

T.C.
AYDIN ADNAN MENDERES ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
BEDEN EĞİTİMİ VE SPOR EĞİTİMİ ANABİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS PROGRAMI
2026 YL 0026

ERKEKLERDE KARDİYOVASKÜLER OLARAK YAPILAN
DÜŞÜK YOĞUNLUKLU ANTRENMAN İLE YÜKSEK
YOĞUNLUKLU ANTRENMANIN YAĞ YAKIMI VE BAZAL
METABOLİZMAYA ETKİSİ

Barış DABLAN
YÜKSEK LİSANS TEZİ

DANIŞMAN
Prof. Dr. Mehmet ÖZDEMİR

AYDIN-2026

KABUL VE ONAY

T.C. Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Beden Eğitimi ve Spor Eğitimi Anabilim Dalı Yüksek Lisans Programı çerçevesinde Barış DABLAN tarafından hazırlanan “Erkeklerde Kardiyovasküler Olarak Yapılan Düşük Yoğunluklu Antrenman ile Yüksek Yoğunluklu Antrenmanın Yağ Yakımı ve Bazal Metabolizmaya Etkisi” başlıklı tez, aşağıdaki jüri tarafından Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Tez Savunma Tarihi: 04/02/2026

Üye (T.D.) : Prof. Dr. Mehmet ÖZDEMİR	Aydın Adnan Menderes Üniversitesi
Üye : Prof. Dr. Mustafa Yaşar ŞAHİN	Gazi Üniversitesi
Üye : Doç. Dr. Hasan GÜLER	Aydın Adnan Menderes Üniversitesi

ONAY:

Bu tez Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliğinin ilgili maddeleri uyarınca yukarıdaki jüri tarafından uygun görülmüş ve Sağlık Bilimleri Enstitüsünün tarih ve sayılı oturumunda alınan nolu Yönetim Kurulu kararıyla kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Süleyman AYPAK

Enstitü Müdürü

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans eğitimim süresince bilgi ve emekleriyle bana yol gösteren danışmanım Prof. Dr. Mehmet ÖZDEMİR’e en içten teşekkürlerimi sunarım. Onun rehberliği, akademik yolculuğumda doğru yönü bulmamda ve araştırmamı başarılı bir şekilde tamamlamamda büyük katkı sağlamıştır.

Hayatım boyunca sporun bir yaşam biçimi olduğuna inanmış ve spor disipliniyle şekillenmiş bir birey olarak, akademik çalışmalarım da bu tutkum en büyük ilham kaynağım olmuştur.

Cumhuriyetimizin kurucusu Gazi Mustafa Kemal ATATÜRK’ün gençliğe seslendiği *“Ey Türk gençliği! Birinci vazifen, Türk istiklalini, Türk Cumhuriyetini, ilelebet, muhafaza ve müdafaa etmektir”* sözleri ve Gençliğe Hitabe’deki ilham verici mesajları daima rehberim olmuştur. Bu ilke, hem bir beden eğitimi öğretmeni olarak görev ve sorumluluk bilincimi hem de akademik disiplinimi şekillendirmemde yol gösterici olmuştur.

Bugünlere gelmemde en büyük paya sahip olan, her zaman yanımda duran ve fedakârlıklarıyla beni var eden aileme ve özellikle abim Mecit DABLAN’a minnettarım. Onların inancı ve desteği sayesinde akademik yolculuğumu tamamlayabildim.

Son olarak, sabrı, sevgisi ve anlayışıyla en büyük destekçim olan eşim Hazal Yağmur DABLAN’a şükranlarımı sunuyorum. Onun varlığı, en zor zamanlarımda bana güç vermiş ve motivasyon kaynağı olmuştur.

Bu süreç boyunca edindiğim bilgi, deneyim ve disiplin, bana sadece akademik anlamda değil, hayatın her alanında rehberlik edecek bir yol haritası sunmuştur. Yüksek lisans yolculuğumun bana kazandırdığı azim, sabır ve kararlılık, gelecekteki her çalışmamda ışıltı tutacak; spor, bilim ve yaşam sevgisi ile birleştirdiğim bu yol, her zaman yolumu aydınlatacaktır. Emeli geçen herkese içtenlikle teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

KABUL VE ONAY	i
TEŞEKKÜR	ii
İÇİNDEKİLER	iii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	v
ŞEKİLLER DİZİNİ	vi
TABLolar DİZİNİ	vii
ÖZET	viii
ABSTRACT	x
1. GİRİŞ	1
1.1. Problemin Tanımı ve Önemi	1
1.2. Araştırmanın Amacı	2
1.3. Araştırmanın Sınırlılıkları	3
2. GENEL BİLGİLER	5
2.1. Kardiyovasküler Sistem	5
2.2. Kardiyovasküler Egzersiz	5
2.2.1. Düşük Yoğunluklu Kardiyovasküler Egzersiz	6
2.2.2. Yüksek Yoğunluklu Kardiyovasküler Egzersiz	7
2.3. Kardiyovasküler Egzersizin Fizyolojik Etkileri	7
2.4. Egzersiz Yoğunluğu	8
2.4.1. Egzersiz Yoğunluğunun Hesaplanması	9
2.4.2. Nabız Ölçümü (Pulseoksimetre)	9
2.4.3. Kalp Atım Sayısı (KAS)	10
2.5. Enerji Sistemleri	11
2.5.1. Alaktik Anaerobik Sistemi (Fosfojen, ATP- PC)	12
2.5.2. Laktik Anaerobik Sistem (Glikolitik)	12
2.5.3. Aerobik (Oksidatif) Sistem	13
2.5.4. MaxVo2	14
2.5.5. Anaerobik Eşik	15
2.6. Antrenman	15
2.6.1. Antrenmanın Amacı	16

2.6.2. Antrenmanın Değişkenleri.....	16
2.6.3. Antrenmanın Kapsamı.....	16
2.6.4. Antrenmanın Şiddeti.....	17
2.6.5. Antrenmanın Sıklığı	17
2.7. Vücut Kompozisyonu.....	18
2.7.1. Bioelektrik Direnç (Empedans) Ölçüm Yöntemi	18
2.7.2. Boy ve Vücut Ağırlığı	19
2.8. Egzersiz ve Yağ Dokusu	20
2.9. EPOC Etkisi.....	21
2.10. Egzersiz Esnasında Metabolizma ve Enerji Metabolizması.....	22
2.11. Enerji Tüketimi.....	22
2.12. Bazal Metabolizma	23
2.12.1. Bazal Metabolizma Hızı (BMH)	24
2.12.2. BMH'nin Hesaplanması Harris-Benedict Yöntemi.....	25
3. GEREÇ VE YÖNTEM.....	27
3.1. Araştırma Yöntemi	27
3.1.1. Evren ve Örneklem.....	27
3.1.2. Verilerin Toplanması.....	28
3.1.3. Veri Toplama Araçları.....	30
3.1.4. Antrenman Programları	31
3.1.5. Verilerin Analizi	33
4. BULGULAR	34
5. TARTIŞMA.....	44
6. SONUÇ VE ÖNERİLER	57
KAYNAKLAR.....	59
EKLER	70
Ek 1.....	70
BİLİMSEL ETİK BEYANI	71
ÖZ GEÇMİŞ.....	72

