kestirilen antropometrik ölçümler ile ilgili denklemler.....   | 122        |
| 5.4.2. VY%’si kestirimi ile ilgili denklemler .....  | 131        |
| 5.4.3. YVK kestirimi için geliştirilen BİA denklemleri.....  | 135        |
| <b>6. SONUÇ VE ÖNERİLER.....</b>   | <b>143</b> |
| <b>6.1. SONUÇ.....</b>   | <b>143</b> |
| <b>6.2. ÖNERİLER .....</b>   | <b>147</b> |
| <b>KAYNAKÇA .....</b>  | <b>149</b> |
| <b>EK 1. ETİK KURUL RAPORU .....</b>   | <b>174</b> |
| <b>EK 2. BİLGİLENDİRİLMİŞ OLUR ALMA FORMU .....</b>  | <b>175</b> |
| <b>EK 3. DOKTORA TEZ ÖLÇÜM FORMU .....</b>   | <b>179</b> |

**SİMGELER VE KISALTMALAR**

|            |  |
|------------|--|
| <b>HT</b>  | <b>:Hidrostatik Tartım</b>                 |
| <b>VY</b>  | <b>:Vücut Yoğunluğu (kg/m<sup>3</sup>)</b> |
| <b>VY%</b> | <b>:Vücut Yağ Oranı</b>                    |
| <b>YVK</b> | <b>:Yağsız Vücut Kütlesi</b>               |
| <b>BİA</b> | <b>:Biyoelektrik İmpedans Analizi</b>      |
| <b>DKK</b> | <b>:Deri Kıvrım Kalınlığı</b>              |

## ŞEKİLLER DİZİNİ

|  |    |
|--|----|
| Şekil 3.1. Sabit Stadiometre .....   | 35 |
| Şekil 3.2. Vücut ağırlığı tartı.....   | 35 |
| Şekil 3.3. Skinfold Kaliper Kalibrasyonu .....                                 | 36 |
| Şekil 3.4. Skinfold kaliper, gullick metre, kayan kaliper ve stadiometre ..... | 36 |
| Şekil 3.5. O2 ve CO2 Analizörleri, Akımmetre, Cam tüp bağlantıları.....        | 38 |
| Şekil 3.6. Örneklem torbası, şnorkel, üçlü vana .....                          | 38 |
| Şekil 3.7. BİA Analizörü.....  | 39 |
| Şekil 3.8. Triseps DKK .....   | 41 |
| Şekil 3.9. Subskapula DKK .....  | 41 |
| Şekil 3.10. Biseps DKK .....   | 41 |
| Şekil 3.11. Göğüs DKK .....  | 41 |
| Şekil 3.12. Midaksilla DKK.....  | 41 |
| Şekil 3.13. Suprailak 1 DKK .....  | 41 |
| Şekil 3.14. Suprailak 2 DKK .....  | 41 |
| Şekil 3.15. Abdomen DKK .....  | 41 |
| Şekil 3.16. Uyluk DKK.....   | 41 |
| Şekil 3.17. Baldır Çevre .....   | 41 |
| Şekil 3.18. Biakromial Çap .....   | 44 |
| Şekil 3.19. Bideltoid Çap .....  | 44 |
| Şekil 3.20. Bi-iliak Çap.....  | 44 |
| Şekil 3.21. Bi-trokhanter Çap.....   | 44 |
| Şekil 3.22. Femur Epikondil Çap.....   | 44 |
| Şekil 3.23. Humerus Epikondil Çap.....   | 44 |
| Şekil 3.24. Ayak Uzunluğu .....  | 44 |
| Şekil 3.25. Boyun Çevre .....  | 47 |
| Şekil 3.26. Biseps Çevre .....   | 47 |
| Şekil 3.27. Biseps Çevre (Kasılı).....   | 47 |
| Şekil 3.28. Önkol Çevre.....   | 47 |
| Şekil 3.29. El bileği Çevre .....  | 47 |
| Şekil 3.30. Karın Çevre.....   | 47 |
| Şekil 3.31. Göğüs Çevre .....  | 47 |
| Şekil 3.33. Uyluk çevre.....   | 48 |
| Şekil 3.32. Kalça Çevre.....   | 47 |
| Şekil 3.34. Baldır Çevre .....   | 48 |
| Şekil 3.35. Ayak bileği çevre .....  | 48 |
| Şekil 3.36. HT ölçümü alıştırma çalışmaları.....                               | 51 |
| Şekil 3.37. Örneklem torbasının hazırlanması .....                             | 52 |
| Şekil 3.38. HT ölçümü (su içinde RV ölçümü).....                               | 53 |
| Şekil 3.39. BİA Ölçümü.....  | 59 |

## TABLOLAR DİZİNİ

|  |    |
|--|----|
| Tablo 2.1. YVK'si için geliştirilen BİA kestirim denklemleri .....   | 22 |
| Tablo 2.2. Türkiye'de VK belirlenen çalışmalarda yaş, denek grubu, kullanılan yöntemler veya denklemler.....   | 27 |
| Tablo 3.1. Sporcuların tanımlayıcı istatistikleri (n=155).....   | 34 |
| Tablo 3.2. VA ve boy ölçümlerine ilişkin test-tekrar test sonuçları (ölçümler farklı günlerde yapılmıştır) (n=18) .....  | 39 |
| Tablo 3.3. DKK ölçüm bölgelerinin anatomik referans noktaları, ölçüm pozisyonu ve açıklamaları.....  | 40 |
| Tablo 3.4. DKK ölçümlerine ilişkin test-tekrar test sonuçları (ölçümler aynı gün yapılmıştır) (n=18).....  | 42 |
| Tablo 3.5. DKK ölçümlerine ilişkin test-tekrar test sonuçları (ölçümler farklı günlerde yapılmıştır) (n=18).....   | 42 |
| Tablo 3.6. Çap ve uzunluk ölçüm bölgelerinin anatomik referans noktaları, ölçüm pozisyonu ve açıklamaları.....   | 43 |
| Tablo 3.7. Çap ve uzunluk ölçümlerine ilişkin test-tekrar test korelasyon katsayıları (ölçümler aynı günde yapılmıştır) (n=18).....                                | 45 |
| Tablo 3.8. Çap ve uzunluk ölçümlerine ilişkin test-tekrar test korelasyon katsayıları (ölçümler farklı günler alınmıştır) (n=18).....                              | 45 |
| Tablo 3.9. Çevre ölçüm bölgelerinin anatomik referans noktaları, ölçüm pozisyonu ve açıklamaları.....  | 46 |
| Tablo 3.10. Çevre ölçümlerine ilişkin test-tekrar test sonuçları (ölçümler aynı gün alınmıştır) (n=18).....  | 48 |
| Tablo 3.11. Çevre ölçümlerine ilişkin test-tekrar test sonuçları (ölçümler farklı günlerde alınmıştır) (n=18) .....  | 49 |
| Tablo 3.12. RV su içinde ve dışında ölçümlerine ait ortalama ve standart sapması..   | 55 |
| Tablo 3.13. RV su içinde ölçümleri için tekrarlı ölçümlerde varyans analizi sonuçları.....   | 56 |
| Tablo 3.14. RV su dışında ölçümleri için tekrarlı ölçümlerde varyans analizi sonuçları.....  | 56 |
| Tablo 3.15. RV su içinde ve dışında ölçümlerinin tümü için tekrarlı ölçümlerde varyans analizi sonuçları .....   | 56 |
| Tablo 3.16. RV içinde ölçümlerinde altı ardışık ölçüm için tekrarlı ölçümlerde varyans analizi sonuçları .....   | 57 |
| Tablo 3.17. BİA ölçümlerine ilişkin test-tekrar test sonuçları (ölçümler farklı günlerde yapılmıştır) (n=18).....  | 59 |
| Tablo 3.18. 33.0-36.9°C su sıcaklıklarında belirlenen su yoğunlukları değerleri.....   | 60 |
| Tablo 4.1. Sporcuların VY, VY%'si, YVK tanımlayıcı istatistikleri .....  | 65 |
| Tablo 4.2. Sporcuların DKK ölçümleri tanımlayıcı istatistikleri (n=155).....   | 65 |
| Tablo 4.3. Sporcuların çevre ölçümleri tanımlayıcı istatistikleri.....   | 66 |
| Tablo 4.4. Sporcuların çap ve uzunluk ölçümleri tanımlayıcı istatistikleri .....   | 66 |
| Tablo 4.5. Güvenirlilik çalışması için kullanılan VY denklemleri .....   | 67 |
| Tablo 4.6. HT ile elde edilen VY değerleri ve farklı denklemlerle elde edilen VY değerlerine ilişkin ilişki katsayıları ve sınıfıçı korelasyon katsayıları.....    | 68 |
| Tablo 4.7. VY%'si güvenirlilik ile ilgili denklemler .....   | 73 |
| Tablo 4.8. HT ile elde edilen VY% değerleri ve farklı denklemlerle elde edilen VY% değerlerine ilişkin ilişki katsayıları ve sınıfıçı korelasyon katsayıları ..... | 73 |
| Tablo 4.9. YVK için geliştirilmiş ve geçerliği incelenen denklemler.....   | 80 |

|  |     |
|--|-----|
| Tablo 4.10. HT ile elde edilen YVK değerleri ve farklı denklemlerle elde edilen YVK değerlerine ilişkin ilişki katsayıları ve sınıfıçi korelasyon katsayıları..... | 81  |
| Tablo 4.11. Sporcuların VY, YVK, VY%'si ile yaş, VA ve boy Pearson korelasyon katsayıları (n=145).....   | 88  |
| Tablo 4.12. Sporcuların vücut yoğunluğu (VY) (kg/m <sup>3</sup> ) ve deri kıvrım kalınlıkları korelasyon katsayıları (n=155).....                                  | 90  |
| Tablo 4.13. Sporcuların vücut yoğunluğu (VY) (kg/m <sup>3</sup> ) ve çevre ölçümleri korelasyon katsayıları (n=155).....   | 91  |
| Tablo 4.14. Sporcuların vücut yoğunluğu (VY) (kg/m <sup>3</sup> ), çap ve uzunluk ölçümleri korelasyon katsayıları (n=155).....                                    | 92  |
| Tablo 4.15. Sporcuların VY%'si ile antropometrik ölçümler arasındaki korelasyon katsayıları (n=155).....   | 93  |
| Tablo 4.16. Sporcuların yağsız vücut kütlesi (YVK) (kg) DKK, çevre, çap ve uzunluk ölçümleri korelasyon katsayıları (n=155).....                                   | 93  |
| Tablo 4.17. Sporcuların YVK ile farklı segmentlere takılan elektrotlar ait rezistans ve reaktans değerleri arasındaki Pearson korelasyon katsayıları .....         | 94  |
| Tablo 4.18. VY kestirimi için geliştirilen VY Model 1 çoklu doğrusal regresyon sonuçları.....  | 95  |
| Tablo 4.19. VY kestirimi için geliştirilen Model 2 çoklu doğrusal regresyon sonuçları.....   | 96  |
| Tablo 4.20. VY kestirimi için geliştirilen VY Model 3 çoklu doğrusal regresyon sonuçları.....  | 97  |
| Tablo 4.21. VY kestirimi için geliştirilen Model 4 çoklu doğrusal regresyon sonuçları.....   | 98  |
| Tablo 4.22. VY kestirimi için geliştirilen Model 5 çoklu doğrusal regresyon sonuçları.....   | 99  |
| Tablo 4.23. VY kestirimi için geliştirilen Model 6 çoklu doğrusal regresyon sonuçları.....   | 100 |
| Tablo 4.24. VY kestirimi için geliştirilen Model 7 çoklu doğrusal regresyon sonuçları.....   | 101 |
| Tablo 4. 25. VY'den elde edilen yağ yüzdesi kestirimine ilişkin model VY%-1 için çoklu doğrusal regresyon analizi sonuçları .....                                  | 102 |
| Tablo 4.26. VY'den elde edilen yağ yüzdesi kestirimine ilişkin model VY%-2 için çoklu doğrusal regresyon analizi sonuçları .....                                   | 104 |
| Tablo 4.27. Vücut yoğunluğundan elde edilen yağ yüzdesi kestirimine ilişkin model VY%-3 için çoklu doğrusal regresyon analizi sonuçları .....                      | 105 |
| Tablo 4. 28. Yağsız vücut kütlesi kestirimine ilişkin Model BİA-1 çoklu doğrusal regresyon analizi sonuçları .....   | 107 |
| Tablo 4. 29. Yağsız vücut kütlesi kestirimine ilişkin Model BİA-2 çoklu doğrusal regresyon analizi sonuçları .....   | 108 |
| Tablo 4. 30. YVK kestirimine ilişkin model BİA-3 çoklu doğrusal regresyon analizi sonuçları .....  | 109 |
| Tablo 4.31. YVK kestirimine ilişkin model BİA-4 çoklu doğrusal regresyon analizi sonuçları .....   | 110 |
| Tablo 4.32. YVK kestirimine ilişkin model BİA-5 çoklu doğrusal regresyon analizi sonuçları .....   | 112 |

|  |     |
|--|-----|
| Tablo 4. 33. YVK kestirimine ilişkin Model BİA-6 çoklu doğrusal regresyon analizi sonuçları .....      | 113 |
| Tablo 5.1. VY kestirim denklemleri ve çapraz geçerlik bulguları .....                                  | 125 |
| Tablo 5.2. VY için geliştirilen denklemlerde kullanılan değişkenler ve $R^2$ değerleri .....           | 126 |
| Tablo 5.3. VY% kestirim denklemleri ve çapraz geçerlik bulguları.....                                  | 131 |
| Tablo 5.4. VY%'si için geliştirilen denklemlerde kullanılan değişkenler ve $R^2$ değerleri .....       | 131 |
| Tablo 5.5. YVK'si kestirim denklemleri ve çapraz geçerlik bulguları.....                               | 136 |
| Tablo 5.6. YVK'si için geliştirilen BİA denklemlerinde kullanılan değişkenler ve $R^2$ değerleri ..... | 136 |

## GRAFİKLER DİZİNİ

|   |     |
|---|-----|
| Grafik 4.1. HT ile elde edilen VY değeri (referans) ile Lohman (142) ile elde edilen VY değerinin tutarlığının incelenmesi. ....            | 69  |
| Grafik 4.2. HT ile elde edilen VY değeri (referans) ile Sloan, 1967 ile elde edilen VY değerleri tutarlığının incelenmesi. ....             | 70  |
| Grafik 4.3. HT ile elde edilen VY değeri (referans) ile Behnke ve Willmore (23) ile elde edilen VY değerinin tutarlığının incelenmesi. .... | 71  |
| Grafik 4.4. HT ile elde edilen VY değeri (referans) ve Durnin ve Womersley (61) ile elde edilen VY değerinin tutarlığının incelenmesi. .... | 72  |
| Grafik 4.5. HT ile elde edilen VY (referans) ve Katch ve McArdle (124) ile elde edilen VY tutarlığının incelenmesi. ....                    | 74  |
| Grafik 4.6. HT ile elde edilen VY%'si değerlerinin (referans) ve Lange ile elde edilen VY%'si değeri tutarlığının incelenmesi. ....         | 75  |
| Grafik 4.7. HT ile elde edilen VY%'si (referans) ve Açıkada ve diğ. (4) ile elde edilen VY%'si değeri tutarlığının incelenmesi. ....        | 76  |
| Grafik 4.8. HT ile elde edilen VY%'si (referans) ve Doğu (59) ile elde edilen VY%'si değerinin tutarlığının incelenmesi. ....               | 77  |
| Grafik 4.9. HT ile elde edilen VY%'si değeri (referans) ve Yuhazs (227) ile elde edilen VY%'si değeri tutarlığının incelenmesi. ....        | 78  |
| Grafik 4. 10. HT ile elde edilen VY%'si (referans) ve Slaughter (189) ile elde edilen VY%'si tutarlığının incelenmesi. ....                 | 79  |
| Grafik 4.11. HT ile elde edilen YVK (referans) ve Chumblea ve diğ.(41) ile elde edilen YVK tutarlığının incelenmesi. ....                   | 81  |
| Grafik 4.12. HT ile elde edilen YVK değeri (referans) ve Houtkooper ve diğ. (109) ile elde edilen YVK değeri tutarlığının incelenmesi. .... | 82  |
| Grafik 4.13. HT ile elde edilen YVK'si (referans) ve Deurenberg (57) ile elde edilen YVK'si tutarlığının incelenmesi. ....                  | 83  |
| Grafik 4.15. HT ile elde edilen YVK'si (referans) ve Segal (183) ile elde edilen YVK'si tutarlığının incelenmesi. ....                      | 84  |
| Grafik 4.16. HT ile elde edilen YVK'si (referans) ve Segal FS (183) ile elde edilen YVK'si tutarlığının incelenmesi. ....                   | 85  |
| Grafik 4.17. HT ile elde edilen YVK'si (referans) ve Kushner (131) ile elde edilen YVK'si tutarlığının incelenmesi. ....                    | 86  |
| Grafik 4.18. HT ile elde edilen YVK'si (referans) ve Lukaski (148) ile elde edilen YVK'si tutarlığının incelenmesi. ....                    | 86  |
| Grafik 4.19. HT ile elde edilen YVK'si (referans) ve Oppliger (165) ile elde edilen YVK'si tutarlığının incelenmesi. ....                   | 87  |
| Grafik 4.20. VY Model 1 için kestirim değerlerine karşı student türü artık grafiği ..   | 95  |
| Grafik 4.21. VY Model 2 için kestirim değerlerine karşı student türü artık grafiği .  | 96  |
| Grafik 4.22. VY Model 3 için kestirim değerlerine karşı student türü artık grafiği ..   | 97  |
| Grafik 4.23. VY Model 4 için kestirim değerlerine karşı student türü artık grafiği ..   | 98  |
| Grafik 4.24. VY Model 5 için kestirim değerlerine karşı student türü artık grafiği ..   | 99  |
| Grafik 4.25. VY Model 6 için kestirim değerlerine karşı student türü artık grafiği  | 100 |
| Grafik 4.26. VY Model 7 için kestirim değerlerine karşı student türü artık grafiği  | 101 |
| Grafik 4.27. Model VY%-1 için kestirim değerlerine karşı student türü artık grafiği .....   | 103 |

|   |     |
|---|-----|
| Grafik 4.28. Model VY%2 için kestirim değerlerine karşı student türü artık grafiği .....  | 104 |
| Grafik 4.29. Model VY%-3 için kestirim değerlerine karşı student türü artık grafiği ..... | 105 |
| Grafik 4.30. Model BİA-1 için kestirim değerlerine karşı student türü artık grafiği ..... | 107 |
| Grafik 4.31. Model BİA-2 için kestirim değerlerine karşı student türü artık grafiği ..... | 108 |
| Grafik 4.32. Model BİA-3 için kestirim değerlerine karşı student türü artık grafiği ..... | 109 |
| Grafik 4.33. Model BİA-4 için kestirim değerlerine karşı student türü artık grafiği ..... | 111 |
| Grafik 4.34. Model BİA-5 için kestirim değerlerine karşı student türü artık grafiği ..... | 112 |
| Grafik 4.35. Model BİA-6 için kestirim değerlerine karşı student türü artık grafiği ..... | 113 |

# 15-17 YAŞ ANTRENMANLI ERKEK ERGENLERDE VÜCUT KOMPOZİSYONUNUN BELİRLENMESİ

## 1. GİRİŞ

Vücut kompozisyonu (VK) ölçümü; vücut ağırlığı kontrolü, egzersiz bilimleri ve klinik sağlık bakımı için önemli bir faktördür. VK belirlenmesi, egzersiz bilimleri açısından bakıldığında, özellikle güreş, judo, boks gibi bir kısım sporlarda vücut ağırlığına göre yarışma kategorisinin belirlenmesi için önemli olmaktadır. Bunun yanında bazı spor branşlarında (dayanıklılık sporları, uzun mesafe koşuları gibi), yağ oranının düşük olması, vücudun taşıyacağı yük açısından önemlidir. Bale ve cimnastik gibi estetik görünümün önemli olduğu spor dalları ile relatif kuvvet veya dayanıklılığın performans belirgeni olduğu sporlarda; vücut kompozisyonu önemlidir. 15-17 yaş grubu büyüme çağına olduğu, antrenman ve gelişim döneminin sağlıklı geçmesi ve bunun takibinin önemli olması nedeniyle oldukça kritik bir dönemdir (154). Ancak, bu yaş döneminde, performans göstergelerinden biri olan antropometrik özelliklerin ve VK parametreleri takibinin, hangi yöntem ve denklemler ile belirleneceği önemli bir sorun olarak ortaya çıkmaktadır.

Türkiye’de DKK ve VY%’si belirlenen çalışmalarda, Açıkada ve diğ. (4) ve Doğu (59) denklemleri sıklıkla kullanılmış olmasına rağmen, bu denklemlerin geliştirilmesinde RV, dolaylı (Wilmore) yöntem ile belirlenmiş ve aynı zamanda bu denklemlerin referans yöntem ile geçerlikleri çalışılmamıştır. Yapılan literatür taramasında, yabancı popülasyonlar için geliştirilen ve ülkemizde sıklıkla kullanılan denklemler ise; Durnin ve Womersley (61), Yuhazs (227), Sloan (191), Behnke ve Willmore (23), Slaughter ve diğ. (189), Katch ve McArdle (124) olarak gözlenmiştir. Yine bu denklemlerin bu yaş grubu sporcu popülasyonu için geçerliği çalışılmamıştır.

VK, genç (29) ve elit (31) sporcularda, branşa özgü farklılıklar sergilemektedir. Bu farklılık spora özgü yapılan antrenmanların yarattığı etki olarak tanımlanmaktadır (151). Örneğin, dayanıklılık özelliğinin ağırlıklı olduğu spor branşlarında sporcuların VY%’si daha düşükken, farklı spor branşlarında (yüzme, tenis, hentbol, cimnastik) VK’nin değiştiği belirtilmiştir (31, 43, 53). Buna ek olarak,

VK parametrelerinin farklı yaş gruplarında gelişim dönemine göre değişmekte olduğu bildirilmiştir (57).

VK ölçümünde kullanılan tekniklerde, doğrudan ve dolaylı olmak üzere iki yaklaşım bulunmaktadır. Doğrudan yaklaşım yöntemi, kadavra çalışmalarıyla doku miktarının belirlenmesi, dolaylı yaklaşım yöntemleri arasında ise, hidrostatik tartım (HT), biyoelektrik impedans analizi (BIA), antropometrik yöntemler, BOD POD, potasyum 40 sayımı, nötron aktivasyonu analizi, total vücut suyu, dual energy X-ray absorptiometry (DEXA), Manyetik rezonans görüntüleme (MR) sayılabilir (38, 76, 162, 175, 176, 180). Bu referans yöntemler kullanılarak VY, VY%'si, YVK'si veya farklı vücut bileşenleri belirlenebilmektedir.

Vücut yoğunluğu, vücut hacminin total vücut kütlesi ile ilişkilendirilerek belirlenir. Referans yöntemlerden HT (Hidrostatik Tartım) yöntemi vücut hacminin belirlenmesi için sıklıkla kullanılmaktadır (44, 102, 116, 117, 194, 219). Bu teknik Arşimed Prensibine dayanmaktadır (181). 2 bileşen modeli (yağ kütlesi ve yağsız vücut kütlesi) olmasına rağmen, su altı tartım yöntemi ile vücut yoğunluğu ölçümü, vücut kompozisyonu ölçümü için "altın standart" olarak kabul edilmektedir (44, 66). İki bileşen modelinin yanında vücudun 2, 3 veya 4 farklı bileşeni kestirilmeye çalışılmış ve daha çok bileşeni olan yöntemlerden yola çıkılarak, hata miktarını azaltmaya çalışılmaya çalışılmıştır (45, 46, 74, 76, 170, 173). Horswill ve diğ. (107) ergen (15±1.2 yaş) ve yetişkin (23.6±2.2 yaş) erkek popülasyon için yapılan çalışmada çok bileşen modelinin, 2 bileşen modeli olan HT yöntemini anlamlı olarak geliştirmediğini ve çok bileşen modeller kadar doğru kestirdiğini belirtmiştir.

HT, Rezidual Volüm (RV) ölçümü ile birleştirildiği zaman vücut hacmi ölçümü için iyi bir yöntemdir. Çünkü Vücut Yoğunluğu (VY) basit olarak, vücut ağırlığının (VA), vücut hacmine oranıdır. VY hidrodensitometri ile kolayca hesaplanabilir. VY hesaplandıktan sonra farklı denklemler kullanılarak VY% kestirebilir. RV ölçümünde bireyler arasında ciddi farklılık bulunmaktadır. RV değerleri 0.996 ile 1.965 lt aralıklarında tespit edilmiştir (152). HT yöntemi kullanımında en önemli kestirim hata kaynağı, RV ile ilgili olmaktadır. Yapılan çalışmalarda hem bireysel, hem de bu değerlerin VK belirlenmesinde, ikinci bir hesaplamaya tekrar yansımaları, minimal farklılıkların önemli olduğu spor branşlarında kritik belirleyici olabilir. RV'nin belirlenmesinde kestirim denklemi

kullanılması ile doğrudan ölçüm yapılan sonuçlarda hata oranlarının çok yüksek olduğu belirlenmiştir (158).

Literatürde yer alan araştırmalarda; antropometrik ölçümler kullanılarak geliştirilen denklemlerde, genellikle VY veya VY%'si kestirilmeye çalışılmıştır (3, 23, 59, 61, 116, 117, 124, 142, 171, 179, 189, 191, 227, 231).

Türkiye'de yapılan popülasyon spesifik denklem geliştirme çalışmalarından; referans yöntem olarak HT kullanılan; Kutlu (134), Zorba (231), Açıkada,(3), Doğu (59) ve Karlı (122) olmak üzere 5 çalışma bulunmaktadır. Aynı zamanda İmamoğlu ve diğ. (111) tarafından yapılan çalışmada ise, judocular (n=45) için geliştirilen denklemde HT (RV kestirim yöntemiyle) kullanılmıştır. HT kullanılan çalışmalarda en önemli sınırlıklar Rezidual Volüm (RV) kestirim yönteminin kullanılması ve denek sayısının az olmasıdır. Geliştirilen denklemlerde, referans yöntem olarak HT kullanılmış olmasına rağmen, Karlı (122) hariç, diğerlerinde RV hesaplamasında kestirim yöntemi kullanılmıştır. Bunlara ek olarak, HT kullanılmayan ve Türkiye popülasyonu için geliştirilmiş denklemlerden, DEXA'nın referans yöntem olarak kullanıldığı ve 40 yaş üstü sedanter bayanlar (n=47) için Küçükbaş ve Korkusuz (136)'un geliştirdiği tek denklem bulunmaktadır.

HT veya diğer referans yöntemler, VK kestiriminde saha kullanımına uygun yöntemler değildir. Bu nedenle; bunun yerine antropometrik ve BİA yöntemleri kullanılmaktadır. Bu yöntemlerin kullanım açısından avantajları olmakla birlikte, kullanılan yöntemler, farklı popülasyonlara göre geliştirilmiş denklemlerdir (61, 79, 142, 150, 189, 200).

Günümüze kadar Türkiye popülasyonu için, HT ile geliştirilen denklemler, sporcu olmayan grup (59), karma sporcu grubu (n=42) (3), 11-13 yaş minik güreşçiler (134), judocular (n=45) (111), elit güreşçiler (n=111) (122) ve güreşçiler (231) için geliştirilmiştir. 40 yaş üstü sedanter bayanlar için geliştirilen denklemde ise referans olarak DEXA kullanılmıştır (n=47) (136). Hidrostatik tartım çalışmalarının sonucu etkileyen en kritik parametrelerinden bir tanesi, rezidual volüm ölçümüdür (158). RV'de elde edilen hatalı değerler, vücut kompozisyonu verilerini önemli ölçüde etkilemektedir. Türk popülasyonunda yapılan çalışmalarda, Karlı (122) dışındaki çalışmaların hiçbirisinde, RV değerleri doğrudan ölçülmemiş; Wilmore (1969) prediksyonu kullanılmıştır (3, 59, 111, 231, 134). Türk popülasyonuna yönelik yapılan bu çalışmalarda, sınırlı denek sayıları ve RV

ölçümlerinin yöntemi dikkate alındığında; genç sporcular için kullanılabilir güvenilir kestirim modelleri bulunmamaktadır.

15-17 yaş, çocukluktan yetişkinliğe geçiş evresi olması nedeniyle oldukça önemlidir. Performans takibi ve antrenman düzeyini belirlemek ve bunlara ek olarak bunları takip etmek bu dönemde oldukça önem kazanmaktadır. Ayrıca bu yaş grubu, VY, VY%'si veya YVK miktarlarında veya bu bileşenlerin içeriğindeki değişimlerin (daha yüksek su içeriği ve kemik mineralizasyonunun henüz tamamlanmaması gibi) kritik olduğu bir dönemdir (96, 97, 143, 144, 154, 188). Maynard (154)'ın çalışmasında da, 8-18 yaş, 387 (201 erkek ve 186 kız) normal popülasyondaki çocuğun boylamsal olarak HT yöntemiyle takip edildiği, VY%'sinde 14 yaşından sonra istatistiksel olarak azalma ve 15 yaşından sonra YVK'sinde istatistiksel olarak artma olduğu bildirilmiştir.

15-17 yaş erkek ergen grubu için, hem Türkiye popülasyonu hem de yabancı popülasyon için geliştirilmiş denklem bulunmamaktadır. Günümüze kadar geliştirilmiş denklemlerde, bu yaş grubu için denklem olmadığı gibi, 15-17 yaş ve sporcu grubu için de denklem bulunmamaktadır. Yurtdışında sporcu grup için geliştirilen denklemler ve çalışmalar, farklı yaşlar (61, 106, 137) için geliştirilmiştir. Etnik kökene ait VY, VY%'si veya YVK'si değerleri (96) veya referans erkek ergen bireyin VK parametrelerinin belirlenmiş ve farklılaşabileceği bildirilmiştir (97).

Bu nedenle bu çalışmada; 15-17 yaş sporcu grubunda kullanılmakta olan ve farklı popülasyon, aktivite düzeyleri ve denek grupları üzerinde elde edilmiş olan kestirim denklemlerinin geçerliklerinin test edilmesi, bu yaş ve aktivite düzeyi için saha koşullarında kullanılabilir popülasyon spesifik kestirim modellerinin geliştirilmesi amaçlanmıştır.

## 1.1. Amaç

Bu araştırma ile 15-17 yaş farklı spor branşlarındaki erkek sporcularda vücut kompozisyonu ölçümünde hidrostatik tartım yöntemi kriter alınarak BİA ve antropometrik yöntem ile denklem geliştirmek amaçlanmıştır.

## 1.2. Problem

15-17 yaş farklı spor branşlarındaki ergen erkek sporcularda hidrostatik tartım yöntemiyle belirlenen vücut yoğunluğundan antropometrik ve biyoelektrik impedans analizi için regresyon denklemleri geliştirilebilir mi?

### 1. 2. 1. Alt Problemler

1. 15-17 yaş erkek sporcu grubunda kullanılmakta olan, farklı yaşlar ve aktivite düzeyi için geliştirilmiş yerli ve yabancı BİA ve antropometrik denklemler geçerli midir?

2. 15-17 yaş sporcu erkeklerin HT ile elde edilen VY, VY%'si ve YVK değerleri, antropometrik yöntem ile ve BİA ile geçerli ve güvenilir olarak kestirilebilir mi?

3. 15-17 yaş sporcu erkeklerin HT ile elde edilen VY, VY%'si ve YVK değerlerinin kestirimi için geliştirilen BİA ve antropometrik denklemler geçerli midir?

## 1.3. Denenceler

1. 15-17 yaş erkek sporcu grubunda kullanılmakta olan, farklı yaşlar ve aktivite düzeyi için geliştirilmiş yerli ve yabancı BİA ve antropometrik denklemler geçerli değildir.

2. 15-17 yaş sporcu erkeklerin HT ile elde edilen VY, VY%'si ve YVK değerleri, BİA ve antropometrik yöntemlerle geçerli ve güvenilir olarak kestirilebilir.

3. 15-17 yaş sporcu erkeklerin HT ile elde edilen VY, VY%'si ve YVK değerlerinin kestirimi için geliştirilen BİA ve antropometrik denklemler geçerlidir.

#### 1.4. Sınırlıklar

1. Araştırma 155 erkek denek ile yapılmıştır.
2. Denekler 15-17 yaşları arasındadır.
3. Araştırma basketbol, voleybol, futbol, hentbol, yüzme, atletizm, kayak branşlarında yapılmıştır.
4. Sporcular en az 1 yıl, haftada 3 gün antrenman yapan gruptan oluşmuştur.
5. Denekler hidrate olarak kabul edilmiştir.

#### 1.5. Sayıtlar

1. Ölçümden önce tüm uyulması gereken kurallar ve açıklamalar anlaşılmuştur ve uygulanmıştır.
2. Tüm denekler aynı koşullarda ölçülmüştür.

#### 1.6. Tanımlar

##### 1.6.1. Vücut Kompozisyonu (VK) Terminolojisi

**Yağ Kütlesi:** Yağ dokusu ve diğer dokulardan çıkarılabilir tüm yağ dokusu.

**Yağsız Vücut kütlesi (YVK):** Tüm rezidual, yağ harici kimyasallar ve su, kas, kemik konnektif dokusu ve iç organları içeren tüm dokular.

**Vücut Yağ Yüzdesi (VY%):** Yağ kütlesinin toplam vücut ağırlığına oranı.

**Vücut Yoğunluğu ( $D_b$ ):** Toplam vücut kütlesinin toplam vücut hacmine oranı.

**Rezidual Volüm-RV** (ölü akciğer hacmi) Derin bir nefes verme ile dışarıya ekspire edilen havaya rağmen akciğerde kalan ve kullanılmayan hava miktarı.

### 1.6.2. Antropometrik Ölçüm Terminolojisi

**Antropometri:** İnsan vücudunun büyüklükleri ve oranlarının ölçümleri (104).

**Deri kıvrım Kalınlığı (DKK):** İki kat deri ve iki kat yağ dokusundan oluşmaktadır.

**Çevre:** Vücut kompozisyonu, büyüme, beslenme ve vücut yağ dağılımı ile ilgili bilgi sağlar.

**Çap:** Belirlenmiş kemik bölgelerinden kemik çapının ölçülmesidir.

### 1.6.3. Hidrostatik Tartım (HT) Terminolojisi

Bir cismin yoğunluğu, kütle ve hacminden yola çıkılarak bulunabilir (23). Buna göre yoğunluk= kütle/hacim'dir.

Vücut hacmi, su altındaki vücut kütlelerinin (rezidual volüm ve gastrointestinal hava düzeltilmiş olarak) havadaki vücut hacminin çıkartılarak belirlenmesi yöntemidir (141).

Arşimed prensibine göre, su içindeki ağırlık kaybı, kütle hacmine eşittir. HT, birey su altında tartılarak, vücut hacminin ve kütlelerinin belirlenmesi yoluyla vücut yoğunluğunun hesaplanması yöntemidir.

### 1.6.4. Biyoelektrik İmpedans (BIA) Ölçümü Terminolojisi

**Rezistans:** Vücuttan geçen elektrik akımına karşı oluşan saf direnç ölçümüdür.

**Reaktans:** Elektrik akımının tersine, hücre zarı tarafından üretilen kapasitansın neden olduğu ters akıdır.

**İmpedans:** Rezistans ve Reaktansın bir fonksiyonudur (132).

$$Z = \sqrt{R^2 + X_c^2}$$

## 1.7. Araştırmanın Önemi

Vücut kompozisyonunun belirlenmesi ile ilgili olarak birçok yöntem ve denklem geliştirilmiştir. Ancak, geliştirilen denklemlerin her popülasyon için geçerli değildir. Cinsiyet, yaş, ırk, spor branşları bireyin vücut yoğunluğunu etkileyebilmekte, bu nedenle de geliştirilen denklemler, vücut bileşenleri oranlarının belirlenmesinde sonuçları etkileyebilmektedir.

Yabancı literatürde yer alan ve şimdiye kadar geliştirilen denklemler, geniş yaş sınırlarına sahiptir. Bu denklemlerin her bir alt grup düşünüldüğünde, kullanım sınırlılıkları bulunmaktadır. Türkiye’de antropometrik özelliklerin belirlenmesinde, yabancı popülasyon için geliştirilen denklemler kullanılmaktadır (93, 130, 178, 197, 185).

Türkiye’de hidrostatik yöntem kullanılarak yapılan çalışmalar oldukça az sayıdadır. Bu çalışmalar Doğu (59), Zorba (231), Açıkada (3), Kutlu (134) ve Karlı (122) ile sınırlıdır. Bu çalışmalarda farklı denklemler geliştirilmiştir. Hidrostatik tartım ile geliştirilen ve kullanılan, Türk popülasyonuna özgü denklemlerden, Kutlu (134) ve Zorba (231) güreş sporuna spesifik popülasyon çalışmalarıdır. Açıkada’nın (3) çalışması, iyi düzeydeki 15-24 yaş erkek sporcular ile milli takım düzeyindeki farklı spor branşlarından oluşan karma sporcu grubuna özgüdür. Doğu (59) ise, sporcu olmayan popülasyonda yaptığı çalışmada, 18-25 yaş grup için bir denklem geliştirmiştir. Geliştirilen denklemlerde referans yöntem olarak HT kullanılmış olmasına rağmen, Karlı (122)’nin çalışması hariç, RV hesaplamasında kestirim yöntemi kullanılmıştır.

Türkiye’de günümüze kadar yapılan çalışmalar incelendiğinde, geliştirilen denklemlerin yanı sıra birçok yabancı popülasyon için geliştirilen denklemler de kullanılmıştır. Ayrıca, geçerlik çalışması yapılmamış olan birçok denklem ve yöntem günümüzde kullanılmaktadır (3, 57, 59, 188, 189, 227). Türkiye’de farklı yaş gruplarının VK değerlerinin belirlenmesinde, yabancı popülasyon için geliştirilen denklemlerin kullanımının yer aldığı çalışmalardan (Bkz. Tablo 2.2) anlaşıldığı üzere; hem belirli yaş gruplarında hem de farklı cinsiyetlerde Türk popülasyonuna göre geliştirilmiş spor spesifik denklemler bulunmamaktadır.

Yetenek seçimi veya performans takibi açısından bakıldığında, çocukluktan ergenliğe, ergenlikten yetişkinliğe belirli yaş gruplarında vücut kompozisyonu

ölçümü yapmak isteyen bir antrenör veya uzman, yabancı popülasyon için geliştirilmiş denklem kullanmak zorunda kalmaktadır. Kullanılan denklemlerin, Türkiye’de yapılan çalışmalarda, Açıkada (3) hariç geçerlik çalışmaları bulunmamaktadır. Bu nedenle belirli popülasyona göre geliştirilen bu denklemleri kullanan antrenör veya araştırmacı hata payı yüksek sonuçlar elde edebilir.

Bütün bu çalışmalar göz önünde bulundurulduğunda, 15-17 yaş ergen hem sedanter erkek çocuklarda, hem de sporcularda, kestirim denklemi geliştirilen bir çalışma olmadığı görülmektedir. Saha kullanımı kolay ve ucuz yöntemlerden, antropometrik ve oldukça pratik ve uygulamaya yönelik çok fazla deneyim gerektirmeyen bir yöntem olan BİA ile Türk sporcularına yönelik bir denklem geliştirilmesi gerekliliği doğmuştur. Bununla birlikte, halen sıklıkla kullanılmakta olan ve yabancı popülasyon için geliştirilmiş denklemler araştırmacılar tarafından kullanılmaktadır. Bu denklemlerin, bu çalışma ile birlikte geçerlik sorgulaması gereği duyulmaktadır.

Bu çalışmada geliştirilen denklemler antrenörler, araştırmacılar, spor hekimleri, diyetisyenler ve diğer spor bilimcilerinin, çok kritik bir yaş grubu olan 15-17 yaş grubu erkek sporcuların vücut kompozisyonunun (VY, VY%, YVK) antropometri ve BİA yöntemler ile daha kullanışlı ve ekonomik maliyeti düşük olarak belirlenmesine katkıda bulunacaktır.

## 2. GENEL BİLGİLER

Vücut Kompozisyonu (VK) araştırmaları yüzyıllar öncesine dayanmaktadır. İlk VK kavramının izine MÖ 400 (antik Yunanistan'da) yıllarında rastlanmaktadır. Modern anlamdaki VK araştırmalarının gerçek temel çalışmaları 19. yy ortalarında ve 20. yy başlarında yapılmıştır. Bu dönemde kullanılan yöntemler çok pratik ve doğru değildir. 20. yy. başlarında yapılan çalışmalarla; bu çalışmaları takiben, daha sonra Behnke'nin 1940'ların başında, yağ kütlesi ve yağsız vücut kütlesi ölçümü için su altı tartım yöntemi ve iki bileşen modeli VK araştırmalarına bir basamak olmuştur (186). 1900 yılların başında, subkutan yağ dokusu kalınlığı deri kıvrım kalınlıklarıyla ölçülmekteydi. O dönemdeki araştırmacılar farklı bölgelerde deri kıvrım kalınlıkları değişmesine rağmen, deri kıvrım kalınlıkları arasında yüksek ilişki olduğunu ortaya koymuşlardır. Daha sonra 1960'larda ve 1970'lerde, bu ölçümler total vücut yoğunluğu ve vücut yağı kestirimi için birçok antropometrik denklem geliştirilmiştir (116, 117, 118). Günümüzde vücut kompozisyonu kestirimi için, hem deri kıvrımı, hem de çevre ve çap ölçümleri kullanılarak antropometrik denklemler bulunmaktadır (105).

Vücut kompozisyonu (VK) ölçümü, vücut ağırlığı kontrolü, egzersiz bilimleri ve klinik sağlık bakımı için önemli bir faktördür. Bir bireyin çok düşük veya çok yüksek Vücut Yağ %'si (VY%) ile ilgili sağlık risklerini tanımlamak için VK ölçümünün doğru olarak yapılması gereklidir. Bu ölçümler bireyin ideal vücut ağırlığını veya egzersiz ve diet rejimleri formülasyonu için kullanılabilir. Periyodik VK ölçümleri egzersizin ve diyetin veya büyüme ve gelişme ile ilgili veya hastalıkla ilgili durumlarda VK ile ilgili değişimleri incelemek amacıyla kullanılabilir (211). Egzersiz bilimleri açısından bakıldığında, özellikle bazı sporlarda (örneğin güreş, judo, boks gibi...) yarışma kategorisinin belirlenmesi, sporcunun yer alacağı klasman açısından vücut ağırlığı önemli olmaktadır. Bunun yanında bazı spor branşlarında (dayanıklılık sporları, uzun mesafe koşuları gibi) yağ oranının düşük olması vücudun taşıyacağı yük açısından önemli duruma gelmektedir. Vücut yapı ve VK'nun atletik performans üzerinde önemli etkisi olduğu bilinmektedir (218). Aynı zamanda farklı sporlarla uğraşan sporcuların sedanter bireylere göre düşük vücut yağ yüzdesine sahip oldukları rapor edilmiştir (7, 31, 138).

Vücut kompozisyonu ölçümünde birçok yöntem kullanılmaktadır. Bunlar; Hidrostatik Tartım (HT) veya Hidrodensitometre, BOD POD, İsoptop Dilusyonu, Dual Energy X-ray Absorptiometry (DEXA), çok bileşenli modeller, Potasyum 40 sayımı, Nötron Aktivasyonu Analizi, Biyoelektrik İmpedans Analizi (BİA), antropometrik yöntemler, Kızılötesi İnteraktans (Near infrared interactance), Manyetik Rezonans görüntüleme (MR) sayılabilir (38, 76, 162, 175, 176, 180, 211). Bu yöntemlerin referans alındığı ve kestirim denklemleri geliştirilen çalışmaların yanında (148, 188), seçilen referans yöntemlerin karşılaştırmalarının yapıldığı veya bu yöntemler arasındaki ilişkilerin incelendiği çalışmalarda bulunmaktadır (44). Bu çalışmalarda yöntemler arasında farklılığın olduğu (30, 52, 192, 213) veya olmadığı (44, 101, 155) çalışmalarda bildirilmiştir. Çok elementli kompozisyonun belirlenmesinde kullanılacak yöntemlerden Nötron aktivasyonu, nükleer reaksiyonlara göre bakılarak doğru sonuçlara ulaştırmakla birlikte maliyetinin yaklaşık 400.000,-USD olduğu bildirilmiştir. Bu yöntemlerden teknik zorluk olarak en zor Oksijen<sup>18</sup> sayımı, nötron aktivasyonu, MR görüntüleme olarak bildirilirken, VK'nunu en doğru ölçen yöntem densitometre, HT ve nötron aktivasyonu olarak bildirilmiştir (147).

Son yıllarda teknolojik ilerlemeler sayesinde insan vücuduna ilişkin ölçüm olanakları oldukça artmıştır. Çocuklar yetişkinlerin minyatürleri değildir. Bu nedenle, vücut kompozisyonu ölçümünde farklı yaş, etnik grup (köken) ve sağlık durumuna göre farklılıkların olabileceği göz önüne alınmalıdır (63, 75, 106, 192). Birçok araştırmacı subkutan yağ miktarını kestirimini toplam yağ oranını yaş, cinsiyet, yağlılık derecesi ve ölçüm tekniği gibi biyolojik faktörlere bağlı olarak %20-70 arasında değiştiğini bildirmişlerdir (142). Yetişkinler için geliştirilen vücut kompozisyonu kestirim denklemleri, VY%'sini fazla kestirmesine rağmen (%7-13) literatürde yaygın olarak kullanılmaktadır (26, 27, 144, 142).

Genel olarak vücut kompozisyonunu araştırmalarında kimyasal ve tüm vücut modelleri kullanılır. Klasik 2 bileşen yöntemi vücudun iki farklı bileşeninin: yağ kütlesi ve yağ harici vücut kütlesi olduğunu kabul etmektedir. Bunlar yağ kütlesi; tüm çıkarılabilir (ekstrakte edilebilir) yağlar ve yağ harici kütle su, protein ve mineral bölümlerinden oluşmaktadır (187). Yağ kütlesi yoğunluğu (0.901g/cc) ve yağ harici vücut külesinden (1.10g/cc) 25, 35 ve 46 yaşlarındaki üç beyaz erkek kadavranın

diseksiyonu sonucu 'referans vücut' temel alınmıştır (32). 2C modelin kullanılması aşağıdaki varsayımları gerektirir:

Yağ yoğunluğu 0.901g/cc.,

Yağ harici vücut kütlesi yoğunluğu 1.100g/cc.,

Yağ yoğunluğu ve yağ harici vücut kütlesi tüm bireylerde aynıdır,

Yağ harici vücut kütesinden oluşan dokuların yoğunluğu bireylerarası sabittir ve yağ harici bölümünü oluşturan oranlar sabittir.

Ölçülen birey referans vücuttan sadece yağ miktarı kadar farklılaşır. Referans vücudun yağsız vücut kütlesi %73.8 su, %19.4 protein ve % 6.8 mineralden oluşur. (105).

Sağlıklı normal bireylerin vücut kompozisyonunun belirlenmesinde vücut yoğunluğu kullanılarak ölçümler yapılmaktadır. Yağlı bireyler, yağsız bireylere göre daha düşük vücut yoğunluğuna sahiptirler (181).

Vücut kompozisyonu ölçümü, eğer referans popülasyondan kemik mineralizasyonu veya yağsız vücut kütlesi açısından farklılaşan bireyleri temel alıyorsa, 2 bileşen modelinin sınırlılıkları vardır. Örneğin, çocuklar yetişkinlere göre daha çok vücut suyu ve daha az relatif kemik kütesine sahiptir (143). Yağsız vücut kütesinin kimyasal kompozisyonu çocukluktan ergenliğe kadar değişkendir. Kimyasal olgunlaşma yağsız vücut kütesindeki istikrar ile gösterilir. Gelişen hayvan ve insanlarda YVK'ndeki kimyasal kompozisyon su içeriğindeki azalma ve sıvı içeriğindeki konsantrasyonun artmasıyla değişir. Bir bireyin YVK kompozisyonu yetişkin bireyinkine (su %73.8, mineral %6.8, protein %18.8) ulaştığında kimyasal olarak yetişkin olduğu söylenebilir. Bu değerler 17-20 yaşları civarına geldiğinde yetişkinlerinkine benzer değerlere ulaşırlar. Sonuç olarak, çocukların relatif vücut yağları geleneksel 2C modelinde fazla kestirilir (106). Reilly (174) çocukların yetişkinlere oranla yağsız vücut kütesini ve kemik yoğunluğu daha düşük, yüksek su içeriği ve düşük potasyum düzeyi bildirmiştir. Sonuç olarak, yetişkinlere ait kestirim denklemleri kullanılması durumunda yüksek yağ oranı kestirilecektir.

Çocuklarda vücut yağlılığının kestirimi, çeşitli sorunlar nedeniyle tam olarak çözümlenememiştir (26, 143, 144, 160). Geliştirilen denklemlerde (82, 96, 143) ergenlik öncesi dönemlerde çocuklar gelişmelerini tamamlamadıkları için %3-6 yağ fazla kestirilmiş, bu oranda da YVK'si az kestirilmiştir. Çocuk ve gençlerde, ergenlik dönemi boyunca, vücut yağlılığını kestiriminde yağ oranında değil YVK'ndeki

kimyasal değişim önem kazanmaktadır (189). Bunun yanında, Lohman (144), VY%'si kestirimi, ergenlerin biyolojik yapıları yetişkinlere yakın olduğu için, 2 bileşenli modellerde yetişkinler için geliştirilen sabit değerlerin çocuklarda da kullanılabilceğini belirtmiştir.

Çocukların yüksek fiziksel aktivite sonucu kemik mineralizasyonu ve kas kütlesi artmaktadır ve bu artış yağsız vücut kütlesinin içeriğini değiştirmektedir. Bu nedenle belirlenen vücut yoğunluğu kemik ve su içerikleri değişmekte ve vücut kütlesini oluşturan referans rakamlar uygulanamamaktadır. Çocuklardaki kimyasal olgunlaşma ile ilgili bilgilerin yetersizliği nedeniyle birçok araştırmacı deri kıvrımı ve yoğunluk ilişkisindeki yaşa bağımlı değişimi incelemiştir (96, 160, 188, 154). Vücut yoğunluğu aynı deri kıvrım kalınlığında, ergenlik öncesi ve sonrası erkeklerde 1.046 dan 1.057g/cc., kızlarda ise 1.038 den 1.048 g/cc arasında değişmektedir (188).

Vücut yağ oranının doğrudan ölçülmesi için tek yöntem diseksiyon ve kadavra analiz yöntemidir. Bu nedenle, diğer tüm yöntemler dolaylı yöntemlerdir. Yetişkinlerde yapılmış kadavra çalışmalarında belirlenen referans standartların, ergenlerde vücut kompozisyonu belirlenmesinde kullanılmış olması; potansiyel bir problemdir. Birçok vücut kompozisyonu belirleme yöntemi, duble dolaylı yöntemlerdir (106). Vücut kompozisyonunu belirlemek, basit ve ucuz saha yöntemlerinden, karmaşık ve pahalı laboratuvar yöntemlerine kadar değişmektedir. Bu yöntemlerde ölçecek kişinin becerisi, araç-gerecin farklılığı, denekle iletişim gibi faktörler geçerlik ve güvenilirliği etkilemektedir (105).

## 2.1. Vücut Kompozisyonu Ölçümünde Kullanılan Yöntemler

### 2.1.1. Hidrostatik Tartım (HT)

Vücut yoğunluğu, vücut hacminin total vücut kütlesi ile ilişkilendirilmesiyle belirlenir. Hidrostatik tartım yöntemi, vücut hacminin belirlenmesi için sıklıkla kullanılmaktadır. Bu teknik Arşimed Prensibine dayanmaktadır (181). 2C modeli olmasına rağmen, su altı tartım yöntemi ile vücut yoğunluğu ölçümü, vücut kompozisyonu ölçümü için “altın standart” olarak kabul edilmektedir (66, 67, 180). 2 bileşen yöntemine göre VK ölçümü için birçok değişik ölçüm teknikleri geliştirilmiştir. İn vivo nötron aktivasyonu ve isotop dilüsyonu birincil olarak YVK’sini ölçmektedir. HT yöntemi ile, 2 bileşen modeline göre yoğunluk hesaplanır ve yağ yüzdesi kestirilir. Bu yöntemler altın standart olmasına rağmen pahalı ayrıca uzman ile denek arasında iletişim becerisi gerektirmektedir (132).

HT yönteminde, total vücut yoğunluğunun ölçülmesinde deneklerin suya batırılması gerekmektedir. Rezidual volüm ölçülür ve en sıklıkla kullanılan yöntem kapalı devre spirometre sistemi ile ölçülen oksijen dilüsyon yöntemidir. Deneğin suda kapladığı hacim ve su altı ağırlığının deneğin normal ağırlığının karşılaştırılması, tüm vücut yoğunluğu hesaplanması için kullanılır. Daha sonra bu sonuç rezidual akciğer hacmi ile düzeltilir (180).

HT yöntemi ile, vücut ağırlığı ve hacmi hatasız ölçülebilmesine rağmen, bireylerin vücut yağlılığının kestiriminde vücut hidrasyonu, protein ve mineral içeriğindeki normal varyasyonlar nedeniyle halen belirsizlikler bulunmaktadır. Vücut yağlılığındaki total hata bireylerin vücut ağırlığının ~%3-4 kadardır (101). Sonuç olarak, yağ harici vücut kütledeki ve sudaki varyasyonlarda değişim nedeniyle densitometre kullanılması veya heterojen gruplarda referans yöntem olarak kullanılmaması gerektiği tavsiye edilmektedir (180).

Çocukların büyüme durumlarını belirlemek için kullanılan birçok yöntem hangi bölge, teknik ve aracın en anlamlı veriyi sağlayacağı ile ilgili karışıklıklar bulunduğu bildirilmektedir (145). Çocuklarda 4C-model Hidrostatik tartım modeli (176, 192, 214) ve referans yöntemlerin kullanıldığı çocuk ve ergenler için denklemler bulunmaktadır (65, 97).

HT, RV ölçümü ile birleştirildiği zaman vücut hacmi ölçümü için iyi bir yöntemdir. Çünkü Vücut Yoğunluğu (VY) basit olarak, Vücut ağırlığının (VA) vücut hacmine oranıdır. VY, hidrodensitometri ile kolayca hesaplanabilir. VY hesaplandıktan sonra farklı denklemler kullanılarak VY% kestirebilir (211).

Akciğerlerde kalan hava deneğe yüzdürme etkisi yaptığından ölçümün geçerliğini etkilemektedir. Bu nedenle HT sırasında, VY doğru ölçüldüğünden emin olunmalıdır ve RV mutlaka ölçülmelidir (158, 211). HT ile belirlenmiş VY%'sinin belirlenmesinde RV ölçüm değerleri ile kestirim yöntemi kullanılan RV değerleri arasında bayanlarda %2.85; erkeklerde %3.7 oranında kestirim hatası bulunmuştur (158). RV tipik olarak kapalı devre Helyum dilüsyonu veya oksijen dilüsyonu ile ölçülmektedir (220).

HT ile vücut kompozisyonunun belirlenmesi en duyarlı ölçümlerinden biridir. Bu teknik Arşimed'in su içindeki ağırlık kaybı, kütle hacmine eşitliği prensibine dayanmaktadır. Vücut hacminin belirlenmesinde, HT'da volümetre kenarına büret (burette) yerleştirilerek suyun yer değiştirmesine doğrudan olanak veren bir yöntem bulunmaktadır (211). Bir diğer yöntemde ise cismin yoğunluğu, kütle ve hacimden yola çıkılarak bulunabilmektedir (23).

Buna göre yoğunluk=kütle/hacim'dir. Vücut hacmi ölçülebilirse VY aşağıdaki denklemle hesaplanabilmektedir.

$$VY=VA/ [(VA - sudaki ağırlık) / su yoğunluğu) - RV - 0.1] \quad (23).$$

Bu denklemde; gastrointestinal bölgedeki yaklaşık gaz miktarı 0.1 litre olarak hesaplanmaktadır. Vücut yoğunluğunun hesaplanmasında etkili olan faktörler bu denklemde yer almaktadır. Bunlar; rezidual volüm, gastrointestinal gaz, suyun yoğunluğudur. Vücut yoğunluğu belirlendikten sonra; vücut yoğunluğundan, yağ oranının hesaplanması iki önemli denklem ile hesaplanmaktadır.

$$\text{Siri: Yağ oranı} = [(495 / \text{Body Density}) - 450] * 100 \quad (187)$$

$$\text{Brozek: Yağ oranı} = [(4.570 / \text{Body Density}) - 4.142] * 100 \quad (32)$$

VY hesaplamasında önemli hata kaynağı, RV'nin belirlenmesidir. RV ölçümünde kestirim veya doğrudan yöntem kullanılmasıdır. RV ölçümlerinde bireyler arasında anlamlı farklılığın belirlendiği çalışmalarda, RV'nin 0.996 - 1.965lt arasında ölçüldüğü belirlenmiştir (152).

Morrow ve diğ. (158) 46 yetişkin ve 134 sporcunun ölçülen ve kestirilen değerleri ile belirlenen VY doğruluğunu karşılaştırmışlardır. RV ölçümü için oksijen dilisyon tekniği veya nitrojen yıkama tekniği kullanılmıştır. RV'lerin kestiriminde boy, yaş ve vital kapasite değişkenleri kullanılmıştır. Kestirim yöntemi ile belirlenen RV'de ile yapılan hidrostatik tartımla elde edilen VY% büyük ölçüm hatası oluşmaktadır. Bu hata erkekler için %3.7, bayanlar için %2.85 yağ karşılık gelmektedir.

HT, araştırmacılar tarafından hala "altın standart" olarak kabul edilmesine rağmen, hidrodensitometre hala birçok hata kaynağı ve sınırlılıkları olan ve birçok araştırmacı için pratik olmayan bir tekniktir. Denek su içine battığında tamamen ekspirasyon yapması gerekmektedir, bu manevra denekle çok iyi kooperasyon olmasını gerektirir. Genel olarak bu prosedür her bir tartım da üç tane 100gr yakınlıktaki tartım olana kadar tekrarlanır. Elde edilen 3 tartımın ortalaması ile vücut hacmi ve VY bulunur (28).

HT yöntemi ile VY bir denklem yardımıyla kestirilmektedir (32, 187). Elde edilen bu değer, VY%'sine çevrilirken yine bir denklem yardımıyla olmaktadır ve bu denklemin de en az diğer denklem kadar güvenilirliğinin olması beklenmektedir (211). Genellikle 2 bileşen modeller, YK ve YVK komponentini kestirir. Ancak YVK yoğunluğu; yaş, cinsiyet, vücut yağlılık ve aktivite düzeyi ile değişmektedir (21, 213). Bu nedenle, farklı popülasyonlar için farklı yoğunluk denklemleri kullanılmalıdır. Bu popülasyonlara ait VY değişkeninden birçok denklem geliştirilmiştir (105). Yetişkinler için geliştirilen denklemlerin (116, 191) yanında çocuklar (82, 189) için de denklemler geliştirilmiştir (26, 27, 142, 144). Değişken sayısının az olduğu ve çocuklar için geliştirilen çok az sayıda literatür bulunmaktadır (82, 189, 191).

Bütün bunlardan yola çıkarak su altı tartım yöntemi en yaygın yöntem olmasına rağmen saha kullanımı açısından bakıldığında oldukça zor ve pahalı araç gereç gerektiren bit yöntemdir. Bunun yanında özellikle RV hesaplanmasında

(kestirim yöntemlerinin kullanılması) veya ölçülmesinde meydana gelebilecek hatalar sonucu etkileyebilmektedir.

### 2.1.2. Antropometri

Morfolojik faktörlerin performansı doğrudan etkilediği bilinmektedir. Antropometrik ölçümler noninvasiv ve uygulama kolaylığı nedeniyle avantajları bulunmaktadır. YVK yoğunluğunun, bireylerde ve özellikle de çocuklarda sabit olmaması temel sorundur. Kabul edilen ve doğru değer arasındaki herhangi bir farklılık yağ yüzdesinin kestiriminde ciddi farklılıklar gözlenebilir. Örneğin, bireyin tüm vücut yoğunluğu 1.07 g/ml.; Siri eşitliği ile kestirilen vücut yağ oranı %12.6 çıkmaktadır. Eğer yağsız vücut yoğunluğu gerçekte 1.10 yerine 1.12 g/ml ise, doğru yağ oranı %19.1 çıkmaktadır. Doğru yağsız vücut yoğunluğu 1.08 ise doğru yağ oranı %4.7 olur. Yetişkinlerle ilişkilendirildiğinde, bir çocuğun yağsız vücut kütlesi daha fazla su bileşenine ve daha düşük kemik mineral yoğunluğuna sahiptir. Yağsız vücut kütlesi de bu nedenle büyüme sırasında daha fazla farklılaşma ile sonuçlanabilir. Kestirim genişliği erkek çocuklarda doğumda 1.063 g/ml ile 1.100 g/ml arasında değişebilmektedir (143). Bu nedenle iki farklı yağ oranı denklemi geliştirilmiştir.

$$7-12 \text{ yaş için } VY\% = 530/D - 489 \quad (143).$$

$$7-18 \text{ yaş için } VY\% = (562 - 4.2(\text{yaş} - 2))/D - (525 - 4.7(\text{yaş} - 2)) \quad (216).$$

Öncelikle, vücut yoğunluğu belirlenerek ve daha sonra bu değerden yola çıkılarak kullanımı kolay ve hata payını en aza indirgeyen denklemler geliştirilmesine ihtiyaç duyulmaktadır.

Subkutan yağ dokusunun ölçülmesi, deri kıvrım kalınlığı ölçümü için en doğru yaklaşımlardan biridir. Çalışmalar birçok deri kıvrım kalınlığı toplamının kullanımını toplam subkutan doku kalınlığı belirlemesi için iyi bir yöntem olduğunu desteklemektedir. Toplam subkutan yağ miktarı toplam vücut yağ miktarı ile ilişkili olduğundan, toplam yağ miktarı kestirimi için kullanılmaktadır (142).

