

T.C
GAZİ ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
BEDEN EĞİTİMİ VE SPOR ANABİLİM DALI



**TÜRK ERKEK HENTBOL MİLLİ TAKIMINDA
ANAEROBİK GÜÇ-KAPASİTE, KALP ATIM HIZI İLE
VÜCUT KOMPOZİSYONU
ARASINDAKİ İLİŞKİNİN İNCELENMESİ**

DOKTORA TEZİ

MURAT BİLGE

TEZ DANIŞMANI
PROF. DR. YAŞAR SEVİM

ANKARA
KASIM 2007

T.C
GAZİ ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
BEDEN EĞİTİMİ VE SPOR ANABİLİM DALI



**TÜRK ERKEK HENTBOL MİLLİ TAKIMINDA
ANAEROBİK GÜÇ-KAPASİTE, KALP ATIM HIZI İLE
VÜCUT KOMPOZİSYONU
ARASINDAKİ İLİŞKİNİN İNCELENMESİ**

DOKTORA TEZİ

HAZIRLAYAN
MURAT BİLGE

TEZ DANIŞMANI
PROF. DR. YAŞAR SEVİM



Bu tez Kırıkkale Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi tarafından 2006-51 proje numarası ile desteklenmiştir.

ANKARA
KASIM 2007

T.C
GAZİ ÜNİVERSİTESİ
Sağlık Bilimleri Enstitüsü

Beden Eğitimi ve Spor Ana Bilim Dalı Doktora Programı
Çerçevesinde yürütülmüş olan bu çalışma aşağıdaki jüri tarafından
Doktora Tezi olarak kabul edilmiştir.

Tez Savunma Tarihi : 14 / 11 / 2007

İmza
Prof Dr YAŞAR SEVİM
Gazi Üniversitesi
Jüri Başkanı

İmza
Prof Dr GÜLFEM ERSÖZ
Ankara Üniversitesi

İmza
Prof Dr MEHMET KUTLU
Kırıkkale Üniversitesi

İmza
Prof Dr EMRE EROL
Gazi Üniversitesi

İmza
Yrd Doç Dr SERDAR ELER
Gazi Üniversitesi

İÇİNDEKİLER

KABUL VE ONAY	i
İÇİNDEKİLER	ii
GRAFİKLER	v
ŞEKİLLER	vi
RESİMLER.....	vii
TABLolar	viii
SEMBOLLER, KISALTMALAR.....	ix
ÖNSÖZ	x
1. GİRİŞ	-1-
2. GENEL BİLGİLER.....	-3-
2.1. Sportif Aktivitelerde Enerji Kaynakları	-3-
2.1.1. ATP (ADENOZİN TRİFOSFAT)	-4-
2.1.2. ATP-CP Sistemi	-7-
2.1.3. Laktik Asit Sistemi	-8-
2.1.4. Aerobik Sistem	-11-
2.2. Anaerobik Dayanıklılık	-16-
2.2.1. Anaerobik Dayanıklılık İçin Antrenman Ölçütleri	-17-
2.3. Sporda Kullanılan Fiziksel Uygunluk Testleri	-18-
2.3.1. Wingate Bisiklet Testi.....	-19-
2.3.1.1. Wingate Testinin Fizyolojik Temeli	-19-
2.3.1.2. Wingate Testinin Güvenirliği.....	-20-
2.3.1.3. Metod	-20-
2.3.1.4. Test Protokolü	-20-
2.3.1.5. Şiddet Seçimi	-22-
2.3.1.6. Zamanlama ve Sayma İşlemi.....	-22-
2.3.1.7. Ölçümler.....	-23-
2.3.1.8. Hesaplamalar	-23-
2.3.1.9. Tartışma ve Sonuçlar	-26-
2.4. Kalp Atım Hızı	-27-
2.4.1. Kalp Atım Hızı ve Kalp Debisi	-29-
2.4.2. Maksimal Atım Hızı	-29-

2.4.3. Kalp Atım Hızını Etkileyen Faktörler.....	-31-
2.4.4. Kalp Atım Hızı ve Steady State	-43-
2.4.5. Kardiyovasküler Sistemin Egzersize Karşı Reaksiyon	-44-
2.5. Vücut Kompozisyonu	-48-
2.5.1. Vücut Kompozisyonu Ölçüm Nedenleri.....	-52-
2.5.2. Vücut Kompozisyonunu Etkileyen Faktörler	-52-
2.5.3. Vücut Kompozisyonu Ölçüm Yöntemleri	-55-
2.5.4. Bioelektrik İmpedans Analizi Tekniği.....	-56-
3. GEREÇ VE YÖNTEM	-67-
3.1. Araştırmaya Katılan Grupların Özellikleri	-67-
3.2. Deney Protokolleri.....	-68-
3.2.1. Wingate Bisiklet Testi.....	-68-
3.2.2. Kalp Atım Hızı Ölçümleri	-70-
3.2.3. Vücut Kompozisyonu Ölçümleri	-72-
3.3. İstatistiksel Analiz.....	-74-
3.3.1. Araştırmanın Deseni	-75-
3.3.2. Verilerin Analizi	-75-
4. BULGULAR.....	-77-
4.1. Tanımlayıcı İstatistikler.....	-77-
4.2. Anaerobik Güç – Anaerobik Kapasite, Vücut Kompozisyonları ve Kalp Atım Hızları Arasındaki İlişki.....	-78-
4.2.1. Anaerobik Kapasite (ANC) ile Ortalama Kalp Atım Hızı (KAH _{ort}) ve Vücut Kompozisyonu Ölçümleri	-78-
4.2.2. Anaerobik Güç (ANP) ile Maksimal Kalp Atım Hızı (KAH _{max}) ve Vücut Kompozisyonu Ölçümleri.....	-79-
4.2.3. Anaerobik Güç (ANP) – Anaerobik Kapasite (ANC) Ölçümlerinin Vücut Kompozisyonuna Etkisi.....	-80-
4.2.4. Korelasyonlar Arasındaki Farkların Karşılaştırılması	-81-
4.3. Anaerobik Güç – Anaerobik Kapasite, Kalp Atım Hızı ve Vücut Yağ Oranlarının Karşılaştırılması.....	-83-
4.4. Anaerobik Kapasite (ANC) Ölçümlerine İlişkin Zamana Bağlı Değerlerin Gruplar Arasında Karşılaştırılması	-84-
4.5. Kalp Atım Hızı Ölçümlerine İlişkin Zamana Bağlı Değerlerin Gruplar Arasında Karşılaştırılması	-88-
5. TARTIŞMA	-93-
6. SONUÇ	-103-
ÖZET	-105-

SUMMARY.....	-107-
KAYNAKLAR	-109-
EKLER.....	-119-
EK 1.Türk Erkek Hentbol Milli Takım Test Sonuçları	-119-
EK 2. Kontrol Grubu Test Sonuçları.....	-121-
EK 3. Bireysel Test Sonuç Ve Doküman Örneği.....	-123-
EK 4. İstatistiksel Analizler - Tablolar ve Grafikler.....	-124-
ÖZGEÇMİŞ	-148-

Grafikler

Grafik 1. Enerji Sistemlerinin Zamana Bağımlı Kullanımı.....	12
Grafik 2. Enerji Kaynaklarının Zamana Bağımlı Kullanımı	15
Grafik 3 : Artan İş Yüğü İle Birlikte Kah'ndaki Değişimler.....	29
Grafik 4 : Günlük Zaman Dilimlerinde Vücut Isısı Değişimi.....	31
Grafik 5 : Günlük Zaman Dilimlerinde Vücut Isısı Değişimi.....	31
Grafik 6 : Yerçekimi – Kah Etkileşim Grafiği	32
Grafik 7 : Hava Sıcaklığındaki Değişimin Kah Üzerine Etkisi	33
Grafik 8 : Hava Sıcaklığındaki Değişimin Kürekçide Dinlenim Kah Üzerine Etkisi	34
Grafik 9 : Yağmurun Kah Üzerine Etkisi.....	34
Grafik 10 : Farklı Malzemelerin Kah Üzerine Etkisi.....	35
Grafik 11 : Marihuana Kullanımının KAH Üzerine Etkisi	36
Grafik 12 : Kalp Atım Hızı Ve Yükselti İlişkisi Grafiği	36
Grafik 13 : Kalp Atım Hızı Ve Yükselti İlişkisi Grafiği	37
Grafik 14 : Kalp Atım Hızı Ve Yükselti İlişkisi Grafiği	37
Grafik 15 : Duygusal Örüntülerin Kah Üzerine Etkisi	38
Grafik 16 : Yaşla Beraber Kalp Atım Hızının Egzersiz Türü İle Birlikte Optimal Düzeyi ..	38
Grafik 17 : Düşük Şiddetli Egzersizde Kah'nın Cinsiyete Göre Farklılık Grafiği	39
Grafik 18 : Farklı Ritimli Egzersizlerde Kah-Hız-Solunum Frekansı Ve Epo Grafiği.....	40
Grafik 19 : Günlük Zaman Dilimlerinde Kah Değişimi	40
Grafik 20 : Sigara Kullanımının KAH Üzerine Etkisi.....	41
Grafik 21 : Antrenmanın Sedanterlerde KAH Ve Oksijen Tüketimi Etkisi	42
Grafik 22 : Egzersiz Ve KAH	43
Grafik 23 : Antrenmanlı Ve Antrenmansız Kişilerde Egzersiz Ve KAH - Kalp Debisi - Atım Hacmi Grafikleri.....	45
Grafik 24 : Aerobik Egzersize Kronik KAH Uyumu.....	46
Grafik 25 : Standart Yetişkinler İçin Vücut Yağ % Oranları.....	49
Grafik 26: Branşlarda Vücut Yağ Yüzde Oranlarının Cinsiyete Göre Farklılıkları.....	50
Grafik 27: Amerika Birleşik Devletlerinde Genel Populasyonla, Olimpik Puz Pateni Sporcuları Arasındaki Vücut Kompozisyonu Farklılıkları	50
Grafik 28. BİA Ve MR Yöntemlerinin Karşılaştırılması	63
Grafik 29. Çocuklar İçin Vücut Yağ % Referans Aralığı(BİA)	64
Grafik 30. Erkek Çocuklar İçin Vücut Yağ % Referans Aralığı(BİA).....	65
Grafik 31: Kız Çocuklar İçin Vücut Yağ % Referans Aralığı(BİA)	66
Grafik 32 Anaerobik Kapasite (ANC) Ölçümlerindeki Değişim.....	86
Grafik 33. Kalp Atım Hızlarındaki Değişmeler	90

Şekiller

Şekil 1. Nabız Ölçüm Yerleri	28
Şekil 2. Normal Erkek Ve Kadında Vücut Kas Ve Yağ Değerleri	51
Şekil 3 : Elden Ayağa BİA Ölçüm Tekniği	60
Şekil 4 : Elden Ele BİA Ölçüm Tekniği	60
Şekil 5 : Ayaktan Ayağa BİA Ölçüm Tekniği.....	60
Şekil 6 : Polar S 810 Göğüs Kemer (Transmitter)	70
Şekil 7 : Transmitterin Takılışı	71
Şekil 8 : Tanita Body Composition Analyzer TBF – 300.....	82

Resimler

Resim 1. Antropometrik Temelli Ölçümler	61
Resim 2. 4 Vücut Kompozisyonu Ölçüm Metodu	62
Resim 3 : Türk Erkek Hentbol A Milli Takımı	67
Resim 4 : Türk Erkek Hentbol A Milli Takımı Wingate Testi - I	68
Resim 5 : Türk Erkek Hentbol A Milli Takımı Wingate Testi - 2	69
Resim 6 : Türk Erkek Hentbol A Milli Takımı Wingate Testi – 3.....	69
Resim 7 : Polar S 810 Ve Polar Precision Performance Software	70
Resim 8 : Transmitterin Göğüste Yerleşimi.....	71
Resim 9 : Milli Takım Sporcularında Transmitterin Göğüste Yerleşimi	72
Resim 10 : Milli Takım Sporcularında BIA Ölçümleri.....	73

Tablolar

Tablo 1. Sporda Enerji Kullanım Sistemleri	14
Tablo 2. Enerji Sistemlerinin Karşılaştırılması	15
Tablo 3. Sporda Kullanılan Fiziksel Uygunluk Testleri	18
Tablo 4. Wingate Test Protokolü	21
Tablo 5. Wingate Bisiklet Testi Karşılaştırmalı Sonuçları	25
Tablo 6. Wingate Bisiklet Testinde ANC Ve Rel ANC Farklılıkları	26
Tablo 7. Aerobik Egzersize Kronik KAH Uyumu.....	46
Tablo 8. Antrenmanın Dinlenme Ve Maksimal KAH Üzerine Kronik Etkisi	46
Tablo 9. Antrenmanın Dinlenme Ve Maksimal KAH Üzerine Kronik Etkisi	47
Tablo 10. Değişik Branşlarda Erkek Ve Bayanda Vücut Yağ % Norm Değerleri	53
Tablo 11. Vücut Kompozisyonu Değerlendirme Yöntemleri.....	55
Tablo 12. BİA Ölçümlerini Etkileyen Faktörler	58
Tablo 13. BİA Tahmin Denklemleri.....	59
Tablo 14. Türk Erkek Milli Takım Sporcularının Araştırmadaki Değişken Değerleri	77
Tablo 15. BESYO Öğrencilerinin Araştırmadaki Değişken Değerleri	78
Tablo 16. ANC, Ortalama KAH İle Vücut Kompozisyonları Arasındaki Korelasyonlar.....	79
Tablo 17. ANP, Maksimum KAH İle Vücut Kompozisyonları Arasındaki Korelasyonlar ..	80
Tablo 18. ANP Ve ANC Ölçümlerinin Vücut Yağ Oranlarının Yordayıcılığına İlişkin Çoklu Regresyon Analizi Sonuçları	81
Tablo 19. Araştırma Değişkenleri Arasında Gruplarda Hesaplanan Korelasyonlar Arasındaki Farkların Analizi İçin Z-Testi Sonuçları	82
Tablo 20. Milli Takım Sporcuları Ve BESYO Öğrencilerinin Anaerobik Güç – Kapasiteleri Arasındaki Farkın T-Testi Sonuçları.....	83
Tablo 21. Milli Takım Sporcuların Ve BESYO Öğrencilerinin Kalp Atım Hızları Arasındaki Farkın T-Testi Sonuçları.....	83
Tablo 22. Milli Takım Sporcuları Ve BESYO Öğrencilerinin Vücut Yağ Oranları Arasındaki Farkın T-Testi Sonuçları.....	84
Tablo 23. Milli Takım Sporcuları Ve BESYO Öğrencilerinin Anaerobik Kapasitelerine Ait Zamana Bağlı Ölçümlerinin Ortalama Ve Standart Sapmaları	85
Tablo 24. Milli Takım Sporcularının Ve BESYO Öğrencilerinin Anaerobik Kapasitelerinin Zamana Bağlı Ölç. Ar. Fark. Anlamlılığı İçin İki Faktörlü Anova Sonuç	87
Tablo 25. Araştırmanın 2x(6) Karışık Desende ANC Puanları İçin Gözenek Ortalamaları Arasındaki Farkların Anlamlılığı Testi Sonuçları	88
Tablo 26. Milli Takım Sporcuları Ve BESYO Öğrencilerinin Kalp Atım Hızlarına Ait Zamana Bağlı Ölçümlerinin Ortalama Ve Standart Sapmaları	89
Tablo 27. Milli Takım Sporcuları Ve BESYO Öğrencilerinin Kalp Atım Hızlarına Ait Zamana Bağlı Ölçümlerinin Ortalama Ve Standart Sapmaları	91
Tablo 28. Araştırmanın 2x(6) Karışık Desende Kalp Atım Hızları (KAH) İçin Gözenek Ortalamaları Arasındaki Farkların Anlamlılığı Testi Sonuçları	92

KISALTMALAR

ADP	.....	Adenozin Difosfat
AH	.....	Atım Hacmi
ANC	.....	Anaerobik Kapasite
ANP	.....	Anaerobik Güç
ATP	.....	Adenozin Trifosfat
ATP-CP	.....	Fosfojen Sistem
BESYO	.....	Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulu
BİA	.....	Bio Elektrik İmpedans Analizi
BMR	.....	Bazal Metabolik Oran
CP	.....	Kreatin Fosfat
F	.....	Yüklenme Şiddeti
FF	.....	Ayaktan Ayağa
FFM	.....	Yağsız Vücut Kütlesi
HF	.....	Elden Ayağa
HH	.....	Elden Ele
KAH	.....	Kalp Atım Hızı
KAH_{max}	.....	Maksimal Kalp Atım Hızı
KAH_{ort}	.....	Ortalama Kalp Atım Hızı
KH	.....	Karbonhidrat
Max VO₂	.....	Maksimal Oksijen Kullanımı
PC	.....	Fosfokreatin
PES	.....	Physical Education and Sport
RPM	.....	Dakika Tekrar Sayısı
SA	.....	Sinoatriyal Node (Düğüm)
SV	.....	Stroke Volüm
TBW	.....	Toplam Vücut Suyu
WHO	.....	Dünya Sağlık Örgütü

ÖNSÖZ

Yıldız takımında sporculukla başlayıp, yaklaşık 24 sene sporculuk ve antrenörlük yaptıktan sonra A Milli Takım Antrenörü olarak hizmet etmeye çalıştığım hentbol sporuna, akademik çalışmalarla destek olup katkıda bulunmaya çalışmak, bireysel misyonlarımdan biri olacaktır. Bu yüzden antrenörü olduğum milli takım üzerinde bu çalışmayı gerçekleştirmiş olmak benim için aynı zamanda büyük bir onur olmuştur.

Tezimin gerçekleşmesi ve yürütülmesinde, katkılarından ötürü akademik yaşantımda örnek aldığım danışmanım; Gazi Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulu Antrenörlük Eğitimi Bölüm Başkanı Öğretim Üyesi Sayın Prof. Dr. Yaşar SEVİM'e teşekkür ederim.

Çalışmanın kurgusunda ve gerçekleşmesinde katkılarını esirgemeyen Ankara Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulu Müdürü Sayın Prof Dr Gülfem ERSÖZ'e minnettarlığımı ifade ederim.

Araştırmayı, Bilimsel Araştırma Projesi kapsamına alarak maddi ve manevi destek sağlayan kurumuma; başta Kırıkkale Üniversitesi Rektörü Sayın Prof. Dr. Ahmet Murat ÇAKMAK olmak üzere, Rektör Yardımcısı ve Bilimsel Araştırmalar Birimi Koordinatörü Sayın Prof. Dr. Sevim ORKUN'a ve Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulu'ndaki mesai arkadaşlarıma teşekkürü borç bilirim.

Çalışmanın istatistiksel değerlendirmelerinde katkı sağlayan Başkent Üniversitesi Eğitim Fakültesi Ortaöğretim Matematik Öğretmenliği Programı Öğretim Üyesi Sayın Doç. Dr. Şener Büyüköztürk'e teşekkür ederim.

Son olarak da, Türk Erkek Hentbol Milli Takımı'nı oluşturan ve Milli Takıma gönülden, karşılıksız hizmet eden, yıllarını bu spora adanmış hentbolcu kardeşlerime testler sırasındaki sonsuz destekleri ve üst düzey performansları için minnettarlığımı ifade ederim.

1. GİRİŞ

Beden, bedenin eğitilmesi ve devamında sportif aktivite olarak karşımıza çıkan hareket kavramı, MÖ 469-399 yıllarında yaşayan Platon'un hocası olan Yunanlı düşünür Sokrates'in "Vücuda güzellik ve güç kazandırmak üzere yerine getirilmesi gereken ahlaki bir ödev" tanımlamasından, acaba artık günümüz bilim adamlarından İsveçli Fizyolog Ostrand'ın "Şampiyon olmak istiyorsanız; annenizi, babanızı iyi seçin" diyerek genetik gerçeğine doğru yönelerek, günümüzde profesyonel sporun katettiği bütün aşamaları da kapsayacak şekilde geçerliliğini sürdürmekte midir? Diğer pek çok alanda olduğu gibi, sporda başarılı olmak için de, genetik üstünlük başlangıç noktası olarak büyük bir avantajdır. Bunun üzerine inşa edilecek doğru ve etkin fizik, teknik ve psikolojik antrenman metodları, seçilmiş sporcunun en üst seviyelere ulaşmasını sağlayabilecektir.

Spor kamuoyunun ve spor camiasının günümüzdeki ilgisi, antik çağlardan beri beden eğitiminin temel amaçları olan; insanın beden ve ruh sağlığını geliştirmek, iradesini güçlendirerek kendi kendine güvenini kazanmasını sağlamak gibi evrensel hedeflerden, performans beklentilerine ve hatta mutlak başarılarla, şampiyonluklara ve rekorlara doğru mesafe kat etmektedir.

Doğal olarak da bu aşamanın sorumluluğu da spor bilimcileri ve araştırmacılarına düşmektedir. Bir salisenin, bir santimetrenin ya da subjektif olarak verilebilecek yüzlerce küçük ayrıntının, performansta belirleyici olduğunu bilen spor bilimcileri de yetenek, motor beceriler, teknik-taktik yeterlilikler, kondisyonel ve psikolojik özellikler ile fizyolojik kapasitelerin yanı sıra vücut kompozisyonu ve antropometrik özellikleri de en ince ayrıntısına kadar araştırmalı ve performans yolunda yeni ufuklar açacak verileri yakalamaya çalışmalıdırlar.

Antik çağlardan beri, üzerinde değişik yorumlara rastlanan, vücut yapısı ile fiziksel aktivite arasındaki ilişki de spor bilimcilerinin sürekli ilgisini çekmekte ve gerek durum değerlendirmesi, gerek karşılaştırmalar, gerekse de performansla ilişkilendirilmesi boyutunda birçok araştırmacının temel amacı olmaktadır.

Sporcuyu yarışmalara hazırlamak, antrenman programını düzenlemek, sporcunun performansını istenilen zamanda en üst düzeye ulaştırmak, her antrenörün tek düşüncesidir. Bu amaçla, bilimsel tabana oturmuş antrenman programları yanında, birim antrenmanda yapılacak yüklenmelerde fizyolojik sınırların bilinmesi ve buna göre yüklenmelerin yapılması gerekmektedir. Yarışmalarda değişik şartlar altında güç üretimi

için, insan organizmasının anatomik, fizyolojik ve psikolojik sistemlerinin üst düzeyde uyum içerisinde çalışması gerekmektedir.

Bu araştırmanın amacı; anaerobik enerji sistemlerinin yoğun olarak kullanıldığı hentbol branşında erkek milli takım sporcularının anaerobik güç-kapasiteleri ile kalp atım hızı ve vücut kompozisyonları arasındaki ilişkinin belirlenmesi ve Beden Eğitimi ve Spor YO'nda okuyan, düzenli olarak performans sporu yapmayan erkek öğrencilerle karşılaştırılmasıdır.

Problemler:

Araştırmanın temel amacı doğrultusunda aşağıdaki sorulara cevap aranmıştır:

1. Mili takım sporcuları ve BESYO öğrencilerinde anaerobik güç - anaerobik kapasite, vücut yağ oranı ve kalp atım hızları arasında anlamlı ilişkiler var mıdır?

- a.) Anaerobik kapasite – Ortalama kalp atım hızı ve vücut yağ oranı arasında anlamlı ilişki var mıdır?
- b.) Anaerobik güç – Maksimal kalp atım hızı ve vücut yağ oranı arasında anlamlı ilişki var mıdır?
- c.) Anaerobik güç ve kapasite ölçümleri, vücut yağ oranlarındaki değişimleri anlamlı bir şekilde etkilemekte midir?
- d.) Anaerobik güç – anaerobik kapasite, kalp atım hızları ve vücut yağ oranları arasında milli takım sporcuları ve BESYO öğrencileri için ayrı ayrı hesaplanan korelasyonlar arasındaki farklar anlamlı mıdır?

2. Milli takım sporcularının ve BESYO öğrencilerinin;

- a.) Anaerobik kapasitelerine ait ANC ve ANP,
- b.) Kalp atım hızlarına ait KAH_{ort} ve KAH_{maks} ,
- c.) Vücut yağ oranları arasında anlamlı fark var mıdır?

3. Milli takım sporcuları ve BESYO öğrencilerinin anaerobik kapasiteleri (ANC) zamana bağlı olarak anlamlı farklılık göstermekte midir?

4. Milli takım sporcuları ve BESYO öğrencilerinin kalp atım hızları (KAH_{ort}) zamana bağlı olarak anlamlı farklılık göstermekte midir?

Araştırmanın Evreni; Türk Erkek Hentbol A Milli takım sporcularıdır. 2008 Avrupa Hentbol Şampiyonası Eleme Grubu'na hazırlanan takımın aday kadrosunun tamamıdır.

Araştırmanın Sınırlılıkları; Araştırma evreninin tamamına ulaşılmıştır.

Kontrol Grubunun Özellikleri: Kırıkkale Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulunda okuyan ve düzenli olarak performans sporu yapmayan 22 erkek öğrenci kontrol grubu olarak araştırmaya dahil edilmiştir.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Sportif Aktivitelerde Enerji Kaynakları

İş yapabilme kapasitesi veya ortaya koyabilme yeteneği olarak tanımlanan “enerji”, doğada kendini altı farklı formda gösterir;

1. Kimyasal enerji
2. Mekanik enerji
3. Isı enerjisi
4. Işık enerjisi
5. Elektrik enerjisi
6. Nükleer enerji

Her birinin, bir diğerine dönüşebildiği enerji türleri arasında, sportif aktivitelerde geçerli olan; kimyasal enerjinin, mekanik enerjiye dönüşümüdür.^{37,43,51,52,65,69}

Organizmada, her çeşit hücre aktivitesi gibi kas aktivitesi de enerjiye ihtiyaç gösterir. Organizma gerekli enerjiyi besinlerden temin etmektedir. Bu besinler; karbonhidratlar (KH), yağlar ve proteinlerdir. Ancak sportif faaliyetlerde KH'lar ve yağlar ön planda yer alırlar, proteinler daha çok aşırı açlık gibi durumlarda enerji kaynağı olarak kullanılır.^{43,45,52,65,69}

Sportif hareketin en önemli konulardan biri, insan vücudundaki enerji üretim mekanizmasıdır. Çünkü insan vücudunun çeşitli

hareketleri yapabilmesi, sahip olduğu enerji kapasitesine bağlıdır. İnsan hareketleri çok çeşitlidir; 2-3 saniyelik ani ve çok hızlı enerji üretimi gerektiren sıçrama hareketinden, iki saat kadar süren maraton koşusuna veya tenis karşılaşması gibi uzun süreli ancak daha yavaş enerji üretimi gerektiren hareketlere kadar farklılaşır. ^{45,65,84,95}

Egzersiz süresinde, kasların işlevi, elde edebildiğı KH miktarına bağımlıdır ve kaslar KH metabolizması için sistemlerini geliştirmiştir. Enerji eldesi için KH'lar önce glukozu dönüştürürler ve kan yoluyla tüm vücut dokularına taşınırlar. Dinlenme koşullarında kaslar ve karaciğer tarafından alınır ve kompleks bir şeker molekülüne dönüştürölür (glikojen). Glikojen, hücre sitoplazmasında, hücre tarafından ATP formunda kullanılıncaya kadar depo edilir. Glikojen, glukozu dönüştürölmek üzere, karaciğerde de depo edilir, gerektiğinde kan tarafından aktif dokulara taşınır ve orada metabolize edilir. Kas ve karaciğer glikojen depoları, diyetin özelliğine bağımlıdır, şayet diyet yeterli miktarda KH içermese, bu rezervler sınırlıdır. KH rezervlerinin yeniden doldurulması için, nişastalı ve şekerli besinlere ihtiyacımız vardır. KH'lı besinlerin diyetle yetersiz bulunması, kası ve karaciğeri öncelikli enerji kaynağından yoksun bırakacaktır. ^{43,45,52,69}

Sportif aktivitelerde, KH'ların yanında yağlar da enerji kaynağı olarak kullanılırlar. Vücut, KH'lardan sentezlediğı yağın fazlasını depo eder. Vücudun yağ rezervleri KH'tan çok fazladır. Fakat yağlar hücre metabolizması için daha az yararlanılabilir enerji kaynağıdır, çünkü yağların önce kompleks yağ formu olan trigliseritten, temel komponentleri olan; gliserol ve serbest yağ asitlerine dönüştürölmesi gerekir. Çünkü ATP eldesi yalnızca serbest yağ asitlerinden sağlanabilir. ^{69,107}

2.1.1. ATP (Adenozin Trifosfat)

Enerji, temel olarak yiyeceklerin vücutta oksijen ile yakılması (oksidasyonu) sonucu oluşur. Fakat, enerji yiyeceklerin bu şekildeki oksidasyonu ile hemen üretilmez. Karbonhidrat, yağ ve protein adını verdiğimiz besin maddelerinin kimyasal bağları arasında depolanan kimyasal enerji, bu besin maddelerinin enzimlerce kontrol edilen karmaşık kimyasal reaksiyonlarla parçalanması sırasında yavaş ve az miktarda serbest bırakılır. Açığa çıkan bu serbest enerjiye adenozintrifosfat (ATP) denir. ^{51,95}

Kimyasal enerjinin mekanik enerjiye dönüşü sırasında, besin maddelerinin parçalanması ile oluşan enerji iş yapımında kullanılmaz, yani direkt olarak mekanik enerjiye dönüştürülemez. Bu enerji, kasta depo

edilen ATP kimyasalının yapımında görev alır. Hücre fonksiyonlarını yerine getirebilmek için sadece, ATP'nin parçalanması ile oluşan enerji kullanılabilir. Vücut hücrelerindeki enerji oluşumunun tamamına yakında enerji oluşumu, adenozin trifosfat (ATP) molekülü sayesinde olmaktadır. Hücre içerisinde depo olarak bulunan ATP miktarı sınırlı olup, sporcunun günlük aktivitelerinin şiddetine ve süresine bağlı olarak devamlı bir şekilde yenilenmektedir.^{37,43,51,52}

Besin maddelerinin içerisinde bulunan ve parçalanmaları sırasında açığa çıkan kimyasal enerji, direkt olarak iş için kullanılmaz. ATP kimyasal bileşimi oluşturmak için kullanılır. ATP vücutta bulunan tüm kas dokusu hücrelerinin içinde depolanır. Gerekli durumlarda ATP'nin kimyasal olarak parçalanması, depolanmış enerjinin açığa çıkmasını sağlar. ATP 'ye bağlı fosfat bağlarından birinin parçalanması sonucu, ATP bileşimi adenozindifosfata (ADP) dönüşür ve bir fosfat molekülü ile serbest enerji açığa çıkar. Bu serbest enerji de, hücrelerin büyümesi, kasların kasılması, sinir uyarısı ve salgılama gibi gerekli fizyolojik işlerde geçerlidir.^{72,95}

Organizma için gerekli olan enerjinin oksijensiz ortamda bir dizi kimyasal reaksiyonlar ile elde edilmesine “anaerobik”, oksijenli bir ortamda elde edilmesine “aerobik” metabolizma denir. ATP' nin yeniden sentezlenmesi için gerekli enerji, aerobik / anaerobik metabolizma yolu ile sağlanmaktadır. Bu kimyasal reaksiyonlarda, daha önce sindirim sistemi ile alınan besin maddeleri aerobik ve anaerobik yollarla metabolize olmaktadır.^{43,51,52,65}

ATP, adenozin adı verilen kompleks bir elemandan ve bu maddeye bağlı üç fosfat grubundan oluşur. Enerji ise, bu fosfat gruplarını birbirine bağlayan kimyasal bağlar arasında depolanır. ATP bileşimi içerisinde sonda yer alan iki fosfat bağı, yüksek enerjili bağlar olarak tanımlanır. Bu fosfat bağlarından biri parçalandığında, serbest enerji adı verilen ve iş yapmakta kullanılan enerji açığa çıkar. Aynı zamanda, ATP bileşimi ADP molekülüne ve serbest fosfata (Pi) dönüşür. Bir ATP molekülünün parçalanması sonucu yaklaşık 7 ile 12 kcal arasında enerji açığa çıkar.^{7,95}

Organizmada ATP üretim mekanizmalarına bakıldığında, hücreler tarafından yapılan işin biçiminin hücrenin tipine göre değişiklik gösterdiği görülür. Örneğin, mekanik iş (kas kasılması) kas hücreleri (düz kas, iskelet ve kalp kası) tarafından yapılır; sinir uyarıları sinir hücreleri tarafından oluşturulur; salgılama salgı hücreleri (endokrin bezleri) tarafından gerçekleştirilir. Bu nedenle, ATP molekülünün hücre içerisine düzenli olarak sağlanması gerekir. İnsan vücudunda, besin maddelerinin kimyasal reaksiyonlar ile parçalanması sonucu ortaya çıkan ATP bileşimini üretmek için değişik metabolik yollar mevcuttur.^{65,69,95}

Çok az miktarda depolanmış halde kas hücrelerinde bulunan ATP molekülü, devamlı olarak değişik hızlarda kullanılmaktadır. Bu nedenle, kullanıldığı hızda derhal üretilerek yerine konulması gerekir. Aksi takdirde, yapılan iş (hareket) devam ettirilemez. Örneğin, sürat, sıçrama veya atma gibi aktiviteler çok hızlı tempoda ATP parçalanması gerektirir; yani çok kısa bir zaman biriminde, çok fazla sayıda ATP molekülü parçalanır. Fakat maraton gibi uzun süreli ve düşük tempodaki aktivitelerde, ATP molekülü daha yavaş bir hızda parçalanır. Bununla birlikte, maraton koşusu sonunda harcanan toplam ATP molekülü sayısı, 100 m koşusu sonunda harcanan toplam ATP molekülü sayısından çok daha fazladır. Bu iki egzersiz tipi arasındaki fark, ATP molekülü kullanma temposundadır. Bu nedenle ATP molekülü yapılan işin şekline göre çok hızlı veya daha yavaş bir şekilde hücrelere temin yoluna gidilmelidir.^{95,107}

Metabolizma, insan vücudunda tüketilen yiyeceklerden enerji üretme (örneğin; dönüştürme ve depolama), büyüme ve doku kaybı, enerji kullanımı ve bunun gibi bir çok kimyasal olay içeren kimyasal reaksiyonları ifade ederken, sporcunun yeterli kolaylık ve verimlilikle performans göstermesini sağlayan enerji üretme, depolama ve kullanma olayları spor fizyolojisinin önemli araştırma konularından biri olmuştur.^{65,95}

İnsan vücudunda enerji besinlerden üretilir ve ATP formunda depolanır. **Aerobik metabolizma:** karbonhidratların, yağların ve gerekirse proteinlerin, oksijen varlığında tamamen parçalanarak karbondioksit ve suya dönüşümleri ile sonuçlanan bir seri kimyasal reaksiyondan oluşur ve bu parçalanma sırasında ATP molekülü üretilir. Oksijen kullanılarak oluşan bu kimyasal reaksiyonlar, hücre içinde mitokondri adı verilen bir organel içerisinde meydana gelir ve bu kimyasal olaylara "oksidasyon" adı verilir.^{37,43,51,70,84,95}

Anaerobik metabolizma: Sadece karbonhidratların (yağlar ve proteinler hariç) oksijen kullanılmadan kısmen parçalanması ile bir ara maddeye (laktik asit) dönüşümünü içerir. Bu metabolizma ile aerobik metabolizmaya oranla çok daha az miktarda enerji üretimi gerçekleşir. Anaerobik metabolizmada oksijen kullanılmadan enerji üretimi söz konusudur.^{37,43,51,70,84,95}

ATP depoları yapılan fiziksel etkinliğin türüne göre üç enerji sistemiyle yenilenebilir.

1. ATP-CP veya fosfojen sistemi
2. Laktik asit veya anaerobik glikoliz sistemi
3. Oksijen sistemi

İlk iki sistem, (ATP-CP - fosfojen sistemi ve laktik asit - anaerobik glikoliz sistemi) anaerobik sistemlerdir. Üçüncü sistem olan oksijen sistemi ise, adından da anlaşılacağı üzere, aerobik sistemdir.

2.1.2. ATP-CP Sistemi (Anaerobik alaktik)

ATP ve kreatin fosfat (CP veya PC), kasların içinde bir miktar depo edilmiş halde bulunurlar. Kısa süreli maksimal egzersizler en fazla 15 saniye süren), depo edilmiş olan bu fosfojenlerin parçalanmaları ile açığa çıkan enerji tarafından gerçekleştirilir. Çünkü yüksek şiddetteki aktiviteler sırasında, ATP oldukça hızlı bir şekilde kullanılır ve organizmanın oksijen sistemi bu kadar hızlı bir tempoda ATP üretme becerisine sahip değildir. Bu nedenle, ATP 'nin çok hızlı bir şekilde üretilmesinin önemli olduğu acil enerji gereksinimi durumlarında, kas içinde depolanmış olan enerjiden zengin CP bileşimi, ATP 'nin sentezinde kullanılır.^{37,43,51,70,84,95}

Kasta sadece az bir miktar ATP depolanabildiğinden, enerji tüketimi yorucu fiziksel etkinlik olduğunda oldukça hızlı olur. Buna karşılık, kreatin fosfat (CP) ya da aynı biçimde kas hücresinde bulunan fosfokreatin, kreatin (C) ve fosfat (P) olarak ayrışırlar. Bu süreç ADP+P'yi ATP'ye dönüştürmekte kullanılan enerjiyi ortaya çıkarır ve sonra bir kez daha ADP+P'ye dönüştürülerek kassal kasılma için gereken enerjinin ortaya çıkmasını sağlar. CP'nin C+P'ye dönüşmesi kassal kasılma için doğrudan kullanılabilen bir enerji sağlamaz. Daha çok, bu enerji ADP+P'nin ATP'ye dönüştürülmesinde kullanılmaktadır.^{13,65}

Kaslarda depolanmış olan CP 'nin parçalanması ile açığa çıkan enerji, ADP ve Pi'nin (kas kasılması sırasında ATP'nin kullanıldığı hızda) bir araya gelmesi ile yeniden elde edilir. Her bir mol CP parçalanması sonucu bir mol ATP oluşur. Bu şekilde elde edilen enerjinin miktarı oldukça azdır ve bir kaç saniye süren çok. kısa süreli aktiviteler için kullanılabilir. Örneğin, tam sürat egzersizlerinde veya çok kısa süreli yüksek şiddetli tekrarlanan aktiviteler sırasında, kas içindeki CP depoları çok hızlı şekilde azalır ve bu nedenle 10-30 saniye içinde yorgunluk ortaya çıkar. Fakat, CP dinlenme sırasında çok çabuk bir şekilde rejenere edilebilir.^{37,43,52,69,84,95}

ATP hücrelere kan veya bir başka doku tarafından sağlanamaz. Bu nedenle, her hücre içerisinde ATP üretimi ve tekrar sentezlenmesi söz k6nusudur. Vücuttaki ATP depoları yaklaşık 85 gramdır. Bu miktar maksimum bir egzersizi ancak bir kaç saniye devam ettirebilmeyi sağlar. Ancak, ATP 'nin tekrar sentezlenmesini sağlayan CP depoları, ATP depolarından 3-5 kat daha fazladır ve bu nedenle CP, enerjiden zengin fosfat rezervi görevi görür.^{70,95,107}

Kaslar içindeki depolanabilen toplam fosfojen depoları (ATP ve CP) bayanlarda ortalama 0.3 mol, erkeklerde ortalama 0.6 mol kadardır. Bu depolardan elde edilen enerji, yaklaşık 10-15 saniye süren şiddetli aktiviteler için yeterlidir. Bu nedenle, bu sistemden elde edilebilecek enerji, başlangıçtaki ATP-CP depolarının miktarı ile sınırlıdır. Örneğin, 200 m sürat koşusu sonunda, çalışan kaslardaki fosfojen depoları oldukça düşük düzeye iner. Ancak ATP-CP sistemi ne kadar enerji üretilebildiğinden daha çok, ne kadar hızlı enerji üretilebildiği ve egzersizin sonlandırılmasından sonraki 2-3 dakikalık dinlenme sırasında, CP depolarının ne kadar çabuk yenilenebildiği konuları açısından oldukça önemlidir. CP kas hücrelerinde sınırlı bir düzeyde depolandığı için, enerji bu sistem tarafından yaklaşık 8-10 s için sağlanır. Bu sistem, atletizmdeki 100 m koşu, dalma, halter, atlama ve atma, cimnastikteki atlama gibi oldukça hızlı ve ani etkinlikler için temel enerji kaynağıdır.^{13,95}

Bu durum insan vücudunun yapabileceği hareketlerin çeşitliliği açısından oldukça önem taşımaktadır. Örneğin; sürat koşusu, atlama, atma, vurma ve buna benzer birkaç saniyelik hareketlerin tümünün yapılabilmesi için gerekli enerji temel olarak fosfojen sisteminden sağlanır.^{13,95}

2.1.3. Laktik Asit Sistemi (Anaerobik laktik)

Sportif aktivitede glikojenin parçalara ayrılması sırasında oksijenin olmaması nedeniyle iki pirüvik asit molekülü oluşur. Ortamda oksijen olmadığı için sitrik asit döngüsüne giremeyen pirüvik asit yan ürün adı verilen laktik aside dönüşür. Bu arada 3 mol ATP oluşur. Bu yolla ATP oluşturulurken son ürün olarak ortaya laktik asit çıkmasından dolayı bu sisteme laktik asit sistemi adı verilir. Çok uzun bir süre, yüksek şiddette bir etkinlik sürerse, kasta büyük miktarlarda laktik asit toplanıp yorgunluğa neden olur. Bu ise fiziksel etkinliğin kesilmesine yol açar.^{13,51,52,65}

Anaerobik laktik sistemde glukoz (karbonhidratların kaslarda kullanılabilir hali) oksijen yokluğunda kısmen parçalanarak pirüvik asite dönüşümü sırasında kimyasal reaksiyonlarla oluşan bu parçalanma sırasında ATP üretilir. Kaslarda bu sırada yeterli oksijen bulunmuyor ise, oluşan pirüvik asit laktik aside dönüşür ve kaslarda laktik asit birikmeye başlar. Bu nedenle, bu sisteme anaerobik glikoliz (glukozun oksijen kullanılmadan parçalanması) veya laktik asit sistemi (sonuçta laktik asit oluştuğu için) adı verilir.^{95,107}

Pirüvik asit oluştuğu zaman, eğer kaslarda yeterli miktarda oksijen bulunuyor ise, pirüvik asit laktik aside dönüşmez ve daha sonra

anlatılacak olan oksijen sistemi içerisine girerek karbondioksit ve suya dönüşür.^{51,72,95}

Karbonhidratlar vücutta glukoz adı verilen basit şekere dönüşür. Glukoz ya hemen kullanılır ya da daha sonra kullanılmak üzere kaslarda ve karaciğerde glikojen olarak depolanır. Burada karbonhidrat, glukoz, glikojen ve şeker kelimeleri aynı anlamda kullanılacaktır. Laktik asit ise, anaerobik metabolizma sonucu oluşan atık bir maddedir.^{51,72,95}

Glukozun oksijen kullanılmadan parçalanması sonucu oluşan laktik asit kaslarda birikmeye başladığında ve yüksek miktarlara eriştiğinde, kaslarda yorgunluk ortaya çıkar. Çünkü insan vücudu ancak belli miktardaki laktik asit konsantrasyonunu tolere edebilir. İstirahat sırasında kanda bulunan laktik asit miktarı yaklaşık 1 mmol/L olarak kabul edilir.^{51,72,95}

Yüksek şiddette bir egzersiz sırasında kandaki laktik asit miktarı 16~20 mmol/L 'ye kadar yükselebilmektedir. Kasta ise, bu oran daha büyük miktarlara ulaşmaktadır. Kaslarda laktik asit birikiminin gerçekleşmesi ile birlikte vücudun asit-baz dengesi bozulur ve vücutta asidik bir ortam oluşur. Bu asidik ortam, bir takım fizyolojik fonksiyonları etkiler; insan vücudunun normal çalışması engellenir ve erken yorgunluk oluşur.^{69,84,95}

Anaerobik laktik sisteminde, laktik asit oluşumu erken yorgunluğa neden olduğu için, bu sistemin olumsuz bir yönü olarak değerlendirilir. Bu sistemin bir başka dezavantajı ise, sonuçta açığa çıkan enerji miktarıdır. Bu sistemde, kaslarda depolu bulunan glikojenden elde edilen bir mol glukoz molekülünün anaerobik olarak parçalanması sonucu, en fazla 3 mol ATP retilir. Eğer kan glukozu enerji kaynağı olarak kullanılır ise, 2 mol ATP retilir. Aradaki 1 mol ATP farkı kan glukozunun metabolize edilmesi için harcanır. İleride açıklanacağı gibi, bir mol glukoz molekülü aerobik olarak (oksijen kullanılarak) parçalandığı zaman ise, 39 mol ATP üretilir. Özetle, bir mol glukozdan anaerobik sistem yolu ile 3 mol ATP elde edilirken, aerobik sistem yolu ile 39 mol ATP elde edildiği kabul edilir.^{37,43,51,82,95,107}

Glukozun glikojenden ayrılmasından sonra laktik asit oluşumu aşamasına kadar parçalanması, bir dizi kimyasal reaksiyon sonucu oluşur. Glikolitik reaksiyonlar adı verilen bu olaylar 12 kimyasal reaksiyonu içerir ve her kimyasal reaksiyon bir spesifik enzim (katalizör, hızlandırıcı, kolaylaştırıcı) gerektirir. Bu enzimlerden reaksiyonları kontrol edici roloynayanlar [rneğin, fosfofruktokinaz (PFK), heksokinaz (HK), pirüvat kinaz (PK) ve laktat dehidrogenaz (LDH) enzimleri] özellikle önemlidir. Bu enzimleri etkileyen her şey, glikolitik reaksiyonları da etkiler. Örneğin, bu reaksiyonlar sonucu oluşan laktik asit, kaslarda belli bir seviyenin üzerinde birikmeye başladığı zaman PFK enzimini inhibe eder

(engeller). Aktivitesi azalmış olan PFK, katalize etmesi gereken reaksiyonu katalize edemez ve glikolitik reaksiyonlar zinciri devam edemez. Bu nedenle ATP üretilemez ve ATP üretilemediğinden egzersiz için gerekli enerji elde edilemez. Sonuçta organizma, egzersizi devam ettiremez duruma gelir ve bu durumda yorgunluk adı verilen durum ortaya çıkar.
37,43,51,82,95,107

Toparlanma sırasında laktik asit vücuttan aşağıdaki şekillerde atılır;

1. Laktik asit karbonhidratların parçalanması sonucu ortaya çıkan bir ürün olduğundan, tekrar karbonhidratlara geri dönüştürülür. Bir başka anlatımla, yüksek şiddetteki 1-3 dakikalık egzersizler sonucu kaslarda oluşan laktik asit, karaciğerde ve kaslarda tekrar glukoz veya glikojene dönüştürülür. Bu yolla, birikmiş olan toplam laktik asitin % 18'i metabolize edilebilir.

2. Birikmiş olan laktik asitin büyük bir kısmı (% 72) ise, kaslarda oksijen ile okside olur ve enerji olarak kullanılır. Bir başka deyişle, oksijen var olduğu sürece, laktik asit pirüvik asite geri dönüşür ve oksijen sistemi içerisinde kullanılarak enerji elde edilir.³¹

Laktik asit sistemi, bütün sporcular için diğer anaerobik enerji sistemi olan ATP-PC sistemi gibi oldukça önem taşır. Bu sistem aynı ATP-PC sistemi gibi çok acil durumlarda devreye girer ve çok hızlı bir şekilde ATP elde edilmesini sağlar. Özellikle 1-3 dakika süren yüksek şiddetteki egzersizler sırasında gerekli olan enerji (ATP), laktik asit (anaerobik glikoliz) sistemi sayesinde elde edilir.^{37,43,51,82,95,107}

Bu sisteme örnek olarak verilebilecek sportif örneklerde, yaklaşık 40 s kadar olan aktiviteler verilir ki bunlar doğaları bakımından yüksek şiddettedirler (200 m-400 m koşusu, 500 m hız pateni, bazı cimnastik dalları). Enerji ilk olarak 8-10 s boyunca ATP-CP sistemince ve bundan sonra laktik asit sistemince karşılanır. Laktik asit sistemi, kas hücreleri ve karaciğerdeki glikojeni parçalara ayırarak, ADP+P'den ATP oluşturmak üzere enerjiyi serbest bırakır.^{13,65,95}

Özet olarak, anaerobik glikoliz veya laktik asit sisteminin kullanılması ile;

- a) Yorgunlukla sonuçlanan laktik asit oluşumu meydana gelir.
- b) Oksijen kullanımı gerekmez.
- c) Sadece karbonhidratlar (glukoz ve glikojen) enerji kaynağı olarak kullanılır.

d) Çok az miktarda enerji (3 mol ATP) üretilebilir.