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

ATP	: Adenozin Trifosfat
BMI	: Vücut Kitle İndeksi
BMH	: Bazal Metabolik Hız
BTE	: Besinlerin Termik Etkisi
CM	: Santimetre
CO₂	: Karbondioksit
CP	: Kreatin Fosfat
EEE	: Toparlanma Döneminde Tüketilen Enerji
EPOC	: Egzersiz Sonrası Fazladan Oksijen Tüketimi
HIIT	: Yüksek Yoğunluklu Aralıklı Antrenman
İM_H	: İstirahat Metabolizma Hızı
KAS	: Kalp Atım Sayısı
KG	: Kilogram
LISS	: Düşük Yoğunluklu Sürekli Antrenman
MAXVO₂	: Maksimal Oksijen Tüketim Miktarı
N	: Örneklem Büyüklüğü
O₂	: Oksijen
TEE	: Toplam Enerji Tüketimi
%	: Yüzde

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1. National Institute of Standards and Technology. (n.d.). Pulse oximeter. U.S. Department of Commerce. https://www.nist.gov/image/pulse-oximeter-0	30
Şekil 2. Bioelektrik İmpedans Tanita Vücut Kompozisyon Analizör.....	31
Şekil 3. Sekiz Haftalık Antrenman Programları.....	32
Şekil 4. Gruplara Göre Ortalama Kilo Değişimi (kg)	40
Şekil 5. Gruplara Göre Ortalama BMH Değişimi (kcal)	41
Şekil 6. Gruplara Göre Ortalama Vücut Yağ Oranı Değişimi (%)	42

TABLÖLAR DİZİNİ

Tablo 1. Katılımcıların Demografik Özellikleri (Tüm Örneklem, Ön Test Verileri).....	34
Tablo 2. Katılımcıların Demografik Özellikleri (Gruplara Göre, Ön Test Verileri)	35
Tablo 3. Ön–Son Test Karşılaştırmaları (Tüm Katılımcılar, N=45).....	35
Tablo 4. Gruplara Göre Ön–Son Test Karşılaştırmaları	36
Tablo 5. Normalite ve Wilcoxon Testi – Değişim Skorları (Tüm Gruplar)	37
Tablo 6. Tek Yönlü ANOVA – Değişim Skorları (Gruplar Arası)	38
Tablo 7. Tukey HSD Çoklu Karşılaştırmalar (Gruplar Arası Farklar)	39

ÖZET

ERKEKLERDE KARDİYOVASKÜLER OLARAK YAPILAN DÜŞÜK YOĞUNLUKLU ANTRENMAN İLE YÜKSEK YOĞUNLUKLU ANTRENMANIN YAĞ YAKIMI VE BAZAL METABOLİZMAYA ETKİSİ

Dablan, B. Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Beden Eğitimi ve Spor Eğitimi Programı, Yüksek Lisans Tezi, Aydın, 2026.

Amaç: Bu araştırma erkeklerde kardiyovasküler olarak yapılan düşük yoğunluklu antrenman ile yüksek yoğunluklu antrenmanın yağ yakımı ve bazal metabolizmaya etkisini incelemek amacı ile yapılmıştır.

Gereç ve Yöntem: Araştırmanın amacı doğrultusunda İzmir ili Güzelbahçe ilçesinde yaşayan ve Sports'n More spor salonuna gelen en az 3 ay düzenli egzersiz yapan, gönüllülük esasına dayalı 18-35 yaş aralığındaki sağlıklı erkek bireyler 3 gruba ayrılarak 15 kontrol grubu, 15 düşük yoğunlukta kardiyovasküler egzersiz yapan ve 15 yüksek yoğunlukta kardiyovasküler egzersiz yapan toplam 45 kişi katılmıştır. Antrenmanlar 8 hafta boyunca haftada 3 gün uygulanmıştır. Antrenman protokolleri literatür doğrultusunda yapılandırılmıştır. Katılımcıların vücut ağırlığı, vücut yağ yüzdesi ve bazal metabolizma hızları başlangıçta ve 8 hafta yapılan antrenmanların sonunda ölçülmüştür.

Bulgular: Çalışma sonunda düşük ve yüksek yoğunluklu kardiyovasküler antrenman gruplarında vücut yağ yüzdesinde azalma gözlemlenmiştir. Düşük yoğunluklu kardiyovasküler antrenman gruplarında bazal metabolizma hızında artış gözlemlenmezken yüksek yoğunluklu kardiyovasküler antrenman gruplarında bazal metabolizma hızında artış gözlemlenmiştir. Düşük ve yüksek yoğunluklu antrenman grupları karşılaştırıldığında, yüksek yoğunluklu antrenman grubunda yağ yakımının daha belirgin, kilo kaybı açısından daha etkili olduğu, bazal metabolizma etkisi bakımından ise düşük yoğunluklu grup ile karşılaştırıldığında metabolizma hızındaki artışın daha etkin seyrettiği görülmektedir. Kontrol grubunda ise anlamlı bir değişim gözlenmemiştir. Gruplar arası karşılaştırmada ise fiziksel açıdan anlamlı farklılıklar bulunmuştur.

Sonuç: Elde edilen bulgular, yüksek yoğunluklu kardiyovasküler antrenmanların erkek bireylerde hem yağ yakımı hem de bazal metabolizma üzerinde olumlu etkiler gösterdiği ortaya koymaktadır. Yüksek yoğunluklu antrenmanlar yağ kaybı üzerinde daha etkili olurken; dğk yoğunluklu antrenmanların yağ kaybı üzerindeki etkisi daha azdır. Kontrol grubuna ise herhangi bir antrenman müdahalesinde bulunulmadığı için yağ kaybı ve bazal metabolizma üzerinde herhangi bir değişiklik gözlemlenmemiştir. Bu bulgular, bireylerin egzersiz programları planlanırken antrenman yoğunluğunun kişisel hedeflere göre dikkatle seçilmesi gerektiğini vurgulamaktadır.

Anahtar Kelimeler: Bazal metabolizma, Egzersiz yoğunluk, Kardiyovasküler antrenman, Yağ yakım.

ABSTRACT

THE EFFECT OF LOW-INTENSITY CARDIOVASCULAR TRAINING AND HIGH-INTENSITY TRAINING ON FAT BURNING AND BASAL METABOLISM IN MEN

Dablan, B. Aydın Adnan Menderes University, Institute of Health Sciences, Physical Education and Sports Education Program, Master's Thesis, Aydın, 2026.

Objective: This study was conducted to examine the effects of low-intensity and high-intensity cardiovascular training on fat burning and basal metabolism in men.