Vücut kompozisyonu kestirimi için hem deri kıvrımı, hem de çevre ve çap ölçümlerinin kullanıldığı mükemmel antropometrik denklemler bulunmaktadır. Bu testler alan ve klinik kullanımlar için uygun testlerdir, çünkü büyük gruplara düşük maliyette uygulanabilmektedir. Deri kıvrım kalınlığı (DKK) ölçümlerinin birçok

avantajları bulunmaktadır. DKK kaliperi ucuz ve çok az yer kaplamaktadır, deri kıvrım kalınlığı ölçümleri kolay ve çabuk uygulanan bir yöntemdir. Ancak, DKK yönteminin doğruluğu, DKK ölçen bireyin becerisinden etkilenmektedir. Başka bir alan ve klinik kullanıma uygun vücut kompozisyonu ölçüm yöntemi ise biyoelektrik impedans analizidir (BİA). Bu ölçüm tekniği 1960'ların başlarında öncülük etmiştir ve bu zamana kadar yaşa, cinsiyete, yağlılık seviyesine, ırk ve fiziksel aktivite seviyesine göre grubun yağ harici vücut kütlesi ve vücut yağını doğru kestirebilmek için birçok denklem geliştirilmiştir (105).

Deri kıvrım kalınlığı ve total vücut yağı için kestirim varyasyonları VY%3.3 olarak bildirilmiştir. Bu sonuç ise yoğunlukta 0.0075 gm/cc'ye karşılık gelmektedir. Spesifik popülasyonda yoğunluktan yağ oranının kestirimi için varyasyonu 0.0063 gm/cc bulunmuştur. Sonuç olarak, bu popülasyon için deri kıvrımı ve vücut yoğunluğu toplam varyasyonu 0.0098 gm/cc dir (toplam hata yukarıdaki toplam varyasyondan bağımsız olarak). Bu hata analizine göre; standart kestirim hatası birçok popülasyonlar arasında 0.0098gm/cc çıkması beklenmelidir (142). Literatürdeki 21 çalışmanın standart hatalarının analizinde genç erkekler için yapılan çalışma hariç diğerlerinde çok yakın sonuçlar elde edilmiştir. Standart sapma, tüm gruplar için 0.0091 gm/cc çıkarken, genç erkekler için 0.0070gm/cc çıkmıştır (istatistiksel anlamlı  $p<0.01$ ). En düşük standart hata genç erkekler için bulunmuş ve RV, HT sırasında ölçülmüştür.

### 2.1.3. Biyoelektrik İmpedans Analizi (BİA)

BİA çabuk ve noninvaziv fakat deri kıvrımı ve antropometrik yöntemle göre daha pahalı bir yöntemdir. Fakat deri kıvrım kalınlığı ve antropometrik yöntemler ile karşılaştırıldığında becerili bir teknisyen olmak için o kadar eğitim gerektirmez (105, 132).

Dokuların niteliği ve tüm vücut, elektrik akımını geçirdiği yüzyıldan daha fazla süredir bilinmektedir. Elektrik insan vücudunda su içeren dokulardan geçer. Elektrik uyarıları vücuda gönderildiğinde elektrik akımı en geçirgen dokulardan geçer. Vücut suyunun miktarına göre elektrik akımının geçişinin büyüklüğü belirlenir. Vücuttaki sulu dokular çözünmüş elektrolitleri nedeniyle elektrik akımının en önemli yolu olurlar fakat vücut yağı ve kemikler çok zayıf geçirgenliğe

sahiptirler. Biyoelektrik impedans analiz yöntemi, vücut suyu temel alınması prensibine dayanmaktadır. Biyoelektrik impedans ucuz, kolay, basit, taşınması kolay ve tekrar edilebilir bir yöntemdir (180).

BİA ölçümleri için, dış elektrot çiftine doğru düşük değişken akım verilir ve iç elektrot çiftinden voltaj düşüş ölçümüyle impedans belirlenir. Bu bilgiyi hacim kestirimine çevirmek için iki basit varsayım kullanılmaktadır. Birincisi, vücut silindir kondüktör olarak modellenilebilir ve uzunluğu deneğin boyu ile orantılıdır. İkincisi reaktans (X) vücudun impedansına (Z) katkısı azdır. Şöyleki rezistans (R) vücut impedansına eşit olduğu düşünülebilir. Eğer iki varsayım birleştirilirse, geçirgenlik hacmi  $Boy^2/R$  ile orantılıdır ve impedans indeks olarak adlandırılır. Klasik BİA yönteminde, insan vücudu silindir gibi olduğu varsayılır ve BİA total vücut suyunu ölçer (TBW). Toplam su miktarı silindirin volumüne eşittir. BİA ile, hücre membranı ve yağ dokusu elektrik akımına yüksek impedans göstermiştir. Yağsız vücut dokusunun suyunda elektrolitler çözülmüştür ve iyi geçirgenlik sağlar (180).

BİA, vücut bileşenlerinin su içeriğini kestirdiğinden, geçerli BİA ölçümü için sabit doku hidrasyon durumu can alıcı noktadır. Buna ek olarak, BİA prensibi yemek ve barsaklardaki yiyeceklerin ağırlığını (77, 78, 190), kıyafet, deri ısısı ve kan akımını da (39, 84, 139, 140) içermektedir ve dolayısıyla ölçümün doğruluğunu etkilemektedir (180).

Total vücut suyundan vücut yağ kütlesi, yaş, boy ve ağırlık hesaba katıldığında vücut suyu kestirilebilir. Yağsız vücut kütlesi total vücut suyunun bir bölümüdür. Kestirim, yağsız vücut kütleinde %72.3 sabit su bulunması baz alınarak yapılmaktadır (212). Eğer vücut ağırlığından yağsız vücut kütlesi çıkarılırsa vücut yağ kütlesi hesaplanır (2-C model). Vücut yağı kütlesi tipik olarak regresyon analiz denklemleriyle, impedans indeksten doğrudan hesaplanabilir (180). Yapılan çalışmalar yaş ve vücut büyüklükleri açısından oldukça geniş aralığa sahip olmasına rağmen, regresyon denklemlerinden yüksek ve anlamlı korelasyon katsayıları elde edilmiştir (132).

Tüm vücut ölçümlerinde impedans prensiplerini uygulayarak ve ağırlık, yaş ve cinsiyet gibi bağımsız değişken sayısını artırarak daha doğru prediksyon denklemleri geliştirilebilir. Ölçümün doğruluğu ve netliği için bir regresyon denklemi seçiminde popülasyon ve cinsiyet spesifik olması beklenmektedir. Kısaca kullanıcının denklemlere ve üretici firmaya tanındık olması ve denklem geliştirilirken

hangi altın standart kullanılmış bilinmesi gerekmektedir (132). Birçok çalışmada total vücut suyu kestirimi için boy (veya boy<sup>2</sup>) ve vücut ağırlığı için iyi birer kestirim değişkeni olarak bulunmuştur. Örneğin, Jackson ve diğ. (118) standart antropometrik yöntemlerle, BİA ölçümlerini çoklu regresyon kullanarak karşılaştırmış ve sayısallaştırmıştır. Boy, VA, çoklu deri kıvrım kalınlıkları toplamı gibi antropometrik değişkenler, YVK için çok daha güçlü değişken olduğunu bulmuştur (132). Helenius ve diğ. (100) kilolu (overweight) orta yaşlı erkek ve bayanlarda yaptığı çalışmada da VY%'ni kestirmek için seçilmiş antropometrik bölgeler eklense bile H<sup>2</sup>/R'nin kestirim denklemlerine katkıda bulunmadığını gözlemişlerdir. Guo ve diğ. (86) yaptığı çalışmada, boy<sup>2</sup>/R erkeklere değil ama bayanlara VY%'si kestirim denklemi geliştirmiş ve iyi değişken olduğu bildirilmiştir.

Yapılan birçok BİA çalışmalarda hem yetişkinlerde hem de çocuklarda rapor edilmiştir (41, 57, 109, 131, 148, 165, 183). Çalışmalardaki yaş grupları 9-83 yaşları arasında ve oldukça geniş bir yaş aralığına ve yağ oranına %3-59 arasındadır. Çoklu regresyon analizlerinde Toplam Vücut Suyu (TVS) veya YVK kestirilmeye çalışılmıştır (41, 57, 109, 131, 148, 165, 182, 185). Ayrıca hem rezistans hem de antropometri verileri kullanılarak (87, 159) farklı cinsiyetlerde yağ yüzdesini hesaplayan denklemler geliştirmişlerdir. Bunlara ek olarak Troiano ve diğ. (203) ve Kyle ve diğ. (137) reaktans değişkenini de ekleyerek VK belirlenmesi için kestirim denklemleri geliştirmişlerdir.

Yapılan gözlemler TVS, YVK ve BİA değerleri arasında ilişki olduğunu gösterirken; yetişkin çalışmalarının büyük çoğunluğunda impedans indeks (boy<sup>2</sup>/R) önemli belirleyen olarak gözlenmiş ve varyansın %59-98'ini oluşturduğu belirtilmiştir (132). TVS ve YVK kestirimlerinde güvenilirlik katsayılarının; vücut ağırlığı, yaş ve cinsiyet verileri dikkate alındığında arttığı belirtilmiştir (132).

BİA ile ilgili çalışmaların önemli bir bölümünde, YVK ve TVS gibi parametrelerin VA ve Boy verilerine bağlı olarak kestirim yeteneğinin arttığı gözlenmiştir. Chumlea ve diğ. (41), Houtkooper ve diğ. (109), Deurenberg ve diğ. (57), Segal ve diğ. (183), Kushner ve Schoeller (131) yaptıkları çalışmalarda normal bireylerin vücut kompozisyonu değerlerinde birçok regresyon denkleminin boy ve VA kullanıldığında korelasyon katsayısının 0.61-0.96 arasında değiştiğini rapor etmişlerdir. Ancak, obez veya beslenme bozukluğu olması durumlarında bu denklemlerin doğruluğunun azaldığı belirtilmiştir. Diğer bir faktör ise, BİA

denklemlerinin yorumlanmasında, antropometrik ölçümlerle biyoelektrik impedans arasında bir doğrusallık bulunmasıdır. Baumgartner ve diğ. (19) total vücut resistansı varyansının %70'ini yapı, üst kol ve baldır ile açıkladığını bildirmiştir.

Çocuklarda ve ergenlerde, 9-18 yaşlarında yapılan çalışmalarda  $boy^2/R$  YVK ile çok yüksek korelasyon katsayısı ( $r=0.83-0.97$ ) elde edilmiştir (47). Başka bir çalışmada, Davies ve diğ. (55) YVK'sinin tek ve en iyi kestirilen değişken olduğunu bildirmişlerdir. Houtkooper ve diğ. (110) YVK'si VY% kestirim denklemi geliştirmek için antropometri ve reaktans değişkenlerini eklemiştir. Denklemdaki farklılıklar bu araştırmacılar arasında kullanılan örneklemden veya laboratuvar tekniğinin ince bir ayrıntısı olarak değerlendirilmiştir.

BİA çalışmaları, VK değişimlerinin ölçümü açısından 3 farklı amaçta sınıflandırılabilir; akut (gün içinde), orta (1-2 gün), uzun dönem (haftalık). Vücut suyundaki akut değişimler, in vitro modelde veya dialitik hastalarda sıvı alımı öncesi ve sonrası kullanılabilir Kushner (132). Orta süreli değişimler için, BİA ile YVK kestirmek için yapılan çalışmada, 12 gönüllü 2 gün boyunca çok düşük kalori diyet uygulanmıştır. YVK'indeki değişim hidrodensitometri ile belirlenmiş ve VA değişiminde (ortalama 1.3kg) anlamlı farklılık olmadığı belirlenmiştir. Fakat üç farklı BİA denkleminde, YVK'indeki ortalama ağırlık kaybı, kestirilenin altında hesaplanmıştır. Densitometre TVS'nu doğrudan ölçmemesine rağmen, bu çalışma BİA yönteminin, VK'nundaki küçük değişimlerini tam doğru ölçmeyebileceğini bildirmektedir (56).

Multi-frekans biyoelektrik impedans analizi (MFBİA) veya bazen bioelektriksel impedans spektroskopu (BIS) esas BİA'nın doğruluğunu geliştirmek amaçlı yapılmıştır ve intrasellular su (ICW) ve ekstrasellular su (ECW) oranını ölçmek için geliştirilmiştir. Bu teknik düşük frekanslı akım ( $\approx 50$  kHz), ekstrasellular kompartmanlar arası geçeceği, ancak yüksek frekanslar ( $>200$  kHz) hücre membranından geçebileceği ve böylece intrasellular boşluğu ölçebileceği hipotezi temel alınmıştır. Buna ek olarak, eğer elektrik uyarısının frekansı değişirse, elektriğin yönünün de değişebileceği bildirilmiştir. Bu prensip kullanılarak, intrasellular sıvı ve ekstrasellular sıvı ayırdedilebildiği ve ayrı ayrı ölçülebildiği bildirilmiştir. Normalinde, MFBİA 1 kHz ~ 1 MHz frekanslarda kullanılır (40, 64, 85, 180, 196).

Tablo 2.1. YVK'si için geliştirilen BİA kestirim denklemleri

| Kaynak                                | Popülasyon                           | Denklem   | R <sup>2</sup> | s    |
|---------------------------------------|--------------------------------------|---|----------------|------|
| Houtkooper ve diğ. (109)              | Beyaz erkek ve bayan n=94 (10-19yş)  | $YVK=1.31+0.61(\text{boy}^2/R)+0.25(VA)$  | 0.95           | 2.1  |
| Deurenberg ve diğ. (57)               | Beyaz erkek ve bayan n=661 (16-83yş) | $YVK=-12.44+0.340(\text{boy}^2/R)+15.34(\text{boy})+0.273(VA)-0.127(\text{Yaş})+4.56(\text{cinsiyet})$<br>b(m) cinsinden<br>erkek=1 | 0.93           | 2.63 |
| Guo ve diğ. (87)                      | Beyaz erkek n=140 (7-25yş)           | $YVK=-2.932+0.646(VA)-0.116(\text{BaldırDkk})-0.375(\text{MdaDkk})+0.475(\text{Kalça çevre})+0.156(\text{boy}^2/R)$                 | 0.98           | 2.31 |
| Guo ve diğ. (86)                      | 140erkek (7-25 yaş)                  | $YVK=0.156(b^2/R)+0.646(VA)+0.475AC-0.116(\text{Lateral baldır})-0.375(\text{Midaksilla dkk})-2.932$                                | -              | 2.31 |
| Segal ve diğ. (183)                   | Beyaz erkek n=1069 (17-62yş)         | $YVK=22.66827+0.00132(\text{boy}^2)-0.04394(R)+0.3052(VA)-0.1676(\text{Yaş})$   | 0.89           | 3.61 |
| Segal ve diğ. (183) yağlılık spesifik | Beyaz erkek n=1069 (17-62yş)         | $YVK=9.33285+0.0006636(\text{boy}^2)-0.02117(R)+0.62854(VA)-0.1238(\text{Yaş})$   | 0.95           | 2.47 |
| Kushner ve Schoeller (131)            | Beyaz n=58                           | $YVK=((0.396(\text{boy}^2/R)+0.143(VA)+8.399)/1.04)/0.73$   | 0.99           | 1.66 |

BİA ile vücut kompozisyonu ölçümü sırasında impedans ölçümünü etkileyen faktörler bulunmaktadır. BİA ölçümlerinde ölçümün elektrotların yer değiştirilmesi, farklı günlerde ve farklı haftalarda alınması ile yapılan ölçümlerde ölçümü yapanlar arası ve aynı kişinin yaptığı ölçümler arasında çok yüksek güvenilirlik bulunmuştur. Çünkü farklı üreticilerin impedans analizörleri kalibrasyon sonrası bile farklılaşabilmektedir. Bu nedenle, analizörün çeşidine göre kestirim denkleminin uygulanabileceği analizörler seçilmesi tavsiye edilmektedir. Elektrotların pozisyonu hem tüm vücut hem de segment ölçümlerinde önemlidir. Elektrotların hem el hem de ayak için proksimal olarak 1 cm yanlış yerleştirilmesi, ölçülen rezistansı %2.1 azaltmaktadır; eğer her ikiside yanlışsa bu %4.1 hata oluşturmaktadır. Ölçüm yapanlar arasındaki (interobserver) farklılık ölçüm bölgelerinin işaretlendiğinde azaldığı gösterilmiştir. Kaynak ve alıcı elektrotların 4-5cm'den daha yakın olması halinde; elektrotlarda polarizasyonun olabileceği ve direncin artabileceği gözlenmiştir. Rezistansın sistematik olarak sol taraf sağ taraftan  $8\Omega$  daha fazla

olduğu kaydedilmiştir. Lukaski ve diğ. (149) sağ taraf ölçümleriyle geliştirilen denklemde elektrotları her iki el ve ayak bileklerine ve kombinasyonlarına yerleştirerek minimal direnci elde etmeye çalışmışlardır.

BİA ile vücut kompozisyonu belirlenmesi (TVS ve YVK ölçümünde), sağlıklı yetişkinlerde ve çocuklarda yaygın bir şekilde kullanılan ve geçerliği birçok araştırmacı tarafından yapılmış bir yöntemdir. BİA'nın etkili kullanımı için, kullanıcının prensiplerini ve doğru kullanım tekniklerini iyi bilmesi gerekmektedir (132).

#### 2.1.4. Çok Bileşenli Modeller

Çok bileşenli modelleri atomik, moleküler, hücresel ve doku sistemleri ve tüm vücut olmak üzere farklı seviyelerde ölçülebilmektedir. Çok bileşenli modellerde, birçok model moleküler seviyededir. Laboratuvarda kullanılan 2 bileşen modellerinde ( $VA=YK+YVK$ ), VY% kestiriminin birçok varsayımları bulunmaktadır ve bu birçok ince hatayı içermektedir. Çok bileşenli modelde veriler, birçok laboratuvar yöntemleriyle birleştirilerek 2 bileşen modelindeki varsayımlarla ilgili hataları aza indirgeyebilmektedir (211).

Dört bileşen modellerin (yoğunluk, su, kemik mineral ve yağ yüzdesi) geliştirilmesi ve kullanılması, yağsız vücut kütleindeki iki varyasyonun (kemik, mineral ve su) doğrudan ölçülmesi nedeniyle, vücut yoğunluğunun belirlenmesinde en ideal yaklaşımdır. Teorik olarak, tüm ölçümlerin hata payı azaltılırsa, yağ yüzdesinin kestirimi, teknik hatada %2'lerden daha aza indirildiği gözlenmiştir. Bu nedenle, çocuklarda vücut suyu-yoğunluk kestirim denklemleri yağ içeriği için çok iyi kestirim yöntemidir. Çocuklarda çoklu bileşen modellerinin kullanımıyla vücut yağının daha doğru kestirilerek bu popülasyon ile ilgili yeni bilgi sağladığı bildirilmiştir (144). Bununla birlikte, örneğin, Sopher ve diğ. (192), 6-18 yaşları arasındaki normal popülasyon için yapılan çalışmada, 4 bileşen modeli kriter alınarak, DEXA yağ oranı ile birlikte regresyon analizi yapılmıştır. İki yöntem farklı sonuçlar vermesine rağmen ilişki katsayısı 0.85 bulunmuştur. Bu nedenle kriter yöntem olarak bildirilen DEXA, kullanım kolaylığı nedeniyle klinik kullanım için tavsiye edilmektedir.

Popülasyona uygun denklemin seçilmesi veya geliştirilmesi için birçok yaklaşım bulunmaktadır. Birçok çalışma deri kıvrımı için kriter değişken olarak vücut yoğunluğunu kullanmak yerine yağsız vücut kütlesi, yağ kütlesi veya yağ yüzdesini kullanmaktadır. Yağsız vücut kütlesi kestirmek için deri kıvrım kalınlıkları ve vücut ağırlığı için birçok çoklu korelasyon katsayısının, vücut yoğunluğu kestiriminden daha yüksek bulunduğu çok iyi rapor edilmiştir. Fakat bu yağsız vücut kütlesi kestirim denklemlerinin yoğunluk veya yağ kestirimini daha doğru yaptığı anlamına gelir mi? Gelişmiş deri kıvrımı–yoğunluk denklemleri mi yoksa yağsız vücut kütlesi kestirim denklemi geliştirerek bu değeri vücut yoğunluğuna ve yağ yüzdesine çevirmek mi tercih edilmelidir (142)? Diğer popülasyondaki örneklemelere uygulandığında yağsız vücut kütlesi denklemleri yoğunluk denklemlerinden daha geçerli olabilir. Genç yetişkin örneklemelerden elde edilen sonuçlar daha yaşlı ve obez erkeklere uygulandığında her nasılsa yoğunluk denklemlerine göre s (standart hata) ve toplam hata yağsız vücut kütlesi denklemlerinde daha düşük çıkmaktadır (116). Fakat her iki yaklaşımda çapraz geçerlik sonuçları tatmin edicidir. Yapılan diğer çalışmalarda yağ ağırlığı ve yağsız vücut kütlesi kriter alınarak geliştirilen denklemlerdir. Çünkü yağ ağırlığı ve deri kıvrım kalınlıkları toplamı, deri kıvrımı ve yoğunluk arasındaki quadratik (ikinci derece denklemlerden kaynaklanan) ilişkiler ile karşılaştırıldığında; yağ ağırlığı, vücut yoğunluğu kestirilen ve deri kıvrım kalınlığı kullanılan linear denklemlerine göre daha iyi kestirdiği görülmektedir (116, 142).

Denklem geliştirmek için kullanılan referans yöntemin seçilme, ölçüm ve değerlendirilmesi sırasında çeşitli tartışmalar yapılmaktadır. Lohman (142) kestirim denklemleri vücut yoğunluğu için geliştirilmesi gerektiğini savunmaktadır. Yağsız vücut kütlesi, yağ ağırlığı ve yağ içeriği için denklemler geliştirilmesi; eğer normal olmayan bulgular varsa eklenmesi gerektiğini bildirmektedir. Bu bilginin çalışmalarda yer alması önemli bir avantaj sağlayacaktır. Bu ise referans vücut kompozisyonu olmayan bireylerin (örneğin bayanlar, çocuklar, yaşlı erkekler, mezamorfik sporcular ve obez popülasyonlar için) vücut kompozisyonunu hesaplamalarında YVK'si, yağ ağırlığı veya içeriğini kestiren yoğunluk değerinden hesaplanmasında, Siri veya Brozek denklemlerinden başka denklemleri de kullanması için olanak sağlayacaktır. Vücut yağını kestiren denklemler, deri kıvrımı ile yoğunluk ilişkisindeki popülasyonlar arasındaki farklılıkları daha net ortaya

koyulmasını ve popülasyonlar ile ilgili daha tanımlayıcı bulgular elde edilmesini ve karşılaştırılmasını sağlayacaktır. Bu önerilere ek olarak geliştirilmiş denklemler geliştirilirken aşağıdaki öneriler sunulmuştur (142):

Standart ölçüm teknikleri kullanılmalıdır.

Rastgele örneklem ve büyük örneklem grupları seçilmelidir.

Abdomen, triseps, uyluk, subskapula deri kıvrımları genç bayan ve erkeklerde vücut yoğunluğuyla daha ilişkili olduğu görülmüştür. Bu bölgeler çalışmalarda gelecek çalışmalarda kullanılmalı ve her bir bölge için tam bölgesi ve tekniği uygulanırken dikkat edilmelidir.

YVK veya YK yerine yerine vücut yoğunluğu kriter olarak kullanılmalıdır ve s, korelasyon katsayıları verilmelidir.

Ek olarak, yoğunluk ve deri kıvrımı kalınlığı toplamının karesi ile kurvilinear ilişki test edilmelidir.

En son olarak daha iyi denklemler için aynı popülasyonda farklı bir örnekleme çapraz geçerlik yapılmalıdır. Ayrıca korelasyon katsayısı, standart hata, ortalama yoğunluk farklılıkları ve standart sapma (s) kestirilen değerlerle birlikte verilmelidir.

Literatürdeki diğer denklemlerle geçerliği yapılmalıdır.

Özellikle Sloan (191) veya genel yaklaşımları olan Jackson ve Pollock (116, 117), Durnin ve Womersley (61) ve bu çalışmada yer alan ve Sloan (191), Boileau ve diğ. (1978) ve Lohman ve diğ. (1978) verileri temel alınarak geliştirilmiş olan aşağıda verilen denklem ile geçerliği incelenmelidir (142).

$$D= 1.0982-0.000815X + 0.0000084X^2$$

X= triseps+abdomen+subskapula deri kıvrım kalınlığı

Türkiye’de günümüze kadar yapılan birçok çalışmada, yabancı popülasyon için geliştirilen denklemler kullanılmıştır (Bkz Tablo 2.2). Çalışmaların bir bölümünde, uygulanma yaş grubu aralıkları verilirken, bir bölümünde ortalama ve standart sapma değerlerine yer verilmiştir. Ayrıca, çalışmanın hangi yaş grubuna ait olduğu, denek grubunun cinsiyeti ve sayıları, denek grubunun özelliği ile hangi yöntem veya denklem kullanıldığı özetlenmiştir.

Bu çalışmalar incelendiğinde, kullanılan yabancı denklemler; Durnin ve Womersley (61), Green yöntemi, Behnke ve Willmore (23), Allen Yöntemi, Yuhazs Yöntemi, Fletcher Yöntemi, Matsui, Sinning, Parizkova nomogramı(168), Lohman (142), Slaughter ve diğ. (189), Sloan (191) olarak görülmektedir. Bu denklemler arasında en sıklıkla kullanılanlar, Yuhazs (227) denklemi, Durnin ve Womersley (61), Slaughter ve diğ. (189) denklemleridir.

Türk popülasyonu için geliştirilen denklemlerden en sıklıkla kullanılanlar ise Açıkada ve diğ. (4), güreşçiler için kullanılan Doğu (59) denklemleridir.

Denklem kullanılmayan bazı çalışmalarda ise DKK kalınlığı kullanılmış veya farklı toplam DKK rapor edilmiştir. DKK: biceps, triceps, pektoralis major, suprailiak, abdomen, subskapula, quadriseps sıklıkla kullanılan bölgelerdir.

BİA ölçümleri veya denklemleri ile ilgili çalışmalar henüz kullanımı çok yaygın olmamasına rağmen, çalışmalarda farklı ölçüm ve denklemlerinin kullanıldığı görülmektedir (54, 209, 183,165, 148, 57, 131, Tanita).

Tablo 2.2. Türkiye'de VK belirlenen çalışmalarda yaş, denek grubu, kullanılan yöntemler veya denklemler.

| Referans                | Yaş                                    | DENEK SAYISI VE CINSİYETİ   | KULLANILAN YÖNTEM VEYA DENKLEM   |
|-------------------------|--|---|--|
| Turgut ve diğ.(207)     | 15-22 y.                               | Bayan: 187 sporcu (34 voleybol, 30 basketbol, 28 futbol, 36 atletizm, 59 hentbol)<br>Bayan: 104 sedanter                                      | BMI,<br>Yuhazs,<br>DKK: biceps, triceps, pektoralis major, suprailiak, abdomen, subskapula, quadriseps)  |
| Gür ve diğ.(93)         |  | Bay: 10 çim kayakçı (21±5.1y)<br>Bay: 8 kontrol (23.2 ±2.5y),<br>Bay: 6 kısa mesafe atlet(19.3±1.7y),<br>Bay: 6 orta mesafe atlet(21.5 ±1.4y) | Pollock and Jackson (172).   |
| Kayatekin ve diğ. (126) | 14-18 y.                               | Bay: 11 futbolcu  | Yuhazs<br>Triceps, subskapula, abdomen, suprailiak.  |
| Özer ve diğ. (167)      | 7-10 y.<br>6-11 y.                     | Bayan: 45 cimmastik (7-10 y.)<br>Bay:74 cimmastik(6-11 y.)  | Durnin ve Womersley (61)<br>Siri (187)<br>Somatotip  |
| Gönenç ve diğ (81)      |  | Bayan: 13 hf.yüzme kursu (9.1±1.4y)<br>Bay: 28 hf.yüzme kursu (8.1±2.1y)  | Yuhazs<br>Triceps, Subskapula, abdomen, suprailiak.  |
| Yalaz ve diğ. (223)     |  | Bay: 12 futbolcu(22.9±3.8y)<br>Bay: 12 sedanter (23.9±4.4y)<br>Bay: 12 sporcu (53.8±10.7y)<br>Bay: 11 sedanter (50.8±9.8y)                    | Yuhazs   |
| Ziyagil ve diğ (230)    |  | Bay: 12 güreşçi (16.1±0.4y)   | Zorba (231) Biceps, Triceps, göğüs, Subskapula, abdomen 1-2, suprailiak, Σ7 dkk  |
| İmamoğlu ve diğ. (111). | 18.7 yaş denklem geliştirme çalışması. | 20 judocu (18.7y)   | HT, DKK:Biceps, Triceps, göğüs, Subskapula, abdomen, suprailiak.uyluk, baldır.<br>Çevre: biceps, baldır.<br>Çap: femur, humerus.<br>Somatotip.<br>RV= VCx0.28<br>VY: Brozek (32).<br>Yuhazs, Lange, Theng-Tipton<br>Somatotip<br>Ponderal İndeks |
| Ziyagil ve diğ. (1997). | 19-23y.                                | Bay: 10 güreşçi   | Zorba (231)<br>DKK: biceps, triceps, göğüs, subskapula, abdomen, suprailiak, uyluk.  |

|                           |                        |   |   |
|---------------------------|------------------------|---|---|
| Saçaklı ve diğ. (177).    | 35.2±5.2y.             | Bayan: 16 obez  | Durmin ve Womersley (61)<br>Siri (187)<br>DKK: Biceps, triseps, subskapula, suprailiak1, suprailiak2, göğüs, midaksillar, abdomen, uyluk, baldır.<br>Çap: Biacromial, göğüs, bi-iliac, bitrochanter, humerus, el bileği, femur, ayakbileği.<br>Çevre: boyun, omuz, göğüs, fleksiyonda biceps, dirsek, el bileği, abdominal, kalça, gluteal katlantı, baldır, ayak bileği. |
| Ünal ve diğ. (208)        |                        | Bay: 13 taekwon-docu,<br>Bay: 12 judocu,<br>Bay: 9 güreşçi,<br>Bay: 6 cimnastikçi | Uzunluk ölçümleri: göz yüksekliği (ayakta- otururken), omuz (ayakta- otururken), baş uzunluğu, baş çevre, baş yüksekliği, toplam kol, omuz dirsek, dirsek -el, el, önkol-el, kulaç, uyluk, baldır, ayak uzunluğu, BiAcromial genişlik, göğüs çevresi, diz genişliği, ayakbileği, el bileği, omuz genişliği,   |
| Gür ve diğ. (94)          | 13-16 y. ikiz          | Bay: 2 çift<br>Bayan: 7 çift  | Durmin ve Womersley (61)  |
| Özaldıran ve diğ. (166)   | 12-13 y.<br>14-16 y.   | Bay: 22 yüzücü<br>(11 sporcu-12-13 y<br>11 sporcu -14-16 y)                       | Denklem belirtilmemiştir.   |
| Turgut ve diğ. (206).     | Yaş belirtilmemiştir.  | Bayan: 59 (28 voleybolcu, 27atlet, 2 basketbol, 2 hentbol.)<br>Bayan: 37 sedanter | Zorba (231) VKİ   |
| Büyükvazı ve Sevim (34).  | 15-16 y.               | Bay: 36 basketbolcu   | Behnke ve Wilmore (23)  |
| Büyükvazı ve Turgay (35). | 15-16 y.               | Bay: 36 basketbolcu   | Behnke ve Wilmore (23)  |
| Turgay ve diğ.(204).      | 18-24 y.               | Bay: 13 futbolcu  | Yuhasz  |
| Günay ve diğ. (90)        | 21.8±1.9y.             | Bay: 30 üniversite öğrencisi  | Green Yöntemi (199)   |
| Kutlay (133).             | 20-30 y.               | Bayan: 15 step aerobik eğitmen (25.1±2.1y)<br>15 sedanter (25.6±2.8y)             | Yuhasz  |
| Turgay ve diğ. (205).     | 18-24 y.               | Bay: 14 futbolcu  | Yuhasz<br>VKİ   |
| Büyükvazı ve diğ. (36).   | 18-25 y.               | Bay: 42 Bed Eğit ve Spor YO Öğrencileri   | DEXA  |
| Nalçakan ve diğ. (161).   | 22.0±4.7y.             | Bayan: 15 voleybolcu  | Yuhasz  |
| Yıldız ve diğ. (226).     | 20-31 y.<br>22.6±2.5y. | Bay: 10 güreş, 10 futbolcu  | Yuhasz  |
| Akkurt ve diğ. (8).       | 20-31 y.<br>22.6±2.5y. | Bay: 9 güreş, 10 futbol   | Yuhasz  |

|                          |  |  |   |
|--------------------------|--|--|---|
| Güneş ve diğ. (92)       | Bay: 4 atlet (15.5±2.4y)<br>Bayan: 6 atlet (15.2±2.5y)     |  | Triseps, biceps, subskapula, suprailiak. Denklem belirtilmemiştir.<br>Siri (187)  |
| Yalaz ve diğ.(222)       | 111 Yaz okulu katılımcıları                                |  | Triseps, biceps, subskapula, suprailiak, baldır   |
| Ergün ve diğ. (71).      | Bay:196 futbol<br>41 basketbol                             |  | Yuhasz  |
| Bediz ve diğ. (22)       | Bayan: 9 atletizm<br>Bay: 11 atletizm                      |  | Triseps, subskapula, abdominal, suprailiak<br>DKK: 4 bölge  |
| Genç ve diğ..(80).       | Bay: 10 güreşçi<br>10 futbolcu                             |  | Denklem belirtilmemiştir.   |
| Kaçar ve İpbüken. (120). | Yaş bildirilmemiştir.                                      |  | DKK: Triseps, biceps, subskapula, göğüs, suprailiak, uyluk<br>Green ve diğ. 1970  |
| Açıkada (2)              | Bay:58 atlet (22.98±3.34y)<br>Bayan: 23 atlet (20.3±3.62y) |  | Durnin ve Womersley (61)<br>Somatotip   |
| Kandeydi ve Ergen (121). | Bay:14 beden eğt. Dersi öğ.<br>Bay:14 sedanter             |  | Theng-Tipton  |
| Gözü (83).               | Bay: 12 güreşçi  |  | Özel bir denklem (hangi denklem olduğu bildirilmemiştir.)   |
| Acar ve diğ. (1)         | Bay: 46 futbolcu<br>Bay: 30 sedanter                       |  | Subskapula, triseps, abdomen, suprailiak, uyluk<br>DKK: Triseps, subskapula, göğüs, abdomen, suprailiak, baldır   |
| Kayatekin ve diğ. (125). | Bay: 17 futbolcu(24.82±0.95y)                              |  | Derinlik: göğüs,iki kolfuk arası, kalça genişliği,<br>Uzunluk: kol uzunluğu, uyluk, alt bacak,<br>İndis karşılaştırması<br>Ölçümler alınmış ancak, DKK ile ilgili veriler verilmemiştir.  |
| Sentürk ve diğ.(184).    | Bayan: 30 (40.8±2.11y)                                     |  | Yuhasz  |
| Baltacı ve diğ. (18).    | Bay:12 milli boksör (21.8±1.7y)                            |  | Triseps, subskapula, abdominal, suprailiak  |
| Ergun ve Pehlivan. (70)  | Bay: 11 halter   |  | DKK : bölgeler bildirilmemiştir.<br>Çevre: karın çevre<br>Sloan, 1967   |
|                          | 18-28 y.   |  | DKK: göğüs, axilla, biceps, subskapula, triseps, suprailiak, abdomen, uyluk, Σ8<br>Çap: biacromial, biiliac, bitrochanteric, humerus bikond, femur bikondil,el bileği, ayak bileği<br>Çevre: boyun, göğüs, bel, kalça, kol, önkol, uyluk, baldır. |

|                          |  |          |  |
|--------------------------|--|----------|--|
| İşleğen ve diğ. (115).   | Bay: 16 futbolcu 12-14 y<br>Bay:16 kontrol 12-14 y<br>Bay:19 futbolcu 15-17 y<br>Bay:16 kontrol 15-17 y  |          | DKK: Triseps, abdomen, suprailiak, uyluk.  |
| Odabaşı ve diğ. (164).   | 10 deneysel (15.5±0.7 y)<br>5 kontrol grup (15.4±0.55y)  |          | Behnke ve Willmore (23)- Radyolojik Yöntem   |
| Erkan ve diğ. (72).      | Bay:24 Üniversite I. Sınıf Hentbolcu<br>12 kontrol (22.25±2.89y)<br>12 deneysel (15.4±0.55y)<br>Bayan: 24 Üniversite I. Sınıf Hentbolcu<br>12 kontrol (23.41±4.54y)<br>12 deneysel (24.16±4.30y)   |          | Yuhasz,<br>DKK: Triseps, subskapula, abdomen, suprailiak.  |
| Tamer ve diğ. (199).     | Bay:87 Üniversite hazırlık sınıfı öğrencisi<br>(18.3±1.3y)   | 17-22 y. | Durnin ve Womersley (61)   |
| Çolakoğlu ve diğ. (51).  | Bay:23 elit koşucu   | 19-33 y. | Allen Yöntemi.<br>DKK: Yanak, çene, göğüs, kol, üst abdomen, alt abdomen, diz, sırt, baldır, göbek.<br>Somatotip   |
| Ertat ve Akgün (73).     | Bay:31 Güreş(24.39±3.79y)  |          | Fletcher Yöntemi<br>Somatotip  |
| Tamer ve diğ. (198).     | Bay: 50 futbolcu   | 13 y.    | DKK: Triseps,subskapula  |
| İşleğen ve diğ. (114)    | Bay: 20 güreş (20.9±3.08y)<br>Bay: 12 cımnastik (16.5±2.3y)<br>Bay: 19 futbolcu (24.05±4.38y)<br>Bay: 19 futbolcu prof lig (23.54±2.85)<br>Bay: 13 futbolcu II lig (17.41±0.71y)<br>Bay: 16 futbolcu amatör (18.69±1.25y)<br>Bay: 22 futbolcu B genç (15.27±0.76y) |          | Yuhasz, DKK: triseps, subskapula, abdomen, suprailiak.<br>Çap: femur, humerus<br>Çevre: Fleksionda biseps, baldır. |
| Yazıcı ve diğ.(225).     | Bay: 12 eskrim (23±4.31y)  | 19-31 y. | Theng-Tipton<br>DKK: triseps, subskapula, scapula, suprailiac, uyluk<br>Çevre: bicep, baldır<br>Somatotip          |
| Ergen ve diğ. (69).      | Bay: 32 eskrim (20.89±3.42y)   |          | Matsui (1975)<br>DKK: triseps ve subskapula<br>Çevre: uyluk<br>Brozek (32).  |
| Kasap ve Güneyli. (123). | Bay: 45 Güreşçi  | 17-25 y. | DKK bölge bildirilmemiştir.  |

|                              |          |   |   |
|------------------------------|----------|---|---|
| Emlek ve diğ. (68)           | 21-45 y. | Bay: 20 Sualtı sporcusu   | Allen Yöntemi; 10 bölgeden alınan değerler  |
| Bulca ve diğ. (33)           |          | Bayan: 9 ritmik cimnastikçi (13.5±0.5y)<br>Bayan: 8 ritmik cimnastikçi (15.06±0.5y) | Sinning, Siri (187)   |
| Dündar ve diğ. (62).         |          | Bay: 8 cimnastikçi (19.0±2.25y)   | Durnin ve Womersley (61)<br>Somatotip   |
| Alpkaya ve diğ. (11)         |          | Bayan: 22 sedanter (40.2±7.87 y)  | Yuhasz,<br>DKK: Triseps, subskapula, abdomen, suprailiak.   |
| Toker (201)                  | 14-16 y. | Bay: 3000   | Yuhasz,<br>DKK: Triseps, subskapula, abdomen, suprailiak.<br>Çevre: Bel, Kalça  |
| İmamoğlu ve diğ.(112)        |          | Bay: 9 sedanter 15-21 y<br>Bay: 8 sedanter 22-28 y<br>Bay: 6 sedanter 29-35 y       | Yuhasz, DKK: Triseps, subskapula, abdomen, suprailiak.<br>Ref: Zorba (231)  |
| Çamlıgüney ve diğ. (48).     | 9-15 y.  | 20 Down Sendromlu birey   | DKK: Triseps, subskapula, abdomen, suprailiak.  |
| Güleç ve diğ. (88)           |          | Bayan: 15 sedanter (20.9±1.22 y)<br>Bay: 15 sedanter (22.1±0.83 y)                  | Yuhasz<br>DKK: Triseps, subskapula, abdomen, suprailiak.  |
| Korkmaz ve Aracıbacı (128)   | 14-16 y. | Bayan: 153 sedanter (14.6±0.81 y)   | Durnin ve Womersley (61), Yuhasz kullanılmıştır<br>DKK: Triseps, subskapula, abdomen, suprailiak.   |
| Güler (89)                   | 9-18 y.  | Bayan: 60 yüzücü<br>Bay: 72 yüzücü  | Özer K. BMI   |
| Pehlivan ve Çamlıgüney (169) | 21-44 y. | Bayan: 29 çalışma,<br>Bayan: 23 kontrol   | Yuhasz,<br>DKK: Triseps, biseps, subskapula, abdomen, suprailiak,<br>calf<br>Tanita<br>BMI  |
| Meriç ve diğ. (156)          | 6-16 y.  | Bayan: 83 buzpateni,<br>Bay: 28 buzpateni,  | Somatotip:<br>Çap:biakromial, Biliak<br>Uzunluk:El, ayak, Çevre   |
| Arabacı (14)                 |          | Bay: 19 güreşçi (13.4±1.43 y)   | Green, 1970   |
| Aydın ve diğ. (17).          | 8-9 y.   | Bayan: 50 ilkokul öğrenci<br>Bay: 82 ilkokul öğrenci                                | DKK: Yağ% verilmiş olmasına rağmen, denklem<br>verilmemiştir, Siri (187).<br>Çevre: Omuz, göğüs, bel, karın, uyluk, kalça, baldır,<br>ayak, ayak bileği, üstkol, önkol, çevre<br>Çap:Bitrochanter, Biakromial<br>Uzunluk: oturma yüksekliği, kulaç, el, ayak uzunluğu<br>Somatotip<br>BMI |

|   |                              |   |   |
|---|------------------------------|---|---|
| Arpınar ve diğ. (15).<br>Hazır ve diğ. (99).      | 10-14 y.<br>20-32 y.         | Bayan: 11 ritmik cimnastikçi<br>Bayan: 27 rekreasyonel aktif  | Denklem bildirilmemiştir.<br>Tanita,<br>DKK: Triseps, biseps, subskapula, suprailiik, uyluk, baldır.Σ6<br>BIA: Davies ve diğ. (54), Van Loan ve Maclin (209), Segal ve diğ. (183)   |
| Koşar ve diğ. (129).<br>Sağlam ve diğ. (178)      | 127 öğrenci<br>11.26±1.10 y. | Bayan: 25 gönüllü öğrenci (21.04±1.39 y)deneyssel<br>Bayan: 25 gönüllü öğrenci (21.04±1.74 y) kontrol<br>Bayan: 59 gönüllü öğrenci<br>Bay: 68 gönüllü öğrenci | Yuhasz, DKK: Triseps, subskapula, abdomen, suprailiik. (233)<br>Durnin ve Womersley (61)<br>BKI   |
| Çimen ve diğ. (50).                               | 16-19 y.                     | Bay:10 masa tenisi<br>Bayan: 10 masa tenisi   | Sloan (191)<br>Somatotip  |
| Anıl ve diğ. (13).                                |                              | Bayan: 12 basketbolcu-deneysel grubu (21.04±1.39y)<br>Bayan: 25 basketbolcu-kontrol (21.04±1.39y)   | DKK: Biseps, subskapula, karn üst bacak. (116,117)  |
| Zorba ve diğ. (232).                              | 30-42 y.                     | Bay: 84 futbol hakemi   | Durnin ve Womersley (61)<br>DKK: Triseps, biseps, subskapula, göğüs, suprailiik, karn, uyluk, baldır.<br>Çevre: baş, boyun, göğüs, omuz, karn, kalça, biseps, ekstansiyon, fleksion, önkol, el bileği, uyluk, diz, baldır, ayak bileği.<br>Uzunluk: Kolaçıklığı, üst bacak, el, baldır, tüm bacak<br>Çap: BIAcromial, bitrochanteric, femur bicondiler, humerus bicondiler, |
| Tamer (197).<br>Ziyagil ve diğ. (228).            | 10-12 y.                     | Bay: 40 gönüllü üniversite öğrenci (21.24±2.04 y)<br>Bay: 30 gönüllü öğrenci sporcu<br>Bay: 30 gönüllü öğrenci sporcu olmayan                                 | Green denklemleri<br>Behnke ve Willmore (23), Parizkova,(168) nomogramı<br>DKK: Triseps, biseps subskapula, suprailiik. baldır  |
| İmamoğlu ve diğ. (113).                           | 20-42 y.                     | Bayan: 16 sedanter (20-26 y.)<br>Bayan: 11 sedanter (27-34 y.)<br>Bayan: 18 sedanter (35-42 y.)<br>Bay: 20 hentbol (15.2±0.69 y)                              | Forstye, 1995<br>DKK: Triseps, göğüs, midaksilla, subskapula, suprailiik, abdomen, uyluk.<br>Green denklemleri.   |
| Koç ve Gökdemir (127).<br>Kutlu ve Karadağ (135). | 22.9±1.9 y.                  | Bay: 15 futbolcu<br>Bay: 15 kontrol<br>Bayan: 12 hentbolcu-deneysel (22.5±4.14 y)<br>Bayan: 12 hentbolcu-kontrol (18.33±0.98 y)                               | DKK: Triseps, biseps, subskapula, suprailiik, quadriceps<br>Yuhasz, DKK: Triseps, subskapula, abdomen, suprailiik.  |
| Sevim ve diğ. (185).                              |                              |   | Sloan (191),  |

|                          |   |  |  |
|--------------------------|---|--|--|
| Aşçı ve Açıkada (16).    | 23.41±4.30 y.   | Bay:56 erkek sporcu ( 13 atlet, 16 basketbolcu, 16 hentbolcu, 5 voleybolcu, 6 vücut geliştirici) | Somatotip  |
| Koşar ve Kin İşler (130) | 21.63±1.44 y.   | Bayan: 60 üniversite öğrencisi<br>Bay: 51 üniversite öğrencisi                                   | Pollock ve Jackson (116), Siri (187)   |
| Açıkada ve diğ. (6)      | 18.91±1.04y.<br>16.06±0.57y.                            | 27 sutopçu-11 genç-<br>16 yıldız   | Açıkada (4)<br>Somatotip   |
| Açıkada ve diğ. (5)      | 24.23±3.1y.   | Bay: 30 futbolcu   | Açıkada ve diğ. (4)<br>Somatotip   |
| Hazır ve Açıkada (98).   | 24.05±2.80 y.   | Bay: 20 spor okulu öğrencileri   | Açıkada ve diğ. (4)<br>Durnin ve Womersley (61)<br>Sloan (191)<br>Lohman (142)- Siri (187)<br>DKK: biseps, triseps, subskapula, suprailiaki, suprailiakiII, abdomen, uyluk, baldır<br>Çevre: biseps, biseps fleksionda, el bileği, uyluk, baldır<br>Çap: humerus ve femur epikondilar VKİ<br>BIA: tanita; 57, 131, 148, 165, 183, 210. |
| Yaman ve Özer (224).     | 8.9 – 11.6y.  | Bayan: 12 ritmik cimnastikçi   | Slaughter ve diğ. (189)<br>DKK: biseps, triseps, subskapula, baldır.<br>Çap: kol, biacromial, bitraochanteric, göğüs,<br>Çevre: boyun, humerus, femur, ayak bileği, baldır.  |
| Çelik ve diğ. (49).      | İlk ölçüm<br>18.0±0.7y.<br>4 yıl-(boylamsal<br>çalışma) | Bay: 5 triatlet  | DKK: göğüs, karın, uyluk<br>Raven nomogramı  |
| Günaydın ve diğ. (91).   | 19.6±2.5y.  | Bayan: 18 Güreş  | Sloan, DKK: suprailiaki ve triseps<br>Somatotip  |

### 3. GEREÇ VE YÖNTEM

#### 3.1. Araştırma Grubu

Araştırmaya 155 erkek sporcu (basketbol, voleybol, futbol, hentbol yüzme, atletizm) gönüllü olarak katılmıştır. Spor yapma kriteri olarak, en az 1yıl, haftada 3 gün, en az 2 saat düzenli antrenman yapıyor olma dikkate alınmıştır.

Deneklerin (sporcuların) antrenörleriyle görüşülerek bu kriter önceden bildirilmiştir. Denekler ölçüm için bilgilendirilmişlerdir. Ölçüm için, laboratuvarda ölçüm formunda bilgilerini doldurmaları ve Ek 1.'deki soruları cevaplamaları istenmiştir.

Testlerden önce deneklere testlerle ilgili ayrıntılı açıklama yapılmış ve Hacettepe Üniversitesi Etik Kurulu Gönüllü Katılımcı Beyanı okunarak deneğin onay imzası alınmıştır (Ek 1).

**Tablo 3.1. Sporcuların tanımlayıcı istatistikleri (n=155)**

| Fiziksel Özellikler    | $\bar{x}$ | s     | Minimum | Maksimum |
|------------------------|-----------|-------|---------|----------|
| Yaş (yıl)              | 16.01     | 0.845 | 15.00   | 17.00    |
| Vücut Ağırlığı (kg)    | 67.27     | 10.90 | 41.10   | 102.70   |
| Boy (cm)               | 179.40    | 9.63  | 154.3   | 201.0    |
| Spor Yaşı (yıl)        | 5.4       | 2.3   | 1.0     | 12.0     |
| VY(kg/m <sup>3</sup> ) | 1.072     | 0.011 | 1.034   | 1.091    |

#### 3.2. Verilerin Toplanması

Deneklerden sırasıyla boy ve VA, antropometri (deri kıvrım kalınlıkları, çap ve çevre), BİA ve hidrostatik tartım ölçümleri alınmıştır.

Ölçümlerden elde edilen veriler kullanılarak referans yöntem HT den elde edilen VY referans alınarak; VY%, YVK, YK hesaplamaları yapılmıştır. Bu çalışmada referans yöntem HT kullanılarak yağ ve yağsız kütle hesaplanmıştır. Bu sonuçlardan antropometrik ve BİA ölçümleri kullanılarak regresyon denklemleri geliştirilmiştir.

Bu çalışma da geliştirilen denklemler ile daha önce araştırmalarda kullanılan Türk popülasyonuna göre geliştirilmiş çeşitli denklemler ile kullanılan yabancı antropometrik ve BİA regresyon denklemlerinin geçerliği incelenmiştir.

### 3.3. Veri Toplama Araçları

#### 3.3.1. Antropometrik Ölçümler

Boy Uzunluğu: Deneklerin boy uzunlukları  $\pm 0.1\text{mm}$  duyarlılıkla ölçüm yapan sabit stadiometre kullanılarak ölçülmüştür (Holtain Ltd, UK). Ölçüm aracının doğru ölçüp ölçmediği; stadiometrenin yerleştirme yüksekliği olan 79.4 cm uzunluğunda dijital numarator ile kontrol edilmiştir.

Vücut Ağırlığı:  $\pm 0.1$  kg duyarlılıkla ölçüm yapan bir tartıyla (Tanita 401A, Japonya) ölçülmüştür. Tartının doğruluğu; bilinen 2 farklı kilo ile kontrol edilmiştir.

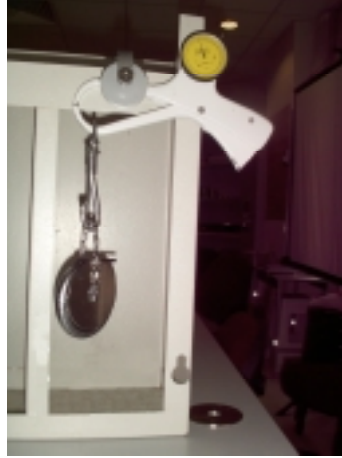


Şekil 3.1. Sabit Stadiometre



Şekil 3.2. Vücut ağırlığı tartı

Deri kıvrım kalınlıkları:  $\pm 0.2\text{mm}$  duyarlıkla ölçüm yapan Holtain marka skinfold kaliper (Holtain Ltd., UK) kullanılarak yapılmıştır. Kaliperin her farklı ağız açıklığında her  $\text{mm}^2$ 'ye 10gr standart bası uygulayıp uygulamadığı, kaliper asılı durumdayken yüklenen ağırlıklarla kontrol edilmiştir.



Şekil 3.3. Skinfold Kaliper Kalibrasyonu

Çap: Kayan kaliper ile aynı kişi tarafından deneklerin sağ tarafından iki kez alınarak ve verilerin ortalamaları alınmıştır. Ölçümleri kayan kaliper (Holtain Ltd., UK) ile  $\pm 1\text{mm}$  duyarlıkla yapılmıştır.

Çevre: Gullick metre ile  $\pm 1\text{mm}$  duyarlıkta yapılmış; her açılımda standart bası uygulayacak şekilde metrenin yayı aktive edilmiştir.



Şekil 3.4. Skinfold kaliper, gullick metre, kayan kaliper ve stadiometre

Araştırma Hacettepe Üniversitesi Spor Bilimleri ve Teknolojisi Yüksekokulu Performans Laboratuvarında ve laboratuvarında bulunan skinfold kaliper, gullick metre, kayan kaliper ve stadiometre boy ölçerlerle yapılmıştır.

### 3.3.2. Hidrostatik Tartım (HT) ve Rezidual Volüm

#### HT Ölçümü

-Tartı  $\pm 10$ g duyarlılıkla maksimum 20kg ölçüm yapabilen sensör (GX Model, NBC, İtaly) ile yapılmış; dijital sensörün elde ettiği ağırlık 0.01 gr duyarlılıkla düzeneğin 30x20x23 boyutlarında ve tartım iskelesine monte edilmiş monitörden manuel olarak okunmuştur.

-Su Tankı: 3 mm krom nikel alaşımlı 147x110x110cm boyutlarında olup; su devridaimi bir su ısıtıcıya bağlanmış (Luxell LX-8500 model, Türkiye) ve tahliye vanası bulunan bir tanktır. Su tahliyesi elektrik motor takviyeli bir su pompasıyla (EBARA marka, İtalya) yapılmaktadır. Ön yüzünde 95x65cm boyutlarında bir fleksiglass cam penceresi bulunmaktadır.

-Skuba ağırlıklar: Deneğin suya batmasını sağlamak amaçlı; 3 adet 2 kg ağırlığında ve bir kemere takılmış olarak kullanılmıştır.

-Tartı oturağı: 43x37x38cm boyutlarında, alüminyum alaşımdan yapılmış, iki yanlardan zincirle ağırlık ölçer sensörünün (GX Model, NBC, İtaly) askısına asılı bir düzenele kullanılmıştır. Oturak sensörün kancasına takılı olarak ve sensörün diğer monitör ve aksamları, 48 cm açıklık 110 cm yükseklik genişlikteki bir iskeleye monte edilmiştir.

-Şnorkel ve ağızlık

-Su Sıcaklığı Ölçümü: 0.1°C duyarlılıkla ölçüm yapabilen termometre.

-Barometre

#### Rezidual Volüm Ölçümü

-O<sub>2</sub> ve CO<sub>2</sub> gaz analizörleri: Sable Systems RA-1 O<sub>2</sub> Analyzer ve Sable Systems RA-1 CO<sub>2</sub> Analyzer (Nevada, ABD) kullanılmış; düzgün ve standart hava akımı elde etmek için SABLE marka akımmetre (Mois Flow Meter, Gas Analyser Sub-sampler Verison 1.0, Nevada, ABD) yardımıyla pompa+Oksijen Analizörü+Karbondiyoksit Analizörü seri olarak bağlanmıştır. Hava içerisindeki nemin kuru havaya dönüşümü; pompa girdisine bağlı 36 cm uzunluğunda eğri bir

cam tüp ve tüpü sisteme bağlayan 27 uzunluğunda bir plastik boru düzeneği ile örnek hava içeriği analiz edilmiştir.

-Örneklem Torbası: 5 litrelik gaz geçirgenliği olmayan örneklem torbası (Hans Rudolph inc., Missouri, ABD)

-Kalibrasyon şırıngası: Hans Rudolph inc., Model 5530, Missouri, ABD.

-Saf Oksijen: Oksijen dilüsyonu için %100 saf oksijen (BOS AŞ, Türkiye)

-Kalibrasyon gazı: O<sub>2</sub> ve CO<sub>2</sub> gaz analizörünün kalibrasyonu için içeriği belirli gazlar analiz sertifikalı gaz (%68.9 oksijen, %4.8 karbondioksit ve %26 nitrojen) (BOS AŞ, Türkiye)

-Termometre, şnorkel ve değiştirilebilir ağızlıklardır.



Şekil 3.5. O<sub>2</sub> ve CO<sub>2</sub> Analizörleri, Akımmetre, Cam tüp bağlantıları



Şekil 3.6. Örneklem torbası, şnorkel, üçlü vana

### 3.3.3. Biyoelektrik İmpedans Analizi (BİA)

Rezistans ve reaktans ölçümleri için; biyoelektrik impedans analizörü tek frekanslı (sabit 50kHz frekansta 800 $\mu$ A alternatif akım) el ve el bileği, ayak ve ayak bileğine dört adet tetrapolar elektrot takılarak (Biodynamics Model 310e, Washington USA) ölçülmüştür.

Tek kullanımlık tablet EKG elektrotu (Skintact RT34, Innsbruck, Austria) kullanılarak ölçümler yapılmıştır. Her ölçüm öncesi elektrot yapıştırılacak bölge alkollü pamuk ile temizlenmiştir.



Şekil 3.7. BİA Analizörü

### 3.4. Veri Toplama Yöntemi

#### 3.4.1. Antropometrik Ölçümler

**Boy Uzunluğu:**  $\pm 0.1$ mm duyarlıkla ölçüm yapan stadiometre (Holtain Ltd, UK) ile ayaklar çıplak, baş Frankfort düzlemde, topuklar birleşik, derin bir inspirasyon ardından başın verteks noktası ile ayak arasındaki mesafe cm cinsinden ölçülmüştür (145).

**Vücut Ağırlığı:** Vücut ağırlıkları ise  $\pm 0.1$  kg duyarlıkla ölçüm yapan bir baskül (Tanita 401 A, Japonya) ile yüzme mayosu veya şortu ile ayaklar çıplak olarak ölçülmüştür.

DKK, çap ve çevre ölçümleri vücudun sağ tarafından iki defa alınmıştır. İki değer arasındaki fark %10 dan daha büyükse ölçüm tekrarlanmıştır. İki ölçümün ortalaması sonuç olarak kaydedilmiştir.

**Tablo 3.2. VA ve boy ölçümlerine ilişkin test-tekrar test sonuçları (ölçümler farklı günlerde yapılmıştır) (n=18)**

|                 | 1. ölçüm  |       | 2. ölçüm  |       | r     | p     |
|-----------------|-----------|-------|-----------|-------|-------|-------|
|                 | $\bar{x}$ | s     | $\bar{x}$ | s     |       |       |
| <b>Boy (cm)</b> | 181.87    | 8.954 | 181.88    | 8.857 | 0.999 | 0.000 |
| <b>VA (kg)</b>  | 66.97     | 8.119 | 67.20     | 8.112 | 0.998 | 0.000 |

Boy ve VA ölçümlerine ilişkin farklı günlerde yapılan 1. ve 2. gün değerlerinin ortalama, standart sapma, Pearson korelasyon katsayıları hesaplanmıştır. Tablo 3.1 ve 3.2 ölçüm değerlerinin ortalama, standart sapma ve Pearson korelasyon katsayıları verilmiştir. Ölçümlere göre Pearson korelasyon katsayıları yüksek çıkmıştır.

### Deri Kıvrım Kalınlığı

Ölçüm için Holtain marka skinfold kaliper kullanılmıştır. Kaliper yardımıyla aynı kişi tarafından deneklerin sağ tarafından aşağıdaki bölgelerden iki defa alınarak verilerin ortalama değerleri kullanılmıştır. Tablo 3.3’de bu bölgelerin açıklamaları yer almaktadır (103, 105). Bölgelerin açıklamaları Tablo 3.3’de ölçümleri Şekil 3.8-17’de verilmiştir.

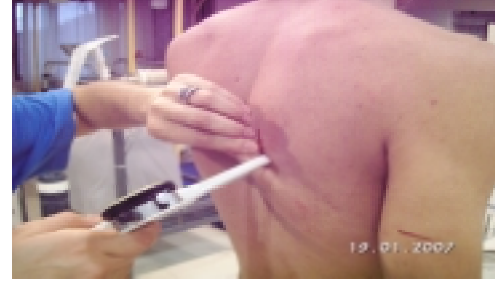
**Deri Kıvrım Kalınlığı Ölçümleri:** Ölçüm alınan bölgeler: triseps, abdomen, biceps, suprailiak I, suprailiak II, subskapula, göğüs, uyluk, baldır ve midaksilla deri kıvrımıdır.