2.1.4. Aerobik Sistem

Oksijenli sistem olarak da adlandırılan aerobik yol, mitokondrilerde besin maddelerinin enerji sağlamak üzere oksidasyonu demektir. Aerobik yol, oksijenin ortamda bulunmasıyla karbonhidrat ve yağların, su ve karbondioksit kadar parçalanması ile enerji elde edilmesini sağlamaktadır.^{37,51,71}

Aerobik sistem temel besin maddeleri olan, karbonhidratlar, yağlar ve proteinlerin oksijen ile tamamen yanarak (parçalanarak) CO₂ ve H₂O'ya dönüştükleri sistemdir. Bu sistem, diğer iki anaerobik sistemden (ATP-CP ve laktik asit) daha karmaşıktır ve çok daha fazla kimyasal reaksiyon gerektirir. Fakat bu sistem sonucunda çok daha fazla enerji (ATP) elde edilir. Örneğin, bir mol glukozdan laktik asit sistemi yolu ile 3 mol ATP üretilirken, aerobik sistemle aynı miktardaki glukozdan (1 mol glukoz = 180 gr) 39 mol ATP üretilir. Bu durum enerji üretimi ile ilgili oldukça önemli bir farklılıktır. Ayrıca, aerobik sistem, yağların enerji kaynağı olarak kullanılabilirdiği tek sistemdir. Bir molekül yağ asidinin oksijenli ortamda parçalanması sonucu karbonhidratlardan çok daha fazla ATP üretimi sağlanır. Örneğin, 1 mol glikojenden 39 mol ATP üretilirken, 1 mol palmitik asitten (1 karbonlu serbest yağ asiti) 129 mol ATP üretilir. Bu nedenle aerobik sistem, enerji üretim miktarı açısından anaerobik sisteme göre çok daha etkili bir sistemdir. Ancak, bu sistem oksijenin varlığını gerektirir. Aerobik sistemde, oksijenin kaslara, hatta kas içindeki mitokondri (hücresinin enerji evi, hücresinin fabrikası) adı verilen özel organelle ulaştırılmış olması gerekir.^{37,43,51,82,84,95,107}

Anaerobik kimyasal olayların hücresinin sitoplazmasında, aerobik (oksijen gerektiren) kimyasal reaksiyonların ise, mitokondrilerin içinde gerçekleştiği unutulmamalıdır.

Kan tarafından taşınan oksijen, kapiller damarlardan hücreler arası sıvıya geçer ve buradan da hücresinin içerisine girer. Hücre içinde sitoplazmada bulunan miyoglobine bağlanarak, mitokondrilerin içine taşınır. Yağ, karbonhidratlar ve gerekirse de proteinler, mitokondride oksijenin kullanıldığı bir seri kimyasal reaksiyonla parçalanarak karbondioksit ve suya dönüştürülürler ve bu arada da ATP üretilir.^{65,69,95}

Kas dokusu, mitokondri ve miyoglobin (hücre içinde oksijen taşıyıcı) adı verilen organeller açısından zengindir. Özellikle, kırmızı kas lifleri çok daha fazla sayıda mitokondri ve miyoglobin içerirler. Bu nedenle bu lifler aerobik kas lifleri olarak da adlandırılırlar. Mitokondri ve miyoglobin sayısının fazla olması, aerobik kimyasal olayların daha fazla

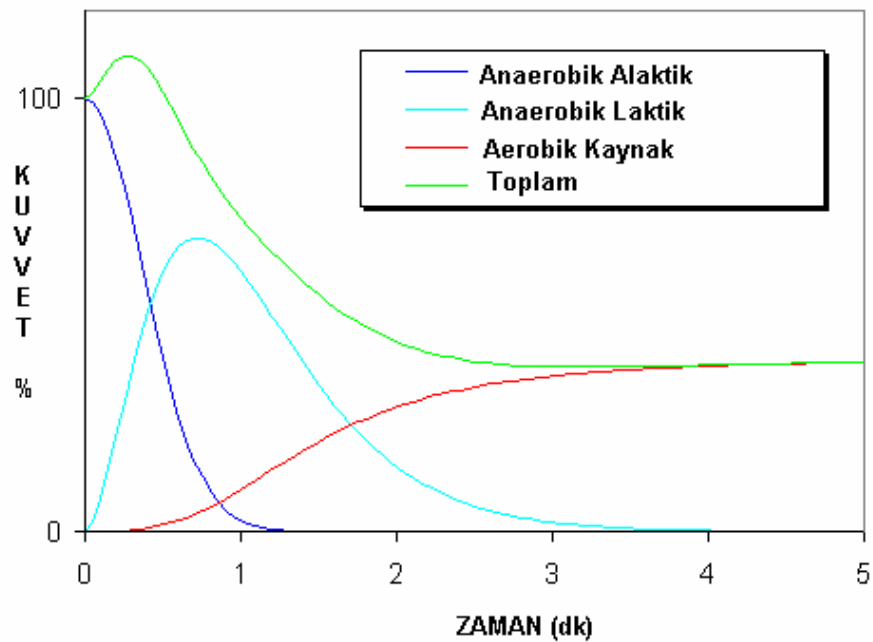
gerçekleşmesi, oksijenin daha çok kullanılması ve dolayısı ile de aerobik yolla daha çok enerji üretimi anlamına gelir.^{52,95}

Aerobik sistemde, diğer 2 anaerobik sisteme göre daha fazla ATP üretilmesinin yanısıra, laktik asit gibi bir yan ürün (atık madde) oluşmaz. Sadece ATP, karbondioksit ve su oluşur. ATP gerekli enerji için kullanılır. Karbondioksit kas hücresinden kana diffüze olur ve akciğerlere taşınarak buradan atmosfere verilir. Ortaya çıkan su ise, hücrenin kendisi için gereklidir, çünkü hücrenin büyük bir kısmını (sitoplazmayı) su oluşturur.⁹⁵

Aerobik sistemde proteinler de parçalanabilir ve ATP üretimine katkıda bulunabilirler. Fakat proteinler, vücutta genellikle enerji kaynağı olarak kullanılmazlar; daha çok hücre yapımı, kan yapımı gibi yapısal işlevler için ve vücudun uzun süreli açlık durumlarında kullanılırlar.

Aerobik sistemin içerdiği kimyasal reaksiyonları şu şekilde sıralayabiliriz:

1. a) Aerobik glikoliz (glukozun oksijenli ortama giriş için parçalanması)
b) Beta-oksidasyon (Yağ asitlerinin oksijenli ortama giriş için parçalanması)
2. Krebs çemberi
3. Elektron transport sistemi



Grafik 1. Enerji Sistemlerinin Zamana Bağımlı Kullanımı ³⁵

Aerobik sistem, ADP+P'den ATP'yi tekrar birleşim haline getirmek üzere enerji üretmeye başlamak için yaklaşık 60-80 s' ye gereksinim duymaktadır. Oksijenle glikojenin parçalara ayrılması için kalp ve solunum hızı, gerekli oksijen miktarını kas hücrelerine taşımak için yeterli derecede artırılmalıdır. Her ne kadar glikojen, hem laktik asit hem de aerobik sistemlerde ATP'yi tekrar birleşim haline getirmek için kullanılan enerjinin kaynağı ise de, aerobik sistem oksijenin varlığında glikojeni parçalara ayırır ve böylece az miktarda ya da hiç laktik asit üretmeyip, sporcunun antrenmanı daha uzun bir süre sürdürmesine olanak sağlar. ¹³

Aerobik sistem 2 dk ile 2-3 saat süren olaylar için ana enerji kaynağıdır (800 m ve üzeri mesafede atletizm dalları, kayak kros, uzun mesafe sürat pateni). 2-3 saati aşan çalışmalar ATP depolarının yenilenmesi için yağların ve proteinlerin parçalanmasına sebep olabilir. Bu durumların herhangi birisinde, glikojen, yağlar ve proteinlerin parçalanması, vücuttan solunum ve terleme yoluyla atılan karbondioksit ve su yan ürünlerini üretir. ^{5,27}

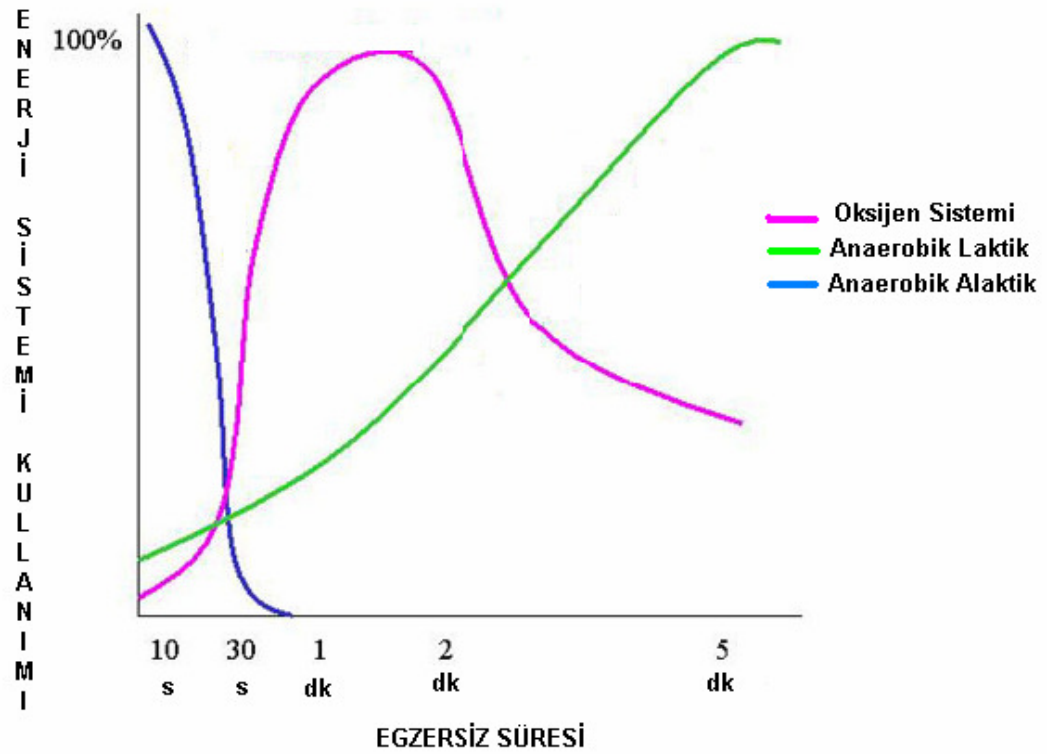
Bir sporcunun ATP'yi yenileme hızı, kişinin aerobik kapasitesiyle ya da maksimum oksijen tüketim hızıyla sınırlıdır. ¹³

Tablo 1. Sporda enerji kullanım sistemleri ¹³

SPOR / DAL	ATP/CP	LA	O2	Kaynak
Okçuluk	0	0	100.00	Mathews-Fox, 1976
Atletizm				
100 m	49,50	49,50	1,00	Mader 1985
200 m	38,27	56,69	5,05	"
400 m	26,70	55,30	18,00	"
800 m	18,00	31,40	50,60	"
1500 m	20	55	25	Mathews-Fox 1976
3000 m eng	20	40	60	"
5000 m	10	20	70	"
10000 m	5	15	80	"
Maraton	0	5	90	"
Atlamalar	100	0	0	"
Atmalar	100	0	0	"
Beyzbol	95	5	0	"
Basketbol	80	20	0	Dal Monte 1983
Biatlon	0	5	95	"
Binicilik	20-30	20-50	20-30	"
Cimnastik	90	10	0	"
Hentbol	80	10	10	"
Kürek	2	15	83	Howald 1977
Atıcılık	0	0	100	Dal Monte 1983
Kayak				
Alp	80	20	0	"
Kuzey	0	5	95	"
Futbol	60-80	20	0-10	"
Hız pateni				
500 m	95	5	0	"
1500 m	30	60	10	"
5000 m	10	40	40	"
10000 m	5	15	80	"
Yüzme				
100 m	23,95	51,10	24,95	Mader 1985
200 m	10,70	19,30	70	"
400 m	20	40	40	Mathews-Fox 1976
800 m	10	30	60	"
1500 m	10	20	70	"
Tenis	70	20	10	Dal Monte 1983
Voleybol	80	10	10	"
Sutopu	30	40	30	"
Güreş	90	10	0	"

Tablo 2. Enerji sistemlerinin karşılaştırılması ^{37,43,51,82,84,95,107}

Sistemler	Maksimal güç (mol) (1 dakikada Üretilen ATP miktarı)	Maksimal Kapasite (mol) (Üretilen toplam ATP miktarı)	Performans Süresi (s)	Aktivite Örneği
Anaerobik Alaktik Sistem	3.6	0.7	8-10	Atmalar, Atlamalar, 100m koşu, 25 m yüzme..
Anaerobik Laktik Sistem	1.6	1.2	10-60	200-400 m koşu, 100 m yüzme, buz pateni..
Aerobik Sistem	1.0	90.0	60 ↑	Uzun mesafe koşuları, yüzme, bisiklet, kürek, kayak, paten..



Grafik 2. Enerji Kaynaklarının Zamana Bağımlı Kullanımı ¹³

2.2. Anaerobik Dayanıklılık

Genel olarak dayanıklılık motorsal ve bireysel karakter ile ilgili bir yetidir. Bu yetinin kalitesi kalp-dolaşım sistemi, solunum sistemi, sinir sistemi ve psikolojik etkenlerle belirlenir. Bundan dolayı dayanıklılık vücudun karşı direnç yetisidir.^{31,79,93}

Dayanıklılık organizmanın belirli istekler ve yüklenmeler altında çeşitli şekillerde çalıştırılmasının sonucudur. Bu durum, kendisini bir taraftan yorgunluğa karşı uzun süreli yük altında direnç yetisinde, diğer taraftan yüklenme sonrası organizmanın çok çabuk normale dönme yetisi ile kendini gösterir.^{31,79,93}

Organizmanın yorgunluğa karşı direnç yetisi, şiddet ve dayanıklılık yönünden değişik spor dallarında, değişik biçimlerde ortaya çıkar. Bu değişik etkiler spor biliminde değişik dayanıklılık kategorileri oluşturmuştur.

- a- Lokal aerobik ve anaerobik kas dayanıklılığı
- b- Genel aerobik ve anaerobik kas dayanıklılığı

Genel anaerobik dayanıklılıkta maksimum 180 s'lik bir yüklenme söz konusudur. Anaerobik enerji ihtiyacı gerektiren dallarda bu tür dayanıklılığa ihtiyaç vardır. Anaerobik dayanıklılığı oluşturan parçaları aşağıdaki gibi sınıflamak mümkündür.^{31,79,93}

a.) Kısa Süreli Anaerobik Dayanıklılık (Alaktik Enerji Sistemi): 20-25 saniyeye kadar süren yüklenmeler. Örnek: 100-200 m müsabakaları.

b.) Orta Süreli Anaerobik Dayanıklılık (Laktik Asitli Enerji Sistemi): 20-25 s'den 60 s'ye kadar süren yüklenmeler. Örnek: 400 m müsabakaları.

c.) Uzun Süreli Anaerobik Dayanıklılık (Laktik Asit + O₂ Enerji Sistemi): 60 s'den 120-maksimum 180 s'ye kadar süren yüklenmeler. Örnek: 800 m müsabakaları.^{31,79,93}

2.2.1. Anaerobik Dayanıklılık İçin Antrenman Ölçütleri

Anaerobik dayanıklılığı geliştirmek için kullanılan araçların çoğu dönüşümsel bir yapıya sahiptir ve yüksek düzeyde bir şiddet ile sergilenirler. Bu antrenmanlarda dikkat edilmesi gereken noktalar şöyle özetlenebilir;

1. ŞİDDET ile kişinin max-altı değerlerinden, max değerlerine kadar sınırı değişebilir. Her ne kadar antrenmanda değişik şiddetler uygulansa da anaerobik dayanıklılığın geliştirilmesi için kişinin max düzeyinin % 90-95'i arası şiddetler tercih edilmelidir.

2. Çalışmanın SÜRESİ, uygulanan şiddetin düzeyine göre 5-120 s arasında olabilir.

3. Bir etkinliği ya da yüksek bir şiddeti izleyen DİNLENME ARASI oksijen borcunu yeniden yenilemeye yetecek kadar uzun olmalıdır. Yenilenme, şiddete ve süreye bağlı olduğu için, bunun süresi 2-10 dk sınırları arasında olabilir. Gereken enerjiyi sağlamak için gerek duyulan yakıtın etkin bir biçimde yenilenmesi ve toparlanması için, toplam tekrar sayısının 4-6 tekrardan oluşan birkaç seriye bölünmesi önerilmektedir. En uzun ara (6-10 dk) setler arasına gelecek bir biçimde planlanmalıdır. Böylece toplanan laktik asit atılımı için yeterli süreye sahip olunacaktır ve sporcu yeni sete başlarken tamamen toparlanmış olacaktır.

4. DİNLENME SIRASINDAKİ ETKİNLİK hafif ve rahatlatıcı olmalıdır. Tam bir dinlenme (uzanmak) önerilmez, çünkü sinir sisteminin uyarılabilirliği kabul edilemeyecek düzeylere düşebilir.

5. TEKRARLARIN SAYISI düşük olmalıdır. Çünkü anaerobik kapasiteyi geliştirmeyi hedefleyen çalışmanın şiddeti zaten yüksek olacağından, kişi LA oluşumundan dolayı da çok fazla tekrar yapamaz. Eğer kişi çalışmayı sürdürmek için çaba gösterirse glikolitik kaynaklar tükenecek ve aerobik sistem de gereken enerjiyi sağlama sorumluluğunu üstlenecektir. Bu nedenle en iyi yöntem planlanan tekrar sayısının setlere bölünmesidir. Örneğin; 4 tekrar X 4 set-120 s dinlenme, verimsel dinlenme: 10 dk'ya kadar olabilir. ^{5,31,79,93}

2.3. Sporda Kullanılan Fiziksel Uygunluk Testleri

Sporcular ve sporcuların sporsal verimleri hakkında daha fazla bilgi sahibi olmak, düzenli, planlı ve sürekli bir değerlendirmeyi gerektirir. Sağlam bir antrenman yöntemi, planlama sürecinin temel bir parçası olabilmek için sporsal değerlendirmeye gereksinim duyar. Tüm değerlendirme yöntemleri ve test araçları sporcunun gelişimini, kapasitesini ve verimindeki düşüşü nesnel olarak ölçmeyi amaçlamalıdır.^{11,12,13}

Bugünkü antrenman süreci değişik spor dallarında bilimsel olarak henüz çözüme bağlanmamış ve yararlanılamayan birçok kaynakların varlığını kabul eder. Örneğin her bir spor dalı için normlaştırılmış çalışmalar yardımıyla, o sporda yeni başlayan birine nelerin uygun düşeceğini kesin olarak saptamak bugün henüz mümkün olmamaktadır. Ancak test uygulamalarıyla bazı ipuçları elde edilebilmektedir.^{11,12,13}

Testi; kişiye özgü ve yinelenen davranış değişmezlerini saptamaya yarayan, bireyden alınan bir davranış örneği olarak tanımlarsak, motorik spor testlerini teknik, taktik, fizyolojik ve psikolojik birçok faktörün etkilediğini de belirlemiş oluruz.⁹³

Sporda test uygulamalarının değişik türleri vardır. Testleri uygulanış biçim ve amaçlarına göre sınıflandırabiliriz (Tablo 3.).

Tablo 3. Sporda Kullanılan Fiziksel Uygunluk Testleri⁹³

Aerobik Testler	Anaerobik Testler	Kardiyovasküler Testler	Solunum Testleri	Kuvvet Testleri	Vücut Kompozisyonu Testleri
Aerobik Koşu T. “ Step T. Astrand Bis. T. Güç Testi Max VO2 Testi	Sprint Testleri Dikey Sıç. Testi Wingate Bis. T. Ana. Güç Step T Treadmill Testi	Dinlenme Kan Bas.T Egzersiz “ “ EKG Egzersiz Testi	Akciğer hacim Test. Egzersiz Solunum Testleri	İzometrik Kavrama Testi İzokinetik Bacak Kuv. T.	Vüc. Ağ-Boy Uz Çevre ölçümleri Çap “ Deri k.k. “ Hydrostatic Ağ.

2.3.1. Wingate Bisiklet Testi

Wingate bisiklet testi 1970'li yılların sonlarında popüler olmuştur. Bu test, anaerobik güç ölçümünü mutlak olarak yerine getirir. Kol ya da bacak kuvvetinin her ikisi için de kullanılabilir, ama büyük çoğunlukla bacaklar için kullanılmıştır.

Bu test, sporcunun anaerobik gücünü ve anaerobik kapasitesini belirleyebilir. Bu ikisi arasındaki fark (güç ve kapasite) zaman faktörüne dayanır; güç, test boyunca 5 saniyelik bir periyod içerisinde başarılmış maksimal gücü (zirve) gösterirken, kapasite 30 saniyelik testin tamamı boyunca gösterilen gücü işaret etmektedir. ^{3,5,48,58,62,78,80}

2.3.1.1. Wingate Testinin Fizyolojik Temeli

Maksimal anaerobik güç (Peak-AnP) büyük bir oranda fosfojen sistemi kullanma kabiliyetini gösterirken, anaerobik kapasite (AnC) ; anaerobik glikoliz ve fosfojen sistem kombinasyonundan enerji üretimi kabiliyetini yansıtır. Bu yüzden teste katılanlar, kendi ATP kaynakları için, anaerobik fosfojen ve anaerobik glikolitik yolların her ikisine de eşit olarak güvenmelidirler. Anaerobik glikolitik kaynağı, wingate testi üzerinde çalışmış çeşitli araştırmacıların ölçtüğü (dinlenme değerlerinin 6-15 katı arasında değişen) yüksek kan laktat değeri olarak açıklanır. Teste fosfojenik destek bazı araştırmacılar tarafından şu şekilde kanıtlanmıştır; wingate testi sonrası bayan katılımcılarda fosfojen düzeyler, orijinal adenozin tri fosfat düzeyinde % 70'lere, orijinal kreatin fosfat değerlerinde % 40'lara düşmüştür. Glikojen içerikleri, orijinal değerlerden % 75 civarına düşerken, bu, laktat düzeyinin 6 kattan daha yüksek bir artışıyla açıklanmıştır. Araştırmacılar, 30 saniyelik kısa süre içerisinde glikojenolitik kapasitenin bütünüyle kullanılmadığı sonucuna varmışlardır. Yine araştırmacılar Bar-Or (1982)'un maksimal O2 borcu ile korelasyonu konusundaki raporuna rağmen, anaerobik kapasite teriminin yanlış fikir verebileceğini bildirmektedirler. Her ne kadar aerobik enerji kaynağı, birleştirilmiş anaerobik kaynaklara göre daha az miktarda sebebi izah etse de, şaşırtıcı bir şekilde anlamlı olarak katkıda bulunduğu tespit edilmiştir. ^{3,5,48,58,62,78,80}

Fitnes literatüründe bu anaerobik üstünlüklü test, kısa ve uzun test kombinasyonu olarak uygun bir şekilde kullanılabilir. Bu yüzden ki, testin toplam süresi 30 saniyedir- her iki anaerobik bölgeye de (3 ile 20-30sn ve 20-30 ile 60-90 sn) ulaşabilen nokta-.

2.5.1.2. Wingate Testinin Güvenirliği

Wingate testinin fizyolojik geçerliği açısından, testten sonra en ysek laktat değerine sahip katılımcıların aynı zamanda en ysek glikolitik kapasite ya da anaerobik kapasiteye de sahip olduklarının tahmin edilebilirliği tartışılmalıdır. Bir geenirlik çalışmasında, anaerobik kapasite (W and W/kg) ile kan laktatı arasında orta düzeyli bir ilişki bulunmuştur ($r = .55$ ve $.60$); anaerobik kapasite ve maksimal O₂ borcu arasındaki ilişki de anlamsız düzeyde düşük olmuştur. Bu sonuçlarla araştırmacılar, testin geçerliğinin düşük olduğu kararına varmışlardır. Ama fizyolojik geçerlik, FT fibril bölgesi ve oranına karşı, her iki maksimal anaerobik güç (Peak-AnP her 5 sn) ve anaerobik kapasite arasındaki ilişkide anlamlılık bulan araştırmacılar tarafından desteklenmiştir; aynı zamanda bu araştırmacılar, maksimal anaerobik g ile 50 m koşu zamanı arasında ysek bir ilişki ($r = -.91$) bularak, testin performans geçerliğini de desteklemişlerdir.

Maksimal anaerobik güç/kapasite için geenirlik katsayısı (test-retest karşılaştırması) ok ysektir ($.95 - .98$ arası). ^{3,5,48,58,62,78,80}

2.5.1.3. Metod

Wingate bisiklet testinin metodolojisi, kısa bir araç-gereç tarifini içerir; ergometre, sayaç (pedal) ve kronometre. Ayrıca test prosedürü ve hesaplamalarını da metodoloji içerisinde düşünmek gerekir.

Test araçları: Çoğunlukla bu test için sabit güç ergometreleri yerine, sadece mekanik olarak frenlenmiş bisiklet ergometreleri, egzersiz türü olarak kullanılır. İdeal olarak bisiklet ergometresinde pedal turlarını otomatik olarak sayan bir cihaz olmalıdır. Eğer bisikletin otomatik bir sayacı yoksa, bir teknisyen (6 teknisyene kadar çıkabilir) testi dikkatle takip etmeli ve pedal turlarını kaydetmelidir. Laboratuvar kronometresi ya da saniyeleri gösteren bir saat, 5 saniyelik zaman aralıklarını ve de 30 saniyelik toplam test süresini belirleyecek bir monitör olarak kullanılabilir. Kronometre testin sonunda sinyal vermek üzere programlanabilir. Deneğin ıplak vücut ağırlığını ölçmek için düz bir platform baskl ya da elektronik diğital baskül kullanılır. Vücut ağırlığı orijinal wingate testi içerisinde dikkate alınmamasına rağmen, çeşitli araştırmacılar tarafından relatif anaerobik güç ve kapasiteyi hesaplamak için kullanılmıştır. ^{3,5,48,58,62,78,80}

2.5.1.4. Test Protokolü

Teknisyenlerle ekip çalışması, testin geenirlik yönetimi açısından şarttır. Test prosedürü, gerçek testin bir evvelki provası şeklinde

olmalıdır. Bu test prosedüründe dikkate alınan faktörlerden bazıları: (a) Wingate test protokolü; (b) güç (yüklenme) seçimi; (c) zamanlama / sayaç; ve (d) ölçümler.

Tablo 4. Wingate Test Protokolü ^{3,5,48,58,62,78,80}

Periyod	Süre	Aktivite
Hazırlık egzersizi	5 sn	Düşük şiddette pedal çevirme; aralarda 4-6 sn süreli 4-5 sprint
Toparlanma arası	2-5 dk	Dinlenme; minimal dirençte yavaş pedal çevirme
Hızlanma periyodu	15 sn	Önerilen F düzeyinin 1/3. seviyesinde 10 sn pedal çevirme; 5 sn toparlanma
Wingate Testi	30 sn	F düzeyinde elden geldiğince sürekli pedal çevirme
Soğuma periyodu	1-2 dk	Aerobik P level düzeyinde düşük şiddette pedal çevirme

Wingate test protokolünün 5 farklı zaman periyodu vardır (Tablo 4): (1) Hazırlık egzersizi; (2) Toparlanma arası; (3) Hızlanma periyodu; (4) Wingate testi; (5) Soğuma-toparlanma periyodu.

Diğer anaerobik testlerde olduğu gibi hazırlık egzersizi tavsiye edilmektedir. Testi uygulayan iki kişi, aralarda 4-6 sn süreli, 4-5 tane elden geldiğince sprint atılan 5 dakikalık düşük şiddette pedal çevirmeyi içeren ısınma dönemini cesaretlendirmelidir; wingate testi için her bir sprint önerilen dirence karşı olmalıdır.

Hazırlık egzersizinin sonu ile wingate testinin başı arasında yer alan toparlanma dönemi, hazırlık egzersizinden sonra 2 dakikadan az ya da hazırlık egzersizinin ısınma bölümünden sonra 5 dakikadan fazla olmamalıdır. Isınma süresince oluşabilecek herhangi bir yorgunluğu toparlayabilmek için en az iki dakika sağlanmalıdır; kas ısı ve kan akımını korumak için bu süre maksimum 5 dakika olmalıdır. Toparlanma sırasındaki aktivite, bisiklette oturmak ya da minimal dirençte pedal çevirmek gibi basit bir dinlenmeyi içerebilir (ör; 10-20 rpm şiddette 1 kg ya da 10 N).

Hızlanma periyodu oldukça kısadır. Toparlanma döneminden hemen sonra başlar ve iki kısmı içerir. Birinci bölümde denek, belirlenmiş wingate direncinin 1-3. düzeyinde 10 sn kadar 20 rpm'de pedal çevirir. İkincide ise teknisyen direnci 5 saniyeden daha az bir süre için belirlenmiş F düzeyine yükseltirken, denek rpm'i derece derece artırır; bu yüzden hızlanma periyodu 15 saniyeden daha fazla olamaz.

Wingate testi için mümkün olduğunca pedal çevrilen asıl süre 30 saniyedir. Bu 30 saniye, her biri 5 saniyelik 6 eşit zaman aralığına bölünmüştür.

Soğuma periyodu 1-2 dk sürer ve wingate testinden hemen sonra bisiklet ergometresinde, aerobik güç düzeyinde düşük şiddette pedal çevirmeyi içerir. ^{3,5,48,58,62,78,80}

2.3.1.5. Şiddet Seçimi (F düzeyi)

Deneğin çıplak vücut ağırlığı ölçüldükten sonra, uygun şiddet düzeyi (kg;N) bisiklet için (denklem 1) ve kol ergometresi için (denklem 2) belirlenmiş olur. Bacak kuvveti denklemi, her bir pedal turu için vücut ağırlığının her kg'ı karşılığına yaklaşık 4,4 J gelecek şekilde dizayn edilmiştir ve Evans ve Quinney'e göre yaklaşık %85 anaerobik düzeyde bir hizmet gerekliliği sunar.^{3,5,48,58,62,78,80}

DENKLEM 1. Bacak Kuvveti (kg) = Vücut Ağırlığı (kg) X 0,075
--

DENKLEM 2. Kol Kuvveti (kg) = Vücut Ağırlığı (kg) X 0,05

Örnek: Vücut ağırlığı 67,7 kg ise, bacak ergometresi için F yüklenme düzeyi şöyle hesaplanır:

$$67,7 \times 0,075 = 5,07 = 5.1$$

2.3.1.6. Zamanlama ve Sayma İşlemi.

5 saniyelik aralıklar ve test süresi tespiti için bir teknisyenin yardımına ihtiyaç vardır. İki ya da daha fazla teknisyen ile denek, görevlerini etkin bir şekilde yerine getirebilmek için zamanlamaya çok fazla özen göstermeleri gerekir. Diğer teknisyenler F düzeyini ve turları sırasıyla söyleyebilir. Kronometre teste resmen hızlanma periyodundan sonra başlar ve F düzeyi ile yükü saptayan teknisyen tarafından bitirilir. Gücü saptayan teknisyen belirlenmiş yük hazır olduğunda 'başla' ve 'devam et' diye bildirir. Kronometre saati başlatır ve denek 30 saniye boyunca mümkün olduğu kadar hızlı pedal çevirir; denek test boyunca bisiklette oturur vaziyetini korumalıdır. Bisiklet ergometresinde F yüklenme düzeyi korunurken, kronometre 5 saniyede bir sinyal verir; bir ya da daha fazla teknisyen her 5 saniye aralığındaki pedal turlarını ayrı ayrı kaydeder. 30 saniyenin sonunda, kronometre sinyal verir ve denek durdurulur; bundan sonra denek, soğuma periyodunda 1-2 dakika boyunca rahat bir şekilde pedal çevirmeye devam ederken, F yükü toparlanma şiddetine düşürülür (genelde 1-2 kg arası).^{3,5,48,58,62,78,80}

2.3.1.7. Ölçümler

Wingate testinin ölçümleri, maksimal anaerobik güç(Peak-AnP) ve anaerobik kapasitedir(AnC). Maksimal anaerobik gücü (Peak-AnP) ölçmek için teknisyen, her 5 saniye aralığındaki pedal turu sayısını kaydetmelidir. Eğer bisiklete otomatik bir sayaç bağlandıysa, teknisyen kronometrenin başlama sinyali ve her 5 saniyedeki sayıları dikkatle gözleyerek kaydeder. Eğer otomatik sayaç yoksa, bir kişi tek pedalın her bir turunu gözleyerek kaydetmelidir. Bu yüzden bu kişi, her 5 saniye aralığında öten sinyali dikkatle takip etmelidir.

Anaerobik kapasite (AnC), ikinci ölçüm, 30 saniye sonundaki toplam tur sayısına bağlıdır; eğer otomatik sayaç testin başlangıcında sıfırlandıysa, süre sonundaki sayı, 30 saniye sonundaki toplam tur sayısını gösterir. Ama sayaç sıfırlanmadıysa testin başlangıcındaki sayı, toplam sayıdan çıkarılmalıdır. 30 saniye sonunda yapılan iş, elde edilen tur sayısının hesaplanmasıyla J (joule) ölçü birimi olarak ifade edilebilir. Ama dakikaya göre hesaplanan AnC ifadesi daha yaygındır.^{3,5,48,58,62,78,80}

2.3.1.8. Hesaplamalar

Wingate testi hesaplamaları, anaerobik kapasite ölçümleri için J birimi, 30 saniyedeki kilogram metre (kgm-30 s) ya da watt (W) olarak; anaerobik güç ölçümü için ise kgm-5 s ya da W olarak ifade edilebilir. Bu birimlerin ifadesi elde edilen sonuçların vücut ağırlığına bölünmesiyle relatif olarak da mümkündür(W/kg). Maksimal anaerobik gücü (Peak-AnP), kgm-5 s cinsinden hesaplar,(Denklem 3.), 5 saniyelik periyotlar arasındaki en yüksek tur sayısı ile F yüklenme düzeyi(kg) çarpılır. Sonra bu sonuç 6 ile çarpılır(Her pedal turu için tekerlek hareketinin metre cinsinden mesafesi).^{3,5,48,58,62,78,80}

DENKLEM 3. $\text{Peak-AnP(kgm-5s)} = R_{\text{max in 5s}} \times D/r \text{ (m)} \times F \text{ (kg)}$

$R_{\text{max}} = 5$ saniyelik periyotlardaki en yüksek tur @ sayısı

$D/r =$ Tekerleğin çevresi

$F =$ Belirlenmiş F şiddeti (kg)

Örneğin her pedal turu 6m olan bisiklet ergometresinde F şiddeti 4,5 kg ve en yüksek 5s aralığı 12 tur olan 60 kg'lık bir kişinin maksimal anaerobik gücü denklem 3'e göre şöyle hesaplanır;

$$\text{Peak-AnP (kgm-5s)} = 12 R_{\text{max}} \times 6\text{m} \times 4,5\text{kg} = 324 \text{ kgm-5s}$$

Anaerobik kapasiteyi (AnC) bulmak, 30 saniyedeki toplam tur sayısı ile 6 metrenin çarpımından elde edilen toplam mesafeden ibarettir. Sonra, daha önce olduğu gibi, 30 saniyedeki toplam iş yükünü elde etmek için bu uzaklık F ile çarpılır (Denklem 4.)

DENKLEM 4. $\text{AnC (kgm-30s)} = \text{Toplam tur} \times 30\text{s} \times 6\text{m} \times F \text{ (kg)}$

Aynı örnekte eğer 30 saniyedeki toplam tur sayısı 52 ise anaerobik kapasite denklem 4'e göre şöyle hesaplanır;

$$\text{AnC} = 52 R_{30\text{s}} \times 6\text{m} \times 4,5\text{kg} = 1404 \text{ kgm-30s}$$

Maksimal anaerobik gücü (Peak-AnP) ve anaerobik kapasiteyi (AnC) gerçek bir güç birimi olan watt'a dönüştürme işlemi de denklem 5 ve 6'da sırasıyla gösterilmiştir. Her iki watt değişimi de bir dakikalık zaman periyodunun varsayımına dayandırılır.

DENKLEM 5. $\text{Peak-AnP (W)} = 2 \times \text{kgm-5s}$
--

İki sayısı, 12 sayısının (1 dakikadaki 5 saniyelik periyotların varsayılan toplamı) 6 ile bölümünü gösterir (yaklaşık değişim: 6 kgm/dk = 1 watt).

Eski örneğimize dönersek, 324 kgm-5s olan Peak-AnP, 2 ile çarpıldığında 648 watt'a (W) dönüşecektir.

DENKLEM 6. $\text{AnC (W)} = (\text{kgm-30s}) / 3$

Üç sayısı, 1/3 olarak, 2 sayısının (1 dakikadaki 30 saniyelik periyotların varsayılan toplamı) 6 ile bölümünü gösterir.

Yine eski örneğe göre; AnC skoru 1404 olan 60 kg'lık kişinin anaerobik kapasitesi watt cinsine dönüştürüldüğünde (1404/3) 468 W olarak bulunur.

Relatif anaerobik gücün, mutlak anaerobik güçten daha önemli olduğu görüşü doğrultusunda, W cinsinden wingate sonuçları, vücut ağırlığına bölünür (Denklem 7 ve 8). Dolayısıyla bu skorlar W/kg cinsinden, relatif maksimal anaerobik gücü (rel Peak-AnP) ve relatif anaerobik kapasiteyi (rel AnC) gösterir.

DENKLEM 7. $\text{rel Peak-AnP (W/kg) } = W / \text{ kg}$

DENKLEM 8. $\text{Rel AnC (W/kg) } = W / \text{ kg}$
--

Aynı örneğimize göre 648 W olarak bulunan Peak-AnP, kişinin vücut ağırlığı olan 60 ile bölüldüğünde relatif maksimal anaerobik güç, 468 W olarak bulunan AnC de yine 60 ile bölüldüğünde relatif anaerobik kapasite olarak karşımıza çıkacaktır. ³

Tablo 5. Wingate Bisiklet Testi Karşılaştırmalı Sonuçları ³

GRUP	Peak-AnP	Rel Peak-AnP	AnC	AnC	rel AnC
Erkekler	W	W / kg	kgm-30s	W	W / kg
Yaş(Inbar ve Bar-Or)					
18-24,9 y	540+80	8,2+1,8		450+80	7,0
25-34,9 y	700+100	9,2+1,0		540	7,2
35-44 y	660+100	8,6+1,8			
Atlet (Kaczowsky)					
n=9; 19-21 y		11,8			
Bed. Eğ. öğrenci.					
(Adams; n =6)			1,741		
Buz hokeyi					
(Montgomery)			1,555		
Voleybol (Tamayo)					
n=14,USA olimpik				797	9,1
Bayanlar					
Bed. Eğ. öğrenci.					
n=14 (Adams)			1,064	355	
n=9 (Jacobs)	561+64	9,0+0,7		453	7,2
Softbol (Shaw)					
F-%7 ve %8 BW		9,1 ; 9,6			
F-%9 ve %10 BW		10,8 ; 11,1			

Tablo 6. Wingate Bisiklet Testinde AnC ve rel AnC Farklılıkları

(60 erkek, 69 bayan ve 18-28 yaşları arası- ³)

% Dilimleri	Watt		W/kg	
	Erkek	Kadın	Erkek	Kadın
95	676.6	483.0	8.63	7.52
90	661.8	469.9	8.24	7.31
85	630.5	437.0	8.09	7.08
80	617.9	419.4	8.01	6.95
75	604.3	413.5	7.96	6.93
70	600.0	409.7	7.91	6.77
65	591.7	402.2	7.70	6.65
60	576.8	391.4	7.59	6.59
55	574.5	386.0	7.46	6.51
50	564.6	381.1	7.44	6.39
45	552.8	376.9	7.26	6.20
40	547.6	366.9	7.14	6.15
35	534.6	360.5	7.08	6.13
30	529.7	353.2	7.00	6.03
25	520.6	346.8	6.79	5.94
20	496.1	336.5	6.59	5.71
15	484.6	320.3	6.39	5.56
10	470.9	306.1	5.98	5.25
5	453.2	286.5	5.56	5.07
Ortalama	562.7	380.8	7.28	6.35
SD	66.5	56.4	.88	.73
Minimum	441.3	235.4	4.63	4.53
Maximum	711.0	528.6	9.07	8.11

2.3.1.9. Tartışma ve Sonuçlar

Tam 1 dakikada hesaplanıp ortaya çıkarılmış güç birimlerini korumak birey için mümkün olmamasına rağmen, egzersiz fizyolojisinde dakika başına güç biriminin sık kullanımı yüzünden karşılaştırmalı amaçlar için uygun olmaktadır. Örneğin Kaczkowsky ve arkadaşları 1982'de maksimal anaerobik gücün (Peak-AnP) wingate testinin sekizinci saniyesinde ortaya çıktığını bulmuşlardır. Bunun anlamı, çoğu insanda güç verimi testin yarısı bitmeden önce yorgunluk yüzünden düşer. Bu yüzden kişiden 1 dakika boyunca hesaplanmış anaerobik güç düzeyinde egzersiz yapması beklenmez.

Tablo 5'deki örnekler, karşılaştırmalı amaçlar için verilmiştir. Bunlar insanları sınıflandırmak için kullanılmamalıdır, çünkü bu veriler büyük grupları temsil edemez. Çocuklarla ilgili veriler, Inbar ve Bar-Or tarafından (1986) spor yapmayan erkek populasyon üzerinde yapılan çalışmadan elde edilebilir. USA erkek voleybol olimpik takımının verileri, vücut ağırlığının %7,5'i yerine %10 düzeyinde F yüklenmesiyle yapılan testler sonucu ortaya çıkarılmıştır. Olimpik sporcuların 30s periyodunda ortalama pedal turu 46,5 olarak tespit edilmiştir. Bayan softbol oyuncuları için farklı F şiddetleri uygulanmıştır. Vücut ağırlığının %9-10'u düzeyindeki yüklenme şiddetinde, düşük düzeye göre (%7-8) daha büyük maksimal güç bulunmuştur.³

Tablo 6'daki veriler , 18-28 yaşları arasındaki kişilerin anaerobik kapasiteleri ve relatif anaerobik kapasitelerini sınıflandırmak için kullanılabilir.³

2.4. Kalp Atım Hızı

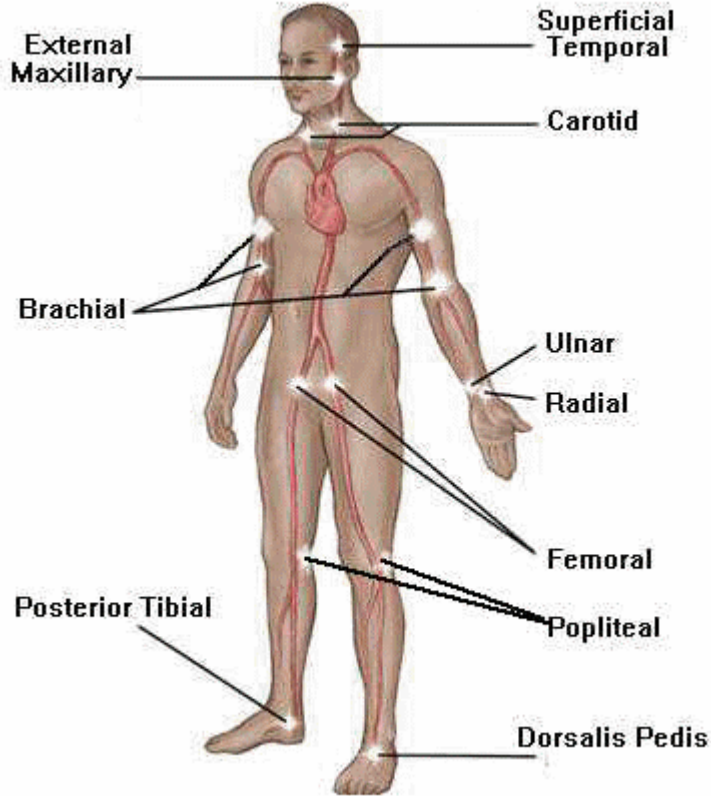
Kalp atım hızına kısaca nabız adı da verilmektedir. Nabız, kanın sol ventrikülden büyük arterlere pompalanmasıyla duyulan basınç dalgasıdır.¹⁰⁷ Kalbin, kanın ve damarların değerlendirilmesinde yararlı bir ölçüttür. Kalbin 1 dakikadaki vuru sayısını ya da kalbin 1 dakika içindeki sistol (kasılma) sayısını, dakikadaki karıncık sistolüne ve aynı zamanda SA düğümünden çıkan uyarı sayısına eşittir.^{51,52} Arterlerde nabız dalgasının meydana gelmesi üç faktöre bağlıdır;

- a.) Kalpten kanın arterlere itilişinin aralıklı oluşu, sistolde yüksek basınç altında itilmesi ve diastolde itici gücün ortadan kalkması,
- b.) Arter duvarının esnek olması,
- c.) Kanın arteriyollerden kapillere geçişinde bir direncin olması.¹⁰⁷

Kalbin sistolüyle 70 ml kanın aortaya atılması, aortada basıncı birden bire yükseltir, esnek olan aorta duvarı gerilir ve genişler. Bu basınç ve duvar genişlemesi, arterler boyunca bir dalga halinde ilerler. Bu nabız dalgasıdır. Nabız dalgasının ilerleyiş hızıyla kanın akış hızı aynı değildir. Nabız dalgasının ilerleyiş hızı, kanın akış hızından 10 kat daha fazladır. Kanın akış hızı saniyede 0,5 – 0,8 m iken; nabız dalgası saniyede 5 - 8 m ilerler. Esnek olmayan bir boru içinde nabız dalgası daha hızlı ilerler. Yaşlandıkça damar duvarları sertleştiğinden ileri yaşlarda bu hız

daha yüksektir. 5 yaşındaki bir çocuğun nabız dalgası saniyede 5 m ilerlerken, 40 yaşındaki bir insanda saniyede 7,2 m ilerler. ¹⁰⁷

Nabız, arterlerin deriye yakın olduğu veya bir kemik üzerinden geçtiği bölgelerden alınır (Şekil 1).



Şekil 1 : Nabız ölçüm yerleri ⁸⁷

Normal kalp atım hızı: Kalp atım hızı, egzersiz sırasında artan enerji ihtiyacını karşılamak için vücudun ne kadar çalışması gerektiğinin bir göstergesidir. Dinlenme sırasında kalp atımı sağlıklı kişilerde ortalama olarak 60 ~ 80 atım/dk' dır. Orta yaşta, antrenmansız ve sedanter (hareketsiz) bir kişinin istirahat kalp atım sayısı 100 atım/dk kadar olabilir. Diğer taraftan oldukça iyi dayanıklılık antrenmanı yapan bir sporcunun dinlenme kalp atım sayısı ise 30-40 atım/dk'ya kadar düşebilir.

34,44

2.4.1. Kalp Atım Hızı ve Kalp Debisi:

Kalbin bir dakikada her bir ventrikülden periferik pompaladığı kan miktarına kalp debisi (kardiyak output – kardiyak debi) denir.^{37,52,72,95} Kalp debisi, kalp atım hızı (KAH) ve atım hacminin (AH) çarpımına eşittir. Atım hacmi (stroke volüm) her bir ventriküler kasılmada (her bir kalp atımında) pompalanan kan miktarıdır.