Materials and Methods: In line with the aim of the study, healthy male individuals aged 18-35 who lived in the Güzelbahçe district of İzmir, attended the Sports 'n More gym for at least 3 months, were divided into 3 groups: 15 control group, 15 low-intensity cardiovascular exercise group, and 15 high-intensity cardiovascular exercise group, for a total of 45 participants. The training sessions were conducted three days a week for eight weeks. The training protocols were structured according to the literature. The participants' body weight, body fat percentage, and basal metabolic rates were measured at the beginning and at the end of the eight-week training period.

Findings: At the end of the study, a decrease in body fat percentage was observed in both the low- and high-intensity cardiovascular training groups. No increase in basal metabolic rate was observed in the low-intensity cardiovascular training groups, an increase in basal metabolic rate was observed in the high-intensity cardiovascular training groups. When comparing the low- and high-intensity training groups, fat burning was more pronounced and weight loss was more effective in the high-intensity training group. In terms of the effect on basal metabolism, the increase in metabolic rate was more effective compared to the low-intensity group. No significant change was observed in the control group. Physically significant differences were found in the comparison between groups.

Conclusion: The findings reveal that high-intensity cardiovascular training has positive

effects on both fat burning and basal metabolism in male individuals. High-intensity training is more effective on fat loss, while low-intensity training has less effect on fat loss. Since no training intervention was performed in the control group, no changes were observed in fat loss and basal metabolism. These findings emphasize the need to carefully select training intensity according to personal goals when planning exercise programs for individuals.

Key Words: Basal metabolism, Cardiovascular training, Exercise intensity, Fat burning.

1. GİRİŞ

1.1. Problemin Tanımı ve Önemi

Egzersiz, fiziksel uygunluğun tüm unsurlarını korumayı ve sürekli geliştirmeyi mümkün kılan düzenli bir fiziksel etkinliktir (Özer, 2001). İnsan, doğası gereği hareket ederek varlığını sürdüren bir canlıdır. Hareket, organizmanın sağlıklı biçimde işlevini devam ettirebilmesi için zorunludur. Bu nedenle, sağlıklı bir yaşam sürdürebilmek için spor ve egzersizin yaşam tarzı haline getirilmesi gereklidir (Baltacı ve Düzgün, 2008). Egzersiz yapmanın; oksijen kullanım kapasitesini artırma, metabolik hızı yükseltme, vücut yağ oranını azaltma, kas gücünü geliştirme ve iskelet kas sistemini güçlendirme gibi pek çok yararı bulunduğu için, her yaş grubundaki bireylerin günlük yaşamlarına düzenli olarak dahil etmeleri önerilmektedir (Yıldırım ve diğerleri, 2015). Ayrıca, düzenli egzersiz yapmanın bireyleri hem fiziksel hem de psikolojik açıdan güçlendirdiği, kronik hastalıklara yakalanma riskini azalttığı, kas kuvveti, esneklik ve dayanıklılığı geliştirdiği, kalp-damar sağlığı üzerinde olumlu etkiler yarattığı ve obeziteden korunmada önemli bir rol oynadığı bilinmektedir (Polat ve Şimşek, 2015).

Kardiyovasküler sistem; kan yoluyla hayati maddelerin organlar ve sistemler arasında taşınmasını sağlayan, gereksiz atıkların vücuttan uzaklaştırılmasında görev alan ve kalp ile damar yapılarından oluşan bir sistemdir. Egzersiz sırasında kardiyovasküler sistemin temel işlevi, çizgili kas dokularına ulaşan kan akışını artırarak kasların oksijen ve besin ihtiyacını karşılamaktır (Deniz, 2023).

Düşük yoğunluklu antrenman, aerobik enerji sisteminin baskın biçimde kullanıldığı, uzun süre devam ettirilebilen ve kalp atım hızının görece düşük düzeylerde seyrettiği bir egzersiz türü olarak tanımlanmaktadır (Hardman, 1999). Kasların enerji ihtiyacını başta yağ asitleri ve karbonhidratların oksidasyonu yoluyla karşıladığı, düşük şiddette yapılan egzersizler de düşük yoğunluklu antrenman kapsamında değerlendirilmektedir (Kenney ve diğerleri, 2015). Ayrıca, düşük yoğunluklu egzersizlerin düzenli uygulandığında fonksiyonel kapasitenin korunmasına, enerji dengesinin sağlanmasına ve bazı hastalık risklerinin

azaltılmasına katkı sunduğu ifade edilmektedir (Hardman, 1999).

Yüksek şiddetli interval antrenmanlar (HIIT, high intensity interval training), etkili bir egzersiz yaklaşımı olarak öne çıkmaktadır. Bu antrenman yöntemi, seçilen egzersizlerin belirli süreler boyunca ardışık şekilde uygulanmasına dayanır. İnterval antrenmanın temel yapısı; yüklenme ile dinlenme dönemlerinin ya da yüksek ve düşük şiddetli çalışmaların planlı bir biçimde birbirini takip etmesidir. Bu yapı, hızlı ve etkili bir fiziksel uyum sağlamanın yanı sıra egzersiz için gereken toplam zamanı da azaltmaktadır (Revan ve diğerleri, 2008). Yüksek yoğunluklu çalışma bölümleri ile kısa dinlenme aralıklarından oluşan bu sistemde, bireyin yorgunluğa karşı antrenmana devam etmesi sağlanarak dayanıklılık kapasitesinin artırılması amaçlanmaktadır (Kethüda, 2023).

1.2. Araştırmanın Amacı

Araştırmamızda düşük ve yüksek yoğunluklu kardiyovasküler antrenmanların yağ yakımı ve bazal metabolizma üzerindeki etkilerini bilimsel bir çerçevede incelemeyi amaçlanmaktadır. Çalışma, farklı yoğunluk seviyelerinde yapılan antrenmanların vücut kompozisyonu ve metabolik süreçler üzerindeki etkilerini karşılaştırarak, bireylerin hangi antrenman türünden daha fazla fayda sağlayabileceklerini belirlemeye odaklanmaktadır. Literatürde farklı antrenman protokollerinin vücut kompozisyonu ve yağ yakımı üzerindeki etkileri geniş bir yer tutsa da bu protokollerin bazal metabolizma hızı üzerindeki etkilerini doğrudan karşılaştıran çalışmaların sınırlı olduğu görülmektedir. Çalışmamızda, mevcut literatür taramaları ve deneysel yöntemlerle kardiyovasküler egzersizlerin metabolik etkilerini daha ayrıntılı bir şekilde analiz ederek, yağ yakımı ve metabolik hız konusundaki bilimsel bilgi birikimini genişletmeyi amaçlamaktadır. Özellikle egzersiz şiddeti ve yapısındaki farklılıkların bazal metabolik hız üzerindeki etkilerine ilişkin bulguların yetersizliği, bu alanda bilimsel bir boşluğa işaret etmektedir. Farklı yoğunluktaki antrenman yaklaşımlarının metabolik süreçler üzerindeki etkilerini inceleyerek hem literatürdeki bu boşluğu doldurmak hem de spor bilimciler ve antrenörler için daha bilinçli egzersiz programları tasarlanmasına katkı sağlamaktır.