**Tablo 3.3. DKK ölçüm bölgelerinin anatomik referans noktaları, ölçüm pozisyonu ve açıklamaları**

| Bölge                | Kıvrımın yönü           | Anatomik referans  | Ölçüm  |
|----------------------|-------------------------|--|--|
| <b>Göğüs</b>         | Diagonal                | Koltuk altı ve meme ucu                                    | Olabilecek en üst noktadan ölçüm kaydedilir.   |
| <b>Subskapula</b>    | Diagonal                | Skapulanın inferior kenarı                                 | denek ayakta, kürek kemiğinin altında deride görülen doğal ayırım çizgisi boyunca kemiğin alt açısının hemen altından Skapulanın inferior kenarından kaliperin 1 cm altından ölçüm kaydedilir.   |
| <b>Suprailiak I</b>  | Oblik                   | İliak krest  | iliak krestin hemen üstünde, midaksiller çizginin posteriorunda ve iliac crestin hemen üstünden ölçülür.   |
| <b>Suprailiak II</b> | Oblik                   | İliak krest  | kasığa daha yakın olarak iliak krestin 1cm üstünden 2cm medial taraftan, kasığa paralel olarak ölçüm kaydedilir.   |
| <b>Abdominal</b>     | Horizontal              | Umblikus   | deri kıvrım kalınlığı umblikusun (göbeğin) 3cm lateral ve 1 cm inferior ölçüm kaydedilir.  |
| <b>Triseps</b>       | Vertikal (orta çizgi)   | Skapulanın akromial çıkıntı ve ulnanın olekronon çıkıntısı | Skapulanın akromial çıkıntısının laterali ve ulnanın olekronon çıkıntısı arasındaki mesafe dirsek 90 <sup>0</sup> fleksiyondayken ölçülür ve orta nokta işaretlenir. Ölçüm kıvrımın 1 cm altından alınır. Kaliper işaretlenen yerleştirilir. |
| <b>Biceps</b>        | Vertikal (orta çizgi)   | Biceps brachii   | Triseps için işaretlenen bölge biceps brachii kasının bel bölümünden alınır. Kaliper parmakların 1 cm altına yerleştirilir.  |
| <b>Uyluk</b>         | Vertikal (orta çizgi)   | İnguinal kıvrım ve patellanın üst sınırı                   | İnguinal katlantı ile patellanın proximal sınırı arasındaki mesafenin orta noktası işaretlenir. Vücut ağırlığı sol bacağına verilmesi istenir. Kaliper parmakların 1 cm altına yerleştirilerek ölçüm kaydedilir.                             |
| <b>Baldır</b>        | Vertikal (medial bölge) | Maksimal baldır çevresi                                    | Maksimal baldır çevresinin hizasından ve baldırın medial bölgezinden diz ve kalça 90 <sup>0</sup> açıdayken ölçüm alınır.  |
| <b>Midaksilla</b>    | Vertikal (orta çizgi)   | Xiphoid çıkıntı  | Xiphoid çıkıntının horizontal çizgi hizasından, koltukaltı ile birleşen vertikal çizgi bölümünden ölçüm kaydedilir.  |



Şekil 3.8. Triseps DKK



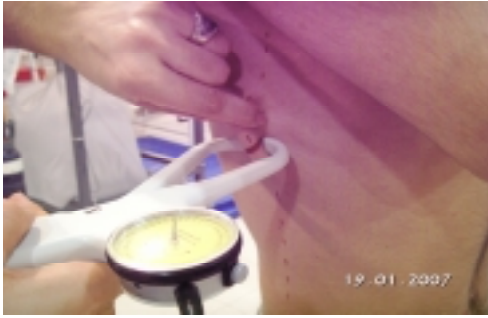
Şekil 3.9. Subskapula DKK



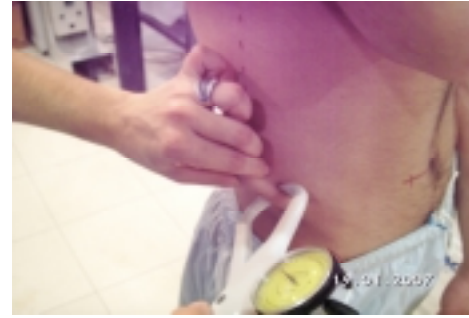
Şekil 3.10. Biceps DKK



Şekil 3.11. Göğüs DKK



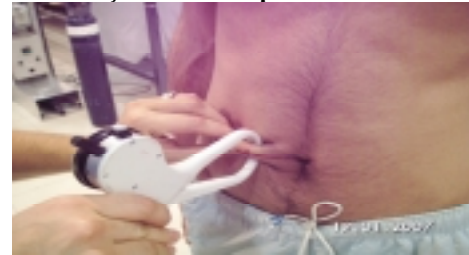
Şekil 3.12. Midaksilla DKK



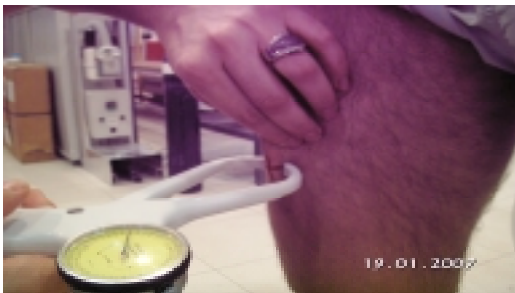
Şekil 3.13. Suprailiak 1 DKK



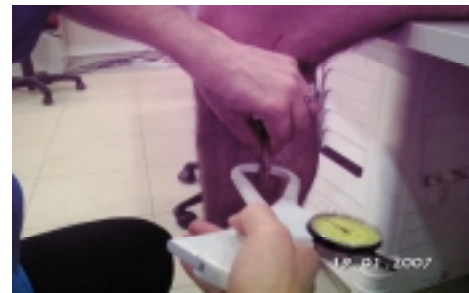
Şekil 3.14. Suprailiak 2 DKK



Şekil 3.15. Abdomen DKK



Şekil 3.16. Uyluk DKK



Şekil 3.17. Baldır Çevre

DKK ölçümlerine ilişkin 1. ve 2. ölçüm değerlerinin ortalama, standart sapma, Pearson korelasyon katsayıları hesaplanmıştır. Tablo 3.4'de 1. ve 2. ölçüm değerlerinin ortalama, standart sapma ve Pearson korelasyon katsayıları verilmiştir. Ölçümlere göre Pearson korelasyon katsayıları yüksek çıkmıştır.

**Tablo 3.4. DKK ölçümlerine ilişkin test-tekrar test sonuçları (ölçümler aynı gün yapılmıştır) (n=18)**

| DKK<br>(mm) | 1. ölçüm  |       | 2. ölçüm  |       | r    | p     |
|-------------|-----------|-------|-----------|-------|------|-------|
|             | $\bar{x}$ | s     | $\bar{x}$ | s     |      |       |
| Triceps     | 7.66      | 1.397 | 7.61      | 1.347 | 0.98 | 0.000 |
| Subskapula  | 8.12      | 1.318 | 8.14      | 1.382 | 0.98 | 0.000 |
| Biceps      | 3.39      | 0.492 | 3.43      | 0.514 | 0.96 | 0.000 |
| Göğüs       | 5.01      | 0.855 | 4.88      | 0.764 | 0.93 | 0.000 |
| Midaksilla  | 5.60      | 0.905 | 5.58      | 0.886 | 0.95 | 0.000 |
| Suprailiak1 | 8.37      | 1.764 | 8.53      | 1.722 | 0.99 | 0.000 |
| Suprailiak2 | 4.92      | 1.056 | 5.02      | 1.074 | 0.97 | 0.000 |
| Abdomen     | 10.73     | 2.741 | 10.76     | 2.581 | 0.99 | 0.000 |
| Uyluk       | 10.40     | 2.201 | 10.32     | 2.262 | 0.99 | 0.000 |
| Baldır      | 6.52      | 1.569 | 6.53      | 1.581 | 0.99 | 0.000 |

DKK ölçümlerine ilişkin farklı günlerde yapılan 1. ve 2. gün değerlerinin ortalama, standart sapma, Pearson Korelasyon Katsayıları hesaplanmıştır. Tablo 3.5'de 1. ve 2. ölçüm değerlerinin ortalama, standart sapma ve Pearson korelasyon katsayıları verilmiştir. Ölçümlere göre Pearson korelasyon katsayıları yüksek çıkmıştır.

**Tablo 3.5. DKK ölçümlerine ilişkin test-tekrar test sonuçları (ölçümler farklı günlerde yapılmıştır) (n=18)**

| DKK<br>(mm) | 1. ölçüm  |       | 2. ölçüm  |       | r    | p     |
|-------------|-----------|-------|-----------|-------|------|-------|
|             | $\bar{x}$ | s     | $\bar{x}$ | s     |      |       |
| Triceps     | 7.63      | 1.366 | 7.76      | 1.232 | 0.95 | 0.000 |
| Subskapula  | 8.13      | 1.344 | 8.18      | 1.289 | 0.98 | 0.000 |
| Biceps      | 3.41      | 0.498 | 3.47      | 0.45  | 0.87 | 0.000 |
| Göğüs       | 4.94      | 0.796 | 4.96      | 0.649 | 0.88 | 0.000 |
| Midaksilla  | 5.59      | 0.885 | 5.40      | 0.857 | 0.94 | 0.000 |
| Suprailiak1 | 8.45      | 1.738 | 8.44      | 1.592 | 0.86 | 0.000 |
| Suprailiak2 | 4.97      | 1.057 | 5.03      | 1.032 | 0.91 | 0.000 |
| Abdomen     | 10.74     | 2.655 | 10.70     | 2.609 | 0.97 | 0.000 |
| Uyluk       | 10.36     | 2.226 | 10.34     | 2.432 | 0.97 | 0.000 |
| Baldır      | 6.53      | 1.572 | 6.47      | 1.467 | 0.95 | 0.000 |

## Çap Ölçümleri

Kayan kaliper ile aynı kişi tarafından deneklerin sağ tarafından iki kez alınacak ve verilerin ortalamaları alınmıştır.

Çap ve Uzunluk Ölçümleri: Toplam 7 çap ve uzunluk ölçümü alınan bölgeler: biakromial, bi-deltoid, bi-iliak, bi-trokanter, humerus bi-epikondil ve femur bi-epikondil, ayak uzunluğudur. Tablo 3.6'da bu bölgelerin açıklamaları yer almaktadır. (105, 220). Bölgelerin şekilleri Şekil 3.18-24'de verilmiştir.

**Tablo 3.6. Çap ve uzunluk ölçüm bölgelerinin anatomik referans noktaları, ölçüm pozisyonu ve açıklamaları**

| Bölge                              | Anatomik referans noktası                                | Pozisyon   | Ölçüm   |
|------------------------------------|--|------------|---|
| <b>Biakromial Çap (omuz)</b>       | Skapulamin akromiyon çıkıntılarının laterali             | horizontal | Denek ayakta, omuzlar gevşek, kollar aşağıya ve hafifçe öne doğru dikey bir biçimde sarkıtılmış pozisyonda antropometrik kayan kaliper yan uçlarına yatay olarak yerleştirilmiştir. Ölçüm arka taraftan alınır.       |
| <b>Bi-deltoid</b>                  | En şişkin bölge  | Horizontal | Denek ayakta, omuzları gevşek ve kolları aşağıya sarkıtılmış pozisyonda iken, antropometrik kayan kaliper deltoid kaslarının yanlardan en şişkin bölgelerine yatay olarak yerleştirildi ve ölçüm kaydedilir.          |
| <b>Bi-iliak Çap</b>                | İliak krest  | Horizontal | Denek ayakta, kolları göğse kavuşturulmuş pozisyonda iken antropometrik kaliperin ağzı aşağı yönde 45°'lik açıyla iliak uçların maksimum geniş bölgelerine sıkıca yerleştirilir ve kaydedilir.                        |
| <b>Bi-trokanterik Çap</b>          | Femurun büyük trokanteri                                 | Horizontal | Denek ayakta, bacakları bitişik ve kolları göğüste; antropometrik kaliperin ağzı ile yatay bir şekilde oldukça yüksek bir basınçla yumuşak dokuya bastırılır. Arka tarafta trokanterler arasındaki mesafe kaydedilir. |
| <b>Femur Epikondil</b>             | Femurun lateral ve medial epikondil                      | Horizontal | Denek dizler 90° bükülü pozisyonda otururken, sabit basınç uygulanarak lateral ve medial femur epikondil arasındaki mesafe kaydedilir.  |
| <b>Humerus Epikondil</b>           | Humerusun lateral ve medial epikondil                    | Horizontal | Deneğin omuz ve dirseği 90° bükülü pozisyondayken, sabit basınç uygulanarak lateral ve medial humerus epikondil arasındaki mesafe kaydedilir.   |
| <b>Ayak Uzunluğu Docherty (58)</b> | Topuğun posterior bölgesi, en uzun parmağın anterior ucu | -          | Denek ayakta, vücut ağırlığını her iki ayak taşıırken, topuğun posterior bölgesi ve en uzun parmağın anterior ucu arasındaki mesafe kaydedilir.   |



Şekil 3.18. Biakromial Çap



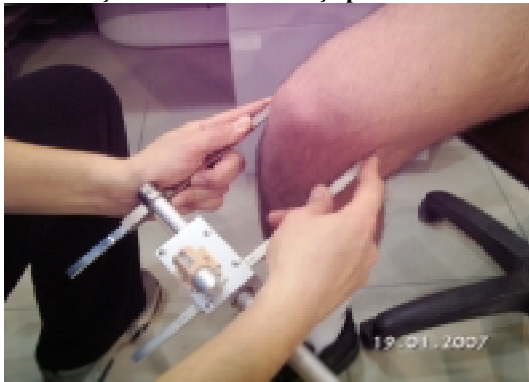
Şekil 3.19. Bideltoid Çap



Şekil 3.20. Bi-iliak Çap



Şekil 3.21. Bi-trokhanter Çap



Şekil 3.22. Femur Epikondil Çap



Şekil 3.23. Humerus Epikondil Çap



Şekil 3.24. Ayak Uzunluğu

Çap ölçümlerine ilişkin 1. ve 2. ölçüm değerlerinin ortalama, standart sapma, Pearson korelasyon katsayıları hesaplanmıştır. Tablo 3.7’de 1. ve 2. ölçüm değerlerinin ortalama, standart sapma ve Pearson korelasyon katsayıları verilmiştir. Ölçümlere göre Pearson korelasyon katsayıları yüksek çıkmıştır.

**Tablo 3.7. Çap ve uzunluk ölçümlerine ilişkin test-tekrar test korelasyon katsayıları (ölçümler aynı günde yapılmıştır) (n=18)**

| Çap ve Uzunluk (cm)  | 1. ölçüm  |       | 2. ölçüm  |       | r    | p     |
|----------------------|-----------|-------|-----------|-------|------|-------|
|                      | $\bar{x}$ | s     | $\bar{x}$ | s     |      |       |
| <b>Omuz</b>          | 39.22     | 2.168 | 39.32     | 2.236 | 1.00 | 0.000 |
| <b>Bideltoid</b>     | 42.43     | 2.625 | 42.56     | 2.609 | 0.99 | 0.000 |
| <b>Billiak</b>       | 26.68     | 1.745 | 26.73     | 1.755 | 0.98 | 0.000 |
| <b>Trokanter</b>     | 32.67     | 1.256 | 32.73     | 1.359 | 0.98 | 0.000 |
| <b>Femur</b>         | 9.98      | 0.337 | 9.99      | 0.324 | 0.97 | 0.000 |
| <b>Humerus</b>       | 6.84      | 0.402 | 6.82      | 0.377 | 0.98 | 0.000 |
| <b>Ayak uzunluğu</b> | 26.55     | 1.687 | 26.60     | 1.662 | 1.00 | 0.000 |

Çap ve uzunluk ölçümlerine ilişkin farklı günlerde yapılan 1. gün ve 2. gün değerlerinin ortalama, standart sapma, Pearson Korelasyon Katsayıları hesaplanmıştır. Tablo 3.8’de 1. ve 2. ölçüm değerlerinin ortalama, standart sapma ve Pearson korelasyon katsayıları verilmiştir. Ölçümlere göre Pearson korelasyon katsayıları yüksek çıkmıştır.

**Tablo 3.8. Çap ve uzunluk ölçümlerine ilişkin test-tekrar test korelasyon katsayıları (ölçümler farklı günler alınmıştır) (n=18)**

| Çap ve Uzunluk (cm)  | 1. ölçüm  |       | 2. ölçüm  |       | r    | p     |
|----------------------|-----------|-------|-----------|-------|------|-------|
|                      | $\bar{x}$ | s     | $\bar{x}$ | s     |      |       |
| <b>Omuz</b>          | 39.27     | 2.201 | 39.24     | 2.098 | 0.98 | 0.000 |
| <b>Bideltoid</b>     | 42.49     | 2.612 | 42.44     | 2.123 | 0.97 | 0.000 |
| <b>Billiak</b>       | 26.71     | 1.742 | 26.68     | 1.575 | 0.97 | 0.000 |
| <b>Trokanter</b>     | 32.70     | 1.302 | 32.73     | 1.282 | 0.98 | 0.000 |
| <b>Femur</b>         | 9.99      | 0.328 | 9.98      | 0.307 | 0.91 | 0.000 |
| <b>Humerus</b>       | 6.83      | 0.387 | 6.84      | 0.365 | 0.96 | 0.000 |
| <b>Ayak uzunluğu</b> | 26.58     | 1.673 | 26.66     | 1.712 | 0.99 | 0.000 |

### Çevre Ölçümleri

Gulic metre ile çevre ölçümleri aynı kişi tarafından deneklerin sağ tarafından iki kez alınarak ve verilerin ortalamaları alınmıştır.

Çevre Ölçümleri:  $\pm 0.1$  cm ölçen gulick metre kullanılmıştır. Ölçüm alınan bölge: biceps ve biceps kontrakte, boyun, göğüs, abdominal, kalça, uyluk, baldır, el

bileği, önkol ve ayak bileği çevresidir. Tablo 3.9’da bu bölgelerin açıklamaları yer almaktadır (37,105). Bölgelerin şekilleri Şekil 3.25-35’de verilmiştir.

**Tablo 3.9. Çevre ölçüm bölgelerininin anatomik referans noktaları, ölçüm pozisyonu ve açıklamaları**

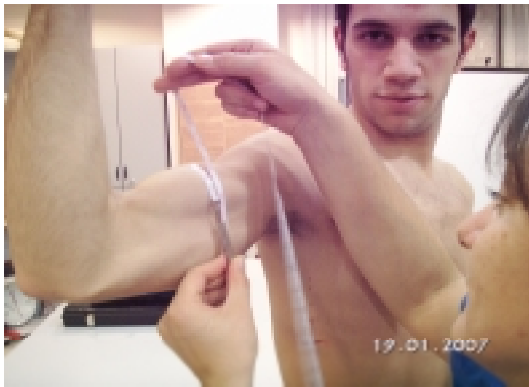
| <b>Bölge</b>           | <b>Anatomik referans noktası</b>                  | <b>Pozisyon</b>           | <b>Ölçüm</b>  |
|------------------------|---|---------------------------|---|
| <b>Boyun</b>           | Larinks çıkıntısı                                 | Horizontal                | Minimum basınçla referans noktasının hemen altından ölçüm kaydedilir.   |
| <b>Göğüs</b>           | Dördüncü costo sternal eklem                      | Horizontal                | 4. kaburga hizasında gulick metre yerleştirilir ve nefes verme sonunda ölçüm kaydedilir.  |
| <b>Karın</b>           | Göbek hizası                                      | Horizontal                | Gulick metre karının çevresine önden en büyük tümsek yaptığı göbek seviyesinde; normal bir ekspirasyon sonrasındaki ölçüm kaydedilir.   |
| <b>Kalça</b>           | Kalçanın posterior maksimum çıkıntısı             | Horizontal                | Gulickmetre belirlenen anatomik bölge çevresine yerleştirilerek ölçüm kaydedilir.   |
| <b>Uyluk</b>           | İnguinal katlantı ile patellanın proksimal sınırı | Horizontal                | İki anatomik referans noktasının ortasından bacak bükülü olarak ve ağırlık diğer bacaktırken ölçüm kaydedilir   |
| <b>Baldır</b>          | Calf kasının maksimum çevresi.                    | Bacağın uzun eksenine dik | Oturur pozisyonda ve ayakları serbestken, şerit metre baldırın boy eksenine dik olarak maksimum kalınlıkta olduğu bölgenin etrafından ölçüm kaydedilir.   |
| <b>Biceps</b>          | Akromion çıkıntı ve olekrann çıkıntı ortası       | Kol eksenine dik          | Kol dirsekten 90° derece fleksiyonda skapulanın akromiyon çıkıntının arka izdüşümü ile ulnanın olekranon çıkıntısının alt kenarı arasındaki mesafenin ortası işaretlenir. Kollar yanlara sarkık şerit metre daha önce işaretlenmiş olan orta nokta seviyesinde kolun boy eksenine dik olarak çevre ölçümü kaydedilir. |
| <b>Biceps (Kasılı)</b> | Akromion çıkıntı ve olekrann çıkıntı ortası       | Kol eksenine dik          | Kol yatay duruma getirilmiş, dirsek yaklaşık 90° fleksiyonda ve el supinasyonda gulick metre biceps etrafına yerleştirilir ve maksimum kasılma istenerek ölçüm kaydedilir.  |
| <b>Önkol</b>           | Önkolun maksimum genişliği                        | Kolun boy eksenine dik    | Kollar aşağıya sarkıtılmış ve el supinasyonda gulick metre ön kolun proksimalde en geniş olan yerinin çevresinde ölçüm kaydedilir   |
| <b>El bileği</b>       | radius ve unlanın styloid çıkıntısının distali    | ön kolun boy eksenine dik | Dirsek fleksiyonda ve ön kol supinasyonda; şerit metre bileğin etrafına olarak yerleştirilir ve ölçüm kaydedilir.   |
| <b>Ayak bileği</b>     | Tibia ve fibulanın malleol                        | Bacak eksenine dik        | Malleolun proksimalinden minimum çevre ölçümü kaydedilir  |



Şekil 3.25. Boyun Çevre



Şekil 3.26. Biceps Çevre



Şekil 3.27. Biceps Çevre (Kasılı)



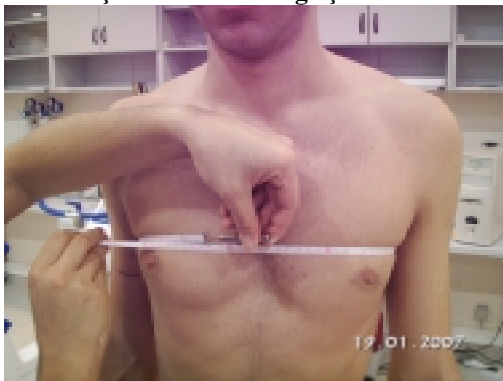
Şekil 3.28. Önkol Çevre



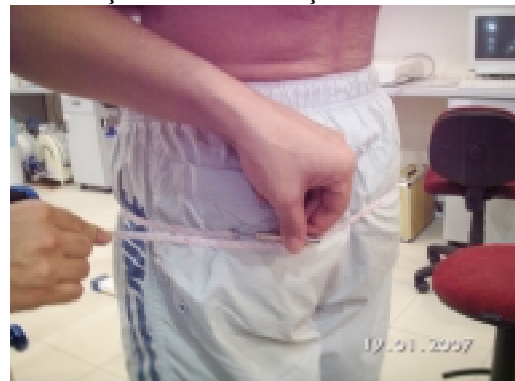
Şekil 3.29. El bileği Çevre



Şekil 3.30. Karın Çevre



Şekil 3.31. Göğüs Çevre



Şekil 3.32. Kalça Çevre



Şekil 3.33. Uyluk çevre



Şekil 3.34. Baldır Çevre



Şekil 3.35. Ayak bileği çevre

Çevre ölçümlerine ilişkin aynı gün içinde yapılan 1. ve 2. değerlerinin ortalama, standart sapma, Pearson korelasyon katsayıları hesaplanmıştır. Tablo 3.10'da 1. ve 2. ölçüm değerlerinin ortalama, standart sapma ve Pearson korelasyon katsayıları verilmiştir. Ölçümlerde Pearson korelasyon katsayıları yüksek çıkmıştır.

**Tablo 3.10. Çevre ölçümlerine ilişkin test-tekrar test sonuçları (ölçümler aynı gün alınmıştır) (n=18)**

| Çevre (cm)     | 1. Ölçüm  |       | 2. Ölçüm  |       | r    | p     |
|----------------|-----------|-------|-----------|-------|------|-------|
|                | $\bar{x}$ | s     | $\bar{x}$ | s     |      |       |
| Boyun          | 34.47     | 1.227 | 34.58     | 1.291 | 0.96 | 0.000 |
| Biceps         | 25.67     | 1.577 | 25.62     | 1.558 | 0.98 | 0.000 |
| Biceps(Kasılı) | 28.50     | 1.550 | 28.53     | 1.611 | 0.99 | 0.000 |
| Önkol          | 24.90     | 1.311 | 24.84     | 1.282 | 0.99 | 0.000 |
| Elbileği       | 16.24     | 0.807 | 16.23     | 0.792 | 0.97 | 0.000 |
| Göğüs          | 89.16     | 4.827 | 89.28     | 4.908 | 1.00 | 0.000 |
| Karın          | 72.59     | 3.436 | 72.33     | 3.623 | 0.99 | 0.000 |
| Kalça          | 92.03     | 3.427 | 92.03     | 3.273 | 1.00 | 0.000 |
| Uyluk          | 50.36     | 3.183 | 50.38     | 3.205 | 1.00 | 0.000 |
| Baldır         | 35.39     | 2.229 | 35.39     | 2.237 | 1.00 | 0.000 |
| Ayakkaleği     | 22.76     | 1.178 | 22.69     | 1.180 | 0.98 | 0.000 |

Çevre ölçümlerine ilişkin farklı günlerde yapılan 1. gün ve 2. gün değerlerinin ortalama, standart sapma, Pearson korelasyon katsayıları hesaplanmıştır. Tablo 3.11’de 1. ve 2. ölçüm değerlerinin ortalama, standart sapma ve Pearson korelasyon katsayıları verilmiştir. Ölçümlerde Pearson korelasyon katsayıları yüksek çıkmıştır.

**Tablo 3.11. Çevre ölçümlerine ilişkin test-tekrar test sonuçları (ölçümler farklı günlerde alınmıştır) (n=18)**

| Çevre (cm)      | 1. ölçüm  |       | 2. ölçüm  |       | r     | p     |
|-----------------|-----------|-------|-----------|-------|-------|-------|
|                 | $\bar{x}$ | s     | $\bar{x}$ | s     |       |       |
| Boyun           | 34.53     | 1.247 | 34.54     | 1.178 | 0.963 | 0.000 |
| Biseps          | 25.64     | 1.561 | 25.63     | 1.617 | 0.984 | 0.000 |
| Biseps (Kasılı) | 28.51     | 1.575 | 28.53     | 1.558 | 0.981 | 0.000 |
| Önkol           | 24.87     | 1.294 | 24.97     | 1.184 | 0.993 | 0.000 |
| Elbileği        | 16.24     | 0.792 | 16.30     | 0.825 | 0.956 | 0.000 |
| Göğüs           | 89.22     | 4.863 | 89.47     | 4.668 | 0.990 | 0.000 |
| Karın           | 72.46     | 3.524 | 72.59     | 3.478 | 0.970 | 0.000 |
| Kalça           | 92.03     | 3.346 | 92.03     | 3.420 | 0.962 | 0.000 |
| Uyluk           | 50.37     | 3.190 | 50.16     | 3.270 | 0.976 | 0.000 |
| Baldır          | 35.39     | 2.231 | 35.46     | 2.125 | 0.986 | 0.000 |
| Ayakbileği      | 22.72     | 1.172 | 22.60     | 1.139 | 0.985 | 0.000 |

### 3.4.2. Hidrostatik Tartım ve Rezidual Volüm Ölçümü

#### Hidrostatik tartım ve rezidual volüm uygulama yönergesi (103, 153, 163)

HT’den önce sporcu grupların bir hafta önceden bilgilendirilerek ölçüm öncesi gerekli kurallar anlatılmış ve en iyi sonucu alabilmek için açıklayıcı bilgiler verilmiştir.

Deneklerin test öncesi test sırasında uymaları gerekli noktalar:

- Testten bir gün önce normal diyet, su alımı ve egzersiz önerilmiştir.
- Barsaklarda gaz yapacak yiyeceklerden kaçınılması,
- Testten 2 saat önce sıvı alınmaması ve sigara içilmemesi
- Ölçümler kahvaltı öncesi sabah yapılarak testten önce herhangi birşey yenmemesi
- Ölçümden önce bağırsaklarını boşaltması ve mesanenin boşaltılması istenmiştir.

-Tartım için şort veya mayo giydikten sonra su dışındaki ağırlığı tespit edilmiş, Tartımın doğruluğu, kullanımdan önce kalibre edilmiş ağırlıklarla ve tartımın verdiği değer belirlenmiştir.

-Ölçüm sırasında suyun sıcaklığı test edilerek her tartımda sıcaklık not edilmiştir. Sıcaklığının deneğin rahatı için 35°C-36°C arasında olması sağlanmıştır.

Deneğin suya alışması, deri üstündeki ve mayo içindeki hava kabarcıklarının giderilmesi istenmiştir. Tartımdan hemen önce atmosferik basınç ve tank suyunun sıcaklığı ölçülüp kaydedilmiştir.

RV ölçümü sırasında temel ölçüm yöntemi:

Beş litrelik örneklem torbasının içi önce iyice boşaltılarak ve oksijen gazı ile 3 defa yıkanarak 3 litre %100 oksijen ile doldurulmuştur.

Torba 3 kapaklı "T" şeklinde hortum altına tutturulmuştur.

Denek "T" hortumunun bir kapağındaki ağızlığı ağzına alır ve açık olan diğer kapaktan oda havasını tenneffüs etmesi istenerek; T vanası, ağızlık ve şnorkelin deneğin ekspirasyon havası ile yıkanması sağlanmıştır.

Denek rezidual volüm noktasına kadar maksimal bir ekspirasyon yaptıktan sonra odaya açılan kapak kapatılmış ve T vanasının hortumunun beş litrelik torbaya olan bağlantısı açılmıştır.

Denek torbaya 3 defa nefes alıp verir (2 saniyede bir soluk). Nefes alıp vermenin sıklığı sayesinde torbadaki ve akciğerdeki solunum gazlarının tam karışımı sağlanmıştır.

3 soluma sonrası deneğe güçlü bir ekspirasyon yapması istenerek solunum sonunda T vanası kapatılmıştır.

Daha sonra torbadan 1 litrelik gaz karışımı alınır ve metabolik ölçüm çizelgesine göre O<sub>2</sub> ve CO<sub>2</sub> için analiz edilir. Bunun için herhangi bir O<sub>2</sub> ve CO<sub>2</sub> analizörü kullanılmıştır.

Test sırasında suya ve manevralara alıştırma hareketleri için:

-Şnorkel kullanmadan ve su içine batmadan burun mandalı kullanarak maksimal ekspirasyon çalışması

-Her denek su içinde şnorkel kullanmadan maksimal ekspirasyonu çalışması.

-Denek, başı su dışında şnorkel kullanması

-Şnorkele bağlanan örneklem torbasına doldurulmuş saf oksijenin üç defa inspirasyon-ekspirasyon çalışması yapılmıştır.

Yukarıda belirtilen her manevrayı doğru yapması sağlandıktan sonra, tartım öncesi bir defa deneğin başı su içinde şnorkel kullanarak tartımın tam provası yapılmıştır. Bu denemelerde başarılı olan deneklerin gerçek ölçümüne geçilmiştir.



Şekil 3.36. HT ölçümü alıştırma çalışmaları

#### Örneklem torbasının hazırlanması

Douglas torbası, şırınga, üçlü vana ve diğer bağlantı borularındaki ölü hacimler saf oksijenle yıkanmıştır. Douglas Torbasının içi vakumla tamamen havası boşaltıldıktan sonra torba içine yaklaşık 10 lt saf oksijenle doldurulmuştur. Daha sonra tekrar vakumla boşaltılmıştır. Tamamen havası vakumla boşaltılan torba için bu işlem 3 defa saf oksijenle tekrarlanmıştır. Douglas torbası, üçlü vana ve bağlı olduğu şırıngaya bağlı tüm vana kapakları kapalı olarak bağlanmıştır. Bağlanan Douglas torbasına tekrar oksijen doldurulmuştur. Şırınga ve bağlantı vanaları 3 defa torbadan gelen saf oksijenle yıkanmıştır. Ölü boşluklar yıkandıktan sonra, 5 lt lik örneklem torbası önce vakumla havası tamamen havası boşaltılmıştır. Aynı yıkama işlemi örneklem torbası için de 3 defa tekrarlanmıştır. Tamamen yıkanan örneklem torbası 3 lt saf oksijenle doldurulurken dolum sırasında gaz sıcaklığı kaydedilmiştir.



Şekil 3.37. Örneklem torbasının hazırlanması

Ölçümün doğru yapılmasının sağlanmasında aşağıda belirtilen hataların meydana gelmesi halinde;

-Deneğin ekspirasyon sonu HT ağırlığı; şorkelsiz maksimal ekspirasyon HT ağırlığından farklı olması,

-Deneğin örnek torbası içerisindeki oksijeni tam inspire etmemesi,

-Maksimal ekspirasyon sonrası sabitlenmiş bir HT değeri okuyacak kadar (1-2 saniye) su içerisinde duramaması durumunda ölçüm doğru yapılanaya kadar tekrar edilmiştir.

Tartımın okunması sırasında deneğin sakin ve rahat olması çok önemlidir. Deneğin suya batarken suyun dalgalanmaması, oturağı sallanmaması ve dengesini bozmaması için elle oturak kontrol edilmiştir. Aynı zamanda deneğin ayaklarının, ellerinin veya oturak düzeneğinin tankın herhangi bir yerine temas etmemesi denek uyarılarak sağlanmıştır. Denek su içinde maksimal ekspirasyon sırasında nefesini verdiği en son noktada tartımın sabitlenmesi beklenmiş ve sonuç kaydedilmiştir. Sualtı tartım 25 g duyarlıkla kaydedilmiştir. Ölçümün kaydedildiği bu noktada atmosfer havası, örneklem torbası ve deneğin snorkelini birbirine bağlayan üçlü T şeklindeki vananın atmosfer vanası kapatıldığı anda örneklem torbası vanası açılmıştır. Bu anda deneğin örneklem torbasına 3 defa maksimal inspirasyon ve ekspirasyon yapması için denek yönlendirilmiştir. Bu manevrayla birlikte denek motive edilmiş ve zorlu ekspirasyon-inspirasyon yapması sağlanmıştır. Son zorlamalı ekspirasyonla birlikte örneklem vanası kapatılmış, atmosfer vanası açılarak deneğin atmosfer havasını alması sağlanmıştır.



Şekil 3.38. HT ölçümü (su içinde RV ölçümü)

RV belirlenmesi için işlem sonunda örneklem torbasında elde edilen karışım gazı analiz edilmiştir (Sable Systems RA-1 O<sub>2</sub> Analizörü ve Sable Systems RA-1 CO<sub>2</sub> Analizörü, Nevada, ABD). Rezidual volüm kapalı devre oksijen dilüsyon (closed circuit oxygen dilution) tekniği ile belirlenmiştir (163).

İki ölçüm sonucunun %0.5-1 vücut ağırlığı aralığı kriterini tutması sağlanmıştır. İki ölçümün ortalaması doğru ölçüm olarak kabul edilmiştir. İlk iki ölçümde bu kriterin sağlanmadığı durumlarda kriterin sağlanması için sırasıyla üçüncü ve dördüncü ölçümlere geçilmiştir. Dört tekrar sonunda hala kritere uygun ölçümler alınamadığı durumlarda deneğin daha sonraki bir zamanda gelmesi sağlanmış veya denek ölçüm dışı bırakılmıştır (163).

Net sualtı tartım ağırlığı: Toplam HT ağırlığından dara ağırlığı çıkarılarak (araçların ağırlığı, kurşun ağırlık burun mandalı ve yüzme mayosu) net hidrostatik tartım ağırlığı belirlenmiştir.

VY ölçümü için kullanılan HT ölçümlerine ilişkin 1. ve 2. ölçüm değerlerinin ortalama, standart sapma, Pearson korelasyon katsayıları hesaplanmıştır. VY Ölçümlerine ilişkin test-tekrar test (ölçümler farklı günlerde yapılmıştır) sonuçlarına göre 1. ( $\bar{x}=1.076\pm 0.005$ ) ve 2. ölçümler ( $\bar{x}=1.077\pm 0.006$ ) arasındaki Pearson korelasyon katsayısı ( $r=0.95$   $p=0.000$ ) oldukça yüksek çıkmıştır. Bu sonuçlar bu çalışmada kullanılan HT yönteminin güvenilir olduğunu göstermektedir.

### Rezidual Volümün Hesaplanması

$VO_2$  :Uygulamanın başlangıcında örneklem torbasındaki oksijenin hacmini,

$b$  : Denge noktasında torbadaki hava karışımındaki nitrojen %'sini  
(%100-(O2%+CO2%))

$Bp$  : Barometrik basıncı

$t$  :Uygulamanın başlangıcında örneklem torbasındaki oksijenin sıcaklığını

$ÖB$  :Ölü boşluğu.

$$RV = VO_2 * \left( \frac{b}{80 - b} \right) * \left( \frac{Bp}{Bp - 47} \right) * \left( \frac{310}{270 + t} \right) - ÖB$$

(163).

### Vücut Yoğunluğunun Hesaplanması (23)

$$VY = \frac{HVA}{\frac{HVA - SVA}{SY} - (RV + İOH)}$$

$VY$  :Vücut yoğunluğu

$HVA$  : Havada Vücut Ağırlığı

$SVA$  : Suda Vücut Ağırlığı

$SY$  : Suyun Yoğunluğu

$RV$  : Rezidual Volüm (Ölü Akciğer Hacmi)

$İOH$  : İç Organlardaki Hava (100 ml olarak sabit alınır).

Yapılan vücut kompozisyonu çalışmalarında rezidual hacmin ölçümünde farklı yaklaşımlarla su içi ve dışı ölçüm yöntemleri kullanılmaktadır. Bu nedenle özellikle çocuklarda yöntemin zorluğu nedeniyle farklılaşma olup olmayacağını belirlemek amacıyla iki farklı ön çalışma yapılmıştır.

Hidrostatik Tartım yöntemiyle VK belirlenmesinde RV uygulaması için iki farklı ön çalışma yapılmıştır.

RV ölçümünün içerde-dışarda ölçülmesi

RV ölçümü tekrar sayısının belirlenmesi

**Ön Çalışma:** RV ölçümünün içerde-dışarda ölçülmesi

Bu çalışmanın amacı: RV su içi veya su dışı ölçümünün belirlemek amacıyla yapılmıştır.

Problem: RV'ün su içi ve su dışı ölçümleri arasında fark var mıdır?

Yöntem: Çalışmada 27 denek kullanılmıştır.

Her deneğin rezidual hacmi su içi ve dışı olmak üzere 3'er defa ölçülmüştür. Ortalaması ve standart sapması hesaplanmıştır. Bu üç ölçümün içerde ve dışarda değerleri ortalama ve standart sapmaları Tablo3.12'de verilmiştir.

İstatistiksel Analiz: İki farklı RV ölçümünde üçer ölçüm için tekrarlı ölçümlerde ANOVA yapılmıştır. RV içerde ve dışarda ölçümleri için tekrarlı ölçümlerde ANOVA sonuçları Tablo 3.12'de verilmiştir.

RV ölçümlerinde ortalama değerler incelendiğinde en yüksek değer RV su dışında ölçümlerinde 1. ölçüm olduğu gözlenmiştir. Tüm ölçümler incelendiğinde su dışında ölçülen RV değerlerinin tümünün su içi ölçümlerinden yüksek olduğu gözlenmektedir.

**Tablo 3.12. RV su içinde ve dışında ölçümlerine ait ortalama ve standart sapması**

| Ölçüm sıralaması | RV Ölçümleri (su içinde) |        | RV Ölçümleri (su dışında) |        |
|------------------|--------------------------|--------|---------------------------|--------|
|                  | $\bar{x}$                | s      | $\bar{x}$                 | s      |
| 1. Ölçüm         | 1.1586                   | 0.3317 | 1.3858                    | 0.5257 |
| 2. Ölçüm         | 1.0687                   | 0.2896 | 1.276                     | 0.4186 |
| 3. Ölçüm         | 1.1267                   | 0.3143 | 1.2937                    | 0.4408 |

RV içerde ölçümleri için yapılan tekrarlı ölçümlerde varyans analizi sonucuna göre ölçümler arasında istatistiksel olarak anlamlı fark yoktur ( $F_{(2,52)}=1.729$ ;  $p>0.001$ ) (Tablo 3.13).

**Tablo 3.13. RV su içinde ölçümleri için tekrarlı ölçümlerde varyans analizi sonuçları**

| Varyansın kaynağı | Kareler Toplamı | Sd        | Kareler Ortalaması | F     | p     |
|-------------------|-----------------|-----------|--------------------|-------|-------|
| Deneklerarası     | 5.921           | 26        | 0.228              |       |       |
| Ölçüm             | 0.112           | 2         | 0.562              | 1.729 | 0.187 |
| Hata              | 1.690           | 52        | 0.0325             |       |       |
| <b>Toplam</b>     | <b>7.723</b>    | <b>80</b> | <b>0.8225</b>      |       |       |

\* $p < 0.01$

RV dışarda ölçümleri için tekrarlı ölçümlerde ANOVA sonuçları Tablo 3.14'de verilmiştir.

RV dışarda ölçümleri için yapılan tekrarlı ölçümlerde varyans analizi sonucuna göre ölçümler arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamıştır ( $F_{(2,52)}=1.076$ ;  $p>0.001$ ) (Tablo 3.14).

**Tablo 3.14. RV su dışında ölçümleri için tekrarlı ölçümlerde varyans analizi sonuçları**

| Varyansın kaynağı | Kareler Toplamı | Sd        | Kareler Ortalaması | F     | p     |
|-------------------|-----------------|-----------|--------------------|-------|-------|
| Deneklerarası     | 12.259          | 1         | 140.812            |       |       |
| Ölçüm             | 0.188           | 2         | 0.0938             | 1.076 | 0.349 |
| Hata              | 4.535           | 52        | 0.0872             |       |       |
| <b>Toplam</b>     | <b>16.982</b>   | <b>55</b> | <b>140.993</b>     |       |       |

Tablo 3.15'de verilen sonuçlara göre RV içerde ve dışarda ölçümlerde ölçümler arası farklılık belirlenmiştir.

**Tablo 3.15. RV su içinde ve dışında ölçümlerinin tümü için tekrarlı ölçümlerde varyans analizi sonuçları**

| Varyansın kaynağı | Kareler Toplamı | Sd         | Kareler Ortalaması | F     | p     | Anlamlı Fark        |
|-------------------|-----------------|------------|--------------------|-------|-------|---------------------|
| Deneklerarası     | 15.615          | 26         | 0.601              |       |       |                     |
| Ölçüm             | 1.928           | 5          | 0.386              | 5.703 | 0.000 | 2-4, 2-5, 2-6, 3-4* |
| Hata              | 8.789           | 130        | 0.0676             |       |       |                     |
| <b>Toplam</b>     | <b>26.332</b>   | <b>161</b> | <b>1.0546</b>      |       |       |                     |

\* $p < 0.01$

RV su içinde ve dışında yapılan tekrarlı ölçümlerde varyans analizi sonucuna göre ölçümler arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur ( $F_{(5,130)}=5.703$ ;  $p>0.000$ ) (Tablo 3.15). Anlamlı fark 1., 2., 3., ölçümler su içi; 4., 5., 6. ölçümler su

dışı olarak sıralanmıştır. Bu sonuçlara göre su içindeki 2. ölçüm ile su dışındaki tüm ölçümler, su içindeki 3. ölçüm ile su dışındaki 1. (analizde 4.) ölçüm arasında farklılık bulunmuştur.

Sonuç: Her iki yöntem için yapılan tekrarlı ölçümlerde ANOVA analizi sonuçları değerlendirmesine göre kendi içlerinde ölçümler arasında farklılık bulunmamaktadır. Ancak tüm ölçümler için yapılan ANOVA analizi sonucunda farklılıklar ortaya koyulduğunda anlamlı farklılık bulunmuştur. Ayrıca ölçümlerin ortalama ve standart sapmaları değerlendirildiğinde RV'ün içinde ölçümlerinin ortalamalarının daha düşük olduğu görülmektedir. RV'lerin düşük çıkması deneklerin su içinde zorlu ekspirasyon sırasında daha başarılı olduklarını sonucuna varılmıştır. Bu nedenle çalışma sırasında RV ölçümlerinin su içinde yapılmasına karar verilmiştir.

### Ön Çalışma

Bu çalışmada, RV su içinde ölçümle tutarlı ölçüm sayısının belirlenmesi amaçlanmıştır.

Problem: Rezidual Hacmin su içinde ölçümlerde ölçümler arasında fark var mıdır?

Yöntem: Çalışmada 34 denek kullanılmıştır. Her deneğin RV değeri su içinde 6 defa ölçülmüştür.

İstatistiksel Analiz: 6 defa ölçülen RV ölçümü için tekrarlı ölçümlerde ANOVA yapılmıştır. RV ölçümleri için tekrarlı ölçümlerde ANOVA sonuçları Tablo 3.16'da verilmiştir.

**Tablo 3.16. RV içinde ölçümlerinde altı ardışık ölçüm için tekrarlı ölçümlerde varyans analizi sonuçları**

| Varyansın kaynağı | Kareler Toplamı | Sd         | Kareler Ortalaması | F     | p     | Anlamlı Fark  |
|-------------------|-----------------|------------|--------------------|-------|-------|---------------|
| Deneklerarası     | 15.615          | 26         | 0.601              |       |       |               |
| Ölçüm             | 0.36            | 5          | 0.07201            | 6.376 | 0.000 | 1-3, 1-5, 1-6 |
| Hata              | 1.863           | 165        | 0.01129            |       |       |               |
| <b>Toplam</b>     | <b>17.838</b>   | <b>196</b> | <b>0.6843</b>      |       |       |               |

RV içinde ölçümleri için yapılan tekrarlı ölçümlerde varyans analizi sonucuna göre ölçümler arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmaktadır

( $F(5,165)=6.376$ ;  $p=0.000$ ). (Tablo 3.16). Bu sonuçlara göre, 1. ölçüm ile 3., 5. ve 6. ölçüm arasında farklılık bulunmaktadır.

Sonuç: Bu sonuçlara göre tutarlı ölçümün ilk dört ölçüm olduğuna karar verilmiştir. İlk ölçümün diğer ölçümlerden farklı olması nedeni deneğin deneyiminden kaynaklanıyor olabilir. Diğer ölçümleri farklılaşması ise deneğin yorgunluğuna bağlı olmuş olabilir. Bu nedenle deneklerin en az iki ölçüm yapmasına karar verilmiştir. Bu sonuçlar aynı zamanda Norgan (163) yöntemini desteklemektedir.

### 3.4.3. Biyoelektrik İmpedans Analizi (BİA)

BİA ölçümünden bir hafta öncesinde, denekler bilgilendirilerek aşağıdaki ölçüm kuralları hakkında bilgi verilmiştir. Vücut kompozisyonu için elektrik akımı verilerek ölçülen resistans değerleri kullanılarak rezistif indeks hesaplanmış ve yağsız vücut kütlesi hesaplanmıştır. BİA ölçümü sırasında beş önemli kural uygulanmıştır (105).

Testten 4 saat öncesinde yeme ve içme yapılmaması.

Testten 12 saat önce fiziksel aktivite yapılmaması.

Testten önce en az 30 dk. içinde tuvalet ihtiyacını giderilmesi.

Testten 48 saat önce alkol kullanılmaması.

Testten 7 gün içinde diuretik kullanılmaması.

Rezistans ve reaktans ölçümleri için koldan bacağa yöntemi ile ölçüm yapan tek frekanslı (sabit 50kHz frekansta 800 $\mu$ A alternatif akım) tetrapolar (dört elektrot: el, el bileği, ayak ve ayak bileği) biyoelektrik impedans analizörü (Biodynamics Model 310e, Washington USA) kullanılmıştır. Elektrot olarak tek kullanımlık tablet EKG elektrotu (Skintact RT34, Innsbruck, Austria) kullanılmıştır.

BİA yöntemi için Standart test prosedürü:

Biyoelektrik İmpedans ölçümleri iletken olmayan yüzeye sırtüstü yatar pozisyondaki deneğin sağ tarafından alınır ve ortam sıcaklığı yaklaşık 20-22°C olmalıdır.

Derinin elektrot yapıştırılacak bölgeleri alkollü pamukla temizlenir.

Sensör (alıcı) elektrotları (proksimal)

- a. elektrotun üst bölümü ulnanın başına gelecek şekilde bileğin dorsal yüzeyine

- b. elektrodun üst bölümü medial ve lateral malleole gelecek şekilde ayak bileğinin dorsal yüzeyine yerleştirilmelidir. Elektrot yerleştirme noktaları işaretlenerek belirlenir.

Kablo uçları doğru elektrotlara takılmalıdır. El ve ayak bileğine kırmızı, el ve ayağa ise siyah uçlar takılmalıdır.

Deneğin kol ve bacaklarının en az 45° açık olmasına dikkat edilmelidir. Bacaklar arasında ve kol ve gövde arasında herhangi bir temas olmamalıdır (105).



Şekil 3.39. BİA Ölçümü

BİA ölçümlerine ilişkin farklı günlerde yapılan 1. ve 2. değerlerinin ortalama, standart sapma, Pearson korelasyon katsayıları hesaplanmıştır. Tablo 3.17’de 1. ve 2. ölçüm değerlerinin ortalama, standart sapma ve Pearson korelasyon katsayıları verilmiştir. Ölçümlere göre Pearson korelasyon katsayıları yüksek çıkmıştır.

Tablo 3.17. BİA ölçümlerine ilişkin test-tekrar test sonuçları (ölçümler farklı günlerde yapılmıştır) (n=18)

| BİA verileri  | 1. ölçüm  |        | 2. ölçüm  |        | r     | p     |
|---------------|-----------|--------|-----------|--------|-------|-------|
|               | $\bar{x}$ | s      | $\bar{x}$ | s      |       |       |
| BİA resistans | 516.389   | 35.088 | 515.333   | 35.127 | 0.945 | 0.000 |
| BİA reaktans  | 65.167    | 4.973  | 65.222    | 4.292  | 0.778 | 0.000 |
| BİA VY%       | 8.806     | 3.469  | 9.133     | 3.756  | 0.937 | 0.000 |

#### 3.4.4. İç Organlardaki Hava Hacmi

Sualtı yoğunluğunun ölçülmesinde İOH'nın (iç organlarda bulunan hava hacmi) düzeltilmesinin ölü akciğer hacmi kadar kritik olmadığı belirtilmektedir. Çünkü bu hava hacmi çok daha küçüktür ve dolayısıyla sonuca etkisi çok daha

düşüktür. Yapılan araştırmalardan sonra vücut yoğunluğu denkleminde sabit olarak 100 ml kullanılması uygun görülmüştür.

### 3.4.5. Suyun Sıcaklığı ve Yoğunluğu

Keys ve Brozek tank sıcaklığının 35°C-36°C su yoğunluğu 0.994 ve suyun 1 gr'daki hacmi 1.006 cc. olarak kullanmayı önermiştir. Sudaki yoğunluk değişimlerine bağlı olarak sualtı ağırlığı ve RV'de de değişimler meydana gelir. Suyun sıcaklığına göre suyun yoğunluğunda düzeltmeler yapılmıştır. Bu çalışmada her denekte su örnekleri alınarak su yoğunluğu ölçülmüştür.

**Ön Çalışma:** Suyun Yoğunluğunun Belirlenmesi:

**Amaç:** Bu çalışmada 33.0-36.9°C arasında su yoğunluğunun belirlenmesi amaçlanmıştır.

**Yöntem:** Suyun yoğunluğu için farklı günlerde deneklerin ölçümleri sırasında su örnekleri alınarak suyun yoğunluğu incelenmiştir. Bu çalışmada 5 farklı örneklem alınmıştır. 33.0 ile 36.9°C arasında 0.1°C aralıklarla örneklem farklı ısılarla getirilmiştir. Her bir 5 ml su,  $\pm 0.00001$  duyarlılıkta ölçüm yapan tartı (Sartorius, CP 225D, Germany) ile tartılmıştır. Su yoğunluğu (su ağırlığı (mg)/su hacmi ( $\text{dm}^3$ )) her bir derece için hesaplanarak 33.0-33.9; 34.0-34.9; 35.0-35.9; 36.0-36.9 arasında ölçümlerin ortalamaları alınmıştır.

**Verilerin Analizi:** Beş farklı günde alınan ölçümler arasında fark olup olmadığı tekrarlı ölçümlerde tek yönlü varyans analizi ile incelenmiş ve tekrarlı ölçümler arasında anlamlı farklılık bulunmamıştır ( $p=0.025$ ).

**Sonuç:** Verilerin beş farklı günde de istatistiksel anlamda farklılığın çıkmıştır. Bu sonuçlara göre VY'nun belirlenmesinde kullanılan değerler aşağıdaki Tablo 3.18'de yer almaktadır.

**Tablo 3.18. 33.0-36.9°C su sıcaklıklarında belirlenen su yoğunlukları değerleri**

| Su sıcaklığı | Su yoğunluğu |
|--------------|--------------|
| 33.0-33.9    | 0.99646      |
| 34.0-34.9    | 0.99638      |
| 35.0-35.9    | 0.99625      |
| 36.0-36.9    | 0.99606      |

### 3.5. Verilerin Analizi

Denekler yaş (yıl), boy (cm), vücut ağırlığı (kg) ve antropometrik ölçümleri (deri kıvrım kalınlığı, çevre ve çap) ölçümleri, biyoelektrik impedans analizi değerleri ve hidrostatik tartım sonucu hesaplanan vücut yoğunluğu (g/cc) değerlerinin aritmetik ortalama ( $\bar{x}$ ), standart sapma (s), en küçük ve en büyük değerleri hesaplanmıştır.

Referans ölçüm olarak kabul edilen hidrostatik tartımla hesaplanan (rezidual volüm belirlenmesi için oksijen dilüsyon yöntemi kullanılmıştır):

Vücut yoğunluğu, vücut yağ yüzdesi ile VA, boy, yaş, antropometrik ölçümlerden deri kıvrım kalınlığı, çevre ve çap ölçümleri arasındaki ilişkilerle,

Yağsız vücut kütlesi ve VA, boy, yaş, antropometrik ölçümler(deri kıvrım kalınlığı, çevre ve çap ölçümleri arasında) ile biyoelektrik impedans analizi ölçümü değişkenleri arasındaki ilişkiler Pearson Korelasyon katsayısı (r) ile incelenmiştir.

İki yöntemin uyumunu daha iyi incelemek amacıyla amacıyla Bland Altman Grafiğinden de yararlanılmıştır. Farklar ve ortalamalar arasında ilişki yoksa, iki yöntem arasındaki uyum farklarının ortalaması ( $\bar{d}$ ) ve standart sapması (s) kullanılarak incelenmiştir. Bu grafik **Bland Altman Grafiği** olarak adlandırılır. Farklara karşı ortalamaların grafiği ölçüm hataları ile gerçek değerler (gerçek değerler elde edilemeyeceğinden onun en iyi kestiricisi olan ortalamalar) arasında olabilecek herhangi bir ilişkinin incelenmesine olanak sağlar. Farklara karşı ortalamaların grafiği ölçüm hataları ile gerçek değerler (gerçek değerler elde edilemeyeceğinden onun en iyi kestiricisi olan ortalamalar) arasında olabilecek herhangi bir ilişkinin incelenmesine olanak sağlar. Ayrıca bu grafikten yanlılık (farkların sistematik olarak 0'dan farklı olup olmadığının) ve hatanın (farkların ne kadar yaygın olduğunun) incelenmesi de mümkündür. Eğer bu farklar normal dağılıma sahipse, farkların sıfırın etrafında rasgele dağılması ve %95'inin " $\bar{d} - 1,96s_d$  ile  $\bar{d} + 1,96s_d$ " arasında olması beklenir (12, 25). Farklı yöntemlerin incelenmesine ait grafiklerin yorumları grafiklerin üstünde verilmiştir.

Bland Alman grafiklerinin yanı sıra, iki yöntemin (referans ve kestirim denklemleri) güvenilirliğini test etmek için sınıfiçi güvenilirlik katsayısından da yararlanılmıştır. Sınıfiçi (intraclass) sözcüğü aynı değişkenin tekrarlı ölçümlerini analiz etmek (bir testin aynı bireylere tekrar edilmesi, bir ölçümün aynı ölçücü

tarafından değişik zamanlarda yapılması, bir testin iki ölçücü tarafından yapılması, vb.) gibi bir kavram içermektedir (9, 10).

Çoklu doğrusal regresyon çözümlemesi için öncelikle, yüksek ilişki olan bağımsız değişkenler incelenmiştir. Kurulan modellerde yüksek ilişkili bağımsız değişkenler olduğunda bu değişkenlerden bir tanesi (zor elde edileni) bağımsız değişken kümesinden çıkartılmıştır.

Daha sonra HT ile elde edilen VY, VY%'si ve YVK bağımlı değişkenleri kestirebilmek için adım adım çoklu regresyon yöntemi kullanılmıştır. Daha sonra bazı modellere bazı değişkenlerin eklenmesi ile modeli bozmayan, ancak, daha yüksek  $R^2$  değerine sahip modeller elde edilmeye çalışılmıştır. Oluşturulan modeller için artık gözlemlerin belirlenmesi amacıyla y kestirim değerlerine karşı Student türü artık grafikleri çizilmiştir. Bu grafiğe göre belirlenen artık gözlemler veriden silinerek model tekrar oluşturulmuştur. Her modele ilişkin artık gözlemler çıkarıldıktan sonra çizilen Student türü artık grafikleri modelin altında verilmiştir (9, 10).

Regresyon sonuçları; regresyon katsayıları ( $b_j$ ), katsayılara ilişkin standart hatalar ( $sb_j$ ), Standartlaştırılmış regresyon katsayıları (BETA), değişkenler arasında çoklu bağlantının ölçüsü olan Varyans şişme değerleri (VIF), katsayılara ilişkin t ve p istatistikleri, gözlem sayısı (n), denklemin standart hatası (s), çoklu belirtme (açıklayıcılık) katsayısı ( $R^2$ ) ve modele ilişkin tümel F istatistiği ile birlikte tablo şeklinde sunulmuştur. Oluşturulan modellerde VIF değerinin 15'den küçük olmasına dikkat edilmiştir. Varolan artık gözlemler modelden çıkartılarak model yeniden oluşturulmuştur.

Regresyon Modellerinin geçerliği verilerin bölünmesi yaklaşımı ile (Çapraz Geçerlik (cross validation) incelenmiştir. Bu yöntem dört aşamadan oluşmaktadır (9, 10).

-Veri rasgele iki eşit parçaya bölünerek bu parçaların birinden (A grubu) kestirim denklemleri ve belirtme katsayısı ( $R^2$ ) elde edilir.

-Diğer parçanın (B) bağımsız değişken değerleri A grubunun denkleminde yerine konarak  $\hat{y}_i$  kestirim değerleri elde edilir.

-B parçasının y değerleri ile  $\hat{y}_i$  kestirim değerleri arasındaki belirtme katsayısı ( $R^2$ ) hesaplanır.

-A grubundan elde edilen  $R^2$  değeri ile B grubundan elde edilen  $R^2$  değeri karşılaştırılır.

Bu değerler arasında ciddi bir farklılığın olmaması beklenir.

Verilerin toplanması aşamasında; antropometri (Boy, VA, DKK, evre ve ap), BİA (Rezistans, Reaktans), HT (VY) lümleri için aynı kalitede ölçümler yapılıp yapılmadığını belirlemek amacıyla, bir örneklem grubu üzerinde en fazla üç gün ara ile iki kez ölçüm yapılmıştır (test-tekrar test). Birinci ve ikinci ölçümlere ait ortalama, standart sapma ve iki ölçüm arasında Pearson korelasyon katsayısı ( $r$ ) hesaplanmıştır. Sonuçlar veri toplama yöntemi bölümünde tablolarla sunulmuştur.

Antropometrik lümler; boy, VA, DKK, evre ve çap değerlerinin elde edilmesinde test- tekrar test ölçümleri aynı gün içinde yaklaşık 5 dk arayla ikişer kez alınmıştır. lümlere ilişkin tanımlayıcı ölçüler ve Pearson korelasyon katsayısı ( $r$ ) hesaplanmıştır. Sonuçlar veri toplama yöntemi bölümünde tablolarda verilmiştir. Alınan iki ölçümün ortalaması sonuç değer olarak kullanılmıştır.

#### 4. BULGULAR

Bu çalışmada 15-17 yaş antrenmanlı farklı spor branşlarındaki erkek ergen sporcularda hidrostatik tartım ile belirlenen vücut yoğunluğundan antropometrik ve biyoelektrik impedans analizi için regresyon denklemleri geliştirilmesi amaçlanmıştır. HT yöntemi vücut kompozisyonun belirlenmesinde kullanılan yöntemlerden “altın standart” olarak kabul edilen yöntemdir. HT yönteminde RV ölçümü kapalı devre oksijen dilüsyon yöntemi kullanarak VY, VY%’si, YVK hesaplanmıştır. Hesaplanan bağımlı değişkenlerin kestirimi için aşağıdaki bağımsız değişkenler ile kestirilmeye çalışılmıştır.

-Antropometri (VA, boy, DKK, çap ve çevre)

-Rezistans ve Reaktans

Bulguların 1. bölümünde tanımlayıcı istatistikler,

Bulguların 2. bölümünde Türkiye popülasyonu için sıklıkla kullanılan denklemlerin geçerlik çalışması,

Bulgular 3. bölümünde bağımlı değişken ile bağımsız değişkenler arasındaki Pearson korelasyon katsayıları; bağımsız değişkenlerin birbirleri arasındaki Pearson korelasyon katsayıları tablolarla yer almaktadır.

Bulguların 4. bölümünde çoklu doğrusal regresyon kestirim denklemlerinin bulunduğu tablolar ve denklemler yer almaktadır.