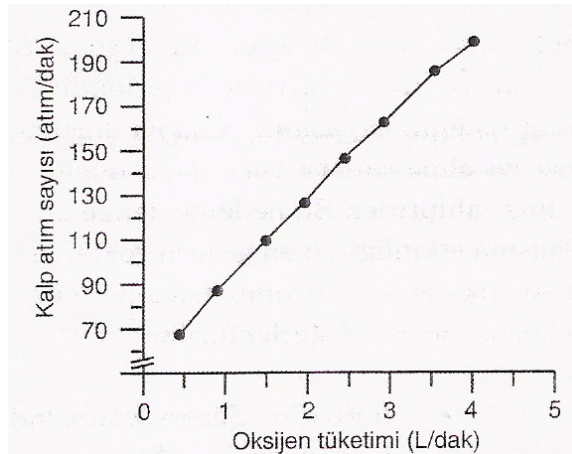
$$\text{KALP DEBİSİ} = \text{KALP ATIM HIZI} \times \text{ATIM HACMİ}$$
$$(\text{lt / dk}) = (\text{atım / dk}) \times (\text{lt / atım})$$

24,37,43,46,52,58,95

Normal Bireyde 4,9 lt/dk = 70 atım/dk X 0,07 lt/atım

2.4.2. Maksimum kalp atım hızı

Egzersiz sırasında kalp atımları egzersizin şiddetine bağlı olarak bir artış gösterir (Grafik 3). Egzersizin şiddeti, kullanılan oksijen miktarı ile direkt olarak ilgilidir. Kullanılan oksijen miktarı standardize bir biçimde ölçüldüğünde (örneğin; bisiklet ergometresi veya koşu bandı kullanılarak), egzersizin şiddeti de doğru olarak tahmin edilebilir. Bu nedenle, egzersizin şiddetinin kullanılan oksijen miktarı ile ifade edilmesi yöntemi anlamlıdır. Bu yöntem, değişik kişilerin kapasitelerini veya aynı kişinin farklı durumlardaki kapasitelerini karşılaştırma açısından da daha uygundur. Fakat egzersiz sırasında kullanılan oksijen miktarının ölçülmesi, laboratuvar koşullarını ve teknik ölçüm aletlerinin kullanımını gerektirir. Bu nedenle, egzersizin şiddetinin kalp atım hızına bakılarak tahmin edilmesi daha pratik bir yöntemdir.^{4,6,8,34,42,58,84}



Grafik 3 : Artan iş yükü ile birlikte KAH'ndaki değişimler⁵²

Kalp atımları egzersizin şiddeti ile birlikte artar. Fakat yorgunluk noktasına gelindiğinde kalp atımlarının artışı bir yavaşlama olur ve belli bir seviyede kalır. İşte bu seviyede ulaşılan en yüksek kalp atım sayısına maksimum kalp atım hızı adı verilir. Bu nedenle, maksimum kalp atım hızı, maksimal egzersiz sırasında yorgunluk seviyesinde elde edilen en yüksek kalp atım sayısıdır. Maksimum kalp atım hızı günden güne değişmediğinden, ancak yıldan yıla bir miktar değişiklik gösterebildiğinden, bu oldukça güvenilir bir değerdir.^{8,34}

$$\text{Maksimum KAH} = 220 - \text{yaş}$$

Maksimum kalp atım hızı, kişinin yaşının dikkate alındığı "220 - yaş" formülü kullanılarak tahmini olarak hesaplanabilir. Örneğin, 20 yaşındaki bir gencin maksimum kalp atım hızı = $220 - 20 = 200$ atım/dk'dır. Bu, ortalama tahmini bir değer olduğundan kişilerin gerçek değerlerinden bir miktar sapma gösterebilir.^{30,34,44}

1971'de Fox ve arkadaşları tarafından, fiziksel aktivite ve kalp atım hızı arasındaki ilişkinin incelendiği ve sonuçta ortaya atılan $r = 0.95$ güvenilirlik katsayılı bu formüldeki ± 21 atımlık hata payının yüksekliği araştırmacıları yeni formülasyon çalışmalarına yönlendirmiştir. Bununla ilgili olarak ortaya atılan diğer maksimal kalp atım hızı formülleri aşağıdaki gibidir:

$$\text{Maksimum KAH} = 208.754 - 0.734 \times \text{yaş} \quad 44$$

$$\text{Maksimum KAH} = 205.8 - 0.685 \times \text{yaş}$$

Bu formüller ile yapılan çalışmalardaki hata payı ± 6.4 atım olarak tespit edilmiştir. Aynı formülleri kullanıldığı bazı çalışmalarda ise bisikletçilerde $- 9$ atımlık, atletlerde de $- 17$ atımlık bir hata payı vurgulanmıştır.⁴⁴

Antrenmanlı bireylerde, dinlenim kalp atım hızının düşük olduğu gerçeğini dikkate alan bir başka kalp atım hızı formülü vardır ki; bu formül de araştırmacının ismiyle anılan KARVONEN METODU'dur.^{14,100}

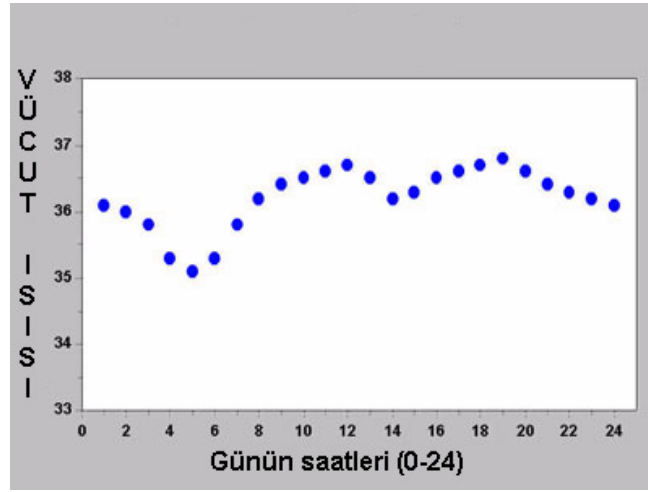
- | | |
|----------|--|
| 1. aşama | Maksimum KAH = 220 – YAŞ |
| 2. aşama | Maksimum KAH – Dinlenim KAH = Rezerv KAH |
| 3. aşama | Rezerv KAH X Egzersiz Şiddeti (%) = % Rezerv KAH |
| 4. aşama | % Rezerv KAH + Dinlenim KAH = Egzersiz KAH |

2.4.3. Kalp Atım Hızını Etkileyen Faktörler

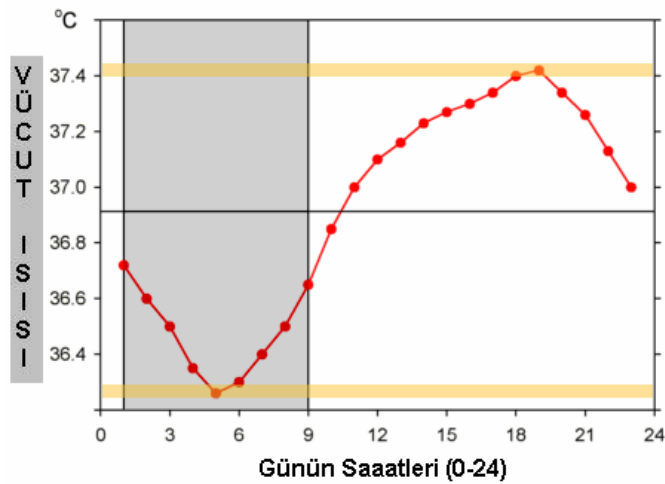
Kalp atım hızına etki eden faktörleri şöyle sıralayabiliriz.

1.) **Günlük Değişim:** Yapılan araştırmalar, aynı iş yükü gerçekleştiğinde bile kalp atım hızında günden güne 2 - 6 atım/ dk'lık farklılıklar olabildiğini göstermektedir.⁴⁴

2.) **Vücut Isısı:** Vücut ısısı artışı ile kalp atım hızı artışının doğru orantılı olduğu tespit edilmiştir.^{27,37,44,52,66,72,90}

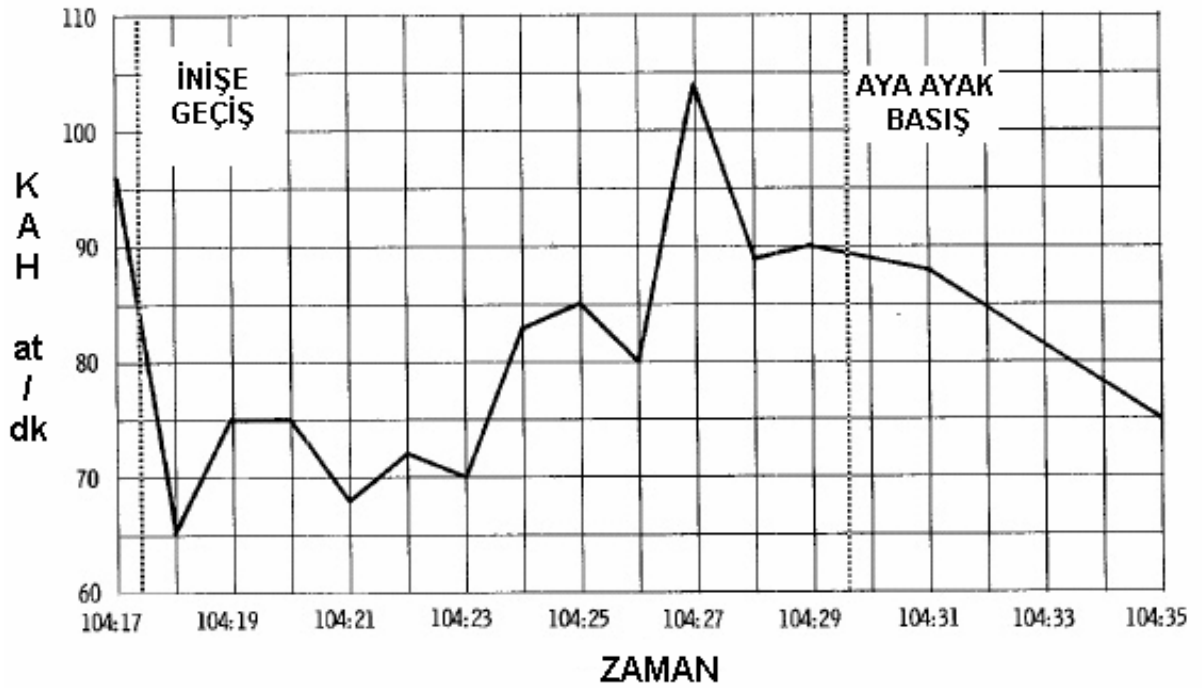


Grafik 4 : Günlük Zaman Dilimlerinde Vücut Isısı Değişimi²⁷



Grafik 5 : Günlük Zaman Dilimlerinde Vücut Isısı Değişimi⁹⁰

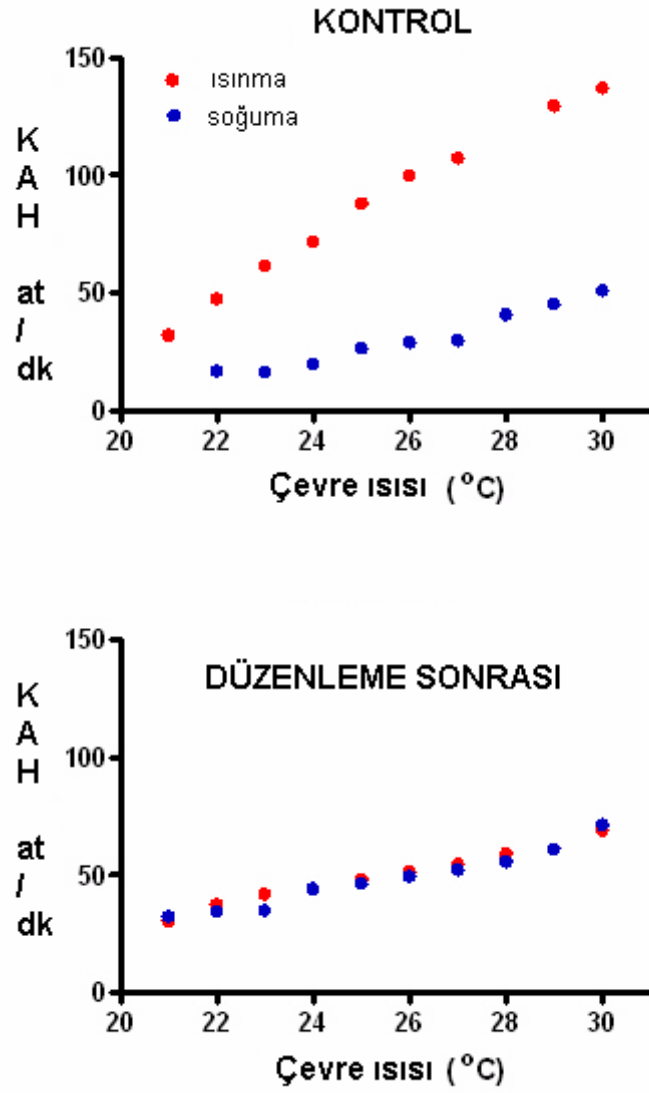
3.) Yerçekimi: Yerçekimi ya da yokluğu kalp atım hızını etkiler. Genelde su altı için geçerlidir. Sakatlığı sebebi ile havuzda egzersiz yapan atletlerde, kalp atım hızının kuru havadaki kadar yükselmediği bulunmuştur.^{44,66,73}



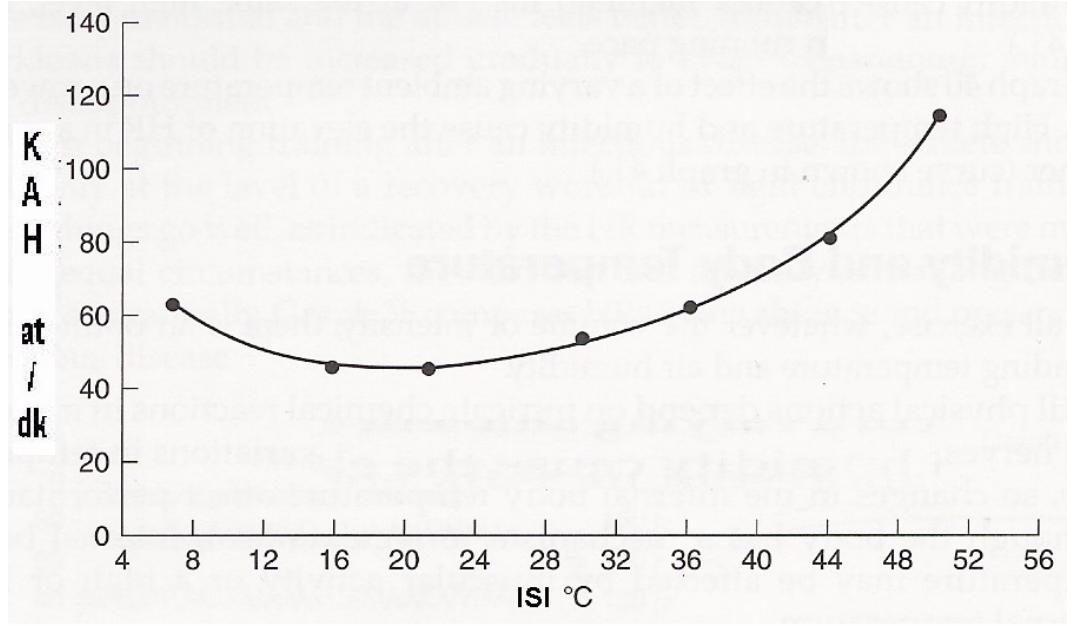
Grafik 6 : Yerçekimi – KAH etkileşim grafiği⁷³

4.) Vücut Pozisyonu (Duruş): Vücut pozisyonu da kalp atım hızını etkiler. Yapılan bir çalışmada bisikletçilerde pozisyonun değiştirildiği durumda, kalp atım hızında 5 atım/dk'lık bir yükselme tespit edilmiştir. Ayrıca yatar durumdan ayağa kalkınca da yine kalp atım hızında 10-12 atım/dk'lık bir artış görülmüştür.^{44,52,66,72}

5.) **Hava Sıcaklığı:** Kalp atım hızı, soğuk havada düşmeye ve sıcak havada da yükselmeye eğilimlidir. Bu ısı farklılıkları, kalp atımına 10-30 atım/dk'lık etki gösterebilir.^{44,52,66,72,91}

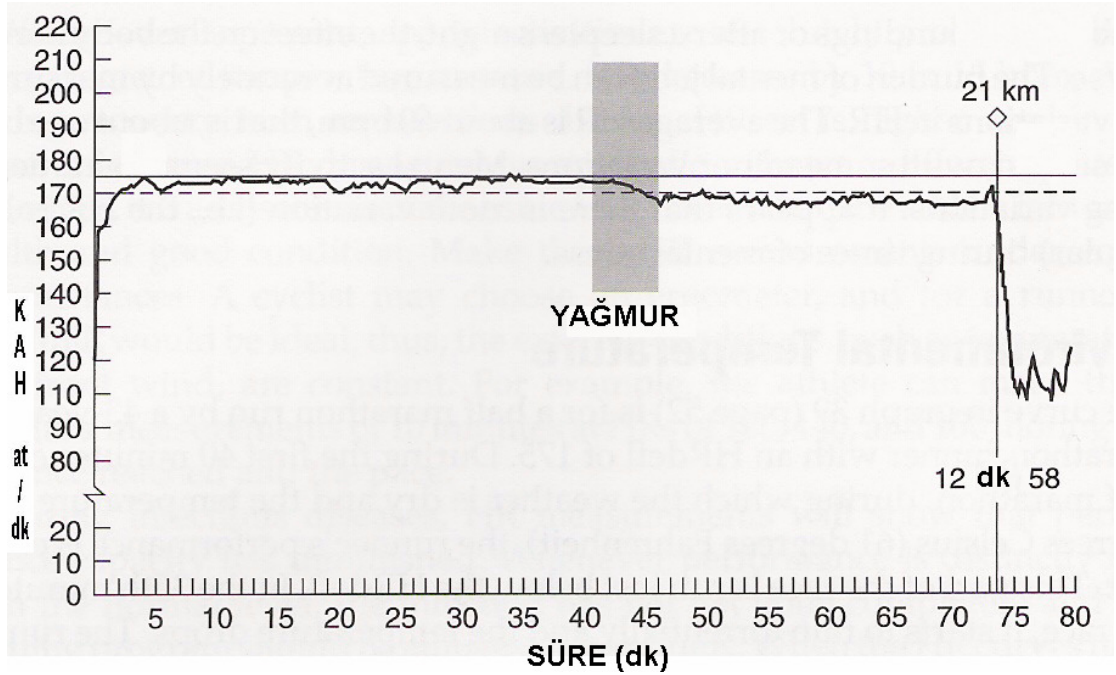


Grafik 7 : Hava sıcaklığındaki değişimin KAH üzerine etkisi⁹¹



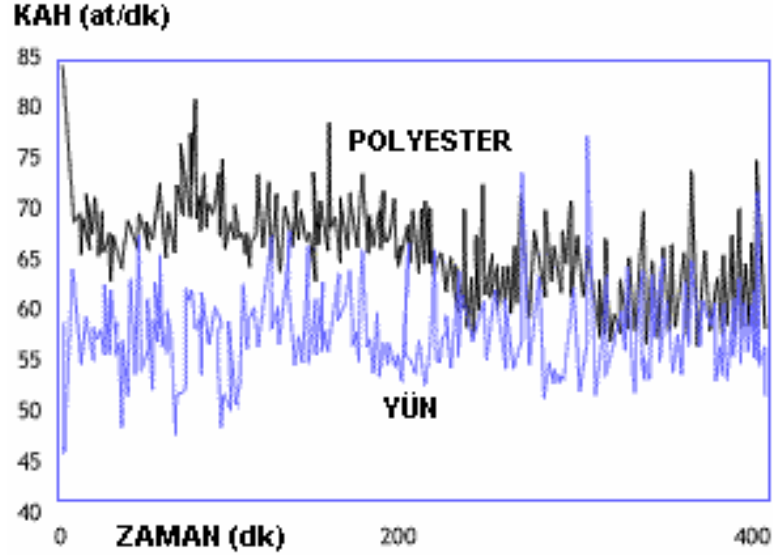
Grafik 8 : Hava sıcaklığındaki değişimin kürekçide Dinlenme KAH üzerine etkisi ⁶⁶

6.) Havadaki Nem Oranı: Havadaki nem oranının yüksekliği de, aynı ısı artışı gibi kalp atım hızını yükselme yönünde etkiler. ^{44,66}



Grafik 9 : Yağmurun KAH üzerine etkisi ⁶⁶

7.) **Giysi:** Ağır kıyafetler, rahatsız edici giysiler ya da egzersize aerodinamiği veya hidrodinamiği uygun olmayan giysiler, ayakkabılar daha fazla efor gerektireceği için kalp atım hızını yükseltir. ^{44,52,60,66}

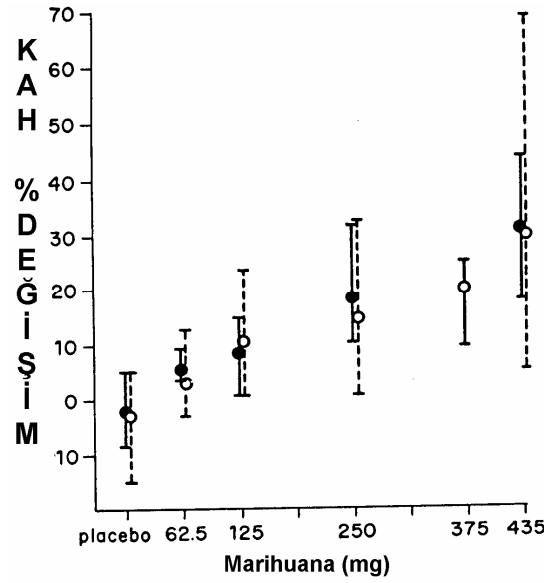


Grafik 10 : Farklı malzemelerin KAH üzerine etkisi ⁶⁰

8.) **Egzersizde Teknik Yeterlilik:** Egzersizin türüne göre sporcunun sahip olması gereken teknik ile ilgili yeterliliği ya da yetersizliği, kalp atım hızını olumlu ya da olumsuz etkileyecektir. ⁴⁴

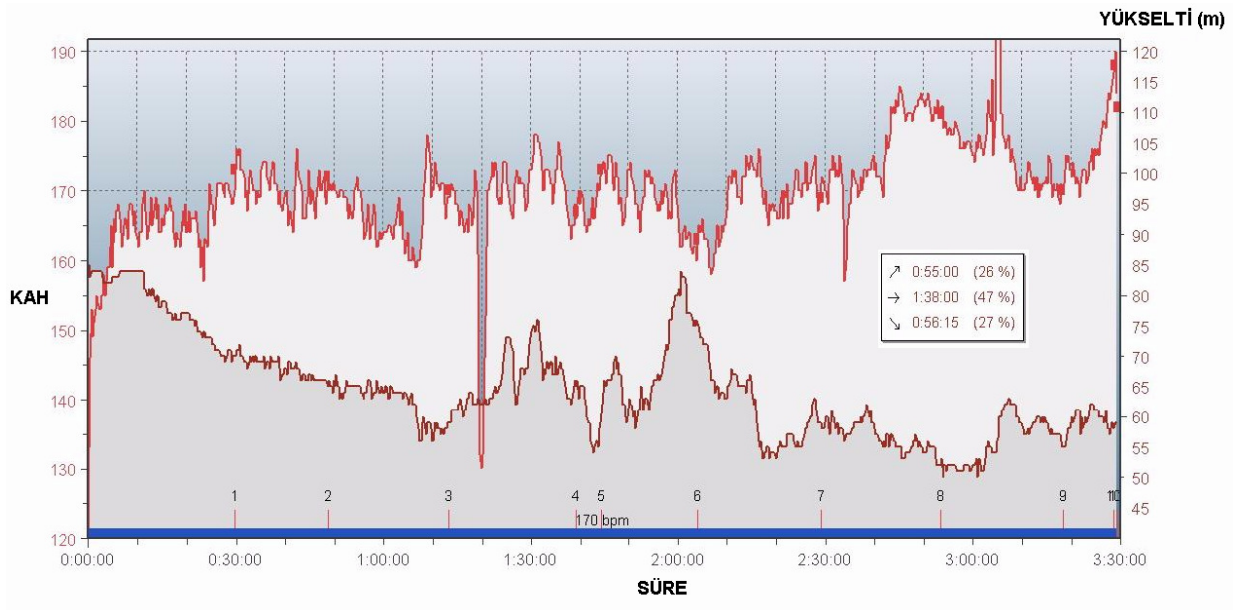
9.) **Kafein Alımı:** Bu konu ile ilgili yapılan araştırmalarda farklı sonuçlara ulaşılmıştır. Bu yüzden kafein alımının, kalp atım hızına etkisinde bireysel faktörlerin ön planda olacağı söylenebilir. ^{44,52}

10.) **Ergojenik Madde Kullanımı:** Diüretikler gibi bazı ergojenik maddeler kalp atım hızını düşürürken, bazıları da artırır ve aritmiye sebep olabilir. ^{18,44}

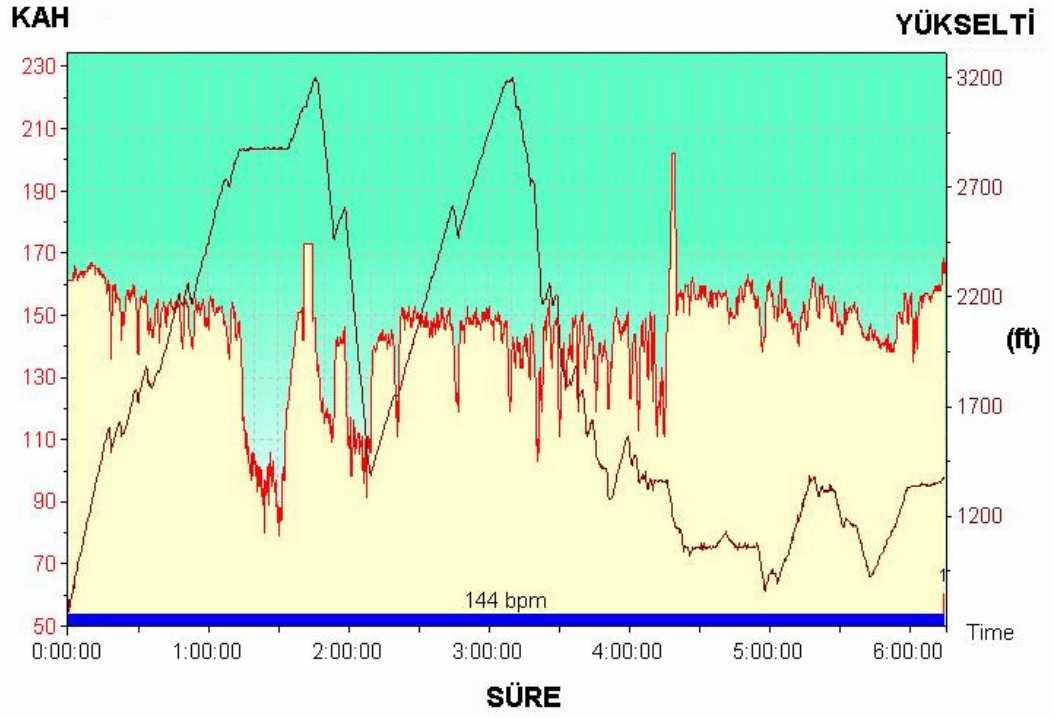


Grafik 11 : Marihuana kullanımının KAH üzerine etkisi ¹⁸

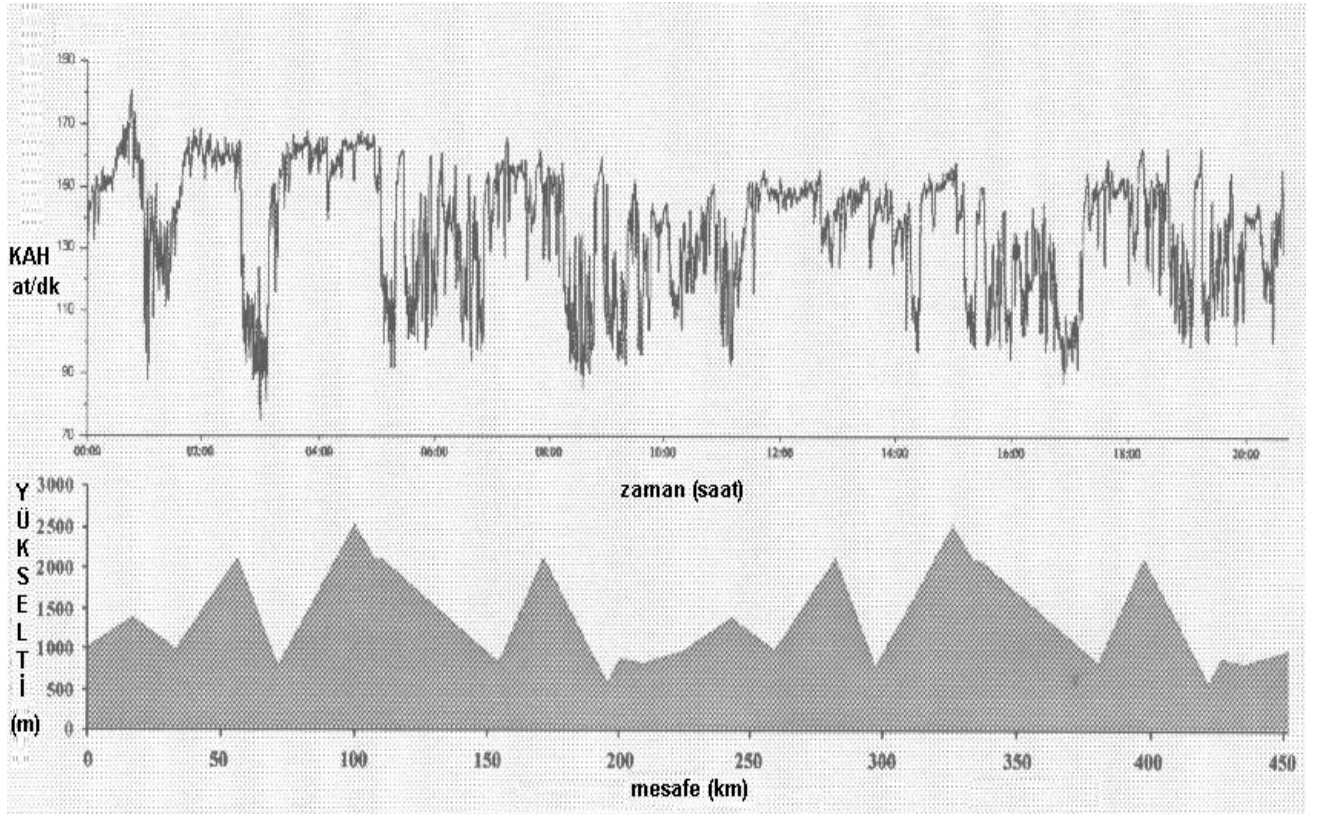
11.) Yükseklik: Yükselti antrenmanı ya da yarışlarında, kalp atım hızının yükseldiği görülmüştür. İki haftalık adaptasyon antrenmanı sonrasında da kalp atım hızı yükselme eğilimindedir. Hatta bu artış, adaptasyon antrenmanından sonra deniz seviyesine inişten sonra birkaç hafta daha kendini göstermiştir. ^{44,66,81,106}



Grafik 12 : Kalp Atım Hızı ve Yükselti ilişkisi grafiği ¹⁰⁶

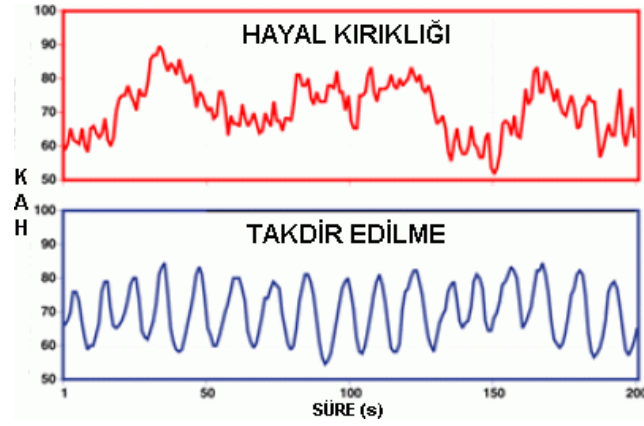


Grafik 13 : Kalp Atım Hızı ve Yükselti ilişkisi grafiği ¹⁰⁶



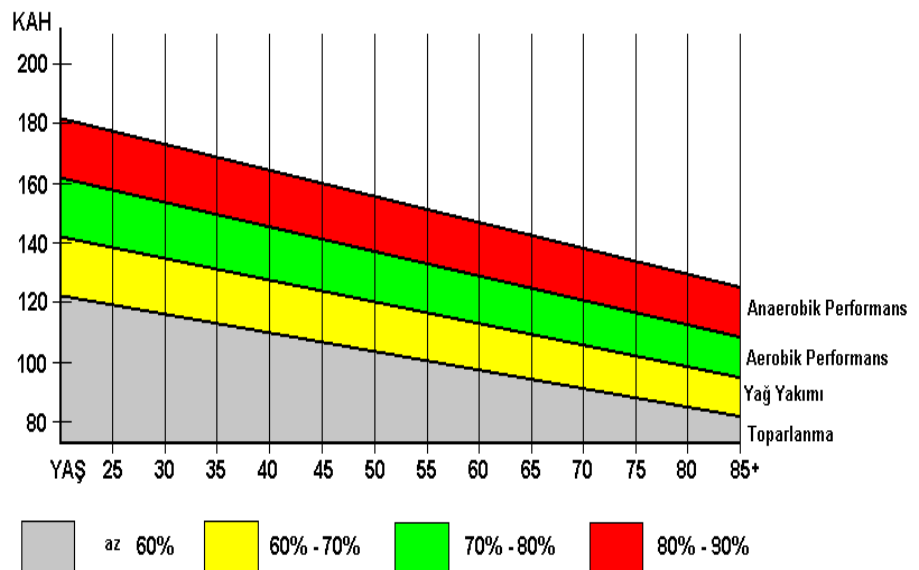
Grafik 14 : Kalp Atım Hızı ve Yükselti ilişkisi grafiği ⁸¹

12.) Duygusal Örüntüler (Coşku, heyecan ..): Kişinin hormonal seviyesi de kalp atım hızını etkiler. Yarış öncesi anksiyete ya da sinirlilik; adrenalın salgınımına bağlı olarak kalp atım hızını yükseltir. Yine sevinç, heyecan, üzüntü ya da stres de kalp atım hızını artıracaktır.
21,44,52,66



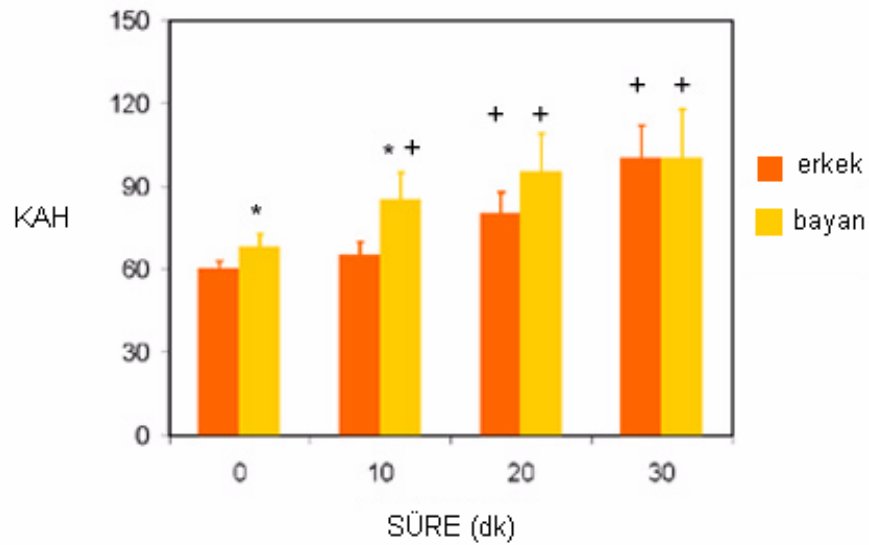
Grafik 15 : Duygusal Örüntülerin KAH üzerine etkisi ²¹

13.) Yaş: Doğum sonrası 130 atım/dk'dan, ergenlik sonrası 72 atım/dk'ya düşen kalp atım hızının maksimum olarak egzersizde erişebileceği düzeyde yaşla birlikte düşer. Bu genelde 220 – yaş formülü ile hesaplanır.
6,24,37,39,42,43,44,49,51,52,58,72,73,84,107



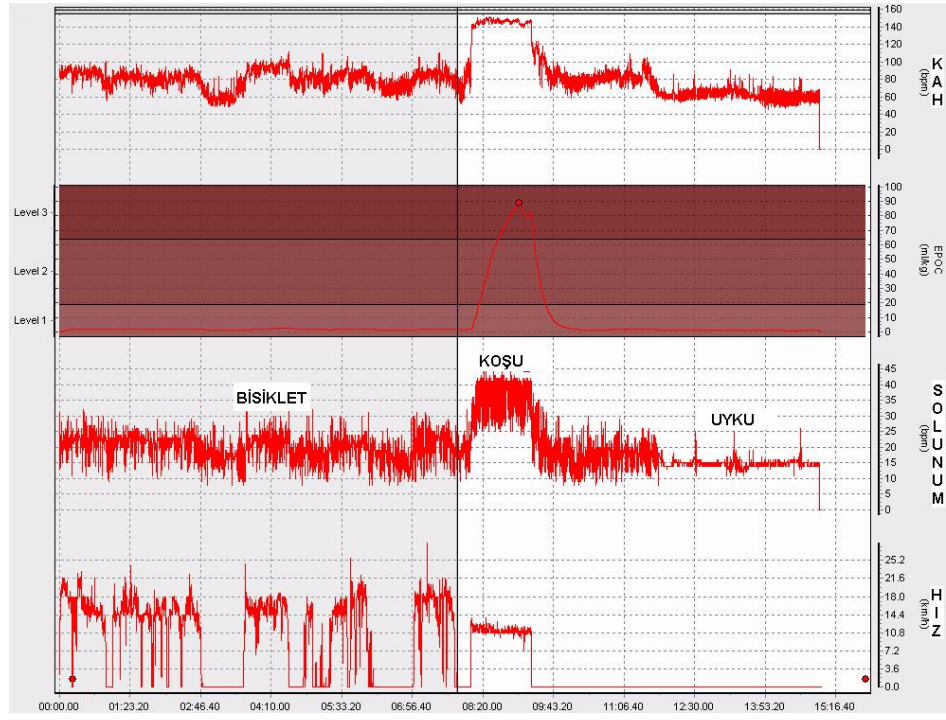
Grafik 16 : Yaşla beraber Kalp Atım Hızının egzersiz türü ile birlikte optimal düzeyi ³⁹

14.) Cinsiyet: Bayanlarda kalp atım hızının, erkeklere oranla 5-10 atım daha fazla olduğu tespit edilmiştir. Hatta bayan sporcularla yapılan bazı çalışmalarda Max KAH hesaplanırken ($226 - \text{YAŞ}$) formülünün kullanıldığı da bilinir. Bunun sebebi olarak da bayanlarda kalp hacminin küçüklüğü ve dolayısıyla atım başına daha az kan pompalanabildiği için, erkeğe oranla aynı iş yükünde daha fazla atım yapması gereği vurgulanmıştır.^{6,42,44,66,72,89}



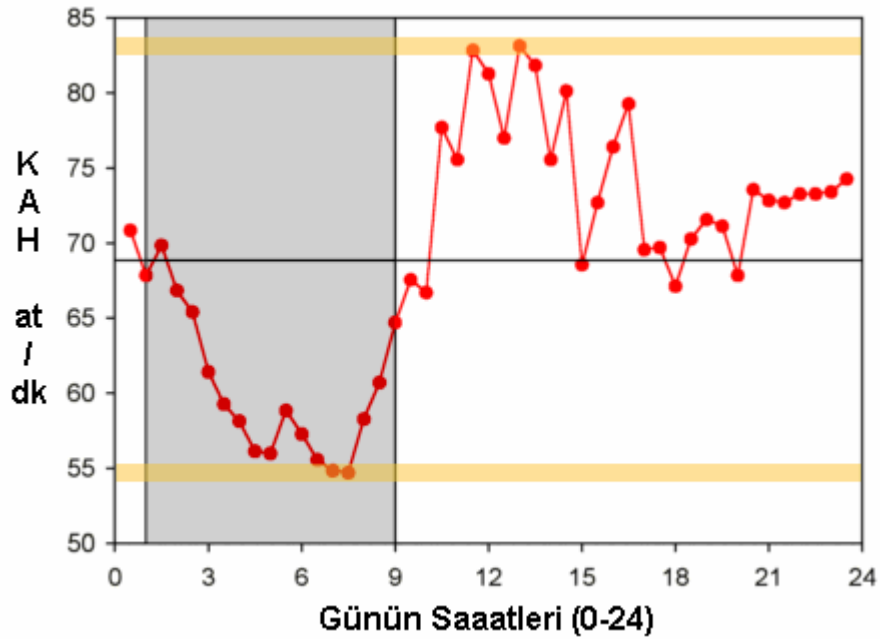
Grafik 17 : Düşük şiddetli egzersizde KAH'nın cinsiyete göre farklılık grafiği⁸⁹

15.) Ritm: Egzersizle ilgili olarak koşu ritmi, pedal ritmi, kulaç ritmi ya da kürek ritmi kalp atım hızında etkilidir. Tabi ki bu dakika tekrar sayısının düşürülmesi gerektiği anlamına gelmez. Tekrar sayısı düştüğünde, kaslardaki talep bireysel olarak artar ve aynı zamanda varsayılan iş yükü aerobik sisteme doğru yönelir, böylece yük düşer. Yani düşük RPM bacaklara ve kollara fazla yük bindirirken, yüksek RPM hiperventilasyonla kendini gösterir. Burada önemli olan en etkili –optimal- dakika tekrar sayısının tespit edilerek, bacaklar-kollar ve akciğerler arasındaki denge noktasının bulunmasıdır. Bir başka deyişle hareket ekonomisidir.^{44,46}



Grafik 18 : Farklı ritimli egzersizlerde KAH-HIZ-SOLUNUM FREKANSI VE EPOC grafiği ⁷⁶

16.) Günlük zaman dilimleri: Günün değişik saatlerinde yapılan egzersizlere bazı fizyolojik yanıtlar farklı olabilir. Sabah saatlerinde yapılan submaksimal egzersizde KAH, akşam saatlerine göre daha düşük seyirler göstermiştir. Bu eğilim kendini yaşta da göstermiştir. Yani artan yaşla beraber egzersizlerin sabah saatlerinde yapılması önerilebilir. 3 ila 8 atım/dk'lık günlük zaman dilimi farkı anlamlı bulunmuştur. ^{44,90}



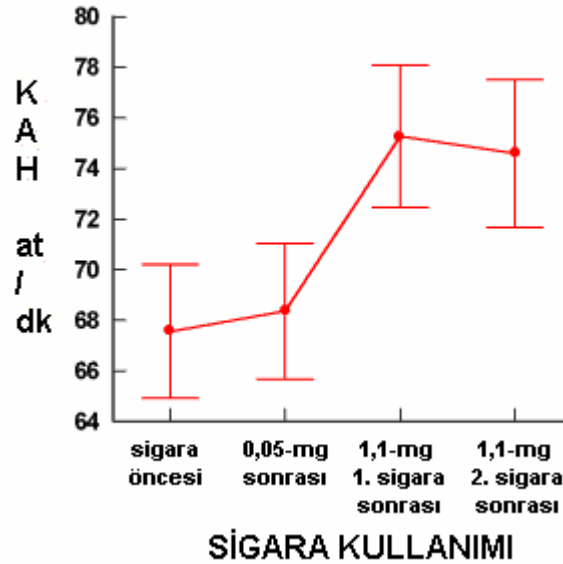
Grafik 19 : Günlük Zaman Dilimlerinde KAH Değişimi ⁹⁰

17.) Susuzluk: Sıcak ya da nemli ortamda, yüksek şiddette yapılan 1 saatlik egzersiz boyunca terleme ile beraber vücut sıvılarının çeyreği kaybedilebilir. Bu da seyrelmiş kan demektir ki, kalbin daha hızlı kan pompalamasını gerektirir. Dehidratasyon (susuzluk) kalp atım hızını 10-30 atım/ dk yükseltir. ^{44,52,72}

18.) Hastalık: Hasta iken virüslerle savaşan vücudumuzda bazı enfeksiyonlar KAH'nı yükseltir. ^{44,66}

19.) Yiyecek Alımı: Dışarıdan alınan besinlerin sindirimi sırasında KAH yükselir. Bu yüzden yemek sonrası egzersiz yapılmamalıdır. Egzersizin türü ve şiddetine göre aradan 3-3,5 saat geçmesi beklenmelidir. ^{44,52,66,72}

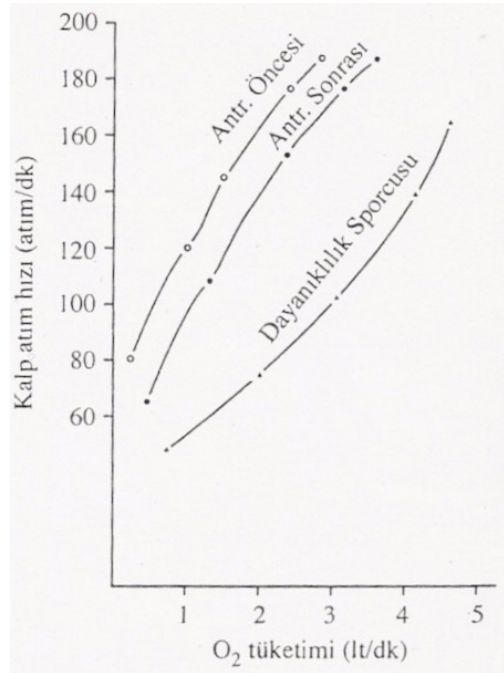
20.) Sigara Kullanımı: İçilen sigara, KAH üzerine etkisini istirahat nabzında bile göstermiştir. ^{43,44,59,99}



Grafik 20 : Sigara Kullanımının KAH üzerine etkisi ⁵⁹

21.) Egzersiz ve Antrenmanın Etkisi: Egzersizin başlamasıyla birlikte, sempatik nöronlar yoluyla böbreküstü bezinden (adrenal medulla) norepinefrin adı verilen hormonun salınımı gerçekleşmekte ve sinoatriyal düğüm uyarılmaktadır. Böylece kalp atım hızı artmaktadır. Ana atardamar (aort) ve şah damarı (karotik arter) üzerindeki basınç algılayıcıları (baroreseptörler) ise kan basıncı değişikliklerini kardiyak merkeze iletirler. Vagus siniri (parasempatik sinir) yoluyla sinoatriyal düğüme mesaj gönderilir ve kalp atım hızı yavaşlamış olur. Bu olay negatif bir geri beslenme (feedback) örneği olup homeostazisin korunmasında önemli bir rol oynamaktadır.^{4,6,36,37,51,84,95}

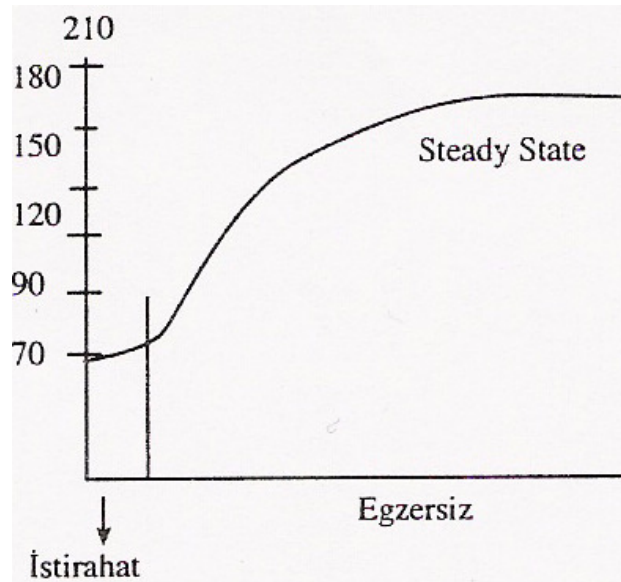
Antrenman bilimi açısından bakıldığında kalp atımları egzersizin şiddeti ile birlikte artar. Bu artışın nedeni, dokudan artan oksijen ve diğer metabolik ihtiyaçları karşılamaya yöneliktir. Kalp atım hızı ile maksimal oksijen kullanımı (Max VO₂) arasında yüksek bir ilişki vardır. Sporcuların atım hacimleri daha fazla olduğu için aynı kalp atım hızı ile daha yüksek oksijen üretebilirler. Bu yüzden egzersizde kalp atım hızının düzeyi atım hacmi ve oksijen tüketimine bağlıdır. Ayrıca aerobik antrenmanlar ile KAH 12-15 atım/dk azaltılabilir.^{44,52,72,77,95}



Grafik 21 : Antrenmanın sedanterlerde KAH ve Oksijen Tüketimi etkisi⁵²

2.4.4. Kalp Atım Hızı ve Steady State (Denge Durumu)

Egzersiz şiddeti belli bir submaksimal seviyede olduğunda, kalp atımları önce yükselir, sonra belli bir düzeyde sabitlenir. Bu submaksimal (maksimal olmayan) egzersiz seviyesindeki sabit kalp atım hızına denge durumu (veya steady state) kalp atım hızı denir. Bu şiddetteki bir egzersizin gerektirdiği dolaşım ihtiyacını karşılamak için gerekli olan kalp atım hızıdır. Bu seviyeden sonra, egzersizin şiddetinde olan artışlar için kalp atım hızı da 1-2 dakika içinde yeni bir denge durumu (steady state) düzeyine erişecektir. Fakat egzersizin şiddeti arttıkça, yeni denge durumu (steady state) kalp atım hızına erişmek daha uzun zaman alır.^{5,8,34,42,52}



Grafik 22 : Egzersiz ve KAH⁸¹

Denge durumu (steady state) kalp atım hızı, kişilerin fiziksel kondisyonunu tahmin etmek için kullanılır. Bununla ilgili birçok test geliştirilmiştir. Örneğin, bisiklet ergometresi veya koşu bandı kullanılarak yapılan testler bulunmaktadır. Bireyler bu ergometrelerden herhangi biri üzerinde gittikçe artan iş yükü sırasında değerlendirilirler. Kardiorespiratuar (dolaşım ve solunum sistemi) kapasitesi daha iyi durumda olan bireyler, aynı iş yükünde kapasitesi iyi olmayanlara göre daha düşük denge durumu (steady state) kalp atım hızına sahiptirler. Bu nedenle denge durumu (steady state) kalp atım hızı, kalbin çalışma

etkinliğinin en geçerli göstergesidir. Belirli bir egzersiz seviyesinde daha düşük denge durumu (steady state) kalp atım hızı, daha ekonomik kalp çalışması olarak değerlendirilir.^{5,8,22,34,}

2.4.5. Kardiyovasküler Sistemin Egzersize Karşı Reaksiyonu

Egzersiz sırasında kalpten pompalanan kan miktarı, iskelet kaslarının artan oksijen ihtiyacına göre değişir. Egzersiz derecesi arttıkça kalp atım sayısı da artar. Egzersizde iskelet kaslarından geçen kan miktarı % 150-300 kadar artmaktadır. Kalbin pompaladığı kan miktarı da istirahattekinin 4-7 katına ulaşabilir. Kalbin istirahatte pompaladığı kan miktarı dakikada 5-6 litredir. Ağır egzersizde bu miktar 42 litreye kadar çıkabilir.^{24,37,52,72,84,95}

Kalp atım hızı, kalbin sağ atriumunda bulunan SA düğümü tarafından kontrol edilir. Bu nedenle kalp atım hızındaki değişiklikler daha çok SA düğümünü etkileyen faktörler tarafından (sinirsel ve hormonal faktörler) düzenlenir.^{37,52,72,95}

Normal KAH SA nodunda oluşan potansiyeller tarafından düzenlenir. SA nodu dolayısıyla da KAH otonom sinir sisteminin ve bazı hormonların kontrolü altındadır. Sempatik stimulasyon KAH'NI artırırken parasempatik uyarılma yavaşlatır. Az da olsa ayrıca kan ısı, pH, iyon konsantrasyonları, hormonlar, sinirlilik, ağrı, egzersiz, ateş gibi otonomik kontrolün dışındaki faktörlerin de KAH üzerine etkileri vardır.^{52,72,95}