1.3. Araştırmanın Sınırlılıkları

Bu araştırmanın sınırlılıkları,

Çalışma 30 katılımcı ile gerçekleştirilmiş olup daha geniş örneklemle yapılacak araştırmaların sonuçları, daha kapsamlı veriler vereceği düşünülmektedir.

Katılımcıların 18–35 yaş aralığındaki erkek bireylerden oluşması, bulguların kadınlar veya farklı yaş grupları için geçerliliğini sınırlandırmaktadır.

Araştırma, İzmir ili Güzelbahçe ilçesinde yer alan tek bir spor salonunda yürütülmüş olup farklı bölgelerdeki veya farklı sosyoekonomik gruplardaki bireyler için sonuçların genellenmesi mümkün değildir.

Çalışma süresi 8 hafta ile sınırlı tutulmuş, bu nedenle antrenmanların uzun vadeli etkileri değerlendirilememiştir.

Ayrıca katılımcıların beslenme alışkanlıkları kontrol altına alınmamış, bu durum yağ yakımı ve bazal metabolizma üzerinde etkili olabilecek dışsal bir faktör olarak sonuçları etkilemiş olabilir.

Katılımcıların spor geçmişleri ve günlük yaşam aktivitelerindeki farklılıklar da performans ve adaptasyon sürecini etkilemiş olabileceğinden çalışma için bir sınırlılık teşkil etmektedir.

Son olarak, vücut yağ yüzdesi ve bazal metabolizma hızının ölçümünde kullanılan cihazların hassasiyeti ve ölçüm yöntemleri sonuçlarda hata payı oluşturmuş olabilir.

1.4. Araştırmanın Hipotezleri

H1. 8 haftalık düşük yoğunluklu (LISS) antrenman protokolü, yüksek yoğunluklu (HIIT) antrenman protokolüne göre vücut yağ yüzdesi azalmasında daha etkili sonuçlar verir.

H2. 8 haftalık yüksek yoğunluklu (HIIT) antrenman protokolü, düşük yoğunluklu (LISS) antrenman protokolüne göre bazal metabolizma hızı (BMH) üzerinde daha fazla artış sağlar.

1.5. Alt Hipotezler

H3. Katılımcıların toplam vücut ağırlığı kaybı açısından HIIT ve LISS grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamaktadır.

H4. HIIT ve LISS protokolleri, vücut yağ oranı değişimi açısından kontrol grubuna göre anlamlı derecede daha yüksek bir azalma sağlar.

H5: LISS antrenman protokolü uygulanan grup ile Kontrol grubu arasında, bazal metabolizma hızı (BMH) değişim değerleri açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamaktadır.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Kardiyovasküler Sistem

Kardiyovasküler sistem, kan aracılığıyla hayati maddelerin organlar ve sistemler arasında taşınmasını sağlayan, gereksiz bileşenleri vücuttan uzaklaştıran ve kalp ile damar yapılarından oluşan bir sistemdir (Levy ve Pappano, 2006). Kardiyovasküler sistemin temel işlevi, özellikle oksijen olmak üzere dokuların gereksinim duyduğu maddelerin hücrelere taşınmasını sağlamak ve metabolik faaliyetler sonucu oluşan başta karbondioksit olmak üzere atık ürünlerin dokulardan uzaklaştırılmasına aracılık etmektir (Uzun, 2016). Kalp, kanın vücut genelinde dolaşımından sorumlu temel organdır. Kalbin kasılıp gevşemesiyle birlikte atardamarlar ve toplardamarlardaki kan akışı sürekli olarak değişkenlik gösterir (Levy ve Pappano, 2006).

Egzersiz sırasında kardiyovasküler sistemin temel görevi, çizgili kas dokularına ulaşan kan akışını artırmaktır. Bu süreç, vücutta çeşitli akut fizyolojik değişikliklerin ortaya çıkmasına neden olur. Egzersiz esnasında kasların artan enerji ihtiyacı ile ısı üretimi de yükselir. Vücut bu ısıyı dengeleyebilmek için kalp ve beyin dolaşımını artırır. Kardiyovasküler sistem, bu düzenlemeyi sağlamak zorundadır ve bunu birtakım değişkenler aracılığıyla gerçekleştirir. Bu değişkenler “kalp atım hızı, atım hacmi, kalp debisi, kan basıncı ve oksijen tüketimi” olarak tanımlanabilir. Egzersiz süresince kardiyovasküler sistem, bu parametrelerin dengelenmesi için sürekli bir uyum süreci yürütür (Myers, 1996).

2.2. Kardiyovasküler Egzersiz

Kardiyovasküler egzersiz, kalp ve dolaşım sisteminin dayanıklılığını artırmayı, aynı zamanda oksijen kullanım verimliliğini geliştirmeyi amaçlayan bir egzersiz türüdür. Yürüyüş, koşu, bisiklet sürme ve yüzme gibi aerobik aktiviteleri içeren bu egzersiz biçimleri, kalp sağlığı üzerinde önemli düzeyde olumlu etkiler yaratmaktadır (Myers, 2003). Bu egzersiz

türü, oksijenli enerji sistemlerinin baskın olarak kullanıldığı ve kardiyorespiratuar dayanıklılığın geliştirilmesini amaçlayan aktiviteleri kapsamaktadır (Powers ve Howley, 2018). Düzenli kardiyovasküler egzersiz uygulamaları, dinlenim halindeki kalp atım hızını azaltmakta, kan basıncını dengelemekte, lipid profilini iyileştirmekte ve yüksek yoğunluklu lipoprotein (HDL) seviyesini artırırken düşük yoğunluklu lipoprotein (LDL) düzeyini düşürmektedir (Myers, 2003). Kardiyovasküler egzersizler sırasında dolaşım ve solunum sistemleri birlikte çalışarak kas dokularına oksijen taşınmasını artırmakta ve uzun süreli fiziksel aktivitenin sürdürülebilmesini sağlamaktadır (Wilmore ve diğerleri, 2015). Ayrıca bu tür egzersizler, oksijen taşıma kapasitesini yükselterek damar elastikiyetini destekler, inflamasyon seviyelerini azaltır ve kardiyovasküler hastalık gelişme riskini belirgin biçimde azaltır (Zhou ve diğerleri, 2019).