#### 4.1. Tanımlayıcı İstatistikler

Farklı spor branşlarına ait 15-17 yaş grubu erkek sporcular 1-12 yıl arasında spor yaşına sahip ve VY%'leri  $\bar{x}$ =12.12 ve 4.6-27.83 arasında değişmektedir. Sporcuların VY değerleri ise  $\bar{x}$ =1.070±0.011 olup, VY'lukları 1.034 ile 1.091 arasında değişmektedir.

Tablo 4.1'de değerleri ayrıntılı olarak yer almaktadır.

**Tablo 4.1. Sporcuların VY, VY%'si, YVK tanımlayıcı istatistikleri**

| Özellikler | $\bar{x}$ | s      | Minimum | Maksimum |
|------------|-----------|--------|---------|----------|
| VA         | 67.27     | 10.894 | 41.1    | 102.7    |
| Boy        | 179.37    | 9.632  | 154.3   | 201      |
| VY         | 1.070     | 0.011  | 1.034   | 1.091    |
| VY%        | 12.13     | 4.275  | 4.60    | 27.83    |
| YVK        | 58.87     | 8.213  | 36.25   | 76.97    |
| Spor Yaşı  | 5.37      | 2.305  | 1       | 12       |

Sporcuların DKK değerleri arasında en yüksek değer abdomen, uyluk ve supra iliak 1 bölgeleri olarak ölçülmüştür. Minimum değer biceps bölgesi olurken, en yüksek değer midaksilla ve abdomen olarak ölçülmüştür (Tablo 4.2).

**Tablo 4.2. Sporcuların DKK ölçümleri tanımlayıcı istatistikleri (n=155)**

| DKK değişkenleri | $\bar{x}$ | s      | Minimum | Maksimum |
|------------------|-----------|--------|---------|----------|
| Triseps          | 8.8342    | 4.1529 | 4.1     | 29.9     |
| Subskapula       | 9.0155    | 3.8124 | 4.4     | 30.5     |
| Biceps           | 4.0123    | 1.6849 | 2.2     | 13.8     |
| Göğüs            | 6.0129    | 3.781  | 3.2     | 33.7     |
| Midaksilla       | 6.5152    | 3.3724 | 3.4     | 28.75    |
| Suprailiak1      | 10.991    | 6.5068 | 3.8     | 40       |
| Suprailiak2      | 6.9168    | 4.729  | 2.9     | 32       |
| Abdomen          | 13.601    | 8.7884 | 4.7     | 40       |
| Uyluk            | 11.9239   | 5.8654 | 4.6     | 37       |
| Baldır           | 8.0968    | 4.068  | 3.5     | 28.6     |

Sporcuların çevre ölçümlerinden en yüksek ortalama ve standart sapma değerleri göğüs ve kalça değişkenleridir. (Tablo 4.3).

**Tablo 4.3. Sporcuların çevre ölçümleri tanımlayıcı istatistikleri**

| Çevre Ölçümleri (cm)<br>(n=155) | $\bar{x}$ | s      | Minimum | Maksimum |
|---------------------------------|-----------|--------|---------|----------|
| Boyun                           | 35.0197   | 1.9850 | 28.35   | 40.10    |
| Biceps                          | 26.3194   | 2.5788 | 19.40   | 34.65    |
| Biceps (Kasılı)                 | 28.8368   | 2.4952 | 21.45   | 36.35    |
| Önkol                           | 25.3345   | 1.7371 | 20.30   | 30.10    |
| Elbileği                        | 16.6971   | 1.0175 | 14.25   | 23.40    |
| Göğüs                           | 89.5129   | 6.0661 | 73.20   | 110.95   |
| Karın                           | 74.1161   | 5.9705 | 62.55   | 97.50    |
| Kalça                           | 92.4197   | 6.0036 | 76.70   | 112.95   |
| Uyluk                           | 50.8900   | 3.9442 | 41.10   | 63.30    |
| Baldır                          | 35.8881   | 2.6545 | 30.25   | 44.00    |
| Ayakbileği                      | 22.6899   | 1.4079 | 19.20   | 27.45    |

Sporcuların çap ve uzunluk ölçümlerinde, çap ölçümlerinde en yüksek olan bi- deltoid, en düşük kemik çapı humerus bölgesi olarak ölçülmüştür (Tablo 4.4).

**Tablo 4.4. Sporcuların çap ve uzunluk ölçümleri tanımlayıcı istatistikleri**

| Çap ve Uzunluk (cm)<br>(n=155) | $\bar{x}$ | s      | Minimum | Maksimum |
|--------------------------------|-----------|--------|---------|----------|
| Omuz                           | 39.1068   | 2.5262 | 32.00   | 44.40    |
| Bideltoid                      | 42.6135   | 2.8914 | 34.60   | 51.20    |
| Billiak                        | 26.9016   | 1.8507 | 23.00   | 33.25    |
| Trokanter                      | 32.1652   | 1.9689 | 26.35   | 38.25    |
| Femur                          | 9.8210    | 0.4897 | 8.80    | 11.20    |
| Humerus                        | 6.7845    | 0.3966 | 5.85    | 7.90     |
| Ayak uzunluğu (n=154)          | 26.5357   | 1.5189 | 23.40   | 30.45    |

## 4.2. Bu Çalışmada Elde Edilen Referans Değerler (Bağımlı Değişkenler) ile Türkiye’de Kullanılan Farklı Denklemlerde Elde Edilen Sonuçlar için Güvenirlik Çalışması

### 4.2.1. HT ile belirlenmiş VY değerleri ve farklı denklemlerle belirlenen VY değerlerinin tutarlığının incelenmesi.

Tablo 4.5’de VY değerlerinin belirlenmesinde, Türkiye’de sıklıkla kullanılan denklemler ve bu denklemlere ait açıklayıcılık katsayıları ile s değerleri yer almaktadır.

**Tablo 4.5. Güvenirlik çalışması için kullanılan VY denklemleri**

| Kaynak  | Popülasyon  | Denklem  | R <sup>2</sup> | s      |
|---|---|--|----------------|--------|
| Lohman (142)<br>(Sinning 1974,<br>Sloan,1967,<br>Boileau ve diğ.<br>1971) | 30 kolej<br>güreşçi, 50<br>genç erkek, 61<br>kolej yetişkin<br>erkek, 8 obes<br>erkek | $VY = 1.0982 - 0.000815X + 0.0000084X^2$<br>$X = \text{triseps} + \text{abdomen} + \text{subskapula dkk}$                    | 0.92           | 0.0071 |
| Sloan (191)   | Beyaz genç<br>erkek n=50<br>(18-26yş)   | $VY = 1.1043 - 0.001327 * \text{uyluk dkk} - 0.00131$<br>$\text{subskapula dkk}$   | 0.714          | 0.0067 |
| Behnke ve<br>Willmore (23)  |   | $VY\% = 1.08543 - 0.00086 (\text{abdominal dkk}) -$<br>$0.00040 (\text{uyluk dkk})$  | 0.64           | 0.0076 |
| Durnin ve<br>Womersley (61)   | 17-19 yaş   | $\% VY = 1.1620 - 0.0630 \times \log X$<br>$X = \text{triseps} + \text{biceps} + \text{suprailiak2} + \text{subskapula dkk}$ | -              | 0.0073 |

Tablo 4.6’de görüldüğü gibi, Lohman (142) için r çok düşük çıkarken en yüksek ilişki Behnke ile bulunmuştur. Aşırı değerler çıkartıldıktan sonra da ilişki katsayılarında azalma gözlenirken, Lohman (142)’de ilişki artmış, buna rağmen orta düzeyde bir ilişki gözlenmektedir

**Tablo 4.6. HT ile elde edilen VY değerleri ve farklı denklemlerle elde edilen VY değerlerine ilişkin ilişki katsayıları ve sınıfıçi korelasyon katsayıları**

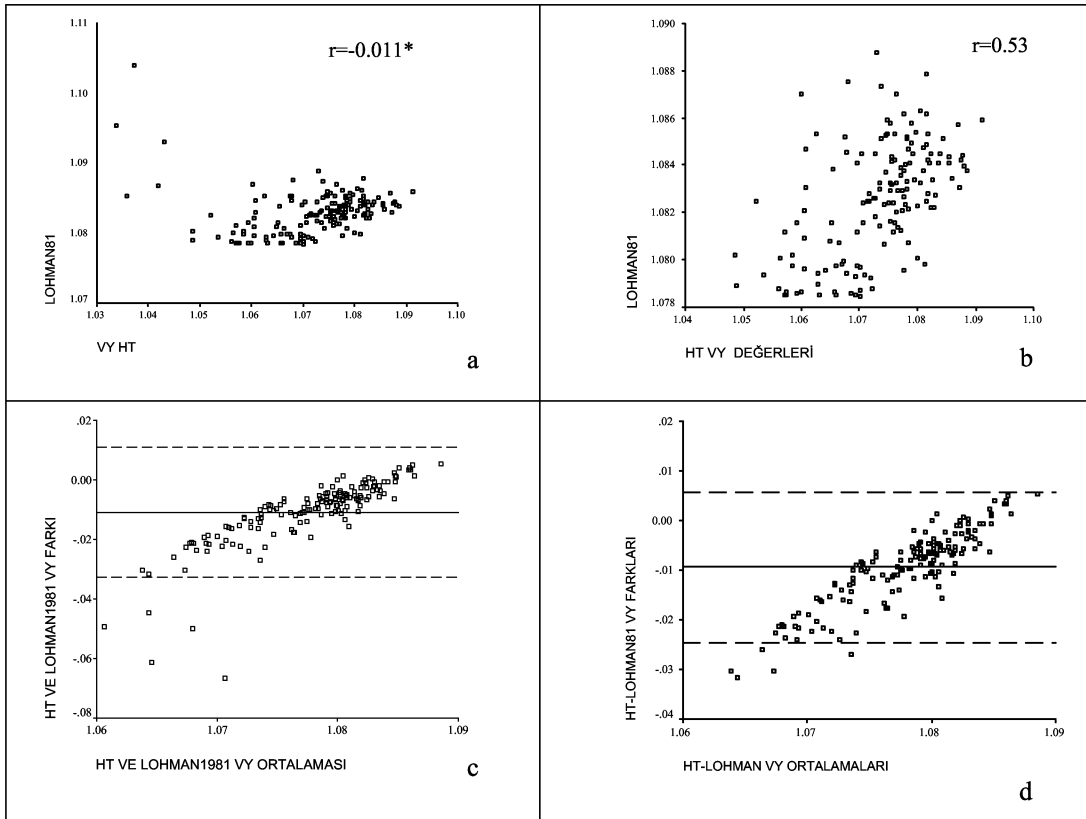
| Farklı denklemler | Aşırı değerler çıkartılmadan (n=155) |            | Aşırı değerler çıkartıldıktan sonra (n=150) |            |
|-------------------|--------------------------------------|------------|---|------------|
|                   | r                                    | Sınıfıçi r | r   | Sınıfıçi r |
| LOHMAN81          | -0.0110                              | -0.9755    | 0.530*                                      | -0.4134    |
| SLOAN             | 0.7650*                              | 0.8173     | 0.639*                                      | 0.6767     |
| BEHNKE            | 0.8248 *                             | 0.8767     | 0.737*                                      | 0.8050     |
| DURNIN            | 0.7509*                              | -13.5542   | 0.626*                                      | -21.3274   |

\*(p<0.05)

HT ve farklı denklemler ile belirlenen VY değerleri arasında Pearson korelasyon katsayıları elde edilmiştir. Ancak, elde edilen bu katsayılara ilişkin saçılım grafiği incelendiğinde aşırı gözlemler olduğu görülmüş ve iki boyutlu uzaydaki aşırı gözlemleri belirlemek için Mahalanobis uzaklığından yararlanılmıştır. Bu inceleme sonucunda tüm VY kestirim denklemleri için beş gözlemin veriden çıkartılmasına karar verilmiştir. Bu gözlemler çıkartılmadan önce ve çıkartıldıktan sonra elde edilen ilişki katsayıları (r ve sınıfıçi r) Tablo 4.6’da verilmiştir. Ayrıca, aşırı değerler çıkartılmadan önceki ve çıkartıldıktan sonraki saçılım grafikleri, geçerliğe ilişkin olarak çizilen Bland Altman grafikleri yorumları her denklem için ayrı başlıklar halinde sunulmuştur. Grafikte a gözü: aşırı değerler çıkartılmadan, b gözü: aşırı değerler çıkartıldıktan sonra saçılım grafiği, c gözü: aşırı değerler çıkartılmadan Bland Altman grafiği, d gözü: Aşırı değerler çıkartıldıktan sonra Bland Altman grafiğidir. Konu ile ilgili diğer tablo ve grafiklerde aynı yapıda verilmiştir.

### HT ve Lohman (142) VY değerlerinin incelenmesi:

HT ile Lohman (142) ile belirlenen VY değerleri arasında Pearson korelasyon katsayısı tüm gözlemler kullanıldığında ilişki negatif olup ( $r=-0.011$ ) istatistiksel olarak anlamlı değildir. Bu iki değişkene ilişkin Bland Altman grafikleri incelendiğinde VY değerleri arttıkça kestirim değeri ile referans değer arasındaki fark artmaktadır. Aşırı değerler çıkartıldıktan sonra bu katsayılar ( $r=0.53$ ) orta düzeyde bir ilişkiyi tanımlamaktadır. Ayrıca bu iki değişkene ilişkin Bland Altman grafikleri incelendiğinde (Grafik 4.1.c ve d) VY değeri daha fazla olan sporcularda yoğunluğun referans yönteme göre daha yüksek, VY değeri düşük olan sporcularda ise VY'nun daha düşük kestirildiği gözlenmektedir. Genel inceleme sonucunda Tablo 4.6.'daki aşırı değerler çıkartılmadan önce ve çıkartıldıktan sonra Pearson ve sınıfçı korelasyon katsayıları incelemesi ile birlikte geçerliğe ilişkin Bland Altman grafikleri sonucunda Lohman (142)'in referansa göre geçerliğinin istenen düzeyde olmadığı söylenebilir.

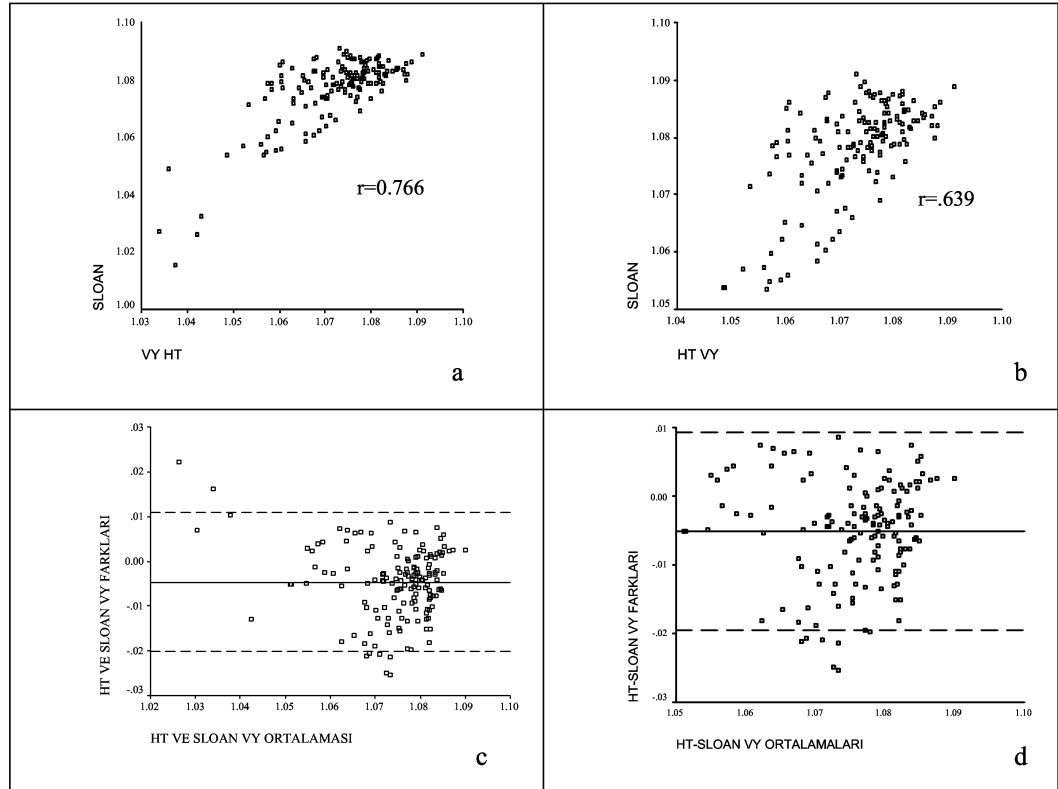


\* $p=0.891$

**Grafik 4.1. HT ile elde edilen VY değeri (referans) ile Lohman (142) ile elde edilen VY değerinin tutarlığının incelenmesi.**

### HT ile Sloan (191) ile belirlenen VY değerlerinin incelenmesi:

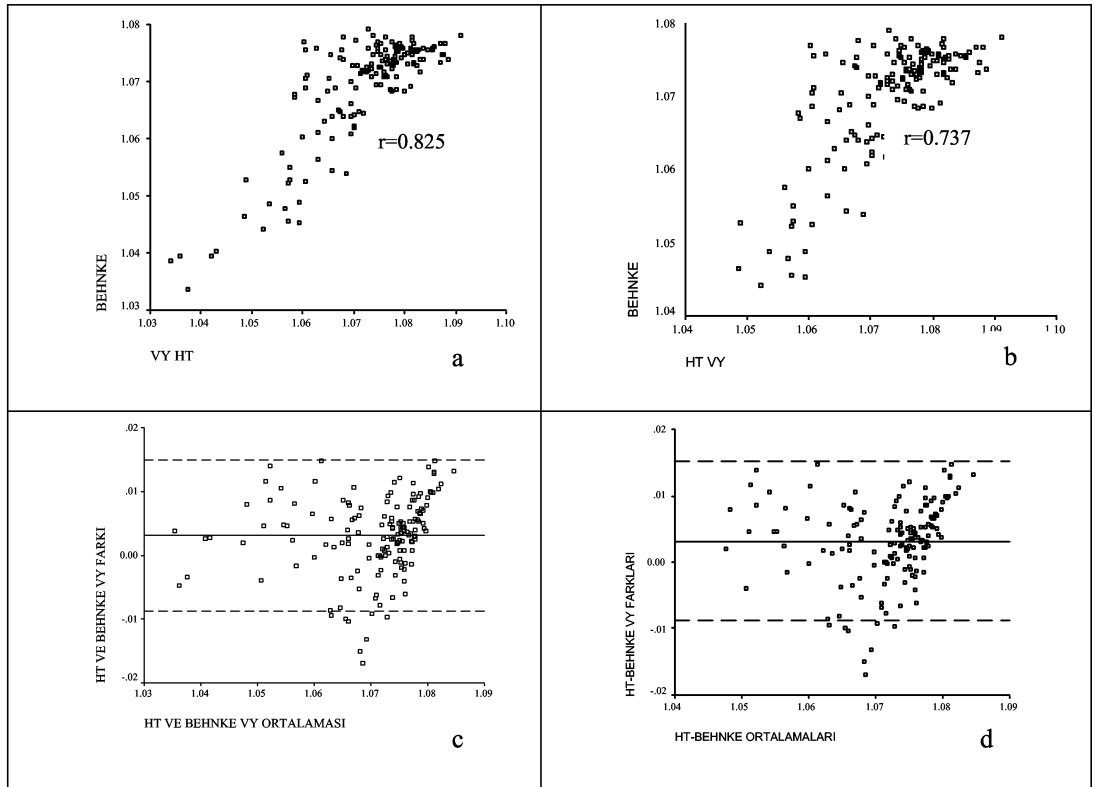
HT ile Sloan (191) ile belirlenen VY değerleri arasında Pearson korelasyon katsayıları tüm gözlemler kullanıldığında pozitif ilişki olup ( $r=0.766$ ) istatistiksel olarak anlamlıdır (Tablo 4.6). İki değişkene ilişkin aşırı gözlemler çıkartılmadan önce ve çıkartıldıktan sonra çizilen saçılım grafikleri ve Bland Altman grafikleri (Grafik 4.2) verilmiştir. Aşırı gözlemler çıkartıldıktan sonra Pearson korelasyon katsayısı ( $r=0.639$ ) azalmıştır. Bu iki değişkene ilişkin Bland Altman grafikleri (Grafik 4.2.c ve d), kestirim değeri ile referans VY değerleri arasındaki fark aşırı gözlemler çıkartılmadan önce ve çıkartıldıktan sonra  $\pm 1.96$  standart sapma arasında rasgele dağılımın olduğu fakat çıkartıldıktan sonra daha belirginleştiği gözlemlenmiştir. Gerek bu incelemeler, gerek Tablo 4.6'daki sonuçlar çerçevesinde iki değişkenin geçerliğinin olduğu söylenebilir.



**Grafik 4.2. HT ile elde edilen VY değeri (referans) ile Sloan, 1967 ile elde edilen VY değerleri tutarlılığının incelenmesi.**

### HT ile Behnke ve Wilmore (23) ile belirlenen VY değerlerinin incelenmesi:

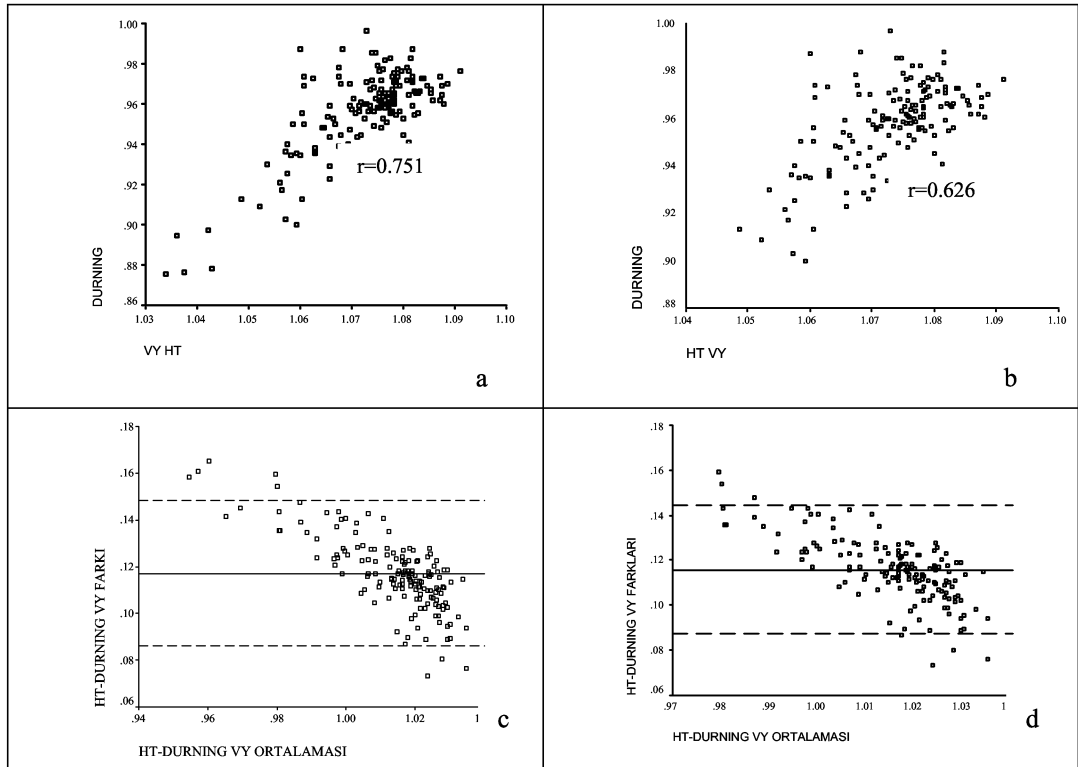
HT ile Behnke ve Wilmore (23) ile belirlenen VY değerleri arasında tüm gözlemler kullanıldığında Pearson korelasyon katsayısı yüksek olup ( $r=0.825$ ) istatistiksel olarak anlamlıdır. Aşırı gözlemler çıkartılmadan önce ve çıkartıldıktan sonra saçılım grafikleri ve Bland Altman grafikleri verilmiştir. Bu iki değişkene ilişkin Bland Altman grafikleri (Grafik 4.3.c ve d) ve VY değerleri saçılım grafiğinde de (Grafik 4.3.a ve b) görüldüğü gibi yoğunlukları 1.07-1.085 arasındaki sporcularda bir yığılma görülmektedir. Veriye ilişkin saçılım grafiğinin aşırı gözlemler çıkartılmadan önceki ve sonraki karşılaştırmasında, gözlemlerin iki standart sapma arasında olduğu ve rasgele dağılımının benzer olduğu gözlemlenmiştir. Grafiklerle birlikte, verilere ilişkin  $r$  ve sınıfıçı  $r$  (Tablo 4.6) incelendiğinde bu iki denklemin geçerli olduğu söylenebilir.



**Grafik 4.3. HT ile elde edilen VY değeri (referans) ile Behnke ve Willmore (23) ile elde edilen VY değerinin tutarlılığının incelenmesi.**

### HT ile Durnin ve Womersley (61) ile belirlenen VY değerlerinin incelenmesi:

HT ile Durnin ve Womersley (61) ile belirlenen VY değerleri arasında Pearson korelasyon katsayısı tüm gözlemler kullanıldığında ilişki pozitif olup ( $r=0.751$ ) istatistiksel olarak anlamlıdır. Aşırı gözlemler çıkartılmadan önce ve çıkartıldıktan sonra saçılım grafikleri ile Bland Altman grafikleri Grafik 4.4'de verilmiştir. Aşırı değerler çıkartıldıktan sonra Pearson korelasyon katsayısı değerinin ( $r=0.626$ ) daha düşük olduğu belirlenmiştir. Bu iki değişkene ilişkin Bland Altman grafiklerinde (Grafik 4.4.c ve d), VY değerleri arttıkça kestirim değeri ile referans değer arasındaki fark azalmaktadır. VY değeri daha fazla olan sporcularda referans yönteme göre daha düşük, VY değeri düşük olan sporcularda ise daha yüksek VY değeri kestirildiği gözlenmektedir. Verilere ilişkin r ve sınıfıçı r (Tablo 4.6) incelendiğinde bu iki değişkenin geçerliğinin olduğu söylenemez.



**Grafik 4.4.** HT ile elde edilen VY değeri (referans) ve Durnin ve Womersley (61) ile elde edilen VY değerinin tutarlılığının incelenmesi.

#### 4.2.2. HT ile elde edilen VY%'si değerleri (referans) ile Türk ve yabancı popülasyonlar için geliştirilmiş farklı denklemlerin tutarlılığını incelenmesi

Tablo 4.7'de VY%'si değerlerinin belirlenmesi için Türk ve yabancı popülasyonlar için geliştirilmiş farklı denklemlerin açıklayıcılık katsayıları ve s değerleri yer almaktadır.

**Tablo 4.7. VY%'si güvenilirlik ile ilgili denklemler**

| Kaynak                  | Popülasyon                        | Denklem  | R <sup>2</sup> | s               |
|-------------------------|-----------------------------------|--|----------------|-----------------|
| Katch ve McArdle (124)  | -                                 | $([4.95/(1.08347 + 0.0006 \times \text{triceps} - 0.00151 \times \text{subskapular} - 0.00097 \times \text{Uyluk})] - 4.5) \times 100$ | -              | -               |
| Lange Denklemi          | -                                 | VY % =<br>(Triceps+biceps+subscapula+göğüs+supra iliac+uyluk) x 0.097 + 3.64   | -              | -               |
| Açıkada ve diğ. (4)     | Beyaz erkek sporcu n=42 (15-24yş) | VY%=-14.226 + 0.451 (triceps d.k.) - 0.737 (suprailiacII) + 0.424 (abdominal d.k.) + 0.993 (el bileği çevresi)                         | 0.714          | 2.151           |
| Doğu (59)               | sedanter                          | VY%=2.662566+0.5819738*(abdominal) +0.2720687 (uyluk)  | 0.71           | 3.548           |
| Yuhasz (227)            | -                                 | VY% = 5.783 + 0.153 Σ (triceps, subskapular, abdominal, suprailiac2)   | -              | -               |
| Slaughter ve diğ. (189) | 8-29 (n=310)                      | VY%= 0.735 x (triceps+baldır) + 1.0  | 0.74-<br>0.81  | 2.076-<br>2.085 |

HT ve farklı denklemler ile belirlenen VY%'si değerleri arasında geçerlik çalışmasına ilişkin korelasyon katsayıları belirlenmiştir. Tablo 4.8'de görüldüğü gibi, Açıkada için r çok düşük çıkarken en yüksek ilişki Doğu denklemi ile bulunmuştur. Aşırı gözlemleri belirlemek için Mahalanobis uzaklığından yararlanılmıştır. Bu inceleme sonucunda her denklem için veriden çıkartılması gereken gözlemler belirlenmiştir. Bu gözlemler çıkartılmadan önce ve çıkartıldıktan sonra elde edilen ilişki katsayıları (r ve sınıfıçı r) Tablo 4.8'de verilmiştir.

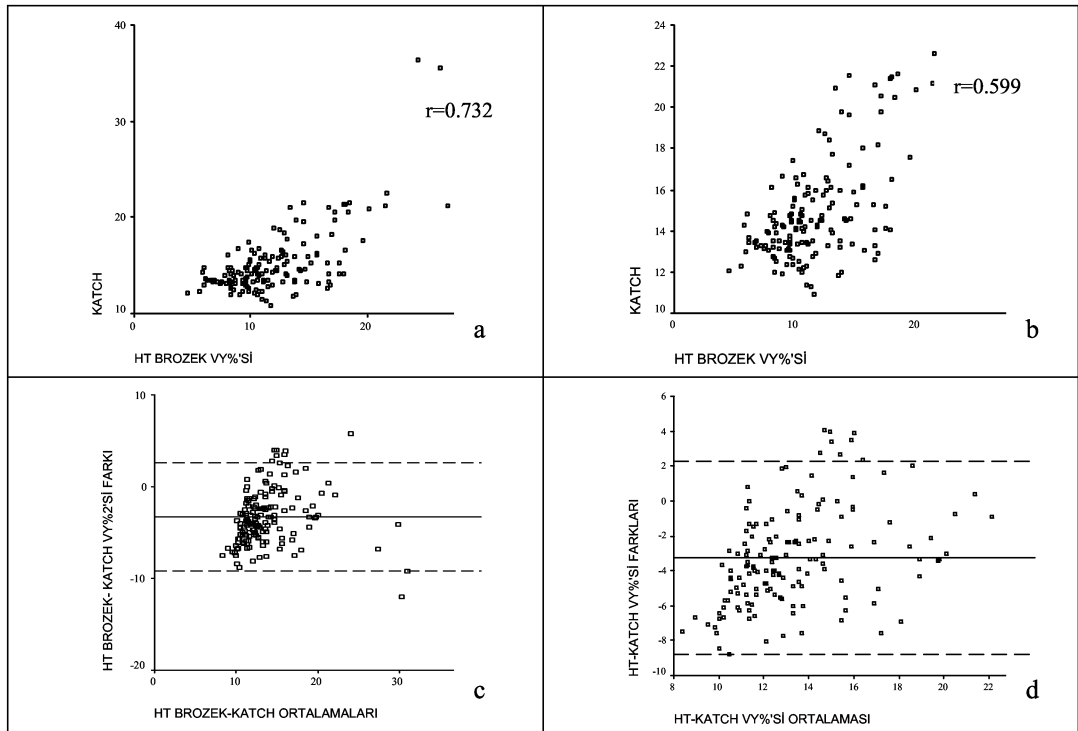
**Tablo 4.8. HT ile elde edilen VY% değerleri ve farklı denklemlerle elde edilen VY% değerlerine ilişkin ilişki katsayıları ve sınıfıçı korelasyon katsayıları**

| Farklı denklemler | Aşırı değerler çıkartılmadan (n=155) |            | Aşırı değerler çıkartıldıktan sonra |            |
|-------------------|--------------------------------------|------------|-------------------------------------|------------|
|                   | r                                    | Sınıfıçı r | r                                   | Sınıfıçı r |
| KATCH             | 0.732*                               | 0.6555     | 0.599*(n=150)                       | 0.3600     |
| LANGE             | 0.803*                               | 0.3732     | 0.717*(n=148)                       | 0.0378     |
| AÇIKADA           | 0.661*                               | 0.1762     | 0.631*(n=150)                       | 0.0317     |
| DOĞU              | 0.828*                               | 0.8374     | 0.770*(n=148)                       | 0.7898     |
| YUHAZS            | 0.813*                               | 0.8680     | 0.737*(n=148)                       | 0.8050     |
| SLAUGHTER1988     | 0.740*                               | 0.7986     | 0.587*(n=150)                       | 0.7189     |

\*p<0.05

### HT ile Katch ve McArdle (124) ile belirlenen VY% değerlerinin incelenmesi:

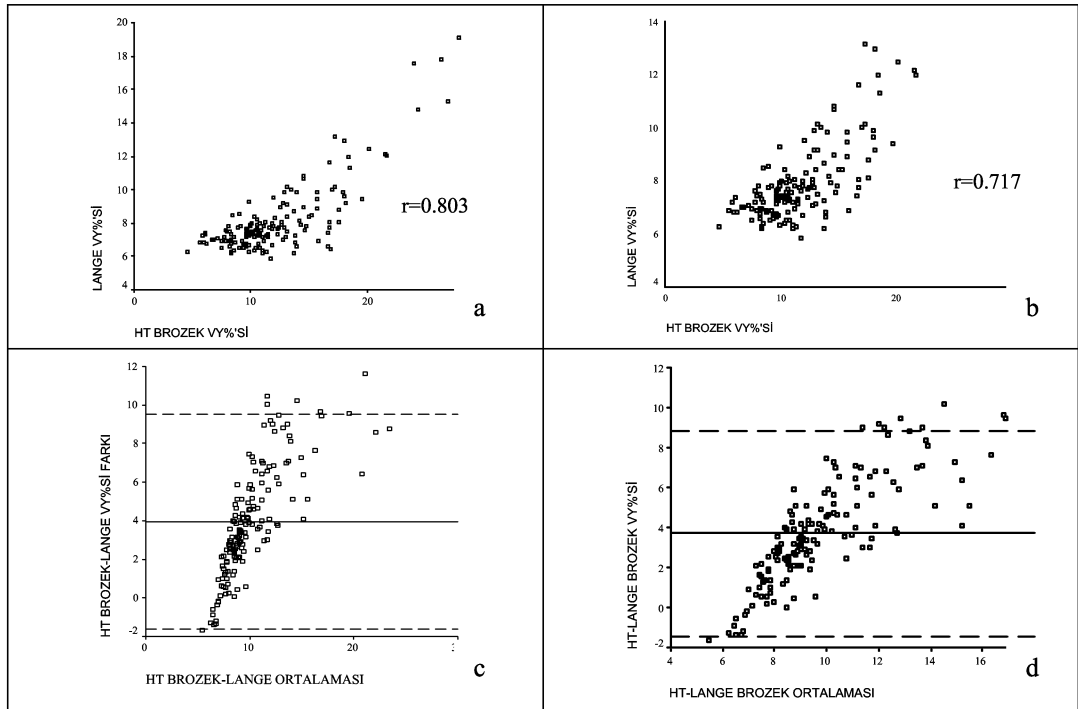
HT ile Katch ve McArdle (124) ile belirlenen VY% değerleri arasında Pearson korelasyon katsayısı tüm gözlemler kullanıldığında pozitif olup ( $r=0.732$ ) istatistiksel olarak anlamlıdır. Aşırı gözlemler çıkartılmadan önce ve çıkartıldıktan sonra saçılım grafikleri ile Bland Altman grafikleri Grafik 4.5'de verilmiştir. Saçılım grafiği incelendiğinde aşırı gözlemler olduğu görülmüş ve Mahalanobis uzaklığı incelemesi sonucu beş gözlemin çıkartılmasına karar verilmiştir. Bu gözlemler çıkartıldıktan sonra Pearson korelasyon katsayısının ( $r=0.599$ ) azaldığı görülmektedir. Ayrıca bu iki değişkene ilişkin Bland Altman grafiklerinde (Grafik 4.5.c ve d), VY değerleri rasgele dağılımının aşırı değerler çıkartıldıktan sonra daha düzgün olduğu gözlenmiştir. Verilere ilişkin r ve sınıfıçı r katsayıları (Tablo 4.8) ile birlikte grafikler (Grafik c ve d) incelendiğinde bu iki denkleminin geçerli olduğu söylenebilir.



**Grafik 4.5. HT ile elde edilen VY (referans) ve Katch ve McArdle (124) ile elde edilen VY tutarlılığının incelenmesi.**

### HT ve Lange ile belirlenen VY% değerlerinin incelenmesi:

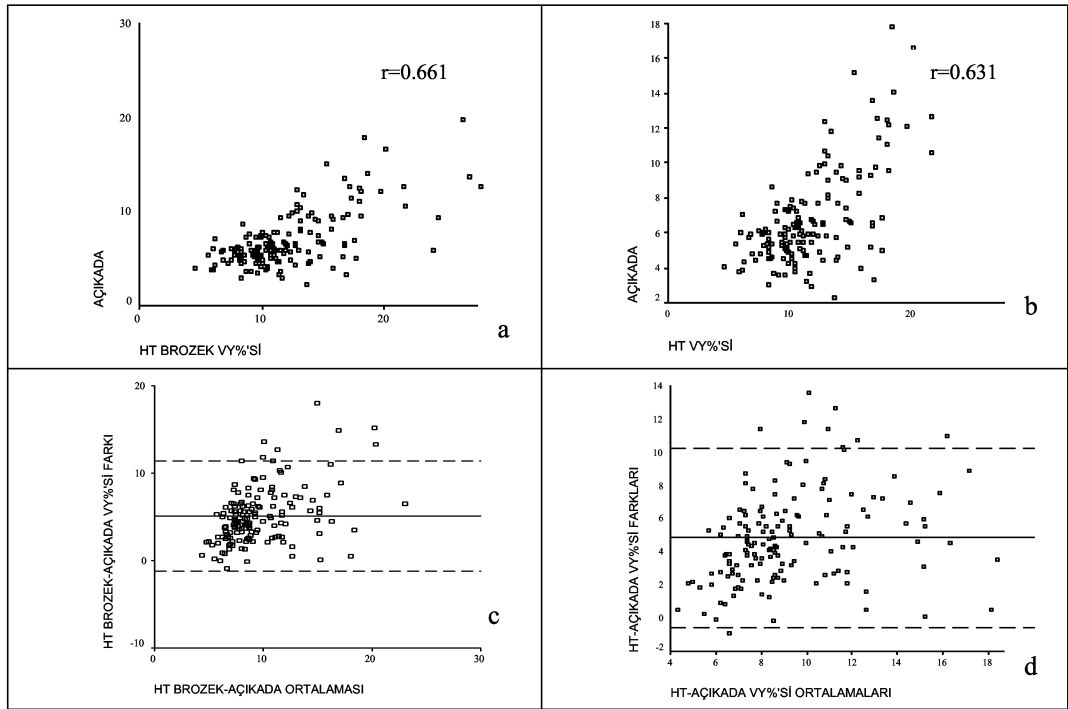
HT ve Lange ile belirlenen VY% değerleri arasında Pearson korelasyon katsayısı tüm gözlemler kullanıldığında pozitif olup ( $r=0.803$ ) istatistiksel olarak anlamlıdır. Aşırı gözlemler için Mahalanobis uzaklığı incelemesi sonucu yedi gözlemin çıkartılmasına karar verilmiştir. Bu gözlemler çıkartıldıktan sonra Pearson korelasyon katsayısı ( $r=0.717$ ) istatistiksel olarak anlamlı fakat azaldığı belirlenmiştir. Verilere ilişkin saçılım grafiği ile Bland Altman grafiğinde (Grafik 4.6) ise VY% değerleri iki standart sapma arasında dağılımın yer aldığı fakat hafif bir doğrusallık bulunduğu gözlenmektedir. Ayrıca, aşırı gözlemler çıkartılmadan önce ve çıkartıldıktan sonra  $r$  ve sınıfıçı  $r$  değerlendirildiğinde (Tablo 4.8), aşırı gözlemler çıkartıldıktan sonra  $r=0.72$  ve istatistiksel olarak anlamlı olmasına rağmen sınıfıçı ( $r=0.038$ ) düşüktür. Tüm değerlendirmeler gözönünde bulundurulduğunda bu iki denklemin tutarlı olduğu söylenemez.



**Grafik 4.6. HT ile elde edilen VY%'si değerlerinin (referans) ve Lange ile elde edilen VY%'si değeri tutarlılığının incelenmesi.**

**HT ile Açıkada ve diğ. (4) ile belirlenen VY%'si değerlerinin incelenmesi:**

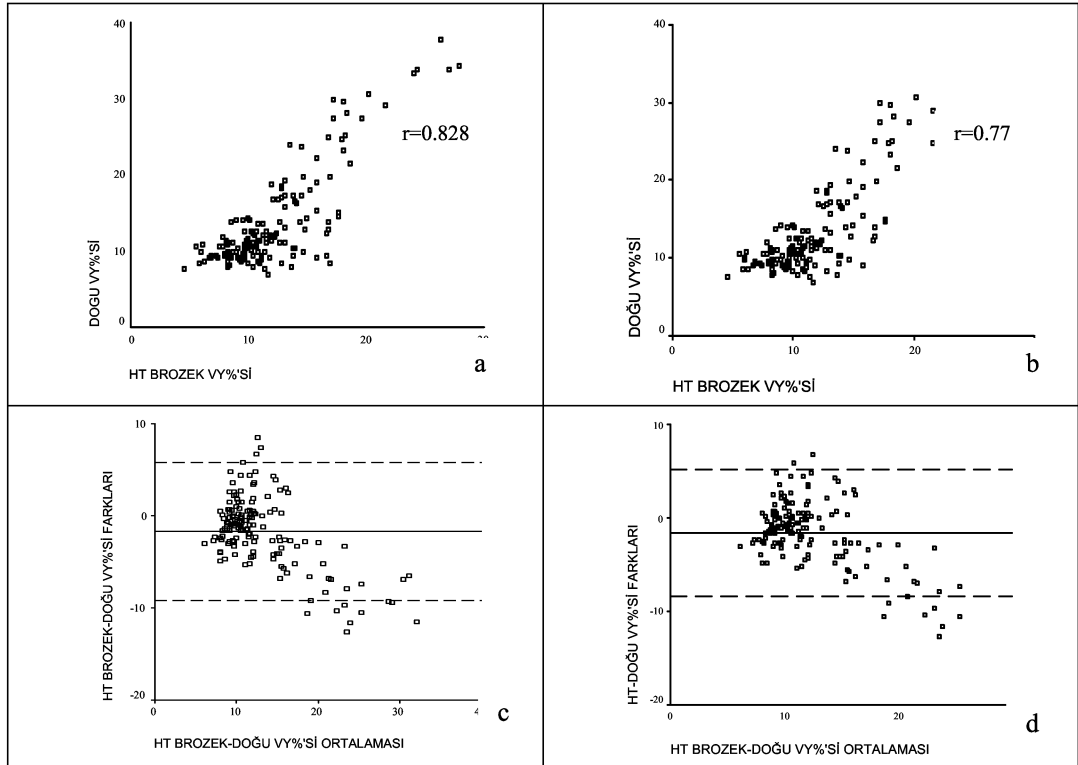
HT ile Açıkada ve diğ. (4) ile belirlenen VY%'si değerleri arasında Pearson korelasyon katsayıları tüm gözlemler kullanıldığında pozitif olup ( $r=0.661$ ) istatistiksel olarak anlamlı ilişki bulunmuştur. Veriye ilişkin saçılım grafiğinde (Grafik 4.7.a) incelemesinde aşırı gözlemler olduğu belirlenmiş ve bu gözlemlerin belirlenmesi için Mahalanobis uzaklığı kullanılarak beş gözlem veriden çıkartılmıştır. Bu veriye ilişkin Saçılım grafiği ile Bland Altman grafikleri (Grafik 4.6.c ve d) incelemesinde aşırı gözlemler çıkartıldıktan sonra ise VY%'si değerlerindeki rasgele dağılımının daha belirginleştiği gözlenmektedir. Aynı zamanda Tablo 4.8'de verilen  $r$  ve sınıfıçı  $r$  değerlerinin incelenmesi sonucuna göre bu iki değişkenin geçerli olduğu söylenebilir.



**Grafik 4.7. HT ile elde edilen VY%'si (referans) ve Açıkada ve diğ. (4) ile elde edilen VY%'si değeri tutarlılığının incelenmesi.**

### HT ve Doğu (59) ile belirlenen VY% değerlerinin incelenmesi:

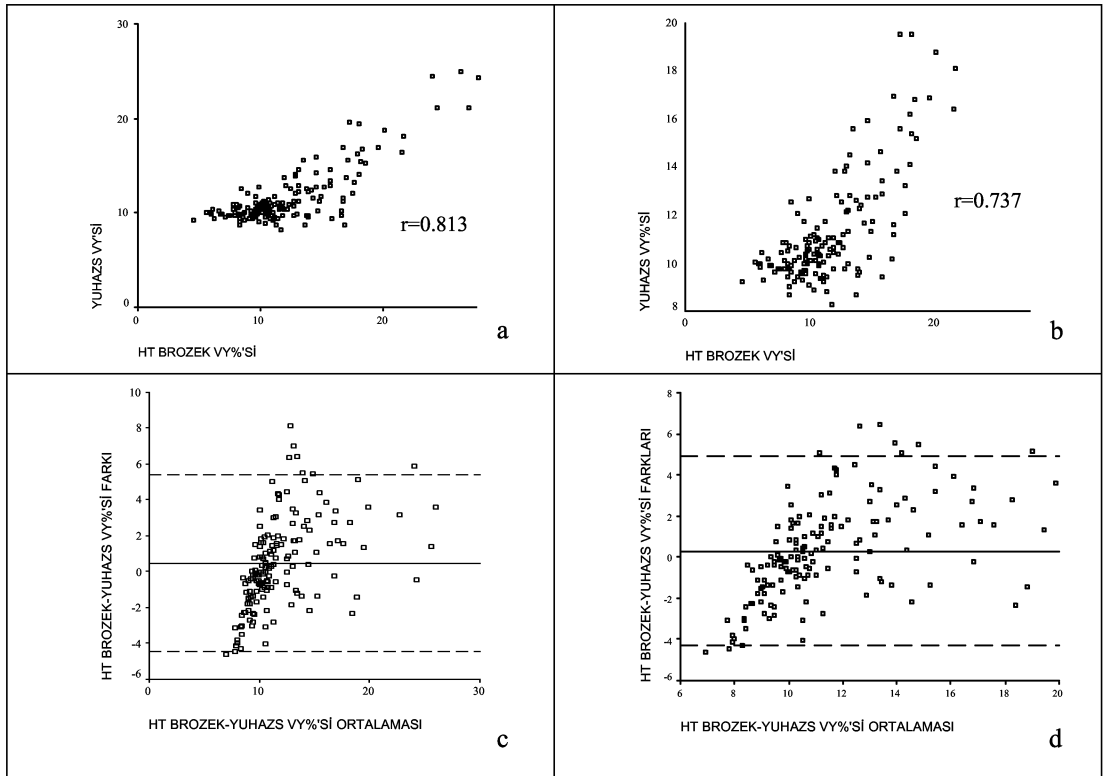
HT ve Doğu (59) ile belirlenen VY% değerleri arasında Pearson korelasyon katsayısı tüm gözlemler kullanıldığında pozitif olup ( $r=0.828$ ) istatistiksel olarak anlamlıdır. Verilere ilişkin saçılım grafiğinde (Grafik.4.8.a) aşırı gözlemler olduğu belirlenmiş ve bu gözlemler Mahalanobis uzaklığı ile belirlenerek yedi gözlem çıkartılmış veriden çıkartılmıştır. Aşırı veriler çıkartıldıktan sonra Pearson korelasyon katsayısının daha düşük ( $r=0.77$ ) olduğu belirlenmiştir. Bu iki değişkene ilişkin Bland Altman grafiklerinde (Grafik 4.8.c ve d) görüldüğü gibi VY%'si ortalama değerleri arttıkça VY%'si farkları azalmaktadır yada iki yöntemin ortalaması azaldıkça VY%'si değerleri farkları artmaktadır. Bununla birlikte ortalamaya yakın bir bölge olan VY%'si  $\sim\%10$  civarında olan gözlemlerde bir yığılma gözlenmektedir. Buna rağmen, veriye ilişkin Bland Altman grafiklerinde dağılımın düzenli olduğu, bununla birlikte, Tablo 4.8'de verilen r ve sınıfıçı r değerleri incelendiğinde iki değişkenin geçerli olduğu söylenebilir.



**Grafik 4.8. HT ile elde edilen VY%'si (referans) ve Doğu (59) ile elde edilen VY%'si değerinin tutarlılığının incelenmesi.**

### HT ve Yuhazs (227) ile belirlenen VY% değerlerinin incelenmesi:

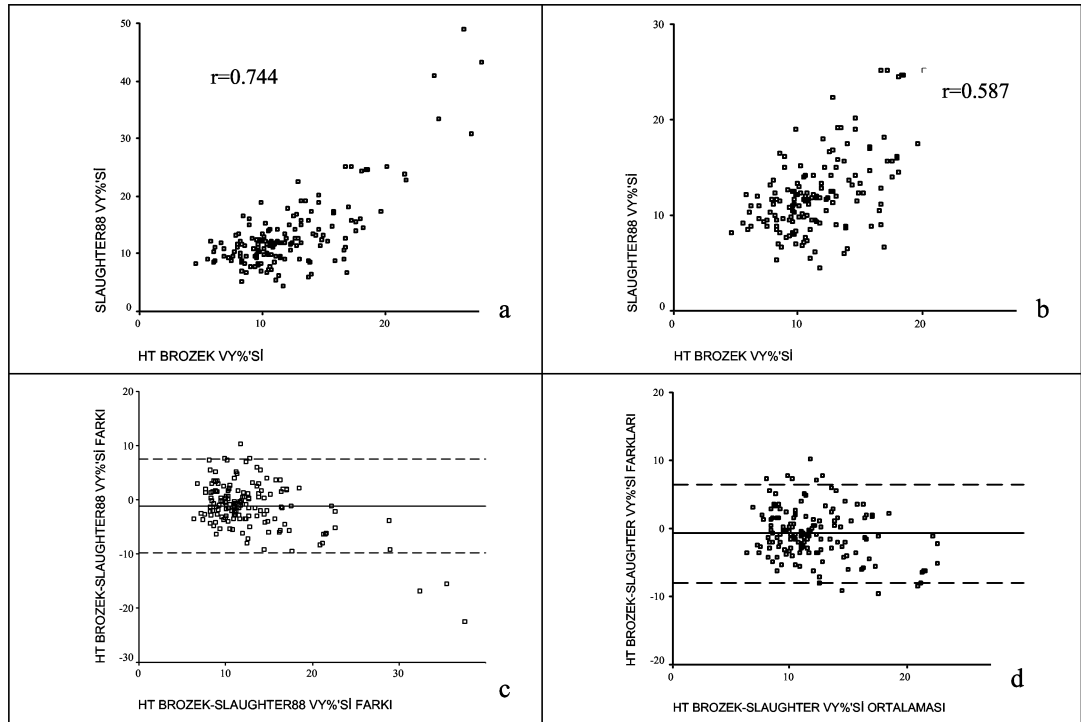
HT ve Yuhazs (227) ile belirlenen VY%'si değerleri arasında Pearson korelasyon katsayısı tüm gözlemler kullanıldığında pozitif olup ( $r=0.813$ ) istatistiksel olarak anlamlıdır. Saçılım grafiği incelendiğinde aşırı gözlemler olduğu saptanmış ve bu gözlemlerin belirlenmesi için Mahalanobis uzaklığı incelemesi kullanılmıştır. Bu inceleme sonucu yedi gözlemin çıkartılmasına karar verilmiştir. Bu gözlemler çıkartılmadan önce ve çıkartıldıktan sonra saçılım grafikleri ile Bland Altman grafikleri Grafik 4.9.c ve d'de verilmiştir. Bu grafiklerde VY%'si değerleri %10 civarındaki gözlemlerde bir yığılma olduğu buna rağmen saçılımın rasgele olduğu görülmektedir. Aşırı gözlemler çıkartılmadan önce ve çıkartıldıktan sonra  $r$  ve sınıfı  $r$  (Tablo 4.8) azalmış olmasında rağmen Grafik 4.9.d'de dağılımın daha rasgele olduğu gözlemlenmektedir. Saçılım grafikleri ve Blant Altman grafikleri ile  $r$  ve sınıfı  $r$  incelemesine göre bu iki değişkenin geçerli olduğu söylenebilir.



**Grafik 4.9. HT ile elde edilen VY%'si değeri (referans) ve Yuhazs (227) ile elde edilen VY%'si değeri tutarlılığının incelenmesi.**

**HT ve Slaughter ve diğ. (189) ile belirlenen VY% değerlerinin incelenmesi:**

HT ve Slaughter ve diğ. (189) ile belirlenen VY%'si değerleri arasında Pearson korelasyon katsayısı tüm gözlemler kullanıldığında pozitif olup ( $r=0.744$ ) istatistiksel olarak anlamlıdır. Saçılım grafiği (Grafik 4.10.a) incelendiğinde aşırı gözlemler olduğu görülmüş ve uzak gözlemler için Mahalanobis uzaklığından yararlanılarak beş gözlemin çıkartılmasına karar verilmiştir. Bu gözlemler çıkartılmadan önce ve çıkartıldıktan sonra saçılım grafikleri ile Bland Altman grafikleri Grafik 4.10'da verilmiştir. Bu iki değişkene ilişkin Bland Altman grafiklerinde (Grafik 4.10.c ve d) VY%'si daha rasgele bir dağılım göstermektedir. Yapılan inceleme sonucu  $r$  ve sınıfıçı  $r$  aşırı gözlemler çıkartıldıktan sonra azaldığı (Tablo 4.8) belirlenmiştir. Buna rağmen, tüm değerlendirmeler göz önünde bulundurulduğunda bu iki değişkenin geçerli olduğu söylenebilir.



**Grafik 4.10. HT ile elde edilen VY%'si (referans) ve Slaughter ve diğ. (189) ile elde edilen VY%'si tutarlığının incelenmesi.**

### 4.2.3. HT ile elde edilen YVK'si değerleri (referans) ile yabancı popülasyonlar için geliştirilmiş farklı denklemlerin tutarlılığının incelenmesi

Tablo 4.9'da YVK için geliştirilmiş ve geçerliğı incelenen denklemler, açıklayıcılık katsayıları ve s değerleri verilmiştir.

**Tablo 4.9. YVK için geliştirilmiş ve geçerliğı incelenen denklemler**

| Kaynak                               | Popülasyon                                | Denklem   | R <sup>2</sup> | s    |
|--------------------------------------|---|---|----------------|------|
| Chumlea ve ark. (1988)               | 9-17 yaş 24 erkek                         | YVK = -1.23+0.92 (boy <sup>2</sup> /R)  | -              | -    |
| Houtkooper ve diğ. (109)             | Beyaz erkek ve bayan n=94 (10-19yaş)      | YVK=1.31+0.61(b <sup>2</sup> /R)+0.25(VA)   | 0.95           | 2.1  |
| Deurenberg ve diğ. (1991)            | Beyaz erkek ve bayan n=661 (16-83yaş)     | YVK=12.44+0.340(b <sup>2</sup> /R)+15.34(b)+0.273 (VA)-0.127(yaş)+4.56(cinsiyet)<br>b(m) cinsinden<br>erkek=1 | 0.93           | 2.63 |
| Segal ve diğ. (183)                  | Beyaz erkek n=1069 (17-62yaş)             | YVK=22.66827+0.00132(b <sup>2</sup> )-0.04394(R)+0.3052(VA)-0.1676(Yaş)                                       | 0.89           | 3.61 |
| Segal ve diğ. (183) fatness spesifik | Beyaz erkek n=1069 (17-62yaş)             | YVK=9.33285+0.0006636(b <sup>2</sup> )-0.02117(R)+0.62854(VA)-0.1238(Yaş)                                     | 0.95           | 2.47 |
| Kushner ve Schoeller (131)           | 31.8-53.7 (n=20yaş)                       | YVK=((0.396(boy <sup>2</sup> /R) + 0.143(VA) + 8.399) / 1.04)/0.73  | 0.99           | 1.66 |
| Lukaski ve diğ. (148)                | Erkek ve bayan sporcu n= 104 20.7±0.3 yaş | YVK= 5.214+0.827 (Boy <sup>2</sup> /R)  | 0.98           | 2.04 |
| Oppliger ve diğ. (165)               | n=110 (15.7±1.1 yaş)                      | YVK= 1.949+0.701(VA) +0.186 ( Boy <sup>2</sup> /R)  | 0.96           | 1.89 |

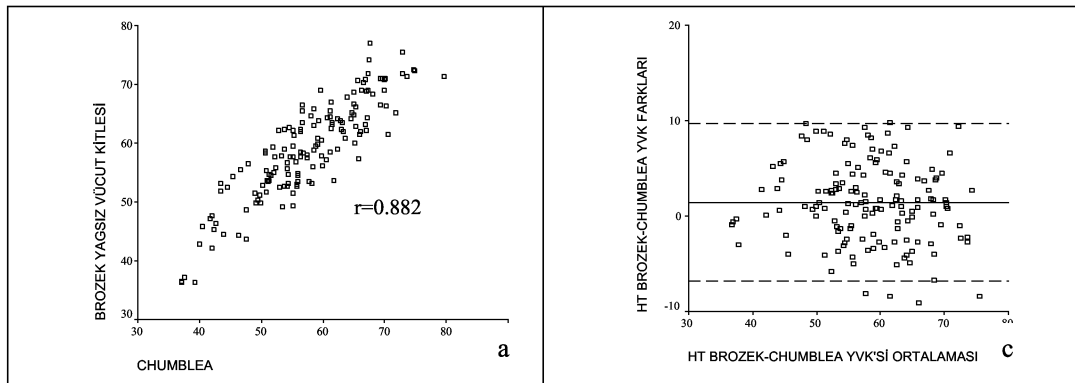
Tablo 4.10'da görüldüğü gibi, Chumblea ve Lukaski için  $r$  çok düşük çıkarken en yüksek ilişki Segal FS ve Oppliger denklemleri ile bulunmuştur. Bu denklemler içinden üç tanesinde aşırı değerler nedeniyle gözlem çıkartılmış ve tekrar inceleme yapılmıştır. Bu incelemeler sonucu yeni  $r$  değerleri ve sınıfıçı korelasyon katsayıları hesaplanmış ve Tablo 4.10'da verilmiştir.

**Tablo 4.10. HT ile elde edilen YVK değerleri ve farklı denklemlerle elde edilen YVK değerlerine ilişkin ilişki katsayıları ve sınıfıçı korelasyon katsayıları**

| Farklı denklemler | Aşırı değerler çıkartılmadan |              | Aşırı değerler çıkartıldıktan sonra |              |
|-------------------|------------------------------|--------------|-------------------------------------|--------------|
|                   | $r$                          | Sınıfıçı $r$ | $r$                                 | Sınıfıçı $r$ |
| CHUMBLEA          | 0.882*(n=148)                | 0.9294       | -                                   | -            |
| HOUTKOOPER        | 0.938*(n=148)                | 0.9381       | -                                   | -            |
| DEURENBERG        | 0.939*(n=147)                | -2.5532      | 0.936*(n=141)                       | -3.4927      |
| SEGAL88           | 0.946*(n=148)                | 0.9607       | -                                   | -            |
| SEGALFS           | 0.957*(n=148)                | 0.9694       | 0.965*(n=144)                       | 0.9767       |
| KUSHNER           | 0.934*(n=148)                | 0.9398       | -                                   | -            |
| LUKASKI           | 0.882*(n=148)                | 0.9334       | -                                   | -            |
| OPPLIGER          | 0.957*(n=148)                | 0.9608       | 0.969*(n=143)                       | 0.9727       |

**HT ve Chumblea ve diğ. (41) ile belirlenen YVK'si değerlerinin incelenmesi:**

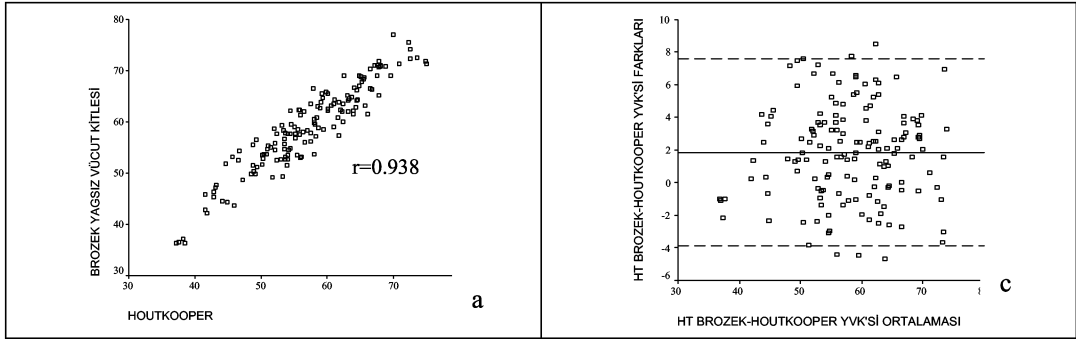
HT ve Chumblea ve diğ. (41) verileri arasında Pearson korelasyon katsayıları ( $r=0.882$   $p=0.000$ ) ve sınıfıçı  $r=0.93$  ile birlikte yapılan iki değişkene ilişkin Bland Altman grafiğinde (Grafik 4.11.b) gözlemlerin dağılımının rasgele olduğu görülmektedir. Bu incelemelere göre bu iki değişkenin geçerli olduğu söylenebilir.