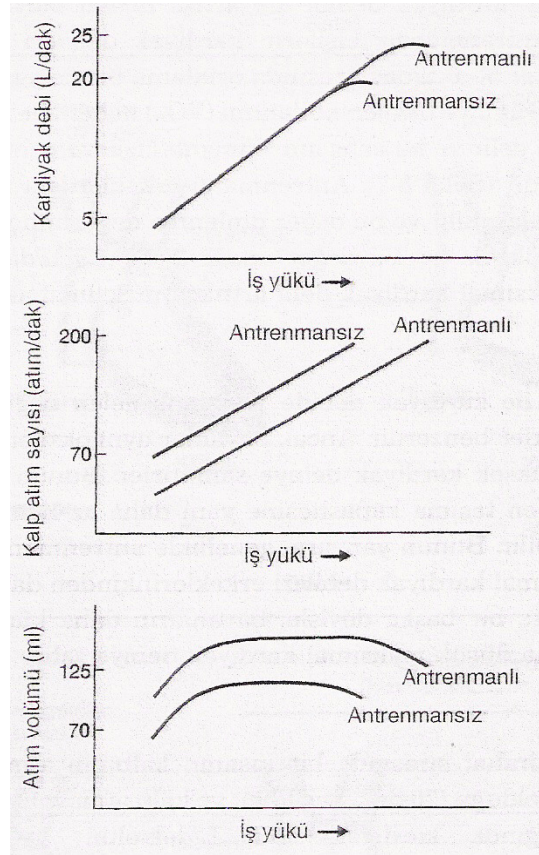
Kalp, sempatik ve parasempatik otonom sinir sistemine ait sinirlerle çevrelenmiştir. Sempatik sinirler, daha çok norepinefrin (noradrenalin) ve bir miktar da epinefrin (adrenalin) nörotransmitterlerini salgılayarak SA düğümünü etkiler ve kalp atımı sayısının artmasına neden olur. Bunun aksine parasempatik sinir uçları asetilkolin salgılar ve SA düğümünü etkileyerek kalp atımı sayısını düşürür.^{33,95}

Hem sempatik hem de parasempatik sinir sistemleri, beyindeki medulla tarafından kontrol edilir. Duygusal heyecanlar, kas kimyası ve kan basıncındaki değişiklikler bu bölge tarafından algılanınca, sempatik veya parasempatik sistemler uyarılarak kalp atımı sayısı artırılır veya azaltılır. Aynı zamanda adrenal bezden (böbrek üstü bezi) salgılanan epinefrin ve norepinefrin hormonları da kan yoluyla kalbe ulaşarak kalp atımını etkiler (norepinefrin ve epinefrin nörotransmitter ve hormon olarak iki şekilde görev yaparlar) .^{33,95}

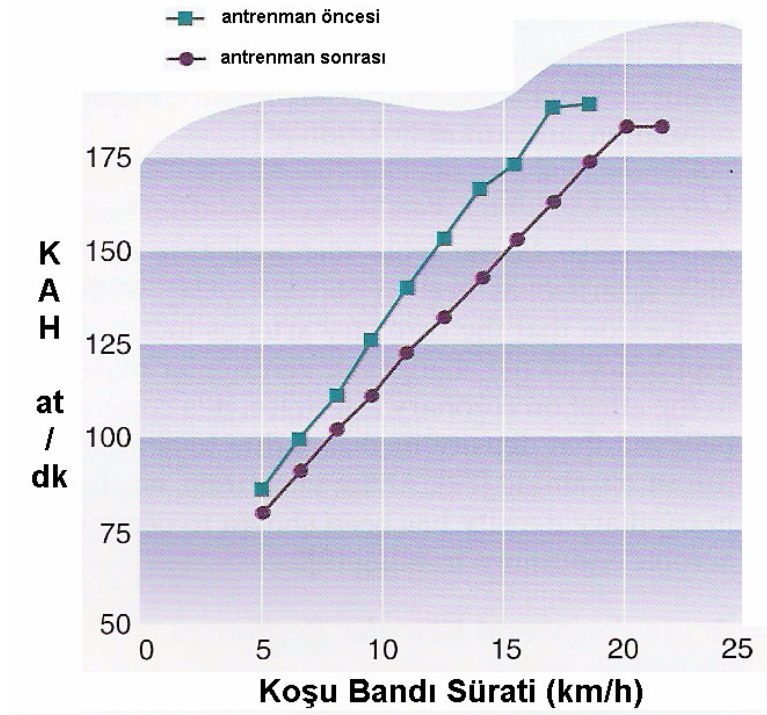
Antrenmanın kalp atım sayısı üzerine oldukça önemli bir etkisi vardır. Daha önce de bahsedildiği gibi, iyi antrenmanlı sporcuların dinlenme (istirahat) kalp atım sayıları her iki cinsiyet için de 40 atım/dk' ya kadar inebilir. Antrenmanın kalp atım sayısı üzerindeki azaltıcı etkisi, kalp atım volümünün (SV) antrenman sonucunda artmasından kaynaklanmaktadır. Kalpten bir atımda pompalanan kan miktarı arttığında, kalp atım sayısı düşer. Bir başka deyişle, aynı miktarda kardiyak debi (output) daha düşük kalp atım sayısı ile elde edilir. Örneğin, istirahat sırasında kardiyak debi miktarı antrenmanlı ve antrenmansız bireylerde farklı değildir ve yaklaşık 5 L/dk' dır. Fakat bu volümün elde edilme şekli farklıdır. Bu volüm miktarı antrenmanlı bireylerde kalp atım volümünün yüksek olması nedeni ile dakikada 50 atım ile, antrenmansız bireylerde ise kalp atım volümünün düşük olması nedeni ile yaklaşık dakikada 70 atım ile gerçekleştirilir. Bu da antrenmanlı bireylerde kalbin daha ekonomik çalışması anlamına gelir. Bu durum şu şekilde açıklanabilir.^{5,8,34,52,72,95}

Antrenmanlı bireylerde dinlenme **Kalp Debisi = 50 at/dk X 100 ml/at = 5L/dak**

Antrenmansız bireylerde dinlenme **Kalp Debisi = 70 at/dk X 72 ml/at = 5L/dak**



Grafik 23 : Antrenmanlı ve antrenmansız kişilerde Egzersiz ve KAH - Kalp Debisi - Atım Hacmi Grafikleri⁹⁵



Grafik 24 : Aerobik egzersize kronik KAH uyumu ³²

Tablo 7: Aerobik egzersize kronik KAH uyumu ³²

Değişken	Antrenman Öncesi KAH (at/dk)	Antrenman sonrası KAH (at/dk)
Toplam	140,1 ± 16,3	135,8 ± 14,8 *
Erkek	138,1 ± 15,6	132,8 ± 13,3 **
Bayan	141,7 ± 16,7	138,8 ± 15,5 **

Tablo 8: Antrenmanın Dinlenme ve Maksimal KAH üzerine kronik etkisi ³²

Değişken	Dinlenme KAH (at/dk)	Max KAH (at/dk)
Antrene olmayan	75	195
Maraton sporcuları	50	185

Tablo 9: Antrenmanın Dinlenme ve Maksimal KAH üzerine kronik etkisi ⁵

Değişken	Dinlenme KAH (at/dk)	Max KAH (at/dk)
Sedanter (70 kg)	70	190
Elit Dayanıklılık Sporcusu (70 kg)	45	190

Egzersiz sırasında kalp atım sayısında oldukça anlamlı bir artış olur. Ancak antrenmanlı kişilerin aynı VO2'deki (aynı oksijen tüketim seviyesinde) kalp atım sayıları, antrenmansız kişilerinkinden daha düşüktür (Şekil 20). Antrenmanlı bayanlar antrenmanlı erkeklere göre daha az kan miktarına sahip olduklarından yine aynı VO2 düzeyinde daha yüksek kalp atımına sahiptirler. Antrenmanlı bir kalbin yüksek kalp atım volümü, verilen iş yükündeki düşük kalp atımıyla birleştiğinde verimli bir dolaşım sistemini ifade eder. ^{37,44,72,95}

Bir antrenör ve beden eğitimci kalp atım sayısını kullanarak;

1. Egzersizin şiddetini belirleyebilir,
2. Antrenmanın etkisini değerlendirebilir,
3. İlk iki maddenin sonuçlarına dayanarak, yükleme prensibine göre en etkili antrenman programını geliştirilebilir. ^{8,95}

2.5. Vücut Kompozisyonu

Giderek ağırlaşan yoğun yaşam koşullarına fiziksel olarak uyum sağlayabilmek için, bireyler vücutlarını daha dayanıklı hale getirmek adına, disipline olmuş sportif hareketlere doğru yönelmektedir. Öte yanda vücut kompozisyonu ya da vücut yağının, sağlık kriteri olma yanında, fiziksel performansta optimal verime ulaşmak için önemli bir belirleyici olduğu kabul edilmektedir.^{1,29}

Bu yaklaşımlar paralelinde uzun yıllardır beden eğitimi ve spor alanında vücut yoğunluğu, yağ harici kitle ve vücut yağ oranları merak konusu olmuştur. Bedenin eğitimi ya da disipliner spor branşlarına katılımın artması; değişik yaş, cinsiyet, grup, antrenmanlılık durumu gibi değişik koşullar altında uygulanan egzersiz reçeteleri, vücut kompozisyonu ile ilgili çalışmalara ilgiyi artırmıştır. Bazı disipliner spor branşlarında vücut kompozisyonu, bir performans belirgeni olarak ortaya çıkarken, bir çoğunda da vücut yağ yüzdesi ile performans kriteri arasında olumsuz ilişki gözlemlenmiştir. Sporcular üzerinde yapılan çalışmalarda, farklı spor branşlarında; yaş, cinsiyet, performans düzeyi, coğrafi faktörler ve popülasyona göre farklı sonuçlar elde edilmiştir.^{1,29,99}

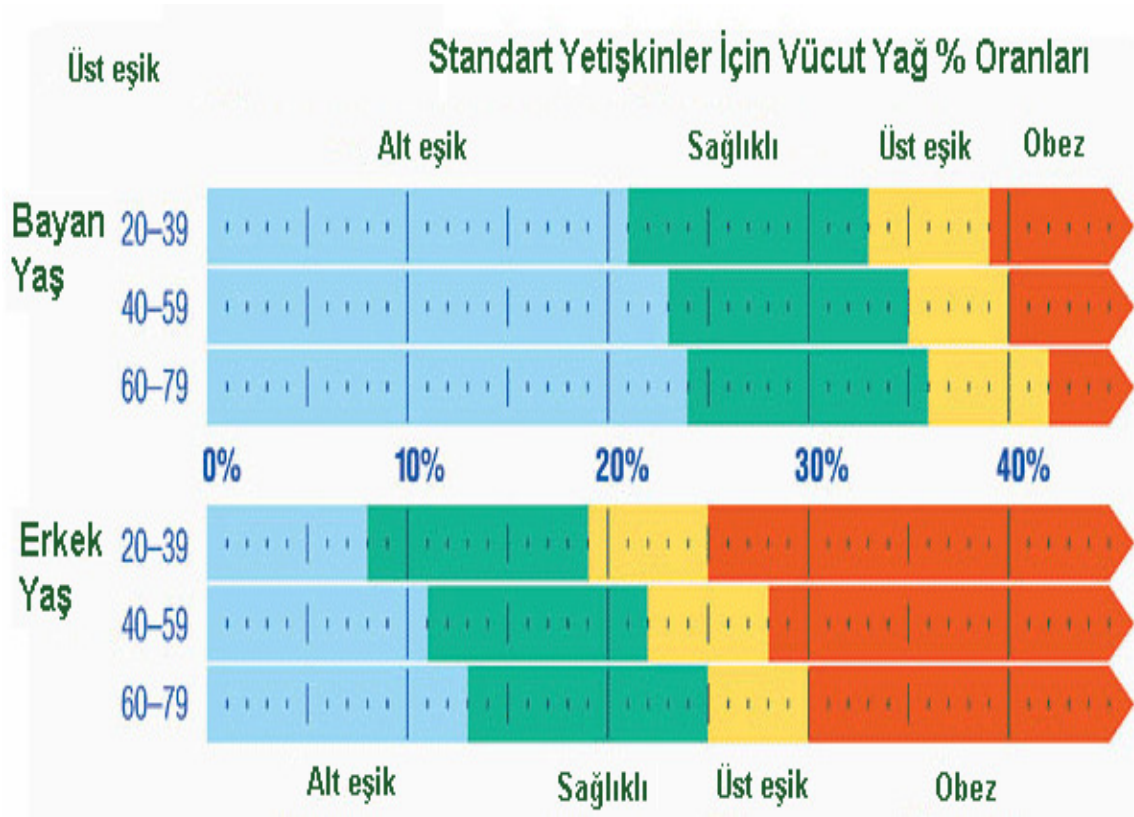
Vücut kompozisyonuna fizyo-anatomik olarak bakıldığında, genel olarak ana bileşenlerin kas kütlesi (protein), kemik kütlesi (mineral), yağ kütlesi (lipid), hücre dışı sıvılar ve diğer organik maddeler olduğu görülür.^{1,2,23} Vücut kompozisyonu çalışmaları açısından bakıldığında ise iki ana bölüm vardır ki bunlar; yağsız vücut kütlesi ve yağ kitlelerdir.^{1,58,78,99}

Toplam vücut ağırlığından depo edilmiş yağ kilonun çıkarılması ile elde edilen yağsız vücut kitle (Lean body mass); depo edilmiş yağ doku dışında kalan tüm diğer vücut dokularını içerisine almaktadır. Bunlar; kas, kemik, sinir ve hücre dokusu yapısında ve diğer bileşiklerde bulunmakta olan esansiyel yağ dokusu, yağ harici kitlenin parçaları olmaktadır.^{1,3,58}

Biyolojik eşik olduğu kabul edilen vücutta bulunabilecek minimal yağ miktarının altına inilmesi halinde, kişinin sağlık olarak olumsuz etkilenebileceği düşünülmektedir. Kişinin olabileceği en düşük yağsallık eşik değeri; toplam vücut ağırlığından depo edilmiş yağ miktarının çıkarılması ile elde edilir. Bu yağ miktarı; vücudun biyolojik yaşamı için gerekli olan ve yağsız vücut ağırlığının erkeklerde %3, bayanlarda da %12'sini meydana getiren esansiyel yağları içermemektedir. Minimal yağ miktarı, yukarıda sözü edilen miktarların altına inildiği zaman, vücudun normal fizyolojik fonksiyonlarında bir bozukluğun ve çalışma kapasitesinin olumsuz etkilenmesine neden olabileceği düşünülmektedir (164). Vücut yağ depolarının üst eşiği Behnke

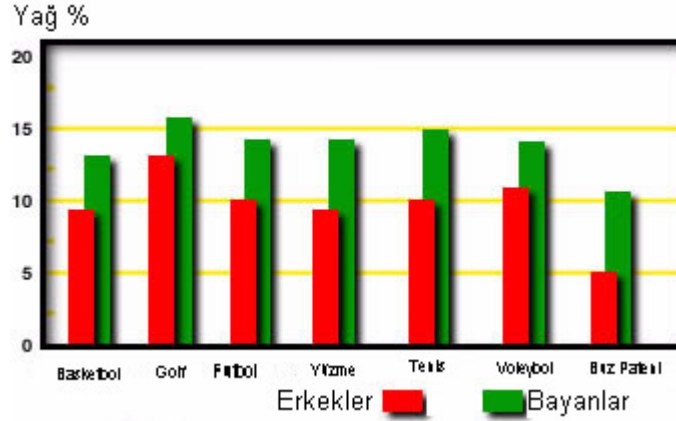
ve Wilmore'un ¹ değerlerine göre erkeklerde vücut ağırlığının %20'si, bayanlarda ise %30'u olarak kabul edilmektedir. Bu değerler vücutta bulunan adipoz dokunun %85 oranında lipidlerle satüre olması halinde ulaşılabilecek teorik değerler olarak düşünülmektedir. ^{1,3,58}

Vücut kompozisyonunun içeriğinin daha kolay anlaşılabilmesi ve karşılaştırma yapmada bir temel oluşturması açısından Dünya Sağlık Örgütü (WHO) ve New York Obesite Araştırma Merkezi'nin ortaya atmış olduğu referans bayan ve erkek modeli oldukça kullanışlıdır. Ortaya atılmış olan teorik model, çok sayıda Amerikalı denek üzerinde yapılan antropometrik ölçümlerle elde edilmiştir. Buna göre ön görülen referans modellerin vücut kompozisyonuna ait değerleri tablo 1 de görülmektedir. ⁵⁶

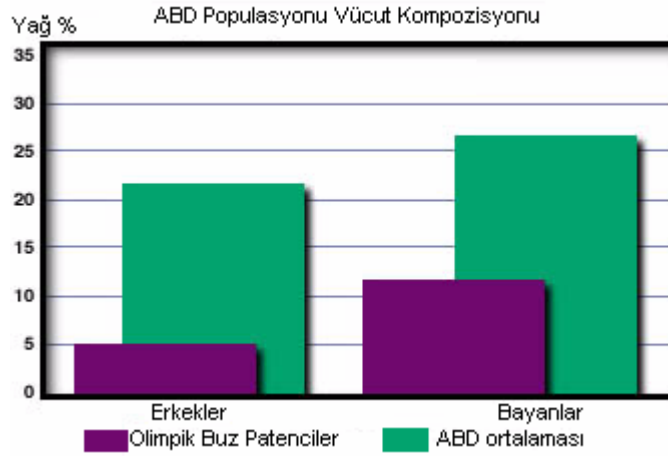


Grafik 25. Standart Yetişkinler İçin Vücut Yağ % Oranları ⁵⁶

Branşlarda cinsiyet farkının araştırıldığı (Grafik 26) ve elit sporcular ile normal popülasyonun karşılaştırıldığı (Grafik 27) çalışmalarda istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar bulunmuştur.¹⁰



Grafik 26: Branşlarda Vücut Yağ Yüzde Oranlarının Cinsiyete Göre Farklılıkları¹⁰



Grafik 27: Amerika Birleşik Devletlerinde Genel Populasyonla, Olimpik Buz Pateni Sporcuları Arasındaki Vücut Kompozisyonu Farklılıkları¹⁰

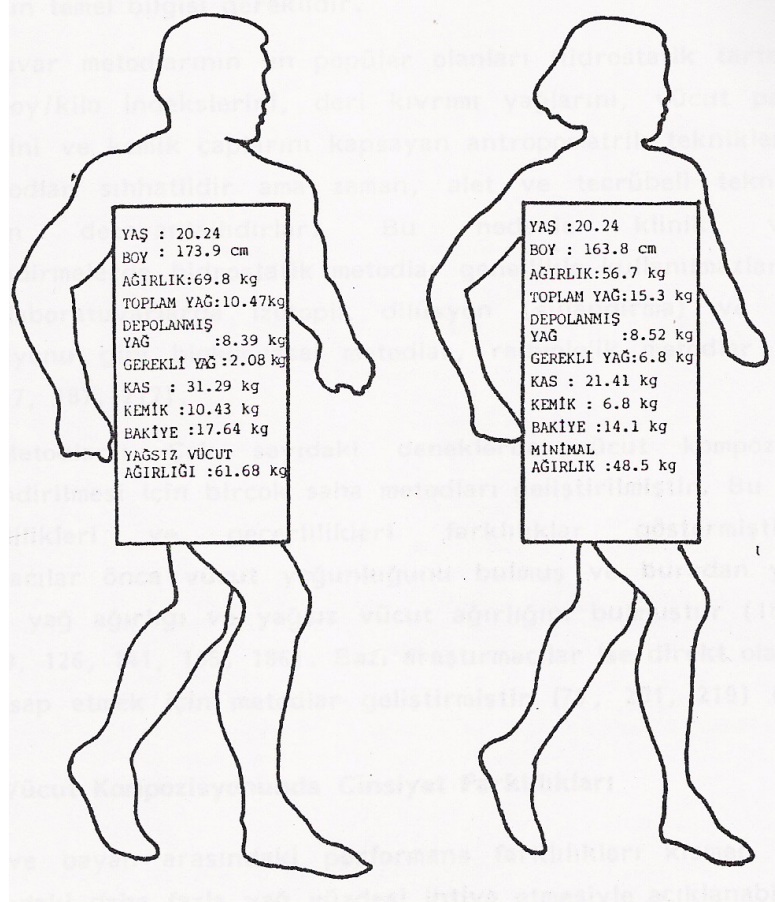
Vücuttaki organ ve üyelerde benzer olmakla birlikte her insanın birbirinden farklı fiziksel kompozisyonu vardır. İnsan yaşantısını yakından ilgilendiren vücut kompozisyonunu etkileyen faktörleri; cinsiyet, kas, fiziksel aktivite, hastalıklar ve beslenme olarak sayabiliriz.^{3,28,57,58,74,78}

Vücut kompozisyonu genellikle yağ dokusu ve yağsız doku şeklinde iki bölümde ele alınabilir. Yağsız doku; kas, kemik ve diğer organik faktörlerden meydana gelir. Pozitif vücut kompozisyonu

değişiklikleri, ya yağsız dokuda veya yağ dokusundaki değişimleri ihtiva eder. ^{28,57,71,74,99}

Anaerobik veya aerobik çalışmayı kapsayan bütün spor branşları için vücuttaki yağlı dokuların fazlalığı, yağsız kas kütesinin azlığı performansı olumsuz etkileyen bir durumdur. Bu yüzden vücut kompozisyonu çalışmaları sporcular üzerinde yoğunlaştırılmıştır. Birçok metot uygulanmıştır. Kuvvet, çabukluk, ısı dengesi gibi etkenler vücutta bulunan yağ miktarı ile ilişkili olduğundan vücut yağının belirlenmesi büyük önem arz eder. ^{3,28,58,110}

Elit erkek hentbolcuların fiziksel iş kapasitesinin solunum parametreleri ve vücut yağ oranı ile ilişkisi üzerine yapılan araştırmada, vücut yağ oranları; futbolcu, basketbolcu ve atletlerden yüksek olduğu saptanmıştır. Maksimum istemli ventilasyon ve vital kapasitenin diğer sporculardan daha yüksek olduğu gözlenmiş, fiziksel iş kapasiteleri ise daha düşük bulunmuştur. ⁹⁸



Şekil 2. Normal erkek ve kadında vücut kas ve yağ değerleri (Behnke'ye göre) ⁹⁷

2.5.1. Vücut Kompozisyonunun Ölçüm Nedenleri

Vücut kompozisyonu üç ana nedenden ötürü araştırmacıların ilgisini çekmektedir.

1. Olası sağlık problemlerinin önüne geçebilmek için;

- Çok düşük veya yüksek toplam vücut yağına bağlı olası sağlık riskinin araştırılması.
- Çok düşük veya yüksek toplam vücut yağına bağlı kişide sağlık bilincinin sağlanması.
- Vücut kompozisyonunda bir kısım hastalıklarla bağlantılı olarak değişimleri takip etmek.
- Etkili beslenme ve egzersize bağlı vücut kompozisyonunda meydana gelen değişimleri değerlendirmek.
- Sağlıklı vücut ağırlığının belirlenmesi.
- Uygun egzersiz ve diyet programı belirlemek.

2. Performans

- Antrenman ve beslenmeye bağlı vücut kompozisyonu gelişiminin incelenmesi

3. Büyüme, gelişme, olgunlaşmaya ve yaşa bağlı vücut kompozisyonu değişimlerinin takibi ve incelenmesi. ^{2,3,5,10,28,57,74,78}

2.5.2 Vücut Kompozisyonunu Etkileyen Faktörler

1. Enerji Dengesi:

İnsan vücudu, yaşamsal fonksiyonlarını devam ettirmeyi, enerji dengesi üzerine kurmuştur. İnsanın günlük enerji gereksinimi; cinsiyetine, yaşa, günlük yaşam tarzına, sportif etkinliklerine, spor türüne, iklime, genetik yapıya ve yaptığı işe bağlı olarak artmakta ve azalmaktadır

2. Yağ Hücresi Miktarı :

Vücutta bulunan yağ miktarı, vücut kompozisyonunu etkileyen en önemli faktörlerin başında gelmektedir. Beslenmeye bağlı olarak alınan fazla enerji, yağa dönüştürülerek vücudun değişik yerlerinde bulunan adipoz doku hücrelerinde depo edilmektedir. Depo edilen yağ miktarı, buralarda bulunan yağ hücrelerinin sayı ve miktarına bağlıdır.

3. Egzersiz ve Vücut Kompozisyonu:

Antrenman sonucunda vücuttaki toplam yağ miktarında azalma, yağsız vücut ağırlığında ise bir artma olur. Toplam vücut ağırlığında hafif bir azalma meydana gelebilir. Bu değişikliklerin çoğu, özellikle vücut yağ miktarındaki azalma, obez bay ve bayanlarda, obez olmayanlara oranla daha belirgin şekilde görülür. ^{3,28,57,58,74,95,99}

Düzenli egzersiz olarak kabul edilen haftada 2-3 defa tekrarlanan egzersizin sistemli olduğu kabul edilmekte ve bunun belirgin bir şekilde vücut kompozisyonunu değiştirdiği gözlenmektedir. Bu değişim çocuk, genç ve yaşlılarda gözlenebilmektedir. ^{1,3,5,28,57,58,74,78} Örneğin antrene olmuş çocukların antrene olmamışlara oranla daha büyük yağsız kitleye sahip oldukları ve daha fazla kreatinin ekskresyonu yaptıkları gözlenmiştir. Orta yaş erkekler üzerinde 2 yıl süre ile yapılan bir araştırmada ; haftada 2-3 defa tekrarlanan aerobik ağırlıklı egzersizin, kontrol grubu ile karşılaştırıldığında; vücut ağırlığı, vücut yoğunluğu, yağ %, deri kıvrımı kalınlıkları, çevre ölçümleri somatotip özelliğinde değişme gösterdiği belirtilmiştir. ¹ Antrene olan grubun belirgin bir şekilde vücut ağırlığı yağ %, deri kıvrımı kalınlıkları, çevre ölçümleri ve endomorfik (yağsallık) yapıda anlamlı şekilde azalma görmüşlerdir. ¹

Tablo 10. Değişik branşlarda erkek ve bayanda vücut yağ % norm değerleri ^{9,75}

Branş	Erkek	Bayan
Beyzbol	12-15%	12-18%
Basketbol	6-12%	20-27%
Bisiklet	5-15%	15-20%
Buz Hokeyi	8-15%	12-18%
Kürek	6-14%	12-18%
Yüzme	9-12%	14-24%
Koşular	8-10%	12-20%
Atlamalar	7-12%	10-18%
Atmalar	14-20%	20-28%
Triatlon	5-12%	10-15%
Voleybol	11-14%	16-15%
Hentbol	11-14%	16-15%

Yağ oranının yüksekliğinin performansa olumsuz etkileri;

1. Yağ hücrelerinin ATP yapımına direkt etki etmemesi
2. Yağları harekete geçirmek için çok enerjiye ihtiyaç duyulması
3. Yağ dokusunun fazla olması nedeniyle vizkozite ve sürtünme freni görevi görmesi şeklinde sıralanabilir. ^{15,99}

Gettman ve arkadaşlarının ⁴⁷ bir grup yetişkin erkek denek üzerinde koşu ve istasyon halter çalışmasının etkisini araştırdıkları çalışmada her iki çalışma rejiminin, vücut kompozisyonunda değişme yarattığı, koşu antrenmanının VO2 max'da daha fazla gelişme sağladığı ve istasyon halter antrenmanının, daha büyük yağsız kitle ve kuvvetle artışa neden olduğu gözlenmiştir.

Swenson ve Canlee ⁹⁷, egzersiz şiddetinin, vücut yoğunluğu üzerine olan etkisini araştırmak için iki farklı şiddette olan çalışma programını iki ayrı gruba uygulamışlardır. 540 kpm/dk ve 900 kpm/dk şiddetinde haftada 5 gün, 45 dakika ve 12 hafta süre ile yapılan çalışma sonrası; her iki antrenman grubunda vücut yağında azalma olmasına karşılık, yağsız vücut miktarında bir değişme meydana gelmediği görülmüştür. Kaybedilen yağ miktarı, gruplar arasında farklılık göstermemiş ve buna bağlı olarak; yağ kaybının çalışma şiddeti ile ilgili olmadığı gözlenmiştir.

Novak ve arkadaşlarının ⁸³ bayan dansçılar ve sedanter bayanlar üzerinde yaptıkları çalışmada; dans yapan bayanların, sedanter gruba oranla daha az kilolu, daha düşük dinlenik kalp atım hızlarının, daha düşük diastolik kan basınçlarının ve daha düşük toplam vücut yağına karşılık, daha yüksek maksimal oksijen kullanım kapasitelerinin olduğu gözlenmiştir.

Slaughter ve Lahman'ın ⁹⁴ kız çocukları üzerinde fizik yapı ve fiziksel performans ilişkisi üzerine yaptıkları çalışmada; fiziksel performans ile relatif yağ miktarının olumsuz ilişki gösterdiği gözlenmiştir.

Yukarıdaki bulgulardan, egzersizin vücut kompozisyonu üzerinde belirgin bir etkisi olduğu görülmektedir. Egzersiz, beslenme rejimi ile birlikte uygulandığı zaman çok daha etkili olarak vücut kompozisyonu üzerine etkimektedir. Egzersiz ve diyet birleştikleri zaman vücut yağ depolarını çok daha etkili şekilde hareket ettirerek, yağ kullanımının sağlandığı gözlenmiştir. Yalnız diyetle, sağlanan kalorik kısıtlamanın aynı etkiyi sağlamadığı bildirilmiştir. Yalnız diyetle sağlanan enerji açığı sonucu, kaybedilen kilonun yalnız %50'ye yakını yağ olabilirken; diyet ve egzersiz birleştikleri zaman, kaybedilen kilonun %87'si yağ kilo olabilmektedir. ^{3,5,28,57,58,74,78,99}

2.5.3. Vücut Kompozisyonu Ölçüm Yöntemleri

Vücut kompozisyonunu değerlendirmede yöntem olarak; direk yöntem ve indirek yöntem olmak üzere iki yaklaşım bulunmaktadır. Direk yöntem; insan kadavrası ve hayvanlar üzerinde yapılan kimyasal çalışmaları içermektedir. İndirek yöntem ise; hidrostatik tartım, deri kıvrımı ölçümleri, hücre sayımı gibi birçok diğer metod bu yöntem içerisine girmektedir. ^{1,2,71,78,86,95,99}

Yağ, yağsız dokuya oranla daha düşük bir yoğunluğa sahiptir. Buna bağlı olarak vücudunda fazla yağ doku bulunduranların, genel vücut yoğunlukları daha az yağlı olanlara oranla daha düşüktür. Bu nedenle, vücut hacminin ölçümü ve vücut hacminin, vücut kitlesine oranı; vücut yoğunluğunu verir. Vücut yoğunluğunun bulunması ile; vücut yağ miktarı ile yağsız vücut miktarının hesaplanması mümkün olmaktadır. ^{1,2,71,78,86,95,99}

Tablo 11. Vücut Kompozisyonu Değerlendirme Yöntemleri ^{2,78,86}

VÜCUT KOMPOZİSYONU DEĞERLENDİRME YÖNTEMLERİ	
Direk Yöntem	İndirek Yöntemler
<u>Kadavra</u> Hayvan İnsan	• Hidrostatik (sualtı) Tartım • Antropometrik Ölçümler • Hidrometri (İzotopik dilusyon) • Toplam Vücut Sayaçları (Potasyum 40) • Nötron Aktivasyon Analizi • Ultrasonografi • Dual-photon Asorptiometry • Radiografik Analiz • Kompüterize Tomografi • DEXA • Gaz Değişimi Pletismograf (Bod Pod) • Bioelektrik İmpedans Analizi

Spor bilimcileri vücut kompozisyonunu belirlemede: direk ve indirek ölçümler olmak üzere iki yaklaşımı kullanmaktadırlar. Direk ölçüm, hayvan ve insan kadavraları üzerinde, kimyasal olarak doku miktarlarının belirlenmesini içerir. Teorik geçerliliği en yüksek olan metodlar direk metodlar olmakla birlikte, bunlar daha çok indirek metodların geçerliliğini test etmek amacı ile kullanılır. Uygulanabilir özellikleri nedeni ile normal ve

sporcu popülasyonlarında indirek metodlar kullanılmaktadır. Ancak indirek metodların büyük çoğunluğu, saha koşullarından çok labaratuvar koşullarında uygulanabilmektedir. Bu nedenle, saha koşullarında daha çok antropometrik yöntemler kullanılmaktadır.^{1,2,28,71,78,86,95,99}

İndirek metodlar içerisinde en yaygın kullanılan metodlar; Hidrostatik tartım metodu ve deri kıvrımı ile çevre ölçümleri metodları yoluyla vücut yoğunluğunun hesaplanmasıdır. Hidrostatik tartım metodu vücut yoğunluğunun belirlenmesinde en güvenilir metod olarak kabul edilmiştir. Saha koşullarından çok, labaratuvar metodu olarak kullanılmakta ve antropometrik ölçümler için referans kaynağı kabul edilmektedir. Bu nedenle; deri kıvrımı ve çevre ölçümlerine dayalı metodların hemen hemen tümü, hidrostatik tartım metoduna dayalı olarak geliştirilmişlerdir. Vücut yoğunluğunun deri kıvrımı ve çevre ölçümleri ile predikasyonu; tekniğin basit, ucuz ve yüksek geçerlilik derecesi ile %70 popülasyonda %3-4 ölçüm doğruluğu vermesi bu tekniğin önemli bir avantaj elde etmesini sağlamış ve yaygın olarak kullanılmasına neden olmuştur.^{1,2,28,71,78,86,95,99}

2.5.4. Bioelektrik İmpedans Analizi Tekniği

Biyoelektrik İmpedans Analizi (BIA), vücut kompozisyonunun ölçülmesinde yaygın olarak kullanılan basit bir yöntemdir. İnsan vücuduna ait dokuların elektrik impedansı tekniği ile incelenmesi Thomasset tarafından ortaya atılmıştır. Elektrik impedansı tekniği; iskelet kası doku miktarı ve vasküler, kardiyak ve solunum hacmi değişimlerinin, hemodiyaliz sırasında sıvı miktarının değişimi için kullanılmıştır. Elektrik impedansının çalışma ilkesi; basit bir geometrik sistemin impedansı, iletkenin uzunluğuna, konfigürasyonuna, enine kesit alanına ve verilen sinyalin frekansına bağlı olmasıdır. Sabit bir frekans ve relatif olarak sabit bir iletken konfigürasyonu kullanıldığı zaman; impedans, iletkenin uzunluğu ve enine kesit alanı veya iletken hacmine bağlıdır. Elektrik impedansı adipoz dokuda en yüksektir. Çünkü iletkenlik yolu tamamen dokudaki su oranına bağlıdır. Yağ dokudaki su miktarı % 14-22 oranında bulunması nedeniyle; impedans oldukça yüksektir. Yağ harici kitle, oldukça yüksek oranda su bulundurur. Bu nedenle iyi bir elektrik iletkenidir ve buna bağlı olarak elektrik impedansı toplam vücut sıvısının önemli bir endisidir ve buradan vücut kompozisyonu değeri ekstrapole edilebilmektedir. Bu nedenle, elektrik impedansı ölçümü vücut kompozisyonu endisi kullanışlı bir metod olarak öngörülmüştür.^{1,2,3,28,71,74,78,86,95,99}

Bu teknoloji gerçekte vücut dokularının elektriksel impedansını (özdirencini) belirler. Bu da toplam vücut suyunun (TBW) hesaplanmasında kullanılır. BIA'dan elde edilen TBW değeri kullanılarak yağsız vücut kütlesi (FFM) ve vücut yağı da hesaplanabilir. BIA teknolojisinin yaygın kullanımı nedeniyle gerekli standardizasyonun sağlanabilmesi için 12-14 Aralık 1994 tarihinde ABD' de Sağlık Teknolojisi Ulusal Enstitüsü tarafından bir konferans düzenlenmiştir ve şu sorulara cevap aranmıştır:

- BIA elektriksel ve biyolojik olarak neyi ölçer ve güvenilirliği ne kadardır?
- BIA ölçümleri nasıl yapılmalıdır ve nasıl standardize edilebilir?
- Toplam vücut suyu, yağsız vücut kütlesi ve adipozitenin belirlenmesinde BIA teknolojisi ne kadar geçerlidir?

Metod, düşük miktarda amperaj akımının, el ve ayaklarda, deri üzerine bağlanan elektrodlar yardımı ile uygulanır.

Metodun geçerliliği ile ilgili yapılan çalışmalarda; Jackson ve arkadaşları⁶⁴, 283 erkek denek üzerinde vücut yoğunluğu çalışmalarında $r = 0.881$ değeri elde ederken, 103 bayan denekte $r = 0.815$ değeri elde etmişlerdir. Vücut çevresi ölçümleri ile karşılaştırıldığı zaman erkeklerde $r = 0.779$ ve bayanlarda $r = 0.728$ bulunmuştur.⁶⁴

İnsanda toplam vücut suyunu ölçme yöntemi olarak kabul edilen yöntem; metabolik olarak, çalışma sonrası su izotoplarının (deteryum veya trityum) dilusyonlarına dayanmaktadır. Toplam vücut elektriksel rezistansı ölçümü ile, toplam su miktarı, serbest yağ kütlesi doğru olarak ölçülebilir.

Avantajları:

SONUÇLAR:

- LBS olarak yağ miktarı (pound)
- LBS olarak lean (kas+ organ) miktarı (pound)
- PINT olarak su miktarı (0.45 l)
- Yağ yüzdesi
- Lean yüzdesi

- BMR – Bazal Metabolik Oran
- Hedef ağırlık oranı
- Hedef Yağ ortalaması

ZAMAN: Test ve sonuçlar yalnız 2 dakikayı alır.

ÖZEL: Test her yerde yapılabilir.

PORTATİF: Taşınabilir ve pil ile güvenle çalışılabilir.

3,5,28,57,58,74,78

Tablo 12. BİA Ölçümlerini Etkileyen Faktörler ⁵⁷

Faktör	İmpedans Direncine Etkisi (Ω)	Yağlı Vücut Kitlesine Etkisi (kg)	Kaynak
Analizör Tipi (Valhalla > RJL)	↑ 16-18	↓ 1,0-1,3	Graves et all (1989)
Yiyecek-İçecek (4 saat içinde)	↑ 13-17	↓ 1,5	Duerenberg et all. (1988)
Dehidratasyon	↑ 40	↓ 5,0	Lukaski (1986)
Aerobik Egzersiz Düşük şiddet	-	-	Duerenberg et all. (1988)
Aerobik Egzersiz Yüksek şiddet	50-70	↑ 12,0	Khaled et all (1988) Lukaski (1986)
Menstrual Döngü Öncesi	5-8	-	Gleichauf & Rose (1989)
Menstrual Döngü Döngü içi	↑ 7	-	
Elektrot yerleşimi	↑ 10 ↑ 70	- 11	Elsen et all. (1987) Lukaski (1986)
Elektrot biçimi İç - Dış	-	-	Lukaski (1986)
Elektrot biçimi Sağ - Sol	-	-	Graves et all (1989)
Oda sıcaklığı 14 °C - 35 °C (14 °C > 35 °C)	↑ 35	↓ 2,2	Caton et all (1988)

Kişinin test için hazırlanması

1. ÖĞÜNLER: Testi yapmadan önce yemek öğününün 4 saat geçmesi beklenmelidir.
2. HİDRAT: Test yaparken aşırı miktarda su alınmamasına dikkat edilmelidir. (Bazı ilaçlar da –diüretikler- sonuçlara etki ederler).
3. KAHVE: Test öncesi 4 saat kahve içilmemesi sağlanmalıdır.
4. ALKOL: Test öncesi 48 saat alkollü içecekler alınmamalıdır. (Hem diüretik özelliği ile hem de kan akışında elektriği ileterek sonuçları yanıltabilmesi özelliği ile)
5. TUVALET: Testten 30 dakika önce idrar torbası boşaltılmalıdır.
6. EGZERSİZ: Egzersiz yaptıktan sonra vücut analizörü en az 12 saat sonra kullanılmalıdır. ^{3,5,28,57,58,74,78}

Tablo 13. BİA Tahmin Denklemleri ⁵⁸

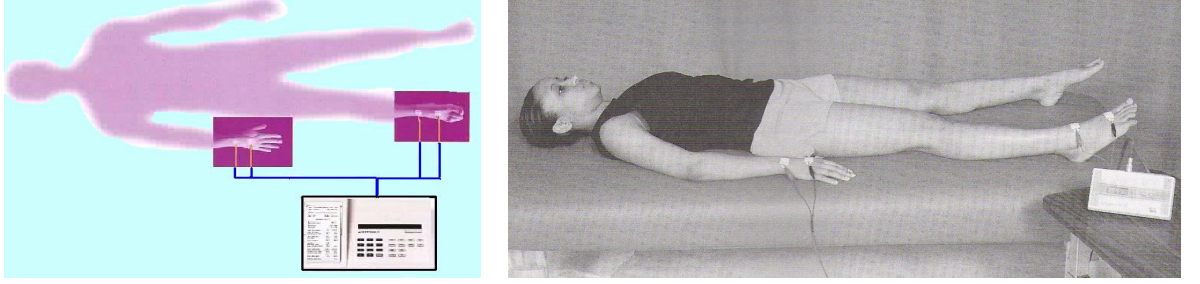
Population subgroup	%BF level ^a	Equation	Reference
American Indian, Black, Hispanic, or White men, 17-62 years	<20% BF	FFM (kg) = 0.00066360(ht ²) – 0.02117(R) + 0.62854(BM) – 0.12380(age) + 9.33285	Segal et al. (1988)
	≥20% BF	FFM (kg) = 0.00088580(ht ²) – 0.02999(R) + 0.42688(BM) – 0.07002(age) + 14.52435	Segal et al. (1988)
American Indian, Black, Hispanic, or White women, 17-62 years	<30% BF	FFM (kg) = 0.000646(ht ²) – 0.014(R) + 0.421(BM) + 10.4	Segal et al. (1988)
	≥30% BF	FFM (kg) = 0.00091186(ht ²) – 0.01466(R) + 0.29990(BM) – 0.07012(age) + 9.37938	Segal et al. (1988)
White boys and girls, 8-15 years	NA	FFM (kg) = 0.62(ht ² /R) + 0.21(BM) + 0.10(X _c) + 4.2	Lohman (1992)
White boys and girls, 10-19 years	NA	FFM (kg) = 0.61(ht ² /R) + 0.25(BM) + 1.31	Houtkooper et al. (1992)
Female athletes, 18-27 years	NA	FFM (kg) = 0.282(ht) + 0.415(BM) – 0.037(R) + 0.096(X _c) – 9.734	Fornetti et al. (1999)
Male athletes, 19-40 years	NA	FFM (kg) = 0.186(ht ² /R) + 0.701(BM) + 1.949	Oppliger et al. (1991)

NA = not applicable.

^aFor clients who are obviously lean, use the <20% BF (men) and <30% BF (women) equations. For clients who are obviously obese, use the ≥20% BF (men) and ≥30% BF (women) equations. For clients who are not obviously lean or obese, calculate their FFM using both the lean and obese equations and then average the two FFM estimates.

%BF = percent body fat; FFM = fat-free mass; BM = body mass; R = resistance; X_c = reactance; ht = height.

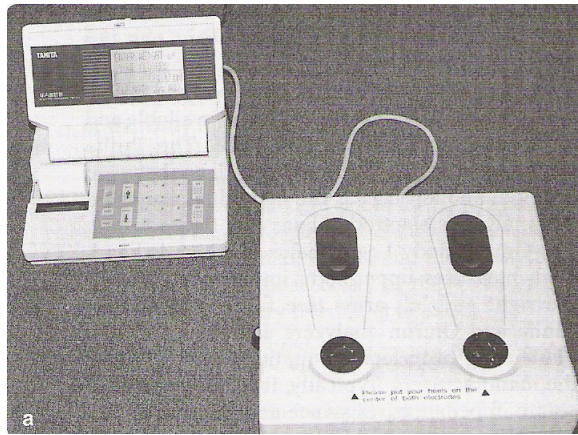
BİA ölçüm teknikleri elektrot bağlantı yerlerine göre 3 değişik şekilde olabilmektedir. Elden ayağa, elden ele ve ayaktan ayağa olmak üzere üç farklı uygulama yapılabilmektedir.



Şekil 3. Elden Ayağa BİA Ölçüm Tekniği



Şekil 4. Elden Ele BİA Ölçüm Tekniği



Şekil 5. Ayaktan Ayağa BİA Ölçüm Tekniği

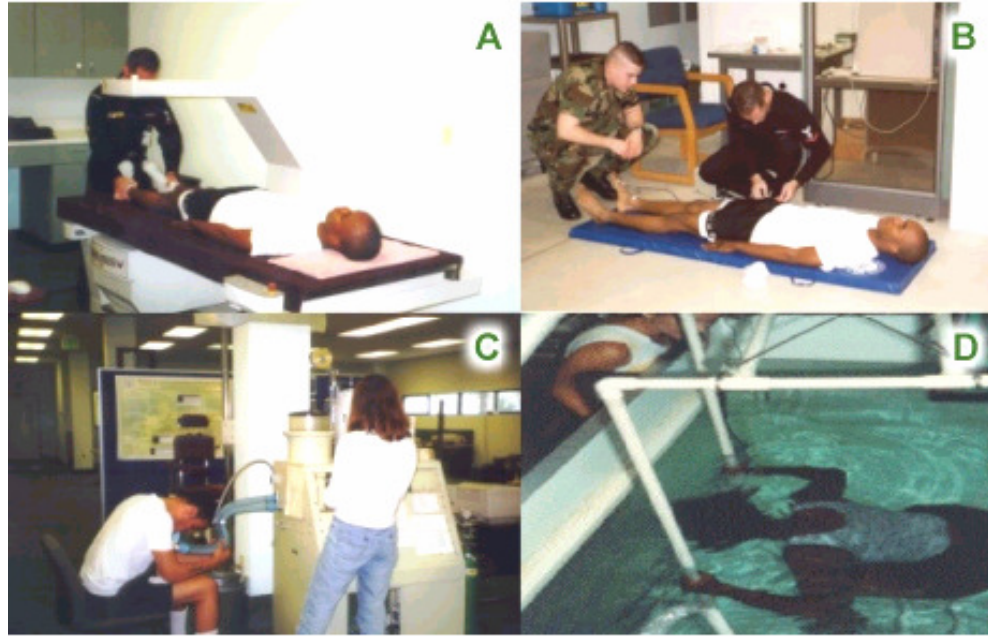
3 BIA metodu ile relatif vücut yağı üzerinde, toplam vücut sıvısının geçici değişiminin etkisinin araştırıldığı bir çalışma⁹⁶ yaşları 18-23 arasında değişen 15 erkek, 15 bayan toplam 30 sağlıklı Japon denek üzerinde yapılmıştır. BIA ölçümü, egzersizden önce , egzersizden sonra (ter kaybı ile) ve sıvı alımından sonra yaptırılmış, ayrıca egzersizden önce ve sıvı alımından sonra su altı ölçüm metodu (UW) ile vücut kompozisyonu tespit edilmiştir. Egzersiz olarak bisiklet ergometresi ile 60 dakikalık bir çalışma yaptırılmıştır. Elden ayağa (H-F), ayaktan ayağa (F-F) ve elden ele (H-H) olarak yapılan 3 BIA ölçümü sonunda vücut yağ yüzdesi tespitinde UW ve BIA metodları arasındaki $r = .765- .839$ olarak orta düzeyde tespit edilmiştir. H-F ve F-F BIA metodları, UW metoduna göre vücut yağ yüzdesinde daha yüksek çıkmıştır. Sıvı alımından sonra, tüm BIA metodlarında vücut yağ yüzdesi, UW metoduna göre daha yüksek çıkmıştır. Egzersiz sonrası BIA vücut yağ %, egzersiz öncesine göre daha düşük çıkmıştır. Sıvı alımından sonra H-F ve H-H BIA ölçümü, egzersiz öncesine göre hafif bir yükseliş göstermiştir. Bu çalışma ; egzersiz, terleme ve sıvı alımı gibi faktörlerin vücut sıvıları üzerinde değişiklik yaptığını tüm BIA metodlarıyla tespit edilen vücut yağ % parametreleriyle göstermiştir.⁹⁶

Çevre ölçüm temelli ve skinfold temelli vücut yağını belirleyen metotların karşılaştırıldığı araştırmada²⁰ Amerikan ordusunun vücut yağ yüzdesini belirlemek için, boy uzunluğu ve çevre ölçümlerini içeren kullandığı denklem, diğer skinfold deri kıvrım kalınlıklarının ölçümlenerek vücut yağ yüzdesinin belirlenmesi yöntemleri ile diğer vücut kompozisyonu ölçüm yöntemleri ile karşılaştırılmıştır. Bu çalışmanın amacı; çevre ölçümü ile saptanan (US NAVY) yağ ölçümü ile 3 popüler deri kıvrım kalınlığı yönteminin (Behnke & Wilmore, Durnin & Womersley, Jackson & Pollock) karşılaştırılması olup, doğruluğun kriterini belirleme yöntemleri olarak da Dual X-Ray, Bioelektrik İmpedans, Rezidüel Hacim (Helium Dilution) ve Hidrostatik Tartı yöntemleri kullanılmıştır.²⁰



Resim 1. Antropometrik temelli ölçümler²⁰

Hepsi Amerikan ordusunda aktif görevde olmak üzere 624 denek (330 erkek, 294 bayan), San Diego Naval Health Research Center' da Applied Physiology Laboratuvarı'nda hem çevre ve deri kıvrım kalınlığı ölçümleri, hem de 4 ana vücut kompozisyonu metodu ile ölçümlenmiştir. Tüm ölçümler arasındaki regresyon belirlenerek, korelasyon katsayıları çevre ve skinfold ölçümleri arasında istatistiki olarak karşılaştırılmıştır.²⁰



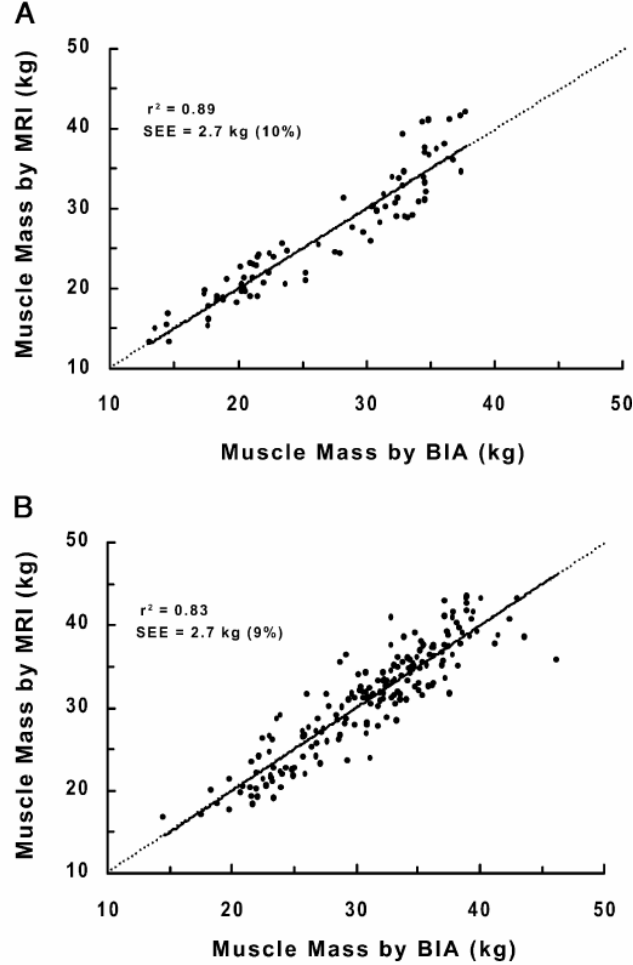
Resim 2. 4 Vücut Kompozisyonu Ölçüm Metodu²⁰

Sonuç olarak Amerikan ordusunun çevre ölçüm yöntemi, 4 vücut kompozisyonu ölçümü kriter alındığında, diğer 3 deri kıvrım kalınlığı yöntemine göre daha doğru bulunmuştur (erkeklerde). Durnin & Womersley yöntemi ile Navy arasında fark bulunamazken, bayanlarda Navy yöntemi, Behnke & Wilmore' dan daha iyi, diğerleri ile aynı bulunmuştur. Hem erkek hem de bayanlarda Navy yöntemi, tahminde en düşük standart hatayı göstermiştir.²⁰

Yağsız vücut kitlesini belirleyen denklemleri, BIA kullanarak geliştirmek ve geçerliliğini sağlamak amaçlı yapılan bir çalışmada⁶⁵ MR tarafından saptanan tüm vücut kas kitlesi, farklı etniklerde 18-86 yaşlarında 388 (erkek ve kadın) denek üzerinde, iki ayrı laboratuarda BIA ile karşılaştırılmıştır. Her iki laboratuarda da BIA ile Kas kitlesi tahmin denklemi, Kafkas deneklerin verileri kullanılarak elde edilmiştir. Bu denklemler, diğer laboratuardaki BIA ile karşılaştırılmak üzere yine Kafkas deneklerde uygulanmıştır. Bu denklemlerin geçerliliği, her iki laboratuardan alınan verilere göre toplanmış ve son denklem genellenmiştir.⁶⁵

$$\text{SM mass (kg)} = [(\text{Ht} / \text{R} \times 0.401) + (\text{cinsiyet} \times 3.825) + (\text{yaş} \times -0.071)] + 5.102$$

Korelasyon katsayısı 0.86 olarak tespit edilmiştir. Kafkas deneklerden elde edilen denklem, İspanyol ve Afrika kökenli Amerikalılara uygulanabilir, ama Asyalılara uygulanamaz bulunmuştur. Bu sonuçlar, sağlıklı deneklerde BIA'nin SM kütlesi tahminini desteklediğini göstermiştir.