2.2.1. Düşük Yoğunluklu Kardiyovasküler Egzersiz

Düşük yoğunluklu sabit durum antrenmanı (Low-Intensity Steady State; LISS), en yaygın ve ulaşılabilir kardiyovasküler egzersiz türlerinden biridir. LISS antrenmanları, genellikle maksimum kalp atım hızının %50–60'ı aralığında, düşük şiddette ancak uzun süre devam ettirilen (yaklaşık 30–60 dakika) aktiviteleri kapsamaktadır (Nystoriak ve Bhatnagar, 2018). Düşük tempoda uzun süreli yapılan ve bireyin oksijen kullanma kapasitesini artırarak kardiyovasküler dayanıklılığının artmasını sağlayan egzersizlerdir (Santangelo ve diğerleri, 2016). Yürüyüş, hafif tempolu koşu, bisiklet sürme ve yüzme gibi aktiviteler bu antrenman modeline örnek olarak gösterilebilir. LISS protokollerinin en belirgin avantajı, vücudun enerji ihtiyacının büyük kısmını yağ oksidasyonu yoluyla karşılamasıdır. Bu nedenle, özellikle kilo yönetimi ve yağ kaybı hedefli egzersiz programlarında sıklıkla tercih edilmektedir. Ayrıca bu antrenman biçimi, kas-iskelet sistemi ve eklemler üzerinde düşük mekanik stres oluşturduğu için sakatlanma riskini azaltmakta ve iyileşme dönemlerinde güvenli bir seçenek sunmaktadır. Bu özellikleri, LISS'i özellikle egzersize yeni başlayan bireyler ile kronik rahatsızlık riski taşıyan kişiler açısından uygun bir yöntem haline getirmektedir (Nystoriak ve Bhatnagar, 2018).

2.2.2. Yüksek Yoğunluklu Kardiyovasküler Egzersiz

Bireylerde aerobik dayanıklılık kapasitesini geliştirmek zaman gerektirmektedir. Düz koşular ve sürekli tekrarlarla sürdürölen antrenman yöntemlerinin devamlılığı hem uzun süre almakta hem de bireyde antrenmana karşı bıkkınlık oluşturabilmektedir. Bu nedenle, son yıllarda bilimsel araştırmalarda sıklıkla söz edilen yüksek yoğunluklu aralıklı antrenmanların (HIIT, high intensity interval training) çıkışının 20. yüzyılın başlarına dayanmasına karşın, günümüzde daha yaygın tercih edilmeye başlandığı görölmektedir (Karayığit ve diğerleri, 2020). Yüksek yoğunluklu aralıklı antrenmanların, koşu ve güç performansını olumsuz etkilemeyen bir antrenman modeli olması da bu yöntemlerin hızla yaygınlaşmasına katkı sağlamıştır. Yüksek şiddette yapılan yüklenmeler ile kısa süreli toparlanmalardan oluşan bu antrenman yapısında, bireyin yorgunluğa rağmen çalışmayı sürdürmesiyle dayanıklılığın artırılması amaçlanmaktadır (Kethüda, 2023). Temel olarak kalp atım hızı 180-200 seviyelerine ulaştığında çalışma sonlandırılır ve 120-130 aralığına düştüğünde tekrar başlanır. Dinlenme süreleri pasif ya da aktif şekilde iki farklı biçimde uygulanabilmektedir. Antrenman programlamasında, çalışma yoğunluğuna ve süresinin uzun ya da kısa olmasına bağlı olarak dinlenme aralıkları planlamaya uygun şekilde uzatılmalı veya kısaltılmalıdır (Sevim, 2002).

2.3. Kardiyovasküler Egzersizin Fizyolojik Etkileri

Kardiyovasküler antrenman, kalp ve damar sisteminin işlevsel kapasitesini geliştirerek kalp-damar hastalıkları riskini azaltan temel bir egzersiz türüdür. Düzenli olarak yapılan aerobik egzersizler, kalp atım hızını düşürerek kalbin dinlenme sırasında daha verimli çalışmasını sağlar ve kalp kasının güçlenmesine önemli katkı sunar. Egzersiz süresince kardiyak debi ve kan basıncı geçici olarak yükselmekte; ancak düzenli egzersiz yapan bireylerde bu adaptasyon sonucunda dinlenik haldeki kalp atım hızı ve kan basıncı değerleri düşmektedir. Bunun yanı sıra, egzersiz damar duvarlarının elastikiyetini artırarak endotel fonksiyonlarını iyileştirir ve damar sertliği (ateroskleroz) gelişme riskini azaltır (Bell, 2008).

Aerobik egzersiz eğitimi, kardiyovasküler sistemde meydana gelen fizyolojik adaptasyonlar aracılığıyla aerobik kapasitenin artmasına ve dayanıklılık performansının

gelişmesine katkı sağlar. Bu süreçteki en belirgin fonksiyonel uyum, maksimum kardiyak debinin artmasıdır. Bu artış; kalp hacminin genişlemesi, kasılma gücünün yükselmesi ve dolaşımdaki kan hacminin artmasıyla ilişkilidir. Böylece ventriküllerin daha fazla kanla dolması sağlanır ve sonuç olarak atım hacmi yükselir (Hellsten, 2016).

Egzersiz, kalp ve damar sisteminde hem yapısal hem de fonksiyonel adaptasyonlara neden olur; bu durum, “egzersiz kaynaklı kardiyak yeniden şekillenme” olarak tanımlanmaktadır (LaGerche ve Heidbuchel, 2021). Bu adaptasyon süreci, kalp kasında hipertrofi gelişimi ve damar yapısında fonksiyonel iyileşmeler gibi değişiklikleri içerir. Tüm bu fizyolojik düzenlemeler, genel kardiyovasküler işlevselliğin ve dolaşım sağlığının iyileşmesine önemli katkılar sunar.

Egzersiz süresince kardiyak debi ve kan basıncı geçici olarak yükselirken, düzenli egzersize uyum sağlamış bireylerde istirahat hâlindeki kalp atım hızı ve kan basıncı değerlerinde düşüş gözlenir (Bell, 2008).

2.4. Egzersiz Yoğunluğu

Egzersiz yoğunluğu, fiziksel aktivite sırasında bireyin ortaya koyduğu çaba düzeyini ya da uyguladığı yükün derecesini ifade eder ve bu yoğunluk, kardiyovasküler, kas-iskelet ve metabolik sistemler üzerindeki fizyolojik etkilerin belirleyicisidir. Egzersiz yoğunluğu; aktivitenin süresi, sıklığı ve şiddetiyle birlikte değerlendirilmekte olup genellikle düşük, orta ve yüksek olmak üzere üç ana kategoriye ayrılmaktadır (Cureton ve Warren, 1990).

Düşük yoğunluklu egzersizler, maksimum kalp atım hızının yaklaşık %50–60’ı aralığında gerçekleştirilir ve günlük yaşam aktivitelerine benzer enerji harcaması sağlar. Orta yoğunluklu egzersizler ise maksimum kalp atım hızının %60–75’i düzeyinde uygulanır ve aerobik kapasitenin geliştirilmesine katkı sunar. Yüksek yoğunluklu egzersizler ise genellikle %75–90 veya daha üzeri kalp atım hızı aralıklarında yapılır ve kardiyovasküler ile metabolik sistemleri kısa sürede yüksek düzeyde uyarır (Garber ve diğerleri, 2011).