**Grafik 4.11. HT ile elde edilen YVK (referans) ve Chumblea ve diğ.(41) ile elde edilen YVK tutarlılığının incelenmesi.**

**HT ve Houtkooper ve diğ. (109) ile belirlenen YVK değerlerinin incelenmesi:**

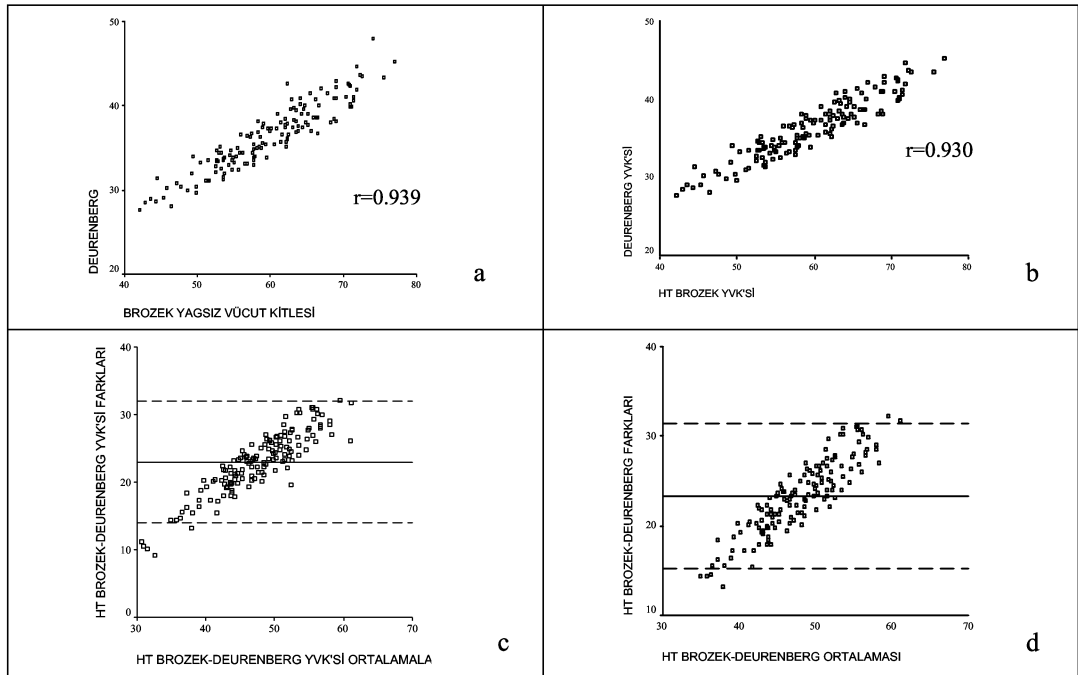
HT ve Houtkooper ve diğ. (109) verileri arasında Pearson korelasyon katsayıları ( $r=0.938$   $p=0.000$ ) incelendiğinde yüksek pozitif ilişki gözlemlenmektedir. Bu iki değişkene ilişkin Bland Altman grafiğinde (Grafik 4.12.b) gözlemlerin dağılımının rasgele olduğu görülmektedir. Ayrıca Tablo 4.10'da  $r$  ve sınıfıçı  $r$  incelendiğinde bu iki denklemin geçerli olduğu söylenebilir.



**Grafik 4.12. HT ile elde edilen YVK değeri (referans) ve Houtkooper ve diğ. (109) ile elde edilen YVK değeri tutarlığının incelenmesi.**

### HT ve Deurenberg (57) ile belirlenen YVK değerlerinin incelenmesi:

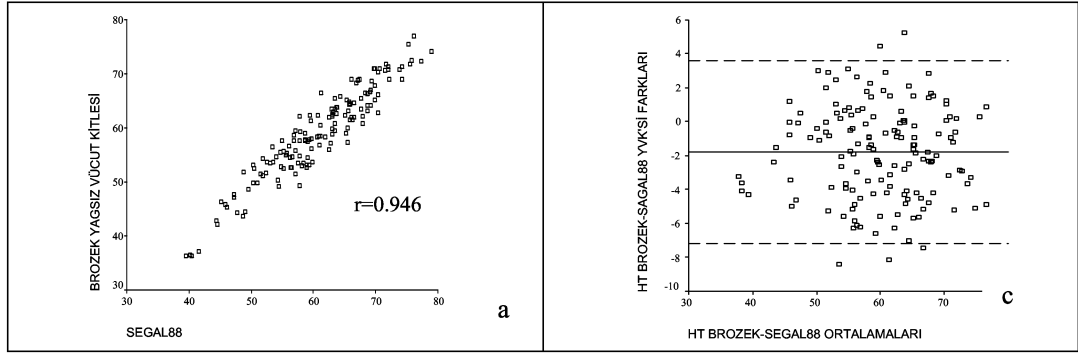
HT ile Deurenberg (57) ile belirlenen YVK değerleri arasında Pearson korelasyon katsayısı tüm gözlemlerin bulunduğu incelemede pozitif olup ( $r=0.94$ ) istatistiksel olarak anlamlıdır. Mahalanobis uzaklığı incelemesi sonucu altı gözlemin çıkarılmış, Aşırı gözlemler çıkartılmadan önce ve çıkartıldıktan sonra Pearson korelasyon katsayısının (Tablo 4.10) az miktarda azaldığı belirlenmiştir. Bununla birlikte sınıf içi korelasyon katsayısının negatif değerinin arttığı gözlenmektedir. Ayrıca veriye ilişkin Bland Altman grafikleri aşırı değerler çıkartılmadan önce ve çıkartıldıktan sonra çizilen grafiklerde (Grafik 4.13.c ve d) YVK değerleri arttıkça kestirim değeri ile referans değer arasındaki farkın arttığı gözlemlenmektedir. YVK'si daha fazla olan sporcularda referans değerlere göre daha yüksek, YVK düşük olan sporcularda ise daha düşük kestirildiği gözlemlenmektedir. Buna göre bu iki denklemin geçerli olduğu söylenemez.



**Grafik 4.13. HT ile elde edilen YVK'si (referans) ve Deurenberg (57) ile elde edilen YVK'si tutarlığının incelenmesi.**

### HT ve Segal (183) ile belirlenen YVK değerlerinin incelenmesi:

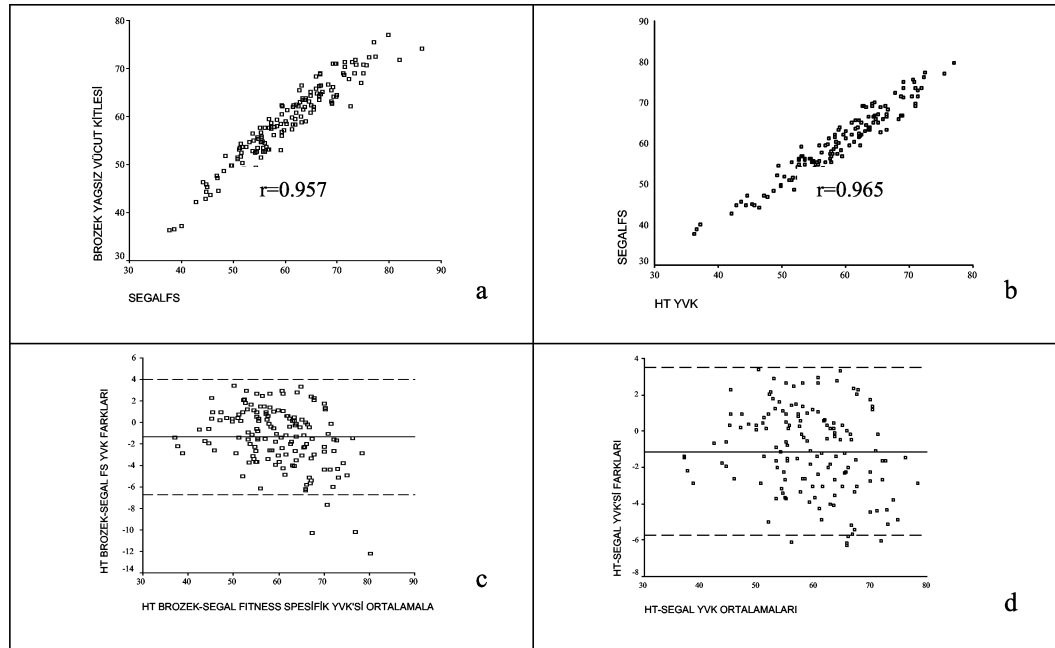
HT ve Segal (183) verileri arasında Pearson korelasyon katsayıları ( $r=0.946$ ,  $p=0.000$ ) ve sınıfıçı korelasyon katsayıları ( $r=0.96$ ) incelendiğinde yüksek pozitif ilişki gözlenmektedir. Bu iki değişkene ilişkin Bland Altman grafiğinde (Grafik 4.14.b), gözlemlerin dağılımının rasgele olduğu görülmektedir. Tüm incelemeler gözönünde bulundurulduğunda, bu iki değişkenin geçerli olduğu söylenebilir.



**Grafik 4.15. HT ile elde edilen YVK'si (referans) ve Segal (183) ile elde edilen YVK'si tutarlılığının incelenmesi.**

### HT ve Segal Fitness Spesifik (FS) ile belirlenen YVK değerlerinin incelenmesi:

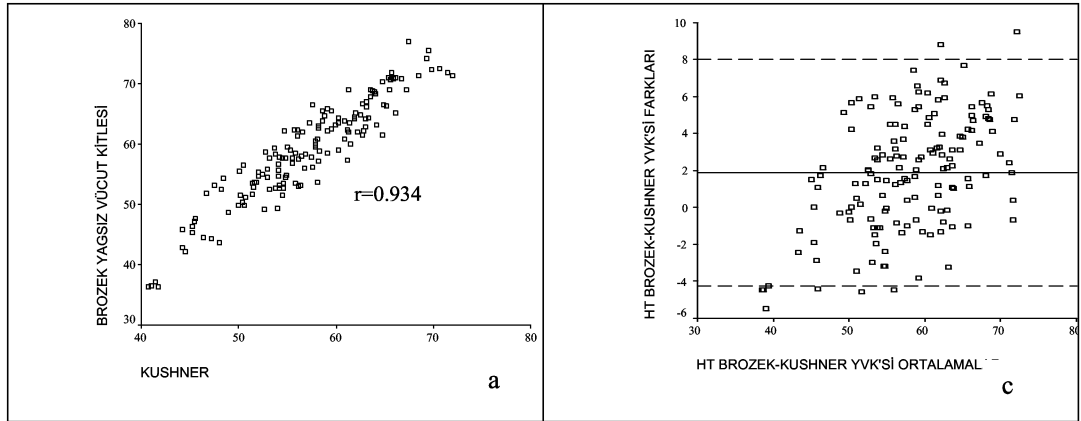
HT ile Segal FS (183) ile belirlenen YVK değerleri arasında Pearson korelasyon katsayısı tüm gözlemler kullanıldığında oldukça yüksek pozitif ilişki olup ( $r=0.957$ ) istatistiksel olarak anlamlıdır. Veriye ilişkin saçılım grafiği incelemesi sonucu aşırı gözlemler olduğu belirlenmiş ve Mahalanobis uzaklığı incelemesi sonucu dört gözlemin çıkartılmasına karar verilmiştir. Aşırı değerler çıkartılmadan önce ve çıkartıldıktan sonra saçılım ve Bland Altman grafikleri Grafik 4.16'da verilmiştir. Tablo 4.10'da verilen  $r$  ve sınıfıçı  $r$  katsayıları bir miktar yükselmiştir. Bu iki değişkene ilişkin Bland Altman grafiğinde (Grafik 4.16.c ve d) görüldüğü gibi YVK değerleri aşırı değerler çıkartıldıktan sonra rasgele dağılımın daha belirgin olduğu gözlemlenmiştir. Tüm incelemeler gözönünde bulundurulduğunda kullanılan denklemlerin geçerli olduğu söylenebilir.



**Grafik 4.16. HT ile elde edilen YVK'si (referans) ve Segal FS (183) ile elde edilen YVK'si tutarlılığının incelenmesi.**

### HT ve Kushner (131) ile belirlenen YVK değerlerinin incelenmesi

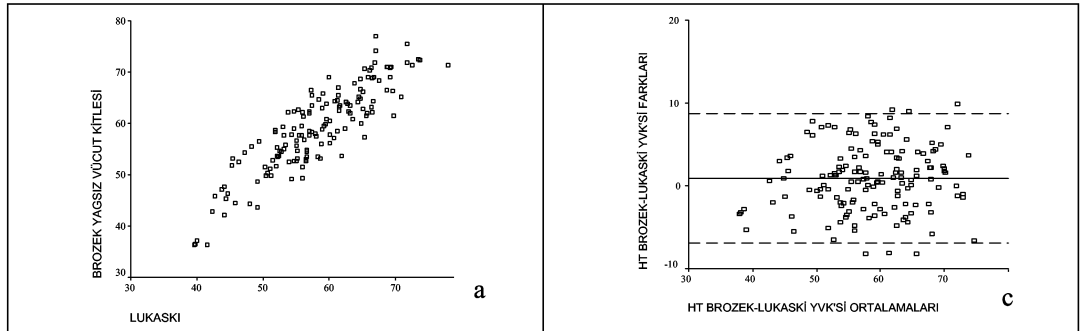
HT ve Kushner (131) verileri arasında Pearson korelasyon katsayıları ( $r=0.934$   $p=0.000$ ) ve sınıfıçı korelasyon katsayısı ( $r=0.93$ ) incelendiğinde yüksek pozitif ve istatistiksel olarak anlamlı ilişki gözlenmektedir. Bu iki değişkene ilişkin Bland Altman grafiğinde (Grafik 4.17.c) gözlemlerin dağılımının rasgele olduğu görülmektedir. Bu incelemelere göre iki değişkenin geçerli olduğu söylenebilir.



**Grafik 4.17. HT ile elde edilen YVK'si (referans) ve Kushner (131) ile elde edilen YVK'si tutarlılığının incelenmesi.**

### HT ve Lukaski (148) ile belirlenen YVK değerlerinin incelenmesi:

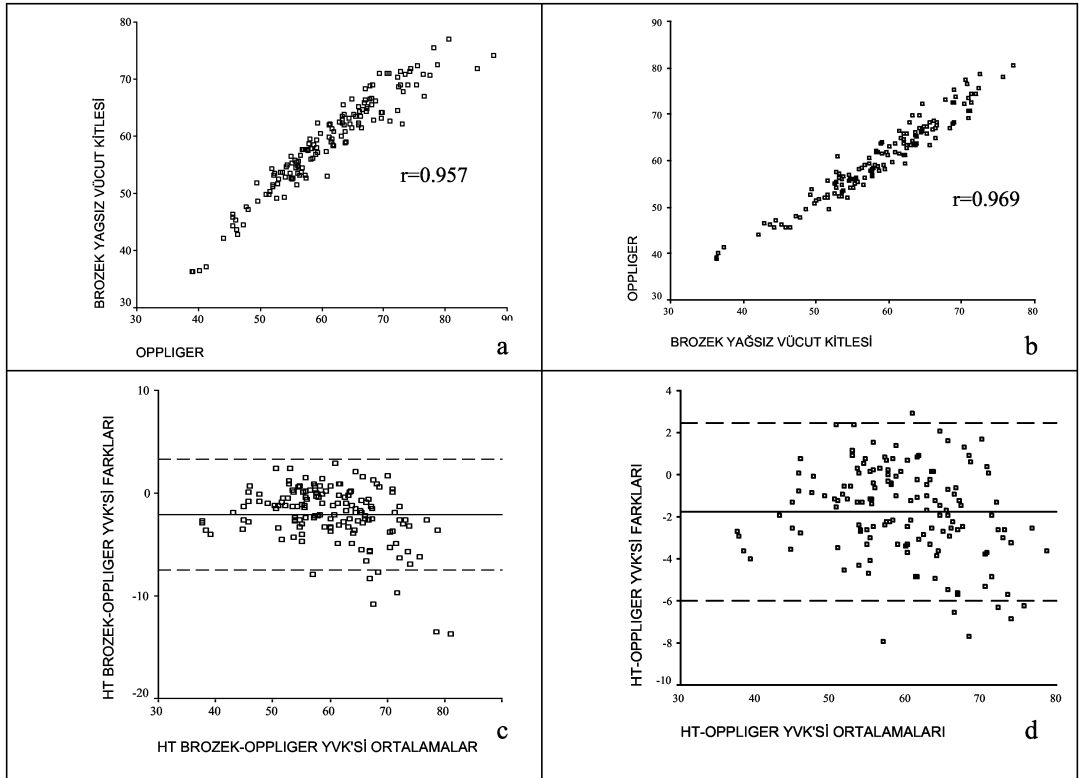
HT ve Lukaski (148) verileri arasında Pearson korelasyon katsayıları ( $r=0.882$   $p=0.000$ ) ve sınıfıçı korelasyon katsayıları ( $r=0.93$ ) incelendiğinde yüksek pozitif ilişki gözlenmektedir. Bu iki değişkene ilişkin Bland Altman grafiğinde (Grafik 4.18.c) gözlemlerin dağılımının rasgele olduğu görülmektedir. Bu incelemelere göre iki değişkenin geçerli olduğu söylenebilir.



**Grafik 4.18. HT ile elde edilen YVK'si (referans) ve Lukaski (148) ile elde edilen YVK'si tutarlılığının incelenmesi.**

### HT ve Oppliger (165) ile belirlenen YVK değerlerinin incelenmesi:

HT ile Oppliger (165) ile belirlenen YVK değerleri arasında Pearson korelasyon katsayısı oldukça yüksek pozitif ilişki olup ( $r=0.957$ ) istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Verilere ilişkin saçılım grafiği incelemesi sonucu aşırı değerler olduğu gözlenmiş ve bu gözlemleri belirlemek için Mahalanobis uzaklığı incelemesinden yararlanılmıştır (beş aykırı gözlem belirlenmiştir). Aşırı gözlemler çıkartılmadan önce ve çıkartıldıktan sonra çizilen saçılım ve Blant Altman grafikleri Grafik 4.19'da verilmiştir. Bu iki değişkene ilişkin Bland Altman grafikleri (Grafik 4.19.c ve d) görüldüğü gibi YVK değerleri aşırı değerler çıkartıldıktan sonra dağılımın rasgele olduğu gözlenmektedir. Ayrıca Tablo 4.10'da verilen  $r$  ve sınıfı  $r$  değerleri de gözönünde bulundurulduğunda iki değişkenin geçerli olduğu söylenebilir.



**Grafik 4.19.** HT ile elde edilen YVK'si (referans) ve Oppliger (165) ile elde edilen YVK'si tutarlığının incelenmesi.

### 4.3. Sporcuların Bağımlı ve Bağımsız Değişkenler Arasında Korelasyon Katsayıları

Sporcuların yaşları ile VY, YVK, VA, boy değişkenleri arasında pozitif korelasyon katsayısı bulunurken, VY%'si arasında negatif anlamlı korelasyon katsayısı gözlenmiştir. VA ile en yüksek korelasyon katsayısına sahip değerler YVK ve boy değişkeniyken, VA ile VY arasında negatif korelasyon katsayısı bulunmuştur (Tablo 4.11).

Diğer korelasyon katsayıları incelediğinde yaş değişkeni ile boy, VA, YVK arasında pozitif anlamlı korelasyon, VY%'si ile negatif anlamlı korelasyon katsayıları bulunmuştur.

**Tablo 4.11. Sporcuların VY, YVK, VY%'si ile yaş, VA ve boy Pearson korelasyon katsayıları (n=145)**

| Değişkenler | VY      | VY%     | YVK    | Yaş     | VA     | Boy    | Spor Yaşı |
|-------------|---------|---------|--------|---------|--------|--------|-----------|
| Yaş         | 0.277*  | -0.277* | 0.365* | 1*      | 0.253* | 0.232* | 0.230*    |
| VA          | -0.421* | 0.422*  | 0.953* | 0.253*  | 1*     | 0.785* | 0.190*    |
| Boy         | -0.224* | 0.223*  | 0.791* | 0.232*  | 0.785* | 1*     | 0.068     |
| VY%         | -1*     | 1*      | 0.132  | -0.277* | 0.422* | 0.223* | -0.078    |
| YVK         | -0.131  | 0.132   | 1*     | 0.365*  | 0.953* | 0.791* | 0.234*    |

\*p<0.01

#### **4.3.1. Sporcuların VY ile Antropometrik Ölçümleri Korelasyon Katsayıları**

Bu çalışmada, VY denklemini geliştirmek için en yüksek korelasyon katsayısı sırasıyla abdomen  $r=-0.809$ ; suprailiak1  $r=-0.777$ ; suprailiak2  $r=-0.773$ ; uyluk  $r=-0.774$ ; baldır  $r=-0.763$ ; triseps  $r=-0.743$ ; biceps  $r=-0.741$ ; göğüs ve midaksilla  $r=-0.731$ ; ve subskapula  $r=-0.658$  ( $p<0.001$ ) olarak hesaplanmıştır. Bu bulgulara göre VY verisi ile abdomen, suprailiak1, 2 ve uyluk en yüksek korelasyon katsayılarına sahip değişkenlerdir (Tablo 4.12).

Tablo 4.12. Sporcuların vücut yoğunluğu (VY) (kg/m3) ve deri kıvrım kalınlıkları korelasyon katsayıları (n=155)

|              | VY     | Triseps | Subskapula | Biseps | Göğüs  | Midaksilla | Suprailliak1 | Suprailliak2 | Abdomen | Uyluk  | Baldır |
|--------------|--------|---------|------------|--------|--------|------------|--------------|--------------|---------|--------|--------|
|              | 1      | -0.743  | -0.658     | -0.741 | -0.731 | -0.731     | -0.777       | -0.773       | -0.809  | -0.774 | -0.763 |
| Triseps      | -0.743 | 1       | 0.797      | 0.914  | 0.818  | 0.825      | 0.86         | 0.85         | 0.839   | 0.897  | 0.896  |
| Subskapula   | -0.658 | 0.797   | 1          | 0.781  | 0.847  | 0.87       | 0.85         | 0.827        | 0.784   | 0.8    | 0.773  |
| Biseps       | -0.741 | 0.914   | 0.781      | 1      | 0.885  | 0.85       | 0.857        | 0.854        | 0.846   | 0.821  | 0.867  |
| Göğüs        | -0.731 | 0.818   | 0.847      | 0.885  | 1      | 0.942      | 0.869        | 0.871        | 0.794   | 0.759  | 0.808  |
| Midaksilla   | -0.731 | 0.825   | 0.87       | 0.85   | 0.942  | 1          | 0.897        | 0.922        | 0.844   | 0.783  | 0.821  |
| Suprailliak1 | -0.777 | 0.86    | 0.85       | 0.857  | 0.869  | 0.897      | 1            | 0.922        | 0.93    | 0.856  | 0.835  |
| Suprailliak2 | -0.773 | 0.85    | 0.827      | 0.854  | 0.871  | 0.922      | 0.922        | 1            | 0.91    | 0.821  | 0.856  |
| Abdomen      | -0.809 | 0.839   | 0.784      | 0.846  | 0.794  | 0.844      | 0.93         | 0.91         | 1       | 0.842  | 0.828  |
| Uyluk        | -0.774 | 0.897   | 0.8        | 0.821  | 0.759  | 0.783      | 0.856        | 0.821        | 0.842   | 1      | 0.879  |
| Baldır       | -0.763 | 0.896   | 0.773      | 0.867  | 0.808  | 0.821      | 0.835        | 0.856        | 0.828   | 0.879  | 1      |

Tüm veriler p&lt;0.01

Çevre ölçümlerinde VY ile en yüksek korelasyon katsayısı karın çevre değişkeni olmakla birlikte, bağımsız değişkenlerin aralarındaki ilişkilerden en yüksek olarak ölçülen değişkenler; biceps kontrakte-öngöl, biceps-biceps kontrakte, karın-kalça, göğüs çevre ve biceps kontrakte, uyluk – biceps çevre, baldır – öngöl çevre ölçümleri görülmektedir (Tablo 4.13).

Tablo 4.13. Sporcuların vücut yoğunluğu (VY) (kg/m<sup>3</sup>) ve çevre ölçümleri korelasyon katsayıları (n=155)

|                 | Biceps |        |        |          |        |          |        |        |        |        | Ayak bileği |        |  |
|-----------------|--------|--------|--------|----------|--------|----------|--------|--------|--------|--------|-------------|--------|--|
|                 | VY     | Boyun  | Biceps | (Kasılı) | Öngöl  | Elbileği | Göğüs  | Karın  | Kalça  | Uyluk  | Baldır      |        |  |
| VY              | 1      | -0.282 | -0.518 | -0.443   | -0.328 | -0.267   | -0.472 | -0.645 | -0.556 | -0.458 | -0.365      | -0.342 |  |
| Boyun           | -0.282 | 1      | 0.802  | 0.801    | 0.801  | 0.59     | 0.787  | 0.751  | 0.763  | 0.765  | 0.744       | 0.627  |  |
| Biceps          | -0.518 | 0.802  | 1      | 0.959    | 0.87   | 0.551    | 0.854  | 0.827  | 0.805  | 0.857  | 0.792       | 0.638  |  |
| Biceps (Kasılı) | -0.443 | 0.801  | 0.959  | 1        | 0.894  | 0.583    | 0.855  | 0.797  | 0.797  | 0.838  | 0.812       | 0.68   |  |
| Öngöl           | -0.328 | 0.801  | 0.87   | 0.894    | 1      | 0.662    | 0.795  | 0.752  | 0.803  | 0.793  | 0.804       | 0.743  |  |
| Elbileği        | -0.267 | 0.59   | 0.551  | 0.583    | 0.662  | 1        | 0.573  | 0.538  | 0.589  | 0.458  | 0.582       | 0.762  |  |
| Göğüs           | -0.472 | 0.787  | 0.854  | 0.855    | 0.795  | 0.573    | 1      | 0.841  | 0.833  | 0.793  | 0.726       | 0.631  |  |
| Karın           | -0.645 | 0.751  | 0.827  | 0.797    | 0.752  | 0.538    | 0.841  | 1      | 0.889  | 0.808  | 0.752       | 0.662  |  |
| Kalça           | -0.556 | 0.763  | 0.805  | 0.797    | 0.803  | 0.589    | 0.833  | 0.889  | 1      | 0.845  | 0.801       | 0.733  |  |
| Uyluk           | -0.458 | 0.765  | 0.857  | 0.838    | 0.793  | 0.458    | 0.793  | 0.808  | 0.845  | 1      | 0.87        | 0.687  |  |
| Baldır          | -0.365 | 0.744  | 0.792  | 0.812    | 0.804  | 0.582    | 0.726  | 0.752  | 0.801  | 0.87   | 1           | 0.804  |  |
| Ayak bileği     | -0.342 | 0.627  | 0.638  | 0.68     | 0.743  | 0.762    | 0.631  | 0.662  | 0.733  | 0.687  | 0.804       | 1      |  |

Tüm veriler p<0.01

VY ile çap ve uzunluk ölçümleri ile ilgili korelasyon katsayıları sonuçlardan en göze çarpan r değerleri biiliak-bitrokanter ve femur-humerus arasında ölçülmüştür (Tablo 4.14).

**Tablo 4.14. Sporcuların vücut yoğunluğu (VY) (kg/m<sup>3</sup>), çap ve uzunluk ölçümleri korelasyon katsayıları (n=155)**

|               | VY     | Omuz   | Bideltoid | Biiliak | Trokanter | Femur  | Humerus | Ayak uzunluğu |
|---------------|--------|--------|-----------|---------|-----------|--------|---------|---------------|
| VY            | 1      | -0.263 | -0.357    | -0.423  | -0.348    | -0.409 | -0.277  | -0.219        |
| Omuz          | -0.263 | 1      | 0.874     | 0.581   | 0.663     | 0.528  | 0.53    | 0.587         |
| Bideltoid     | -0.357 | 0.874  | 1         | 0.631   | 0.685     | 0.559  | 0.582   | 0.54          |
| Biiliak       | -0.423 | 0.581  | 0.631     | 1       | 0.786     | 0.631  | 0.595   | 0.619         |
| Trokanter     | -0.348 | 0.663  | 0.685     | 0.786   | 1         | 0.772  | 0.668   | 0.708         |
| Femur         | -0.409 | 0.528  | 0.559     | 0.631   | 0.772     | 1      | 0.713   | 0.695         |
| Humerus       | -0.277 | 0.53   | 0.582     | 0.595   | 0.668     | 0.713  | 1       | 0.695         |
| Ayak uzunluğu | -0.219 | 0.587  | 0.54      | 0.619   | 0.708     | 0.695  | 0.695   | 1             |

Tüm veriler  $p < 0.01$

### 4.3.2. Sporcuların VY%'si ile Antropometrik Ölçümleri Korelasyon Katsayıları

Sporcuların VY%'si ile en yüksek korelasyon katsayılarının (Tablo 4.15) DKK arasında; abdomen, suprailiak 1 ve 2, uyluk çevre ölçümlerinde karın, biceps, kalça çevre ölçümleri; çap değişkenlerinde bi-iliak çap olduğu bölgeleri olduğu görülmektedir.

**Tablo 4.15. Sporcuların VY%'si ile antropometrik ölçümler arasındaki korelasyon katsayıları (n=155)**

| <b>DKK</b>  | <b>r</b> | <b>Çevre</b>    | <b>r</b> | <b>Çap ve uzunluk</b> | <b>r</b> |
|-------------|----------|-----------------|----------|-----------------------|----------|
| Triseps     | 0.748    | Boyun           | 0.285    | Omuz                  | 0.265    |
| Subskapula  | 0.664    | Biceps          | 0.521    | Bideltoid             | 0.36     |
| Biceps      | 0.746    | Biceps (Kasılı) | 0.446    | Biliak                | 0.426    |
| Göğüs       | 0.738    | Önkol           | 0.329    | Trokanter             | 0.351    |
| Midaksilla  | 0.738    | Elbileği        | 0.267    | Femur                 | 0.41     |
| Suprailiak1 | 0.782    | Göğüs           | 0.476    | Humerus               | 0.276    |
| Suprailiak2 | 0.778    | Karın           | 0.649    | Ayak uzunluğu         | 0.218    |
| Abdomen     | 0.812    | Kalça           | 0.559    |                       |          |
| Uyluk       | 0.777    | Uyluk           | 0.46     |                       |          |
| Baldır      | 0.767    | Baldır          | 0.367    |                       |          |
|             |          | Ayakbileği      | 0.344    |                       |          |

Tüm veriler  $p < 0.01$

### 4.3.3. Sporcuların YVK ile Antropometrik Ölçümleri Korelasyon Katsayıları

Sporcuların YVK'si ile en yüksek korelasyon katsayılar (Tablo 4.12) DKK arasında göğüs ve midaksilla bölgeleri hariç diğer bölgelerin ilişkileri benzer ve anlamlıdır. Çevre ölçümleri ile YVK'si değerleri daha yüksek korelasyon katsayılarına sahiptir. Çap ölçümlerinden omuz ve bitrokhanter çapları daha yüksek korelasyon katsayısına sahiptir (Tablo 4.16).

**Tablo 4.16. Sporcuların yağsız vücut kütlesi (YVK) (kg) DKK, çevre, çap ve uzunluk ölçümleri korelasyon katsayıları (n=155)**

| <b>DKK</b>  | <b>r</b> | <b>Çevre</b>    | <b>r</b> | <b>Çap ve uzunluk</b> | <b>r</b> |
|-------------|----------|-----------------|----------|-----------------------|----------|
| Triseps     | 0.431    | Boyun           | 0.832    | Omuz                  | 0.779    |
| Subskapula  | 0.442    | Biceps          | 0.779    | Bideltoid             | 0.86     |
| Biceps      | 0.401    | Biceps (Kasılı) | 0.807    | Biliak                | 0.683    |
| Göğüs       | 0.352    | Önkol           | 0.866    | Trokanter             | 0.792    |
| Midaksilla  | 0.389    | Elbileği        | 0.636    | Femur                 | 0.72     |
| Suprailiak1 | 0.428    | Göğüs           | 0.836    | Humerus               | 0.701    |
| Suprailiak2 | 0.400    | Karın           | 0.77     | Ayak uzunluğu         | 0.712    |
| Abdomen     | 0.486    | Kalça           | 0.876    |                       |          |
| Uyluk       | 0.412    | Uyluk           | 0.807    |                       |          |
| Baldır      | 0.403    | Baldır          | 0.832    |                       |          |
|             |          | Ayakbileği      | 0.762    |                       |          |

Tüm veriler  $p < 0.01$

#### 4.3.4. YVK ile Farklı segmentlere Ait Rezistans ve Reaktans Değerlerinin YVK ile Korelasyon Katsayıları

En yüksek ilişki katsayıları her iki değişken için sağ el-sağ ayak olarak hesaplanmıştır (Tablo 4.17).

**Tablo 4.17. Sporcuların YVK ile farklı segmentlere takılan elektrotlar ait rezistans ve reaktans değerleri arasındaki Pearson korelasyon katsayıları**

| YVK (r)   | Sağ el-sağ ayak | Sağ el-sol ayak | Sol el- sol ayak | Sol el-sağ ayak |
|-----------|-----------------|-----------------|------------------|-----------------|
| rezistans | -0.523          | -0.517          | -0.502           | -0.508          |
| reaktans  | -0.310          | -0.290          | -0.296           | -0.310          |

Tüm veriler  $p < 0.01$

#### 4.4. Regresyon Denklemleri

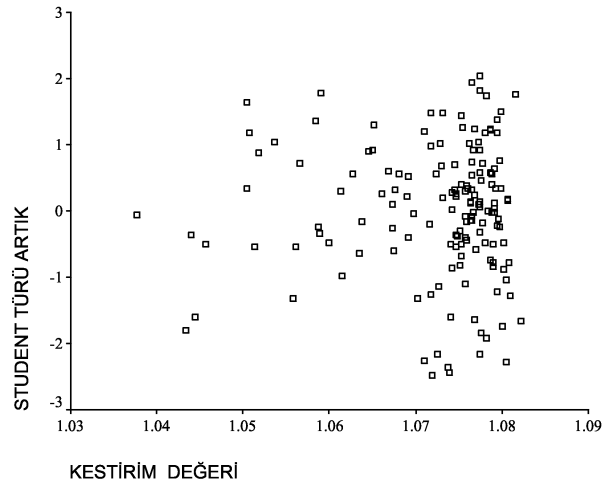
##### 4.4.1. Vücut yoğunluğu (VY) Kestirimi için Geliştirilen Regresyon Denklem Modelleri

###### VY Model 1

Birinci model  $y_i = \beta_0 + \beta_1(\text{Abdomen}) + \beta_2(\text{Uyluk})$  şeklinde elde edilmiştir. Model oluşturulduktan sonra ilgili student türü artık grafiği çizilerek modelin yeterliği incelenmiş ve artık gözlemler belirlenmiştir. Artık olduğu belirlenen 3 gözlem veriden silinerek model yeniden oluşturulmuştur. Sonuç model Tablo 4.18'de verilmiştir. Tablo 4.18'de görüldüğü gibi VIF değerleri oldukça düşüktür. Modele ilişkin student türü artık grafiği Grafik 4.20'de verilmiştir. Bu grafikten de artıkların sıfır etrafında rasgele bir dağılıma sahip olduğu görülmektedir.

Tablo 4.18. VY kestirimi için geliştirilen VY Model 1 çoklu doğrusal regresyon sonuçları

| Değişken | $b_i$        | $S(b_i)$    | BETA    | VIF           | t           | p      |
|----------|--------------|-------------|---------|---------------|-------------|--------|
| Sabit    | 1.089        | 0.0010      |         |               | 1061.5420   | 0.0000 |
| Abdomen  | -0.0006833   | 0.0000      | -0.5680 | 3.4150        | -7.2650     | 0.0000 |
| Uyluk    | -0.0005784   | 0.0000      | -0.3210 | 3.4150        | -4.1100     | 0.0000 |
| n=153    | s= 0.0055187 | $R^2= 0.73$ |         | F= 204.706279 | $p= 0.0000$ |        |



Grafik 4.20. VY Model 1 için kestirim değerlerine karşı student türü artık grafiği

Tablo 4.18 yardımıyla Çoklu Doğrusal Kestirim Denklemi;

$$VY = 1.089 - 0.0006833(\text{Abdomen}) - 0.0005784(\text{Uyluk})$$

olarak yazılır.

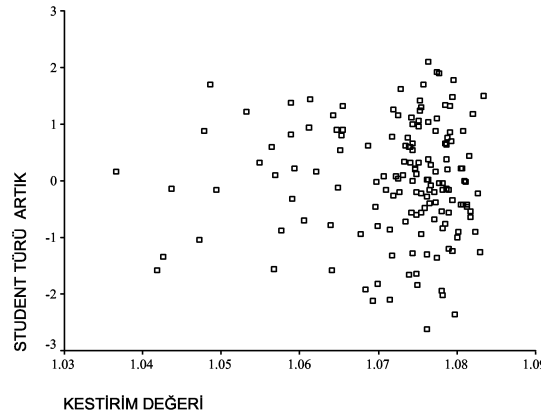
**VY Model 1** regresyon denkleminin geçerliği yarıya bölme yöntemi ile incelendiğinde birinci grup için  $R^2=0.67$ , ikinci grup için ise  $R^2=0.79$  olarak hesaplanmıştır. Buna göre, bu modelin geçerliği olduğu söylenebilir.

### **VY Model 2**

İkinci model  $y_i=\beta_0+\beta_1(Yaş)+\beta_2(Abdomen)+\beta_3(Uyluk)$  şeklinde oluşturulduktan sonra ilgili student türü artık grafiği çizilerek artık gözlemler belirlenmiştir. Artık olduğu belirlenen 3 gözlem veriden silinerek model yeniden oluşturulmuştur. Sonuç model Tablo 4.19’da verilmiştir. Tablo 4.19’da görüldüğü gibi VIF değerleri oldukça düşüktür. Modele ilişkin student türü artık grafiği (Grafik 4.21) verilmiştir. Bu grafikten artıkların 0 etrafında rasgele bir dağılıma sahip olduğu görülmektedir.

**Tablo 4.19. VY kestirimi için geliştirilen Model 2 çoklu doğrusal regresyon sonuçları**

| Değişken      | $b_i$             | $S(b_i)$                    | BETA                          | VIF   | t       | p     |
|---------------|-------------------|-----------------------------|-------------------------------|-------|---------|-------|
| Sabit         | 1.05              | 0.008                       |                               |       | 127.098 | 0.000 |
| Yaş           | 0.0023980         | 0.001                       | 0.191                         | 1.018 | 4.741   | 0.000 |
| Abdomen       | -0.0007239        | 0.000                       | -0.603                        | 3.466 | -8.105  | 0.000 |
| Uyluk         | -0.0004777        | 0.000                       | -0.266                        | 3.498 | -3.556  | 0.000 |
| <b>n= 152</b> | <b>s= 0.00521</b> | <b>R<sup>2</sup>= 0.763</b> | <b>(F=159.06285 p= 0.000)</b> |       |         |       |



**Grafik 4.21. VY Model 2 için kestirim değerlerine karşı student türü artık grafiği**

Tablo 4.19 yardımıyla Çoklu Doğrusal Kestirim Denklemi;

$$VY=1.05+0.0023980(Yaş)-0.0007239(Abdomen)-0.0004777(Uyluk)$$

olarak yazılır.

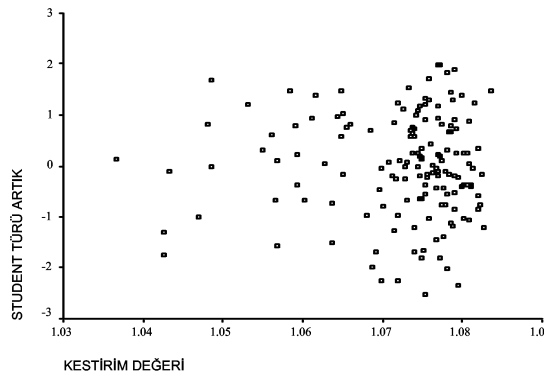
*VY Model 2'*ye ilişkin regresyon denkleminin çapraz geçerliği incelendiğinde rasgele oluşturulan birinci grubun açıklayıcılık katsayısı  $R^2=0.78$  olarak bulunurken diğer grubun açıklayıcılık katsayısı  $R^2=0.73$  olarak bulunmuştur. Buna göre bu modelin geçerliği olduğu söylenebilir.

### *VY Model 3*

Üçüncü model  $y_i=\beta_0+\beta_1(VA)+\beta_2(Abdomen)+\beta_3(Uyluk)+\beta_4(Yaş)$  şeklinde oluşmuştur. Model oluşturulduktan sonra ilgili student türü artık grafiği çizilerek artık gözlemler belirlenmiştir. Artık olduğu belirlenen 3 gözlem veriden silinerek model yeniden oluşturulmuştur. Sonuç model Tablo 4.20'de verilmiştir. Tablo 4.20'de görüldüğü gibi VIF değerleri oldukça düşüktür. Modele ilişkin student türü artık grafiği Grafik 4.22'de verilmiştir. Bu grafikten de artıkların sıfır etrafında rasgele bir dağılıma sahip olduğu görülmektedir.

**Tablo 4.20. VY kestirimi için geliştirilen VY Model 3 çoklu doğrusal regresyon sonuçları**

| Değişken      | $b_i$              | S( $b_i$ ) | BETA                      | VIF   | t                   | p             |
|---------------|--------------------|------------|---------------------------|-------|---------------------|---------------|
| Sabit         | 1.049              | 0.008      |                           |       | 126.515             | 0.000         |
| VA            | 0.000051           | 0.000      | 0.051                     | 2.194 | 0.868               | 0.387         |
| Abdomen       | -0.000756          | 0.000      | -0.630                    | 4.059 | -7.815              | 0.000         |
| Uyluk         | -0.000499          | 0.000      | -0.278                    | 3.610 | -3.651              | 0.000         |
| Yaş           | 0.002262           | 0.001      | 0.180                     | 1.115 | 4.268               | 0.000         |
| <b>n= 152</b> | <b>s= 0.005214</b> |            | <b>R<sup>2</sup>=0.76</b> |       | <b>(F=97.011820</b> | <b>p=.000</b> |



**Grafik 4.22. VY Model 3 için kestirim değerlerine karşı student türü artık grafiği**

Tablo 4.20 yardımıyla Çoklu Doğrusal Kestirim Denklemi;

$$VY=1.049+0.000051(VA)-0.000756(Abdomen)-0.000499(Uyluk)+0.002262(Yaş)$$

olarak yazılır.

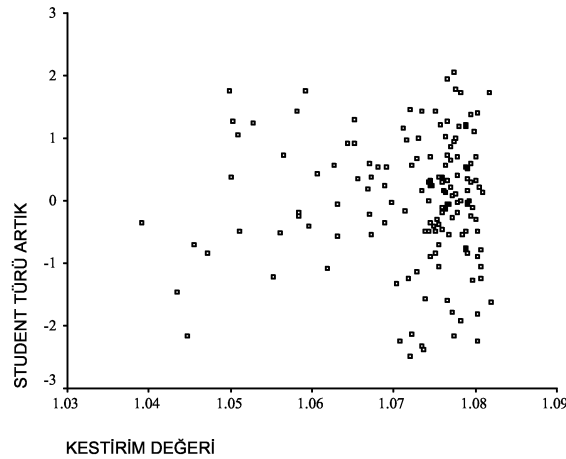
**VY Model 3** regresyon denkleminin geçerliği rasgele yarıya bölme yöntemi ile incelendiğinde birinci gruba ait açıklayıcılık katsayısı  $R^2=0.795$  ve ikinci gruba ait açıklayıcılık katsayısı  $R^2=0.70$  olarak hesaplanmıştır. Buna göre bu modelin geçerli olduğu söylenebilir.

#### **VY Model 4**

Dördüncü model  $y_i=\beta_0+\beta_1(\text{Abdomen})+\beta_2(\text{Uyluk})+\beta_3(\text{Subskapula})$  şeklinde oluşturulmuştur. Model oluşturulduktan sonra ilgili student türü artık grafiği çizilerek artık gözlemler belirlenmiştir. Artık olduğu belirlenen 3 gözlem veriden silinerek model yeniden oluşturulmuştur. Sonuç model Tablo 4.21’de verilmiştir. Tablo 4.21’de görüldüğü gibi VIF değerleri oldukça düşüktür. Modele ilişkin student türü artık grafiği Grafik 4.23’de verilmiştir. Bu grafikten de artıkların sıfır etrafında rasgele bir dağılıma sahip olduğu görülmektedir.

**Tablo 4.21. VY kestirimi için geliştirilen Model 4 çoklu doğrusal regresyon sonuçları**

| Değişken   | $b_i$        | $S(b_i)$    | BETA    | VIF        | t         | p     |
|------------|--------------|-------------|---------|------------|-----------|-------|
| Sabit      | 1.088        | 0.001       |         |            | 901.253   | 0.000 |
| Abdomen    | -0.00071     | 0.000       | -0.5900 | 3.856      | -7.093    | 0.000 |
| Uyluk      | -0.00063     | 0.000       | -0.3500 | 4.143      | -4.056    | 0.000 |
| Subskapula | 0.000163     | 0.000       | 0.0590  | 3.122      | 0.786     | 0.433 |
| n= 152     | s= 0.0055257 | $R^2= 0.73$ |         | (F=136.326 | p= 0.000) |       |



**Grafik 4.23. VY Model 4 için kestirim değerlerine karşı student türü artık grafiği**

Tablo 4.21 yardımıyla Çoklu Doğrusal Kestirim Denklemi;

$$VY=1.088-0.00071(\text{Abdomen})-0.00063(\text{Uyluk})+0.000163(\text{Subskapula})$$

olarak yazılır.

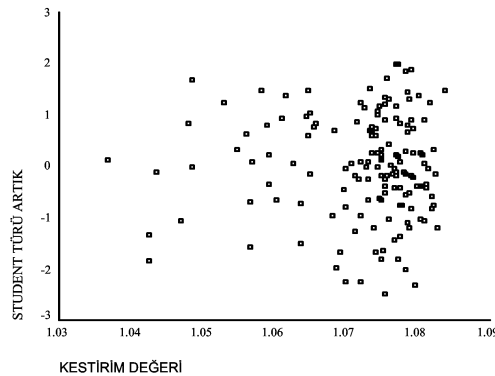
**VY Model 4** regresyon denkleminin geçerliği rasgele yarıya bölme yöntemi ile incelendiğinde birinci gruba ait açıklayıcılık katsayısı  $R^2=0.73$  ve ikinci gruba ait  $R^2=0.73$  olarak hesaplanmıştır. Bu modelin geçerliği olduğu söylenebilir.

#### **VY Model 5**

VY için geliştirilen beşinci model  $y_i=\beta_0+\beta_1(Yaş)+\beta_2(VA)+\beta_3(Abdomen)+\beta_4(Uyluk)+\beta_5(Subskapula)$  şeklinde oluşmuştur. Model oluşturulduktan sonra ilgili student türü artık grafiği çizilerek artık gözlemler belirlenmiştir. Artık olduğu belirlenen 3 gözlem veriden silinerek model yeniden oluşturulmuştur. Sonuç model Tablo 4.22’de verilmiştir. Tablo 4.22’de görüldüğü gibi VIF değerleri oldukça düşüktür. Modele ilişkin student türü artık grafiği Grafik 4.24’de verilmiştir. Bu grafikten de artık gözlemlerin sıfır etrafında rasgele bir dağılıma sahip olduğu görülmektedir.

**Tablo 4.22. VY kestirimi için geliştirilen Model 5 çoklu doğrusal regresyon sonuçları**

| Değişken   | $b_i$       | S( $b_i$ )            | BETA          | VIF       | t       | p     |
|------------|-------------|-----------------------|---------------|-----------|---------|-------|
| Sabit      | 1.049       | 0.008                 |               |           | 125.873 | 0.000 |
| Yaş        | 0.00226     | 0.001                 | 0.180         | 1.122     | 4.239   | 0.000 |
| VA         | 0.0000509   | 0.000                 | 0.051         | 2.24      | 0.850   | 0.396 |
| Abdomen    | -0.0007572  | 0.000                 | -0.631        | 4.351     | -7.534  | 0.000 |
| Uyluk      | -0.0005014  | 0.000                 | -0.279        | 4.35      | -3.333  | 0.001 |
| Subskapula | 0.0000088   | 0.000                 | 0.003         | 3.25      | 0.044   | 0.965 |
| n= 152     | s= 0.005232 | R <sup>2</sup> = 0.77 | (F= 94.782546 | p= 0.000) |         |       |



**Grafik 4.24. VY Model 5 için kestirim değerlerine karşı student türü artık grafiği**

Tablo 4.22 yardımıyla Çoklu Doğrusal Kestirim Denklemi;

$$VY=1.049+0.00226(Yaş)+0.0000509(VA)-0.0007572(Abdomen)-0.0005014(Uyluk)+0.0000088(Subskapula)$$

olarak yazılır.

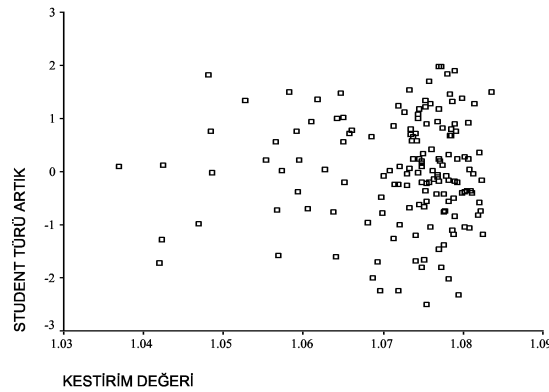
VY Model 5 regresyon denkleminin geçerliği rasgele yarıya bölme yöntemi ile incelendiğinde birinci gruba ait açıklayıcılık katsayısı  $R^2 = 0.79$  ve ikinci grubun  $R^2 = 0.72$  olarak hesaplanmıştır. Bu sonuca göre bu modelin geçerli olduğu söylenebilir.

### VY Model 6

VY için geliştirilen altıncı model  $y_i = \beta_0 + \beta_1(Yaş) + \beta_2(VA) + \beta_3(Abdomen) + \beta_4(Uyluk) + \beta_5(Suprailiak2)$  şeklinde oluşmuştur. Model oluşturulduktan sonra ilgili student türü artık grafiği çizilerek artık gözlemler belirlenmiştir. Artık olduğu belirlenen 3 gözlem veriden silinerek model yeniden oluşturulmuştur. Sonuç model Tablo 4.23’de verilmiştir. Tablo 4.23’de görüldüğü gibi VIF değerleri oldukça düşüktür. Modele ilişkin student türü artık grafiği Grafik 4.25’de verilmiştir. Bu grafikten de artıkların sıfır etrafında rasgele bir dağılıma sahip olduğu görülmektedir.

Tablo 4.23. VY kestirimi için geliştirilen Model 6 çoklu doğrusal regresyon sonuçları

| Değişken    | $b_i$      | $S(b_i)$              | BETA        | VIF       | t       | p     |
|-------------|------------|-----------------------|-------------|-----------|---------|-------|
| Sabit       | 1.05       | 0.009                 |             |           | 122.343 | 0.000 |
| Yaş         | 0.002209   | 0.001                 | 0.176       | 1.204     | 4.000   | 0.000 |
| VA          | 0.0000527  | 0.000                 | 0.053       | 2.205     | 0.889   | 0.376 |
| Abdomen     | -0.0007235 | 0.000                 | -0.603      | 7.694     | -5.416  | 0.000 |
| Uyluk       | -0.0004880 | 0.000                 | -0.272      | 3.784     | -3.479  | 0.001 |
| Suprailiak2 | -0.0000819 | 0.000                 | -0.037      | 6.653     | -0.354  | 0.724 |
| n= 152      | s= 0.00523 | R <sup>2</sup> = 0.76 | (F= 94.8875 | p= 0.000) |         |       |



Grafik 4.25. VY Model 6 için kestirim değerlerine karşı student türü artık grafiği

Tablo 4.23 yardımıyla Çoklu Doğrusal Kestirim Denklemi;

$$VY = 1.05 + 0.002209(Yaş) + 0.0000527(VA) - 0.0007235(Abdomen) - 0.0004880(Uyluk) - 0.0000819(Suprailiak2)$$

olarak yazılır.

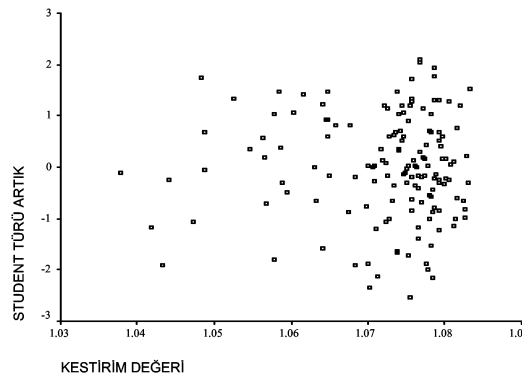
**VY Model 6** regresyon denkleminin geçerliği rasgele yarıya bölme yöntemi ile incelendiğinde birinci gruba ait açıklayıcılık katsayısı  $R^2=0.79$  ve ikinci grubun  $R^2=0.72$  olarak hesaplanmıştır. Bu sonuca göre bu modelin geçerli olduğu söylenebilir.

### **VY Model 7**

VY için geliştirilen yedinci model  $y_i=\beta_0+\beta_1(Boy)+\beta_2(Yaş)+\beta_3(VA)+\beta_4(Abdomen)+\beta_5(Uyluk)$  şeklinde oluşmuştur. Model oluşturulduktan sonra ilgili student türü artık grafiği çizilerek artık gözlemler belirlenmiştir. Artık olduğu belirlenen 3 gözlem veriden silinerek model yeniden oluşturulmuştur. Sonuç model Tablo 4.24'te verilmiştir. Tablo 4.24'te görüldüğü gibi VIF değerleri oldukça düşüktür. Modele ilişkin student türü artık grafiği Grafik 4.26'da verilmiştir. Bu grafikten de artıkların sıfır etrafında rasgele bir dağılıma sahip olduğu görülmektedir.

**Tablo 4.24. VY kestirimi için geliştirilen Model 7 çoklu doğrusal regresyon sonuçları**

| Değişken      | $b_j$             | S( $b_j$ )                 | BETA   | VIF   | t                 | p                |
|---------------|-------------------|----------------------------|--------|-------|-------------------|------------------|
| Sabit         | 1.064             | 0.013                      |        |       | 82.213            | 0.000            |
| Boy           | -0.0001162        | 0.000                      | -0.105 | 2.961 | -1.527            | 0.129            |
| Yaş           | 0.002204          | 0.001                      | 0.176  | 1.121 | 4.166             | 0.000            |
| VA            | 0.0001633         | 0.000                      | 0.164  | 5.620 | 1.737             | 0.084            |
| Abdomen       | -0.0007809        | 0.000                      | -0.651 | 4.175 | -7.995            | 0.000            |
| Uyluk         | -0.0005526        | 0.000                      | -0.308 | 3.854 | -3.933            | 0.000            |
| <b>n= 152</b> | <b>s= 0.00519</b> | <b>R<sup>2</sup>= 0.77</b> |        |       | <b>(F= 96.761</b> | <b>p= 0.000)</b> |



**Grafik 4.26. VY Model 7 için kestirim değerlerine karşı student türü artık grafiği**

Tablo 4.24 yardımıyla Çoklu Doğrusal Kestirim Denklemi;

$$VY=1.064-0.0001162(Boy)+0.002204(Yaş)+0.0001633(VA)-0.0007809(Abdomen)-0.0005526(Uyluk)$$

olarak yazılır.

*VY Model 7* regresyon denkleminin geçerliği rasgele yarıya bölme yöntemi ile incelendiğinde birinci gruba ait açıklayıcılık katsayısı  $R^2=0.79$  ve ikinci grubun açıklayıcılık katsayısı  $R^2=0.73$  olarak hesaplanmıştır.  $R^2$  değerleri karşılaştırıldığında yedinci modelin geçerli olduğu söylenebilir.

#### 4.4.2. Vücut Yoğunluğundan Elde Edilen VY% için Geliştirilen Regresyon Denklem Modelleri

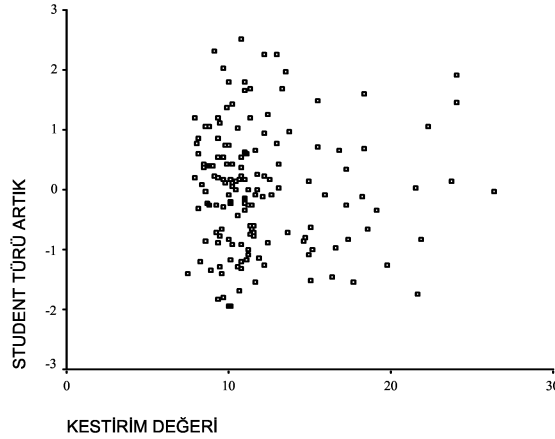
Yağ Yüzdesi ile ilgili denklem geliştirmek için VY'dan VY% si hesaplanarak bağımsız değişkenlerle kestirilmeye çalışılmıştır. Bu bölümde 3 farklı denklem geliştirilmiştir.

##### *Model VY%-1*

VY% için geliştirilen birinci model  $y_i=\beta_0+\beta_1(Yaş)+\beta_2(VA)+\beta_3(Abdomen)+\beta_4(Uyluk)$  şeklinde oluşmuştur. Model oluşturulduktan sonra ilgili student türü artık grafiği çizilerek artık gözlemler belirlenmiştir. Artık olduğu belirlenen 3 gözlem veriden silinerek model yeniden oluşturulmuştur. Sonuç model Tablo 4.25'te verilmiştir. Tablo 4.25'te görüldüğü gibi VIF değerleri oldukça düşüktür. Modele ilişkin student türü artık grafiği Grafik 4.27'de verilmiştir. Bu grafikten de artıkların sıfır etrafında rasgele bir dağılıma sahip olduğu görülmektedir.

**Tablo 4.25. VY'den elde edilen yağ yüzdesi kestirimine ilişkin model VY%-1 için çoklu doğrusal regresyon analizi sonuçları**

| Değişken      | $b_i$            | S( $b_i$ )                 | BETA   | VIF                 | t                | p     |
|---------------|------------------|----------------------------|--------|---------------------|------------------|-------|
| Sabit         | 21.31700         | 3.307                      |        |                     | 6.447            | 0.000 |
| Yaş           | -0.906           | 0.211                      | -0.180 | 1.115               | -4.287           | 0.000 |
| VA            | -0.02027         | 0.024                      | -0.051 | 2.194               | -0.861           | 0.390 |
| Abdomen       | 0.305            | 0.039                      | 0.631  | 4.059               | 7.895            | 0.000 |
| Uyluk         | 0.202            | 0.054                      | 0.280  | 3.61                | 3.71             | 0.000 |
| <b>n= 152</b> | <b>s= 2.0795</b> | <b>R<sup>2</sup>= 0.77</b> |        | <b>(F= 122.2415</b> | <b>p= 0.000)</b> |       |



**Grafik 4.27. Model VY%-1 için kestirim değerlerine karşı student türü artık grafiği**

Tablo 4.25 yardımıyla Çoklu Doğrusal Kestirim Denklemi;

$$VY\% = 21.317 - 0.906(Yaş) - 0.02027(VA) + 0.305(Abdomen) + 0.202(Uyluk)$$

olarak yazılır.

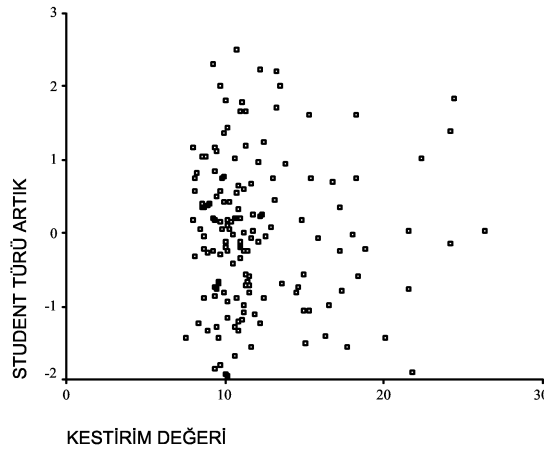
**Model VY%-1** regresyon denkleminin geçerliği rasgele yarıya bölme yöntemi ile incelendiğinde birinci gruba ait açıklayıcılık katsayısı  $R^2=0.80$  ve açıklayıcılık katsayısı  $R^2=0.70$  olarak hesaplanmıştır. Buna göre bu modelin geçerli olduğu söylenebilir.

### **Model VY%-2**

Yapılan inceleme sonucunda üçüncü model  $y_i = \beta_0 + \beta_1(Yaş) + \beta_2(VA) + \beta_3(Abdomen) + \beta_4(Uyluk) + \beta_5(Suprailiak2)$  şeklinde oluşmuştur. Model oluşturulduktan sonra ilgili student türü artık grafiği çizilerek artık gözlemler belirlenmiştir. Artık olduğu belirlenen 3 gözlem veriden silinerek model yeniden oluşturulmuştur. Sonuç model Tablo 4.26'da verilmiştir. Tablo 4.26'da görüldüğü gibi VIF değerleri oldukça düşüktür. Modele ilişkin student türü artık grafiği Grafik 28'de verilmiştir. Bu grafikten de artıkların sıfır etrafında rasgele bir dağılıma sahip olduğu görülmektedir.

**Tablo 4.26. VY'den elde edilen yağ yüzdesi kestirimine ilişkin model VY%-2 için çoklu doğrusal regresyon analizi sonuçları**

| Değişken      | $b_j$            | $S(b_j)$                   | BETA                         | VIF   | t      | p     |
|---------------|------------------|----------------------------|------------------------------|-------|--------|-------|
| Sabit         | 20.895           | 3.420                      |                              |       | 6.109  | 0.000 |
| Yaş           | -0.876           | 0.220                      | -0.174                       | 1.204 | -3.980 | 0.000 |
| VA            | -0.02111         | 0.024                      | -0.053                       | 2.205 | -0.892 | 0.374 |
| Abdomen       | 0.286            | 0.053                      | 0.593                        | 7.694 | 5.375  | 0.000 |
| Uyluk         | 0.196            | 0.056                      | 0.271                        | 3.784 | 3.507  | 0.001 |
| Suprailiak2   | 0.04619          | 0.092                      | 0.051                        | 6.653 | 0.501  | 0.617 |
| <b>n= 152</b> | <b>s= 2.0848</b> | <b>R<sup>2</sup>= 0.77</b> | <b>(F=97.34542 p= 0.000)</b> |       |        |       |



**Grafik 4.28. Model VY%2 için kestirim değerlerine karşı student türü artık grafiği**

Tablo 4.26 yardımıyla Çoklu Doğrusal Kestirim Denklemi;

$$VY\% = 20.895 - 0.876(Yaş) - 0.02111(VA) + 0.286(Abdomen) + 0.196(Uyluk) + 0.04619(Suprailiak2)$$

olarak yazılır.