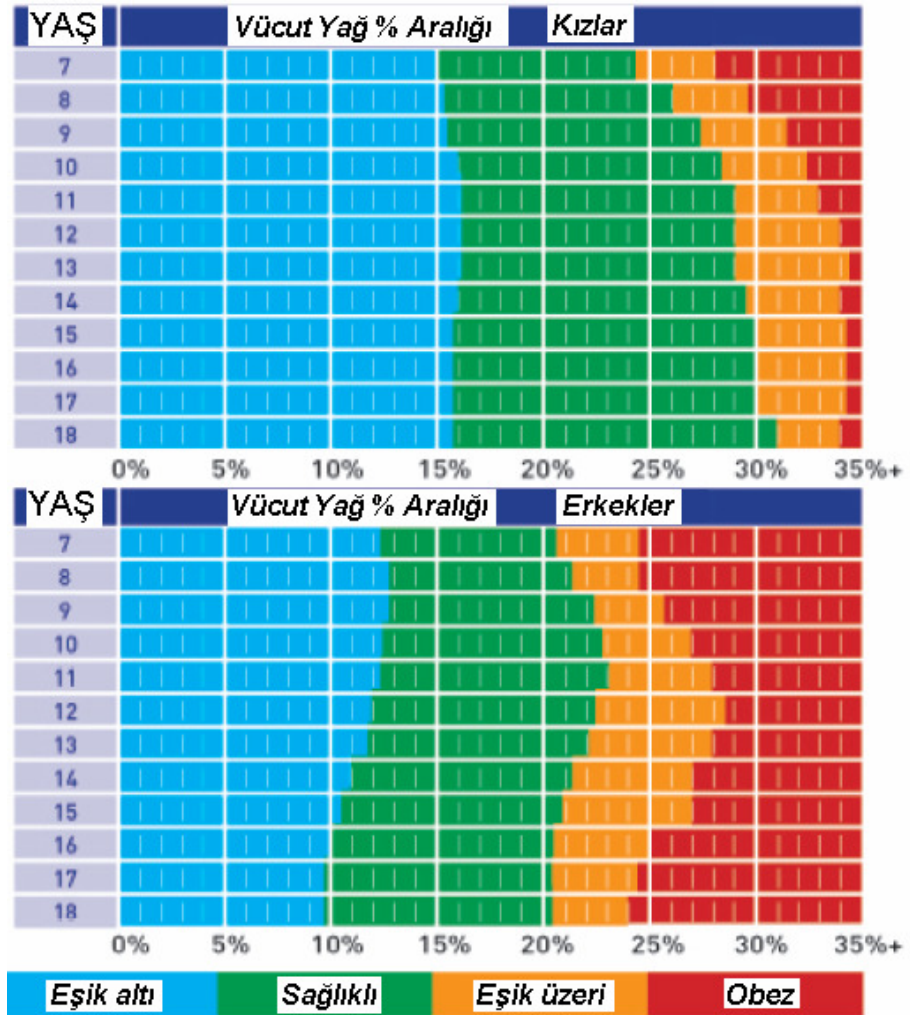


Grafik 28. BİA ve MR yöntemlerinin karşılaştırılması ⁶⁵

Bir başka çalışmada, iyi antrene edilmiş erkek sporcuların vücut kompozisyonlarının 3 metotla tespit edilerek karşılaştırılmıştır. ²³ DXA- dual enerji X-Ray absotbsiometri, BİA ve skinfold deri kıvrım kalınlığı ölçümlerinin karşılaştırıldığı çalışmada haftada 6, günde 3 saat antrenman yapan 43 erkek sporcudan (19 sutopu, 9 judo, 15 karate) ölçümler alınmıştır. Değerler tek yönlü Anova ile karşılaştırılmış, anlamlı farklılıklar Bonferroni testi ile analiz edilmiştir. Sonuç olarak ANOVA testi her 3 metotta da anlamlı farklılıklar bulmuştur. Bu testlerin değişkenli olarak kullanılamayacağı savunulmuştur. ²³

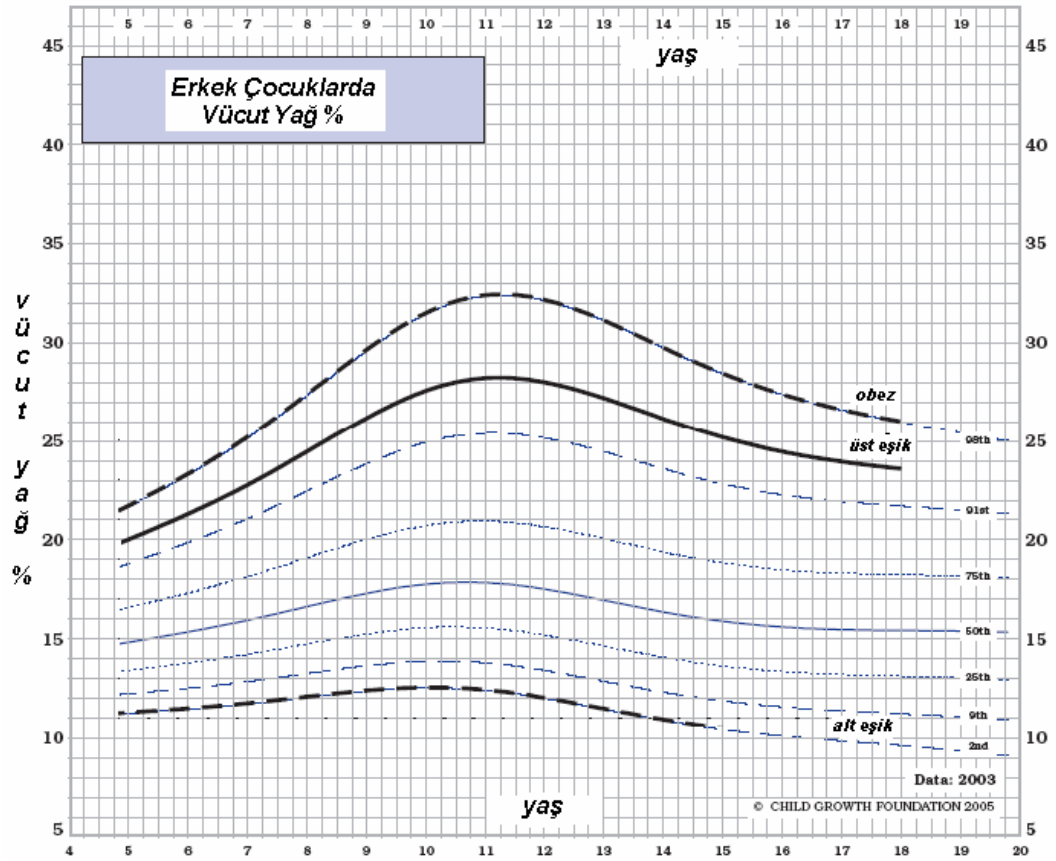
Vücutçularda ve diğer kuvvet sporcularında, vücut kompozisyonu tahmininde antropometrik denklemlere karşı BİA metodunun kullanıldığı bir çalışmada ⁶¹ erkek kuvvet sporcularında ve özellikle vücutçularda vücut kompozisyonu tahmininde BIA ve antropometrik denklemlerin doğruluğu ve vücutçular ile kuvvet sporcularının vücut kompozisyonları arasında farklılık araştırılmıştır. 34 vücutçu ve 15 kuvvet sporcusu olmak üzere 49 elit Belçikalı sporcu üzerinde bu örnekler alınmıştır. Sonuç olarak bu özel sporcu grubunun vücut kompozisyonunu doğru tahmin edebilmek için tek denklem, Durnin and Womersly ile BIA yöntemi olarak bulunmuştur. ⁶¹

Yağsız vücut kitlesini ölçmek için Segal ve arkadaşları ⁹², antropometrik yöntemlerle BİA'yı karşılaştırdıklarında, yöntemi; çabuk, noninvazif ve yüksek uyumlu bir yöntem olarak tarif etmektedirler. ⁹²



Grafik 29. Çocuklar İçin Vücut Yağ % Referans Aralığı(BİA) ⁹⁹

İnce'nin yaptığı tıpta uzmanlık çalışması ⁶³ yoğun egzersiz yapan 67 kişilik bir dans grubu ile benzer özelliklere sahip 64 kişilik gönüllü bir kontrol grubu üzerinde yapılmıştır. Ayaktan ayağa bio elektrik impedans analizörü kullanılarak yapılan çalışmada vücut yağ oranları, yağ kitlesi, yağsız vücut kitlesi, toplam vücut sıvısı, vücut kitle indeksi ve bazal metabolik hız değişkenleri üzerinde durulmuştur. Değerler istatistiksel olarak karşılaştırıldığında, yoğun egzersiz yapanların; kontrol grubuna oranla erkeklerde vücut kitle indeksi ve vücut yağ oranı açısından anlamlı derecede düşük olduğu bulunmuştur. Kadınlarda ise vücut kitle indeksi ve vücut yağ oranı yine kontrol grubuna göre düşük çıkarken, toplam vücut sıvısı ise yüksek bulunmuştur. Bu çalışmada egzersizin vücut kompozisyonu üzerine olumlu etkiler yaptığı saptanmıştır. ⁶³



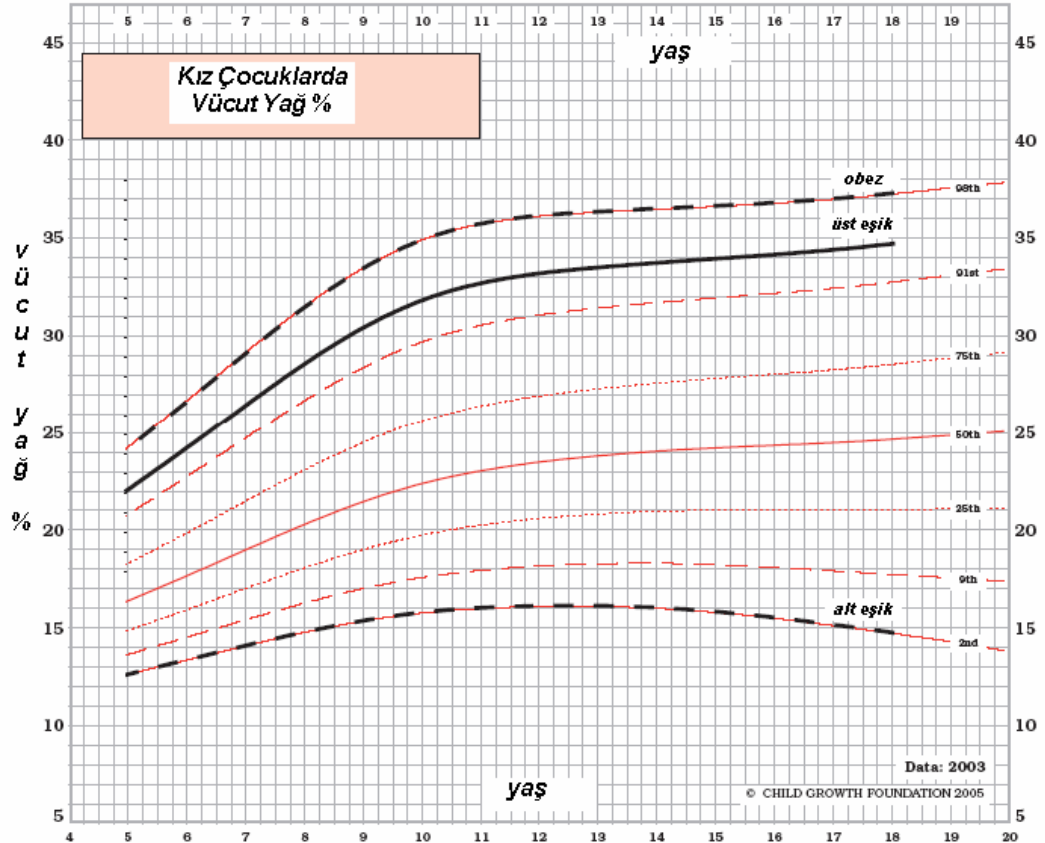
Grafik 30. Erkek Çocuklar İçin Vücut Yağ % Referans Aralığı(BİA) ⁹⁹

Büyükyazı'nın yaptığı doktora çalışmasında ¹⁵ 15-16 yaş grubu erkek basketbolcularda yapılan sürekli koşu ve yaygın interval antrenman metotlarının sporcular üzerinde vücut yağ yüzdelerinin azalmasına sebep olduğu istatistiksel olarak saptanmıştır. ¹⁵

Ramiz'in yaptığı tıpta uzmanlık tezinde ⁸⁸ yaşları 20-60 arasında toplam 60 kadın denek üzerinde BİA metodu ile vücut yağ oranları tespit edilmiştir. Araştırmanın sonucunda, vücut kompozisyonu parametrelerindeki değişimin obezitedeki hipertansiyonun patogenezinde önemli roller oynadığı vurgulanmıştır. ⁸⁸

Elit erkek hentbolcularda hazırlık dönemi öncesi, hazırlık dönemi sonrası ve müsabaka dönemi sonrası maksimal laktat ve anaerobik eşik değişim düzeylerini araştıran Gündüz ⁵⁴, hazırlık dönemi öncesi ve hazırlık dönemi sonrasında sporcuların vücut yağ yüzdelerinde istatistiksel olarak anlamlı düşüşler tespit etmiştir. ⁵⁴

Bioelektrik impedans analizinin irtifadaki vücut kompozisyonu değişikliklerini tespitinin geçerliliği üzerine tıpta uzmanlık tezi veren Yavuz ¹⁰⁸, BİA metodunun değişen durumlarda (irtifa, ilaç kullanımı, iyon değişimi) sıvı kompartımanındaki değişimleri, antropometrik yöntemlere göre istatistiksel olarak daha anlamlı bir şekilde belirlediğini ortaya koymuştur. ¹⁰⁸



Grafik 31: Kız Çocuklar İçin Vücut Yağ % Referans Aralığı(BİA) ⁹⁹

3. GEREÇ ve YÖNTEM

3.1. Araştırmaya Katılan Grubun Özellikleri

2008 Avrupa Hentbol Şampiyonası Eleme Grubu'na hazırlanan Türk Erkek Hentbol A Milli Takım aday kadrosunun tamamını oluşturan 22 sporcu araştırma grubu olarak çalışmaya dahil edilmiştir. Özellikle elit sporcuların test verimlerini en üst düzeye çekebilmek için test cihazları ve bilgisayar sistemi, milli takımın antrenman salonlarına kurulmuş, kendi antrenman saatlerinde uygulanmış ve milli takım antrenörleri tarafından takip edilmiştir. Çalışmanın amacı hakkında milli takım sporcularına bilgi verilerek, uygulanacak ölçümlerin yöntemleri ve süresi kısaca açıklanmış, motivasyon düzeyleri yükseltilmeye çalışılmıştır.



Resim 3. Türk Erkek Hentbol A Milli Takımı

Kontrol grubu olarak da, Kırıkkale Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulunda okuyan ve düzenli olarak performans sporu yapmayan 22 erkek öğrenci araştırmaya dahil edilmiştir. Öğrencilerin test verimlerini en üst düzeye çekebilmek için test cihazları ve bilgisayar sistemi, okul performans laboratuvarına kurulmuş ve araştırmacı ile proje paydaşları tarafından takip edilmiştir. Çalışmanın amacı hakkında öğrencilere bilgi verilerek, uygulanacak ölçümlerin yöntemleri ve süresi kısaca açıklanmış, motivasyon düzeyleri yükseltilmeye çalışılmıştır.

3.2. Deney Protokolleri

3.2.1. Wingate Bisiklet Testi

Bu test, sporcunun anaerobik gücünü ve anaerobik kapasitesini belirler. Bu ikisi arasındaki fark (güç ve kapasite) zaman faktörüne dayanır; güç, test boyunca 5 saniyelik bir periyod içerisinde başarılmış maksimal gücü (zirve) gösterirken, kapasite 30 saniyelik testin tamamı boyunca gösterilen gücü işaret etmektedir.



Resim 4. Türk Erkek Hentbol A Milli Takımı Wingate Testi - I

Wingate anaerobik güç testi; Monark 894 E marka ergo bisiklette ve buna bağlı olarak çalışan bilgisayardaki MONARK WINGATE ERGOMETER TEST 5.0 paket programında uygulanmıştır. Wingate test protokolu gereği denek, gidon-bacak boyu ayarı yapıldıktan sonra hazırlık periyodunda düşük şiddette pedal çevirmiş, aralarda 4-6 sn süreli 4-5 adet maksimal güç uygulamıştır. Toparlanma periyodunda 2-3 dakika boyunca minimal dirençte yavaş pedal çeviren denek, hızlanma periyodunda ise önerilen F düzeyinin (75 gr/kg) 1/3 seviyesinde 10 s pedal çevirmiş ve 5 s dinlendikten sonra asıl teste hazır hale gelmiştir.

Test sırasında deneklere 75 gr/kg'lık bir yük uygulanmıştır. Isınmanın sonunda hesaplanan direnç uygulanması ile birlikte test başlamış ve 30 s süresince deneklerden pedalı olabildiğince hızlı çevirmesi istenmiştir. Her 5 saniyede bilgisayarın verdiği uyarı sinyali deneği bilgilendirmiş ve aynı zamanda bu 5 saniyelik 6 periyot da, test sonucunda bilgisayar paket programı verileri, grafik olarak ve rakamlarla dökmüştür.



Resim 5. Türk Erkek Hentbol A Milli Takımı Wingate Testi - 2

Wingate testi bitimi 1-2 dakikalık soğuma periyodunda deneğin düşük şiddette pedal çevirmesi istenerek protokol tamamlanmıştır. Test boyunca denek bisiklette oturur vaziyetini korumuştur.

Test verileri, bilgisayar dökümleriyle her ayrı anaerobik parametre için ayrı ayrı grafiklere ve rakamlara dökülmüştür.



Resim 6. Türk Erkek Hentbol A Milli Takımı Wingate Testi - 3

3.2.2. Kalp Atım Hızı Ölçümleri

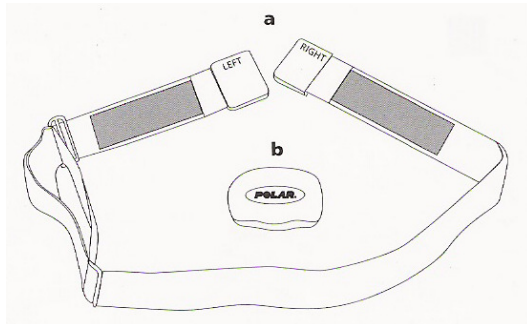
Deneklerin kalp atım hızları, Polar S 810 ölçüm aracıyla ve Polar Precision Performance Software bilgisayar paket programıyla tespit edilmiştir.



Resim 7. Polar S 810 ve Polar Precision Performance Software

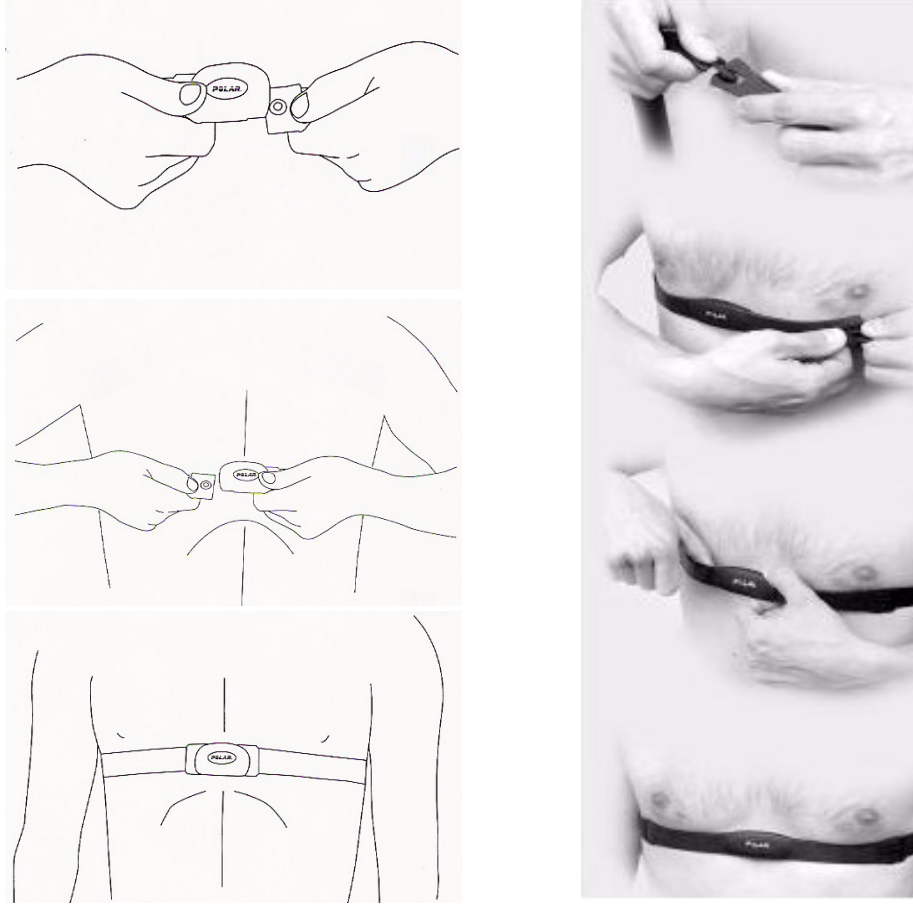
Transmitter (göğse takılan verici), deneklere takılmadan önce aşağıdaki hususlar dikkate alınmıştır.

a. Transmitterin iç kısımlardaki elektrodların yeteri şekilde nemlendirildiğinde iletkenliklerinin artacağı bilindiğinden, bunlar iki parmakla hafifçe ıslatılarak tene temas ettirilmiştir(Şekil 6).



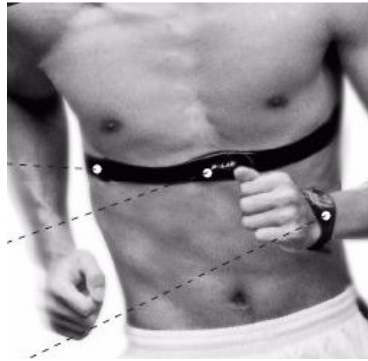
Şekil 6. Polar S 810 göğüs kemeri (transmitter)

b. Transmitter, deneklerin göğüs kafesinin hemen üstüne (kesinlikle gevşek olmadan) iyice yerleştirilmiştir.



Şekil 7. Transmitterin takılışı

c. Nabız ölçümü esnasında ölçümlerin alındığı ortamlarda cep telefonu , TV vb manyetik alanlar olmamasına dikkat edilmiştir.



Resim 8. Transmitterin göğüste yerleşimi

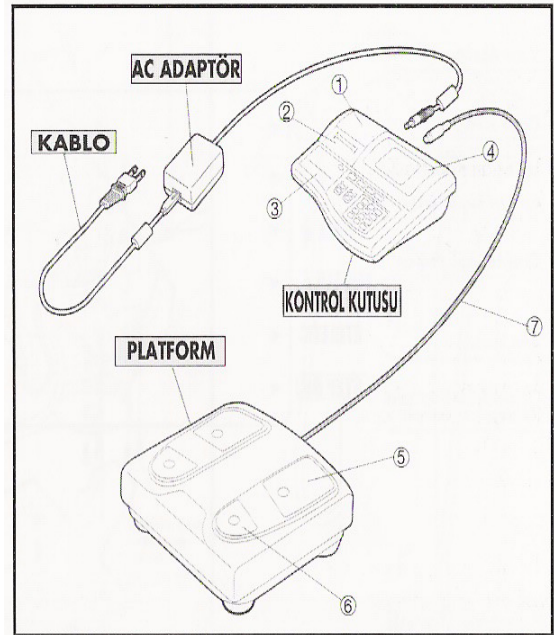


Resim 9. Milli Takım sporcularında transmitterin göğüste yerleşimi

Kalp atım hızı verileri, bilgisayar dökümleriyle wingate anaerobik test sırasındaki her ayrı 5 saniyelik ölçüm için ayrı ayrı grafiklere ve rakamlara dökülmüştür.

3.2.3. Vücut Kompozisyonu Ölçümleri

Araştırmaya katılan deneklerin vücut yağ yüzdelerini tespit etmek amacıyla “Tanita Body Composition Analyzer TBF – 300” bioelektrik impedans analizörü kullanılmıştır.



Şekil 8. Tanita Body Composition Analyzer TBF – 300

Deneklerin vücut kompozisyonlarını belirlemek üzere, boy uzunlukları, yaşları, cinsiyetleri ve antrenmanlılık durumları analizör ekranına veri olarak girildikten sonra, denekten çıplak ayakla platformun üzerine çıkması istenmiştir. Öncelikli olarak vücut ağırlığını ölçen analizör, daha sonra vücut yağ ve kas yüzdesi ile beraber vücut yağ ve kas miktarını kg cinsinden tespit ederek çıktı halinde araştırma arşivinde yerini almasını sağlamıştır.



Resim 10. Milli Takım sporcularında BİA Ölçümleri

3.3. İstatistiksel Analiz

Bu araştırmanın amacı; anaerobik enerji sistemlerinin yoğun olarak kullanıldığı hentbol branşında milli takım sporcularının anaerobik güç-kapasiteleri ile kalp atım hızı ve vücut kompozisyonları arasındaki ilişkinin belirlenmesi ve BESYO öğrencileriyle karşılaştırılmasıdır.

Araştırmanın temel amacı doğrultusunda aşağıdaki sorulara cevap aranmıştır:

1. Mili takım sporcuları ve BESYO öğrencilerinin anaerobik güç - anaerobik kapasite, vücut yağ oranı ve kalp atım hızları arasında anlamlı ilişkiler var mıdır?

a. Anaerobik kapasite – Ortalama kalp atım hızı ve vücut yağ oranı arasında anlamlı ilişki var mıdır?

b. Anaerobik güç – Maksimal kalp atım hızı ve vücut yağ oranı arasında anlamlı ilişki var mıdır?

c. Anaerobik güç ve kapasite ölçümleri, vücut yağ oranlarındaki değişimleri anlamlı bir şekilde etkilemekte midir?

d. Anaerobik güç – anaerobik kapasite, kalp atım hızları ve vücut yağ oranları arasında milli takım sporcuları ve BESYO öğrencileri için ayrı ayrı hesaplanan korelasyonlar arasındaki farklar anlamlı mıdır?

2. Milli takım sporcularının ve BESYO öğrencilerinin,

a. Anaerobik kapasitelerine ait ANC ve ANP,

b. Kalp atım hızlarına ait KAH_{ort} ve KAH_{max} ,

c. Vücut yağ oranları arasında anlamlı fark var mıdır?

3. Milli takım sporcuları ve BESYO öğrencilerinin anaerobik kapasiteleri (ANC) zamana bağlı olarak anlamlı farklılık göstermekte midir?

4. Milli takım sporcuları ve BESYO öğrencilerinin kalp atım hızları (KAH_{ort}) zamana bağlı olarak anlamlı farklılık göstermekte midir?

Araştırmanın istatistiksel değerlendirilmesi, SPSS for WINDOWS paket programında ve 11.5 sürümde yapılmıştır.

3.3.1. Araştırmanın Deseni

Milli takım sporcuları ve BESYO öğrencilerinin anaerobik güç – kapasiteleri, kalp atım hızları ve vücut yağ oranları arasındaki ilişkiler ile anaerobik güç – kapasiteleri ve kalp atım hızlarındaki zamana bağlı değişimleri incelemeyi temel alan bu çalışma, hem korelasyonel analizleri hem de gruplar arası karşılaştırmaları içeren ilişkisel bir tarama niteliğindedir. Denekler üzerinde yapılan ölçmeler öncesinde hiçbir müdahalede bulunulmamıştır.

3.3.2. Verilerin Analizi

Araştırmanın birinci alt probleminde cevabı aranılan sorulardan biri, anaerobik güç – kapasiteleri, vücut kompozisyonları ve kalp atım hızları arasında anlamlı ilişkiler olup olmadığına ilişkindir. Değişken çiftleri arasındaki ilişkiler **Pearson korelasyon katsayısı** kullanılarak test edilmiştir. Hesaplanan korelasyon katsayısı işaretine bakmaksızın 0.30-0.69 arasında orta düzey, bunun üstündeki değerler yüksek, altındaki değer ise düşük düzey olarak yorumlanmaktadır.¹⁵ Anaerobik güç – kapasite (ANP ve ANC) ölçümlerinin vücut yağ oranlarına etkilerine anlamlı olup olmadığı ise standart **çoklu regresyon analizi** ile incelenmiştir. Bu analizde vücut yağ oranı bağımlı değişken, ANC ve ANP ölçümleri ise yordayıcı (bağımsız) değişken olarak alınmıştır. Araştırmanın birinci alt problemde cevabı aranılan bir başka soru da, milli takım sporcuları ve BESYO öğrencileri için ayrı ayrı hesaplanan korelasyon katsayıları arasında anlamlı bir fark olup olmadığı sorgulanmaktaydı. Aynı değişken çiftleri için iki bağımsız grupta hesaplanan iki korelasyon arasındaki farkın anlamlılığı için **z-testi** kullanılmıştır. Uygulanan test sürecinin aşamaları aşağıda kısaca verilmiştir: ⁴¹

➤ **Birinci Aşama:** İki grupta hesaplanan korelasyon katsayıları, Fischer z-değerlerine dönüştürülür ve Fischer z değerleri arasındaki fark bulunur. Fischer z değerlerini bulmada bu amaçla oluşturulan hazır tablolardan yararlanılır.

➤ **İkinci Aşama:** Korelasyonlar arasındaki farkın standart hatası aşağıdaki formülle hesaplanır.

$$SH_{F_{z1-z2}} = \sqrt{\frac{1}{N_1-3} + \frac{1}{N_2-3}}$$

➤ **Üçüncü Aşama:** İki z değeri arasındaki fark, farkın standart hatasına bölünerek z-istatistiği hesaplanır. Hesaplanan z istatistiği, 1.96 küçükse .05 düzeyinde; 2.58 düşükse .01 düzeyinde anlamlıdır. Aksi takdirde farklar anlamlı değildir.

Araştırmanın ikinci alt problemiyle ilgili olarak milli takım sporcularının ve BESYO öğrencilerinin anaerobik güç – kapasiteleri, kalp atım hızı ve vücut yağ oranları arasındaki farklar, ilişkisiz örneklemeler için **t-testi** kullanılarak test edilmiştir.

Araştırmanın üçüncü alt probleminde grupların anaerobik kapasitelerine ilişkin zamana bağlı ANC ölçümlerinin gruplar arasında karşılaştırılması tek faktör üzerinde tekrarlı ölçümler için **iki faktörlü ANOVA** ile incelenmiştir. Araştırmanın bu sorusu ile ilgili olarak ANC ölçümleri her iki grupta da 5 saniyelik aralıklarla 6 kez alınmıştır. Bu bağlamda araştırma deseni 2 x 6 lık karışık (**split-plot**) desen olarak tanımlanır. Bu desen için kullanılacak istatistiksel desen ya da model de 2x6 lık karışık desenler için ANOVA olarak da isimlendirilir. Desende birinci faktör milli takım sporcuları ve BESYO öğrenci değerlerini gösteren ilişkisiz grupları (ölçümleri), ikinci faktör ise aynı kişilerden 6 farklı zamanda elde edilen tekrarlı / ilişkili ölçümleri ya da ilişkili grupları gösterir. **Analizde gruplar arasında zamana bağlı değişimlerin anlamlılığını inceleniyorsa bu durumda araştırmacının temel ilgi odağı grupxölçüm ortak etki testidir.** Bu çalışmada da üçüncü alt problemle cevabı aranılan soru, gruplar arasında kalp atım hızları ve anaerobik kapasiteleri bakımından zamana bağlı anlamlı farkların oluşup oluşmadığının incelenmesidir. Analizde ek olarak grup ayrımı yapmaksızın deneklerin tekrarlı ölçümleri arasındaki farkların anlamlılığını test eden ölçüm temel etkisi; değişimi (zamanı) ihmal ettiğimizde grupların toplam (bileşik) puanlarındaki farkın anlamlılığına yönelik grup temel etki testleri de yapılmaktadır.¹⁵

Araştırmanın dördüncü alt probleminde kalp atım hızlarının zamana bağlı ölçümlerinin gruplar arasında karşılaştırılması da üçüncü alt problemdekine benzer şekilde tek faktör üzerinde tekrarlı ölçümler için iki faktörlü ANOVA kullanılarak incelenmiştir.

4. BULGULAR

Bu bölümde, araştırmanın alt problemlerinde yöneltilen soruların cevaplarına ilişkin bulgulara ve yorumlarına yer verilmiştir. Bulguların verilmesinde, alt problemlerdeki sıra izlenmiştir.

4.1. Tanımlayıcı İstatistikler

Araştırmaya dahil olan erkek milli takım sporcularının yaş, spor (antrenman) yaşı, millilik sayısı, boy uzunluğu, vücut ağırlığı, vücut yağ yüzdeleri, anaerobik güç – anaerobik kapasite ile kalp atım hızı değişkenlerinde; aritmetik ortalamaları, standart sapmaları ve ranj değerleri (min-max) tespit edilmiştir (Tablo 14).

Tablo 14. Türk Erkek Milli Takım sporcularının araştırmadaki değişken değerleri

N = 22	AO	SS	Min	Max
YAŞ (yıl)	27,22	$\pm$ 5,45	18	38
ANT. YAŞI (yıl)	15,50	$\pm$ 6,16	5	29
Millilik Sayısı	117,59	$\pm$ 131,77	4	491
BOY UZ. (cm)	189,90	$\pm$ 6,94	176	200
VÜC. AĞ. (kg)	94,27	$\pm$ 8,07	76,6	112,1
Vüc. Yağ %'si	12,47	$\pm$ 2,19	8,2	17,1
AnC (W/kg)	6,54	$\pm$,48	5,52	7,42
AnP (W/kg)	11,51	$\pm$ 1,32	9,02	14,27
KA Sayısı Ort.	146,17	$\pm$ 7,30	133	156,83
KA Max.	163,54	$\pm$ 5,85	154	173

Araştırmaya dahil olan BESYO öğrencilerinin ise yaş, boy uzunluğu, vücut ağırlığı, vücut yağ yüzdeleri, anaerobik güç – anaerobik kapasite ile kalp atım hızı değişkenlerinde; aritmetik ortalamaları, standart sapmaları ve ranj değerleri (min-max) tespit edilmiştir (Tablo 15).

Tablo 15. BESYO öğrencilerinin araştırmadaki değişken değerleri

N = 22	AO	SS	Min	Max
YAŞ (yıl)	21,54	$\pm 2,06$	18	26
BOY UZ. (cm)	174,59	$\pm 6,29$	163	185
VÜC. AĞ. (kg)	66,93	$\pm 7,85$	57,1	92,5
Vüc. Yağ %'si	11,50	$\pm 3,06$	7,3	19,2
AnC (W/kg)	6,36	$\pm ,42$	5,02	6,95
AnP (W/kg)	12,31	$\pm 1,84$	9,31	15
KA Sayısı Ort.	168,93	$\pm 8,76$	150,5	196,66
KA Max.	180,50	$\pm 8,32$	162	202

4.2. Anaerobik Güç – Anaerobik Kapasite, Vücut Kompozisyonları ve Kalp Atım Hızları Arasındaki İlişki

Mili takım sporcuları ve BESYO öğrencileri grubunun her birinde anaerobik güç - anaerobik kapasite, vücut yağ oranı ve kalp atım hızları arasındaki ilişkilerin istatistiksel olarak anlamlı olup olmadığı araştırılmıştır.

4.2.1. Anaerobik Kapasite (ANC) ile Ortalama Kalp Atım Hızı (KAH_{ort}) ve Vücut Kompozisyonu Ölçümleri

Mili takım sporcuları ve BESYO öğrencileri grubunun her birinde anaerobik kapasite – Ortalama kalp atım hızı ve vücut yağ oranı arasında anlamlı ilişki olup olmadığı araştırılmıştır. Değişken çiftleri arasındaki ilişkiler **Pearson korelasyon katsayısı** kullanılarak test edilmiştir. Hesaplanan korelasyon katsayısı işaretine bakmaksızın 0.30-0.69 arasında orta düzey, bunun üstündeki değerler yüksek, altındaki değer ise düşük düzey olarak yorumlanmaktadır.¹⁵

Milli takım sporcuları ve BESYO öğrencilerinde anaerobik kapasite (ANC ölçümleri) ile ortalama kalp atım hızı (KAH_{ort}) ve vücut yağ yüzdeleri arasında hesaplanan ikili korelasyonlar Tablo 16'da verilmiştir.

Tablo 16 Anaerobik Kapasite, Ortalama Kalp Atım Hızı ile Vücut Kompozisyonları Arasındaki Korelasyonlar

Değişken		Milli Takım (N=22)			BESYO Öğrencileri (N=22)		
		ANC	KAH _{ort}	YAĞ	ANC	KAH _{ort}	YAĞ %
ANC	r	-			-		
	p						
KAH _{ort}	r	.52*	-		-.23	-	
	p	.012			.300		
YAĞ %	r	-.26	-.28	-	-.12	-.06	-
	p	.236	.198		.601	.782	

*p<.05

Tablo 16 incelendiğinde, milli takım sporcularında anaerobik kapasite (ANC) ve ortalama kalp atım hızı (KAH_{ort}) değeri arasında orta düzeyde, pozitif ve anlamlı ilişki olduğu görülmektedir, $r=.52$, $p<.05$. Bu bulgu, milli takım sporcularının anaerobik kapasitesi arttıkça ortalama kalp atım hızının yükseldiğini göstermektedir. Milli takım sporcularının hem anaerobik kapasitesi hem de ortalama kalp atım hızları ile vücut yağ oranları arasında negatif orta düzeye yakın bir düzeyde ancak .05 düzeyinde anlamlı olmayan ilişkiler bulunmuştur. BESYO öğrencilerinin anaerobik kapasiteleri (ANC ölçümleri), ortalama kalp atım hızları (KAH_{ort}) ile vücut yağ oranları arasındaki korelasyonlar .05 düzeyinde anlamlı bulunmamıştır.

4.2.2. Anaerobik Güç (ANP) ile Maksimal Kalp Atım Hızı (KAH_{max}) ve Vücut Kompozisyonu Ölçümleri

Mili takım sporcuları ve BESYO öğrencileri gruplarının her birinde anaerobik güç – Maksimal kalp atım hızı ve vücut yağ oranı arasında anlamlı ilişki olup olmadığı araştırılmıştır. Değişken çiftleri arasındaki ilişkiler **Pearson korelasyon katsayısı** kullanılarak test edilmiştir. Hesaplanan korelasyon katsayısı işaretine bakmaksızın 0.30-0.69 arasında orta düzey, bunun üstündeki değerler yüksek, altındaki değer ise düşük düzey olarak yorumlanmaktadır.¹⁵

Milli takım sporcuları ve BESYO öğrencilerinde anaerobik güç (ANP ölçümleri) ile maksimal kalp atım hızı (KAH_{max}) ve vücut yağ yüzdeleri arasında hesaplanan ikili korelasyonlar Tablo 17’de verilmiştir.

Tablo 17. Anaerobik Güç, Maksimum Kalp Atım Hızı ile Vücut Kompozisyonları Arasındaki Korelasyonlar

Değişken		Milli Takım (N=22)			BESYO Öğrencileri (N=22)		
		ANP	KAH _{max}	YAĞ	ANP	KAH _{max}	YAĞ %
ANP	r	-			-		
	p						
KAH_{max}	r	.38	-		-.12	-	
	p	.077			.582		
YAĞ %	r	-.40	-.10	-	-.02	-.18	-
	p	.067	.666		.943	.424	

Tablo 17 incelendiğinde, milli takım sporcularının anaerobik güç (ANP) ölçümleri ile maksimum kalp atım hızları (KAH_{max}) arasında anlamlı olmamakla birlikte orta düzeyde pozitif bir ilişkinin olduğu görülmektedir, $r=0.38$, $p>.05$. Bu bulgu, ilişkinin yönü açısından yorumlanacak olursa, ANP değerleri yükseldikçe maksimum kalp atım hızlarının da yükseleceğine işaret etmektedir. Yine milli takım sporcularının anaerobik güç (ANP) ölçümleri ile vücut yağ oranları arasında anlamlı olmamakla birlikte, orta düzeyde negatif bir ilişki olduğu görülmektedir, $r=-0.40$, $p>.05$. Buna göre, ANP ölçümleri yükselen milli takım sporcularının vücut yağ oranlarında azalma olduğu ifade edilebilir. Bu grupta maksimum kalp atım hızı (KAH_{max}) ile vücut yağ oranı arasında anlamlı ilişki bulunmamıştır. Öte yandan BESYO öğrencilerinde anaerobik güç (ANP ölçümleri), maksimum kalp atım hızları (KAH_{max}) ve vücut yağ oranları arasında .05 düzeyinde anlamlı ilişki bulunmamıştır.

4.2.3. Anaerobik Güç (ANP) – Anaerobik Kapasite (ANC) Ölçümlerinin Vücut Kompozisyonuna Etkisi

Mili takım sporcuları ve BESYO öğrencilerinde anaerobik güç ve kapasite ölçümlerinin, vücut yağ oranlarındaki değişimleri anlamlı bir şekilde etkileyip etkilemediği araştırılmıştır.

Anaerobik güç – kapasite (ANP ve ANC) ölçümlerinin vücut yağ oranlarına etkilerine anlamlı olup olmadığı, standart **çoklu regresyon analizi** ile incelenmiştir. Bu analizde vücut yağ oranı bağımlı değişken, ANC ve ANP ölçümleri ise yordayıcı (bağımsız) değişken olarak alınmıştır.

Anaerobik güç – kapasite (ANP ve ANC) ölçümlerinin vücut yağ oranlarına etkisine ilişkin çoklu regresyon analizi sonuçları Tablo 18’de verilmiştir.

Tablo 18 ANP ve ANC Ölçümlerinin Vücut Yağ Oranlarının Yordayıcılığına İlişkin Çoklu Regresyon Analizi Sonuçları

Yordayıcı	Milli Takım (N=22)				BESYO Öğrencileri (N=22)			
	B	SH _B	Beta	T	B	SH _B	Beta	T
ANP	-.91	.60	-.55	-1.51	.20	.45	.12	.44
ANC	.84	1.64	.18	0.51	-1.34	1.98	-.18	-.68
Sabit	17.46	6.49	-	2.69	17.57	10.56	-	1.66
Model	R= .41 (R ² =.17) F(2, 19)=1.94, p=.171				R=.15 (R ² =.02) F(2, 19)=0.23, p=.796			

Tablo 18 incelendiğinde, milli takım sporcularında anaerobik güç - kapasite (ANP ve ANC) ölçümlerinin birlikte sporcuların vücut yağ oranlarında gözlenen varyansın (değişkenliğin) %17'sini açıkladıkları, ancak açıklanan bu varyansın anlamlı olmadığı görülmektedir. R=.41 (R²=.17), p>.05. Vücut yağ oranlarında açıklanan varyans istatistiksel olarak anlamlı çıkmamakla birlikte açıklanan varyans ve ilişkinin büyüklüğü dikkat çekmektedir. Standardize edilmiş regresyon katsayılarına bakıldığında ANP ölçümlerinin vücut yağ oranları üzerindeki etkisinin daha fazla olduğu görülmektedir. Bununla birlikte her iki değişken de vücut yağ oranlarının anlamlı yordayıcısı çıkmamıştır.

BESYO öğrencilerine ait sonuçlar incelendiğinde, anaerobik güç – kapasite (ANP ve ANC) ölçümlerinin birlikte BESYO öğrencilerinin vücut yağ oranlarında gözlenen varyansın oldukça düşük bir kısmını (%2) açıkladıkları ve bunun da anlamlı olmadığı görülmektedir, R=.15 (R²=.02), p>.05. BESYO öğrencilerinde de anaerobik güç – kapasitelerine ilişkin ANC ve ANP ölçümlerinin her ikisi de vücut yağ oranlarının anlamlı yordayıcısı değildir.

4.2.4. Korelasyonlar Arasındaki Farkların Karşılaştırılması

Anaerobik güç – Anaerobik kapasite, kalp atım hızları ve vücut yağ oranları arasında milli takım sporcuları ve BESYO öğrencileri için ayrı ayrı hesaplanan korelasyonlar arasındaki istatistiksel olarak anlamlı farkların olup olmadığı araştırılmıştır.

Aynı değişken çiftleri için iki bağımsız grupta hesaplanan iki korelasyon arasındaki farkın anlamlılığı için **z-testi** kullanılmıştır. Uygulanan test sürecinin aşamaları aşağıda kısaca verilmiştir: ⁴¹

➤ **Birinci Aşama:** İki grupta hesaplanan korelasyon katsayıları, Fischer z-değerlerine dönüştürülür ve Fischer z değerleri arasındaki fark bulunur. Fischer z değerlerini bulmada bu amaçla oluşturulan hazır tablolardan yararlanılır.

➤ **İkinci Aşama:** Korelasyonlar arasındaki farkın standart hatası aşağıdaki formülle hesaplanır.

$$SH_{F_{z1-z2}} = \sqrt{\frac{1}{N_1-3} + \frac{1}{N_2-3}}$$

➤ **Üçüncü Aşama:** İki z değeri arasındaki fark, farkın standart hatasına bölünerek z-istatistiği hesaplanır. Hesaplanan z istatistiği, 1.96 küçükse .05 düzeyinde; 2.58 düşükse .01 düzeyinde anlamlıdır. Aksi takdirde farklar anlamlı değildir.