2.4.1. Egzersiz Yoğunluğunun Hesaplanması

Egzersiz yoğunluğu farklı yöntemlerle değerlendirilebilir; en yaygın kullanılan ölçütler arasında kalp atım hızı, maksimum oksijen tüketimi ($VO_2\text{max}$), kalp hızı rezervi ve algılanan efor ölçeği (RPE) yer almaktadır. Kalp atım hızı yöntemi, maksimum kalp hızının belirli bir yüzdesi esas alınarak hesaplanmakta olup, bu kapsamda en sık kullanılan yöntemlerden biri Karvonen formülüdür (Fox, 1993).

*Hedef Kalp Hızı = Dinlenme Kalp Hızı + %Egzersiz Yoğunluğu $\times$ (Maksimum Kalp Hızı – Dinlenme Kalp Hızı) (Fox, 1993).

Bu formül, bireysel farklılıkları dikkate alarak daha hassas bir yoğunluk tahmini yapılmasına olanak tanır. Bununla birlikte, VO_2 rezervi yöntemi, maksimum ve dinlenme oksijen tüketimi arasındaki farkın belirli bir yüzdesi üzerinden egzersiz yoğunluğunu hesaplamaktadır. Algılanan efor ölçeği (RPE) ise bireyin egzersiz sırasındaki subjektif algısına dayalı bir ölçüm aracıdır; egzersiz “çok hafif”ten “maksimum efor” düzeyine kadar derecelendirilerek yoğunluk seviyesi tahmin edilir. Egzersiz yoğunluğunun doğru biçimde belirlenmesi, özellikle kalp-damar hastalığı, hipertansiyon veya metabolik rahatsızlığı bulunan bireylerde güvenli ve etkili antrenman programlarının tasarlanması açısından büyük önem taşımaktadır (Cureton ve Warren, 1990).

2.4.2. Nabız Ölçümü (Pulseoksimetre)

Nabız ölçümü, antrenmanın etkinliğini değerlendirmede kullanılan önemli bir parametredir. Egzersiz sırasında kalp atım hızı sürekli olarak izlenebilir veya belirli zaman aralıklarında ölçülerek takip edilebilir. Bu sayede, uygulanan egzersizin bireyin aerobik kapasitesine uygun yoğunlukta olup olmadığı değerlendirilebilir ve aşırı yüklenme ya da yorgunluk riskleri önlenir (Cureton ve Warren, 1990). Günümüzde gelişen teknolojiler sayesinde kalp atım hızı; akıllı saatler, göğüs bantları ve kalp ritmi monitörleri aracılığıyla gerçek zamanlı olarak ölçülebilmektedir. Bu uygulamalar hem antrenörlerin hem de bireylerin egzersiz süresince uygun yoğunlukta kalmasını sağlar ve kardiyovasküler adaptasyonların güvenli biçimde gelişmesine katkıda bulunur (Garber ve diğerleri, 2011).

Antrenman öncesi ve sonrası yapılan nabız ölçümleri, kardiyovasküler sistemdeki adaptasyon düzeyini ve toparlanma kapasitesini değerlendirmek açısından da önem taşır. Düzenli egzersiz yapan bireylerde dinlenme kalp atım hızı zamanla azalırken, maksimum efor düzeyine ulaşıldığında kalp atım hızının daha kontrollü biçimde artması gözlenir. Bu durum, kalp kasının güçlendiğini ve kardiyovasküler sistemin daha verimli çalışmaya başladığını göstermektedir (Bell, 2008).

Son yıllarda, nabız ve oksijen satürasyonunu (SpO_2) aynı anda ölçebilen pulseoksimetre cihazları, antrenmanların güvenliğini ve etkinliğini değerlendirmede önemli bir araç haline gelmiştir. Pulseoksimetreler; parmak, kulak memesi veya bilek gibi vücut bölgelerine yerleştirilerek non-invaziv şekilde arteriyel oksijen doygunluğu ve kalp atım hızını sürekli olarak izleyebilmektedir (Morris ve diğerleri, 2017). Bu cihazlar, egzersiz sırasında bireyin kardiyovasküler sisteme binen yükü gerçek zamanlı olarak takip etmeye olanak tanır ve oksijen seviyesinde aşırı düşüş ya da kalp atım hızında anormal değişiklikler meydana geldiğinde erken uyarı sağlar. Pulseoksimetrelerin kullanımı, özellikle yüksek yoğunluklu aralıklı antrenmanlar (HIIT) gibi metabolik olarak zorlayıcı egzersiz türlerinde, güvenli bir antrenman ortamı oluşturmak ve kardiyovasküler adaptasyonları nesnel biçimde izleyebilmek açısından tercih edilmektedir (McNarry ve Lewis, 2018).

2.4.3. Kalp Atım Sayısı (KAS)

Kalp atım sayısı (KAS), kalbin bir dakika içerisinde gerçekleştirdiği kasılma sayısını ifade eder. Parasempatik ve sempatik sinir sistemlerinin ortak etkisi altında bulunan bu parametre, dolaşım sisteminin izlenmesinde en önemli göstergelerden biridir (Ergen ve diğerleri, 2017). Doğumda dakikada yaklaşık 130 atım civarında olan kalp hızı, yetişkinlik döneminde ortalama 70–80 aralığına düşer. Bazal KAS, bireyin sabah uyanma anındaki kalp atım sayısını temsil eder. Gün içerisinde yapılan fiziksel aktiviteler ve hormon salınımındaki değişimler, KAS değerlerinde farklılık oluşturabilir. Uyku döneminde ise kalp atım sayısı en düşük seviyesine ulaşır (Akgün, 1993).

Egzersiz başladıktan kısa bir süre sonra KAS, dinlenme düzeyinin üzerine çıkar. Bu artış, sempatik sinir sistemi aracılığıyla adrenal medulladan norepinefrin hormonunun salınması ve bunun sonucunda sinotral düğümün uyarılmasıyla gerçekleşir (Ergen ve

diğerleri, 2017). Dinlenme halindeyken kalp atım sayısının normalden yüksek olması, aşırı antrenman (overtraining) durumu veya yetersiz toparlanmanın bir göstergesi olarak değerlendirilebilir (Dressendorfer ve diğerleri, 1985).

2.5. Enerji Sistemleri

Enerji, fiziksel aktivitelerin sürdürülebilmesi için organizmanın ihtiyaç duyduğu temel kaynaktır. Kas hücrelerinde bulunan besin maddeleri, adenosin ve üç fosfat grubundan oluşan adenosin trifosfat (ATP) adlı enerji bileşiğine dönüştürülerek vücuda gerekli enerjiyi sağlar. Enerjinin ölçü birimi joule veya kilokalori olarak ifade edilir. Vücutta enerji üretimi temel olarak besinlerin oksidasyon süreci aracılığıyla gerçekleşir. Karbonhidratlar, proteinler ve yağların kimyasal bağlarında depolanan potansiyel enerji, bu moleküllerin çeşitli biyokimyasal reaksiyonlarla parçalanması sonucu açığa çıkar (Otman, 2021). Kas kasılmaları için gerekli olan bu enerjinin üretiminde, üç farklı enerji sistemi dönüşümlü biçimde görev yapmaktadır.