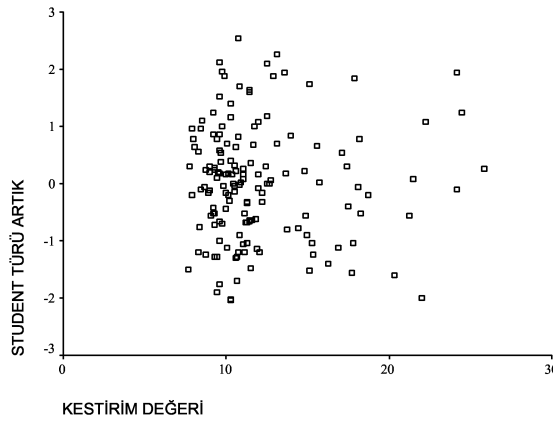
Model VY%-2 regresyon denkleminin rasgele yarıya bölme yöntemi ile incelendiğinde birinci gruba ait açıklayıcılık katsayısı  $R^2=0.78$  ve açıklayıcılık katsayısı  $R^2=0.77$  olarak hesaplanmıştır. Bu sonuca göre bu modelin geçerli olduğu söylenebilir.

### Model VY%-3

Üçüncü model  $y_i = \beta_0 + \beta_1(Yaş) + \beta_2(VA) + \beta_3(Boy) + \beta_4(Abdomen) + \beta_5(Uyluk) + \beta_6(Suprailiak2)$  şeklinde oluşmuştur. Model oluşturulduktan sonra ilgili student türü artık grafiği çizilerek artık gözlemler belirlenmiştir. Artık olduğu belirlenen 3 gözlem veriden silinerek model yeniden oluşturulmuştur. Sonuç model Tablo 4.27’de verilmiştir. Tablo 4.27’de görüldüğü gibi VIF değerleri oldukça düşüktür. Modele ilişkin student türü artık grafiği Grafik 4.29’da verilmiştir. Bu grafikten de artıkların sıfır etrafında rasgele bir dağılıma sahip olduğu görülmektedir.

**Tablo 4.27. Vücut yoğunluğundan elde edilen yağ yüzdesi kestirimine ilişkin model VY%-3 için çoklu doğrusal regresyon analizi sonuçları**

| Değişken      | $b_j$           | $S(b_j)$                   | BETA                          | VIF   | t      | p     |
|---------------|-----------------|----------------------------|-------------------------------|-------|--------|-------|
| Sabit         | 14.641          | 5.347                      |                               |       | 2.738  | 0.007 |
| Yaş           | -0.842          | 0.220                      | -0.167                        | 1.217 | -3.82  | 0.000 |
| VA            | -0.0663         | 0.038                      | -0.165                        | 5.733 | -1.746 | 0.083 |
| Boy           | 0.04653         | 0.031                      | 0.104                         | 3.007 | 1.517  | 0.131 |
| Abdomen       | 0.289           | 0.053                      | 0.599                         | 7.705 | 5.453  | 0.000 |
| Uyluk         | 0.215           | 0.057                      | 0.298                         | 3.983 | 3.772  | 0.000 |
| Suprailiak2   | 0.06352         | 0.092                      | 0.071                         | 6.756 | 0.687  | 0.493 |
| <b>n= 152</b> | <b>s= 2.076</b> | <b>R<sup>2</sup>= 0.77</b> | <b>(F= 82.22816 p= 0.000)</b> |       |        |       |



**Grafik 4.29. Model VY%-3 için kestirim değerlerine karşı student türü artık grafiği**

Tablo 4.27 yardımıyla Çoklu Doğrusal Kestirim Denklemini;

$$VY\% = 14.641 - 0.842(Yaş) - 0.0663(VA) + 0.04653(Boy) + 0.289(Abdomen) + 0.215(Uyluk) + 0.06352(Suprailiak2)$$

olarak yazılır.

Model VY%-3 regresyon denkleminin rasgele yarıya bölme yöntemi ile incelendiğinde birinci gruba ait açıklayıcılık katsayısı  $R^2=0.805$  ve ikinci grubun açıklayıcılık katsayısı  $R^2=0.70$  olarak hesaplanmıştır. Bu sonuca göre bu modelin geçerli olduğu söylenebilir.

#### 4.4.3. Biyoelektrik İmpedans Analizörü Kullanarak Yağsız Vücut Kütlesi (YVK) Kestirimi için Geliştirilen Regresyon Denklem Modelleri

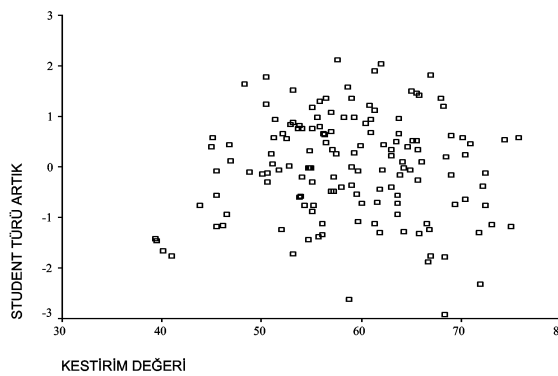
Biyoelektrik İmpedans ölçümü toplam vücut suyundan yola çıkarak YVK'sini kestirimi için kullanılan bir yöntemdir. Bu bölümdeki modellerde YVK kestirilmeye çalışılmıştır.

##### **MODEL BİA-1**

Yapılan inceleme sonucunda birinci model  $y_i = \beta_0 + \beta_1(VA) + \beta_2(I)$  şeklinde oluşturulmuştur. Model oluşturulduktan sonra ilgili student türü artık grafiği çizilerek artık gözlemler belirlenmiştir. Artık olduğu belirlenen 2 gözlem veriden silinerek model yeniden oluşturulmuştur. Sonuç model Tablo 4.28'de verilmiştir. Tablo 4.28'de görüldüğü gibi VIF değerleri oldukça düşüktür. Modele ilişkin student türü artık grafiği Grafik 4.30'da verilmiştir. Bu grafikten de artıkların sıfır etrafında rasgele bir dağılıma sahip olduğu görülmektedir.

**Tablo 4. 28. Yağsız vücut kütlesi kestirimine ilişkin Model BİA-1 çoklu doğrusal regresyon analizi sonuçları**

| Değişken                    | $b_i$            | $S(b_i)$ | BETA                       | VIF   | t                            | p     |
|-----------------------------|------------------|----------|----------------------------|-------|------------------------------|-------|
| Sabit                       | 5.401            | 1.274    |                            |       | 4.239                        | 0.000 |
| VA                          | 0.558            | 0.031    | 0.709                      | 3.225 | 17.717                       | 0.000 |
| İmpedans İndeks ( $b^2/R$ ) | 0.252            | 0.035    | 0.291                      | 3.225 | 7.269                        | 0.000 |
| <b>n= 146</b>               | <b>s= 2.2093</b> |          | <b>R<sup>2</sup>= 0.93</b> |       | <b>(F= 936.355 p= 0.000)</b> |       |



**Grafik 4.30. Model BİA-1 için kestirim değerlerine karşı student türü artık grafiği**

Tablo 4.28 yardımıyla Çoklu Doğrusal Kestirim Denklemi;

$$YVK = 5.401 + 0.558(VA) + 0.252(b^2/R)$$

olarak yazılır.

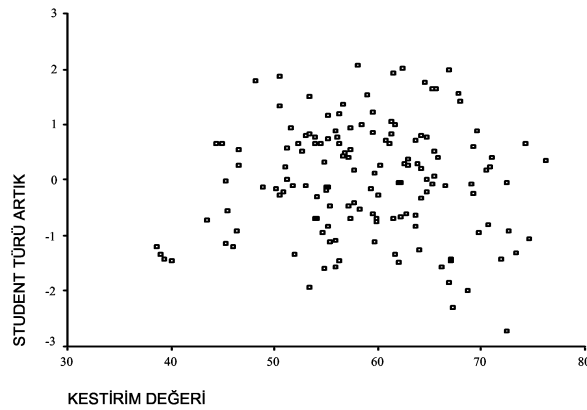
**Model BIA-1** regresyon denkleminin rasgele yarıya bölme yöntemi ile incelendiğinde birinci gruba ait açıklayıcılık katsayısı  $R^2 = 0.93$  ve ikinci grubun açıklayıcılık  $R^2 = 0.93$  olarak hesaplanmıştır. Bu sonuca göre bu modelin geçerli olduğu söylenebilir.

### **Model BIA-2**

Yapılan inceleme sonucunda ikinci model  $y_i = \beta_0 + \beta_1(VA) + \beta_2(R) + \beta_3(Boy)$  şeklinde oluşmuştur. Model oluşturulduktan sonra ilgili student türü artık grafiği çizilerek artık gözlemler belirlenmiştir. Artık olduğu belirlenen 4 gözlem veriden silinerek model yeniden oluşturulmuştur. Sonuç model Tablo 4.29’da verilmiştir. Tablo 4.29’da görüldüğü gibi VIF değerleri oldukça düşüktür. Modele ilişkin student türü artık grafiği Grafik 31’de verilmiştir. Bu grafikten de artıkların sıfır etrafında rasgele bir dağılıma sahip olduğu görülmektedir.

**Tablo 4. 29. Yağsız vücut kütlesi kestirimine ilişkin Model BIA-2 çoklu doğrusal regresyon analizi sonuçları**

| Değişken      | $b_i$            | $S(b_i)$ | BETA                       | VIF   | t                             | p     |
|---------------|------------------|----------|----------------------------|-------|-------------------------------|-------|
| Sabit         | 3.192            | 4.116    |                            |       | 0.776                         | 0.439 |
| VA            | 0.577            | 0.033    | 0.727                      | 3.965 | 17.265                        | 0.000 |
| R             | -0.02591         | 0.004    | -0.156                     | 1.588 | -5.851                        | 0.000 |
| Boy           | 0.169            | 0.032    | 0.199                      | 3.096 | 5.351                         | 0.000 |
| <b>n= 144</b> | <b>s= 2.0916</b> |          | <b>R<sup>2</sup>= 0.94</b> |       | <b>(F= 699.4323 p= 0.000)</b> |       |



**Grafik 4.31. Model BIA-2 için kestirim değerlerine karşı student türü artık grafiği**

Tablo 4.29 yardımıyla Çoklu Doğrusal Kestirim Denklemi;

$$YVK = 3.192 + 0.577(VA) - 0.02591(R) + 0.169 (Boy)$$

olarak yazılır.

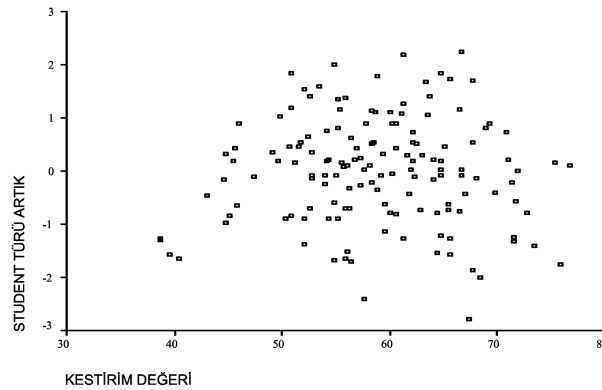
**Model BIA-2** regresyon denkleminin rasgele yarıya bölme yöntemi ile incelendiğinde birinci gruba ait açıklayıcılık katsayısı  $R^2=0.94$  ve ikinci grubun açıklayıcılık katsayısı  $R^2=0.93$  olarak hesaplanmıştır. Buna göre bu modelin geçerli olduğu söylenebilir.

### MODEL BIA-3

Üçüncü model  $y_i = \beta_0 + \beta_1(boy^2/R) + \beta_2(VA) + \beta_3(Yaş)$  şeklinde oluşmuştur. Model oluşturulduktan sonra ilgili student türü artık grafiği çizilerek artık gözlemler belirlenmiştir. Artık olduğu belirlenen 3 gözlem veriden silinerek model yeniden oluşturulmuştur. Sonuç model Tablo 4.30'da verilmiştir. Tablo 4.30'da görüldüğü gibi VIF değerleri oldukça düşüktür. Modele ilişkin student türü artık grafiği Grafik 4.32'de verilmiştir. Bu grafikten de artıkların sıfır etrafında rasgele bir dağılıma sahip olduğu görülmektedir.

Tablo 4.30. YVK kestirimine ilişkin model BIA-3 çoklu doğrusal regresyon analizi sonuçları

| Değişken                      | $b_j$    | S( $b_j$ ) | BETA       | VIF       | t      | p     |
|-------------------------------|----------|------------|------------|-----------|--------|-------|
| Sabit                         | -12.374  | 3.067      |            |           | -4.035 | 0.000 |
| İmpedans İndeks ( $boy^2/R$ ) | 0.226    | 0.031      | 0.261      | 3.355     | 7.277  | 0.000 |
| VA                            | 0.56     | 0.029      | 0.703      | 3.377     | 19.509 | 0.000 |
| Yaş                           | 1.209    | 0.197      | 0.125      | 1.071     | 6.144  | 0.000 |
| n= 144                        | s=1.9385 | $R^2=0.95$ | (F=819,801 | p= 0.000) |        |       |



Grafik 4.32. Model BIA-3 için kestirim değerlerine karşı student türü artık grafiği

Tablo 4.30 yardımıyla Çoklu Doğrusal Kestirim Denklemi;

$$YVK = -12.374 + 0.226 (boy^2/R) + 0.56(VA) + 1.209 (Yaş)$$

olarak yazılır.

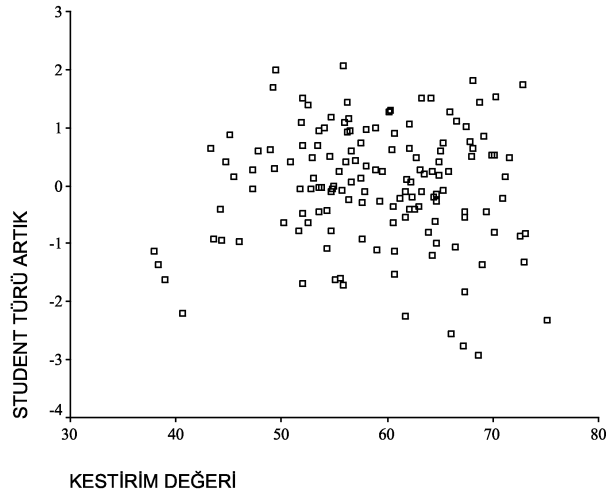
**Model BIA-3** regresyon denkleminin rasgele yarıya bölme yöntemi ile incelendiğinde birinci gruba ait açıklayıcılık katsayısı  $R^2=0.96$  ve ikinci grubun açıklayıcılık katsayısı  $R^2=0.94$  olarak hesaplanmıştır. Bu sonuca göre bu modelin geçerli olduğu söylenebilir.

#### **Model BIA-4**

YVK için geliştirilen dördüncü model  $y_i = \beta_0 + \beta_1(VA) + \beta_2(boy^2/R) + \beta_3(Abdomen) + \beta_4(Uyluk)$  şeklinde oluşmuştur. Model oluşturulduktan sonra ilgili student türü artık grafiği çizilerek artık gözlemler belirlenmiştir. Bu grafik yardımıyla, artık olduğu belirlenen 3 gözlem veriden silinerek model yeniden oluşturulmuştur. Sonuç model Tablo 4.31’de verilmiştir. Tablo 4.31’de görüldüğü gibi VIF değerleri oldukça düşüktür. Modele ilişkin student türü artık grafiği Grafik 4.33’de verilmiştir. Bu grafikten de artıkların sıfır etrafında rasgele bir dağılıma sahip olduğu görülmektedir.

**Tablo 4.31. YVK kestirimine ilişkin model BIA-4 çoklu doğrusal regresyon analizi sonuçları**

| Değişken                     | $b_j$          | $S(b_j)$                  | BETA   | VIF                 | t                | p     |
|------------------------------|----------------|---------------------------|--------|---------------------|------------------|-------|
| Sabit                        | 1.966          | 0.996                     |        |                     | 1.974            | 0.050 |
| VA                           | 0.937          | 0.039                     | 1.213  | 9.914               | 24.185           | 0.000 |
| İmpedans İndeks( $boy^2/R$ ) | -0.00589       | 0.032                     | -0.007 | 5.706               | -0.181           | 0.856 |
| Abdomen                      | -0.248         | 0.034                     | -0.257 | 5.012               | -7.21            | 0.000 |
| Uyluk                        | -0.188         | 0.044                     | -0.133 | 3.864               | -4.253           | 0.000 |
| <b>n= 145</b>                | <b>s=1.564</b> | <b>R<sup>2</sup>=0.96</b> |        | <b>(F= 950.3005</b> | <b>p= 0.000)</b> |       |



**Grafik 4.33. Model BİA-4 için kestirim değerlerine karşı student türü artık grafiği**

Tablo 4.31 yardımıyla Çoklu Doğrusal Kestirim Denklemi;

$$YVK = 1.966 + 0.937(VA) - 0.00589(\text{boy}^2/R) - 0.248(\text{Abdomen}) - 0.188(\text{Uyluk})$$

olarak yazılır.

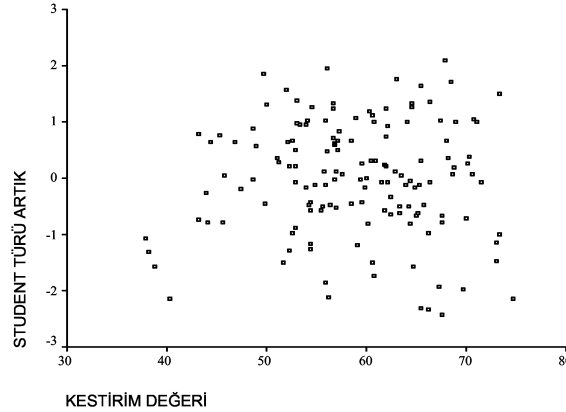
**Model BİA-4** regresyon denkleminin rasgele yarıya bölme yöntemi ile incelendiğinde birinci gruba ait açıklayıcılık katsayısı  $R^2 = 0.96$  ve ikinci modele ait açıklayıcılık katsayısı  $R^2 = 0.94$  olarak hesaplanmıştır. Buna göre bu modelin geçerli olduğu söylenebilir.

### **MODEL BİA-5**

YVK için geliştirilen beşinci model  $y_i = \beta_0 + \beta_1(VA) + \beta_2(\text{boy}^2/R) + \beta_3(\text{Yaş}) + \beta_3(\text{Abdomen}) + \beta_4(\text{Uyluk})$  şeklinde oluşmuştur. Model oluşturulduktan sonra ilgili student türü artık grafiği çizilerek artık gözlemler belirlenmiştir. Artık olduğu belirlenen 3 gözlem veriden silinerek model yeniden oluşturulmuştur. Sonuç model Tablo 4.32'de verilmiştir. Tablo 4.32'de görüldüğü gibi VIF değerleri oldukça düşüktür. Modele ilişkin student türü artık grafiği Grafik 4.34'de verilmiştir. Bu grafikten de artıkların sıfır etrafında rasgele bir dağılıma sahip olduğu görülmektedir.

Tablo 4.32. YVK kestirimine ilişkin model BİA-5 çoklu doğrusal regresyon analizi sonuçları

| Değişken                      | $b_j$           | $S(b_j)$ | BETA                       | VIF    | t                            | p     |
|-------------------------------|-----------------|----------|----------------------------|--------|------------------------------|-------|
| Sabit                         | -6.918          | 2.423    |                            |        | -2.855                       | 0.005 |
| VA                            | 0.886           | 0.039    | 1.147                      | 11.115 | 22.713                       | 0.000 |
| İmpedans İndeks ( $boy^2/R$ ) | 0.01794         | 0.031    | 0.021                      | 5.920  | 0.570                        | 0.570 |
| Yaş                           | 0.635           | 0.159    | 0.066                      | 1.206  | 3.983                        | 0.000 |
| Abdomen                       | -0.226          | 0.033    | -0.235                     | 5.147  | -6.840                       | 0.000 |
| Uyluk                         | -0.159          | 0.043    | -0.112                     | 3.983  | -3.718                       | 0.000 |
| <b>n= 145</b>                 | <b>s= 1.487</b> |          | <b>R<sup>2</sup>= 0.97</b> |        | <b>(F= 844.122 p= 0.000)</b> |       |



Grafik 4.34. Model BİA-5 için kestirim değerlerine karşı student türü artık grafiği

Tablo 4.32 yardımıyla Çoklu Doğrusal Kestirim Denklemi;

$$YVK = -6.918 + 0.886(VA) + 0.01794(boy^2/R) + 0.635(Yaş) - 0.226(Abdomen) - 0.159(Uyluk)$$

olarak yazılır.

Model BİA-5 regresyon denkleminin rasgele yarıya bölme yöntemi ile incelendiğinde birinci gruba ait açıklayıcılık katsayısı  $R^2=0.97$  ve ikinci gruba ait açıklayıcılık katsayısı  $R^2=0.96$  olarak hesaplanmıştır. Buna göre bu modelin geçerli olduğu söylenebilir.

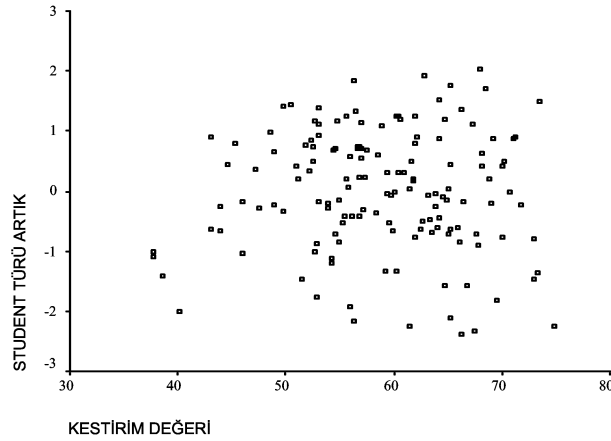
### MODEL BİA-6

Yapılan inceleme sonucunda altıncı denklem  $y_i = \beta_0 + \beta_1(VA) + \beta_2(boy^2/R) + \beta_3(Reaktans) + \beta_4(Yaş) + \beta_5(Abdomen) + \beta_6(Uyluk)$  şeklinde oluşmuştur. Model oluşturulduktan sonra ilgili student türü artık grafiği çizilerek artık gözlemler belirlenmiştir. Artık olduğu belirlenen 3 gözlem veriden silinerek model yeniden oluşturulmuştur. Sonuç model Tablo 4.33'de verilmiştir. Tablo 4.33'de görüldüğü

gibi VIF deęerleri oldukça dūřuktur. Modele iliřkin student tūrū artık grafięi Grafik 4.35'de verilmiřtir. Bu grafikten de artıkların sıfır etrafında rasgele bir daęılıma sahip olduęu gōr÷lmektedir.

**Tablo 4. 33. YVK kestirimine ilişkin Model BİA-6 oklu doğrusal regresyon analizi sonuçları**

| Değişken                      | $b_j$           | $S(b_j)$                   | BETA   | VIF                 | t                | p     |
|-------------------------------|-----------------|----------------------------|--------|---------------------|------------------|-------|
| Sabit                         | -9.718          | 2.817                      |        |                     | -3.450           | 0.001 |
| VA                            | 0.849           | 0.043                      | 1.100  | 13.826              | 19.714           | 0.000 |
| İmpedans İndeks ( $boy^2/R$ ) | 0.0721          | 0.042                      | 0.084  | 10.855              | 1.706            | 0.090 |
| Reaktans                      | 0.04938         | 0.026                      | 0.045  | 2.483               | 1.901            | 0.059 |
| Yaş                           | 0.532           | 0.167                      | 0.056  | 1.347               | 3.189            | 0.002 |
| Abdomen                       | -0.217          | 0.033                      | -0.225 | 5.260               | -6.551           | 0.000 |
| Uyluk                         | -0.145          | 0.043                      | -0.102 | 4.104               | -3.370           | 0.001 |
| <b>n= 145</b>                 | <b>s= 1.473</b> | <b>R<sup>2</sup>= 0.97</b> |        | <b>(F= 717.2595</b> | <b>p= 0.000)</b> |       |



**Grafik 4.35. Model BİA-6 için kestirim deęerlerine karřı student tūrū artık grafięi**

Tablo 4.33 yardımıyla oklu Doğrusal Kestirim Denklemi;

$$YVK = -9.718 + 0.849(VA) + 0.0721(boy^2/R) + 0.04938(Reaktans) + 0.532(Yaş) - 0.217(Abdomen) - 0.145(Uyluk)$$

olarak yazılır.

**Model BİA-6** regresyon denkleminin rasgele yarıya bōlme yōntemi ile incelendiğinde birinci gruba ait açıklayıcılık katsayısı  $R^2=0.97$  ve ikinci gruba ait açıklayıcılık katsayısı  $R^2=0.99$  olarak hesaplanmıştır. Buna gōre bu modelin geçerli olduğu sōylenebilir.

## 5. TARTIŞMA

Bu çalışmada, farklı spor branşlarından, 15-17 yaşları arasındaki erkek ergen sporcularda, hidrostatik tartım yöntemiyle belirlenen vücut yoğunluğundan, antropometrik ve biyoelektrik impedans analizi için kestirim denklemleri geliştirilmesi amaçlanmıştır.

Bu çalışmada, vücut kompozisyonun belirlenmesinde, referans yöntemlerden, “altın standart” olarak kabul edilen (116, 117, 171, 180, 188, 189) Hidrostatik Tartım kullanılmıştır. HT yönteminin hatasız olabilmesindeki en önemli koşul RV belirlenmesinde kestirim yöntemleri yerine doğrudan ölçüm kullanılmasıdır (158). Bu çalışmada, yöntem bölümünde açıklandığı gibi öncelikle, RV hesaplamasında Kapalı Devre Oksijen Dilüsyon yöntemi kullanılmıştır. Daha sonra belirlenen RV kullanılarak VY, hesaplanan VY değerlerinden, Brozek ve diğ. (32) denklemi yardımıyla VY%’si ve YVK elde edilmiştir. Referans yöntemle belirlenen ve kriter alınan bu değişkenler bağımlı değişkenlerdir (VY, VY%, YVK) ve aşağıda detaylandırılan bağımsız değişkenler ile kestirilmeye çalışılmıştır.

Temel olarak, iki grup bağımsız değişken bulunmaktadır:

Grup; antropometrik yöntem ile elde edilen VA, boy, DKK (triseps, abdomen, biceps, suprailiak I, suprailiak II, subskapula, göğüs, uyluk, baldır), çap (biakromial, deltoitler, bi-iliak, bi-trokanter, humerus biepikondil ve femur biepikondil) ve çevre (biceps ve biceps kontrakte, boyun, göğüs, abdominal, kalça, uyluk, baldır, el bileği, önkol) ölçümleridir.

Grup; BİA yönteminden elde edilen rezistans ve reaktans ( $\Omega$ ) değerleridir.

Tartışmanın 1. bölümünde, tanımlayıcı istatistikler, 2. bölümünde Türkiye’de kullanılan denklemlerin geçerlik çalışmaları, 3. bölümünde bağımlı değişken ile bağımsız değişkenler arasındaki Pearson Korelasyon katsayıları ve bağımsız değişkenlerin birbirleri arasındaki Pearson Korelasyon Katsayıları, 4. bölümünde Çoklu Doğrusal Regresyon Kestirim Denklemleri ile ilgili tartışmalar yer almaktadır.

### 5.1. Tanımlayıcı İstatistikler

Bu çalışmada 15-17 yaş grubu sporcu erkeklerden oluşmaktadır. Farklı çalışmalarda elde edilen VK parametrelerinden, Stout ve diğ. (195) çalışmasında, VY değerleri ( $1.0634 \pm 0.0125 \text{ gr/cm}^3$ ) güreş sporuna ek olarak futbol, basketbol, beyzbol, yüzme, tenis, atletizm, voleybol ve golf oynayan sporculardan (8.5-12.9 yıl); Thorland ve diğ. (200)'nin yaptıkları çalışmada ( $n=141$ ; 16-17yıl atletizm, dalma, cimnastik ve güreş sporcuları) VY değerleri  $1.080 \pm 0.010$  daha düşük ve VY%'si ( $\%9.05 \pm 3.84$ ) değerleri daha yüksek çıkmıştır. Bu farklılığın nedeni, bu çalışmada denek grubu 1-12 yıl arasında antrenman yapan sporcu gruptan oluşmaktadır. Thorland ve diğ. (200) çalışmasında yer alan sporcu grubu ulusal şampiyona grubu sporcuları olmalarından kaynaklandığını düşündürmektedir. Boileau ve diğ. (27)'nin çalışmaları ile karşılaştırılmasında ise ( $15.5 \pm 1.3$  yıl); postpubesans grup VY değerleri  $1.057 \text{ gr/cm}^3$  çıkmıştır. Bu değer ise bu çalışmadan daha düşüktür ve düşük olması sporcu olmamalarına bağlanabilir. Muckerjee ve Roche (160) 18 yaş altı (6-18yıl,  $n=66$ ) normal popülasyondan olan erkek deneklerin VY%'leri ortalamaları  $15.23 \pm 7.23$  ve  $VY=1.0642 \pm 0.0163 \text{ gr/cm}^3$  olarak bildirilmiştir. VY değerleri, bu çalışmadan oldukça düşük değerlerde ve VY%'si değerleri ise yaklaşık %3 oranında yüksektir. Slaughter ve diğ. (189) çalışması (8-29 yıl  $n=310$ ) sonuçları ergenlik sonrası dönemde ( $n=58$ ; yaş= $15.8 \pm 1.6$ yıl)  $VY=1.065 \pm 0.014 \text{ gr/cm}^3$ , RV düzeltilmiş HT yönteminde, VY%'si  $14.7 \pm 6.4$  çıkmıştır. Boileau ve diğ. (27); Muckerjee ve Roche (160) ve Slaughter ve diğ. (189) sonuçlarına da paralel olarak sporcu olmayan grupta VY değerleri bu çalışmada daha yüksek (Bkz. Tablo 4.1) bulunmuştur.

Moreno ve diğ. (157) 1099 ergenlik dönemindeki çocuklar üzerinde yaptığı çalışmasında da,  $\Sigma 6$  dkk kalınlığı; triseps, biceps, subskapula, suprailiak, uyluk, baldır ve Slaughter ve diğ. (189)'nin denklemi kullanılarak VY%'si belirlenmiştir. Çalışmada 15.5-17.5 yaşları arasındaki ( $n=661$ ) deneğin VY%'si  $18.28 \pm 8.25$ - $20.68 \pm 9.42$  arasında değişmektedir. VY%'si değerleri bu çalışmadaki denek grubuna (Bkz Tablo 4.1) göre oldukça yüksektir. Sonuçların farklı olmasının nedeni bu çalışmada yer alan denek grubunun sporcu olmasından kaynaklanıyor olabilir.

Ellis ve diğ. (65)'nin yaptıkları çalışmada, 856 çocuktan 488 erkek denek katılımıyla, Children's Nutritional Research Center tarafından belirlenen YVK miktarları ortalaması, 15-17 yaş grubunda her yaş için sırasıyla  $57.2 \pm 6.9 \text{ kg}$ ,  $58 \pm 6.3$

kg ve  $61.9 \pm 7.6$  kg; referans model değerleri ise sırasıyla 54, 57.7 ve 60 kg olarak bildirilmiştir. Bu çalışmanın ( $58.87 \pm 8.213$  kg) ( $36.25-76.97$  kg) YVK'si değerleri karşılaştırıldığında paralel değerler olduğu gözlenmektedir.

## **5.2. Çalışmada Elde Edilen Referans Değerler ile Türkiye'de Kullanılan Farklı Denklemlerde Elde Edilen Sonuçlar için Geçerlik Çalışması**

Bu çalışmada, geçerlik çalışması yapılan denklemlerden, VY'nun belirlenmesinde kullanılan Sloan (191) ile Behnke ve Wilmore (23) geçerli olduğu ancak, Lohman (142) ile Durnin ve Womersley (61) denklemlerinin geçerli olmadığı sonuçları ortaya çıkmıştır. Bu sonuçlara benzer olarak Sloan (191) denkleminde diğer denklemlerle geçerliğinin yapıldığı, farklı yaşlardaki örneklemelere uygulanan denklemde s'nin  $0.001 \text{ gm/cc}$  artmakta olduğu, diğer örneklemelere uygulandığında; kestirilen ve ölçülen VY değerleri ortalama farklarının  $0.004 \text{ gm/cc}$  ve geçerli olduğu bildirilmiştir (142). Aynı zamanda Sloan (191) denkleminin 16-18 yaşlarındaki ergenlik dönemindeki örneklemelerde başarılı olduğu ve VY'ndeki relatif ortalama farkının  $0.0142 \text{ gm/cc}$  olduğu bildirilmiştir (142). Sloan (191)'in denkleminin sporcu olan ve olmayan geç ergen popülasyonda uygulanabilir olduğu bildirilmiştir (142). Bertini ve diğ. (24) 9 erkek elit judocu ( $22.6 \pm 2.3$  yaş) ile yapılan çalışmada, Durnin ve Womersley (61) denkleminin YVK'si değerlerini Sloan, Katch-Mc-Ardle ve Lohman denklemlerinden fazla tahmin ettiğini ortaya koymuştur. Bu denklemlerin geçerlik çalışmalarında, farklı çalışmalardan elde edilen sonuçlar ile bu çalışmada elde edilen sonuçlar paralellik göstermektedir. Türk popülasyonunda Açıkada ve diğ. (4) tarafından yapılan, Türk ve yabancı popülasyon için geliştirilen ve kullanılan denklemlerin geçerlik çalışmasında, Lange, Zorba ve Sloan denklemlerinin, erkek sporcular üzerinde kullanılabilir olduğu bulunmuştur. Bu çalışmada da, Sloan denkleminin geçerli olduğu sonucundan yola çıkılarak, bu yaş grubu (15-17 yıl) için kullanılabilir olduğu söylenebilir. Ancak, Lange denklemi için paralel sonuçlar bulunmamıştır ve bu sonucu destekler nitelikte değildir.

VY ve YVK'sinin çapraz geçerlik çalışmalarında, YVK'sinden elde edilen VY ve VY'ndan elde edilen YVK'si kestirim denklemlerinde yapılan çapraz geçerlik çalışmalarında, VY'nda ölçülen ve kestirilen değerler arasında korelasyon katsayısı  $r=0.797$  bulunmuş, YVK'sinden elde edilen kestirim denklemleri için ise katsayı

$r=0.751$  olarak hesaplanmıştır. Aynı şekilde YVK'sinden elde edilen kestirim denklemleri için ölçülen ve kestirilen VY değerleri arasındaki korelasyon katsayısı  $r=0.955$ , YVK değerleri arasında korelasyon katsayısı ise  $r=0.956$  olarak bildirilmiştir (142). Sonuç olarak, YVK'si denklemlerinin VY denklemlerinde çapraz geçerlik açısından bir üstünlüğü olmadığı bildirilmiştir (142).

Bu çalışmada, Türk popülasyonunda kullanılan ve VY%'si kestirilen denklemlerinin geçerlik testleri sonuçlarına göre, geçerli sonuçlar elde edilen denklemler; Katch ve McArdle (124), Açıkada ve diğ. (4), Doğu (59), Yuhazs (227), Slaughter ve diğ. (189) olarak belirlenirken; Lange denkleminin geçerli olmadığı bulunmuştur. Bu denklemlerin geliştirilen popülasyon açısından bakıldığında, bire bir aynı popülasyon olmadığı geçerlik çalışmalarının sonucunun, sporcu popülasyona uygulanmış olması nedeniyle, geçerli bulunduğu düşünülmektedir. Bu denklemler arasından, Doğu (59) denkleminin sınıfıçı korelasyon katsayısının ve ilişki katsayısının yüksek çıkma nedeninin, hem seçilmiş olan değişkenlerin aynı olması hem de yetişkin popülasyonlar için geliştirilmiş bir denklem olmasına bağlanabilir. Geç ergen dönem olması nedeniyle yetişkinlere uygulanan birçok denklemin bu yaş grubuna uygulanabileceği literatürde yer almaktadır (142, 189)

YVK'si kestirilen denklemlerden Deurenberg ve diğ. (57) denkleminin korelasyon katsayısı  $r=0.936$  ( $p<0.01$ ) olmasına rağmen, hem sınıfıçı korelasyon katsayısı hem de Blant Altman grafiğine (Grafik 4.13) göre geçerli olmadığı belirlenmiştir. Bu denklemden hesaplanan YVK'si değerleri arttıkça, kestirim değeri ile referans değer arasındaki farklılık artmaktadır. Deurenberg ve diğ. (57) denklemini, YVK'si değerleri daha yüksek olan sporcularda referans yöntemine göre daha yüksek, YVK değerleri daha düşük olan sporcularda daha düşük kestirmektedir. Diğer YVK'si kestirim denklemleri ise geçerli bulunmuştur.

Jackson ve diğ. (118) 28-36 yaşlarındaki 24 erkek denek ile, Segal (182) ve Lukaski (148) denklemlerinin geçerlik ve güvenilirliklerini araştırdıkları çalışmada, HT ile DKK ve BIA modelleri çalışılmış ve en büyük farklılığın BIA denklemlerinde çıktığı bildirilerek; Segal denkleminin VY değerini HT değerinden daha düşük kestirdiğini belirtmişler, bunun sonucunda VY%'si değerlerinde ortalama %2.4'lük bir fark oluştuğunu YVK'si değerinin ise 2.2 kg fazla kestirildiğini bildirmişlerdir. HT ve YVK'si değerleri arasında korelasyon katsayıları ise Segal (YVK) ve Lukaski (VY) denklemleri için sırasıyla  $r=0.79$  ve  $r=0.90$  olarak bildirilmiştir. Lukaski

(148)'nin, HT ile geliştirmiş olduğu denklemden elde edilen değerlerin geçerliğinin incelendiği çalışmada ise, korelasyon katsayıları  $r=0.981$  olarak belirlenmiştir. Bu bulgu, bu çalışma ile paralellik göstermektedir.

Stout ve diğ. (195) tarafından yapılan çalışmada, yaşları 8.5-12.9 yıl olan, 47 erkek güreşçi ocuk (güreş sporuna ek olarak; futbol, basketbol, beyzbol, yüzme, tenis, atletizm, voleybol, golf) HT ile test edilmiştir. Bu sporcuların belirlenen VY değerleri  $1.0634 \pm 0.0125 \text{ gr/cm}^3$  olarak bildirilmiştir. Çalışmada yapılan çapraz geçerlik denklemlerinden, Slaughter ve diğ.(189) ile geçerli çıkmış, fakat daha düşük kestirdiği bildirilmiştir. Janz ve diğ. (119) 8-17 yaş grubunda Slaughter ve diğ. (189)'nin geliştirdikleri regresyon denklemi geçerliğini çalışmışlar benzer bulgular elde etmişlerdir. Stout ve diğ. (195) bu denklemi geçerli bulmalarına rağmen, VY farkını  $0.0187 \text{ gr/cm}^3$  daha düşük saptamışlardır. Bu çalışmada da hesaplanan ve Slaughter ve diğ. (189) ile kestirilen VY arasındaki fark  $0.066 \text{ gr/cm}^3$  olarak bulunmuştur. Bu sonuçlara göre, Slaughter ve diğ. (189) denklemi geçerli olmakla birlikte, VY diğer iki çalışmaya göre daha düşük kestirilmektedir. Bu iki çalışma ile bu çalışmadan elde edilen sonuçlar birbirini destekler nitelikte olmasına rağmen, VY'daki farklılığın nedeni, popölasyonlara bakıldığında diğer iki çalışmada kullanılan denek gruplarından; bir çalışmada sporcu grubu ve farklı yaş grubunun olması, diğer çalışmada ise grubun yaş dağılımının daha geniş aralığa sahip olmasından kaynaklandığı tahmin edilmektedir.

Roemmich ve diğ. (176), 24 erkek ve 23 kız çocuğu ile yaptıkları çalışmada, 4 bileşen modelini referans olarak kullanmışlardır. Slaughter (189) denklemlerinden triceps ve baldırın kullanıldığı ve bu çalışmada da geçerliği yapılan denklemin, çapraz geçerliği incelendiğinde VY%'sinin fazla kestirdiği belirtilmiştir. Bunun yanında VY%'si %30'dan fazla olan çocukların yağ oranını daha yüksek tahmin ettiği bildirilmiştir. Slaughter ve diğ. (189) denklemi 4 bileşen modele karşı geçerli bulunmasına rağmen Roemmich ve diğ. (176)'nin çalışmasında geçerli bulunmamıştır. Bu nedenle, Slaughter ve diğ. (189) denkleminin çocuklar için uygun olduğunu, fakat daha fazla araştırma gerektiğini belirtmişlerdir. Roemmich (176) alışmasında, YVK'si tahmini için kullanılan denklem ( $R^2=0.91 \pm 2.8$ ) olan Houtkooper (109) denklemini ( $R^2=0.95 \pm 2.1$ ) geçerli bulmamıştır. Daha önce geçerliği bildirilmiş olmasına rağmen, Houtkooper (109)'ın geçerliğinin olmaması, bu çalışma ile paralellik oluşturmamaktadır. Özellikle Blant Altman grafiği (Grafik

4.12) incelendiğinde, bu çalışmada ideal dağılım görülmektedir. Bütün bu sonuçların, çok bileşen modeli olmasına rağmen desteklememesinin veya farklı sonuçlar elde edilmesinin nedeni, farklı yöntemler kullanılması olduğunu düşündürmektedir. Bu yöntemler içinde, özellikle kemik mineral yoğunluğunun DEXA ile belirlenmesi önemli bir yöntem farklılığı olarak görülebilir. Bu yöntemin bir özelliği olarak kemik mineralizasyonu belirlerken, vücut su miktarı %73.2 olarak sabit alınmakta ve diğer hesaplamalar bu sabit değere göre yapılmaktadır. Çocukların bu yaşlarda (özellikle 15-17 yaşlarında) YVK'sindeki su miktarı oranlarının %73.6-71.9 arasında olduğu (175) düşünüldüğünde; YVK'deki su içeriği oranı veya diğer parametrelerin belirlenmesinde ortaya çıkan güçlükler, farklı sonuç elde edilmesine neden olabileceğini düşündürmektedir.

Yetişkin popülasyon için yapılan Fels Boylamsal Çalışması kapsamındaki çalışma, son dönemde geliştirilmiş ve 4 bileşen modelinin referans olarak kullanıldığı, 18-55 yaşlarındaki (n=681) normal sağlıklı popülasyondan oluşmaktadır (170). Yeni geliştirilen denklemin yanında, en popüler denklemler olan Jackson ve Pollock (117) ile Durnin ve Womersley (61) denklemlerinin geçerlik testleri yapılmıştır. Çalışmada, erkek popülasyonun Jackson ve Pollock (116) denklemi, göğüs değişkeninin veride yer almaması nedeniyle test edilememiştir. Durnin ve Womersley (61) denklemi için çizilen Blant Altman grafiği ile bu çalışmanın grafiğinin (Grafik 4.4) oldukça benzer olduğu gözlenmiştir. Bu çalışmada, HT ile elde edilen VY değeri düşük olan sporcularda, Durnin ve Womersley (61) denklemiyle daha yüksek VY elde edilmektedir. Durnin ve Womersley (61)'den elde edilen VY değerlerinin VY%'sine etkisi ise, daha düşük VY%'si olarak yansımaktadır. Bu sonuç ise sporcu için çok önemli olan VY%'sinin yanlış belirlenmesine neden olacak ve sorun yaratabilecektir.

Türk popülasyonunda sıklıkla kullanılan denklemlerin ilişki katsayıları; VY için  $r=0.53-0.74$  (Tablo 4.2), VY%'si  $r=0.587-0.77$  (Tablo 4.4) ve YVK'si BIA denklemleri için  $r=0.93-0.97$  arasında değişmektedir. Özellikle VY ve VY%'si değerleri için oldukça geniş aralığa sahip olan ilişki katsayılarının, farklı popülasyon gruplarında veya farklı branşlarda ayrı ayrı test edilmesi gerekliliğini ortaya koymaktadır.

Bütün bu sonuçlar, farklı popülasyon üzerinde yapılan çalışmalarda, o popülasyonları dikkate alan regresyon modellerinin geliştirilmesini veya

kullanılmakta olan regresyon modellerinden hangilerinin geçerli olduğunun gözlenmesi gerektiği sonucunu vermektedir.

### 5.3. Değişkenler arasında ilişkilerin gözlenmesi

15-17 yaş grubu erkek sporcularda yaş ve VY%'si arasında anlamlı ilişki ( $r=-0.277$ ,  $p<0.01$ ) çıkmıştır. Yaş aralığı dar olmasına rağmen ilişkinin anlamlı olmasının nedeni; ergenlik dönemindeki kas kütlesindeki artışın normal olmasının yanı sıra, sporcu grup olması nedeniyle antrenmana bağlı olarak yağ kütlesindeki azalmanın neden olduğu düşünülebilir. YVK ile VA arasında çok yüksek korelasyon katsayısı ( $r=0.953$ ) çıkması bu bulguyla paralellik göstermektedir. Bu sonuçlar; Açıkada (3), Doğu (59), Zorba (231) ve Karlı (122) denklemlerindeki bulgularla benzerlik göstermektedir. Bu çalışmada YVK ile spor yaşı arasındaki ilişkinin  $r=0.234$  olması nedeninin, kas kütlesindeki ve iskelet sistemindeki gelişime bağlı olduğu düşünülmektedir. Çocuklarda ergenlik öncesi, ergenlik dönemi ve ergenlik sonrası dönemlerde biyolojik gelişimlere bağlı olarak, YVK, vücut suyu, kemik mineral miktarı farklılaşmaktadır. (157, 189) Tanımlayıcı istatistiklere ait korelasyon katsayıları incelendiğinde spor yaşı ile anlamlı ilişkilerin, VA ve YVK ile olmasının yanında, boy ile arasındaki korelasyon katsayılarının anlamlı olmaması; spor branşına ve gelişime bağlı olduğunu düşündürmektedir. Bazı spor branşları boy kriteri ön planda olmasına karşın (basketbol, voleybol ve hentbol) bazı spor branşlarında (dayanıklılık koşusu, futbol ve yüzme gibi sporlar) ise boy kriteri daha geri planda yer alabilmektedir.

Diğer korelasyon katsayıları incelendiğinde yaş değişkeni ile boy, VA, YVK (sırasıyla  $r_{\text{boy}}=0.232$ ;  $r_{\text{VA}}= 0.253$ ;  $r_{\text{YVK}}=0.365$   $p<0.01$ ) arasında pozitif anlamlı korelasyon, VY%'si ( $r_{\text{VY}}=-0.277$   $p<0.01$ ) arasında negatif anlamlı korelasyon katsayıları bulunmuştur. Bu değerler araştırma grubunun sporcu olduğundan yola çıkılarak antrenmanla birlikte artabileceğini düşündürmektedir. Gelişim dönemine bağlı olarak boyla birlikte YVK'sinin artması ve bunun sonucunda VA artması, YVK ile pozitif anlamlı ilişkiyi doğrulamaktadır (154). VY%'sinin düşük olması ve YVK'nin yüksek olması ile birlikte korelasyon katsayılarının anlamlı olması antrenman etkisi olarak düşünülebilir.

Yaş değişkeni ise, diğer değişkenler arasında korelasyon katsayılarına bakıldığında en yüksek ilişkiyi YVK ile göstermiştir ( $r_{YVK}=0.365$ ). Diğer korelasyon katsayıları incelendiğinde VA ve YVK ( $r=0.953$   $p<0.001$ ), YVK ve boy ( $r=0.791$   $p<0.001$ ), boy ve VA ( $r=0.785$   $p<0.001$ ) arasında yüksek korelasyon katsayıları gözlenmektedir. Bu ilişki diğer Türk sporcuları için geliştirilen Açıkada (3)'nın çalışması ile paralellik göstermesine rağmen, VA ile boy arasındaki ilişki daha düşük korelasyon katsayısına ( $r=0.391$ ) sahiptir. VA ve YVK arasındaki ilişki ( $r>0.96$ ) ise oldukça benzerdir. Türk sporcu popülasyonu ile, Zorba (231)'nin yaptığı çalışmada da, üst düzey güreşçilerde VA ile VY%'si arasında yüksek korelasyon katsayısı ( $r=0.88$ ) bulunmuştur. Bu sonuçlar bu çalışma ile benzerlik sergilemektedir. Bu sonuçlardan VA'nın hem YVK'si ( $r=0.953$ ), hem de VY%'si ( $r=0.422$   $p<0.001$ ) arasında anlamlı ilişki göstermesi, VA değişiminin sadece YVK'nden değil aynı zamanda VY%'sinden de kaynaklanabileceğini göstermektedir. Korelasyon katsayılarının YVK için daha yüksek bulunmasının nedeni denek grubunun sporcu olmasından kaynaklanıyor olabilir. YVK'si ile bağımsız değişkenler arasındaki yukarıda bahsedilen VA, boy, yaş değişkenleri ile ilişkiler kestirim denklemleri geliştirilirken etkili olmuştur. Özellikle YVK'nin kestirimi için BIA'dan elde edilen değişkenlerin kullanıldığı denklemlerde açıklayıcılık katsayısını artıran önemli bir değişken olarak gözlenmiştir

15-17 yaş grubu 155 antrenmanlı erkek sporcu (basketbol, voleybol, futbol, hentbol yüzme, atletizm) gönüllü olarak katıldıkları bu çalışmada, bağımlı değişkenler; VY, VY%, YVK kestirmek için altın standart olarak kabul edilen referans yöntem oksijen dilüsyon yöntemiyle birlikte, HT yöntemi kullanılarak, VY için altı, VY%'si için üç, YVK'si için altı regresyon denklemi geliştirilmiştir.

## 5.4. Antropometrik Denklemler

### 5.4.1. VY kestirilen antropometrik ölçümler ile ilgili denklemler

Bu çalışmada VY için yedi, VY%'si için üç denklem geliştirilmiştir. VY için abdomen, uyluk, suprailiak 2, subskapula DKK ile VA, boy ve yaş değişkenlerinin denklemlerde yer aldığı görülmektedir. 15-17 yaş grubu geç adolesan evre olması nedeniyle yetişkin popülasyona yakın biyolojik özellikler taşımaktadır.

Antropometrik değişkenlerin kullanıldığı denklemlerde VY, VY%'si ve YVK'si kestiriminde yer alacak bağımsız değişkenler, bağımsız değişkenler ile bağımlı değişkenler arasında yüksek korelasyon katsayıları incelenerek belirlenmiştir. Değişkenlerden abdomen, uyluk, suprailiak2 ve subskapula seçilmiştir. Bu çalışmada VY denklemini geliştirmek için en yüksek korelasyon katsayısı sırasıyla abdomen ( $r=-0.809$ ), suprailiak1 ( $r=-0.777$ ), suprailiak ( $r=-0.773$ ), uyluk ( $r=-0.774$ ), subskapula ( $r=-0.658$ ) ( $p<0.001$ ) ile elde edilmiştir. Bağımsız değişkenlerden birbirleri ile yüksek ilişki gösteren 2 değişken olması halinde, korelasyon katsayısı yüksek ve ölçümü en kolay olan değişken çoklu regresyon analizinde kullanılmıştır. Örneğin biceps ve biceps kontrakte çevre ölçümleri arasında korelasyon katsayısı  $r=0.959$  olarak bulunmuş ve denkleme biceps çevre alınmış; triceps ve biceps DKK ölçümleri arasında korelasyon katsayısı  $r=0.914$  olarak bulunmuş ve regresyon denklemini için çoklu regresyon analizi yapılırken değişken olarak sadece biceps DKK değerleri alınmıştır. Bu değişkenler arasında çoklu regresyon açıklayıcılık katsayısı en yüksek denkleme ulaşabilmek için beta katsayıları incelenerek değişkenler azaltılmıştır. Bu incelemeler sonunda abdomen, uyluk, suprailiak2 ve subskapula deri kıvrım kalınlıkları ile modeller tekrar oluşturulmuştur. Bu modeller arasında DKK, çevre ve çap ölçümleri verilerine ek olarak VY ve VY%'si değerleri ile korelasyon katsayıları en yüksek olan VA, boy ve yaş değişkenleri de hesaplamalara dahil edilmiş ve  $R^2$  değerleri daha yüksek denklemler oluşturulmuştur. Bu denklemler tartışmanın ilerleyen bölümlerinde ele alınacaktır.

VY için geliştirilen denklemlerin  $R^2$  değerleri incelendiğinde en yüksek  $R^2$  değerlerinin Model5VY ve Model7VY denklemlerine ait olduğu görülmektedir. En düşük SH değerinin ise Model2VY ve Model3VY ve Model7VY olduğu görülmektedir (Tablo 5.1).

Bu denklemler arasında, kullanılan değişkenler açısından bakıldığında, en kullanışlı denklem en az değişkene sahip olan ve en az araç gereksinimi olan denklem olarak düşünöldüğünde, Model1VY ve Model2VY denklemleri olduğu görölmektedir (Tablo 5.1 ve Tablo 5.2).

Tablo 5.1. VY kestirim denklemleri ve çapraz geçerlik bulguları

| Model<br>(n=152) | VY Kestirim Denklemleri   | Geliştirilen denklemler |         | Çapraz Geçerlik                |                               |
|------------------|---|-------------------------|---------|--------------------------------|-------------------------------|
|                  |   | R <sup>2</sup>          | s       | R <sup>2</sup><br>birinci grup | R <sup>2</sup><br>ikinci grup |
| Model1VY         | =1.089 - 0.0006833 * (abdomen) -0.0005784 * (uyuluk dkk)  | 0.73                    | 0.00552 | 0.67                           | 0.79                          |
| Model2VY         | = 1.05 + 0.0023980 * (yaş) -0.0007239 * (abdomen) -0.0004777 * (uyuluk dkk)   | 0.76                    | 0.00521 | 0.78                           | 0.73                          |
| Model3VY         | =1.049 + 0.000051 * (VA) - 0.000756 * (abdomen) - 0.000499 * (uyuluk dkk)+0.002262 * (yaş)  | 0.76                    | 0.00521 | 0.79                           | 0.70                          |
| Model4VY         | = 1.088 - 0.00071 * (abdomen dkk) -0.00063 * (uyuluk dkk) + 0.000163 * (subskapula dkk)   | 0.73                    | 0.00553 | 0.73                           | 0.73                          |
| Model5VY         | = 1.049 + 0.00226 * (yaş) + 0.0000509 * (VA) -0.0007572 * (abdomen dkk) - 0.0005014 * (uyuluk dkk) + 0.0000088 * (subskapula dkk) | 0.77                    | 0.00523 | 0.79                           | 0.72                          |
| Model6VY         | = 1.05+0.002209 * (yaş) + 0.0000527 * (VA) -0.0007235 * (abdomen dkk) - 0.0004880 * (uyuluk dkk) - 0.0000819 * (suprailiak2)      | 0.76                    | 0.00523 | 0.79                           | 0.72                          |
| Model7VY         | = 1.064 - 0.0001162 * (boy) + 0.002204 * (yaş) + 0.0001633 * (VA) -0.0007809 * (abdomen dkk) - 0.0005526 * (uyuluk dkk)           | 0.77                    | 0.00519 | 0.79                           | 0.73                          |

Tablo 5. 2. VY için geliştirilen denklemlerde kullanılan değişkenler ve R<sup>2</sup> değerleri

| (n=152)<br>VY | VA | Yaş | Boy | Abdomen | Uyluk | Supra2 | Subskapula | Geliştirilen denklemler |
|---------------|----|-----|-----|---------|-------|--------|------------|-------------------------|
| Model1VY      |    |     |     | x       | x     |        |            | 0.73<br>0.00552         |
| Model2VY      |    | x   |     | x       | x     |        |            | 0.76<br>0.00521         |
| Model3VY      | x  | x   |     | x       | x     |        |            | 0.76<br>0.00521         |
| Model4VY      |    |     |     | x       | x     |        | x          | 0.73<br>0.00553         |
| Model5VY      | x  | x   |     | x       | x     |        | x          | 0.77<br>0.00523         |
| Model6VY      | x  | x   |     | x       | x     | x      |            | 0.76<br>0.00523         |
| Model7VY      | x  | x   | x   | x       | x     |        |            | 0.77<br>0.00519         |

Bu çalışmada geliştirilen denklemlerde antropometrik değişkenlerin yanında, yaş değişkeni beş ayrı denklemde, etkili bir değişken olarak yer almaktadır (Tablo 5.2). Çok dar yaş aralığına sahip olmasında rağmen, yaş değişkeninin etkili bir değişken olmasının nedeni, gelişimsel değişimlerin çok kritik olduğu bir yaş dönemi olmasından kaynaklanıyor olabilir. Bu denklemlerin kullanımı açısından bakıldığında, VA ölçümüne gerek duyulmadan, sadece skinfold kaliper kullanılarak VY belirlenebilecek olan Model1VY ve Model2VY modelleri saha kullanımı açısından oldukça uygun denklemlerdir. Ancak Model1VY, Model2VY'ye göre açıklayıcılık katsayısı daha düşüktür. Bu nedenle, hem açıklayıcılık katsayısı hem de s değeri olarak bakıldığında, Model2VY'nin kullanılması tavsiye edilmektedir. Laboratuvar imkanları olan ve tecrübeli DKK kalınlığı ölçümünü yapabilen bir personelin olduğu ölçüm koşullarında, Model7VY, en yüksek açıklayıcılık katsayısına sahip, s değeri en düşük (Tablo 5.1), çapraz geçerlik değerleri oldukça yakın olan denklem olarak görülmektedir (Tablo 5.2).

Türk popülasyonu VY için geliştirilmiş ve geçerlik çalışması yapılmış bir çalışma olan Açıkada (3) çalışmasında, 24 bayan, 42 erkek sporcudan oluşan grup için HT kriter yöntem olarak kullanılmıştır. Deri kıvrım kalınlıkları ile kestirilen VY denklemi için tüm DKK ölçümleri dikkate alındığında  $R^2=0.61\pm 2.918$  çıkarken, en uygun verilerin seçilerek adım adım çoklu regresyon analizi yapıldığında baldır DKK, gluteal katlantı ve baldır çevresi ölçümleri ile geliştirilen kestirim denkleminde  $R^2=0.70.4\pm 0.0067$  kestirdiği bildirilmiştir. Bu değişkenlere ait olan denklemde değerler VY kestiriminde, bu çalışmadan daha düşük açıklayıcılık katsayısına sahiptir. Ayrıca VY için geliştirilen ve farklı antropometrik bölgelerin çevre ölçümlerinin de eklendiği; subskapula DKK, baldır DKK, baldır çevre, biceps fleksiyonda, karın ve el bileği çevre denklemde  $R^2=0.885\pm 0.0045$  hesaplanmış ve en yüksek açıklayıcılık katsayısı elde edilmiştir. Bu değer VY kestirimi için oldukça yüksek bir değerdir. Bu çalışmada elde edilen  $R^2$  değerlerinden yaklaşık %11 daha yüksek açıklayıcılık katsayısına sahiptir. Seçilen değişkenler açısından incelendiğinde; VY kestirim denklemleri için Açıkada denkleminde altı değişken arasında ortak DKK sadece subskapula bölgesi olmakla birlikte, bu çalışmada çevre ölçümleri değişkenler arasında bulunmamaktadır. Ancak bu çalışma ile en önemli fark RV tahmin yöntemlerinin kullanılmış olması ve sporcu grubun denek sayısı ve

katılan deneklerin yaş sınırları farklılaşmaktadır. Sonuçlardaki bu farklılık yöntemdeki farklılıklardan kaynaklanabilir.

En popüler denklemlerden biri olan Jackson ve Pollock (116) 408 yetişkin erkek deneğin katıldığı bir çalışmadır. Ancak hem yetişkin hem de sporcu popülasyonunda sıklıkla kullanılmaktadır.  $\Sigma 3$  (göğüs, abdomen, uyluk) veya  $\Sigma 7$  (göğüs, abdomen, uyluk, midaxilla, subskapula, suprailiak) deri kıvrımı kalınlığı kullanılarak denklemler geliştirilmiştir. Yaş değişkeni denek grubunun aralığının oldukça geniş olması nedeniyle bu değişken olmadan veya eklenerek geliştirilen denklemlerde, farklı denklemler için R değerleri 0.888-0.905, s değerleri ise 0.0078-0.0083 arasında değişmektedir. Ortak değişkenler abdomen ve uyluk görünmesine rağmen, denklemde kullanımı sırasında değişkenler tek tek alınmamış, yerine bu deri kıvrım kalınlıklarının toplamları kullanılmıştır. Bu çalışmanın en önemli avantajlarından birisinin çapraz geçerliğin yapılmış olması ve r değerlerinin 0.904-0.917 arasında çıkmasıdır. Bu denklemlerin çapraz geçerliğinde oldukça yüksek ilişki katsayıları elde edilmiş ve iki gruba ait katsayılar çok yakın bulunmuştur. Bu çalışma ile ortak değişkenler bulunmakla birlikte (abdomen, uyluk ve yaş), Jackson ve Pollock (116) denklemin açıklayıcılık katsayıları oldukça yüksek bulunmuştur. Bunun nedeninin hem denek sayısının daha fazla olmasından hem de oldukça geniş yaş aralığına sahip yetişkin popülasyonun taranmış olmasından kaynaklanıyor olabilir. Pollock ve Jackson'ın (171) çalışmasında da ince yapılı mesafe koşucularının regresyon denklemi ile hesaplanan VY değerleri sistematik olarak daha düşük VY kestirdiği bulunmuştur. Genç yetişkin ve 35 yaş üstü erkeklerde ve obez erkeklerde regresyon çizgisinin benzer olduğu, fakat kesme noktasının farklılaştığı bildirilmiştir. Bu denklemin  $R=0.88$  ve  $s=0.0069$  g/ml dir ve iki deri kıvrım kalınlığının yanında dört derinlik ve 2 çap ölçümü kullanılmıştır (171).