Milli takım sporcuları ve BESYO öğrencilerinde anaerobik güç – kapasite, kalp atım hızları ve vücut yağ ölçümleri arasında hesaplanan ikili korelasyonların farklarının analizine ilişkin z testi sonuçları Tablo 19’da verilmiştir.

Tablo 19. Araştırma Değişkenleri Arasında Graplarda Hesaplanan Korelasyonlar Arasındaki Farkların Analizi için Z-Testi Sonuçları

Değişken Çiftleri		r	Fischer z	Fark _{Z1-Z2}	SH _{Fark}	z değeri
ANC-KAH_{ort}	Milli Takım	.524	.583	.35	.324	1.08
	BESYO Öğ	-.231	.234			
ANC-YAĞ %	Milli Takım	-.264	.271	.15	.324	.46
	BESYO Öğ	-.118	.121			
ANP- KAH_{max}	Milli Takım	.385	.406	.28	.324	.86
	BESYO Öğ	-.124	.126			
ANP-YAĞ %	Milli Takım	-.398	.424	.41	.324	1.27
	BESYO Öğ	.016	.016			
KAH_{ort} –YAĞ %	Milli Takım	-.285	.293	.23	.324	.71
	BESYO Öğ	-.063	.063			
(ANP-ANC)-YAĞ %	Milli Takım	.412	.436	.28	.324	.86
	BESYO Öğ	.154	.155			

Tablo 19 incelendiğinde, mili takım sporcularında ve BESYO öğrencilerinde anaerobik güç – kapasite, kalp atım hızları ve vücut yağ oranları için aynı değişken çiftlerine ilişkin hesaplanan korelasyonlar arasındaki farklar, 0.15 ile 0.38 arasında değişmektedir. Hesaplanan tüm korelasyonların milli takım sporcularında daha yüksek çıkması dikkat çekicidir. Bununla birlikte iki grup için ayrı ayrı hesaplanan korelasyonlar arasındaki farkların tümü .05 düzeyinde anlamlı çıkmamıştır.

4.3. Anaerobik Güç – Anaerobik Kapasite, Kalp Atım Hızı ve Vücut Yağ Oranlarının Karşılaştırılması

Milli takım sporcuları ve BESYO öğrencilerinde anaerobik güç – anaerobik kapasite, kalp atım hızları ve vücut yağ oranları arasındaki istatistiksel olarak anlamlı farkların olup olmadığı, ilişkisiz örneklemeler için **t-testi** kullanılarak test edilmiştir.

Anaerobik güç - kapasite (ANC ve ANP) ölçümlerinin milli takım sporcuları ve BESYO öğrencileri arasında farklılaşıp farklılaşmadığına ilişkin t-testi sonuçları Tablo 20’de verilmiştir.

Tablo 20. Milli Takım sporcuları ve BESYO öğrencileri için anaerobik güç – kapasiteleri arasındaki farkın t-testi sonuçları

Faktör	Grup	N	$\bar{X}$	S	sd	t	P
ANC	Milli Takım	22	6.54	0.48	42	1.30	.201
	BESYO Öğ	22	6.36	0.42			
ANP	Milli Takım	22	11.51	1.32	42	1.66	.104
	BESYO Öğ	22	12.31	1.84			

Tablo 20 incelendiğinde anaerobik kapasite (ANC) değerlerinin ortalaması milli takım sporcuları için 6.54 iken, BESYO öğrencileri için 6.36 dır. Bu iki grubun anaerobik kapasite (ANC) değerleri arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır, $t(42)=1.30$, $p>.05$. Öte yandan Anaerobik güç (ANP) ölçümlerinin ortalaması milli takım sporcuları için 11.51 iken BESYO öğrencileri için 12.31’dir. Grupların ANP puanları arasındaki fark anlamlı bulunmamıştır, $t(42)=1.66$, $p>.05$.

Kalp atım hızı KAH_{ort} ve KAH_{max} değerlerinin milli takım sporcuları ve BESYO öğrencileri arasında farklılaşıp farklılaşmadığına ilişkin t-testi sonuçları Tablo 21’de verilmiştir.

Tablo 21. Milli takım sporcularının ve BESYO öğrencilerinin kalp atım hızları arasındaki farkın t-testi sonuçları

Faktör	Grup	N	$\bar{X}$	S	sd	t	P
KAH_{ort}	Milli Takım	22	146.17	7.30	42	9.35	.000
	BESYO Öğ	22	168.93	8.76			
KAH_{max}	Milli Takım	22	163.55	5.85	42	7.82	.000
	BESYO Öğ	22	180.50	8.32			

Tablo 21 incelendiğinde ortalama kalp atım hızı (KAH_{ort}) değerlerinin ortalaması milli takım sporcuları için 146.17 iken, BESYO öğrencileri için 168.93 dır. Bu iki grubun kalp atım hızları ortalamaları arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur, $t(42)=9.35$, $p<.05$. Buna göre BESYO öğrencilerinin ortalama kalp atım hızları daha yüksektir. Diğer yandan maksimal kalp atım hızı (KAH_{max}) değerlerinin ortalaması milli takım sporcuları için 163.55 iken BESYO öğrencileri için 180.50'dir. Grupların KAH_{max} değerleri arasındaki farkın anlamlı olduğu bulunmuştur, $t(42)=7.82$, $p<.05$. Buna göre BESYO öğrencilerinin maksimum kalp atım hızları daha yüksektir.

Vücut yağ oranlarının milli takım sporcuları ve BESYO öğrencileri arasında farklılaşıp farklılaşmadığına ilişkin t-testi sonuçları Tablo 22'de verilmiştir.

Tablo 22. Milli takım sporcuları ve BESYO öğrencilerinin vücut yağ oranları arasındaki farkın t-testi sonuçları

Grup	N	$\bar{X}$	S	sd	t	P
Milli Takım	22	12.48	2.19	42	1.20	.235
BESYO Öğ.	22	11.51	3.06			

Tablo 22 incelendiğinde, vücut yağ oranlarına ait ortalama puanın milli takım sporcuları için 12.48, BESYO öğrencileri için 11.51 olduğu görülmektedir. İki grubun ortalama vücut yağ oranları arasındaki fark anlamlı bulunmamıştır, $t(42)=1.20$, $p>.05$

4.4. Anaerobik Kapasite (ANC) Ölçümlerine İlişkin Zamana Bağlı Değerlerin Gruplar Arasında Karşılaştırılması

Milli takım sporcuları ve BESYO öğrencilerinin anaerobik kapasitelerinin (ANC) zamana bağlı olarak istatistiksel olarak anlamlı farklılık gösterip göstermediği araştırılmıştır.

Araştırmanın üçüncü alt probleminde grupların anaerobik kapasitelerine ilişkin zamana bağlı ANC ölçümlerinin gruplar arasında karşılaştırılması tek faktör üzerinde tekrarlı ölçümler için **iki faktörlü ANOVA** ile incelenmiştir. Araştırmanın bu sorusu ile ilgili olarak ANC ölçümleri her iki grupta da 5 saniyelik aralıklarla 6 kez alınmıştır. Bu bağlamda araştırma deseni 2 x 6 lık karışık (**split-plot**) desen olarak tanımlanır. Bu desen için kullanılacak istatistiksel desen ya da model de 2x6 lık karışık desenler için ANOVA olarak da isimlendirilir. Desende birinci faktör milli takım sporcuları ve BESYO öğrencilerini gösteren ilişkisiz

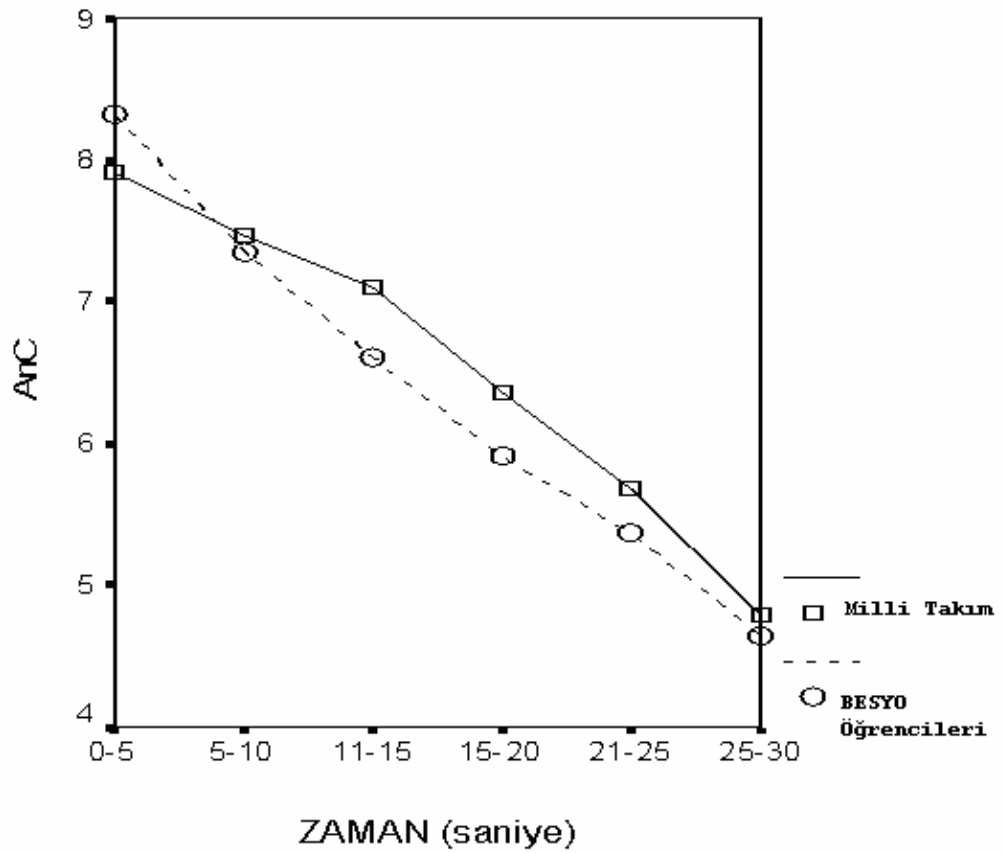
grupları (ölçümleri), ikinci faktör ise aynı kişilerden 6 farklı zamanda elde edilen tekrarlı / ilişkili ölçümleri ya da ilişkili grupları gösterir. ***Analizde gruplar arasında zamana bağlı değişimlerin anlamlılığını inceleniyorsa bu durumda araştırmacının temel ilgi odağı grupxölçüm ortak etki testidir.*** Bu çalışmada da üçüncü alt problemle cevabı aranılan soru, gruplar arasında anaerobik kapasiteleri bakımından zamana bağlı anlamlı farkların oluşup oluşmadığının incelenmesidir. Analizde ek olarak grup ayrımı yapmaksızın deneklerin tekrarlı ölçümleri arasındaki farkların anlamlılığını test eden ölçüm temel etkisi; değişimi (zamanı) ihmal ettiğimizde grupların toplam (bileşik) puanlarındaki farkın anlamlılığına yönelik grup temel etki testleri de yapılmaktadır.¹⁵

Milli takım sporcuları ve BESYO öğrencilerinin altı farklı zamanda ölçülen anaerobik kapasite (ANC) değerleri arasındaki farkların karşılaştırılmasına betimsel istatistikleri Tablo 23'de, zamana bağlı değişimini gösteren çizgi grafiği Grafik 32'de ve iki faktörlü ANOVA sonuçları Tablo 24'de verilmiştir.

Tablo 23. Milli Takım sporcuları ve BESYO öğrencilerinin anaerobik kapasitelerine ait zamana bağlı ölçümlerinin ortalama ve standart sapmaları

Ölçüm (W/kg)	Grup	n	$\bar{X}$	S
ANC5	Milli Takım	22	7.91	1.13
	BESYO Öğrencileri	22	8.32	1.46
	Toplam	44	8.11	1.30
ANC10	Milli Takım	22	7.46	0.70
	BESYO Öğrencileri	22	7.35	0.64
	Toplam	44	7.41	0.66
ANC15	Milli Takım	22	7.10	0.56
	BESYO Öğrencileri	22	6.61	0.47
	Toplam	44	6.86	0.57
ANC20	Milli Takım	22	6.36	0.47
	BESYO Öğrencileri	22	5.91	0.50
	Toplam	44	6.14	0.53
ANC25	Milli Takım	22	5.68	0.41
	BESYO Öğrencileri	22	5.36	0.41
	Toplam	44	5.52	0.44
ANC30	Milli Takım	22	4.79	0.52
	BESYO Öğrencileri	22	4.65	0.47
	Toplam	44	4.72	0.49

Tablo 23 ve Grafik 32 incelendiğinde, her iki gruptaki deneklerin anaerobik kapasitelerine (ANC) ait ölçümlerin ilk 5 saniyeden sonra aynı aralıklarla yapılan periyodik ölçümlerde sürekli düştüğü görülmektedir. Yine BESYO öğrencilerinin anaerobik kapasitelerinin ilk ölçümde bir miktar yüksek olduğu, ancak 10-15 saniye ve sonrasında yapılan izleme ölçümlerinde milli takım sporcularının anaerobik kapasitelerinin daha yüksek olduğu görülmektedir.



Grafik 32 Anaerobik Kapasite (ANC) Ölçümlerindeki Değişim

Tablo 23 incelendiğinde aşağıdaki sonuçlara ulaşılmaktadır:

Milli takım sporcuları ve BESYO öğrencilerinin altı farklı zamanda ölçülen anaerobik kapasitelerine ait toplam değerleri arasındaki fark anlamlı değildir, $F(1, 42)=1.75$, $p>.05$. Bu bulgu, zamana bağlı değişme göz ardı edildiğinde anaerobik kapasitelerin gruplar arasında benzer olduğunu göstermektedir.

Grup ayrımı yapmaksızın deneklerin anaerobik kapasitelerine ilişkin ilk 5 saniyeden son 25-30 saniyeye kadar yapılan altı ölçmenin sonuçları arasında gözlenen farkların anlamlı olduğu bulunmuştur, $F(5, 210)=189.52$, $p<.01$. Bu bulgu, gruptan bağımsız olarak araştırmaya dahil deneklerin anaerobik kapasitelerinde zamana bağlı olarak azalma yönünde gözlenen farkların anlamlı olduğunu göstermektedir. Deneklerin hangi zamanlarda ölçülen anaerobik kapasiteleri arasında farklılık olduğunu saptamak için **Bonferroni çoklu karşılaştırma testi** uygulandı. Testin sonuçları, ilk 5 saniyeden 25-30 saniyeye kadar azalma yönünde gözlenen tüm ölçme sonuçlarının birbirlerinden anlamlı bir şekilde farklı olduğunu göstermiştir.

Tablo 24. Milli Takım sporcularının ve BESYO öğrencilerinin anaerobik kapasitelerinin zamana bağlı ölçümleri arasındaki farkların anlamlılığı için iki faktörlü ANOVA sonuçları

Varyansın Kaynağı	KT	sd	KO	F	p	Eta-Kare
Gruplararası	54.871	43				
Grup (Milli/BESYO Öğ)	2.196	1	2.196	1.75	.193	.040
Hata	52.675	42	1.254			
Gruplarıçi	425.223	220				
Ölçüm (1-6)	343.102	5	68.620	189.52	.000	.819
Grup*Ölçüm	6.087	5	1.217	3.36	.006	.074
Hata	76.034	210				
Toplam	480.094	263				

Anaerobik kapasitelerinde milli takım sporcularında zamana bağlı olarak gözlenen değişimler, BESYO öğrencilerinde gözlenen değişimlerden anlamlı bir şekilde farklılık göstermektedir, $F(5, 210)=3.36$, $p<.01$. Başka bir anlatımla ilk 5 saniyeden 25-30.saniyeye kadar ölçülen anaerobik güç kapasitelerinde bir grup için gözlenen ölçümler arasındaki farklardan en az biri, diğer gruptaki farklardan anlamlı bir şekilde farklılık göstermektedir. GrupxÖlçüm ortak etkisinin anlamlı çıkmasına bağlı olarak gruplar ve tekrarlı ölçümlere ilişkin gözenek ortalamalarından hangileri arasında anlamlı farklar olduğunu saptamak amacıyla, her iki grup için ayrı ayrı tekrarlı ölçümler arası farkların anlamlılığı Bonferroni testi, her bir zaman dilimindeki (ölçümdeki) gruplar arası farkların anlamlılığı ise t-testi ile incelenmiş ve sonuçları Tablo 25’de verilmiştir.

Tablo 25. Araştırmanın 2x(6) karışık deseninde ANC puanları için gözenek ortalamaları arasındaki farkların anlamlılığı testi sonuçları

Faktör	Grup	Ölçümler (1-6)	Gruplar (Milli/BESYO Öğ)
		Arasındaki Anlamlı Fark ($\alpha=.05$)	Arasındaki Anlamlı Fark ($\alpha=.05$)
Grup	Milli Takım	1-2, 1-3, 1-4, 1-5, 1-6, 2-3, 2-4, 2-5, 2-6, 3-4, 3-5, 3-6, 4-5, 4-6, 5-6	-
	BESYO Öğrencileri	1-2, 1-3, 1-4, 1-5, 1-6, 2-3, 2-4, 2-5, 2-6, 3-4, 3-5, 3-6, 4-5, 4-6, 5-6	-
Ölçüm	1. 0-5	-	Anlamlı değil
	2. 5-10	-	Anlamlı değil
	3. 10-15	-	Anlamlı
	4. 15-20	-	Anlamlı
	5. 20-25	-	Anlamlı
	6. 25-30	-	Anlamlı değil

Tablo 25 incelendiğinde, her iki grupta da 5 saniye aralıklarla yapılan ölçümler arasındaki tüm farkların .05 düzeyinde anlamlı olduğu görülmektedir. Her iki grup bireylerinde zaman ilerledikçe anaerobik kapasitelerinde önceki zamanlara göre anlamlı bir şekilde düşme gözlenmektedir. Grupların ilk 5 saniye, 5-10 saniye ve 25-30 saniyelerdeki anaerobik kapasiteleri arasında anlamlı fark bulunmazken, 10-15, 15-20 ve 20-25 saniye aralıklarında yapılan ölçümleri arasındaki farkların .05 düzeyinde anlamlı ve milli takım sporcularının bu ölçümlerde anaerobik kapasitelerinin daha yüksek olduğu görülmektedir.

4.5. Kalp Atım Hızı Ölçümlerine İlişkin Zamana Bağlı Değerlerin Gruplar Arasında Karşılaştırılması

Milli takım sporcuları ve BESYO öğrencilerinin kalp atım hızlarının zamana bağlı olarak istatistiksel olarak anlamlı farklılık gösterip göstermediği araştırılmıştır.

Araştırmanın dördüncü alt probleminde grupların kalp atım hızlarına ilişkin zamana bağlı ölçümlerin gruplar arasında karşılaştırılması tek faktör üzerinde tekrarlı ölçümler için **iki faktörlü ANOVA** ile incelenmiştir. Araştırmanın bu sorusu ile ilgili olarak KAH ölçümleri her iki grupta da 5 saniyelik aralıklarla 6 kez alınmıştır. Bu bağlamda araştırma deseni 2 x 6 lık karışık (**split-plot**) desen olarak tanımlanır. Bu desen için kullanılacak istatistiksel desen ya da model de 2x6 lık karışık desenler için

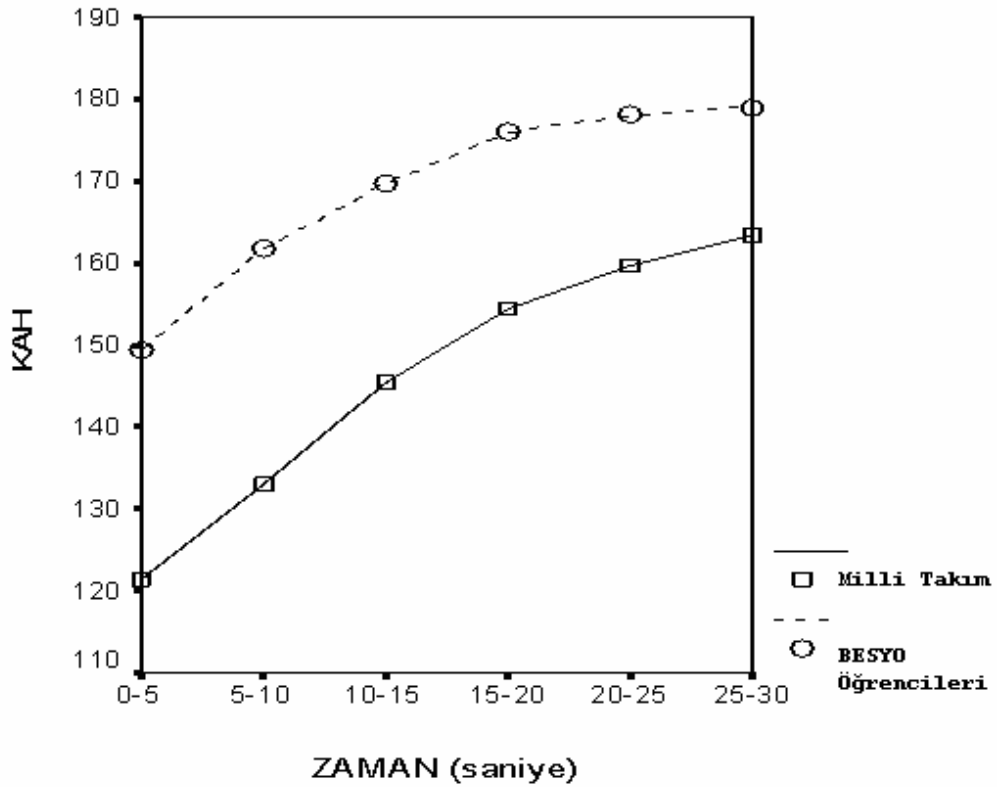
ANOVA olarak da isimlendirilir. Desende birinci faktör milli takım sporcuları ve BESYO öğrencilerini gösteren ilişkisiz grupları (ölçümleri), ikinci faktör ise aynı kişilerden 6 farklı zamanda elde edilen tekrarlı / ilişkili ölçümleri ya da ilişkili grupları gösterir. **Analizde gruplar arasında zamana bağlı değişimlerin anlamlılığını inceleniyorsa bu durumda araştırmacının temel ilgi odağı grupxölçüm ortak etki testidir.** Bu çalışmada da dördüncü alt problemle cevabı aranılan soru, gruplar arasında kalp atım hızları bakımından zamana bağlı anlamlı farkların oluşup oluşmadığının incelenmesidir. Analizde ek olarak grup ayrımı yapmaksızın deneklerin tekrarlı ölçümleri arasındaki farkların anlamlılığını test eden ölçüm temel etkisi; değişimi (zamanı) ihmal ettiğimizde grupların toplam (bileşik) puanlarındaki farkın anlamlılığına yönelik grup temel etki testleri de yapılmaktadır.¹⁵

Milli takım sporcuları ve BESYO öğrencilerinin altı farklı zamanda ölçülen kalp atım hızı (KAH) değerleri arasındaki farkların karşılaştırılmasına betimsel istatistikleri Tablo 26'de, zamana bağlı değişimini gösteren çizgi grafiği Grafik 33'de ve iki faktörlü ANOVA sonuçları Tablo 27'de verilmiştir.

Tablo 26. Milli Takım sporcuları ve BESYO Öğrencilerinin kalp atım hızlarına ait zamana bağlı ölçümlerinin ortalama ve standart sapmaları

Ölçüm	Grup	n	$\bar{X}$	S
KAH 5	Milli Takım	22	121.27	9.69
	BESYO Öğrencisi	22	149.32	13.09
	Toplam	44	135.30	18.18
KAH 10	Milli Takım	22	133.09	10.58
	BESYO Öğrencisi	22	161.68	12.70
	Toplam	44	147.39	18.51
KAH 15	Milli Takım	22	145.50	8.86
	BESYO Öğrencisi	22	169.68	9.54
	Toplam	44	157.59	15.37
KAH 20	Milli Takım	22	154.32	6.81
	BESYO Öğrencisi	22	175.91	8.90
	Toplam	44	165.11	13.44
KAH 25	Milli Takım	22	159.55	6.17
	BESYO Öğrencisi	22	178.05	8.49
	Toplam	44	168.80	11.89
ANC 30	Milli Takım	22	163.36	5.80
	BESYO Öğrencisi	22	179.00	8.85
	Toplam	44	171.18	10.82

Tablo 26 ve Grafik 33 incelendiğinde, her iki gruptaki bireylerin kalp atım hızlarına ait ölçümlerin ilk ölçümün yapıldığı ilk 5 saniyeden başlamak üzere sonraki 5 saniye aralıklarla yapılan periyodik ölçümlerde sürekli yükseldiği görülmektedir. Grafikte dikkat çeken bir başka nokta da ilk 5 saniyede yapılan ölçümde gruplar arasında BESYO öğrencileri lehine gözlenen farkın sonraki ölçmelerde de devam ettiği, ancak son iki ölçüme gruplar arası kalp atım hızlarındaki farkın azalma eğiliminde olduğunun görülmesidir



Grafik 33. Kalp atım hızlarındaki değişimler

Tablo 26 incelendiğinde aşağıdaki sonuçlara ulaşılmaktadır:

Milli takım sporcuları ve BESYO öğrencilerinin altı farklı zamanda ölçülen kalp atım hızlarına ait toplam değerleri arasındaki fark anlamlıdır, $F(1, 42)=87.56$, $p<.05$. Bu bulgu, değişim göz ardı edildiğinde 5 saniye aralıklarla ölçülen kalp hızlarının toplamından oluşan değerlerin iki grup sporcu arasında farklılaştığını göstermektedir. BESYO öğrencilerinin kalp atım hızı toplam (bileşik) puanları daha yüksektir.

Grup ayrımı yapmaksızın deneklerin kalp atım hızlarında ilk 5 saniyeden son 25-30 saniyeye kadar yapılan altı farklı ölçmenin sonuçları arasında gözlenen farkların anlamlı olduğu bulunmuştur, $F(5, 210)=301.17$, $p<.01$. Bu bulgu, hangi grupta olduğuna bakmaksızın araştırmaya dahil deneklerin kalp atım hızlarında zamana bağlı olarak yükselme yönünde gözlenen farkların anlamlı olduğunu göstermektedir. Sporcuların hangi zamanlarda ölçülen kalp atım hızları arasında farklılık olduğunu saptamak için **Bonferroni çoklu karşılaştırma testi** uygulandı. Testin sonuçları, ilk 5 saniyeden 25-30 saniyeye kadar olan tüm ölçme sonuçlarının birbirlerinden anlamlı bir şekilde farklılaştığını ileriki zamanlarda kalp atım hızlarının önceki zamanlardaki ölçümlerden daha yüksek olduğunu göstermiştir.

Tablo 27. Milli Takım sporcularının ve BESYO Öğrencilerinin kalp atım hızlarının zamana bağlı ölçümleri arasındaki farkların anlamlılığı için iki faktörlü ANOVA sonuçları

Varyansın Kaynağı	KT	sd	KO	F	p	Eta-Kare
Gruplararası	50578.031	43				
Grup (D/KI)	34181.879	1	34181.879	87.56	.000	.676
Hata	16396.152	42	390.385			
Gruplarıçi	50011.000	220				
Ölçüm (Ön-Son)	42594.667	5	8518.933	301.17	.000	.878
Grup*Ölçüm	1476.394	5	295.276	10.44	.000	.199
Hata	5939.939	210	28.285			
Toplam	100589.031	263				

Milli takım sporcularının kalp atım hızlarında zamana bağlı olarak gözlenen değişimleri, BESYO öğrencilerinde gözlenen değişimlerden anlamlı bir şekilde farklılık göstermektedir, $F(5, 210)=10.44$, $p<.01$. Başka bir anlatımla ilk 5 saniyeden 25-30.saniyeye kadar altı farklı zamanda ölçülen kalp atım hızlarında bir grup için gözlenen ölçümler arasındaki farklardan en az biri, diğer gruptaki farklardan anlamlı bir şekilde farklılık göstermektedir. GrupxÖlçüm ortak etkisinin anlamlı çıkmasına bağlı olarak gruplar ve tekrarlı ölçümlere ilişkin gözenek ortalamalarından hangileri arasında anlamlı farklar olduğunu saptamak amacıyla, her iki grup için ayrı ayrı tekrarlı ölçümler arası farkların anlamlılığı Bonferroni testi, her bir zaman dilimindeki (ölçümdeki) gruplar arası farkların anlamlılığı ise t-testi ile incelenmiş ve sonuçları Tablo 28 de verilmiştir.

Tablo 28. Araştırmanın 2x(6) karışık deseninde kalp atım hızları (KAH) için gözenek ortalamaları arasındaki farkların anlamlılığı testi sonuçları

Faktör	Grup	Ölçümler (1-6)	Gruplar (Milli/BESYO Öğ)
		Arasındaki Anlamlı Fark ($\alpha=.05$)	Arasındaki Anlamlı Fark ($\alpha=.05$)
Grup	Milli Takım	1-2, 1-3, 1-4, 1-5, 1-6, 2-3, 2-4, 2-5, 2-6, 3-4, 3-5, 3-6, 4-5, 4-6, 5-6	-
	BESYO Öğrencileri	1-2, 1-3, 1-4, 1-5, 1-6, 2-3, 2-4, 2-5, 2-6, 3-4, 3-5, 3-6, 4-5	-
Ölçüm	1. 0-5	-	Anlamlı
	2. 5-10	-	Anlamlı
	3. 10-15	-	Anlamlı
	4. 15-20	-	Anlamlı
	5. 20-25	-	Anlamlı
	6. 25-30	-	Anlamlı

Tablo 28 incelendiğinde, milli takım sporcularında 5 saniye aralıklarla yapılan ölçümler arasındaki tüm farkların .05 düzeyinde anlamlı olduğu ve sporcuların kalp atım hızlarının zamana bağlı olarak anlamlı bir şekilde arttığı görülmektedir. BESYO öğrencilerinde ise, 15-20 ve 20-25 saniyede yapılan ölçümlerle 25-30 saniyede yapılan ölçümler arasındaki farklar dışında kalan tüm ölçümler arası farkların .05 düzeyinde anlamlı olduğu ve ileri zamanda yapılan ölçümlerin daha yüksek olduğu bulunmuştur. Öte yandan 5 saniye aralıklarla yapılan tüm tekrarlı ölçme düzeylerindeki gruplar arası farklar anlamlıdır ve BESYO öğrencilerinin kalp atım hızları daha yüksektir.

5. TARTIŞMA

Bu araştırmanın amacı; anaerobik enerji sistemlerinin yoğun olarak kullanıldığı hentbol branşında erkek milli takım sporcularının anaerobik güç-kapasiteleri ile kalp atım hızı ve vücut kompozisyonları arasındaki ilişkinin belirlenmesi ve düzenli olarak performans sporu yapmayan BESYO öğrencileri ile karşılaştırılmasıdır.

Bu doğrultuda araştırmanın evrenini Türk Erkek Hentbol A Milli takım sporcuları oluşturmuştur. 2008 Avrupa Hentbol Şampiyonası Eleme Grubu'na hazırlanan takımın aday kadrosunun tamamı araştırma kapsamına alınmış ve gerekli ölçümleri alınmıştır.

Kontrol grubunun olarak da Kırıkkale Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulunda okuyan ve düzenli olarak performans sporu yapmayan 22 erkek öğrenci araştırmaya dahil edilmiştir.

Hentbol sporu gibi performans için, tüm motorik özelliklerin, fiziksel ve fizyolojik kapasitelerin, teknik-taktik yeterliliklerin, psikolojik ve antropometrik özelliklerin üst düzeyde gerektiği bir branşta, bu faktörlerin mükemmelleştirilmesi ve istendik seviyeye ulaştırılması gerekmektedir.⁹

Anaerobik veya aerobik çalışmayı kapsayan bütün spor branşları için vücuttaki yağlı dokuların fazlalığı, yağsız kas kütlelerinin azlığı performansı olumsuz etkileyen bir durumdur. Bu yüzden vücut kompozisyonu çalışmaları sporcular üzerinde yoğunlaştırılmıştır. Birçok metot uygulanmıştır.¹¹⁰

Uygulanılan spor branşının gerektirdiği enerji ihtiyacı, yapılan değişik araştırmalar ve testler sonucu belirlenmiştir. Buna göre hentbol branşının dominant enerji kaynağı % 90 oranıyla anaerobiktir (% 80 : anaerobik alaktik ve % 10 : anaerobik laktik).¹¹

Bu saptama da bizi, anaerobik dayanıklılığı en üst düzeye çekebilmek için, onda etkin olan faktörlerin ilişkisini belirlemeye itmiştir. İşte bu noktada vücut kompozisyonu ile anaerobik güç – kapasite ve kalp atım hızları karşılaştırılmıştır. Aynı zamanda maksimal performans sırasında vücuttaki bazı metabolik değişimlerin; elit sporcular ile düzenli olarak BESYO öğrencileri arasında ne tür farklılıklar gösterdiğini belirlemek de çalışmanın amaçlarından biri olmuştur.

Mili takım sporcuları ve BESYO öğrencilerinin her birinde anaerobik güç - anaerobik kapasite, vücut yağ oranı ve kalp atım hızları arasındaki ilişkilerin istatistiksel olarak anlamlı olup olmadığı araştırılmıştır.

Araştırmada ilk olarak, Mili Takım sporcuları ve BESYO öğrencilerinin her birinde anaerobik kapasite – Ortalama kalp atım hızı ve vücut yağ oranı arasında anlamlı ilişki olup olmadığı araştırılmıştır.

Milli takım sporcularında anaerobik kapasite (ANC) ve ortalama kalp atım hızı (KAH_{ort}) değeri arasında orta düzeyde, pozitif ve anlamlı ilişki olduğu görülmektedir, $r=.52$, $p<.05$. Bu bulgu, milli takım sporcularının anaerobik kapasitesi arttıkça ortalama kalp atım hızının yükseldiğini göstermektedir.

Milli takım sporcularının hem anaerobik kapasitesi hem de ortalama kalp atım hızları ile vücut yağ oranları arasında negatif orta düzeye yakın bir düzeyde ancak $.05$ düzeyinde anlamlı olmayan ilişkiler bulunmuştur.

BESYO öğrencilerinin anaerobik kapasiteleri (ANC ölçümleri), ortalama kalp atım hızları (KAH_{ort}) ile vücut yağ oranları arasındaki korelasyonlar $.05$ düzeyinde anlamlı bulunmamıştır.

Araştırmada ikinci olarak, Mili takım sporcuları ve BESYO öğrencilerinin her birinde anaerobik güç – Maksimal kalp atım hızı ve vücut yağ oranı arasında anlamlı ilişki olup olmadığı araştırılmıştır.

Milli takım sporcularının anaerobik güç (ANP) ölçümleri ile maksimum kalp atım hızları (KAH_{max}) arasında anlamlı olmamakla birlikte orta düzeyde pozitif bir ilişkinin olduğu görülmektedir, $r=0.38$, $p>.05$. Bu bulgu, ilişkinin yönü açısından yorumlanacak olursa, ANP değerleri yükseldikçe maksimum kalp atım hızlarının da yükseleceğine işaret etmektedir.

Yine milli takım sporcularının anaerobik güç (ANP) ölçümleri ile vücut yağ oranları arasında anlamlı olmamakla birlikte, orta düzeyde negatif bir ilişki olduğu görülmektedir, $r=-0.40$, $p>.05$. Buna göre, ANP ölçümleri yükselen milli takım sporcularının vücut yağ oranlarında azalma olduğu ifade edilebilir.

Bu grupta maksimum kalp atım hızı (KAH_{max}) ile vücut yağ oranı arasında anlamlı ilişki bulunmamıştır.

Öte yandan BESYO öğrencilerinde anaerobik güç (ANP ölçümleri), maksimum kalp atım hızları (KAH_{max}) ve vücut yağ oranları arasında $.05$ düzeyinde anlamlı ilişki bulunmamıştır.

Araştırmada üçüncü olarak, Mili Takım sporcuları ve BESYO öğrencilerinde anaerobik güç ve kapasite ölçümlerinin, vücut yağ oranlarındaki değişimleri anlamlı bir şekilde etkileyip etkilemediği araştırılmıştır.

Milli takım sporcularında anaerobik güç - kapasite (ANP ve ANC) ölçümlerinin birlikte sporcuların vücut yağ oranlarında gözlenen varyansın (değişkenliğin) %17'sini açıkladıkları, ancak açıklanan bu varyansın anlamlı olmadığı görülmektedir. $R=.41$ ($R^2=.17$), $p>.05$. Vücut yağ oranlarında açıklanan varyans istatistiksel olarak anlamlı çıkmamakla birlikte açıklanan varyans ve ilişkinin büyüklüğü dikkat çekmektedir. Standardize edilmiş regresyon katsayılarına bakıldığında ANP ölçümlerinin vücut yağ oranları üzerindeki etkisinin daha fazla olduğu görülmektedir. Bununla birlikte her iki değişken de vücut yağ oranlarının anlamlı yordayıcısı çıkmamıştır.

BESYO öğrencilerine ait sonuçlar incelendiğinde, anaerobik güç – kapasite (ANP ve ANC) ölçümlerinin birlikte BESYO öğrencilerinin vücut yağ oranlarında gözlenen varyansın oldukça düşük bir kısmını (%2) açıkladıkları ve bunun da anlamlı olmadığı görülmektedir, $R=.15$ ($R^2=.02$), $p>.05$. BESYO öğrencilerinde de anaerobik güç – kapasitelerine ilişkin ANC ve ANP ölçümlerinin her ikisi de vücut yağ oranlarının anlamlı yordayıcısı değildir.

Araştırmada dördüncü olarak, Anaerobik güç – Anaerobik kapasite, kalp atım hızları ve vücut yağ oranları arasında milli takım sporcuları ve BESYO öğrencileri için ayrı ayrı hesaplanan korelasyonlar arasındaki istatistiksel olarak anlamlı farkların olup olmadığı araştırılmıştır.

Milli Takım sporcularında ve BESYO öğrencilerinde anaerobik güç – kapasite, kalp atım hızları ve vücut yağ oranları için aynı değişken çiftlerine ilişkin hesaplanan korelasyonlar arasındaki farklar, 0.15 ile 0.38 arasında değişmektedir. Hesaplanan tüm korelasyonların milli takım sporcularında daha yüksek çıkması dikkat çekicidir. Bununla birlikte iki grup için ayrı ayrı hesaplanan korelasyonlar arasındaki farkların tümü .05 düzeyinde anlamlı çıkmamıştır.

Araştırmada beşinci olarak, Milli Takım sporcuları ve BESYO öğrencilerinde anaerobik güç – anaerobik kapasite, kalp atım hızları ve vücut yağ oranları arasındaki istatistiksel olarak anlamlı farkların olup olmadığı araştırılmıştır.

Anaerobik kapasite (ANC) değerlerinin ortalaması milli takım sporcuları için 6.54 iken, BESYO öğrencileri için 6.36 dır. Bu iki grubun anaerobik kapasite (ANC) değerleri arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır, $t(42)=1.30$, $p>.05$. Öte yandan Anaerobik güç (ANP) ölçümlerinin ortalaması milli takım sporcuları için 11.51 iken BESYO öğrencileri için 12.31'dir. Grupların ANP puanları arasındaki fark anlamlı bulunmamıştır, $t(42)=1.66$, $p>.05$.

Ortalama kalp atım hızı (KAH_{ort}) değerlerinin ortalaması milli takım sporcuları için 146.17 iken, BESYO öğrencileri için 168.93 dır.

Bu iki grubun kalp atım hızları ortalamaları arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur, $t(42)=9.35$, $p<.05$. Buna göre BESYO öğrencilerinin ortalama kalp atım hızları daha yüksektir. Diğer yandan maksimal kalp atım hızı (KAH_{max}) değerlerinin ortalaması milli takım sporcuları için 163.55 iken BESYO öğrencileri için 180.50'dir. Grupların KAH_{max} değerleri arasındaki farkın anlamlı olduğu bulunmuştur, $t(42)=7.82$, $p>.05$. Buna göre BESYO öğrencilerinin maksimum kalp atım hızları daha yüksektir.

Vücut yağ oranlarına ait ortalama puanın milli takım sporcuları için 12.48, BESYO öğrencileri için 11.51 olduğu görülmektedir. İki grubun ortalama vücut yağ oranları arasındaki fark anlamlı bulunmamıştır, $t(42)=1.20$, $p>.05$

Araştırmada altıncı olarak, Milli Takım sporcuları ve BESYO öğrencilerinin anaerobik kapasitelerinin (ANC) zamana bağlı olarak istatistiksel olarak anlamlı farklılık gösterip göstermediği araştırılmıştır.

Milli takım sporcuları ve BESYO öğrencilerinin altı farklı zamanda ölçülen anaerobik kapasite (ANC) değerleri arasındaki farklar karşılaştırıldığında, her iki gruptaki bireylerin anaerobik kapasitelerine (ANC) ait ölçümlerin ilk 5 saniyeden sonra aynı aralıklarla yapılan periyodik ölçümlerde sürekli düştüğü görülmektedir. Yine BESYO öğrencilerinin anaerobik kapasitelerinin ilk ölçümde bir miktar yüksek olduğu, ancak 10-15 saniye ve sonrasında yapılan izleme ölçümlerinde milli takım sporcularının anaerobik kapasitelerinin daha yüksek olduğu görülmektedir.

Milli takım sporcuları ve BESYO öğrencilerinin altı farklı zamanda ölçülen anaerobik kapasitelerine ait toplam değerleri arasındaki fark anlamlı değildir, $F(1, 42)=1.75$, $p>.05$. Bu bulgu, zamana bağlı değişme göz ardı edildiğinde anaerobik kapasitelerin gruplar arasında benzer olduğunu göstermektedir.

Grup ayrımı yapmaksızın deneklerin anaerobik kapasitelerine ilişkin ilk 5 saniyeden son 25-30 saniyeye kadar yapılan altı ölçmenin sonuçları arasında gözlenen farkların anlamlı olduğu bulunmuştur, $F(5, 210)=189.52$, $p<.01$. Bu bulgu, gruptan bağımsız olarak araştırmaya dahil deneklerin anaerobik kapasitelerinde zamana bağlı olarak azalma yönünde gözlenen farkların anlamlı olduğunu göstermektedir. Testin sonuçları, ilk 5 saniyeden 25-30 saniyeye kadar azalma yönünde gözlenen tüm ölçme sonuçlarının birbirlerinden anlamlı bir şekilde farklı olduğunu göstermiştir.

Anaerobik kapasitelerinde milli takım sporcularında zamana bağlı olarak gözlenen değişmeler, BESYO öğrencilerinde gözlenen değişmelerden anlamlı bir şekilde farklılık göstermektedir, $F(5, 210)=3.36$,

$p<.01$. Başka bir anlatımla ilk 5 saniyeden 25-30.saniyeye kadar ölçülen anaerobik güç kapasitelerinde bir grup için gözlenen ölçümler arasındaki farklardan en az biri, diğer gruptaki farklardan anlamlı bir şekilde farklılık göstermektedir.

Her iki grupta da 5 saniye aralıklarla yapılan ölçümler arasındaki tüm farkların .05 düzeyinde anlamlı olduğu görülmektedir. Her iki grup bireylerinde zaman ilerledikçe anaerobik kapasitelerinde önceki zamanlara göre anlamlı bir şekilde düşme gözlenmektedir. Grupların ilk 5 saniye, 5-10 saniye ve 25-30 saniyelerdeki anaerobik kapasiteleri arasında anlamlı fark bulunmazken, 10-15, 15-20 ve 20-25 saniye aralıklarında yapılan ölçümleri arasındaki farkların .05 düzeyinde anlamlı ve milli takım sporcularının bu ölçümlerde anaerobik kapasitelerinin daha yüksek olduğu görülmektedir.

Araştırmada yedinci ve son olarak, Milli Takım sporcuları ve BESYO öğrencilerinin kalp atım hızlarının zamana bağlı olarak istatistiksel olarak anlamlı farklılık gösterip göstermediği, Milli takım sporcuları ve BESYO öğrencilerinin altı farklı zamanda ölçülen kalp atım hızı (KAH) değerleri arasındaki farkların karşılaştırılmasıyla araştırılmıştır.

Her iki gruptaki bireylerin kalp atım hızlarına ait ölçümlerin ilk ölçümün yapıldığı ilk 5 saniyeden başlamak üzere sonraki 5 saniye aralıklarla yapılan periyodik ölçümlerde sürekli yükseldiği görülmektedir. Dikkat çeken bir başka nokta da ilk 5 saniyede yapılan ölçümde gruplar arasında BESYO öğrencileri lehine gözlenen farkın sonraki ölçümlerde de devam ettiği, ancak son iki ölçüme gruplar arası kalp atım hızlarındaki farkın azalma eğiliminde olduğunun görülmesidir.

Milli takım sporcuları ve BESYO öğrencilerinin altı farklı zamanda ölçülen kalp atım hızlarına ait toplam değerleri arasındaki fark anlamlıdır, $F(1, 42)=87.56$, $p<.05$. Bu bulgu, değişim göz ardı edildiğinde 5 saniye aralıklarla ölçülen kalp hızlarının toplamından oluşan değerlerin iki grup sporcu arasında farklılaştığını göstermektedir. BESYO öğrencilerinin kalp atım hızı toplam (bileşik) puanları daha yüksektir.

Milli takım sporcularının kalp atım hızlarında zamana bağlı olarak gözlenen değişimleri, BESYO öğrencilerinde gözlenen değişimlerden anlamlı bir şekilde farklılık göstermektedir, $F(5, 210)=10.44$, $p<.01$. Başka bir anlatımla ilk 5 saniyeden 25-30.saniyeye kadar altı farklı zamanda ölçülen kalp atım hızlarında bir grup için gözlenen ölçümler arasındaki farklardan en az biri, diğer gruptaki farklardan anlamlı bir şekilde farklılık göstermektedir.

Milli Takım sporcularında 5 saniye aralıklarla yapılan ölçümler arasındaki tüm farkların .05 düzeyinde anlamlı olduğu ve

sporcuların kalp atım hızlarının zamana bağlı olarak anlamlı bir şekilde arttığı görülmektedir. BESYO öğrencilerinde ise, 15-20 ve 20-25 saniyede yapılan ölçümlerle 25-30 saniyede yapılan ölçümler arasındaki farklar dışında kalan tüm ölçümler arası farkların .05 düzeyinde anlamlı olduğu ve ileri zamanda yapılan ölçümlerin daha yüksek olduğu bulunmuştur. Öte yandan 5 saniye aralıklarla yapılan tüm tekrarlı ölçme düzeylerindeki gruplar arası farklar anlamlıdır ve BESYO öğrencilerinin kalp atım hızları daha yüksektir.