Egzersiz süresi ve şiddetine bağlı olarak bu enerji sistemlerinin kullanım oranı değişiklik gösterir:

1. Alaktik Anaerobik Sistem (Fosfojen, ATP- PC Sistemi)
2. Laktik Anaerobik Sistem (Glikolitik Sistem)
3. Aerobik (Oksidatif) Sistem

Egzersiz sırasında hangi enerji sisteminin baskın şekilde çalışacağı, aktivitenin yoğunluğu, süresi ve bireyin fiziksel kondisyon düzeyi gibi faktörlere bağlıdır. ATP-PC sistemi, özellikle 10 saniyeyi aşmayan ve maksimum yoğunluk gerektiren hareketlerde öncelikli olarak kullanılır. Anaerobik glikoliz sistemi, yaklaşık 1 dakikaya kadar süren yüksek yoğunluklu egzersizlerde daha etkin bir şekilde görev alır. Buna karşılık, aerobik sistem, orta ve düşük şiddetteki aktivitelerde baskın olur ve dinlenme durumunda temel enerji kaynağı olarak görev yapar (Franchini ve diğerleri, 2011; Zafeiridis ve diğerleri, 2005)

Üç enerji sistemi, farklı seviyelerde güç üretebilme kapasitesine sahiptir ve bu kapasiteler bireyler arasında değişkenlik gösterebilir. Ortalama olarak, ATP-PCr sistemi

dakikada yaklaşık 36 kcal, glikolitik sistem 16 kcal, ve oksidatif sistem 10 kcal enerji sağlar. Bu veriler incelendiğinde, aerobik sistemin en düşük güç üretim oranına sahip olduğu gözlemlenmektedir (Zmijewski ve diğerleri, 2020). Her bir enerji sisteminin güç üretme kapasitesi, yapılan antrenman türüne ve yoğunluğuna bağlı olarak değişebilir. Özellikle ATP-PC ve glikolitik sistemler, antrenmanla yalnızca yaklaşık %10–20 oranında geliştirilebilir (Verheyden ve diğerleri, 2006).

2.5.1. Alaktik Anaerobik Sistemi (Fosfojen, ATP- PC)

Kaslarda, fosfojen adı verilen ATP ve CP (kreatin fosfat) sınırlı miktarda depolanmaktadır. Alaktik anaerobik sistem, kısa süreli ve maksimum yoğunluk gerektiren hareketlerde, kas hücrelerinde depolanmış ATP'nin parçalanması yoluyla ihtiyaç duyulan enerjiyi sağlar. Bu tür kısa süreli egzersizlerde ATP hızla tüketilmektedir. Aerobik sistem, metabolizmanın bu hızlı enerji ihtiyacına kısa süre içerisinde uyum sağlayarak yeterli miktarda yenileme yapamaz. Bu durumda, enerji açısından güçlü olan CP, ATP'nin yeniden sentezlenmesini sağlayarak acil enerji ihtiyacını karşılamaktadır. Açığa çıkan enerji miktarı sınırlıdır ve genellikle 10–15 saniye süren aktivitelerde kullanılır (Tiryaki, 2002).

ATP-CP enerji sistemi, üretmiş olduğu enerji miktarından ziyade hızlı enerji üretebilmesi açısından önemlidir. Zorlu bir yüklenme sonrası yapılan 2- 3 dakikalık dinlenme sırasında CP depolarının büyük bir kısmı çok hızlı bir şekilde yenilenir (Civil ve İç, 2020).

2.5.2. Laktik Anaerobik Sistem (Glikolitik)

Anaerobik glikoliz, metabolizmanın ATP üretimi için oksijene ihtiyaç duymadığı ikinci enerji mekanizmasıdır ve kastaki glikojen ya da kandaki glikozun parçalanması yoluyla enerji oluşumunu ifade eder (Turner ve diğerleri, 2013). Laktik anaerobik sistem, başlangıçta alaktik sistemi destekleme amacıyla aktive olur ve egzersizin süresi 15 saniyeden uzun fakat 3 dakikadan kısa olan yüksek yoğunluklu hareketlerde birincil ATP kaynağı hâline gelir. Bu sistem, ATP'yi yeniden sentezlemenin ikinci en hızlı yoludur (Bishop ve diğerleri, 2011). Laktik anaerobik sistem, karbonhidratları, kasta ve karaciğerde depolanan glikojeni, enerji

olarak kullanılmak üzere aktif kaslara taşınan glikoza dönüştürür. Vücuttaki glikojenin yaklaşık %80'i kasta, kalan %20'si ise karaciğerde depolanmaktadır (Kraemer ve diğerleri, 2011).

2.5.3. Aerobik (Oksidatif) Sistem

Aerobik sistem, yürüme, hafif tempo koşular, merdiven çıkma, yüzme ve ev işleri gibi günlük aktivitelerde kullanılan enerjinin temel kaynağıdır (Wells ve diğerleri, 2009). Bu enerji sistemi, kas hücrelerinin enerji üretimini oksijen varlığında gerçekleştirdiği ve üretimin mitokondrilerde gerçekleştiği mekanizmayı ifade eder. Vücutta bulunan oksijen, besin maddelerini yakarak aerobik yolla ATP üretimini sağlar. Oksijenli ortamda 1 mol glikozun yakılmasıyla toplam 39 mol ATP elde edilir; bu, bir enerji sistemiyle elde edilebilecek en yüksek miktardır (Scott, 2005).

Kişinin kan yoluyla oksijen taşıma kapasitesi, aerobik güç olarak değerlendirilir. Bu sebeple bir sporcunun aerobik dayanıklılığını geliştirmek için, aerobik güç odaklı antrenman programları uygulanmalıdır. Aerobik dayanıklılık yalnızca performans sırasında değil, aynı zamanda yüklenmeler arası toparlanma, antrenman ve müsabaka sonrası dinlenme sürecinde de önem taşır. Aerobik güç ve dayanıklılığı iyi geliştirilmiş bir sporcu, toparlanma ve dinlenme süreçlerini daha hızlı gerçekleştirebilir. Uzun süre düşük şiddette yapılan egzersizlerde vücut enerjisi aerobik yolla sağlar. Bu tip aktivitelerde enerji, serbest yağ asitleri ve glikoz tarafından sağlanır. Glikojen ve yağ, oksijenli ortamda su ve karbondioksit ayırır ve ATP üretimine katkı sağlayan bu sürece aerobik yol denir (Bompa, 2011).