Thorland ve diğ. (200)'nin yaptıkları çalışmada araştırma grubu, 16-17 yaş arası, atletizm, dalma, cimnastik ve güreş branşlarında gençler olimpik ulusal şampiyona yarışmalarına katılan erkek sporcudan oluşmaktadır. HT yöntemi kullanılarak (RV nitrojen yıkama yöntemi) yapılan çalışmada 141 erkek ergende VY değerleri  $1.080 \pm 0.010$  ve  $VY\%$ 'si  $9.05 \pm 3.84$  oranında değiştiği bildirilmiştir. Bu çalışmanın sonuçları, VY oranı değerleri daha düşük,  $VY\%$ 'si ise daha yüksektir. Bu sonuç, denek grubunun antrenman kriterinden (en az bir yıl antrenmanlı) kaynaklanıyor olabileceğini düşündürmektedir. Yapılan çapraz geçerlik testi

sonuçlarına göre  $R^2$  değerleri 0.29-0.67, s değerleri ise 0.064-0.0214 arasında değişmektedir. Açıklayıcılık katsayıları bu çalışmaya göre daha düşük, s değerleri ise daha geniş bir aralığa sahiptir.

Slaughter ve diğ. (188)'nin, farklı gelişim dönemlerindeki 317 denek ile, HT yöntemi kullanılarak RV düzeltilmesi yapılan çalışmada, Boileau ve diğ. (27)'nin çalışması ile karşılaştırılmasında, pulmoner rezidual volüm-su içi ve dışı RV ölçülmüş; su içi RV ortalaması 1.051 lt çıkarken, su dışı RV ortalaması 1.058 lt dokuz deri kıvrım kalınlığından VY'yi en iyi kestiren bölgeler: triseps, baldır, uyluk ve abdomen çıkmış ve farklı gelişim dönemlerinde farklı yoğunluklar elde edilmiştir. Yaş ortalaması  $15.5 \pm 1.3$  yıl olan erkek denekler, ergenlik sonrası grup olarak değerlendirilmiş ve VY 1.057 gm/cc. çıkmıştır. Çalışmanın sonucunda, çocuklarda YVK'si gelişimle birlikte değişmekte olduğu, bu nedenle vücut yağlılığı ve yoğunluk ilişkisinin de daha fazla çalışma gerektirdiği bildirilmiştir (96, 188). HT'dan elde edilen deri kıvrım kalınlığı denklemleri, ergenlik öncesi bayanlarda ve erkeklerde yağlılığı daha fazla kestirmesi nedeniyle, YVK miktarının veya yoğunluğunun değişiminin incelenerek daha iyi kestirimler sağlayacağı bildirilmiştir (188).

Slaughter ve diğ. (188)'nin VY kestirimi için geliştirdiği denklemde, dört DKK kullanılmış,  $R^2=0.774$  ve  $s=0.0091$  olarak hesaplanmıştır. Bu çalışmada VY için geliştirilen denklemlerde  $R^2$  değerleri 0.73-0.76 arasında değişmektedir. Sadece DKK kullanılan denklemde en iyi kestiren iki ortak DKK değişkeni abdomen ve uyluk çıkmıştır. Dokuz DKK göz önünde alındığında, bu iki bölgenin vücut yoğunluğu kestiriminin de önemli belirleyiciler olduğu söylenebilir. Hem geliştirilen denklemlerin açıklayıcılık katsayıları, hem de belirlenen antropometrik değişkenlerin kullanımını düşünüldüğünde, sonuçlar bu çalışmayı desteklemektedir. Bu çalışmada elde edilen VY verileri, her iki çalışmada elde edilen verilerden daha yüksek çıkmıştır (96, 188). Bunun nedeni, sporcu bireylerdeki VY%'sinin daha düşük olmasından veya YVK'sinin yoğunluğunun veya kütlelerinin daha fazla olmasından kaynaklanabilir.

Çocukluktan ergenliğe geçiş dönemlerinde, VY değerlerinde farklılıklar belirlenmiştir (188). Çocuklarda antropometrik verilerin önemi antropometrik denklemlerin VY'nu daha düşük ve sonuç olarak VY%'sinin daha fazla kestirmesidir. Yoğunluk; su ve kemik mineralinin de ölçüldüğü aynı çalışmada, ergenlik sonrası (bu çalışmada yaş grubunun benzeştiği dönemde) yetişkinlerle

benzer çıkmıştır. Bu ise, yetişkinlik dönemine benzer biyolojik değişimin de bir göstergesidir. Aynı zamanda, Slaughter ve diğ. (189)'nin yaptığı çalışmada, çocuklarda daha erken dönemler olan ergenlik öncesi ve ergenlik döneminde; deri kıvrım kalınlığı ile elde edilen ölçümlerden kestirilen yağlılık değerleri, yoğunluk, su ve kemik parametreleri daha iyi kestirildiği sonucuna varılmıştır. Ergenlik sonrası ve yetişkinlik döneminde ise varyans diğer yöntemlerdeki dağılımlara benzer çıkmıştır. Bu nedenle, farklı yaş gruplarındaki çocuklarda veya diğer vücut bileşenleri belirlenmesi bir zorunluluk eğiliminde görünmesine rağmen, 15-17 yaş grubundaki çocuklarda VY'nun benzerliği nedeniyle bu yaş grubunda geliştirilen denklemlerde hata payının azaldığı düşünülebilir.

Muckerjee ve Roche (160) tarafından yapılan çalışmada VY%'si kestirimi için geliştirilen denklemlerde, oldukça geniş yaş aralığı olması bir yaş aralığına sahip olması nedeniyle denekler 18 yaş altı ve üstü olmak üzere iki farklı yaş grubuna ve cinsiyete ayrılarak dört denklem geliştirilmiştir. Çalışmada 18 yaş altı (6-18yıl, n=66) normal popülasyondan olan erkek deneklerin VY%'leri ortalamaları  $15.23 \pm 7.23$  ve  $VY=1.0642 \pm 0.0163$  olarak bildirilmiştir. Muckerjee ve Roche (160) çalışmasından elde edilen VY değerleri, bu çalışmadan oldukça düşük değerlerde ve VY%'si değerleri ise yaklaşık %3 oranında yüksektir (Bkz Tablo 4.1). Bu farklılık çalışmadaki yaş grubunun bu çalışmaya göre daha geniş sınırlarda olmasından yada, bu çalışmanın denek grubunun yaşının yetişkin popülasyona yakın ve sporcu popülasyon olmasından kaynaklanıyor olabilir. Muckerjee ve Roche (160)'nin yaptıkları çalışmada, değişken olarak triseps, lateral baldır DKK ve yaş kullanılmış,  $R^2=0.76$  ve  $s=\%3.59$  olarak bildirilmiştir. Bu çalışma ile  $R^2$  değeri benzemekle birlikte tek ortak değişken yaş olarak görülmektedir ve antropometrik değişkenlerden ortak bölge bulunmamaktadır. Çocuk popülasyonunu kapsayan çalışma yaş grubu nedeniyle ve açıklayıcılık katsayısı sonuçları açısından benzerlik göstermektedir.

Literatürde sadece çevre veya sadece çap ölçümlerinin yer aldığı sporcular için geliştirilmiş denklemler bulunmamaktadır. Bu değişkenlerin kullanılarak antropometrik ölçüm yöntemlerinin bulunduğu obez (215) ve normal (202) yetişkin erkeklerde kestirim denklemleri geliştirilmiştir. Bu çalışmada, çevre ve çap değişkenlerinin, ilişki katsayıları incelendiğinde, etkili değişkenler olmadığı gözlenmiş ve bu nedenle denklem geliştirilmemiştir.



Türkiye’de geliştirilen Kutlu (134)’nun çalışmasında hidrostatik tartım kriter alınmıştır. Bu çalışmada 11-13 yaş grubu minik güreşçi çocuklar çalışmaya katılmışlardır. Çalışmada VY% için geliştirilen kestirim denklemi bağımsız değişken için gözlemlenen en yüksek korelasyon katsayısı bu çalışmada olduğu gibi abdomen DKK ( $r=0.6517$ ) olarak bulunmuştur. Aynı zamanda, diğer bölgeler arasında Kutlu (134)’nun çalışmasında 5 bölge en ilişkili bölgeler olarak belirlenmiştir. Bu bölgeler biceps, subskapula, suprailiak, uyluk, triseps ve göğüs deri kıvrım kalınlıklarıdır. Kutlu (134)’nun geliştirdiği denklemde  $R^2=0.74\pm 2.65$  olarak bulunmuştur. VY%’si için geliştirilen değerler ile karşılaştırıldığında, bu çalışma daha yüksek açıklayıcılık katsayısına sahiptir. Bunun yanı sıra belirlenen bölgeler ve korelasyon katsayıları incelendiğinde abdomen, uyluk, subskapula ve suprailiak bölgeleri ortak DKK kalınlıklarıdır. Bu çalışmadaki ilişki katsayıları VY% si ile abdomen DKK arasında 0.812 olarak bulunmuş ve oldukça yüksek çıkmıştır. Sonuçlar benzer olmasına rağmen, bu çalışmada daha yüksek ilişki katsayısı bulunmuştur. Bu sonucun farklı çıkmasının nedeni yaş gruplarının farklı olmasından kaynaklanıyor olabilir.

Açıkada (3)’nin çalışmasında VY%’si kestirimi için geliştirilen denklemde, tüm bağımsız değişkenlerin bulunduğu VY%’si denklemde  $R^2=0.95\pm 7.144$  çıkmıştır. Farklı antropometrik değişkenlerin yer aldığı; subskapula, baldır, biceps çevre, el bileği ve karın çevre değişkenleri ile geliştirilen denklemde  $R^2=0.88\pm 1.936$  bulunmuştur. Bu çalışmada ise, VY%’si için geliştirilen tüm denklemlerde  $R^2=0.77$ ,  $s=2.076-2.0848$  arasında değişmektedir. Sonuçlara göre %11’lik açıklayıcılık farkı aynı zamanda s değeri farkı %0.14-1.49 arasında değişmektedir. Açıkada (3) denkleminin açıklayıcılık katsayısı, bu çalışmaya göre oldukça yüksektir. Değişkenlerin katılımı göz önünde bulundurulduğunda sadece subskapula değişkeni ortak değişkendir.

Açıkada (3) VY%’si kestirimi için denklemler oluşturulurken baldır DKK ve baldır çevre arasında oldukça yüksek r değeri gözlenmiştir ve gluteal katlantı çevresi de eklenerek geliştirilen denklemde  $R^2=0.706$  olarak bulunmuştur. Az sayıda değişken kullanılarak, kestirim değeri oldukça yüksek bir denklem oluşturulmuştur. Bu çalışmada, baldır  $r=-0.763$  korelasyon katsayısına sahiptir. Denklemlere katılımı için çoklu regresyon analizi sırasında korelasyon katsayısı yüksek olmasına rağmen bu değişken denklemlere girmemiştir. Açıkada (3) denklemlerinde VY%’si kestirimi için antropometrik verilerin katılımında, farklı değişkenlerden VA değişkeninin

katıldığı denklemlerde, açıklayıcılık katsayısı 0.86 ya kadar yükselmiştir. Bu çalışmada VA ve antropometrik değişkenlerin elde edildiği en yüksek açıklayıcılık katsayısına sahip denklemler Model VY%-1 ve Model VY%-2 modelleridir ve  $R^2$  değerleri Açıkada (3) denklemlerinden düşüktür. Bu çalışmadaki her iki modelde de yaş, VA, uyluk, abdomen ve suprailiak2 değişkenleri kullanılmış ve Açıkada (3)'nın çalışmasıyla ortak değişken bulunmamaktadır.

VY%'si kestirimi için Doğu (59) denkleminde kullanılan abdomen ve uyluk DKK değişkenleridir. Bu çalışma ile bire bir değişkenleri örtüşmektedir. Ancak Doğu (59) denklemi normal Türk popülasyonu için geliştirilmiş bir denklemdir. Geç adolesan dönemindeki çocukların yetişkinler için geliştirilen denklemleri kullanımı ile ilgili farklı literatürlerde yetişkinlerin biyolojik gelişim düzeyine ulaşması nedeniyle kullanılabilmesi bildirilmektedir.

Doğu (59) ile bu çalışma VY%'si değerlerinin arasındaki korelasyon katsayısının yüksek çıkma nedeni, hem kullanılan değişkenlerin aynı, hem de yetişkin popülasyonlar için geliştirilmiş bir denklem olması olabilir. Geç adolesan dönem olması nedeniyle yetişkinlere uygulanan birçok denklemin bu yaş grubuna uygulanabileceği literatürde yer almaktadır (142, 189).

Zorba (231) denkleminde ise VY%'si kestiriminde VA, abdomen, triseps, biseps, subskapula, suprailiak, uyluk ve göğüs değişkenleri yer almaktadır. Bu çalışma ile ortak değişkenler abdomen, uyluk ve VA olarak görülmektedir. Zorba (231) denkleminin açıklayıcılık katsayısı ( $R^2=0.965$ ) ve standart hatası ( $s=1.05$ ) oldukça yüksektir. Ortak değişkenlerin fazla olmasına rağmen bu çalışma ile açıklayıcılık katsayısı ve s değerlerinin farklılığının nedeni, sporcu grubun oldukça spesifik bir branş olan güreşçi grup olması ve üst düzey sporcu olmasından kaynaklanabilir.

Slaughter ve diğ. (189) yaptıkları çalışmada VY%'ni üç farklı yaklaşımla (HT ve düzeltilmiş RV; VY ve vücut suyu; VY, vücut suyu ve kemik minerali ölçülerek), çocuklarda ve gençlerde yağlılığı kestirmeye çalışmışlardır. 8-29 yaşları arasındaki çocuk ve gençlerden oluşan 310 denek çalışmaya katılmıştır. Ergenlik sonrası dönemde ( $n=58$ ; yaş= $15.8\pm 1.6$ yıl)  $VY=1.065\pm 0.014$ , RV düzeltilmiş HT yönteminde VY%'si  $14.7\pm 6.4$  çıkmıştır. Ergenlik sonrası dönemde ve yetişkinlik dönemindeki çalışmada geliştirilen denklemlerde sırasıyla  $R^2=0.74$   $s=4.3$ ;  $R^2=0.82$   $s=3.2$  çıkarken sadece iki DKK olan açıklayıcılık katsayısı toplam triseps ve baldır

için  $R^2=0.81$   $s=3.5$ ; ile toplam triseps ve subskapula DKK için  $R^2=0.74$  ve  $s=4.1$  çıkmıştır. Bu çalışmadaki yaş grubu ergenlik sonrası grupla benzerlik taşıdığı düşünüldüğünde, tüm VY% denklemlerine ait tüm  $R^2=0.77$  benzer ve  $s=2.076-2.085$  değerleri daha düşük çıkmıştır. Bu sonuçlar bu çalışmayı destekler niteliktedir.

Bu çalışmada elde edilen sporcu grubun VY değerleri yüksek VY% değerleri düşüktür. Bu sonuçlardaki farklılığın sporcu grubun YVK'si yoğunluğundaki farktan mı, kütle ile ilgili farktan mı yoksa VY%'sindeki farklılıktan mı kaynaklandığı tam olarak karşılaştırılamamaktadır. Buna rağmen sporcu grubun VY%'sinin daha az olması ve aynı kütleyle sahip bireydeki oransal farklılık nedeniyle YVK'si yoğunluğunda değişim olsun olmasın, VY sporcu grupta yüksek çıkması beklenmektedir. Bu nedenle sporcu grubun VY% kestiriminde, sedanter veya normal çocuk popülasyonu için geliştirilmiş denklemlerin kullanılması yağ oranı kestiriminde hata yapılmasına zemin hazırlayabilir. Regresyon denklemleri popülasyon spesifiktir. Özel popülasyonlar için, o popülasyona özgü denklemlerin kullanılması gerekmektedir.

Popülasyona özgü denklemlerin kullanımı ve geliştirilmesi son dönemlerde daha çok 4 bileşen modelleriyle de test edilmektedir. Bu çalışmalardan biri 4 bileşen modelinin referans olarak kullanıldığı, 18-55 yaşlarındaki ( $n=681$ ) normal sağlıklı popülasyondan oluşmaktadır (170). Fels boylamsal çalışmasının bir parçası olarak hem bayan hem de erkek popülasyonlarda, VY%'si için denklemler geliştirilmiştir. Bu denklemde arzu edilen değişkenin abdomen DKK olması belirtilmiş fakat proje kapsamında bu veri olmadığı için kullanılmamıştır. Bunun yanında geliştirilen denklemde, bu çalışma ile ortak değişkenler suprailak, uyluk, subskapula görünmekle birlikte; değişken olarak DKK verilerinin toplamı, toplamlarının karesi, bu üç DKK ya ilave olarak triseps DKK eklenerek dört DKK toplamı ve karesi ayrı ayrı kullanılmıştır. Geliştirilen denklemin açıklayıcılık katsayısı ( $R^2=0.6122$ ) oldukça düşüktür. Fakat en önemli avantajlarından birisi, çapraz geçerlik çalışması yapılmış olmasıdır. Bu çalışmada VY%'si için geliştirilen denklemlerin  $R^2$  değerlerinden oldukça yüksek olduğu görülmektedir. (Bkz Tablo 5.3 ve Tablo 5.4). Açıklayıcılık katsayılarına göre değerlendirildiğinde, sonuçlar bu çalışma ile paralellik göstermemektedir.

### 5.4.3. YVK kestirimi için geliştirilen BIA denklemleri

YVK'si kestirim denklemleri ve çapraz geçerlik bulguları Tablo 5.5'de verilmiştir. BIA ölçümleri ile geliştirilen ve YVK kestirilen, az sayıdaki değişkenlerin kullanılan denklemlerin, açıklayıcılık katsayıları oldukça yüksek (0.93-0.97) ve standart kestirim hataları (1.473-2.2093) oldukça düşük çıkmıştır (Tablo 5.5). Çapraz geçerlik  $R^2$  değerleri oldukça yüksek ve geçerli denklemler elde edilmiştir (Tablo 5.5).

Tablo 5.5. YVK'si kestirim denklemleri ve çapraz geçerlilik bulguları.

| Model             | Denklemler  | Geliştirilen Denklemler |        | Çapraz Geçerlilik           |                            |
|-------------------|---|-------------------------|--------|-----------------------------|----------------------------|
|                   |   | R <sup>2</sup>          | s      | R <sup>2</sup> birinci grup | R <sup>2</sup> ikinci grup |
| ModelBIA1 (n=146) | $5.401 + 0.558 * (VA) + 0.252 * (\text{boykare}/R)$   | 0.93                    | 2.2093 | 0.93                        | 0.93                       |
| ModelBIA2 (n=144) | $3.192 + 0.577 * (VA) - 0.02591 * (R) + 0.169 * (\text{boy})$   | 0.94                    | 2.0916 | 0.94                        | 0.93                       |
| ModelBIA3 (n=145) | $-12.374 + 0.226 * (\text{boykare}/R) + 0.56 * (VA) + 1.209 * (\text{yaş})$   | 0.95                    | 1.9385 | 0.96                        | 0.94                       |
| ModelBIA4 (n=145) | $1.966 + 0.937 * (VA) - 0.00589 * (\text{boykare}/R) - 0.248 * (\text{abdomen dkk}) - 0.188 * (\text{uyluk})$   | 0.97                    | 1.564  | 0.96                        | 0.97                       |
| ModelBIA5 (n=145) | $-6.918 + 0.886 * (VA) + 0.01794 * (i) + 0.635 * (\text{yaş}) - 0.226 * (\text{abdomen dkk}) - 0.159 * (\text{uyluk dkk})$                              | 0.97                    | 1.487  | 0.97                        | 0.96                       |
| ModelBIA6 (n=145) | $-9.718 + 0.849 * (VA) + 0.0721 * (i) + 0.04938 * (\text{Reaktans}) + 0.532 * (\text{yaş}) - 0.217 * (\text{abdomen dkk}) - 0.145 * (\text{uyluk dkk})$ | 0.97                    | 1.473  | 0.97                        | 0.99                       |

YVK'si için geliştirilen BIA denklemlerinde kullanılan değişkenler, R<sup>2</sup> ve s değerleri Tablo 5.6'da verilmektedir.

Tablo 5.6. YVK'si için geliştirilen BIA denklemlerinde kullanılan değişkenler ve R<sup>2</sup> değerleri

| Model             | Geliştirilen Denklemler |   |     |                         |          |     |         |       |                |       |
|-------------------|-------------------------|---|-----|-------------------------|----------|-----|---------|-------|----------------|-------|
|                   | VA                      | R | Boy | I (Boy <sup>2</sup> /R) | Reaktans | Yaş | Abdomen | Uyluk | R <sup>2</sup> | s     |
| ModelBIA1 (n=146) | x                       |   |     | x                       |          |     |         |       | 0.93           | 2.209 |
| ModelBIA2 (n=144) | x                       | x | x   |                         |          |     |         |       | 0.94           | 2.092 |
| ModelBIA3 (n=145) | x                       |   |     | x                       |          | x   |         |       | 0.95           | 1.938 |
| ModelBIA4 (n=145) | x                       |   |     | x                       |          |     | x       | x     | 0.97           | 1.564 |
| ModelBIA5 (n=145) | x                       |   |     | x                       |          | x   | x       | x     | 0.97           | 1.487 |
| ModelBIA6 (n=145) | x                       |   |     | x                       |          | x   | x       | x     | 0.97           | 1.473 |

Bu çalışmada YVK'si için geliştirilen en yüksek açıklayıcılık katsayısına sahip olan denklemler ModelBIA4, ModelBIA5 ve ModelBIA6 denklemleridir (Tablo 5.5). Değişkenlerin sayısı ve araç gerekliliği açısından bakıldığında en kullanışlı denklem ModelBIA1 olarak görülmektedir. Bu denklem sadece VA ve I değerleri ile 0.93 açıklayıcılık katsayısı ve 2.209 kg s değeriyle oldukça kullanışlıdır (Tablo 5.6). Bu denklemler arasında en yüksek açıklayıcılık katsayısına ve en düşük s değerine sahip olan ModelBIA6 denklemi, hem antropometrik değişkenlerin kullanıldığı hem de BIA ölçüm parametreleri olan rezistans ve reaktansın yer aldığı denklemlerdir.

Şimdiye kadar Türk popülasyonu için karma sporcu grubu veya sedanter bireyler için BIA değişkenleri kullanılarak denklem geliştirilmemiştir. Karlı (122) çalışmasında geliştirilen altı denklemde, elit güreşçiler (n=111) için  $R^2$  değerleri 0.984-0.991 ve s değerleri 0.953-1.460 arasında değişmektedir. Sporcu grup olarak değerlendirildiğinde, bu değerler bu çalışma ile benzer çıkmıştır. Bu çalışmada geliştirilen ve ortak değişkenlerden VA ve İ kullanılan denklemde açıklayıcılık katsayısı 0.93 çıkmıştır. Karlı (122) çalışmasına göre düşük  $R^2$  (0.984) değeri elde edilirken, s değeri 1.458 bulunmuştur. Bu değer daha düşüktür. Kullanılan yöntemin birebir aynı olmasında rağmen, farklılığın olması hem güreş spesifik bir popülasyondan, hem de elit ve yetişkin sporcu olmalarından kaynaklanabilir.

Wu ve diğ. (221)'nin yaptığı çalışma, yaş grubu 8-20 yaşları arasında, 23 erkek ve 24 bayan adolesandan oluşmuştur. Hidrostatik tartım referans alınan çalışmada çapraz geçerlik çalışması yapılmıştır ve korelasyon katsayısı değeri ( $\geq 0.97$ ) ve düşük s ( $\leq 2.4$  kg) ve ilgili bulunmuştur. Çapraz geçerlik çalışması sonuçlarında yetişkin popülasyon için geliştirilmiş denklemler kestirilirken daha fazla yağ yüzdesi kestirilmiştir (%7-13) ve buna bağlı olarak daha düşük YVK'si kestirilmiştir. Bu çalışma ile açıklayıcılık katsayısı olarak değerlendirildiğinde, benzer katsayılar (Bkz. Tablo 5.6) elde edilirken, s değerleri ( $\leq 2.209$ ) açısından daha düşük olduğu görülmektedir. Bu değerler karşılaştırıldığında Wu ve diğ. (221) çalışmasındaki denek grubu sınırları bu çalışmaya göre oldukça geniş ve küçük yaş grubunu da kapsamaktadır. Özellikle ergenlik öncesi dönemi kapsamaması ve buna ek olarak sporcu olmayan gruptan oluşması sonuçların farklılaşmasına neden olmuş olabilir.

Çocuklarla ilgili BIA çapraz geçerlik çalışmaları, Lohman'ın çoklu bileşen modelinin kriter yöntem kullanıldığı iki çalışma bulunmaktadır. Guo ve diğ. (87) (7-25 yaş) YVK'si kestiriminde  $R^2=0.98$  ve  $s=2.3$  kg olarak bulurken, Houtkooper ve diğ. (109) s değerlerini 1.5 ile 3.7 kg arasında bulmuştur. Bu çalışmada kullanılan grubun denekleri, Guo ve diğ. (87) ile Houtkooper ve diğ. (109) benzer grupları içermektedir. Bu grup denekler, çok kritik bir yaş grubu olması ve YVK'sindeki değişimlerin çok fazla değişkenlik göstermesi nedeniyle, Slaughter ve diğ. (189)'da çok bileşen modellerini (üç VY ve total vücut suyu veya dört bileşen olan VY, total vücut suyu, total mineral içeriği) önermektedir. Aynı nedenle Guo ve diğ. (87) çalışmasında çoklu bileşen modellerin kesinlikle 2 bileşen modeline göre üstün olduğunu ve daha doğru kestirildiği belirtilmektedir. Teorik olarak, çocuklarda ne kadar çok YVK ile ilgili bilgi alınırsa kestirimin o kadar doğru yapılabileceği vurgulanmaktadır (87, 189). Yetişkinler için geliştirilmiş kestirim denklemlerinde VY%'nin daha fazla kestirilmesi nedeniyle, YVK'sinin daha az kestirmektedir. Bunun nedeni: YVK'sinde daha az protein ve mineral içeriği, daha fazla su ve daha düşük YVK'si yoğunluğudur. Daha çok YVK'si ile ilgili bilgi daha doğru VK kestirimi sağlayabilir. Çocuklarla ilgili yapılan çalışmalarda Lohman'ın Siri-yaş ayarlamalı denklemi kullanılarak hesaplanan VY kriter alındığında kestirim denklemleri dört bileşen modelleri ile belirlenen denklemlerle güvenilir çıkmaktadır (221).

Jackson ve diğ. (118) çalışmasında, 28-36 yaşlarındaki denek grubunda ( $n=24$  erkek) HT'den elde edilen YVK'si değerleri kestirimi için geliştirilen modelde  $boy^2/R$  değişkeninin yanında antropometrik değişkenlerden DKK değerleri ( $\Sigma 7$  DKK) eklenerek modeller geliştirilmiştir. Bu denklemlerin  $R^2$  (0.95) değerleri yüksek çıkmıştır. Çalışma denek grubunun yetişkin normal popülasyon olması göz önünde bulundurularak karşılaştırılan çalışmanın  $R^2$  (0.097) değeri daha düşüktür. Buna rağmen destekler nitelikte olduğu söylenebilir (Tablo 5.5).

Stolarczyk ve diğ. (193) tarafından yapılan çalışmada, Segal ve diğ. (183), yağlılığa özel BIA denkleminin cinsiyet, etnik köken, yaş ve yağlılık derecesine göre genellendiğini göstermiştir. Ancak bu denklemin kullanımı için deri kıvrım kalınlığı yönteminin kullanılması veya vücut yoğunluğunun ölçülmesi gerekmektedir. Bu prosedür ise BIA yönteminin kullanımının hızlı ve basit olmasını geçersiz kılmaktadır. Segal yağlılığa özel denklemler en küçük kestirim hatası ( $s$  bayanlar için

2.2 kg ve erkekler için 3.5 kg'dır) ve VY% ölçümleri (diğer BIA denklemleri ile karşılaştırıldığında %24-59 arasındadır) deneklerin %70'i için %3.5 doğru ölçmüştür. Bu sonuca göre kestirim hatasının düşük olması nedeniyle Segal denklemi kullanışlı görünmektedir.

Haschke (97) çalışmasında, 10.5 yaşından 18.5 yaşına kadar erkek ergen çocuklarda verilen bilgilerde yağ kütlesi artmaktadır. Ancak bunun yanında yağ yüzdesi azalmaktadır. Yağsız vücut kütesine bakıldığında yaşla birlikte artma görülmektedir. YVK'sindeki artışın komponentleri incelendiğinde; vücut suyu içeriği incelendiğinde proteinde artış, total vücut suyunda, hücreiçi sıvıda, kemikle ilgili minerallerde, karbonhidratta artışla rapor edilmiştir. Bunun yanında tüm bu artışlara rağmen ekstrasellüler sıvıda azalma görülmektedir. Tüm bunlara bağlı olarak YVK'sinde artış olmaktadır. VY değerleri ortalama referans değer 15.5-17.5 yaşları için 1.061-1.064 arasında olduğu bildirilmiştir. Bu çalışmadaki sporcuların (1.07±0.011) VY değerleri ortalamaları karşılaştırıldığında sporcuların değerlerinin daha yüksek olduğu görülmektedir. Bunun nedeni referans ergen çocuk ile VY%'sini karşılaştırdığımızda 15-17 yaş grubu için (%13-12.7 arasında) tüm yaş gruplarında bu çalışmaya ait sporcuların VY%'sinin (12.3±4.275) daha düşük olduğu buna rağmen YVK'sinin değerlerinin referans ergende 51.78-59.17 kg arasındayken bu çalışmada sporcuların 58.87±8.213 olduğu düşünüldüğünde yakın olduğu görülmektedir. Bu çalışmada sporcuların yoğunluğun yüksek çıkmasını etkileyen etkenlerden birisi olarak VY%'sinin düşük olduğu düşünülmektedir.

Deurenberg ve diğ. (57) 827 erkek ve bayan üzerinde yaptığı varyasyonu çok olan ve geniş yaş aralığına (7-83 yıl) sahip denek grubunda vücut kompozisyonunu densitometre, antropometri ve BIA ile ölçmüştür. YVK'si kestirim denklemi geliştirirken kestirim denkleminin eğrisi 15 yaşına kadar artmış, 15 yaşında sabit sonrasında azalmıştır. Bu nedenle grubu ikiye bölmüştür. Yaş≤ 15 grubun n=166 R<sup>2</sup>=0.97 s=1.68 kg ve 16≥yaş grubun n=661 R<sup>2</sup>=0.93 s=2.63 kg. Deurenberg ve diğ. (57) çalışmasının sonuçlarına göre oldukça yüksek R<sup>2</sup> sonuçları elde edilmiştir. Her iki popülasyon için de düşünüldüğünde oldukça yüksek sayıda denek grubundan oluşan çalışmada impedans indeks, VA, boy ve cinsiyet değişkenleri kullanılmıştır. Bu çalışmanın R<sup>2</sup> değerlerine göre çapraz geçerlik çalışmasında Yaş≤ 15 grubun VA ve İ kullanılan denklemde R<sup>2</sup> ve s değerleri birinci ve ikinci grup için sırasıyla grup için 0.98 ve 0.97 çıkarken, toplamda 0.97 çıkmıştır. Bu çalışmada aynı değişkenler

kullanıldığında toplam ve birinci ve ikinci grup için tüm  $R^2$  değerleri 0.93 çıkarken s değeri toplam denklem için 2.2093 kg. dır.  $16 \geq$  yaş grubu için aynı değişkenler kullanıldığında ( $n=661$ )  $R^2=0.89 \pm 3.44$  kg'dır. Bu çalışmada ise aynı yaş grubu için yukarıdaki sonuçları karşılaştırdığında  $R^2$  değerleri her iki grup için benzer çıkmıştır.

Farklı bir yaklaşımla yaş değişkeni eklendiğinde esas denkleme ait olan  $R^2$  değeri  $0.95 \pm 1.9385$  çıkarken birinci ve ikinci grup için sırasıyla açıklayıcılık katsayısı 0.96 ve 0.94 olarak bulunmuştur. Deurenberg ve diğ. (57) çalışmasında  $16 \geq$  yaş grubu ve aynı değişkenlerin kullanıldığı denklemlerin çapraz geçerliği için birinci gruba ait  $R^2=0.92 \pm 2.84$ ; ikinci gruba ait  $R^2=0.91 \pm 3.06$ ; ve tüm denklem için  $R^2=0.92 \pm 2.89$  bulmuştur. Her iki çalışma için de  $R^2$  değerleri oldukça yüksek ve benzerdir. Bu çalışmada  $R^2$  grubun benzer sonuçlar olmasına rağmen daha yüksek çıkmıştır. Bunun nedeni daha dar bir yaş popülasyonuna sahip olması olabilir.

Deurenberg'in çalışmasında impedans indeks, VA ve boy değişkenlerine ek olarak yaş ve cinsiyet eklemiştir. Birinci, ikinci ve tüm denklem için sırasıyla açıklayıcılık katsayıları ve s değerleri:  $R^2=0.94 \pm 2.43$ ;  $R^2=0.93 \pm 2.83$ ;  $R^2=0.93 \pm 2.63$  olarak bildirilmiştir. Genel olarak, yüksek açıklayıcılık katsayısı ve düşük standart hata değerleri hesaplanmıştır. Fakat değişkenlerin kullanımı ve eklenmesi yoluyla denklemleri karşılaştırmak yeterli olmamaktadır. Aynı zamanda diğer araştırmacıların geliştirdiği denklemlerinde karşılaştırılması gerekmektedir (57).

BİA denklemleri farklı birçok yaş grubunda geliştirilmiştir. Bunlardan biri de Cordain ve diğ. (47) yaptığı çalışmadır. Bu çalışmada denek sayısı oldukça düşüktür. 16 kız ( $11.6 \pm 0.9$  yıl) ve 14 erkek  $12.5 \pm 1.0$  yıl (9-14 yıl) çocukların YVK'si hidrostatik tartım, toplam vücut potasyumu tüm vücut  $^{40}\text{K}$  sayımı ve Rezistans ise BİA yöntemiyle belirlenmiştir. VY değerleri  $1.056 \pm 0.018$  olan grubun bu çalışmaya göre VY değerleri oldukça düşüktür. Bunun nedeni grubun hem sedanter olması hemde yaş grubunun daha küçük ortalamaya sahip olmasından kaynaklanıyor olabilir. Total vücut potasyumu ve  $\dot{I}$  ( $\text{boy}^2/\text{R}$ ) arasında  $r=0.92$  ve  $\dot{I}(\text{boy}^2/\text{R})$  ile YVK'si arasında  $r=0.83$  anlamlı  $p < 0.001$  korelasyon bulunmuştur. Bu çalışmada bu sonuca göre BİA yönteminin geçerli ve güvenilir olduğunu bildirmişlerdir. Benzer bir yaş grubu ve popülasyon çalışması Houtkooper ve diğ. (110) çalışması da HT kullanılmış ve  $R^2$  değerleri sadece VA kullanıldığında bile 0.77 çıkmıştır. Buna ek olarak  $\dot{I}$  eklendiğinde  $R^2$  0.93 e yükselmiş ve s değeri 2.6 kg'dan 2 kg'a kadar azalmıştır. Bu çalışma ile paralel sonuçlar elde edilmiştir. Antropometrik veriler karşılaştırıldığında

$R^2=0.97$   $s=2.0$  kg çıkmıştır. Aynı değişkenlere reaktans eklendiğinde  $R^2$  sabit kalırken,  $s$  (1.9) azalmıştır. Geliştirilen denklemde ortak antropometrik değişkenler abdomen ve uyluk görülmektedir. Houtkooper ve diğ. (110) çalışmasında ek olarak, triseps ve abdomen çevre değişkeni de kullanılan denklemde direk VY%'si kestirilmiştir. Aynı çalışmada YVK'si kestirim denkleminde ise İ, göğüs çevre ve reaktans değişkenleri kullanılmıştır. YVK'si denkleminde antropometrik ortak değişken bulunmamaktadır.

Chumblea ve diğ. (42) NHANES III çalışmasında, 12-80 yaşları arasında 4 bileşen modeli ile 15912 denekten elde edilen veriden kestirim denkleminde VA, İ ve R kullanılmıştır. Geliştirilen kestirim denkleminin açıklayıcılık katsayısı 0.90 ve standart hatası 3.9 kg olarak bildirilmiştir. Bu çalışmada YVK'si ve total vücut suyu ergenlik döneminden orta yetişkinlik dönemine kadar artmakta, sonrasında azalmaktadır. Çalışmada erkek deneklere ait, Hispanik beyazların belirlenen YVK'si, 14-15.9 yaşlarında ortalama 54.4 kg, 16-16.9 yaşlarında 57.8 kg. YV% si ise bu yaş gruplarına göre sırasıyla 18.4 ve 17.7 olarak bildirilmiştir. Bu çalışmaya ait hem YVK'si değerleri daha yüksek, hem de VY%'si değerleri daha düşüktür (Bkz. Tablo 4.1). Bunun nedeni, bu çalışmada kullanılan popülasyonun sporcu olmasından kaynaklanıyor olabilir.

Bu çalışmada, yaş grubu aralığı yetişkin popülasyon grubuna oldukça yakın bir yaştır. Bununla beraber yetişkin YVK'si yoğunluğuna ulaşıp ulaşılamadığı daha detaylı çok bileşenli referans yöntemler kullanılarak belirlenerek VY kestirimi bu yaş grubu popülasyona göre belirlenebilir. Bunun yanında çocukluktan ergenliğe kritik bir geçiş dönemi olması nedeniyle yaş değişkeni regresyon denklemi oluşturulurken önemli bir beta katsayısına sahip olmuş olabilir. Özellikle BİA denklemlerinde önemli belirleyici olması ve açıklayıcılık katsayısının yaş değişkeni olmadan ModelBİA1 ve aynı değişkenlerle yaş değişkeni hesaplamaya eklendiğindeki BİA3 modeliyle açıklayıcılık katsayısı %2 artmaktadır, aynı zamanda  $s$  0.2708 kg azalmaktadır. Daha çok değişkenin kullanıldığı ve antropometrik değişkenlerinde ilave edildiği kestirim denklemlerinde (ModelBİA 4, 5, 6) açıklayıcılık katsayıları 0.97 olarak sabit kalmış fakat  $s$  azalmıştır. Fakat denklemin kullanışlığı düşünüldüğünde aradaki fark sadece 91 gr.'dır ( $s_{\text{modeBİA6}} - s_{\text{modeBİA4}}$ ). Bu değer oldukça düşük bir değerdir.

Çocuklarda yapılan çalışmalardan Lohman ve diğ. (141) (11.2±0.6yıl) 81 normal erkek çocuktan oluşmaktadır. Bu çalışma ile yaş grubu benzememektedir. Fakat geliştirilen denklemde kullanılan bölgeler VY% kestirilen ilk denklemde; yaş, cinsiyet, VA, İ, reaktans, triseps dkk ve subskapula dkk, ikinci denklemde; yaş ve BMİ kullanılmıştır. s değerleri bu denklemlerde sırasıyla %3.4 ve 4.3'dür.

YVK'si su, protein, karbonhidrat, kemikle ilgili ve kemikle ilgili olmayan minerallerden oluşmaktadır. İlerleyen yaş ile yağ harici vücut kütlelerinin su içeriği azalırken, protein konsantrasyonu ve kemikle ilgili mineral artar. YVK'nin yoğunluğu artar. Kemik mineral miktarı özellikle hızlı gelişim döneminde (growth spurt) artar (97).

YVK'nin ergenlik dönemindeki kimyasal gelişimi ile ilgili spekülasyon yapılabilir. Çünkü literatürde ergenlik dönemine ait VK bilgileri bulunmamaktadır. Erkek ergenler için total vücut suyu ve diğer bilgiler son dönemde elde edilen (97) verilerle tipik bilgiler elde edilmiştir.

Sonuç olarak, 15-17 yaş grubu sporcu popülasyonu oluşturulan geçerli ve güvenilir denklemler VY ve VY%'si kestirimi için kullanışlı görünmektedir. BİA denklemleri ise açıklayıcılık katsayıları oldukça yüksek ve standart hatası çok düşük denklemler olması nedeniyle her denklem güvenilir, geçerli ve kullanışlı görünmektedir.

Ayrıca bu çalışmada denekler 15-17 yaş grubu olması nedeniyle oldukça dar sınırları olan spor yaşı ortalaması 5.37 yıl olan bir sporcu grubudur. Karma sporcu grubundan oluşan bu çalışmada, farklı branşlara ait bir grup için geliştirilen denklemlerden biri kullanılacak olursa; yağ oranları ortalama ve s 12.13±4.275 ve yağ oranı aralığı %4.60-%27.83 olduğu düşünülmelidir. Bu popülasyona uygun, benzer deneklerin olduğu, birçok takım sporunda, bisiklet ve kayak gibi spor branşlarında kullanılabilir.

## 6. SONUÇ VE ÖNERİLER

### 6.1. SONUÇ

1. 1. Türkiye’de kullanılan yerli ve yabancı popülasyonlarda geliştirilmiş regresyon modellerinden 15-17 yaş grubunda kullanılması için;

-VY denklemlerinden, yabancı popülasyonlarda geliştirilmiş olup Sloan (191) ile Behnke ve Wilmore (23)’un geçerli, Lohman (142) ve Durnin ve Womersley (61)’in geçerli olmadığı sonucuna varılmıştır.

-VY%’si için geliştirilmiş yabancı denklemlerden Katch ve McArdle (124), Açıkada ve diğ. (4), Doğu (59), Yuhazs (227), Slaughter (189) denklemlerinin geçerli, Lange denkleminin ise geçerli olmadığı sonucuna varılmıştır.

-VY%’si için Türk popülasyonlarında geliştirilmiş regresyon modellerinden Açıkada ve diğ. (4) ve Doğu (59) denklemlerinin geçerli çıktığı sonucuna varılmıştır.

-YVK denklemlerinden Deurenberg (57) denklemi geçersiz, diğer incelenen tüm denklemler (41, 110, 183, 131, 150, 165) geçerli çıkmıştır.

1. 2. 15-17 yaş erkek sporcu çocuklar için HT yöntemi referans alınarak VY, VY%, YVK kestirimi için geliştirilen denklemler,

-VY için geliştirilen denklemler, altı farklı antropometrik model geliştirilmiştir. Tüm değişkenler dikkate alındığında en yüksek  $R^2$  değerleri olan denklemler 5. ve 7. modeller olmuştur. Bu denklemlerden dkk değişkenlerinden abdomen ve uyluk değişkenlerine ek olarak yaş, VA ve boy değişkenleri kullanılan 7. denklem en düşük s değerine (0.00519) sahip olan denklemdir.

#### **Model1VY**

Bu modelde, 10 dkk’dan sadece abdomen ve uyluk dkk belirleyici olmuşlardır.

$$VY=1.089-0.0006833*(abdomen\ dkk)-0.0005784*(uyluk\ dkk)$$

$$R^2=0.73$$

$$s=0.00552$$

**Model 2VY**

$$VY = 1.05 + 0.0023980 * (\text{yaş}) - 0.0007239 * (\text{abdomen dkk}) - 0.0004777 * (\text{uyluk dkk})$$

$$R^2 = 0.76 \quad s = 0.00521$$

**Model3VY**

$$VY = 1.049 + 0.000051 * (VA) - 0.000756 * (\text{abdomen dkk}) - 0.000499 * (\text{uyluk dkk}) + 0.002262 * (\text{yaş})$$

$$R^2 = 0.76 \quad s = 0.00521$$

**Model4VY**

$$VY = 1.088 - 0.00071 * (\text{abdomen dkk}) - 0.00063 * (\text{uyluk dkk}) + 0.000163 * (\text{subskapula dkk})$$

$$R^2 = 0.73 \quad s = 0.00553$$

**Model5VY**

$$VY = 1.049 + 0.00226 * (\text{yaş}) + 0.0000509 * (VA) - 0.0007572 * (\text{abdomen dkk}) - 0.0005014 * (\text{uyluk dkk}) + 0.0000088 * (\text{subskapula dkk})$$

$$R^2 = 0.77 \quad s = 0.00523$$

**Model6VY**

$$VY = 1.05 + 0.002209 * (\text{yaş}) + 0.0000527 * (VA) - 0.0007235 * (\text{abdomen dkk}) - 0.0004880 * (\text{uyluk dkk}) - 0.0000819 * (\text{supriliak2})$$

$$R^2 = 0.76 \quad s = 0.00523$$

**Model7VY**

$$VY = 1.064 - 0.0001162 * (\text{boy}) + 0.002204 * (\text{yaş}) + 0.0001633 * (VA) - 0.0007809 * (\text{abdomen dkk}) - 0.0005526 * (\text{uyluk dkk})$$

$$R^2 = 0.77 \quad s = 0.00519$$

-VY% için geliştirilen üç farklı antropometrik model geliştirilmiştir. Tüm değişkenler dikkate alındığında  $R^2$  değerleri eşit olan denklemlerden s değeri en düşük olan denklem Model VY%-3'dür. Bu denklemde yaş, VA, boy, uyluk, abdomen dkk kullanılmıştır.

**Model VY%-1**

$$VY\% = 21.317 - 0.906 * (\text{yaş}) - 0.02027 * (VA) + 0.305 * (\text{abdomen dkk}) + 0.202 * (\text{uyluk dkk})$$

$$R^2 = 0.77 \quad s = 2.0795$$

**Model VY%-2**

$$VY\% = 20.895 - 0.876 * (\text{yaş}) - 0.02111 * (VA) + 0.286 * (\text{abdomen dkk}) + 0.196 * (\text{uyluk dkk}) + 0.04619 * (\text{supra2})$$

$$R^2 = 0.77 \quad s = 2.0848$$

**Model VY%-3**

$$VY\% = 14.641 - 0.842 * (\text{yaş}) - 0.0663 * (VA) + 0.04653 * (\text{boy}) + 0.289 * (\text{abdomen dkk}) + 0.215 * (\text{uyluk dkk}) + 0.06352 * (\text{Supra2})$$

$$R^2 = 0.77 \quad s = 2.076$$

YVK'sini tahmin eden altı BİA denklemi geliştirilmiştir. YVK için geliştirilen denklemde en yüksek açıklayıcılık katsayısına sahip denklem  $R^2 = 0.97$  ile Model BİA6 denklemidir. Bu denklemde hem s 1.473 oldukça düşüktür. Bu denklemde etkili olan değişkenler antropometrik değişkenlerden abdomen ve uyluk dkk yanı sıra VA, İ, reaktans kullanılmıştır.

**Model BİA1 (n=146)**

$$YVK = 5.401 + 0.558 * (VA) + 0.252 * (\text{boy}^2/R)$$

$$R^2 = 0.93 \quad s = 2.2093$$

**ModelBIA2 (n=144)**

$$YVK=3.192+0.577*(VA)-0.02591*(R)+0.169*(boy)$$

$$R^2=0.94 \quad s=2.0916$$

**ModelBIA3 (n=145)**

$$YVK=-12.374+0.226*(boy^2/R)+0.56*(VA)+1.209*(yaş)$$

$$R^2=0.95 \quad s=1.9385$$

**ModelBIA4 (n=145)**

$$YVK=1.966+0.937*(VA)-0.00589*(boy^2/R)-0.248*(abdomen dkk)-0.188*(uyluk dkk)$$

$$R^2=0.97 \quad s=1.564$$

**ModelBIA5 (n=145)**

$$YVK=-6.918+0.886*(VA)+0.01794*(İ)+0.635*(yaş)-0.226*(abdomen dkk)-0.159*(uyluk dkk)$$

$$R^2=0.97 \quad s=1.487$$

**ModelBIA6 (n=145)**

$$YVK=-9.718+0.849*(VA)+0.0721*(İ)+0.04938*(Reaktans)+0.532*(yaş)-0.217*(abdomen dkk)-0.145*(uyluk dkk)$$

$$R^2=0.97 \quad s=1.473$$

## 6.2. ÖNERİLER

Bu çalışmada 15-17 yaşlarında, 155 erkek antrenmanlı basketbol, voleybol, futbol, hentbol yüzme, atletizm yapan sporcu grubu gönüllü olarak katılmıştır. HT yöntemi kriter olarak kullanılan çalışmada RV ölçümü, Oksijen dilusyon yöntemiyle belirlenerek yapılan bu çalışmanın aşağıdaki noktalardan hareketle hata paylarının daha aza indirileceği, geçerliğinin artırılacağı ve ileriye dönük çalışmalarda yol gösterici nitelikte olacağı düşünülmektedir.

Birçok spor branşı farklı antropometrik özellikleri ön plana çıkarabilmektedir. Bu çalışmada farklı spordaki deneklerden hareketle denklem geliştirilmiştir. Her branşa yönelik ve yaş grubuna özel denklemler geliştirilmesi ayrıca incelenmelidir.

Ayrıca, çocuklardaki VK parametrelerindeki gelişimsel değişim nedeniyle YVK'sindeki kimyasal değişiminde göz önüne alındığı çok bileşenli modellerin geliştirilmesi ve karşılaştırılması önerilebilir. Bu çalışmada iki bileşen model kullanılmıştır. Daha fazla bileşen modellerin de bu yöntemle karşılaştırılması ve bir kısım alt bileşenler için incelenmesi gerekmektedir.

Ergenlik öncesinde, sonrasında ve yetişkinlik döneminde farklı yaş gruplarında hem tüm bileşenler belirlenerek hem de iki bileşenli modelin referans alındığı, hem sporcu grup hem de sporcu olmayan grup için Türk popülasyonuna göre denklemler geliştirilebilir. Farklı yöntemlerin Türk popülasyonuna göre geçerlikleri belirlenebilir. Aynı zamanda bu geliştirilen denklemlerin hem geliştirilen modellerle hem de kendi içinde çapraz geçerlik çalışmaları yapılabilir.

BİA ölçümleri yapılırken denekler aç karna gelmişlerdir. Sabah kahvaltı yapmadan gelen deneklere, ölçümden 4 saat öncesine kadar su içebilecekleri bildirilmiştir. Deneklerin bu ölçümler sırasında hidrate olmaları gerekmektedir. Bu çalışmanın sınırlıklarından biri olan, deneklerin hidrasyon durumlarının belirlenmesi, refraktometre aracılığıyla idrar yoğunlukları kontrol edilebilir.

Bu çalışma sırasında en önemli zorluklardan biri tartımın okunması ve denegin oturakta sabit kalabilmesiydi. Bu sistem, bir bilgisayar ortamına aktararak, dijital tartıdan 2-3 sn'lik sabit rakam elde edilen değerler, anında bilgisayarda kaydedilmesi sağlanabilir. Tartımın sabitlenmesi için oturak tartı cihazına doğrudan bağlanarak sensörün sabitlenmesi kolaylaşabilir.

Oturak ile sensör arasında zincir kullanılması yerine, oturak, dörtgen bir kafes içine yerleştirilerek, kafesin sarkan uzun kenarları, geçmeli boru sisteminden

oluşturulabilir. Böylece denek boyu ayarlaması bu bölümlerden yapılabilir. Kafesin tavanı ve tabanı demirden kare şeklinde oluşturulabilir. Kafes ile sensör birbirine doğrudan bağlanabilir. Böylece hem tartımın sarsıntıdan etkilenmemesi, hem de deneğin su içinde daha rahat olması sağlanmış olabilir.

## KAYNAKÇA

1. Acar, M.F., Ertat, A. ve İşlegen, Ç. (1993). İzmir Şampiyonu Futbol Genç Takımlarının Antropometrik Ölçümleri. **Spor Hekimliği Dergisi**, 28, 63-68.
2. Açıkkada, C. (1982). Türk Atletlerinin Fizyolojik Faktörleri. **Spor Hekimliği Dergisi**, 17(2), 29-40.
3. Açıkkada, C. (1990). Sporcularda Vücut Kompozisyonu Parametrelerinin İncelenmesi. Doktora Tezi. Marmara Üniversitesi. İstanbul
4. Açıkkada, C., Ergen, E., Alpar, R. ve Sarpyener, K. (1991). Erkek Sporcularda Vücut Kompozisyonu Parametrelerinin İncelenmesi. **Spor Bilimleri Dergisi**, 2(2), 1-25.
5. Açıkkada, C., Hazır, T., Aşçı, A., Turnagöl, H., Özkara, A. (1998). Bir İkinci Lig Futbol Takımının Sezon Öncesi Hazırlık Döneminde Fiziksel ve Fizyolojik Profili. **Spor Bilimleri Dergisi**, 9(1), 3-14.
6. Açıkkada, C., Cinemre, A., Koruç, Z., Hazır, T., Aşçı, A., Alpar R. ve Özçaldıran, B. (2001). Yıldız ve Genç Elit Sutopu Oyuncularının Bir Kısım Performans Kriterlerinin Karşılaştırılması. **Spor Bilimleri Dergisi**, 7, (3), 3-18.
7. Ackland, R.T. ve Blanksby, B.A. (2001). Gender and activity comparison of body composition among Australian children. In:Hills J.T. (2001b)eds: Body Composition Assessment in Children an Adolescents. **Med Sport Sci**, 44, 115-131.
8. Akkurt, S., Yıldız, Y., Genç, Ü., Yağmur, H., Demir, H. ve Kalyon, T.A. (1998). Solunumsal Eşik ve Solunumsal Eşikten Sonraki Tükenme Zamanı ile Aerobik ve Anaerobik Kapasite Arasındaki İlişki. **Spor Hekimliği Dergisi**, 33, 97-108.
9. Alpar, R. (2003). **Uygulamalı Çok Değişkenli İstatistiksel Yöntemlere Giriş**. 230-383. Ankara, Nobel Yayınları.
10. Alpar, R. (2006). **Spor Bilimlerinde Uygulamalı İstatistik**. 223-320. Ankara, Nobel Yayınları.

11. Alpkaya, U., Erkut, O. ve Odabaş, İ. (2001). Orta Yaş Grubu Bayanlarda 10 Haftalık Egzersiz Programının Beden Kompozisyonu Üzerine Etkisi. **Spor Araştırmaları Dergisi**, 5, (2-3), 31-39.
12. Altman, D.G. (1991). **Practical Statistics for Medical Research**. Chapman ve Hall London. 396-402.
13. Anıl, F., Erol, E. ve Pulur, A. (2001). Pliometrik Çalışmaların 14-16 Yaş Grubu Bayan Basketbolcuların Bazı Fiziksel ve Fizyolojik Parametreleri Üzerine Etkisi. **Gazi Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi**, 6(2), 19-26.
14. Arabacı, R. (2003) Güreşçilere Uygulanan Antrenman Programının Bazı Fiziksel ve Fizyolojik Özellikler Üzerine Etkisi. **Spor Araştırmaları Dergisi**, 7(1), 81-93.
15. Arpınar, P., Nalçakan, G.R., Akhisaroğlu, M., Kutlay, E., Koşay, C. ve Bediz, C. Ş. (2003). Ritmik Cimnastikçilerde Sıçrama Yükseklikleri, İzokinetik Kuvvet ve EMG Profillerinin Karşılaştırılması. **Spor Bilimleri Dergisi**, 14(3) 104-113.
16. Aşçı, A. ve Açıkada C. (2004). Farklı Spor Dallarında Bench Press Hareketiyle Çabuk Kuvvet Bileşenlerinin Analizi. **Spor Bilimleri Dergisi**, 1(1), 1-15.
17. Aydın, M., Meriç, B., Taşkıran, Y. ve Odabaşı, İ. (2003). Yüzme Sporunda Alt Yapı Oluşturmada Bir Yetenek Seçimi Çalışması: İzmit Bölgesi Örneği. **Spor Araştırmaları Dergisi**, 7(1), 109-121.
18. Baltacı, G., Yanıçoğlu, L. ve Gönül, B. (1992). 1991 Akdeniz Oyunlarına Katılan Türk Boksörlerinin Fizyolojik Profili. **Spor Hekimliği Dergisi**, 27, 85-91.
19. Baumgartner, R.N., Chumlea, W.C. ve Roche, A.F. (1987). Associations between bioelectrical impedance and anthropometric variables. **Human Biol**, 59, 235-244.
20. Baumgartner, R.N., Chumlea, W.C. ve Roche, A.F. (1990). Bioelectrical impedance for body composition. **Ex Sp Sci Rev.**, 18, 193-224.

21. Baumgartner, R.N, Heymsfield, S.D., Litchman, S., Wang, J. ve Pierson, R.N. (1991). Body composition in elderly people: effect of criterion estimates on predictive equations. **American J. of Clin. Nutr.**, 53, 1345-1349.
22. Bediz, C.Ş., Weinstein, Y., Falk, B., Dotan, R. ve Baltacı, A.K. (1999). Genç Atletlerde Wingate Testi Sonrası Zirve Laktat Cevabının Güvenirliği. **Spor Hekimliği Dergisi**, 34, 11-20.
23. Behnke, A.R. ve Wilmore, J.H. (1974). **Evaluation and Regulation of Body Build and Composition**. 38-52, 193, 227-236. Englewood Cliffs, N.J Prentice-Hall.
24. Bertini, I., Pujia, A. ve Giampietro, M. (2003). A follow-up study of the variations in the body composition of karate athletes. **Acta Diabetol.**, 40, 142-144.
25. Bland, J.M. ve Altman, D.G. (1986). Statistical methods for assessing agreement between two methods of clinical measurement. **Lancet**. 307-310.
26. Boileau, R.A., Lohman, T.G. ve Slaughter M.H. (1985). Exercise and body composition of children and youth. **Scand J Sports Sci.**, 7, 17-27.
27. Boileau, R.A., Wilmore, J.H., Lohman, T.G., Slaughter M.H. ve Riner W.F. (1981). Estimation of body density from skinfold thickness, body circumferences and skeletal widths in boys 8 to 11 years:comparison of two samples. **Human Biol.**, 53, 575-592.
28. Bonge, D. ve Donnelly, J.E. (1989). Trials to criteria for hydrostatic weighting at residual volume. **Res Q Exerc Sport.**, 60(2), 176-9.
29. Boxter-Jones, Helmes, P., Malfull, N., Baines-Preece ve PreeceM. (1995). Growth and development of male gymnasts, swimming, soccer and tennis players: a longitudinal study. **Ann. of Human Biol.**, 22(5), 381-394.
30. Boye, K.R. (2002). Anthropometric assessment of muscularity during growth: estimating fat-free mass with 2 skinfold-thickness measurements is superior to measuring midupper arm muscle area in healthy prepubertal children **American Journal of Clinical Nutrition**, 76(3), 628-632.

31. Broder, C.E., Burrhus, K.A., Svanevik, L.S., Volve, J. ve Willmore J.H. (1997). Assessing body composition before and after resistance or endurance training. **Medicine and Science in Sport and Exercise**, 29, 705-712.
32. Brozek, J., Grande, F., Anderson, J.T. ve Keys A. (1963). Densitometric analysis of body composition: revision of some quantitative assumptions. **Ann NY Acad Sci.**, 110, 113-140.
33. Bulca, Y., Agopyan, A. ve Altay, F. (2000). Türkiye'deki Elit Ritmik Cimnastikçilerin Fiziksel ve Fizyolojik Değerlerinin Performans Değerleri ile Karşılaştırılması. **Spor Araştırmaları Dergisi**, 4(2), 1-7.
34. Büyükyazı, G. ve Sevim Y. (Mart-2000). Farklı Aerobik Antrenman Programlarının 15-16 Yaş Grubu Erkek Basketbolcuların Aerobik ve Anaerobik Güçleri Üzerine Etkileri. **Spor Hekimliği Dergisi**, 35, 19-28.
35. Büyükyazı, G. ve Turgay, F. (Eylül-2000). Sürekli ve Yaygın İnterval Koşu Egzersizlerinin Bazı Hematolojik Parametreler Üzerindeki Akut ve Kronik Etkileri. **Spor Hekimliği Dergisi**, 35, 103-113.
36. Büyükyazı, G., Çolakoğlu, M., Sayit, E., Şahan,Ç. ve Çolakoğlu, Ş.(2004). Sekiz Haftalık Tek ve Çok Setli Direnç Antrenmanlarının Genç Erkeklerin Kemik Mineral Yoğunluğu Üzerine Etkileri. **Spor Hekimliği Dergisi**, 39, 13-21.
37. Callaway, C.W., Chumlea, W.C., Bouchard, C., Hirnes, J.H., Lohman,T.G., Martin, A.D., Mitchell, C.D., Mueller, W.H., Roche, A.F. ve Seefeldt, V.D. (1988). **Circumferences. In Anthropometric Standardization Reference Manual** (edited by T.G. Lohman, A.F. Roche and R. Martorell), 39-54.Champaign, IL; Human Kinetics.
38. Carey, D. (2000). The validity of anthropometric regression equations in predicting percent body fat in collegiate wrestlers. **J. Sports Med. Phys Fitness**, 40 (3 Sep), 254-259.
39. Caton, J.R., Mole, P.A., Adams, W.C. ve Heustis, D.S. (1988). Body composition analysis by bioelectrical impedance: effect of skin temperature. **Medicine and Science in Sport and Exercise**, 20, 489-491.