Özçelik ve Ayar'ın yaptığı çalışmada¹¹¹ farklı egzersiz protokollerinin kalp atım hızı-iş gücü arasındaki ilişki ile aerobik-anaerobik metabolizma değişim bölgesinin non-invazif olarak tespit edilmesindeki etkinliği araştırılmıştır. Çalışmaya on üç erkek denek katılmıştır. Elektro manyetik bisiklet ergometre ile protokolleri 15 (W15) W/dk ve 30 W/dk (W30) olarak artan yüke karşı yapılan egzersiz testleri uygulanmıştır. Egzersiz sırasında, kalp atım hızları polar kalp saati ile, solunum parametreleri ise spirometre ile ölçülüp değerlendirilmiştir. Aerobik-anaerobik metabolizma değişim bölgesi, solunum-iş gücü ilişkisi ile hesaplanmış ve kalp atım hızı-iş gücü ile karşılaştırılmıştır. Anaerobik eşik non-invazif olarak egzersiz sırasındaki solunum ve metabolizma arasındaki ilişki kullanılarak hesaplanmıştır. Egzersiz sırasında kalp atım hızı-iş gücü arasında ilişki 3 farklı şekilde gözlenmiştir. Kalp atım hızı artan iş gücü ile doğrusal olarak 6 (W15) ve 7 (W30) artma göstermiş, kalp atım hızında sola kırılma 2 (W15) ve 4 (W30) denekte, sağa kırılma ise 5 (W15) ve 2 (W30) denekte gözlenmiştir. Aerobik-anaerobik metabolizma değişim bölgesi ile kalp atım hızı kırılma noktası deneklerin hiçbirinde gözlenmemiştir. Kalp atım hızı ile iş gücü arasındaki kırılma noktası tüm deneklerde anaerobik eşik üstündeki bölgede meydana gelmiştir.¹¹¹

Minahan ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada¹¹² anaerobik güç ve anaerobik kapasite arasındaki ilişki değerlendirilmiştir. Çalışmaya 7 erkek ve 7 kadın denek bisiklet ergometresinde 30 s Wingate Anaerobik teste tabi tutulmuşlar ve Anaerobik güç, anaerobik kapasite ve yorgunluk indeksi saptanmaya çalışılmıştır. Çalışmanın bulgularına göre, yüksek anaerobik gücün daha iyi anaerobik kapasiteyi işaret etmediği buna ek olarak da 30 s bisiklet sprinti sırasındaki güç çıktısını koruyabilmenin anaerobik kapasiteyle ilgili olduğu sonucuna varılmıştır.¹¹²

Vangelakoudi ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada¹¹³ üst sıralardaki elit kürekçiler ile kulüplerdeki kürekçilerin izometrik ve maksimal güç egzersizleri esnasındaki yorgunluğa karşı koyabilme kapasiteleri araştırılmıştır. Çalışmaya 8 Yunanlı milli takım Laser yelkenciler ile 8 kulüp yelken sporcusu katılmıştır. Çalışma bulgularına göre; final kalp atımı her iki grup için 149 atım dakika s=22 ve Wingate testi sonucunda milli takım yelkencilerin yorgunluk indekslerinin (%42, s=5) kulüp yelken sporcularının yorgunluk indekslerinden (%49, s=6) anlamlı düzeyde düşük olduğu

bulunmuştur. İzometrik dayanıklılık zamanı Wingate yorgunluk indeksi ile anlamlı düzeyde ilişkilidir ($r = -0,73; p < 0,001$). Milli takım düzeyindeki yelkencilerin ortalama ve maksimal anaerobik güçleri kendi performans sıralamaları ile anlamlı düzeyde ilişkili bulunmuştur ($r = -0,83$ ve $-0,71$). Bu bilgiler ışığında izometrik dayanıklılık ve anaerobik gücün Laser yelkencilerde iyi geliştiği ve bunun da yelken performanslarını etkileyebileceği sonucuna ulaşılmıştır.¹¹³

Helter ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada¹¹⁴ 11 erkek ve Çekoslovakya milli takımında yer alan 12 bayan taekwon-do sporcusunun katıldığı çalışmada erkekler için 6 Wkg^{-1} dirençle, kadınlar için 5 Wkg^{-1} 30 s Wingate testi uygulanarak anaerobik güç ölçülmüştür. Buna göre kadınlarda anaerobik güç (Wkg^{-1}) ($10,1 \pm 1,2$); anaerobik kapasite (Jkg^{-1}) ($242 \pm 23,4$); vücut yağ yüzdesi ($15,4 \pm 5,1$ ve vücut kitlesi (kg) ($62,3 \pm 7,4$) iken bu değerler erkeklerde anaerobik güç (Wkg^{-1}) ($14,7 \pm 1,3$); anaerobik kapasite (Jkg^{-1}) ($344 \pm 26,4$); vücut yağ yüzdesi ($8,2 \pm 3,1$ ve vücut kitlesi (kg) ($69,9 \pm 8,7$) olarak bulunmuştur. Kinantropometrik ve fizyolojik parametrelerden sadece maksimum güç çıktısı (Wkg^{-1}) kadın ve erkek sporcuların yarışma performanslarıyla anlamlı düzeyde ilişkili bulunmuştur. Erkek taekwon-do sporcularının ortalama popülasyondan daha kuvvetli, daha iyi fiziksel çalışma kapasitesi, (PWC-170/Physical Working Capacity), ve anaerobik performans kapasitelerine sahip oldukları tespit edilmiştir.¹¹⁴

Hazza ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada¹¹⁵ elit futbolcuların aerobik ve anaerobik güç verileri arasındaki ilişkiyi tespit etmek amaçlanmıştır. Araştırmaya 23 milli takım futbol oyuncusu katılmıştır. Sporcuların anaerobik güçleri Wingate anaerobik testiyle ölçülmüş ve 5s, 10s, 20s ve 30 s larde anaerobik güç ve anaerobik kapasite değerleri alınmıştır. Futbolcuların ventilatory (solunumsal) anaerobik eşik değeri $43,6 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$ ve vücut yağ yüzdeleri ($12,3 \pm 2,7$) iken doruk güç değerleri $873,6 \pm 141,8 \text{ W}$, ortalama güç ise $587,7 \pm 55,4 \text{ W}$ olarak tespit edilmiştir.¹¹⁵

Heller ve Novotny'nin yaptığı çalışmada¹¹⁶ elit dağ bisikletçilerinin fizyolojik özelliklerini değerlendirmek amacıyla Çekoslovak milli takımı sporcularından 10 erkek bisikletçi katılmıştır. Deneklere bisiklet ergometresinde artan maksimum egzersiz ve 30s Wingate test yaptırılmıştır. Deneklerin fiziksel çalışma kapasiteleri PWC 170 ile saptanmış olup $4.3 \pm 0.3 \text{ W.kg}^{-1}$, maksimum güç çıktısı $6.3 \pm 0.3 \text{ W.kg}^{-1}$, VO_2max $74.1 \pm 3.4 \text{ ml.min}^{-1}.\text{kg}^{-1}$ olarak hesaplanmıştır. Wingate testine katılım sonrası anaerobic güç (5-sdoruk güç çıktısı, AnP), $14.7 \pm 1.0 \text{ W.kg}^{-1}$, anaerobik kapasite (AnC), $363 \pm 35 \text{ J.kg}^{-1}$, yorgunluk indeksi (FI) $\% 35 \pm 7$ olarak bulunmuştur. Sonuç olarak VO_2max mutlak değeri, maksimum güç çıktısı, anaerobik güç ve anaerobik kapasite, yağsız vücut kitlesi

miktarı arasında anlamlı ilişki bulunmuştur. VO2 max ile anaerobik kapasite arasında anlamlı ilişkiye rastlanmıştır ($r = 0.84$, $p < 0.01$).¹¹⁶

Ostojic, Mazic ve Dikic¹¹⁷ basketbolcularda vücut kompozisyonu, aerobik fiziksel uygunluk (aerobic fitness), anaerobik güç ve sporcuların oynadıkları pozisyonları arasındaki ilişkileri inceledikleri çalışmalarında, vücut ağırlığı ve boy ile dikey sıçrama arasında kuvvetli negatif ilişki bulmuşlardır (Dikey sıçrama yüksekliğini spesifik kassal performansın (anaerobik gücün) ölçümü olarak kullanmışlar). Latin ve ark.¹¹⁷ (1994), anaerobik ve kuvvet parametrelerinin daha yüksek düzeyde olmasının tercih edilir olduğunu, bunun sakatlanma riskini azaltacağını ve daha güçlü ribaunt alma, şut atma ve aldatma yapmayı sağlayacağını belirtmişlerdir.¹¹⁷

Vardar, Tezel, Öztürk ve Kaya¹¹⁸ elit genç güreşçilerin anaerobik performans ve vücut kompozisyonlarını inceledikleri çalışmalarında, anaerobik güç, anaerobik kapasite ve minimum güç ile yağsız vücut kitlesi arasında pozitif anlamlı ilişki bulmuşlardır. Ayrıca aynı değişkenlerle vücut ağırlığı arasında da benzer ilişkiler bulunmuştur. Bunun yanısıra vücut yağ yüzdesi ile anaerobik parametreler arasında anlamlı ilişki bulunmamıştır.¹¹⁸

Horswill, Scott ve Galea,¹¹⁹ elit ve elit olmayan yıldız güreşçilerin deri kıvrımı kalınlıkları, maksimum anaerobik ve aerobik güç değerlerini karşılaştırdıkları çalışmalarında, mutlak anaerobik bacak gücü ve relatif anaerobik bacak ve kol gücü değerlerinde anlamlı fark bulmuşlardır. Elit yıldız güreşçilerin relatif maksimum anaerobik güç değerlerinin, elit olmayan yıldız güreşçilere göre daha yüksek olduğunu rapor etmişlerdir.¹¹⁹

McIntyree ve Hall¹²⁰ İrlanda futbolu (Gaelic football) oynayan sporcuların pozisyonlarına göre fizyolojik profillerini inceledikleri çalışmalarında, orta saha (midfielders) oyuncularının savunma (backs) ve hücum (forwards) oyuncularına göre dikey sıçramada daha fazla güç ürettiklerini bulmuşlardır. Wingate testinde hem mutlak hem de relatif güç değerlerinde savunma, hücum ve orta saha oyuncuları arasında anlamlı fark bulunmamıştır.¹²⁰

Yoon¹²¹ araştırmasında anaerobik gücün, başarılı ve daha az başarılı güreşçileri ayırt etmede yardımcı olabileceğini savunmuş ve anaerobik gücün, iskelet kasının farklı kompozisyonları ile yakın ilişkili olduğu bulgusunu sunmuştur.¹²¹

Nootle ve Nosaka¹²² yaptığı çalışmada çok az çalışma gücünün birçok spor aktivitesi için anahtar rol oynamasına rağmen eksentrik çalışmalardan kaynaklanan kas zedelenmelerinin anaerobik

güce etkisini incelemiştir. Bu çalışmanın amacı yokuş aşağı koşudan sonra anerobik güçte (30sn Wingate Testi), diz extensor ve fleksorlerinin izometrik kuvvetinde, kas gerginliğinde ve plasma kreatin kinas aktivitesindeki değişiklikleri incelemektir. 8 erkek denek koşu bantında 40 dakikalık (%-7) yokuş aşağı performansına tabi tutulmuş ve ölçümler 6 aşamada alınmıştır (2 aktivite esnasında, yarım saat, 24, 72 ve 120 saat sonra). Kontrol grubunu oluşturan 5 kişi koşu yapmamış ve ölçümler diğer grupla aynı zamanlarda yapılmıştır. Tekrarlı ölçümler için ANOVA testi uygulanmış ve kontrol grubunun ölçümleri arasında anlamlı bir fark bulunamamıştır. Yokuş aşağı koşudan sonra deneklerin kuvvetinde anlamlı düşüş, kas gerginliğinde ve plasma kreatin kinas düzeylerinde anlamlı bir artış gözlenmiştir. Averj pik güçte koşudan yarım saat sonra anlamlı bir düşüş görülmüştür. Bu çalışmanın sonuçları gücün kuvvetten eksentrik egzersizlerden daha az etkilendiğini ve bu düşüşün gözardı edilebileceğini göstermiştir.¹²²

Kin ve arkadaşlarının¹²³ yaptığı çalışmanın amacı kadın ve erkeklerde 10 haftalık step aerobik antrenmanının anaerobik performansa etkisini araştırmaktır. Üniversite düzeyindeki gönüllü denekler step aerobik (33 kadın, 27 erkek) ve kontrol (31 kadın, 27 erkek) gruplarına ayrılmıştır. 10 haftalık antrenmandan önce ve sonra deneklerin vücut kompozisyonları, kas kuvvetleri, Wingate anaerobik performansları ve dikey sıçrama anaerobik performansları ölçülmüştür. Denek grubu aktiteye haftada 3 gün olmak üzere günde 50 dk'lık seanslarda %60-80 kalp atım hızında 10 hafta katılmıştır. Tekrarlı ölçümler için 2x2 covaryans analizi cinsiyetler arasında anlamlı % vücut yağında, yağsız vücut ağırlıklarında, kas kuvvetlerinde ve Wingate ölçümlerinde farklar göstermiştir. Aktivite grubu sadece ortalama güç bakımından kontrol grubuna göre farklı bulunmuştur. Kadınlar sadece dikey sıçrama anaerobik gücünde erkeklere göre anlamlı bir artış göstermişlerdir. Bu sonuçlara göre 10 haftalık step aerobik antrenmanının cinsiyete göre tüm ölçülen anaerobik parametreler için yeterli olmadığı söylenebilir.¹²³

Özkan, Arıburun ve İşler,¹²⁴ Amerikan futbolu oynayan sporcuların vücut kompozisyonları, anaerobik performans ve izokinetik diz dayanıklılığını karşılaştırdıkları çalışmada, sporcuların yağ kitlesi ile ortalama güç ve diz ekstansiyonu arasında anlamlı bir ilişki bulmuşlardır.¹²⁴

Alemdaroğlu ve arkadaşlarının¹²⁵ genç futbolcuların anaerobik testlerini karşılaştırdıkları çalışmada, anaerobik güç, anaerobik kapasite ve yorgunluk göstergeleri arasında anlamlı bir ilişki bulamamışlardır. Anaerobik güç ile kalp atım hızları ve ortalama oksijen tüketimleri arasında anlamlı bir fark bulunmuştur.¹²⁵

Melhim,¹²⁶ taekwondo sporcularının aerobik ve anaerobik tepkilerini incelediği çalışmada, anaerobik güç ve kapasite ile vücut kütlesi arasında anlamlı bir ilişki bulmuştur.¹²⁶

Bilge⁹ çalışmasında, ön araştırmayı, Türkiye Deplasmanlı Erkekler Hentbol Ligleri'nde oynayan oyuncular üzerinde, son araştırma da Türk Erkek Hentbol Milli Takımı oyuncuları üzerinde maksimal anaerobik güç ve kapasite ile vücut kompozisyonu arasındaki ilişkinin incelenmesi amacıyla yapılmıştır. Ön araştırmadaki Wingate testi sonucunda, maksimal anaerobik güç ortalaması $8,88 \pm 1,13$ W/kg, anaerobik kapasite ortalaması $7,26 \pm ,82$ W/kg, vücut yağ yüzdesi ortalaması da $\% 10,48 \pm 5,92$ olarak tespit edilmiştir. Ön araştırmada maksimal anaerobik güç ile vücut yağ yüzdesi arasındaki ($r = -,47$) ve anaerobik kapasite ile yine vücut yağ yüzdesi arasındaki ($r = -,56$) ilişki, yapılan çoklu korelasyon sonucunda anlamlı çıkmıştır. Yapılan regresyon analizinde, $p = ,05$ düzeyinde anlamlı olmamakla birlikte, AnC ve AnP değişkenlerinin birlikte, vücut yağ yüzde değerlerinde gözlenen toplam varyansın $\% 32$ ' sini açıkladığı saptanmıştır. Son araştırmada 7-23 (AO = $14,28 \pm 4,14$) yıldır antrene edilen, 20-34 (AO = $26,48 \pm 3,98$) yaşlarında 25 milli hentbolcudan gerekli ölçümler alınmıştır. Son araştırmadaki Wingate testi sonucunda, maksimal anaerobik güç ortalaması $8,73 \pm 1,15$ W/kg, anaerobik kapasite ortalaması $7,43 \pm ,80$ W/kg, vücut yağ yüzdesi ortalaması da $\% 11,30 \pm 3,98$ olarak tespit edilmiştir. Son araştırmada maksimal anaerobik güç ile vücut yağ yüzdesi arasındaki ($r = -,20$) ve anaerobik kapasite ile yine vücut yağ yüzdesi arasındaki ($r = -,11$) ilişki, yapılan çoklu korelasyon sonucunda anlamlı çıkmamıştır.⁹

6. SONUÇ

Bu araştırmanın amacı; anaerobik enerji sistemlerinin yoğun olarak kullanıldığı hentbol branşında erkek milli takım sporcularının anaerobik güç-kapasiteleri ile kalp atım hızı ve vücut kompozisyonları arasındaki ilişkinin belirlenmesi ve düzenli olarak performans sporu yapmayan BESYO öğrencileriyle karşılaştırılması olmuştur.

Hentbol sporu gibi performans için, tüm motorik özelliklerin, fiziksel ve fizyolojik kapasitelerin, teknik-taktik yeterliliklerin, psikolojik ve antropometrik özelliklerin üst düzeyde gerektiği bir branşta, bu faktörlerin mükemmelleştirilmesi ve istendik seviyeye ulaştırılması gerekmektedir.⁹

Milli takım sporcuları ve BESYO öğrencilerinin her birinde anaerobik güç - anaerobik kapasite, vücut yağ oranı ve kalp atım hızları arasındaki ilişkiler araştırılmış ve milli takım sporcularında anaerobik kapasite ve ortalama kalp atım hızı değeri arasında orta düzeyde, pozitif ve anlamlı ilişki olduğu görülmüştür. Bu bulgu, milli takım sporcularının anaerobik kapasitesi arttıkça ortalama kalp atım hızının yükseldiğini göstermektedir. Milli takım sporcularının anaerobik güç ölçümleri ile maksimum kalp atım hızları arasındaki fark anlamlı olmamakla birlikte orta düzeyde pozitif bir ilişkinin olduğu görülmüştür. Bu bulgu, ilişkinin yönü açısından yorumlanacak olursa, ANP değerleri yükseldikçe maksimum kalp atım hızlarının da yükseleceğine işaret etmektedir. Yine milli takım sporcularının anaerobik güç (ANP) ölçümleri ile vücut yağ oranları arasında anlamlı olmamakla birlikte, orta düzeyde negatif bir ilişki olduğu görülmüştür. Buna göre, ANP ölçümleri yükselen milli takım sporcularının vücut yağ oranlarında azalma olduğu ifade edilebilir.

Milli takım sporcularının ve BESYO öğrencilerinin, anaerobik kapasitelerine ait ANC ve ANP, Kalp atım hızlarına ait KAH_{ort} ve KAH_{max} ile vücut yağ oranları değerleri arasındaki farklara bakıldığında, milli takım sporcularında ve BESYO öğrencilerinde anaerobik güç – kapasite, kalp atım hızları ve vücut yağ oranları için aynı değişken çiftlerine ilişkin hesaplanan korelasyonlar arasındaki farkların, milli takım sporcuları lehine daha yüksek çıkması dikkat çekici bulunmuştur. Bu iki grubun kalp atım hızları ortalamaları arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Buna göre BESYO öğrencilerinin ortalama kalp atım hızları daha yüksektir. Diğer yandan maksimal kalp atım hızı değerlerinin ortalama değerleri arasındaki farkın anlamlı olduğu bulunmuştur. Buna göre BESYO öğrencilerinin maksimum kalp atım hızları daha yüksektir.

Milli takım sporcuları ve BESYO öğrencilerinin anaerobik kapasitelerinin zamana bağlı olarak gösterdiği farklılıkların anlamlılığı araştırılmış ve milli takım sporcuları ve BESYO öğrencilerinin altı farklı

zamanda ölçülen anaerobik kapasite (ANC) değerleri arasındaki farklar karşılaştırıldığında, her iki gruptaki bireylerin anaerobik kapasitelerine (ANC) ait ölçümlerin ilk 5 saniyeden sonra aynı aralıklarla yapılan periyodik ölçümlerde sürekli düştüğü görülmüştür. Yine BESYO öğrencilerinin anaerobik kapasitelerinin ilk ölçümde bir miktar yüksek olduğu, ancak 10-15 saniye ve sonrasında yapılan izleme ölçümlerinde milli takım sporcularının anaerobik kapasitelerinin daha yüksek olduğu görülmektedir. Bu bulgu, gruptan bağımsız olarak araştırmaya dahil deneklerin anaerobik kapasitelerinde zamana bağlı olarak azalma yönünde gözlenen farkların anlamlı olduğunu göstermiştir. Testin sonuçları, ilk 5 saniyeden 25-30 saniyeye kadar azalma yönünde gözlenen tüm ölçme sonuçlarının birbirlerinden anlamlı bir şekilde farklı olduğunu ortaya çıkarmıştır. Anaerobik kapasitelerinde milli takım sporcularında zamana bağlı olarak gözlenen değişimler, BESYO öğrencilerinde gözlenen değişimlerden anlamlı bir şekilde farklılık göstermiştir. Her iki grup bireylerinde zaman ilerledikçe anaerobik kapasitelerinde önceki zamanlara göre anlamlı bir şekilde düşme gözlenmiştir. Grupların ilk 5 saniye, 5-10 saniye ve 25-30 saniyelerdeki anaerobik kapasiteleri arasında anlamlı fark bulunmazken, 10-15, 15-20 ve 20-25 saniye aralıklarında yapılan ölçümleri arasındaki farkların anlamlı ve milli takım sporcularının bu ölçümlerde anaerobik kapasitelerinin daha yüksek olduğu görülmüştür.

Milli takım sporcuları ve BESYO öğrencilerinin kalp atım hızları (KAH_{ort}) zamana bağlı olarak gösterdiği farklılıkların anlamlılığı araştırılmış ve her iki gruptaki bireylerin kalp atım hızlarına ait ölçümlerin ilk ölçümün yapıldığı ilk 5 saniyeden başlamak üzere sonraki 5 saniye aralıklarla yapılan periyodik ölçümlerde sürekli yükseldiği görülmüştür. Dikkat çeken bir başka nokta da ilk 5 saniyede yapılan ölçümde gruplar arasında BESYO öğrencileri lehine gözlenen farkın sonraki ölçmelerde de devam ettiği, ancak son iki ölçümede gruplar arası kalp atım hızlarındaki farkın azalma eğiliminde olduğunun görülmesidir. Milli takım sporcuları ve BESYO öğrencilerinin altı farklı zamanda ölçülen kalp atım hızlarına ait toplam değerleri arasındaki fark anlamlı bulunmuştur. Milli Takım sporcularında 5 saniye aralıklarla yapılan ölçümler arasındaki tüm farkların anlamlı olduğu ve sporcuların kalp atım hızlarının zamana bağlı olarak anlamlı bir şekilde arttığı görülmüştür. BESYO öğrencilerinde ise, 15-20 ve 20-25 saniyede yapılan ölçümlerle 25-30 saniyede yapılan ölçümler arasındaki farklar dışında kalan tüm ölçümler arası farkların anlamlı olduğu ve ileri zamanda yapılan ölçümlerin daha yüksek olduğu bulunmuştur. Öte yandan 5 saniye aralıklarla yapılan tüm tekrarlı ölçme düzeylerindeki gruplar arası farklar anlamlıdır ve BESYO öğrencilerinin kalp atım hızları daha yüksek bulunmuştur.

ÖZET

Türk Erkek Hentbol Milli Takımında Anaerobik Güç-Kapasite, Kalp Atım Hızı İle Vücut Kompozisyonu Arasındaki İlişkinin İncelenmesi

Bu araştırma, anaerobik enerji sistemlerinin yoğun olarak kullanıldığı hentbol branşında erkek milli takım sporcularının anaerobik güç-kapasiteleri ile kalp atım hızı ve vücut kompozisyonları arasındaki ilişkinin belirlenmesi ve düzenli olarak performans sporu yapmayan BESYO öğrencileri ile karşılaştırılması amacıyla yapılmıştır.

Milli Takımda oynayan, 5-29 (AO = 15,50 ± 6,16) yıldır antrene edilen, 18-38 (AO = 27,22 ± 5,45) yaşlarında 22 erkek hentbolcunun Wingate testi sonucunda, maksimal anaerobik güç ortalaması 11,51 ± 1,32 W/kg, anaerobik kapasite ortalaması 6,54 ± ,48 W/kg, vücut yağ yüzdesi ortalaması da % 12,47 ± 2,19, ortalama kalp atım sayıları ortalaması 146,17 ± 7,30, maksimal kalp atım sayısı ortalamaları 163,54 ± 5,85 olarak tespit edilmiştir.

Kontrol grubu olarak alınan, Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulunda okuyan ve düzenli olarak performans sporu yapmayan 18-26 (AO = 21,54 ± 2,06) yaşlarında 22 erkek öğrencinin Wingate testi sonucunda, maksimal anaerobik güç ortalaması 12,31 ± 1,84 W/kg, anaerobik kapasite ortalaması 6,36 ± ,42 W/kg, vücut yağ yüzdesi ortalaması da % 11,50 ± 3,06, ortalama kalp atım sayıları ortalaması 168,93 ± 8,76, maksimal kalp atım sayısı ortalamaları 180,50 ± 8,32 olarak tespit edilmiştir.

Milli takım sporcularında ANC ve ortalama KAH değeri arasında orta düzeyde, pozitif ve anlamlı ilişki (r=.52, p<.05), ANP ölçümleri ile maksimal KAH arasında anlamlı olmamakla birlikte orta düzeyde pozitif bir ilişki (r=0.38, p>.05), ANP ölçümleri ile vücut yağ oranları arasında anlamlı olmamakla birlikte, orta düzeyde negatif bir ilişki olduğu görülmektedir (r=-0.40, p>.05).

İki grubun kalp atım hızları ortalamaları arasındaki (t(42)=9.35, p<.05) ve maksimal KAH değerleri arasındaki farkın anlamlı olduğu bulunmuştur (t(42)=7.82, p<.05).

Grupların anaerobik kapasitelerine ilişkin ilk 5 saniyeden son 25-30 saniyeye kadar yapılan altı ölçmenin sonuçları arasında gözlenen farkların anlamlı olduğu bulunmuştur, F(5, 210)=189.52, p<.01. Buna göre milli takım sporcularının bu ölçümlerde ANC değerlerinin daha yüksek olduğu görülmektedir.

Grupların kalp atım hızlarında ilk 5 saniyeden son 25-30 saniyeye kadar yapılan altı farklı ölçmenin sonuçları arasında gözlenen farkların anlamlı olduğu bulunmuştur, $F(5, 210)=301.17$, $p<.01$. Milli takım sporcularının kalp atım hızlarında zamana bağlı olarak gözlenen değişimleri, BESYO öğrencilerinde gözlenen değişimlerden anlamlı bir şekilde farklılık göstermektedir, $F(5, 210)=10.44$, $p<.01$. Öte yandan 5 saniye aralıklarla yapılan tüm tekrarlı ölçme düzeylerindeki gruplar arası farklar anlamlıdır ve BESYO öğrencilerinin kalp atım hızları daha yüksektir.

Anahtar Sözcükler: Wingate, Anaerobik Güç-Kapasite, Vücut Kompozisyonu, Kalp Atım Hızı, Hentbol

SUMMARY

An investigation of the Relationship Between Peak Anaerobic Power-Capacity , Body Composition and Heart Rate in Turkish National Senior Handball Players

This research was carried out on male handball players who played in Turkish National Senior Handball Players using anaerobic energy system, in order to analyze the relationship between Peak Anaerobic Power-Capacity, body composition and heart rate, and also compare with nontrained PES students.

At this research 22 national male handball players were measured who were involved in training 5-29 years (mean $15,50 \pm 6,16$) and aged between 18-38 (mean $27,22 \pm 5,45$). After Wingate Anaerobic Bike Test, the mean of ANP was $11,51 \pm 1,32$ W/kg, ANC was $6,54 \pm ,48$ W/kg, percent of body fat was $\% 12,47 \pm 2,19$, the mean of heart rate was $146,17 \pm 7,30$ and the mean of maximal heart rate was $163,54 \pm 5,85$.

As the control group 22 non regular trained PES students aged between 18-26 (mean $21,54 \pm 2,06$) studying at The School of Physical Education and Sport were measured. After Wingate Anaerobic Bike Test of main research, the mean of ANP was $12,31 \pm 1,84$ W/kg, ANC was $6,36 \pm ,42$ W/kg, percent of body fat was $\% 11,50 \pm 3,06$, the mean of heart rate was $168,93 \pm 8,76$ and the mean of maximal heart rate was $180,50 \pm 8,52$.

As a result of bivariate correlation analysis, in the middle level, positive and significant differences were found in the relationship between ANC and the mean of heart rate ($r = ,52$, $p < .05$), also in the middle level, positive but nonsignificant differences were found in the relationship between ANP and the mean of maximal heart rate ($r = ,38$, $p > .05$) and again in the middle level, negative but nonsignificant differences were found in the relationship between ANP and the percent of body fat ($r = -,40$, $p > .05$) in national players.

The difference in means of heart rate between the groups ($t(42)=9.35$, $p < .05$), the difference in means of maximal heart rate between the groups ($t(42)=7,82$, $p < .05$) were found statistically significant,

The difference between the results of six measurements made from the first 5 seconds till 25-30 seconds was found significant, $F(5,210)=189,52$, $p < .01$ for the anaerobic capacity of groups. ANC values were higher at these measurements in national handball players. The difference between the results of six measurements made

from the first 5 seconds till 25-30 seconds was found significant, $F(5,210)=301,17$, $p<.01$ for the heart rates of groups.

The changes of heart rates related with time in national players were significantly different than the PES students. $F(5,210)=10.44$, $p<.01$. Besides the differences between the groups in the measurements of every period were significant and the heart rate of PES students was higher.

Key Words: Wingate, Anaerobic Power - Capacity, Body Composition, Heart Rate, Team Handball.

KAYNAKLAR

1. AÇIKADA C. Sporcularda Vücut Kompozisyonu Parametrelerinin İncelenmesi. Doktora Tezi. İstanbul: Marmara Üniversitesi; 1990.
2. AÇIKADA C. Hidrostatik Yöntemle Vücut Kompozisyonunun Belirlenmesi. 1. Spor Bilimleri Lisansüstü Öğrenci Çalıştayı, Ankara, (2007).
3. ADAMS, G.M. :Exercise Physiology Laboratory Manual, Wm. C. Brown Publishers , USA, (1990).
4. AKTÜMSEK A. : Anatomi ve Fizyoloji, 2. Baskı, Nobel Yayınevi, Ankara, (2004).
5. American College of Sports Medicine. Guidelines For Exercise Testing and Prescription, 4. Baskı, Lippincott Williams and Wilkins, USA, (2001).
6. BAECHLE,T. R., EARLE, R.W. : Essentials of Strength Training and Conditioning, Human Kinetics, China, (2000).
7. BALDWIN, K., WINDER, W., TERJUNG, R., HOLLOSZY, J. : Glycolytic capacity of red, white and intermediate muscle: adaptive response to running. Med. Sci. Sports, Vol: 4: 50-54. (1972).
8. BENZI, G. At all. : Mitochondrial enzymatic adaptation of skeletal muscle to endurance training. J. Appl. Physiol., Vol: 38 (4): 565-569. (1975).
9. BİLGE M. Hentbolcularda Anaerobik Güç Ve Kapasite İle Vücut Kompozisyonu Arasındaki İlişkinin İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Ankara; Ankara Üniversitesi; 2001.
10. Body Composition and Body Mass (online). (cited 2007 May 12). Available from : URL: <http://btc.montana.edu/olympics/physiology/pb03.html>
11. BOMPA T. O. Theory and Methodology of Training. 3. Baskı. Kenda / Hunt Publishing Company, USA, (1994).
12. BOMPA T. O. Periodization. 4. Baskı. Human Kinetics. USA, (1999).

13. BOMPA, T.O. : Antrenman Kuramı ve Yöntemi. Spor Yayınevi , Ankara, (2007).
14. BOULAY MR, SIMONEAU JA, LORTIE G, BOUCHARD C. : Monitoring high-intensity endurance exercise with heart rate and thresholds. *Med Sci Sports Exerc.* Vol: Jan;29(1):125-32 (1997)
15. BÜYÜKÖZTÜRK, Ş. ;Sosyal bilimler için veri analizi el kitabı (7.baskı). Pegema yayınları, Ankara, (2007).
16. BÜYÜKYAZI G. Farklı Aerobik Antrenman Programlarının 15-16 Yaş Grubu Erkek Basketbolcuların Aerobik Güç, Anaerobik Güç, Vücut Kompozisyonu, Bazı Fizyolojik Parametreler, Büyüme Ve Kortizol Hormonları Üzerine Etkileri. Doktora Tezi. Ankara: Gazi Üniversitesi; 1999.
17. CARLSON, J., NAUGHTON, G. : Performance Characteristics Of Children Using Various Braking Resistances On The Wingate Anaerobic Test. *J. Sports Med. Phys. Fitness*, **34** (4); 362-369, (1994).
18. Clinical pharmacology of Cannabis sativa with special reference to Δ -9-THC(online) (cited 2007 Apr 23). Available from : URL : http://www.unodc.org/unodc/bulletin/bulletin_1973-01-01_1_page003.html?print=yes
19. COLEMAN, S.G., HALE, T. : The Effect Of Different Calculation Methods Of Flywheel Parameters On The Wingate Anaerobic Test. *Can. J. Appl. Physiol.*, **23** (4); 409-417, (1998).
20. Comparison Of Circumference-Based And Skinfold-Based Body Fat Estimation Equations (online). (cited 2007 May 13). Available from : URL: <http://www.nhrc.navy.mil/programs/BodyFat/index.html>
21. CULBERT, M.D., TIMOTHY. A PRACTITIONERS GUIDE: Application of the Freeze-Framer Interactive Learning System. 1st ed. Boulder Creek: HeathMath LLC, . (online) (cited 2007 Apr 23). Available from : URL : http://www.warren-wilson.edu/~wellness/heart_rate.shtml.
22. DAVIS, J. A. : Anaerobic Threshold: Review of the Concept and Directions For Future Research. *Med. Sci. Sports Exerc.*, Vol: 17: 6-18. (1985).
23. DE LORENZO A. et al. Body Composition Measurement In Highly Trained Male Athletes. *J Sports Med Phys Fitness*. 2000 ;40(2):178-83.

24. DEMİREL, H.A., KOŞAR, N. Ş. : İnsan Anatomisi ve Kineziyoloji, Nobel Yayınevi, sf: 35-42, Ankara (2002).
25. DEMPSEY, J. A. : Is the lung built for exercise? Med. Sci. Sports Exerc., Vol: 18: 143-155. (1986).
26. DEMURA S. et all. The Influence Of Transient Change Of Total Body Water On Relative Body Fats Based On Three Bioelectrical Impedance Analyses Methods. Comparison Between Before And After Exercise With Sweat Loss, And After Drinking. J Sports Med Phys Fitness. 2002 ; 42(1):38-44.
27. Diurnal Temperature Changes (online). (cited 2007 Apr 23). Available from : URL : <http://embryology.med.unsw.edu.au/Defect/hyperthermia.htm>
28. DOCHERTY, D. : Measurement in Pediatric Science. Human Kinetics , USA, 159-183, (1996).
29. DOĞU, G., ZORBA, E. : Türk Güreşçileri ile Yabancı Ülke Güreşçilerinin Vücut Kompozisyonlarının Karşılaştırılması. Spor Bil. Der., 1 (3-4), 12-18, (1989).
30. DOWELL, R. T. Cardiac adaptations to exercise. Exerc. Sports Sci. Rev., Vol : 11: 99-117. (1983).
31. DÜNDAR, U. : Antrenman Teorisi. 4. Baskı. Bağırhan Yayınevi , Ankara, (1998).
32. EARLE, R. W., BAECHLE, T.R. : NSCA's Essentials of Personal Training, Human Kinetics, sf: 101-110. Honk Kong, (2004)
33. EHSANI, A. A., OGAWA, T., MILLER, T. R., SPINA, R. J., JILKA, S. M. Exercise Training Improves Left Ventricular Systolic Function In Older Men. Circulation, Vol: 83: 96-103. (1991).
34. EKBLOM, B., ASTRAND, P., SALTIN, B., STENBERG, J., WALLSTROM, B. : Effect of training on circulatory response to exercise, J. Appl. Physiol., Vol: 24 (4): 518-528, (1968).
35. Energetic Sources. (online). (cited 2007 June 2). Available from : URL: http://sportech.online.fr/spen_idx.html .
36. ERGEN, E. : Spor Hekimliği, Artı Ltd Şti, Sf: 28-35, Ankara, (1992).
37. ERGEN, E. VE ARK. : Egzersiz Fizyolojisi, Nobel Yayın Dağıtım, 75-77, Ankara, (2002).

38. ESBJORNSSON. M., SYLVEN, C., HILM, J., JANSSON, E. : Fast Twitch Fibers May Predict Anaerobic Performance in Both Females and Males. *Int.J.Sp.Med.*, **14**: 257-263, (1993).
39. Exercise Target Zone Chart (online). (cited 2007 Apr 23). Available from : URL:http://www.healthgoods.com/Shopping/Health_and_Fitness_Products/Acumen_Womens_EON_Basix_Heart_Rate_Monitor.asp .
40. FALK, B., WEINSTEIN, Y. A : Treadmill Test Of Sprint Running. *Scand J. Med. Sci. Sport*, **6**(5), 259-264, (1996).
41. FERGUSON G. A. & TAKANE, Y. ;Statistical analysis in psychology and education (Sixth ed.): McGraw-Hill Book Company, New York, (1989).
42. FLECK, S. J., KRAEMER, W. J. : Designing Resistance Training Programs, 3. Baskı, Human Kinetics, USA, (2004).
43. FOX-BOWERS-FOSS : Beden Eğitimi ve Sporun Fizyolojik Temelleri. Bağırhan Yayinevi 227-237, Ankara, (1996).
44. FRIEL, J.: Total Heart Rate Training, sf: 21-35, Ulysses Pres, Kanada, (2006)
45. GAMBETTA V. Athletic Development. Human Kinetics, USA, (2007).
46. GANONG, F.G. : Review of Medical Physiology, 16. Baskı, Appleton and Lange, sf: 510-520, Londra, (1993).
47. GETTMAN LR, AYRES JJ, POLLOCK ML, JACKSON A. The effect of circuit weight training on strength, cardiorespiratory function, and body composition of adult men. *Med Sci Sports Exerc* 1978;10:171-6.
48. GORE C. J., Physiological Tests for Elite Athletes. Human Kinetics, USA, (2000).
49. GUYTON A.C. : Medical Physiology, Cilt 1, 5. Baskı, W. B. Saunders Company, sf: 459-465, Philadelphia, (1976).
50. GÜCÜ, H.K., ACAR, M.F., ÖZKOL, M.Z., ÇATIKKAŞ, F. : I. ve II. Lig Bayan Basketbol Takım Oyuncularının Bazı Anaerobik Güç Parametrelerinin Karşılaştırılması, 5. Spor Bil. Kon., 197. , Ankara (1998).
51. GÜNAY, M. : Egzersiz Fizyolojisi, Bağırhan Yayinevi , Ankara, (1998).

52. GÜNAY, M., CİCİOĞLU İ., Spor Fizyolojisi, Gazi Kitabevi, 205-218, Ankara, (2001).
53. GÜNDÜZ, N. : Antrenman Bilgisi. Saray Yayınevi, 2: 403-416, , İzmir (1997).
54. GÜNDÜZ N. Elit Erkek Hentbolcularda Hazırlık Dönemi Öncesi, Hazırlık Dönemi Sonrası ve Müsabaka Dönemi Sonrası Maksimal Laktat Ve Anaerobik Eşik Değişim Düzeyleri. Doktora Tezi. Ankara: Gazi Üniversitesi; (1999).
55. GÜVENÇ,A., ERMAN, A. : Wingate Testinde Relatif Yük Uygulama Zamanının Belirlenmesi, 5. Spor Bil. Kon., 199, Ankara, (1998).
56. Healthy Body Fat Ranges Chart (online). (cited 2007 May 12). Available from : URL: http://www.first4shape.com/pages.asp?purl=tips_bodyfat
57. HEYWARD, V.H., STOLARCYK, L.M. : Body Composition Assesment. Human Kinetics , 21-44, USA, (1996).
58. HEYWARD, V. H. : Advanced Fitness Assessment and Exercise Prescription, 5. Baskı, Human Kinetics, USA, (2006).
59. HOULIHAN M.E., at all.: Effects of Cigarette Smoking on EEG Spectral-Band Power, Dimensional Complexity, and Nonlinearity During Reaction-Time Task Performance (online). (cited 2007 Apr 23). Available from : URL: <http://192.197.143.28/Applied/EEGDimensionalComplexity.htm>
60. Humidity and Heart Rate (online) (cited 2007 Apr 23). Available from : URL : http://sleepdesign.com/dunlo/s_humidity.htm
61. HUYGENS W. et al. Body composition estimations by BIA versus anthropometric equations in body builders and other power athletes. J Sports Med Phys Fitness 2002; 42: 45-55.
62. INBAR O., BAR-OR O., SKINNER J. S. The Wingate Anaerobic Test. Human Kinetics, USA, (1996).
63. İNCE Y. Profesyonel Dansçılarda Yoğun Egzersizin Vücut Kompozisyonu Üzerine Etkisinin Değerlendirilmesi. Tıp Uzmanlık Tezi. İstanbul: İstanbul Üniversitesi; 2001.
64. JACKSON A.S. et al. Reliability and validity of bioelectrical impedance in determining body composition . *J Appl Physiol*.1988; 64: 529-534.

65. JANSSEN I. et al. Estimation Of Skeletal Muscle Mass By Bioelectrical Impedance Analysis. J Appl Physiol 2000; 89: 465-471.
66. JANSSEN, P. J. : Lactate Treshold Training, Human Kinetics, USA, (2001).
67. JEBB S, MCCARTHY D, FRY T, PRENTICE AM New body fat reference curves for children. Obesity Reviews (online). (cited 2007 May 13). Available from : URL : http://www.tanita.co.uk/professional_index.cfm?page=professional_bia03 .
68. JIRI, J.M.D., HABER, V. : Anthoropometric Characteristic Of The Top Handball Players 1995 World Championship Iceland. Sp. Med. and Handball, 7: 29-32, (1995).
69. KARATOSUN,H.S. : Değişik Yükleme Yöntemlerinde Tükrük Laktik Asid Dinamiğinin İncelenmesi. Akdeniz Ü., Yüksek Lisans Tezi , 1-33. Antalya. (1997).
70. KARATOSUN, H., MURATLI, S., ERMAN, A., YAMAN, H. : Anaerobik Güç ve Kapasite ile Vücut Kompozisyonu Arasındaki İlişkinin İncelenmesi, 5. Spor Bil. Kon. , 196, Ankara, (1998).
71. KOÇ, H. : 14-16 Yaş Grubu Hentbolcu ve Beden Eğitimi Dersi Alan Öğrencilerin Bazı Fiziksel ve Fizyolojik Parametrelerinin Eurofit Test Bataryasında Değerlendirilmesi, Gazi Ü. Yüksek Lisans Tezi, 9-62, Ankara, (1996).
72. KOZ, M., ERSÖZ, G., GELİR, E. : Fizyoloji Ders Kitabı, Nobel Yayın Dağıtım, 91-94, Ankara, (2003).
73. Landing at Descartes. (online) (cited 2007 Apr 23). Available from : URL : <http://www.hq.nasa.gov/alsj/a16/a16.landing.html>
74. LOHMAN, T.G. : Anthoropometric Standardization Reference Manual, Human Kinetics 55-70, USA, (1995).
75. MACKENZIE B. 101 Performance Tests. Electric World plc. 2005.
76. Managing Accurate Speeds and Distances (online). (cited 2007 Apr 23). Available from : URL: <http://users.telenet.be/wy/sport/t6/t6%20Accurate%20Speed%20Distance%20Measuremnt.htm>
77. MC ARDLE, WD., KATCH, F.L, KATCH, V:L. ; Exercise Physiology, Philadelphia: Lea and Febiger, USA. 210-233 , 133-141, (1991).

78. MORROW J.R. et al. Measurement and Evaluation in Human Performance. 2. Baskı. Human Kinetics, USA, (2000).
79. MURATLI, S. : Çocuk ve Spor, Kültür Matbaası, **1**: 94-129, Ankara, (1997).
80. MURATLI, S., YAMAN, H. : Uygulamada Ergobisiklet, Gençlik Basımevi, 98-110, Antalya, (1997).
81. NEUMAYR G., at all. : Physiological Effects Of An Ultra-Cycle Ride In An Amateur Athlete- A Case Report, Journal of Sports Science and Medicine Vol: 1, 20-26, (2002).
82. NINDL, B.C., MAHAR, M.T., HARMAN, E.A., PATTON, J.F. : Lower And Upper Body Anaerobic Performance In Male And Female Adolescent Athletes, Med. Sci. Sports Exe., **27** (2); 235-241. (1995).
83. NOVAK P. et al. Maximal oxygen intake and body composition of female dancers. Eur. J. of App. Phys. 1978: 39:4: 277-282.
84. NOYAN, A., Yaşamda ve Hekimlikte Fizyoloji, Meteksan A.Ş., Sekizinci Baskı, 821-831, Ankara, (1993).
85. NUMMELA, A., ALBERTS. M. : Reliability And Validity Of The Maximal Anaerobic Running Test, Int. J. Sports Med., **2** ; 97-102, (1996).
86. ÖZER, K. : Antropometri, Kazancı Matbaası, 60-99, İstanbul, (1993).
87. Pulse Points (online). (cited 2007 Apr 23). Available from : URL : <http://www.emergencymedicaled.com/illustrations/Pulse%20Points.htm> .
88. RAMİZ M. Kadınlarda Vücut Kompozisyonu Ölçüm Parametreleri, Vücut Kitle İndeksi, Bel-Kalça Oranı ve Hipertansiyon İlişkisi. Tıpta Uzmanlık Tezi. İstanbul; İstanbul Üniversitesi; 2001.
89. Reading Primary Literature in Biology (online). (cited 2007 Apr 23). Available from : URL:http://biology.kenyon.edu/Bio_InfoLit/results/page4.html
90. Rhythmicity Of Human Vital Signs (online). (cited 2007 Apr 23). Available from : URL : <http://www.circadian.org/vital.html>
91. SEEBACHER, F., FRANKLIN, C. E. : Physiological mechanisms of thermoregulation in reptiles: A review. Journal of

Comparative Physiology B, Vol: 175, 533-541. (2005). (online) (cited 2007 Apr 23). Available from : URL : http://www.bio.usyd.edu.au/staff/fseebacher/Lab_homepage/cardiovascular.htm

92. SEGAL K.R. et al. Lean Body Mass Estimation By Bioelectric Impedance Analyses. Am J. Clin. Nutr. 1988; 47 ; 7-14.

93. SEVİM, Y. : Antrenman Bilgisi, Tutibay Ltd. Şti, 2: 53-218, Ankara, (1997).

94. SLAUGHTER MH, LAHMAN TG, BOILEAU RA, et al., Skinfold Equation For Estimation Of Bodyfat In Children And Youth. Human Biol 1988; 60:709-723.

95. SÖNMEZ, G.T., Egzersiz ve Spor Fizyolojisi, Ata Ofset Matbaacılık, 163- 167, Bolu, (2002).

96. STAHN A. et al. Estimation Of Maximal Oxygen Uptake By Bioelectrical Impedance Analysis. Eur. Journal of App. Phys. 2006 ; 96: 265-273.

97. SWENSON E.J., CONLEE R.K. Effects Of Exercise Intensity On Body Composition In Adult Males. J Sports Med Phys Fitness. 1979; 19(4):323-6

98. ŞEMİN, İ., KAYATEKİN, M., SELAMOĞLU, S., ACARBAY, S. : Bir Elit Erkek Hentbol Takımı Oyuncularında Fiziksel İş Kapasitesinin Solunum Parametreleri ve Vücut Yağ Oranı ile İlişkisinin Araştırılması, Spor Hek. Der., 29(1); 1-7, (1994).

99. TAMER, K. : Sporda Fiziksel-Fizyolojik Performansın Ölçülmesi ve Değerlendirilmesi, Türkerler Kitabevi, 81-180, Ankara, (1995).

100. The Karvonen Formula (Heart Rate Reserve) (online). (cited 2007 Apr 23). Available from : URL: <http://www.sport-fitness-advisor.com/heart-rate-reserve.html> .

101. THOMAS, J.P., MARK, E.L. : Influence Of Music On Wingate Anaerobic Test Performance, Per. And Mot. Skills **88** ; 292-296, (1999).

102. THOMAS, M., FIATARONE, M.A., FIELDING, R.A. : Leg Power In Young Women: Relationship To Body Composition, Med. Sci. Sports Exe., **28** (10); 1321-1326, (1996).

103. TURAN İ.T. Sedanter Bayanlarda Vücut Kompozisyonu Değişikliğinin Koşu Ekonomisi Üzerine Etkisi. Doktora Tezi. İstanbul; Marmara Üniversitesi; 1994.
104. ÜSTDAL K. M., et al. Sporda Performans Bilgileri, Pelikan Yayıncılık, Ankara, (2005).
105. WEINSTEIN, Y., BEDİZ, C., DOTAN, R., FALK, B. : Reliability Of The Peak Lactate, Heart Rate And Plasma Volume Following The Wingate Test, Med. Sci. Sports Exe., **30** (9);1456-60, (1998).
106. World's Toughest Half (online) (cited 2007 Apr 23). Available from : URL : <http://www.sidneyfamily.org/people/ray/blog/blogger.html> .
107. YAKAR, K. : Fizyoloji, Nobel Yayın Dağıtım, 5. Baskı, 171-174, Ankara, (2003).
108. YAVUZ E. Bioelektrikal Empedans Analizinin İrtifadaki Vücut Kompozisyonu Değişikliklerini Tespitinin Geçerliliği. Tıpta Uzmanlık Tezi. İstanbul; Boğaziçi Üniversitesi; 2000.
109. YILDIRIM, G.K. : Erkek Hentbol Milli Takım Oyuncularının Antropometrik Özelliklerinin Değerlendirilmesi, Gazi Ü. Yüksek Lisans Tezi 14-44, Ankara, (1997).
110. ZORBA, E. : Vücut Kompozisyonu ve Ölçüm Metodları. Gen Matbaası, Trabzon, (1995).
111. ÖZÇELİK, O., AYAR, H. : Egzersiz Protokolünün Kalp Atım Hızı-İş Gücü İlişkisine Dayanan Anaerobik Eşik Hesaplamasına Etkisi, Fırat Tıp Dergisi 9:(2), 40-44, (2004).
112. MINAHAN, C., CHIA, M., INBAR, O. : Does Power Indicate Capacity? 30 s Wingate Anaerobik Test Vs Maximal Accumulated O₂ Deficit. Int J Sports Med Oct; Vol. 28 (10), 836-43, (2007).
113. VANGELAKOUDI, A.; VOGIATZIS, I.; GELEDAS, N. : Anaerobic Capacity Isometric Endurance And Laser Sailing Performance, J. of Sport Sci. 25 : (10), 1095-1100, (2007).
114. HELTER, J.; PERIC, T.; DLOUHA, R.; KOHLIKOVA, E. MELICHNA, J.; NOVAKOVA, H. : Physiological Profiles Of Male And Female Taekwon-Do (ITF) Black Belts, Acta Universitatis Carolinae Kinanthropologica, 34: (2), 75-81, (1998).
115. HAZZA, H.M.; ALMUZAINI, K.S.; AL-REFAEE, S.A.; SULAIMAN, M.A.; DAFTERDAR, M.Y.; AL-GHAMEDİ, A.; AL-KHURAJİ,

K.N. ; Aerobic And Anaerobic Power Characteristics Of Saudi Elite Soccer Players. J. of Sports Med. & Physical Fitness: 41 : (1), 54-61 (2001).

116. HELLER, J.; NOVOTNY, J. : Aerobic And Anaerobic Capacity In Elite Mountain Bikers, Acta Universitatis Carolinae Kineanthropologica, 33: (1), 61-68, (1997).