40. Cha, K., Chertow, G.M., Gonzalez, J., Lazarus, J.M. ve Wilmore, D.W. (1995). Multifrequency bioelectrical impedance estimates the distribution of body water. **Journal of Applied Physiology**, 79, 1316-1319.
41. Chumblea, W.C., Baumgartner, R.N. ve Roche, A.F. (1988). Specific resistivity used to estimate fat free mass from segmental body measures of bioelectric impedance. **Am. J. of Clin. Nutr.**, 48, 7-15.
42. Chumblea W.C., Guo, S.S., Kuczmarski, R.J, Flegal, K.M., Johnson, C.L., Heymsfield, S.B., Lukaski, H.C., Fried, K. ve Hubbard, V.S. (2002). Body composition estimates from NHANES III Bioelectrical Impedance Data. **International J of Obesity**, 26, 1596-1609.
43. Claessens, A.L, Delbroek, W. ve Lefevre, J. (2001). The use of different prediction equations for the assessment of body composition in young female gymnasts - is there a best equation? *Jürimäe T, Hills AP (eds): Body composition assessment in children and adolescents. Med Sport Sci.*, 44, 139-154.
44. Clark, R.R., Kuta, J. M. ve Sullivan, J. (1993). Prediction of percent body fat in adult males using dual x-ray absorptiometry, skinfold, and hydrostatic weighting. **Med. Sci. Sports Exerc.**, 25(4), 528-535.
45. Clasey, J.L., Kanaley, J.A., Wideman, L., Heymsfield, S.B., Teates C.D., Gutgesell, M.E., Thorner, M.O., Hartman, M.L. ve Weltman, A. (1999). Validity of methods of body composition assessment in young and older men and women. **J Appl Physiol.**, 86(5), 1728-38.
46. Cordain, L., Johnson, J.E., Bainbridge, C.N., Wicker, R.E. ve Stockler, J.M.. (1989). Potassium content of the fat free body in children. **The Journal of Sports medicine and Physical Fitness**, 29(2), 170-176.
47. Cordain, L., Whicker, R.E. ve Johnson, J.E. (1988). Body composition determination in children using bioelectrical impedance. **Growth, Develop ve Aging**, 52, 37-40.
48. Çamlıgüney, F., Sirmen B. ve Karagözoğlu, C. (2002). Yüzme Sporu ile Beden Eğitimi Aktiviteleri Yaptırılan Down Sendromlu Çocuklarda Gelişimin Değerlendirilmesi. **Spor Araştırmaları Dergisi**, 6(16), 9-20.

49. Çelik, Ö., İnce, M. L. ve Kirazcı, S. (2002). Bir Grup Triatletin Antrenmana Bağlı Fiziksel, Fizyolojik ve Performans Değişimlerinin Boylamsal Olarak İncelenmesi. **Spor Bilimleri Dergisi**, 13(1), 17-23.
50. Çimen, O., Cicioğlu, İ. ve Günay, M. (1997). Erkek ve Bayan Türk Genç Milli Masa Tenisçilerin Fiziksel ve Fizyolojik Profilleri. **Gazi Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi**, 2(4), 7-12.
51. Çolakoğlu, H., Yalaz, G., İşlegen, Ç. ve Akgün, N. (1984). Elit Türk Atletlerin (koşucuların) Fiziksel ve Fizyolojik Profili. **Spor Hekimliği Dergisi**, 19(3), 119-130.
52. Dalsky, G.P, Kraemer, W., Zetterlund, A. E., Conroy, B., Fry, A., Judge, O. ve Smith, J. (1990). A Comparison of methods to assess body composition. **Med. Sci and Sports**, (22), 112.
53. Damsgaard, R., Bencke, J., Matthiesen, G., Petersen, J.H ve Muller, J. (2001). Body proportions, body composition and pubertal development of children in competitive sports. **Scand J Med Sci Sports**, 11(1 Feb), 54-60.
54. Davies, P.S., Jagger, S.E. ve Reilly, J.J. (1990). A relationship between bioelectrical impedance and total body water in young adults. **Ann Hum Biol.**, 17(5 Sep-Oct), 445-8.
55. Davies, P.S.W. ve Preece, M.A. (1988). The prediction of total body water using bioelectrical impedance in children and adolescents. **Ann Hum Biol.**, 15, 237-240.
56. Deurenberg, P. Westrate, J.A., ve Van der Kooy, K. (1989). Body composition changes assessed by bioelectric impedance measurements. **Am J. Clin Nutr.**, 49, 401-403.
57. Deurenberg, P., van der Kooy, K., Leenen, R., Westrate, J.A. ve Seidell, J.C. (1991). Sex and age specific prediction formulas for estimating body composition from bioelectric impedance: a cross validation study. **International J. of Obesity**, 15, 17-25.
58. Docherty, D. (1996). **Measurement in Pediatric Exercise Science.** Anthropometry. 32. USA. Human Kinetics.

59. Doğu, G. (1984) Development of an equation to predict the percentage of body fat of 18-25 years old Turkish males through skinfold testing, Doctoral thesis, Oklahoma.
60. Durnin, J.V ve Rahaman, M.M. (1967). The assessment of the amount of fat in the human body from measurements of skinfold thickness. **Br J Nutr.**, 21, 681-9.
61. Durnin, J.V. ve Womersley, G.A. (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.
62. DüNDAR, U., SAYIN, M., HASIRCI, S. ve TIKIZ, D. (2000). Elit Erkek Cimnastikçilerde Hazırlık Döneminden Müsabaka Dönemine Geçişte Vücut Kompozisyonunda Meydana Gelen Değişiklikler. **Spor Araştırmaları Dergisi**, 4(2), 9-17.
63. Ellis, K.J., Abrams, S.A. ve Wong, W.W. (1999a). Monitoring childhood obesity: assessment of the weight/height<sup>2</sup> index. **Am. J. Epidemiology**, 150(9), 939-946.
64. Ellis, K.J., Shypailo, R.J. ve Wong, W.W. (1999b). Measurement of body water by multifrequency bioelectrical impedance spectroscopy in a multiethnic pediatric population. **American Journal of Clinical Nutrition**, (70), 847-853.
65. Ellis, K.J., Shypailo, R.J, Abrams, S.A. ve Wong, W.W. (2000). The reference child and adolescent models of body composition: a contemporary comparison. **Ann. N.Y. Acad. Sci.**, 904(1), 374 - 382.
66. Ellis, K.J., Pratt, J., Puyau, M., Shypailo, R. ve Butte, N.F. (2001a). Can air-displacement plethysmography replace hydrodensitometry for body composition analysis in children and adults? **FASEB J** 15(5):A1004.
67. Ellis, K.J ve Shypailo R.J. (2001b). Pediatric software for whole-body dual-energy X-ray absorptiometry: changes in bone and body composition estimates. **FASEB J** 15(5):A1003.

68. Emlek, Y., Ertat, A. ve Akgün, N. (1987). Elit Türk Erkek Sualtı Sporcularının Fiziksel ve Fizyolojik Profili. **Spor Hekimliği Dergisi**, 22, (2), 75-82.
69. Ergen, F., Gambuli, N, Leonardi, L.M. ve Dal Monte, A. (1984). Maksimal Alaktasid Anaerobik Güç ile Vücut Kompozisyonu, Bacak Kuvveti ve Volümü Arasındaki İlişki. **Spor Hekimliği Dergisi**, 19, (1), 37-43.
70. Ergün, N. ve Pehlivan, M. (1990). Halter Milli Takımı Sporcularının Cybex II Dinamometresi ile Yapılan Testlerinde Elde Edilen Veriler. **Spor Hekimliği Dergisi**, 25, (1), 1-10.
71. Ergün, M., Kocahan, T., İşlegen, Ç. ve Karamızrak, O. (1999). Sezon Öncesi Aktivite Düzeyinin Profesyonel Sporcuların Vücut Kompozisyonlarına Etkisi. **Spor Hekimliği Dergisi**, 34, 93-100.
72. Erkan, İ., Muratlı, S., Odabaş, İ. (1991). Hentbolde Fizyolojik Faktörler Aerobik Güç, Anaerobik Güç ve Vücut Kompozisyonu ile Antrenman İlişkisi. **Spor Hekimliği Dergisi**, 26(3), 83-86.
73. Ertat, A. ve Akgün, N. (1986). Elit Güreşçilerin Fiziksel ve Fizyolojik Profilleri. **Spor Hekimliği Dergisi**, 21, (21), 81-88.
74. Evans, E.M., Saunders, M.J., Spano, M.A., Arngrimsson, S.A., Lewis, R.D. ve Cureton, K.J. (1999). Body-composition changes with diet and exercise in obese women: a comparison of estimates from clinical methods and a 4-component model. **Am J Clin Nutr**, 70(Jul;1), 5-12.
75. Evans, E.M., Prior, E.M., Arngrimsson, S.A., Modlesky, C.M. ve Cureton, K.J. (2001). Relation of bone mineral density and content to mineral content and density of the fat free mass. **J. Appl. Physiol**, 91, 2166-2172.
76. Fields, D.A. ve Goran, M.I. (2000). Body composition techniques and the four-compartment model in children. **J Appl Physiol.**, Aug;89(2), 613-20.
77. Fogelholm, M., Sievanen, H., Kukkonen-Harjula, K., Oja, P. ve Vuori, I. (1993). Effects of meal and its electrolytes on bioelectrical impedance. **Basic Life Science**, 60, 331-332.

78. Fogelholm, M. ve van Marken Lichtenbelt, W. (1997). Comparison of body composition methods: a literature analysis. **European Journal of Clinical Nutrition**, 51, 495-503.
79. Forsyth ve Sinning (1973) The anthropometric estimation of body density and lean body weight of male athletes. **Med Sci Sports**, 5(3), 174-80.
80. Genç, Ü. Akkurt S., Aydın T., Yıldız, Y. ve Yağmur, H.(1999). Solunumsal Eşik ve Laktat Eşiği Arasındaki İlişki. **Spor Hekimliği Dergisi**, 34, 37-45.
81. Goran, M.I., Driscoll, P., Johnson, R., Naby, T.R. ve Hunter, G.R. (1996). Cross-calibration of body composition techniques against dual-energy X-ray absorptiometry in young children. **Am. J Clin Nutr**, 63, 299-305.
82. Gönenç, S., Kayatekin, M., Açıkgöz, O., Türkmen, S., Kandemir, F. Ve Özgünel, H. (1996). Dört Haftalık Yüzme Eğitim Kursunun Çocuklarda Vücut Kompozisyonuna ve Solunum Parametrelerine Etkisi. **Spor Hekimliği Dergisi**, 31, 27-33.
83. Gözü, O. (1989). Güreşçilerde Kilo Durumu ve Ayarlama Yöntemi. **Spor Hekimliği Dergisi**, 24(2), 41-47.
84. Gudivaka, R., Schoeller, D. ve Kushner, R.F. (1996). Effect of skin temperature on multifrequency bioelectrical impedance analysis. **Journal of Applied Physiology**, 81, 838-845.
85. Gudivaka, R., Schoeller, D.A., Kushner, R.F. ve Bolt, M.J. (1999). Single- and multifrequency models for bioelectrical impedance analysis of body water compartments. **Journal of Applied Physiology**, 87, 1087-1096.
86. Guo, S., Roche, A.F., Chumblea, W.C., Miles, D.S. ve Pohlman, R.L. (1987). Body composition predictions from bioelectric impedans. **Hum. Biol.**, 59, 221-233.
87. Guo, S., Roche, A.F. ve Houtkooper, L.(1989). Fat-free mass in children and young adults predicted from bioelectric impedance and anthropometric variables. **American Society for Clinical Nutrition**, 50, 435-443.

88. Güleç, T., Odabaş, İ. ve Peker, Ç. (2002). Sedanter Gençlerde Yağsız Beden Ağırlığı ile Dinamik Kuvvet Ölçümleri Arasındaki İlişkinin İncelenmesi. **Spor Araştırmaları Dergisi**, 6(16), 31-41.
89. Güler, G.Ç. (2002). 9-18 Yaş Müsabık Kız ve Erkek Yüzücülerin Yaş Gruplarına göre Kelebek, Sırtüstü, Kurbağalama ve Crawl Teknikleri Yarışma Dereceleri ile Ağırlık, BMI, KKA ve % Yağ Değerleri Arasındaki İlişki. **Spor Araştırmaları Dergisi**, 6, (16), 55-66.
90. Günay, M., Tamer, K., Cicioğlu, İ. ve Çevik, C. (2000). İki Farklı Tipteki İnterval Antrenman Programının Bazı Fizyolojik Parametreler Üzerine Etkileri. **Spor Hekimliği Dergisi**, 35, 139-146.
91. Günaydın, G., Koç, H. ve Cicioğlu, İ. (2002). Türk Bayan Milli Takım Güreşçilerinin Fiziksel ve Fizyolojik Profillerinin Belirlenmesi. **Spor Bilimleri Dergisi**, 13(1), 25-32.
92. Güneş, Z., Çiçek, B., Onur Ş., Gökmen, A. ve Saka, M. (1999). Bioenerji Kullanımının Sporcuların Kan Profiline ve Zayıflamaya Etkisi. **Spor Hekimliği Dergisi**, 34, 123-133.
93. Gür, H., Haşıl, N. ve Küçüköğlü, S. (1995). Erkek Çim Kayakçıların Bazı Fizyolojik Özellikleri ve Performansla olan İlişkileri. **Spor Hekimliği Dergisi**, 30, 95-112.
94. Gür, H., Pündük, Z. ve Gültekin, O. (1997). İkizlerde Kassal Egzersizin O<sub>2</sub> Maliyeti. **Spor Hekimliği Dergisi**, 32, 83-91.
95. Harrison, G.G., Buskirk, E.R, Carter, J.E.L., Johnston, F.E., Lohman, T.G, Pollock, M.J., Roche, A.F. ve Wilmore J.H. (1988). Skinfold thicknesses and measurement technique. In **Antropometric Standardization Reference Manual**. (edited by Lohman T.G., Roche A.F. and Martorell R.), 55-70. Champaign, IL; Human Kinetics).
96. Harsha, D.W., Frederichs, R.R ve G.S. (1978). Densitometry and anthropometry of black and white children. **Hum. Biol.** 50, 161-180.

97. Haschke, F. (1983). Body composition of adolescent males. Part I. Total body water in normal adolescent males. Part II. Body composition of the male reference adolescent. **Acta Paediatr Scand Suppl.**, 307, 1-23.
98. Hazır T. ve Açıkada C. (2002). Vücut Kompozisyonunun Değerlendirilmesinde Biyoelektrik İmpedans Analizinin Güvenirliği: Karşılaştırma Çalışması. **Spor Bilimleri Dergisi**, 13, (2), 2-18.
99. Hazır, T., Harbili, S., Mavili, S., Pense, M., Açıkada, C. ve Güler, D. (2003). Menstrual Döngünün ve Oral Su Alımının Total Vücut Suyu ve Vücut Vompozisyonu Üzerine Etkisi: Biyoelektrik İmpedans. **Spor Bilimleri Dergisi**, 14(4), 144-161.
100. Helenius, M.Y.T., Albanes, D., Micozzi, M.S., Taylor, P.R. ve Heinonen, O.P. (1987). Studies of bioelectric impedance in overweight, middle-aged student. **Human Biol.**, 59, 271-279.
101. Heymsfield, S.B., Wang, J., Heshka, S., Kehayias, J., Lichtman, S. ve Pierson, R.N. (1989b). Chemical determination of human body density in vivo: relevance to hydrodensitometry. **American Journal of Clinical Nutrition**. 50, 1282-1289.
102. Heymsfield, S.B., Wang, J., Kehayias, J., Heshka, S. ve Pierson, R.N. (1989a). Dual-photon absorptiometry: comparison of bone mineral density and soft tissue mass measurements in vivo with established methods. **American Journal of Clinical Nutrition**, 52, 52-58.
103. Heyward, V.H. (1991). **Advanced Fitness Assessment and Exercise Prescription**. USA. Human Kinetics.
104. Heyward, V.H. (2001). ASEP Methods Recommendation: Body Coposition Assessment. *Journal of Exercise Physiology online*. Official Journal of The American Society of Exercise Physiologists (ASEP) ISSN 1097-9751 **An International Electronic Journal**, 4(4), November 2001.
105. Heyward, V.H. ve Stolarsczyk, L.M. (1996). **Applied Body Composition Assessment**. 4-5, USA. Human Kinetics.

106. Hills, J.T. (2001). Body composition assessment in children and adolescents. **Med Sport Sci.**, 44, 1-13.
107. Horswill, C.A., Lohman, T.G, Slaughter, M.H, Boileau, R.A. ve Wilmore, J.H. (1990). Estimation of minimal weight of adolescent males using multicomponent models. **Med Sci Sports Exercise**, Aug;22(4), 528-32.
108. Housh, T.J., Johnson, G.O., Kenney, K.B., McDowell, S.L., Hughes, R.A., Cisar, C.J. ve Thorland, W.G.(1989). Validity of anthropometric estimations of body composition in high school wrestlers. **Res. Q. Exerc. Sport**, 60, 239-245.
109. Houtkooper, L.B., Going, S.B., Lohman, T.G., Roche, A.F. ve Van Loan M. (1992). Bioelectrical impedance estimation of fat-free body mass in children and youth: a cross-validation study. **J Appl Physiol.**, 72, 366-73.
110. Houtkooper, L.B., Lohman, T.G., Going, S.B. ve Hall, M.C. (1989). Hall Validity of bioelectrical impedance for body composition assessment in children. **J Appl Physiol**, 66, 814-21.
111. İmamoğlu, O., Özer, K., Muratlı, S. ve Hergüner, G. (1996). Bayan Judo Milli Takım Sporcularında Antropometrik ve Bazı Fizyolojik Parametrelerin İncelenmesi. **Spor Hekimliği Dergisi**, 31, 177-188.
112. İmamoğlu, O., Kışhalı, N. ve Canikli, A. (2001). Genç ve Orta Yaş Grubu Sedanter Erkeklerde Düşük Şiddette Yapılan Egzersizlerin Etkileri. **Spor Araştırmaları Dergisi**, 5(2-3), 105-117.
113. İmamoğlu, O., Ayvazoğlu, N. ve Atan, T. (2003). Bayanlarda Yaş Faktörünün Kardiyovasküler Tepkilere ve Fiziksel Özelliklere Etkisi. **Gazi Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi**, 8, (1), 15-24.
114. İşleğen, Ç., Ergen, E. ve Yapıcıoğlu, Ş. (1986). Futbolcular, Güreşçiler ve Cimnastikçilerin Somatotip Özelliklerinin Karşılaştırılması. **Spor Hekimliği Dergisi**, 21(4), 121-128.
115. İşleğen, Ç., Ertat, A., Çolakoğlu, H. ve Emrek, Y. (1988). 12-14 Yaş 15-17 Yaş Futbol Takımlarının Bazı Fonksiyonel Parametrelerinin Kontrol Grubu ile Karşılaştırılması. **Spor Hekimliği Dergisi**, 23(1), 9-15.

116. Jackson, A.S ve Pollock, M.L. (1978). Generalized equations for predicting body density of men. **J. Nutr**, 40, 497-504.
117. Jackson A.S., Pollock M.L., Ward A. (1980). Generalized equations for predicting body density of women. **Med Sci Sports Exerc.**,12(3), 175-81.
118. Jackson, A.S., Pollock, M. L., Graves, J. E. ve Mahar, M.T. (1988). Reliability and validity of bioelectrical impedance in determining body composition. **J. Appl. Physi.**, 64(2), 529-534.
119. Janz, K.F., Nielsen, D.H., Cassady, S.L., Cook, J.S., Wu, J.T. ve Hansen, J.J. (1993). Cross validation of the Slaughter skinfold equations for children and adolescents. **Med. Sci. Sports Exerc.**, 25, 1070-1076.
120. Kaçar, M. ve İpbüken, Y. (1981). 1980 Avrupa Güreş Şampiyonasına Katılan Serbest ve Greko-Romen Güreşçilerde Ölçülen Vücut Yağ Oranları. **Spor Hekimliği Dergisi**, 16, (4), 135-138.
121. Kandeydi, H. ve Ergen, E. (1982). Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulu Öğrencileri ile Tıp Öğrencilerinin Fizyolojik ve Fonksiyonel Özelliklerinin Karşılaştırılması. **Spor Hekimliği Dergisi**, 17, (2), 53-59.
122. Karlı, U. (2006). Elit Düzey Güreşçilerde Vücut Kompozisyonunun İncelenmesi. Spor Bilimleri ve Teknolojisi Programı (Doktora Tezi), Hacettepe Üniversitesi, Ankara.
123. Kasap, G. ve Güneşli, U. (1982). Ankara Bölgesi Aktif Güreşçilerinin Beslenme Alışkanlıkları ve Sağlık Durumları Üzerine Bir Araştırma. **Spor Hekimliği Dergisi**, 17(3), 91-102.
124. Katch, F.I. ve McArdle, W.D. (1974). Prediction of body density from simple anthropometric measurements in college-age men and women. **Hum Biol**, 45, 445-54.
125. Kayatekin, M., Şemin, İ., Oktay, G., Selamoğlu, S., Çeçen, A., Turgay, F. ve Acarbay, Ş. (1993a). Bir Profesyonel İkinci Lig Futbol Takımının Sezon Öncesi İndirekt Maximum VO<sub>2</sub> Değerleri ile Demir Metabolizmasına İlişkin Bazı Hematolojik Parametreler Arasındaki İlişkinin Araştırılması. **Spor Hekimliği Dergisi**, 28, 69-76.

126. Kayatekin, M., Şemin, İ., Selamoğlu, S., Turan, M., Avar, L. ve Acarbay, Ş. (1993b). Bir Genç Futbol Takımının Fizyolojik Profili. **Spor Hekimliği Dergisi**, 28, 141-147.
127. Koç, H. ve Gökdemir, K. (1997). EUROFIT Test Bataryası ile 14-16 Yaş Grubu Hentbolcuların Bazı Fiziksel ve Fizyolojik Parametrelerinin Değerlendirilmesi. **Gazi Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi**, 2(2), 16-24.
128. Korkmaz, H.N. ve Aracıbacı R. (2002). 14-16 Yaş Kız Adölesanların Fiziksel Profilleri ve Sosyo-ekonomik Durumları. **Spor Araştırmaları Dergisi**, 6, (16), 43-54.
129. Koşar, N., Kin, A. ve Aşçı, A. (1998). 10 Haftalık Fiziksel Etkinlik Programına Katılımın Fiziksel Uygunluğa Etkisi. **Spor Bilimleri Dergisi**, 9(2), 3-11.
130. Koşar, Ş. N. ve Kin İşler, A. (2004). Üniversite Öğrencilerinin Wingate Anaerobik Performans Profili ve Cinsiyet Farklılıkları. **Spor Bilimleri Dergisi**, 1(1), 25-38.
131. Kushner, R.F. ve Schoeller, D.A. (1986). Estimation of total body water by bioelectrical impedance analysis. **Am J Clin Nutr.**, 44, 417-424.
132. Kushner, R.F., Schoeller, D.A., Fjeld, C.R. ve Danford, L. (1992). Is Impedans Index ( $ht^2/R$ ) significant in predicting total body water? **American Journal of Clinical Nutrition**. 56, 835-839.
133. Kutlay, E. (2003). Are serum immunoglobulin levels effected in stepping/aerobics trainers? **Spor Hekimliği Dergisi**, 38, 79-87.
134. Kutlu, M. (1991). Minik Türk Güreşçileri için Minimal Ağırlık Tahmin Denklemi Geliştirilmesi (11-13 yaş). Doktora Tezi. Marmara Üniversitesi. İstanbul.
135. Kutlu, M. ve Karadağ, A. (2003). Futbolcularda Baskın Olan ve Olmayan Bacakların Kuvvet, Güç, Sürat ve Esnekliğinin Yeni Geliştirilmiş Metodlarla Belirlenmesi. **Gazi Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi**, 8, (2), 33-42.

136. Küçükkubaş, N. ve Korkusuz, F. (2004), Developing regression formulas using DEXA as a criterion method for sedentary women between 40 and 55 years of age (Poster). The 10<sup>th</sup> ICHPER.SD Europe Congress ve The TSSA 8<sup>th</sup> International Sports Sciences Congress. November 17-20, 2004. Antalya.Turkiye.
137. Kyle, U.G., Gremion, G., Genton, L., Slosman, D.O., Golay, A. ve Pichard, C. (2001). Physical activity and fat-free and fat mass by bioelectric impedance in 3853 adults. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, 33, 576-587.
138. Le Monde, M.J., McKinney, J.T., Quinn, S.M., Bainbridge, C.N. ve Eiseman, P.A. (1999). Comparison of physical and physiological variables for female college basketball players. **Journal of Strength and Conditioning Research**. 13, 264-270.
139. Liang, M.T. ve Norris, S. (1993). Effects of skin blood flow and temperature on bioelectric impedance after exercise. **Medicine and Science in Sport and Exercise**, 25, 1231-1239.
140. Liang, M.T., Su, H.F. ve Lee, N.Y. (2000). Skin temperature and skin blood flow affect bioelectric impedance study of female fat-free mass. **Medicine and Science in Sport and Exercise**, 32, 221-227.
141. Lockner, W.D. (1999). Validity of air displacement plethysmography for measuring body composition of children. PhD. Thesis. The University of New Mexico.
142. Lohman, T.G. (1981). Skinfolts and body density and their relation to body fatness: a review. **Hum Biol.**, 53(May 2), 181-225.
143. Lohman, T.G., Boileau, R.A. ve Slaughter, M.H. (1984). Body Composition in children and youth: in Boilleau (ed): **Advances in Pediatric Sports Sciences**. pp. 29-57. Champaign, Human Kinetics.
144. Lohman T.G. (1986). Applicability of body composition techniques and constants for children and youths. Review. **Exerc Sport Sci Rev.**, 14, 325-57.

145. Lohman, T.G. Roche, A.F. ve Martorel, R. (1988). **Antropometric Standardization Manual**. USA. Human Kinetics Books.
146. Lohman, T.G, Caballero, B., Himes, J., Hunsberger, S., Reid, R., Stewart, D. ve Skipper, B. (1999). Body composition assessment in American Indian children. Body composition assessment in American Indian children. **Am J Clin Nutr.** 69:764S-6S.
147. Lukaski, H.C. (1987). Methods for assessment of body composition: traditional and new. **Am. J Clin Nutr.** 46:537-556.
148. Lukaski, H.C, Bolonchuk, W.W, Hall, C.B. ve Siders, W.A. (1986). Validation of tetrapolar bioelectrical impedance method to assess human body composition. **J Appl Physiol**, 60, 1327-1332.
149. Lukaski, H.C. ve Bolonchuk, W.W. (1988). Estimation of body fluid volumes using tetrapolar bioelectrical impedance measurements. **Aviation Space and Environmental Medicine**, 59, 1163-1169.
150. Lukaski, H.C., Bolonchuk, W.W., Sider, W.A. ve Lykken, G.I. (1990). Body composition assessment using bioelectrical impedance measurements. **The Journal of Sports medicine and Physical Fitness**, 30, 434-440.
151. Malina, R.M. (1994). Physical activity and training: effects on stature and the adolescent growth spurt. **Med Sci Sports Exerc.** Jun;26(6), 759-66.
152. Marks, C. ve Katch, V. (1986). Biological and technological variability of residual lung volume and the effect on body fat calculations. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, 18, 485-488.
153. Maud, P.J. ve Foster, C. (1995). **Physiological Assessment of human Fitness**. USA. Human Kinetics.
154. Maynard, L.M., Wisemandle, W., Roche, A.F, Chumblea, C., Guo, S.S. ve Siervogel, R.M. (2001). Childhood body composition in relation to body mass index. **Pediatrics**, 207(2), 344-350.
155. Mazess, R.B., Peppler, W.W. ve Gibson, M. (1984). Total body composition by dual-photon <sup>(153)</sup>Gd absorptiometry. **Am J. Clin Nutr.**, 40, 834-839.

156. Meriç, B., Aydın, M. ve Taşkıran, Y. (2003). Figür Pateninde Başarıyı Belirleyen Temel Parametreler. **Spor Araştırmaları Dergisi**, 7(1), 69-79.
157. Moreno, L.A., Mesana, M.I., Gross, M.G., Gil, C.M., Fleta, J., Warnberg, J., Ruiz, J.R., Sarria, A., Marcos, A., Bueno, M. ve AVENA çalışma Grubu (2006). Anthropometric body fat composition reference values in Spanish adolescents. The AVENA Study. **European Journal of Clinical Nutrition**, 60, 191-196.
158. Morrow, J.R., Jackson, A.S., Bradley, P.W. ve Hartung, G. H. (1986). Accuracy of measured and predicted residual lung volume on body density measurement. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, 18, 647-652.
159. Mueller, W.H., Harrist, R.B., Doyle, S.R., Ayars, C.L. ve Labarthe, D.R. (1999). Body measurement variability, fatness, and fat-free mass in children 8, 11, and 14 years of age: Project HeartBeat! **Am J Hum Biol.**, 11(1), 69-78.
160. 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. **Hum Biol.**, 56, 79-109.
161. Nalçakan, R.G., Varol, S.R. ve Nalçakan, M. (2004). Bayan Voleybolcularda İzokinetik Kas Kuvvetleri ve Dikey Sıçrama Yükseklikleri Arasındaki İlişki. **Spor Hekimliği Dergisi**, 39, 23-31.
162. Nielsen, D.H., Cassady, S.L., Janz, K.F., Cook, J.S., Hansen, J.R. ve Wu, Y.T. (1993). Criterion methods of body composition analysis for children and adolescents. **Am J Human Biol.**, 5, 211-223.
163. Norgan, N.G. (1991). **Body composition methodology**. In Fidanza, F. Nutritional Status Assessment: A Manual for Population Studies, London: Chapman ve Hall.
164. Odabaşı, İ., Sarpyener, K., Ergen, E. ve Açıkada, C. (1988). Kuvvet Antrenmanlarının Vücut Kompozisyonuna Etkisinin Radyolojik Yöntemle İncelenmesi. **Spor Hekimliği Dergisi**, 23(1), 17-26.

165. Oppliger, R.A., Nielsen, D.H. ve Vance, C.G. (1991). Wrestlers' minimal weight: antropometry, bioimpedance, and hydrostatic weighing compared. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, 23, 247-253.
166. Özçaldıran, B., Karamızrak, O., İşleğen, Ç., Durmaz, B. ve Turgay, F. (1995). Ergenlik Çağı Erkek Yüzücülerin Bir Sezon Boyunca Aerobik ve Anaerobik Kapasite Değişimleri. **Spor Hekimliği Dergisi**, 30, 25-33.
167. Özer, K., Odabaş, İ., Pınar, S. ve Tavacıoğlu, L. (1993). 6-11 Yaş Cimnastikçilerin Morfolojik Özellikleri. **Spor Hekimliği Dergisi**, 28, 149-162.
168. Parizkova, J. (1961). Total body fat and skinfold thicknesses in children. **Metabolism**, 10, 794-809.
169. Pehlivan, A. ve Çamlıgüney, F. (2003). 21-44 Yaş Grubu Kadınlarda Beslenme Durumları ve Düzenli Egzersiz Programlı Diyetin Vücut Kompozisyonuna Etkisi. **Spor Araştırmaları Dergisi**, 7(1), 9-23.
170. Peterson, M.J., Czerwinski, S.A. ve Siervogel, R.M. (2003). Development and validation of skinfold-thickness prediction equations with a 4-compartment model. **Am J Clin Nutr.**, May;77(5), 1186-1.
171. 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(3), 300-304.
172. Pollock, M.L. ve Jackson, A.S. (1984). Research progress in validation of clinical methods of assessing body composition. **Med Sci Sports Exerc**. Dec;16(6), 606-15.
173. Prior, B.M., Modlesky, C.M., Evans, E.M., Sloniger, M.A., Saunders, M.J., Lewis, R.D. ve Cureton, K.J. (2001). Muscularity and the density of the fat-free mass in athletes. **J Appl Physiol.**, Apr;90(4), 1523-31.
174. Reilly, J.J. (1998). Assessment of body composition in infants and children. **Nutrition**, 14, 821-825.
175. Roche, A.F. (1993). Methodological considerations in the assessment of childhood obesity. Review **Ann N Y Acad Sci.**, Oct 29, 699, 6-17.

176. Roemmich, J.N., Clark, P.A., Weltman, A. ve Rogol, A.D. (1997). Alterations in growth and body composition during puberty. I. Comparing multicompartment body composition models. **J Appl Physiol**, 83, 927 - 935.
177. Saçaklı, H., Öztürk, M. ve Saçaklı, M. (1997). Aerobik Egzersiz ve Diyetin Obez Bayanlarda Antropometrik Ölçümlere ve Solunum Parametrelerine Etkisi. **Spor Hekimliği Dergisi**, 32, 43-53.
178. Sağlam, F., Rakııcıoğlu, N., Karağaoğlu, N., Hazır, T., Cinemre, A, Tınazcı, C., Aşçı, A. ve Turnagöl, H.H. (2002). İlköğretim Okulu Öğrencilerinin Fiziksel Uygunluk ve Beslenme Durumları. **Spor Bilimleri Dergisi**, 13(4), 2-21.
179. Saito, K., Nakaji, S., Umeda, T., Shimoyama, T., Sugawara, K. ve Yamatomo, Y. (2003). Development of predictive equations for body density of sumo wrestlers using B-mode ultrasound for the determination of subcutaneous fat thickness. **British Journal of Spots Medicine**, 37, 144-148.
180. Salmi, J.A. (2003). body composition assessment with segmental multifrequency bioimpedance method. **Journal of Sports Science and Medicine**, 2, Suppl.3.
181. Schell, J. ve Leelarthapin, B. (1994). **Physical Fitness Assessment in Exercise and Sport Science**.
182. Segal, K.R., Gutin, B., Presta, E., Wang, J. ve Van Itallie, T.B. (1985). Estimation of human body composition by electrical impedance methods: a comparative study. **Journal of Applied Physiology**, 58, 5, 1565-1571.
183. Segal, K.R., Van Loan, M., Fitzgerald, P.I., Hodgdon, J.A. ve Van Itallie, T.B. (1988). Lean body mass estimation by bioelectrical impedance analysis: a four-site cross-validation study. **Am J Clin Nutr.**, Jan;47(1), 7-14.
184. Sentürk, S., Durusoy, F. ve İşlegen, Ç. (1992). Aerobik Antrenmanların Ortayaşlı Kadınlarda Gösterdiği Etkileri. **Spor Hekimliği Dergisi**, 27, 77-84.

185. Sevim, M., Sevim, Y., Günay, M. ve Erol, E. (1996). Kombine Kuvvet Antrenmanlarının 18-25 Yaş Grubu Elit Bayan Hentbolcuların Performans Gelişimine Etkisini İncelenmesi. **Gazi Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi**, 1(3), 1-10.
186. Shen, W., St-Onge, M.P., Wang, Z. ve Heymsfield, S.B. (2005). The study of body composition: An Overview. pp. 3-6. Human Kinetics. (**Human Body Composition** edited By Steven Heymsfield, Timothy G. Lohman, ZiMian Wang, Scott Going).
187. Siri, W.E. (1961). Body composition from fluid space and density: analysis of methods. In: **Techniques for Measuring Body Composition** (eds Brozek J. ve Hanschel A.), 223-244. National Academy of Science, Washington DC.
188. Slaughter, M.H., Lohman, T.G., Boileau, R.A., Stillman, R.J., Van Loan, M.D. ve Willmore, J.H.. (1984). Influence of maturation on relationship of skinfolds to body density: A Cross-sectional study. **Hum Biol.**, 56, 681-689.
189. Slaughter, M.H., Lohman, T.G., Boileau, R.A., Horswill, C.A., Stillman, R.J., Van Loan, M.D. ve Bemben, D.A. (1988). Skinfold equations for estimation of body fatness in children and youth. **Hum Biol.**, Oct;60(5), 709-23.
190. Slinde, F. ve Rossander-Hulthen, L. (2001). Bioelectrical impedance: effect of 3 identical meals on diurnal impedance variation and calculation of body composition. **American Journal of Clinical Nutrition**, 74, 474-478.
191. Sloan, A.W. (1967). Estimation of body fat in young men., **J Appl. Physiol.**, 23, 311-315.
192. Sopher, A.B., Thornton, J.C., Wang, J., Piorson, R.N., Jr. Heymsfield, S.B. ve Horlick, M. (2005). **Pediatrics**. 113(5), 1285-1290.
193. Stolarczyk, L.M., Heyward, V.H., Van Loan, M.D., Hicks, V.L., Wilson, W.L. ve Reano, L.M. (1997). The fatness-specific bioelectrical impedance analysis equations of Segal et al: are they generalizable and practical? **Am J Clin Nutr.**, Jul;66(1), 8-17.

194. Stout, J.R., Eckerson, J.M., Housh, T.J., Johnson, G.O. ve Betts, N.M. (1994). Validity of percent body fat estimations in males. **Med. Sci. Sports Exerc.**, 26(5), 632-636.
195. Stout, J.R., Housh, T.J., Johnson, G.O., Housh, D.J., Evans, S.A. ve Eckerson, J.M. (1995). Validity of skinfold equations for estimating body density in youth wrestlers. **Med. Sci. Sports Exerc.**, 27(9), 1321-1325.
196. Tagliabue, A., Andreoli, A., Comelli, M., Bertoli, S., Testolin, G., Oriani, G. ve De Lorenzo, A. (2001). Prediction of lean body mass from multifrequency segmental impedance: influence of adiposity. **Acta Diabetologica**, 38, 93-97.
197. Tamer, K. (1996). Farklı Aerobik Antrenman Programlarının Serum Hormonları, Kan Lipidleri ve Vücut Yağ Yüzdesi Üzerine Etkisi. **Gazi Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi**, 1(1), 1-11.
198. Tamer, K., Uğraş, A., Büyükyazı, G., Özkara, A. ve Kutay, S. (1997). Gençlerbirliği Spor Klübünün 13 Yaş Futbolcularının Bazı Fizyolojik ve Antropometrik Özellikleri. **Spor Hekimliği Dergisi**, 32, 145-153.
199. Tamer, K., Zorba, E. ve Baltacı, G. (1991). Orta Doğu Teknik Üniversitesi İngilizce Hazırlık Okulu Erkek Öğrencilerin Çeşitli Fizyolojik Özellik ve Kapasitelerinin Ölçülmesi ve Değerlendirilmesi. **Spor Hekimliği Dergisi**, 26, (3), 87-92.
200. Thorland, W.G., Johnson, G.O., Tharp, G.D., Fagot, T.G. ve Hammer, R.W. (1984). Validity of anthropometric equations for the estimation of body density in adolescent athletes. **Med. Sci. Sports and Exerc.**, 16, 77-81.
201. Toker, F. (2001). 14-16 Yaş Erkek Çocukların Fiziksel Değerlerinin Ölçülmesi ve Değerlendirilmesi. **Spor Araştırmaları Dergisi**, 5(2-3), 41-60.
202. Tran Z.V. ve Weltman A. (1988). Predicting body composition of men from girth measurements. **Hum Biol.**, Feb;60(1), 167-75.
203. Troiano, R.P., Flegal, K.M., Kuczmarski, R.J., Campbell, S.M. ve Johnson, C.L.(1995). Overweight prevalence and trends for children and adolescents. The National Health and Nutrition Examination Surveys, 1963 to 1991. **Arch Pediatr Adolesc Med.**, Oct;149(10), 1085-91.

204. Turgay, F., İşlekel, H., Karamızrak, S.O., Sessiz, H. ve Acarbay, Ş. (2000). Aerobik ve Anaerobik Eşik Hızlarında Yapılan İki Değişik Steady-State Egzersizin Serum CK ve LDH Aktiviteleri Üzerine Etkileri. **Spor Hekimliği Dergisi**, 35, 35-49.
205. Turgay, F., Karamızrak, S.O., İşleğen, Ç., Sessiz, H. ve Acarbay, Ş. (2002). Aerobik ve Anaerobik Eşik Hızlarında Yapılan İki Değişik Egzersizin Kan Lipid ve Lipoproteinleri Üzerine Etkisi. **Spor Hekimliği Dergisi**, 37, 1-14.
206. Turgut, A., Metintaş, S., Maralcan, G., Hazer, B., Azboy, O. ve Seber, S. (2001). Genç Bayan Sporcuların Beslenme ve Bazı Kan Bulgularının Değerlendirilmesi. **Spor Hekimliği Dergisi**, 36, 103-111.
207. Turgut, A., Ünal, N., Köse, N., Özden, H., Göktürk, E., Seber S. ve Demirüstü, C. (1998). Spor Yapan ve Yapmayan Genç Bayanlarda Vücut Yağ Oranları ve Yağ Dağılımları. **Spor Hekimliği Dergisi**, 33, 67-75.
208. Ünal, N., Turgut, A., Öz, S., Özden, H. ve Şahin, F. (1997). Değişik Spor Dallarında Elit Sporcuların Antropometrik Ölçümleri. **Spor Hekimliği Dergisi**, 3(2), 63-71.
209. Van Loan, M.D. (1990). Bioelectrical impedance analysis to determine fat-free mass, total body water and body fat. **Sports Med.**, Oct;10(4), 205-17.
210. Van Loan, M. ve Mayclin P. (1987). Bioelectrical impedance analysis: is it a reliable estimator of lean body mass and total body water. **Hum Biol.** Apr;59(2), 299-309.
211. Wagner, D.R. ve Heyward V. (1999). Techniques of body composition assessment: a review of laboratory and field methods. **Research Quarterly for Exercise and Sport**, 70(2), 1-35(1).
212. Wang, Z., Deurenberg, P., Wang, W., Pietrobelli, A., Baumgartner, R.N. ve Heymsfield, S.B. (1999). Hydration of fat-free body mass: review and critique of a classic body-composition constant. **American Journal of Clinical Nutrition**, 69, 833-841.

213. Wang, J., Heymsfield, S.B., Outlet M., Thornton, J. C. ve Pierson R.N. (1989). Body fat from body density: underwater vs dual-photon absorptiometry. **Am J. Physiology**, 256, E829-E834.
214. Wells, J.C., Fuller, N.J., Dewit, O., Fewtrell, M.S., Elia M. ve Cole, T.J. (1999). Four-component model of body composition in children: density and hydration of fat-free mass and comparison with simpler models. **Am J Clin Nutr.**, May; 69(5), 904-12.
215. Weltman, A., Seip, R.L. ve Tran Z.V. (1987). Practical assessment of body composition in adult obese males. **Hum Biol.**, Jun;59(3), 523-55.
216. Westrate J.A. ve Deurenberg P. (1989). Body composition in children:proposal for a method to calculate body fat percentage from total body density or skinfold thicknesses measurement. **Am J Clin Nutr.**, 50, 1104-1115.
217. Wilmore, J. H. (1969) A simplified method for determination of rezidual lung volumes. **J Appl Physiol**, Jul; 27, 96-100.
218. Wilmore, J.H. (1979). The application of science to sport: physiological profiles of male and female athletes. **Can. J. Appl. Sports Exerc.**, 4(2), 103-115.
219. Wilmore, J.H. ve Behnke, A.R. (1968) Predictability of lean body weight through anthropometric assessment in college men. **J Appl Physiol**, Jul; 25(4), 349-355.
220. Wilmore, J.H., Frisancho, R.A., Gordon, C.C., Himes, J.H., Martin, A.D., Matorell, R. ve Seefeldt, V.D. (1988). **Body Breadth Equipment and Measurement Techniques. In Antropometric Standardization Reference Manual.** (edited by T.G. Lohman, A.F. Roche and R. Martorell), 27-38.Champaign, IL; Human Kinetics).
221. Wu Y.T., Nielsen, D.H., Cassady, S.L., Cook, J.S., Janz, K.F. ve Hansen, J.R. (1993). Cross validation of bioelectrical impedance analysis of body composition in children and adolescents. **Physical Therapy**, 73(5), 320-328.

222. Yalaz, G., Kayatekin, B.M., Gönenç, S., Açıkgoz, O., Uysal, N., Akhisaroğlu, M., Dayı, A., Özbek, N., Arslan, A. ve Türkmen, S. (1999). Bir Yaz Spor Okuluna Katılan Çocukların Fiziksel ve Fizyolojik Özelliklerinin EUROFIT Test Bataryası ile İncelenmesi. **Spor Hekimliği Dergisi**, 34, 49-56.
223. Yalaz, G., Kayatekin, M., Güvel, H., Derman, S., Gönenç, S., Açıkgoz, O., Şemin, İ., Özgönül, H. ve Kandemir, F. (1996). **Spor Hekimliği Dergisi**, 31 107-114.
224. Yaman, H. ve Özer, K. (2002). Elit Genç Ritmik Cimnastikçilerde Beden Bileşimi ile Kemik Yaşı İlişkisi: Kesitsel ve Tanımlayıcı Bir Önçalışma. **Spor Bilimleri Dergisi**, 13, (3), 14-23.
225. Yazıcı, S.M., İşleğen, Ç. ve Ergen, E. (1986). Elit Türk Eskrimcilerinin Fiziksel Profilleri. **Spor Hekimliği Dergisi**, 21(4), 129-139.
226. Yıldız, Y., Aydın, T., Akkurt, S., Genç, Ü., Yağmur, H. ve Kalyon, T.A. (1998). Laktat Eşiği Sonrası Kullanılan Enerji Miktarı ile Anaerobik Kapasite Arasındaki İlişki. **Spor Hekimliği Dergisi**, 33, 163-172.
227. Yuhasz, M.S. (1974). **Physical Fitness Manual**, London Ontario, University of Western Ontario.
228. Ziyagil, M.A., Tamer, K., Zorba, E., Uzunçan, S. ve Uzunçan, H. (1996a). EUROFIT Test Bataryası Vasıtasıyla 10-12 Yaşları Arasındaki Erkek İlkokul Öğrencilerinin Fiziksel Uygunluk ve Antropometrik Özelliklerinin Yaş Gruplarına ve Spor Yapma Alışkanlıklarına Göre Değerlendirilmesi. **Gazi Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi**, 1(1), 20-28.
229. Ziyagil, M.A., Zorba, E., Koç, H., Gökmen, A., Ziyagil, F., Kalkavan, A. ve Eliöz, M. (1997). Güreşçilerin Sağ ve Sol İzometrik Kuvvetlerinin Karşılaştırılması. **Spor Hekimliği Dergisi**, 32, 27-32.
230. Ziyagil M.A., Zorba E., Tamer K., Kalkavan A., Kutlu M. ve Torun K. (1996b) Bir Yıllık Antrenmanın Yıldızlar Kategorisi Serbest Stil Türk Milli Takım Güreşçilerinin Vücut Kompozisyonu ve Fizyolojik Özellikleri Üzerine Etkisi. **Spor Hekimliği Dergisi**, 31, 167-175.

231. Zorba, E. (1989). Development of an equation to predict the percent body fat of Turkish Wrestlers in Ankara through skinfold method. Orta Doğu Teknik Üniversitesi. Ankara.
232. Zorba, E., Doğu, G. ve Ziyagil, M.A. (2000). Uluslararası ve Klasman Türk Futbol Orta ve Yan Hakemlerin Fiziksel Uygunluk ve Antropometrik Özelliklerinin Belirlenmesi. **Gazi Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi**, 5(1), 3-12.
233. Zorba E. ve Ziyagil M.A. (1995). **Vücut Kompozisyonu ve Ölçüm Yöntemleri**. Trabzon. 227-235, 294-330.

**EK 1. ETİK KURUL RAPORU****HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ TIP FAKÜLTESİ**

Hacettepe 06100, ANKARA

*TIBBİ, CERRAHİ ve İLAÇ ARAŞTIRMALARI ETİK KURULU*


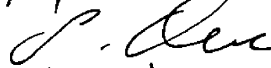
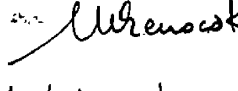



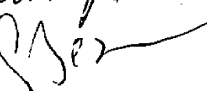

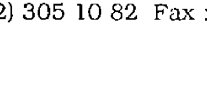
Sayı : B.30.2.HAC.0.01.00.05/

21/10/2004

**ARAŞTIRMA PROJESİ DEĞERLENDİRME RAPORU**

Toplantı Tarihi : 21.10.2004  
 Toplantı No : 2004/13  
 Proje No : LUT 04/33  
 Karar No : LUT 04/33 – 8

Üniversitemiz Spor bilimleri ve Teknolojisi Yüksekokulu öğretim üyelerinden Prof.Dr. Caner Açıkkada'nın araştırma yürütücüsü olduğu, Arş.Gör. Nigar Sirek'in lisansüstü uzmanlık tezi olan LUT 04/33 kayıt numaralı **"15-17 Yaş Erkek Antrenmanlı Ergenlerde Vücut Kompozisyonunun Belirlenmesi"** konulu proje önerisi kurulumuzda değerlendirilmiş, tıbbi etik açıdan uygun bulunmuştur.

1. Prof.Dr. E. Rüştü Onur (Başkan) 
2. Prof.Dr. Sema Özer (Üye) 
3. Prof.Dr. M. Emin Şenocak (Üye) 
4. Prof.Dr. Meral Kanbak (Üye) Katılmadı
5. Prof.Dr. Türkan Eldem (Üye) KATILMADI
6. Prof.Dr. Gökhan Gedikoğlu (Üye) 
7. Prof.Dr. Erdem Aydın (Üye) 
8. Prof.Dr. Ediz Demirpençe (Üye) 
9. Doç.Dr. Alev Türker (Üye) 
10. Öğr.Gör.Dr. Ümit Yaşar (Üye) 
11. Avukat Serpil Besni (Üye) 

## EK 2. BİLGİLENDİRİLMİŞ OLUR ALMA FORMU

Araştırmacının açıklamaları:

“15-17 YAŞ ERKEK ANTRENMANLI ERGENLERDE VÜCUT KOMPOZİSYONUNUN BELİRLENMESİ” için araştırma yapmaktayız. Bu çalışmadaki amacımız, farklı spor branşlarındaki sporcularda vücut kompozisyonu ölçümünde hidrostatik tartım yöntemi kriter alınarak BİA ve antropometrik yöntemleri ile denklem geliştirmektir.

Sizlerin gönüllü katılımı ile yapılacak olan bu çalışmaya katılmanızı öneriyoruz. Testlerden önce bilgilendirilmeniz hem bizim hem de sizin için en iyi sonucu alabilmek için gereklidir. Çalışmaya katılmaya karar verirsiniz çalışmanın bilgilerini okuyup anladıktan sonra bu formu imzalamanız gerekmektedir.

Bu çalışmaya katılmaya karar verirsiniz; Çalışmadan sorumlu olan Prof Dr. Caner Açıkada veya yardımcı araştırmacı Arş Gör. Nigar Küçükkubaş gözetiminde bir uzman tarafından aşağıdaki açıklanan testler uygulanacaktır. Araştırma doktor gözetiminde yapılacaktır.

Testten bir gün önce normal diyet, su alımı önerilmektedir. Barsaklarda gaz yapacak yiyeceklerden kaçınılmalıdır. Ayrıca testten önce yemek ve sigara içilmemelidir. En ideal ölçüm kahvaltı öncesi sabah yapılanıdır, bu nedenle ölçümler sabah yapılacaktır ve önce tuvalete giderek barsaklarını ve mesanesini boşaltması sağlanmalıdır.

Bu çalışma ile hidrostatik tartım, biyoelektrik impedans, deri kıvrım kalınlıklar ve çevre-çap ölçümleriniz alınacaktır.

**Biyoelektrik impedans:** BİA aleti ile el ve ayak bileklerinize elektrotlar takılarak ve 10 dk. Yatar pozisyonda dinlenmeniz beklenecektir. Daha sonra düşük düzeyde akım verilecek ve resistans ve reaktansınız ölçülecektir. Bu ölçüm 2 kere tekrarlanacaktır. Ölçümler öncesinde ve sırasında uymanız gereken kurallar bulunmaktadır.

Testten 4 saat öncesinde yeme ve içme yapılmaması,

Testten 12 saat önce fiziksel aktivite yapılmaması.

Testten önce en az 30 dk. içinde tuvalet ihtiyacını giderilmesi.

Testten 48 saat önce alkol kullanmamak.

Testten 7 gün içinde diüretik kullanmamak.

**Su altı tartım** Bu testin uygulaması 3-15 tekrar yapılacaktır. Bu testte sizin su altında ağırlığınızın ölçülmesi sağlanacaktır. Ölçüm öncesi suyun sıcaklığı test edilecek ve sıcaklığının 35°C-36°C arasında olması sağlanacaktır. Tartım su altında yapılacağından; kuru ağırlığı alındıktan sonra tanka girdikten sonra tamamen ıslanması sağlanacaktır ve hava kabarcıkları boşaltılacaktır. Size göre ayarlanmış oturağa oturduktan sonra su seviyesi çenesinin altına gelecek şekilde ayarlanacak ve mayodaki ve saçlardaki tüm hava kabarcıklarını boşaltılacaktır ve gerekirse pozisyon verebilmek için belden ve bacaklardan kemer ile bağlanacaktır. Eş zamanlı olarak akciğerdeki iç hava hacminizde bu ölçüm sırasında yapılabilir. Akciğerlerdeki havayı boşalttığı düşündüğünüz an belinden öne doğru eğilerek suyun içine batırılacak tüm havayı vererek 5 sn kadar suyun içinde bekleyeceksiniz ve tartım sonucunuz da alınacaktır. ölçüm için uymanız gereken kurallar bulunmaktadır. Testten bir gün önce normal diyet, su alımı ve egzersiz gerekmektedir. Barsaklarda gaz yapacak yiyeceklerden kaçınılmalıdır. Ayrıca testten 2 saat önce yemek ve sigara içilmemelidir. En ideal ölçüm kahvaltı öncesi sabah yapılanıdır. Önce tuvalete giderek barsaklarınızı ve mesanenizi boşaltmanız gerekmektedir.

**Oksijen Dilüsyon Yöntemi ile Rezidual Volüm (Akciğerlerde kalan iç hava miktarı) Ölçümünde** Akciğerlerinizde tüm havayı boşaltsanız bile bir miktar hava kalmaktadır. Bu hava vücut kompozisyonunuzun belirlenmesinde ölçümleri etkilemektedir. Bu nedenle su içinde veya dışında bu havanın ölçülmesi gerekmektedir. Bu nedenle yapılacak olan testte ağızdan bir miktar oksijen verilecektir. Bu test sırasında 5 litrelik saf oksijen torbasına 5-7 kere nefes alıp vermeniz gerekecektir. Bu torbadaki gaz analiz edilecek ve akciğerinizde kalan iç hacim hesaplanacaktır. Bu testin herhangi bir yan etkisi yoktur. Sadece gaz alımı sırasında ağız kuruluğu olabilir. Bu test iki kere tekrarlanacaktır.

**Antropometrik Ölçümler:** Vücut ağırlığı, çıplak ayak ve mayo ile; boy ölçümü ise stadiometre ile yapılacaktır.

Deri kıvrım kalınlığı ölçümünde herhangi bir acı ağrı hissetmeyeceksiniz. Ölçümler Holtain marka skinfold kaliper ile aynı kişi tarafından sağ tarafınızdan aşağıdaki dokuz bölgeden iki kez alınacaktır. Ölçüm bölgeleri: Biceps, triceps, subskapular, göğüs, suprailiak I, suprailiak II, abdomen, medial calf, uyluk. **Çap:** Kayan kaliper ile aynı kişi tarafından deneklerin sağ tarafından iki kez alınacak ve

verilerin ortalamaları alınacaktır. Ölçüm alınacak olan bölgeler: Biacromial, bicristal, bideltoid, bicondiler, uyluk ve ayak uzunluğu. Çevre: Gullic metre ile çevre ölçümleri aynı kişi tarafından deneklerin sağ tarafından iki kez alınacak ve verilerin ortalamaları alınacaktır. Ölçüm bölgeleri: radius-ulnar, göğüs, karın, kalça, uyluk, baldır, biceps ölçümlerde herhangi bir zararlı yan etkisi olan bir ölçüm yapılmayacaktır.

Bu çalışmada Rezidual volüm ölçülürken saf oksijenin solunmasına bağlı olarak ağızda kuruluk oluşabilir. Bu durumun oluşmaması için dikkat edilecektir. Bu yaşanabilecek bir durumdur. Ancak bu durumdan en az etkilenmeniz için elimizden geleni yapacağız.

Bu çalışma sırasında Doç Dr. Haydar Demirel çalışmayı tıbbi kontrol altında denetiminde yürütecektir. Hekimin Tel No: 0 312 2976890

Adres: Hacettepe Üniversitesi, Spor Bilimleri ve Teknolojisi Yüksekokulu. Beytepe/Ankara

#### GÖNÜLLÜ KATILIMCI BEYANI

Tarafıma araştırmanın Spor Bilimleri ve Teknolojisi Y.O. performans laboratuvarında yapılacağı belirtilerek, araştırma ile ilgili bilgilendirildim. Çalışma katılımcılara hiçbir maddi yük getirmeyecektir. Eğer bu araştırmaya katılırsam araştırmacı ile aramda kalması gereken bana ait bilgilerin gizliliğine bu araştırma sırasında da büyük özen ve saygı ile yaklaşılacağına inanıyorum. Araştırma sonuçlarının eğitim ve bilimsel amaçlarla kullanımı sırasında kişisel bilgilerimin ihtimamla korunacağı konusunda bana yeterli güvence verildi. Projenin yürütülmesi sırasında herhangi bir sebep göstermeden araştırmadan çekilebilirim (*Ancak araştırmacıları zor durumda bırakmamak için araştırmadan çekileceğimi önceden bildirmemim uygun olacağına bilincindeyim*). Ayrıca tıbbi durumuma herhangi bir zarar verilmemesi koşuluyla araştırmacı tarafından araştırma dışı da tutulabilirim.

Araştırma için yapılacak harcamalarla ilgili herhangi bir parasal sorumluluk altına girmiyorum. Bana da bir ödeme yapılmayacaktır.

İster doğrudan, ister dolaylı olsun araştırma uygulamasından kaynaklanan nedenlerle meydana gelebilecek herhangi bir sağlık sorununun ortaya çıkması halinde, her türlü tıbbi müdahalenin sağlanacağı konusunda gerekli güvence verildi (Bu tıbbi müdahalelerle ilgili olarak da parasal bir yük altına girmeyeceğim).

Bu araştırmaya katılmak zorunda değilim ve katılmayabilirim. Araştırmaya katılmam konusunda zorlayıcı bir davranışla karşılaşmış değilim. Bana yapılan tüm açıklamaları ayrıntılarıyla anlamış bulunmaktayım. Kendi başıma belli bir düşünme süresi sonunda adı geçen bu araştırma projesinde ‘‘katılımcı’’ (denek) olarak yer alma kararını aldım. Bu konuda yapılan daveti gönüllü olarak kabul ediyorum.

Yapılacak olan araştırma çeşitli antropometrik ölçümler (deri kıvrım kalınlığı, evre, çap), biyoelektrik impedans ölçümleri ve hidrostatik tartım (su altı tartım ve rezidual ölçüm için Oksijen Dilusyon Yöntemi kullanımı) lmlerine katılmayı gönüllü olarak kabul ediyorum.

|  |  |
|--|--|
| Gönüllü katılımcı<br>Adı Soyadı:.....<br>Tarih...../...../2006<br>Adres:.....<br>Tel No:.....<br>İmza:.....            | Araştırmacının<br>Adı Soyadı: Nigar Küçükkubaş<br>Tarih...../...../2006<br>Adres:.....<br>Tel No:.....<br>İmza:..... |
| Gönüllü katılımcının Velisi:<br>Adı Soyadı:.....<br>Tarih...../...../2006<br>Adres:.....<br>Tel No:.....<br>İmza:..... | Görüşme Tanığı<br>Adı Soyadı:.....<br>Tarih...../...../2006<br>Adres:.....<br>Tel No:.....<br>İmza:.....             |

### EK 3. DOKTORA TEZ ÖLÇÜM FORMU

Sporcu No:.....

Test Tarihi:../../2006

Ad Soyad:.....

Doğum tarihi:../../19..... Spor Dalı:.....

Kaç yıldır spor yapıyorsunuz?.....

Haftada en az 3 gün ve en az 1 saat spor yapmaya ne zaman başladınız?.....

Boy:.....cm

VA.....

BİA

|   | Ölçüm bölgesi   | Rezistans | Reaktans |
|---|-----------------|-----------|----------|
| 1 | Sağ el sağ ayak |           |          |
| 2 | Sağ el sol ayak |           |          |
| 3 | Sol el sol ayak |           |          |
| 4 | Sol el sağ ayak |           |          |

#### Antropometri

| Deri Kıvrım kalınlıkları |  |  |  |
|--------------------------|--|--|--|
| Triseps                  |  |  |  |
| Subskapula               |  |  |  |
| Biceps                   |  |  |  |
| Göğüs                    |  |  |  |
| Midaksilla               |  |  |  |
| Suprailiak1              |  |  |  |
| Suprailiak2              |  |  |  |
| Abdomen                  |  |  |  |
| Uyluk                    |  |  |  |
| Medial kalf              |  |  |  |

| Çevre ölçümleri     |  |  |  |
|---------------------|--|--|--|
| Boyun               |  |  |  |
| Biceps (relaks)     |  |  |  |
| Biceps (kontrakte)  |  |  |  |
| Radius-Ulnar(önkol) |  |  |  |
| El bileği           |  |  |  |
| Göğüs               |  |  |  |
| Karın               |  |  |  |
| Kalça               |  |  |  |
| Uyluk               |  |  |  |
| Baldır (kalf)       |  |  |  |
| Ayak bileği         |  |  |  |

| Çap-uzunluk           |  |  |  |                     |  |  |
|-----------------------|--|--|--|---------------------|--|--|
| Biacromial-shoulder   |  |  |  | Femur epikondil diz |  |  |
| Bideltoid             |  |  |  | Humerus epikondil   |  |  |
| Bicristal (iliak)-hip |  |  |  |                     |  |  |
| Bitrokhanter          |  |  |  | Ayak uzunluk        |  |  |

#### Rezidual Volüm (İçerde)

|    | Sudaki ağırlık | Su sıcaklığı | Gaz sıcaklığı °C | % O <sub>2</sub> | %CO <sub>2</sub> | Barometrik Basınç |
|----|----------------|--------------|------------------|------------------|------------------|-------------------|
| 1. |                |              |                  |                  |                  |                   |
| 2. |                |              |                  |                  |                  |                   |
| 3. |                |              |                  |                  |                  |                   |
| 4. |                |              |                  |                  |                  |                   |

DARA.....

MAYO.....