117. OSTOJIC, S.M., MAZIC, S. & DIKIC, N. Profiling in basketball: Physical And Physiological Characteristics Of Elite Players. Journal Of Strength And Conditioning Research, 20 (4), 740-744. (2006).

118. VARDAR, S.A., TEZEL, S., ÖZTÜRK, L. VE KAYA, O.: The Relationship Between Body Composition And Anaerobic Performance Of Elite Young Wrestlers. Journal of Sports Science and Medicine, 6 (CSSI-2), 34-38. (2007).

119. HORSWILL, C.A., SCOTT, J.R. & GALEA, P. Comparison Of Maximum Aerobic Power, Maximum Anaerobic Power, And Skinfold Thickness Of Elite And Nonelite Junior Wrestlers. International Journal of Sports Medicine, 10 (3), 165-168. (1989).

120. Mc INTYREE, M.C. & HALL ; Physiological Profile In Relation To Playing Position Of Elite College Gaelic Footballers. British Journal of Sport Medicine, 39, 264-266. (2005).

121. YOON, J.; Physiological Profiles Of Elite Senior Wrestlers. Sports Medicine, 32 (4): 225-233. (2002).

122. NOTTLE, C., NOSAKA K.; Changes In *Power* Assessed By The Wingate Anaerobic Test Following Downhill Running, J. Of Strength & Conditioning Research, 21: (1), 145-150, (2007).

123. KİN, A. İ., KOŞAR, Ş. N. , Effect Of Step Aerobics Training On Anaerobic Performance Of Men And Women, J. Of Strength & Conditioning Research, 20: (2), 366-371, (2006).

124. OZKAN, A., ARIBURUN, B. VE ISLER, A. Relationships Of Body Composition, Anaerobic Performance And Isokinetic Knee Strength In American Football Players. Journal of Sport Science and Medicine, suppl. 10, 127. (2007)

125. ALEMDAROGLU, U., ASCİ, A. VE HAZİR, T. Comparison Of Anaerobic Tests In Young Soccer Players. Journal Of Sport Science And Medicine, suppl. 10, 114. (2007).

126. MELHIM, A.F.; Aerobic And Anaerobic Power Responses To The Practise Of Taekwon-Do. Journal of Sport Medicine, 35, 231-235. (2001).

EKLER

EK 1. TÜRK ERKEK HENTBOL MİLLİ TAKIMI TEST SONUÇLARI

NO	Yaş	Spor Yaşı	Millilik Sayısı	Boy Uz. (cm)	Vücut Ağırlığı (kg)	Vücut Yağ %	AnC (W/kg)	AnP (W/kg)	KA Sayısı Ort.	KA Max.
1	38	26	385	181	88,1	10,6	6,37	11,99	136,33	161
2	23	10	49	191	102,6	12,9	6,76	11,17	152,5	168
3	30	20	225	190	92,7	10,5	6,23	10,25	150,83	165
4	22	10	55	196	103,9	10,7	6,85	11,29	155,83	164
5	18	5	4	191	88,8	11,4	5,95	10,21	140,16	154
6	31	20	190	192	103,0	13,7	6,03	11,02	146,83	166
7	25	13	22	199	95,9	12,2	5,52	9,02	133	156
8	31	20	191	194	92,1	10,1	7,13	12,60	155,16	173
9	28	15	14	187	89,4	9,5	7,24	14,27	147,16	166
10	25	16	91	192	112,1	17,1	5,83	9,94	139,16	156
11	36	25	304	194	101,2	14,1	6,24	10,27	136	157
12	34	22	36	200	99,0	8,2	6,54	12,57	145,5	160
13	28	14	35	195	102,1	14,1	6,79	10,32	134,33	154
14	29	15	153	192	90,6	14,3	6,42	11,90	139,33	158
15	29	12	105	180	92,7	14,1	6,58	10,57	147	172
16	23	13	56	178	86,8	14,0	7,42	13,70	149,83	166
17	23	15	33	187	84,1	13,3	7,04	12,25	149	166
18	36	29	491	181	90,0	16,0	6,56	11,82	146	167
19	22	11	61	190	87,6	10,8	7,00	12,56	149,66	163
20	22	9	66	200	99,4	13,3	6,51	11,49	156,83	171
21	23	11	14	192	95,4	12,9	6,12	10,77	151,66	171
22	23	10	7	176	76,6	10,7	6,82	13,31	153,83	164
Ort	27,22	15,5	117,59	189,90	94,27	12,47	6,54	11,51	146,17	163,54

TÜRK ERKEK HENTBOL MİLLİ TAKIMI WİNGATE SONUÇLARI

NO	AnC (W/kg)	AnP (W/kg)	AnC (0-5 s) (W/kg)	AnC (5-10 s) (W/kg)	AnC (10-15 s) (W/kg)	AnC (15-20 s) (W/kg)	AnC (20-25 s) (W/kg)	AnC (25-30 s) (W/kg)
1	6,37	11,99	7,51	7,62	7,23	6,67	5,74	3,46
2	6,76	11,17	8,07	7,64	7,28	6,61	5,89	5,05
3	6,23	10,25	7,86	7,15	6,48	5,81	5,24	4,86
4	6,85	11,29	9,08	8,04	7,03	6,29	5,70	4,95
5	5,95	10,21	7,09	6,70	6,67	5,66	5,13	4,44
6	6,03	11,02	7,61	7,08	6,64	5,68	4,86	4,33
7	5,52	9,02	4,40	6,08	6,16	5,78	5,98	4,70
8	7,13	12,60	9,25	7,90	7,51	6,70	6,06	5,37
9	7,24	14,27	9,10	8,10	7,43	6,94	6,25	5,60
10	5,83	9,94	7,12	6,62	6,39	5,85	5,05	3,93
11	6,24	10,27	7,31	6,82	6,36	6,29	5,60	5,08
12	6,54	12,57	9,05	6,68	7,42	6,05	5,40	4,68
13	6,79	10,32	7,65	7,41	7,10	6,72	6,33	5,51
14	6,42	11,90	7,93	7,49	7,03	6,35	5,30	4,63
15	6,58	10,57	7,35	7,76	7,28	6,63	5,70	4,79
16	7,42	13,70	9,78	9,11	8,08	6,99	5,96	4,58
17	7,04	12,25	8,28	8,02	7,83	6,90	5,99	5,21
18	6,56	11,82	7,02	7,01	6,99	6,85	6,22	5,24
19	7,00	12,56	8,13	8,19	8,30	7,01	6,08	4,97
20	6,51	11,49	8,39	7,88	7,24	6,16	5,31	4,10
21	6,12	10,77	7,11	6,82	6,48	5,67	5,54	5,11
22	6,82	13,31	8,85	7,99	7,35	6,35	5,60	4,82
Ort	6,54	11,51	7,90	7,45	7,10	6,36	5,67	4,79

TÜRK ERKEK HENTBOL MİLLİ TAKIMI KAH ÖLÇÜM SONUÇLARI

NO	KA Sayısı Ort.	KA Max.	KA Sayısı (0-5s)	KA Sayısı (5-10s)	KA Sayısı (10-15s)	KA Sayısı (15-20s)	KA Sayısı (20-25s)	KA Sayısı (25-30s)
1	136,33	161	103	115	135	147	157	161
2	152,5	168	128	140	155	159	165	168
3	150,83	165	127	141	151	159	162	165
4	155,83	164	143	149	156	160	163	164
5	140,16	154	122	132	139	147	147	154
6	146,83	166	124	135	145	156	158	163
7	133	156	113	117	127	137	148	156
8	155,16	173	131	145	155	160	167	173
9	147,16	166	119	131	148	156	163	166
10	139,16	156	115	124	136	150	154	156
11	136	157	107	117	134	148	153	157
12	145,5	160	120	135	145	155	158	160
13	134,33	154	105	115	134	145	153	154
14	139,33	158	116	126	136	147	153	158
15	147	172	118	131	142	156	163	172
16	149,83	166	120	139	152	158	164	166
17	149	166	123	135	151	157	162	166
18	146	167	120	129	146	155	160	166
19	149,66	163	132	138	149	156	160	163
20	156,83	171	126	149	157	167	171	171
21	151,66	171	120	140	152	161	166	171
22	153,83	164	136	145	156	159	163	164
Ort	146,17	163,54	121,27	133,09	145,5	154,31	159,54	163,36

EK 2. KONTROL GRUBU TEST SONUÇLARI

NO	Yaş	Boy Uz (cm)	Vücut Ağırlığı (kg)	Vücut Yağ %	AnC (W/kg)	AnP (W/kg)	KA Sayısı Ort.	KA Max.
1	21	165	61,0	13,7	6,26	12,14	167,16	185
2	21	179	71,2	11,0	6,59	14,15	161,33	178
3	25	169	60,8	10,5	6,15	14,37	178,16	182
4	24	163	57,1	11,5	6,21	14,54	167,33	178
5	22	173	60,8	9,3	6,52	13,33	167,33	178
6	19	174	63,9	9,7	6,89	12,68	164,5	173
7	23	175	68,1	11,8	6,53	15,00	166,5	180
8	26	178	62,2	8,9	6,18	10,18	150,5	162
9	23	177	68,6	10,0	6,95	13,85	171,16	185
10	20	180	92,5	19,2	6,49	12,35	176,16	197
11	21	169	68,0	14,7	6,70	14,39	167,16	177
12	20	182	61,4	7,4	6,09	9,72	196,66	202
13	19	168	59,9	10,0	6,49	11,27	166,33	176
14	20	185	77,0	14,3	6,81	10,98	168,66	185
15	22	184	66,1	7,3	6,78	12,42	172,33	183
16	23	176	70,0	13,7	6,30	14,17	170,16	180
17	21	175	70,2	14,0	5,02	9,31	175	183
18	18	181	73,2	10,2	6,32	11,65	157	169
19	24	165	70,4	16,6	6,04	10,22	164	177
20	20	177	59,4	8,0	5,79	9,81	174,83	186
21	22	177	71,1	12,6	6,28	10,50	168	178
22	20	169	59,7	8,8	6,64	13,92	166,33	177
Ort	21,54	174,59	66,93	11,50	6,36	12,31	168,93	180,50

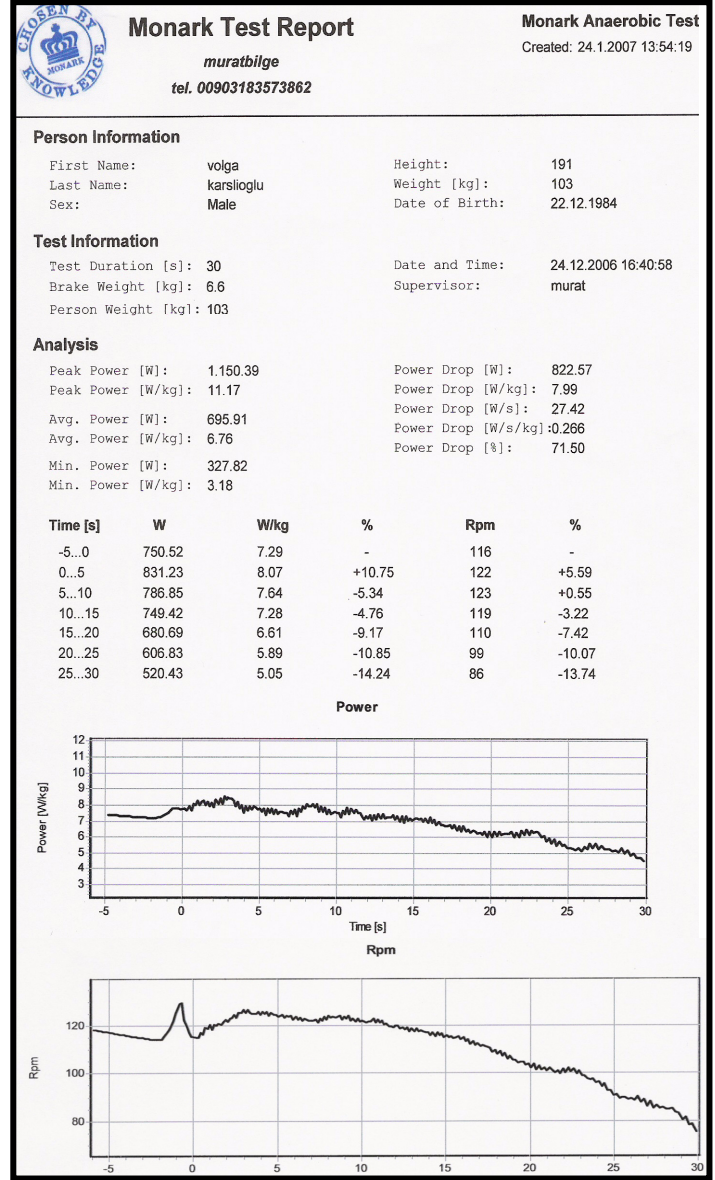
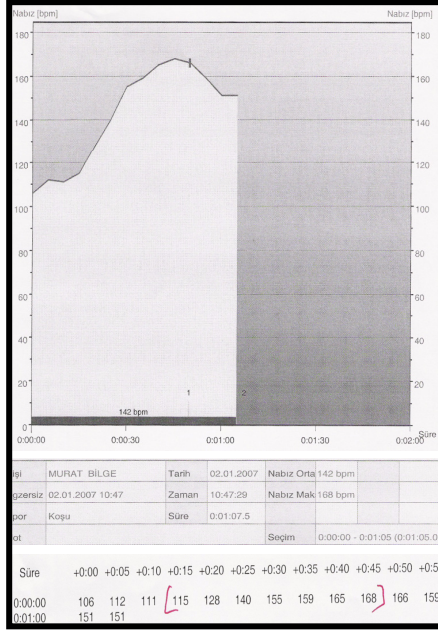
KONTROL GRUBU WİNGATE SONUÇLARI

NO	AnC (W/kg)	AnP (W/kg)	AnC (0-5 s) (W/kg)	AnC (5-10 s) (W/kg)	AnC (10-15 s) (W/kg)	AnC (15-20 s) (W/kg)	AnC (20-25 s) (W/kg)	AnC (25-30 s) (W/kg)
1	6,26	12,14	7,91	7,83	6,55	5,67	5,11	4,51
2	6,59	14,15	9,54	7,17	6,67	6,38	5,56	4,21
3	6,15	14,37	9,13	7,28	6,20	5,40	4,75	4,11
4	6,21	14,54	9,14	6,95	6,34	5,67	4,91	4,27
5	6,52	13,33	9,36	7,62	6,65	5,60	5,09	4,78
6	6,89	12,68	9,30	8,06	7,10	6,42	5,67	4,80
7	6,53	15,00	10,20	8,30	7,30	4,91	4,78	3,68
8	6,18	10,18	7,39	7,11	6,65	5,36	5,58	4,97
9	6,95	13,85	9,82	8,09	6,75	6,26	5,73	5,03
10	6,49	12,35	7,78	7,63	7,10	6,37	5,56	4,50
11	6,70	14,39	10,14	7,61	6,42	5,99	5,27	4,75
12	6,09	9,72	6,06	6,83	6,65	6,09	5,81	5,08
13	6,49	11,27	6,66	6,91	6,80	6,68	6,30	5,61
14	6,81	10,98	8,52	8,16	7,35	6,53	5,60	4,70
15	6,78	12,42	8,51	7,70	6,72	6,34	5,88	5,50
16	6,30	14,17	10,34	6,99	5,80	5,42	4,90	4,32
17	5,02	9,31	5,51	5,31	5,34	4,97	4,71	4,27
18	6,32	11,65	8,47	7,42	6,68	5,91	5,32	4,68
19	6,04	10,22	5,98	7,18	6,60	6,02	5,36	5,09
20	5,79	9,81	6,66	6,79	5,97	5,58	5,15	4,60
21	6,28	10,50	7,59	7,22	6,84	6,39	5,60	4,01
22	6,64	13,92	9,05	7,64	6,89	6,03	5,36	4,86
Ort	6,36	12,31	8,32	7,35	6,60	5,90	5,36	4,65

KONTROL GRUBU KAH TEST SONUÇLARI

NO	KA Sayısı Ort.	KA Max.	KA Sayısı (0-5s)	KA Sayısı (5-10s)	KA Sayısı (10-15s)	KA Sayısı (15-20s)	KA Sayısı (20-25s)	KA Sayısı (25-30s)
1	167,16	185	136	160	167	176	179	185
2	161,33	178	137	137	164	178	177	175
3	178,16	182	173	179	181	182	179	175
4	167,33	178	137	164	178	177	175	173
5	167,33	178	137	164	178	177	175	173
6	164,5	173	146	159	165	171	173	173
7	166,5	180	145	156	158	180	180	180
8	150,5	162	139	144	148	153	157	162
9	171,16	185	151	162	171	176	182	185
10	176,16	197	138	167	167	192	196	197
11	167,16	177	156	161	165	171	173	177
12	196,66	202	191	193	196	198	200	202
13	166,33	176	153	158	166	171	174	176
14	168,66	185	147	159	165	175	181	185
15	172,33	183	148	183	181	176	175	171
16	170,16	180	153	161	172	176	179	180
17	175	183	157	170	177	181	182	183
18	157	169	137	147	158	163	168	169
19	164	177	145	145	170	170	177	177
20	174,83	186	158	169	174	180	182	186
21	168	178	153	160	169	173	176	177
22	166,33	177	148	159	163	174	177	177
Ort	168,93	180,50	149,31	161,68	169,68	175,90	178,04	179,00

EK 3. BİREYSEL TEST SONUÇ ve DOKÜMAN ÖRNEĞİ



TANITA	
BODY COMPOSITION	
ANALYZER	
TBF-300	
BODY TYPE	ATHLETIC
GENDER	MALE
AGE	23
HEIGHT	191 cm
WEIGHT	102.6 kg
BMI	28.1
BMR	9548 kJ
	2282 kcal
IMPEDANCE	408 Ω
FAT%	12.9%
FAT MASS	13.2 kg
FFM	89.4 kg
TBW	65.4 kg



İSTATİSTİKSEL ANALİZLER-TABLolar-GRAFİKLER

```
GET
FILE='C:\Documents and
Settings\şener\Desktop\ACİL\muratbilge\muratbilge.sav'.
SORT CASES BY grup .
SPLIT FILE
SEPARATE BY grup .
CORRELATIONS
/VARIABLES=anc kahort yag
/PRINT=TWOTAIL NOSIG
/MISSING=PAIRWISE .
```

Correlations

GRUP = milli

Correlations^a

		ANC	KAHORT	YAG
ANC	Pearson Correlation	1	,524*	-,264
	Sig. (2-tailed)	.	,012	,236
	N	22	22	22
KAHORT	Pearson Correlation	,524*	1	-,285
	Sig. (2-tailed)	,012	.	,198
	N	22	22	22
YAG	Pearson Correlation	-,264	-,285	1
	Sig. (2-tailed)	,236	,198	.
	N	22	22	22

*. Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

a. GRUP = 1,00 milli

GRUP = sedanter

Correlations^a

		ANC	KAHORT	YAG
ANC	Pearson Correlation	1	-,231	-,118
	Sig. (2-tailed)	.	,300	,601
	N	22	22	22
KAHORT	Pearson Correlation	-,231	1	-,063
	Sig. (2-tailed)	,300	.	,782
	N	22	22	22
YAG	Pearson Correlation	-,118	-,063	1
	Sig. (2-tailed)	,601	,782	.
	N	22	22	22

a. GRUP = 2,00 sedanter

```

CORRELATIONS
/VARIABLES=anp kahmax yag
/PRINT=TWOTAIL NOSIG
/MISSING=PAIRWISE .

```

Correlations

GRUP = milli

Correlations^a

		ANP	KAHMAX	YAG
ANP	Pearson Correlation	1	,385	-,398
	Sig. (2-tailed)	.	,077	,067
	N	22	22	22
KAHMAX	Pearson Correlation	,385	1	-,098
	Sig. (2-tailed)	,077	.	,666
	N	22	22	22
YAG	Pearson Correlation	-,398	-,098	1
	Sig. (2-tailed)	,067	,666	.
	N	22	22	22

a. GRUP = 1,00 milli

GRUP = sedanter

Correlations^a

		ANP	KAHMAX	YAG
ANP	Pearson Correlation	1	-,124	,016
	Sig. (2-tailed)	.	,582	,943
	N	22	22	22
KAHMAX	Pearson Correlation	-,124	1	,180
	Sig. (2-tailed)	,582	.	,424
	N	22	22	22
YAG	Pearson Correlation	,016	,180	1
	Sig. (2-tailed)	,943	,424	.
	N	22	22	22

a. GRUP = 2,00 sedanter

```

REGRESSION
/MISSING LISTWISE
/STATISTICS COEFF OUTS R ANOVA COLLIN TOL ZPP
/CRITERIA=PIN(.05) POUT(.10)
/NOORIGIN
/DEPENDENT yag
/METHOD=ENTER anc anp
/SCATTERPLOT=(*ZPRED , *ZRESID )
/RESIDUALS NORM(ZRESID) .

```

Regression

GRUP = milli

Model Summary^{b,c}

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	,412 ^a	,170	,082	2,10231

a. Predictors: (Constant), ANP, ANC

b. Dependent Variable: YAG

c. GRUP = 1,00 milli

ANOVA^{b,c}

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	17,164	2	8,582	1,942	,171 ^a
	Residual	83,975	19	4,420		
	Total	101,139	21			

a. Predictors: (Constant), ANP, ANC

b. Dependent Variable: YAG

c. GRUP = 1,00 milli

Coefficients^{a,b}

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.	Correlations		Collinearity Statistics
		B	Std. Error	Beta			Zero-order	Partial	
1	(Constant)	17,462	6,494		2,689	,015			
	ANC	,840	1,645	,185	,511	,615	-,264	,116	3,014
	ANP	-,910	,601	-,549	-1,514	,147	-,398	-,328	3,014

a. Dependent Variable: YAG

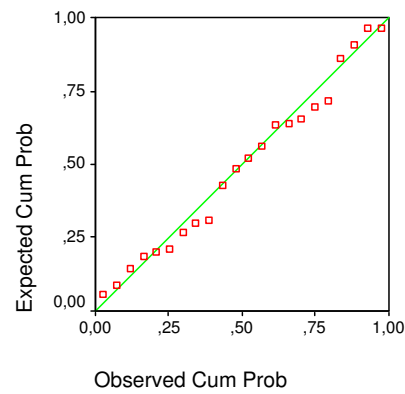
b. GRUP = 1,00 milli

Charts

Normal P-P Plot of Regression

Dependent Variable: YAG

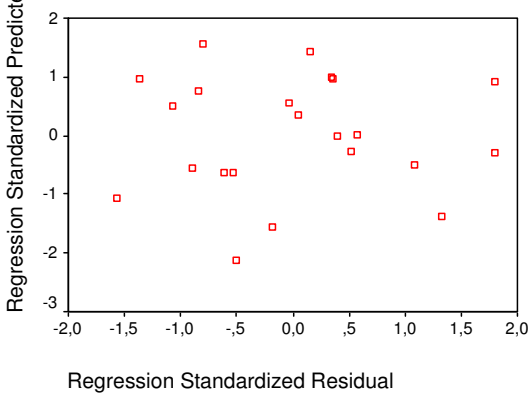
GRUP: 1,00 milli



Scatterplot

Dependent Variable: YAG

GRUP: 1,00 milli



GRUP = sedanter

Model Summary^{b,c}

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	,154 ^a	,024	-,079	3,18056

a. Predictors: (Constant), ANP, ANC

b. Dependent Variable: YAG

c. GRUP = 2,00 sedanter

ANOVA^{b,c}

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	4,675	2	2,337	,231	,796 ^a
	Residual	192,203	19	10,116		
	Total	196,878	21			

a. Predictors: (Constant), ANP, ANC

b. Dependent Variable: YAG

c. GRUP = 2,00 sedanter

Coefficients^{a,b}

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.	Correlations			Collinearity Statistics
		B	Std. Error	Beta			Zero-order	Partial	Part	VIF
1	(Constant)	17,571	10,561		1,664	,113				
	ANC	-1,336	1,977	-,185	-,676	,507	-,118	-,153	-,153	1,452
	ANP	,198	,454	,119	,437	,667	,016	,100	,099	1,452

a. Dependent Variable: YAG

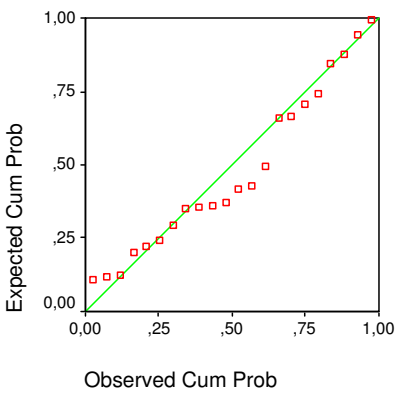
b. GRUP = 2,00 sedanter

Charts

Normal P-P Plot of Regression

Dependent Variable: YAG

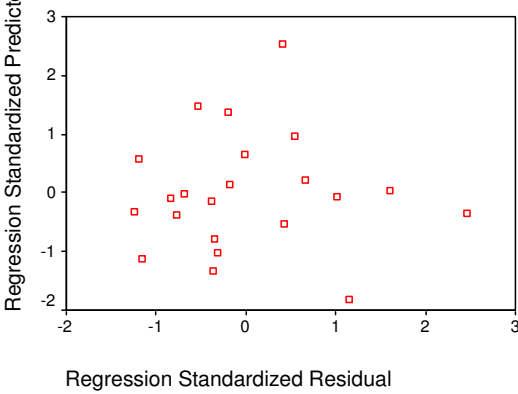
GRUP: 2,00 sedanter



Scatterplot

Dependent Variable: YAG

GRUP: 2,00 sedanter



```

SPLIT FILE
  OFF.
T-TEST
  GROUPS=grup(1 2)
  /MISSING=ANALYSIS
  /VARIABLES=yag anc anp kahort kahmax
  /CRITERIA=CIN(.95) .

```

T-Test

Group Statistics

GRUP		N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
YAG	1,00 milli	22	12,4773	2,19457	,46788
	2,00 sedanter	22	11,5091	3,06189	,65280
ANC	1,00 milli	22	6,5432	,48406	,10320
	2,00 sedanter	22	6,3650	,42308	,09020
ANP	1,00 milli	22	11,5132	1,32424	,28233
	2,00 sedanter	22	12,3159	1,84174	,39266
KAHORT	1,00 milli	22	146,1786	7,30450	1,55733
	2,00 sedanter	22	168,9359	8,76016	1,86767
KAHMAX	1,00 milli	22	163,5455	5,85318	1,24790
	2,00 sedanter	22	180,5000	8,31951	1,77373

Independent Samples Test

	Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means			
	F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference
YAG	2,001	,165	1,205	42	,235	,9682
			1,205	38,071	,235	,9682
ANC	,797	,377	1,300	42	,201	,1782
			1,300	41,261	,201	,1782
ANP	4,238	,046	-1,660	42	,104	-,8027
			-1,660	38,134	,105	-,8027
KAHORT	,025	,875	-9,358	42	,000	-22,7573
			-9,358	40,685	,000	-22,7573
KAHMAX	,460	,501	-7,818	42	,000	-16,9545
			-7,818	37,698	,000	-16,9545

```

EXAMINE
  VARIABLES=yag anc anp kahort kahmax BY grup
  /PLOT BOXPLOT STEMLEAF NPLOT
  /COMPARE GROUP
  /STATISTICS DESCRIPTIVES
  /CINTERVAL 95
  /MISSING LISTWISE
  /NOTOTAL.

```

Explore

GRUP



Tests of Normality

GRUP		Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
YAG	1,00 milli	,141	22	,200*	,966	22	,619
	2,00 sedanter	,129	22	,200*	,946	22	,265
ANC	1,00 milli	,082	22	,200*	,990	22	,998
	2,00 sedanter	,130	22	,200*	,894	22	,023
ANP	1,00 milli	,089	22	,200*	,979	22	,894
	2,00 sedanter	,161	22	,142	,923	22	,089
KAHORT	1,00 milli	,145	22	,200*	,938	22	,176
	2,00 sedanter	,156	22	,177	,884	22	,014
KAHMAX	1,00 milli	,122	22	,200*	,946	22	,259
	2,00 sedanter	,163	22	,131	,918	22	,070

*. This is a lower bound of the true significance.

a. Lilliefors Significance Correction

GLM

```
anc5 anc10 anc15 anc20 anc25 anc30 BY grup
/WSFACTOR = factor1 6 Polynomial
/METHOD = SSTYPE(3)
/PLOT = PROFILE( factor1*grup )
/EMMEANS = TABLES(factor1) COMPARE ADJ(BONFERRONI)
/EMMEANS = TABLES(grup*factor1)
/PRINT = DESCRIPTIVE ETASQ HOMOGENEITY
/CRITERIA = ALPHA(.05)
/WSDESIGN = factor1
/DESIGN = grup .
```

General Linear Model

Descriptive Statistics

GRUP		Mean	Std. Deviation	N
ANC5	1,00 milli	7,9064	1,12852	22
	2,00 sedanter	8,3209	1,45595	22
	Total	8,1136	1,30429	44
ANC10	1,00 milli	7,4595	,69609	22
	2,00 sedanter	7,3545	,64143	22
	Total	7,4070	,66362	44
ANC15	1,00 milli	7,1036	,56056	22
	2,00 sedanter	6,6077	,47185	22
	Total	6,8557	,57018	44
ANC20	1,00 milli	6,3618	,46994	22
	2,00 sedanter	5,9086	,50140	22
	Total	6,1352	,53214	44
ANC25	1,00 milli	5,6786	,41484	22
	2,00 sedanter	5,3636	,41214	22
	Total	5,5211	,43861	44
ANC30	1,00 milli	4,7914	,51715	22
	2,00 sedanter	4,6514	,47027	22
	Total	4,7214	,49359	44

Box's Test of Equality of Covariance Matrices^a

Box's M	34,716
F	1,398
df1	21
df2	6487,989
Sig.	,106

Tests the null hypothesis that the observed covariance matrices of the dependent variables are equal across groups.

a.

Design: Intercept+GRUP

Mauchly's Test of Sphericity^b

Measure: MEASURE_1

Within Subjects Effect	Mauchly's W	Approx. Chi-Square	df	Sig.	Epsilon ^a		
					Greenhouse-Geisser	Huynh-Feldt	Lower-bound
FACTOR1	,004	217,272	14	,000	,313	,331	,200

Tests the null hypothesis that the error covariance matrix of the orthonormalized transformed dependent variables is proportional to an identity matrix.

a. May be used to adjust the degrees of freedom for the averaged tests of significance. Corrected tests are displayed in the Tests of Within-Subjects Effects table.

b.

Design: Intercept+GRUP

Within Subjects Design: FACTOR1

Tests of Within-Subjects Effects

Measure: MEASURE_1

Source		Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	Partial Eta Squared
FACTOR1	Sphericity Assumed	343,102	5	68,620	189,525	,000	,819
	Greenhouse-Geisser	343,102	1,565	219,173	189,525	,000	,819
	Huynh-Feldt	343,102	1,654	207,436	189,525	,000	,819
	Lower-bound	343,102	1,000	343,102	189,525	,000	,819
FACTOR1 * GRUP	Sphericity Assumed	6,087	5	1,217	3,362	,006	,074
	Greenhouse-Geisser	6,087	1,565	3,888	3,362	,052	,074
	Huynh-Feldt	6,087	1,654	3,680	3,362	,049	,074
	Lower-bound	6,087	1,000	6,087	3,362	,074	,074
Error(FACTOR1)	Sphericity Assumed	76,034	210	,362			
	Greenhouse-Geisser	76,034	65,748	1,156			
	Huynh-Feldt	76,034	69,468	1,095			
	Lower-bound	76,034	42,000	1,810			

Levene's Test of Equality of Error Variances^a

	F	df1	df2	Sig.
ANC5	3,049	1	42	,088
ANC10	,626	1	42	,433
ANC15	1,119	1	42	,296
ANC20	,057	1	42	,812
ANC25	,018	1	42	,893
ANC30	,055	1	42	,815

Tests the null hypothesis that the error variance of the dependent variable is equal across groups.

a.

Design: Intercept+GRUP

Within Subjects Design: FACTOR1

Tests of Between-Subjects Effects

Measure: MEASURE_1

Transformed Variable: Average

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	Partial Eta Squared
Intercept	11013,783	1	11013,783	8781,739	,000	,995
GRUP	2,196	1	2,196	1,751	,193	,040
Error	52,675	42	1,254			

Pairwise Comparisons

Measure: MEASURE_1

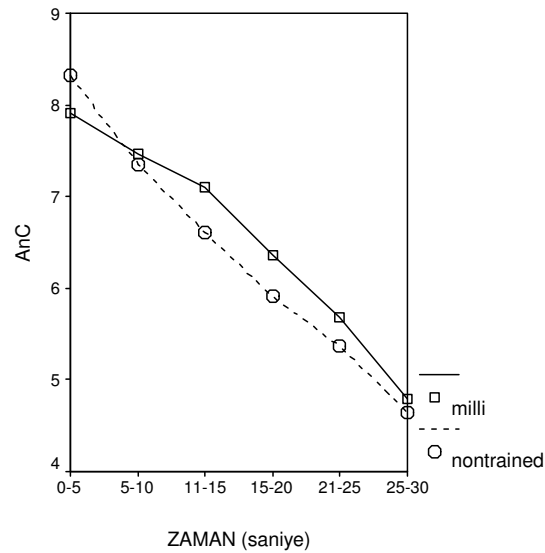
(I) FACTOR1	(J) FACTOR1	Mean Difference (I-J)	Sig. ^a
1	2	,707*	,000
	3	1,258*	,000
	4	1,978*	,000
	5	2,592*	,000
	6	3,392*	,000
2	1	-,707*	,000
	3	,551*	,000
	4	1,272*	,000
	5	1,886*	,000
	6	2,686*	,000
3	1	-1,258*	,000
	2	-,551*	,000
	4	,720*	,000
	5	1,335*	,000
	6	2,134*	,000
4	1	-1,978*	,000
	2	-1,272*	,000
	3	-,720*	,000
	5	,614*	,000
	6	1,414*	,000
5	1	-2,592*	,000
	2	-1,886*	,000
	3	-1,335*	,000
	4	-,614*	,000
	6	,800*	,000
6	1	-3,392*	,000
	2	-2,686*	,000
	3	-2,134*	,000
	4	-1,414*	,000
	5	-,800*	,000

Based on estimated marginal means

*. The mean difference is significant at the ,05 level.

a. Adjustment for multiple comparisons: Bonferroni.

Profile Plots



```

SORT CASES BY grup .
SPLIT FILE
  SEPARATE BY grup .
GLM
  anc5 anc10 anc15 anc20 anc25 anc30
  /WSFACTOR = factor1 6 Polynomial
  /METHOD = SSTYPE(3)
  /EMMEANS = TABLES(factor1) COMPARE ADJ(BONFERRONI)
  /CRITERIA = ALPHA(.05)
  /WSDESIGN = factor1 .

```

GRUP = milli

Estimates^a

Measure: MEASURE_1

FACTOR1	Mean
1	7,906
2	7,460
3	7,104
4	6,362
5	5,679
6	4,791

a. GRUP = 1,00 milli

Pairwise Comparisons^b

Measure: MEASURE_1

(I) FACTOR1	(J) FACTOR1	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig. ^a
1	2	,447	,158	,154
	3	,803*	,180	,003
	4	1,545*	,213	,000
	5	2,228*	,247	,000
	6	3,115*	,245	,000
2	1	-,447	,158	,154
	3	,356*	,083	,005
	4	1,098*	,101	,000
	5	1,781*	,140	,000
	6	2,668*	,171	,000
3	1	-,803*	,180	,003
	2	-,356*	,083	,005
	4	,742*	,072	,000
	5	1,425*	,109	,000
	6	2,312*	,147	,000
4	1	-1,545*	,213	,000
	2	-1,098*	,101	,000
	3	-,742*	,072	,000
	5	,683*	,062	,000
	6	1,570*	,117	,000
5	1	-2,228*	,247	,000
	2	-1,781*	,140	,000
	3	-1,425*	,109	,000
	4	-,683*	,062	,000
	6	,887*	,088	,000
6	1	-3,115*	,245	,000
	2	-2,668*	,171	,000
	3	-2,312*	,147	,000
	4	-1,570*	,117	,000
	5	-,887*	,088	,000

Based on estimated marginal means

*. The mean difference is significant at the ,05 level.

a. Adjustment for multiple comparisons: Bonferroni.

b. GRUP = 1,00 milli

GRUP = sedanter

Estimates^a

Measure: MEASURE_1

FACTOR1	Mean
1	8,321
2	7,355
3	6,608
4	5,909
5	5,364
6	4,651

a. GRUP = 2,00 sedanter

Pairwise Comparisons^b

Measure: MEASURE_1

(I) FACTOR1	(J) FACTOR1	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig. ^a
1	2	,966*	,248	,012
	3	1,713*	,300	,000
	4	2,412*	,332	,000
	5	2,957*	,341	,000
	6	3,670*	,355	,000
2	1	-,966*	,248	,012
	3	,747*	,081	,000
	4	1,446*	,143	,000
	5	1,991*	,145	,000
	6	2,703*	,166	,000
3	1	-1,713*	,300	,000
	2	-,747*	,081	,000
	4	,699*	,099	,000
	5	1,244*	,093	,000
	6	1,956*	,131	,000
4	1	-2,412*	,332	,000
	2	-1,446*	,143	,000
	3	-,699*	,099	,000
	5	,545*	,056	,000
	6	1,257*	,101	,000
5	1	-2,957*	,341	,000
	2	-1,991*	,145	,000
	3	-1,244*	,093	,000
	4	-,545*	,056	,000
	6	,712*	,069	,000
6	1	-3,670*	,355	,000
	2	-2,703*	,166	,000
	3	-1,956*	,131	,000
	4	-1,257*	,101	,000
	5	-,712*	,069	,000

Based on estimated marginal means

*. The mean difference is significant at the ,05 level.

a. Adjustment for multiple comparisons: Bonferroni.

b. GRUP = 2,00 sedanter

SPLIT FILE

OFF.

T-TEST

GROUPS=grup(1 2)

/MISSING=ANALYSIS

/VARIABLES=anc5 anc10 anc15 anc20 anc25 anc30

/CRITERIA=CIN(.95) .

T-Test

Group Statistics

	GRUP	N	Mean
ANC5	1,00 milli	22	7,9064
	2,00 sedanter	22	8,3209
ANC10	1,00 milli	22	7,4595
	2,00 sedanter	22	7,3545
ANC15	1,00 milli	22	7,1036
	2,00 sedanter	22	6,6077
ANC20	1,00 milli	22	6,3618
	2,00 sedanter	22	5,9086
ANC25	1,00 milli	22	5,6786
	2,00 sedanter	22	5,3636
ANC30	1,00 milli	22	4,7914
	2,00 sedanter	22	4,6514

Independent Samples Test

	t-test for Equality of Means		
	t	df	Sig. (2-tailed)
ANC5	-1,056	42	,297
	-1,056	39,541	,298
ANC10	,520	42	,606
	,520	41,722	,606
ANC15	3,175	42	,003
	3,175	40,813	,003
ANC20	3,093	42	,004
	3,093	41,825	,004
ANC25	2,527	42	,015
	2,527	41,998	,015
ANC30	,939	42	,353
	,939	41,626	,353

GLM

```

kah5 kah10 kah15 kah20 kah25 kah30 BY grup
/WSFACTOR = factor1 6 Polynomial
/METHOD = SSTYPE(3)
/PLOT = PROFILE( factor1*grup )
/PRINT = DESCRIPTIVE ETASQ HOMOGENEITY
/CRITERIA = ALPHA(.05)
/WSDESIGN = factor1
/DESIGN = grup .

```

General Linear Model

Descriptive Statistics

	GRUP	Mean	Std. Deviation	N
KAH5	1,00 milli	121,2727	9,68643	22
	2,00 sedanter	149,3182	13,08720	22
	Total	135,2955	18,18456	44
KAH10	1,00 milli	133,0909	10,57810	22
	2,00 sedanter	161,6818	12,69941	22
	Total	147,3864	18,50734	44
KAH15	1,00 milli	145,5000	8,86271	22
	2,00 sedanter	169,6818	9,95412	22
	Total	157,5909	15,37337	44
KAH20	1,00 milli	154,3182	6,81306	22
	2,00 sedanter	175,9091	8,89574	22
	Total	165,1136	13,43757	44
KAH25	1,00 milli	159,5455	6,17003	22
	2,00 sedanter	178,0455	8,48796	22
	Total	168,7955	11,88820	44
KAH30	1,00 milli	163,3636	5,80267	22
	2,00 sedanter	179,0000	8,85330	22
	Total	171,1818	10,82906	44

Tests of Within-Subjects Effects

Measure: MEASURE_1

Source		Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	Partial Eta Squared
FACTOR1	Sphericity Assumed	42594,667	5	8518,933	301,177	,000	,878
	Greenhouse-Geisser	42594,667	2,248	18949,139	301,177	,000	,878
	Huynh-Feldt	42594,667	2,438	17473,085	301,177	,000	,878
	Lower-bound	42594,667	1,000	42594,667	301,177	,000	,878
FACTOR1 * GRUP	Sphericity Assumed	1476,394	5	295,279	10,439	,000	,199
	Greenhouse-Geisser	1476,394	2,248	656,805	10,439	,000	,199
	Huynh-Feldt	1476,394	2,438	605,643	10,439	,000	,199
	Lower-bound	1476,394	1,000	1476,394	10,439	,002	,199
Error(FACTOR1)	Sphericity Assumed	5939,939	210	28,285			
	Greenhouse-Geisser	5939,939	94,409	62,917			
	Huynh-Feldt	5939,939	102,385	58,016			
	Lower-bound	5939,939	42,000	141,427			

Levene's Test of Equality of Error Variances

	F	df1	df2	Sig.
KAH5	,712	1	42	,404
KAH10	,006	1	42	,939
KAH15	,002	1	42	,965
KAH20	,026	1	42	,873
KAH25	,073	1	42	,788
KAH30	1,710	1	42	,198

Tests the null hypothesis that the error variance of the dependent variable is equal across groups.

a.

Design: Intercept+GRUP

Within Subjects Design: FACTOR1

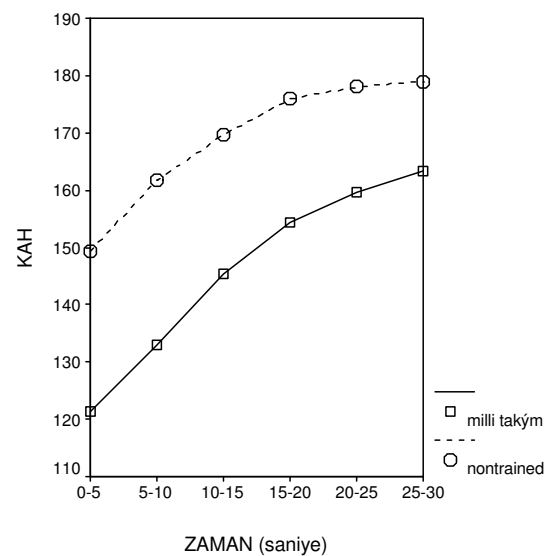
Tests of Between-Subjects Effects

Measure: MEASURE_1

Transformed Variable: Average

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	Partial Eta Squared
Intercept	6553890,970	1	6553890,970	16788,295	,000	,998
GRUP	34181,879	1	34181,879	87,560	,000	,676
Error	16396,152	42	390,385			

Profile Plots



```

SORT CASES BY grup .
SPLIT FILE
  SEPARATE BY grup .
GLM
  kah5 kah10 kah15 kah20 kah25 kah30
  /WSFACTOR = factor1 6 Polynomial
  /METHOD = SSTYPE(3)
  /EMMEANS = TABLES(factor1) COMPARE ADJ(BONFERRONI)
  /CRITERIA = ALPHA(.05)
  /WSDSIGN = factor1 .

```

General Linear Model GRUP = milli

Estimates^a

Measure: MEASURE_1

FACTOR1	Mean
1	121,273
2	133,091
3	145,500
4	154,318
5	159,545
6	163,364

a. GRUP = 1,00 milli

Pairwise Comparisons^b

Measure: MEASURE_1

(I) FACTOR1	(J) FACTOR1	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig. ^a
1	2	-11,818*	,966	,000
	3	-24,227*	1,229	,000
	4	-33,045*	1,507	,000
	5	-38,273*	1,748	,000
	6	-42,091*	1,834	,000
2	1	11,818*	,966	,000
	3	-12,409*	,810	,000
	4	-21,227*	1,179	,000
	5	-26,455*	1,513	,000
	6	-30,273*	1,679	,000
3	1	24,227*	1,229	,000
	2	12,409*	,810	,000
	4	-8,818*	,698	,000
	5	-14,045*	,959	,000
	6	-17,864*	1,230	,000
4	1	33,045*	1,507	,000
	2	21,227*	1,179	,000
	3	8,818*	,698	,000
	5	-5,227*	,538	,000
	6	-9,045*	,823	,000
5	1	38,273*	1,748	,000
	2	26,455*	1,513	,000
	3	14,045*	,959	,000
	4	5,227*	,538	,000
	6	-3,818*	,508	,000
6	1	42,091*	1,834	,000
	2	30,273*	1,679	,000
	3	17,864*	1,230	,000
	4	9,045*	,823	,000
	5	3,818*	,508	,000

Based on estimated marginal means

*. The mean difference is significant at the ,05 level.

a. Adjustment for multiple comparisons: Bonferroni.

b. GRUP = 1,00 milli

GRUP = sedanter

Estimates^a

Measure: MEASURE_1

FACTOR1	Mean
1	149,318
2	161,682
3	169,682
4	175,909
5	178,045
6	179,000

a. GRUP = 2,00 sedanter

Pairwise Comparisons^b

Measure: MEASURE_1

(I) FACTOR1	(J) FACTOR1	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig. ^a
1	2	-12,364*	2,097	,000
	3	-20,364*	2,131	,000
	4	-26,591*	2,429	,000
	5	-28,727*	2,439	,000
	6	-29,682*	2,504	,000
2	1	12,364*	2,097	,000
	3	-8,000*	1,522	,000
	4	-14,227*	1,970	,000
	5	-16,364*	2,169	,000
	6	-17,318*	2,370	,000
3	1	20,364*	2,131	,000
	2	8,000*	1,522	,000
	4	-6,227*	1,502	,007
	5	-8,364*	1,713	,001
	6	-9,318*	2,036	,002
4	1	26,591*	2,429	,000
	2	14,227*	1,970	,000
	3	6,227*	1,502	,007
	5	-2,136*	,586	,023
	6	-3,091	1,061	,124
5	1	28,727*	2,439	,000
	2	16,364*	2,169	,000
	3	8,364*	1,713	,001
	4	2,136*	,586	,023
	6	-,955	,579	1,000
6	1	29,682*	2,504	,000
	2	17,318*	2,370	,000
	3	9,318*	2,036	,002
	4	3,091	1,061	,124
	5	,955	,579	1,000

Based on estimated marginal means

*. The mean difference is significant at the ,05 level.

a. Adjustment for multiple comparisons: Bonferroni.

b. GRUP = 2,00 sedanter

```

SPLIT FILE
  OFF.
T-TEST
  GROUPS=grup(1 2)
  /MISSING=ANALYSIS
  /VARIABLES=kah5 kah10 kah15 kah20 kah25 kah30
  /CRITERIA=CIN(.95) .

```

T-Test

Group Statistics

GRUP		N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
KAH5	1,00 milli	22	121,2727	9,68643	2,06515
	2,00 sedanter	22	149,3182	13,08720	2,79020
KAH10	1,00 milli	22	133,0909	10,57810	2,25526
	2,00 sedanter	22	161,6818	12,69941	2,70752
KAH15	1,00 milli	22	145,5000	8,86271	1,88954
	2,00 sedanter	22	169,6818	9,95412	2,12222
KAH20	1,00 milli	22	154,3182	6,81306	1,45255
	2,00 sedanter	22	175,9091	8,89574	1,89658
KAH25	1,00 milli	22	159,5455	6,17003	1,31545
	2,00 sedanter	22	178,0455	8,48796	1,80964
KAH30	1,00 milli	22	163,3636	5,80267	1,23713
	2,00 sedanter	22	179,0000	8,85330	1,88753

Independent Samples Test

	Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means		
	F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)
KAH5	,712	,404	-8,079	42	,000
			-8,079	38,697	,000
KAH10	,006	,939	-8,114	42	,000
			-8,114	40,671	,000
KAH15	,002	,965	-8,510	42	,000
			-8,510	41,446	,000
KAH20	,026	,873	-9,038	42	,000
			-9,038	39,329	,000
KAH25	,073	,788	-8,269	42	,000
			-8,269	38,349	,000
KAH30	1,710	,198	-6,928	42	,000
			-6,928	36,232	,000

ÖZGEÇMİŞ

ADI	MURAT
SOYADI	BİLGE
DOĞUM YERİ	ANKARA
DOĞUM TARİHİ	01.01.1969

EĞİTİMİ

OKUL	ADI	BAŞ. TAR.	BİT. TAR.
DOKTORA	Gazi Ü. Sağ Bil Ens BES ABD Hareket ve Antrenman Bilimleri	2002	2007
YÜKSEK LİSANS	Ankara Ü. Sağ Bil Ens BES ABD Hareket ve Antrenman Bilimleri	1998	2001
ÜNİVERSİTE	Ankara Ü. BESYO (Hazırlıklı) Antrenör Eğitimi Bölümü	1993	1998
LİSE	Ank. Cumhuriyet Lisesi	1983	1986
ORTAOKUL	Ank. Bahçelievler OO	1980	1983
İLKOKUL	Ank. Hamdullah Suphi İ.	1975	1980