Genel olarak, aerobik sistemin başlıca özellikleri şu şekilde özetlenebilir:

- Oksijene ihtiyaç duyar.
- Egzersiz sırasında oksijen mevcut olduğu anda aktif hâle gelir.
- Enerji üretiminde glikoz ve yağ temel kaynaklar olarak kullanılır.
- Yeterli beslenme sağlandığı sürece sürekli enerji üretebilir (vücutta mevcut yağ depolarıyla yaklaşık 80 kilometre, glikoz depolarıyla yaklaşık 20 kilometre enerji üretilebilir).
- Egzersizin şiddeti, aktif kaslara ulaşan oksijen miktarıyla orantılıdır (MaxVO₂).

Aerobik yol, mitokondriye (hücrenin gelişmiş enerji merkezi) enerji sağlamak amacıyla besinlerin oksidasyonunu ifade eder. Bu süreçte kullanılan besinler; glikoz, amino asitler (protein) ve yağ asitleridir. Vücut yağları, enerji kaynağı olarak yalnızca aerobik egzersizlerde etkin şekilde kullanılırken, proteinler yalnızca karbonhidrat ve yağ depolarının yetersiz olduğu durumlarda enerji üretimi için devreye girer. Aerobik sistemde, ortamda oksijen bulunur ve karbonhidrat ile yağların su ve karbondioksite parçalanması yoluyla ATP üretilir. Anaerobik sistemden temel farkı ise, laktik asidin oksijenli ortamda birikmemesidir (Açıkada, 1991).

2.5.4. MaxVo2

Aerobik kapasitenin temel göstergesi olarak kabul edilen maksimum oksijen tüketimi (MaxVO₂), yoğun egzersiz sırasında organizma tarafından alınan, taşınan ve kullanılabilen en yüksek düzeydeki oksijen miktarını ifade eder (Coşan, 2016). Yüksek şiddette bir fiziksel aktivite esnasında, vücut sistemleri tarafından kaslara ulaştırılan ve kas hücreleri içerisinde tüketilebilen oksijenin en üst seviyesidir. Aerobik güç ise, maksimal yüklenme anında dokuların bir dakika içinde harcadığı oksijen miktarıdır. MaxVO₂'yi belirleyen hız düzeyinde kan laktat seviyesi yaklaşık olarak 8-12 mmol/L civarındadır. Bu yoğunluktaki bir egzersiz, üst düzey dayanıklılık sporcuları tarafından dahi yaklaşık 10-12 dakika sürdürülebilir (Çolakoğlu, 1995).

MaxVO₂; dakikada kullanılan oksijen miktarı litre cinsinden (L/dk) ya da vücut ağırlığının kilogramı başına dakikada tüketilen oksijen miktarı mililitre cinsinden (ml/kg/dk) ölçülmektedir. MaxVO₂ genellikle sporcunun kardiyovasküler kapasitesini ve aerobik dayanım düzeyini belirlemek amacıyla doğrudan veya dolaylı yöntemlerle değerlendirilir. Doğrudan yöntemler çoğunlukla laboratuvar ölçümlerini içerirken, dolaylı yöntemler saha testlerinden oluşur. MaxVO₂; koşu bandı, bisiklet ergometresi, kürek ergometresi, kayak, kol ergometresi, koşu ve yürüme testleri ile basamak protokolleri gibi çeşitli araçlarla belirlenebilmektedir.

Yapılan MaxVO₂ ölçümlerinde, yüklenme artmaya devam etse bile MaxVO₂'nin sabit bir noktada kalması (plato), kan laktat düzeyinin 8 mmol/L'nin üzerine çıkması, algılanan zorlanmanın 18'in üzerinde olması, maksimal kalp atım hızının yaklaşık %90

seviyesine ulaşması ve solunum katsayısının 1,00 değerini aşması bireyin MaxVO₂ düzeyine eriştiğini gösteren kriterlerdir (Tamer, 2000).

2.5.5. Anaerobik Eşik

Yüksek miktarda oksijen kullanabilme kapasitesi, anaerobik eşik veya laktat eşiği kavramını ortaya çıkarmaktadır. Anaerobik eşik, kanda kritik seviyede laktat birikimi olmadan uzun süre sürdürülebilen en yüksek egzersiz yoğunluğu seviyesini ifade eder. Bu eşik aşıldığında, kaslarda laktik asit birikmesine bağlı olarak yorgunluk meydana gelmeye başlar. Doğru antrenman planlaması ve yüklenmeler sonucunda, sporcuların anaerobik eşik seviyelerinin arttığı ve yorgunluğa daha geç ulaştıkları gözlemlenmektedir (Mcardle ve diğerleri, 2006).

Anaerobik eşik, spor ve klinik bilimlerinde; egzersiz tiplerinin sınıflandırılmasında (2), farklı sağlık durumundaki bireylere uygun egzersiz ve rehabilitasyon programları hazırlanmasında yaygın olarak kullanılmaktadır (Whipp, 1996; Casaburi ve diğerleri, 1989; Sullivan ve Cobb, 1990).

Anaerobik eşiğin saptanmasında kullanılan en geçerli teknik, fiziksel aktivite esnasında atardamar kanındaki laktat yoğunluğunun periyodik olarak analiz edilmesidir (Yoshida ve diğerleri, 1981).

2.6. Antrenman

Antrenman kavramı, fizyolojik, psikolojik ve zihinsel işlevleri geliştirmeyi, iyileştirmeyi ve optimize etmeyi amaçlayan uzun süreli, planlı sportif etkinlikler olarak tanımlanabilir (Bompa ve Keskin, 2003). Bir başka tanıma göre antrenman, sporcuyla yüksek performans seviyelerine ulaştırmak için kullanılan sistematik hazırlık yöntemlerini kapsar (Harre, 1982). Antrenman uygulamaları, kas kuvveti, dayanıklılık, hız, esneklik veya kardiyorespiratuar kapasite gibi belirli fiziksel özellikleri geliştirmek amacıyla yapılan belli bir süre ve yoğunlukta tekrarlı egzersizler olarak tanımlanmaktadır (Fleck ve Kraemer, 2014).

2.6.1. Antrenmanın Amacı

Sporcular, titizlikle planlanmış ve özenle hazırlanmış antrenman programlarına tabi tutularak, belirli bir performans düzeyine ulaşma hedefi doğrultusunda hazırlanırlar. Antrenmanın temel amacı, sporcuların sporsal yeteneklerini ve iş yapabilme kapasitelerini geliştirmek suretiyle sporsal niceliklerini en uygun seviyeye taşımaktır. Bu sayede sporcu, hedeflenen performans seviyesine ulaşma fırsatına sahip olur (Bompa ve Haff, 2015).

Antrenmanların başlıca hedefleri arasında, sporsal performansı artırmak, spor disiplininde yüksek başarı sağlamak, fiziksel mükemmellik ve estetik hedeflere ulaşmak, sağlık ve fiziksel uyumu geliştirmek, bireyin yaşam kalitesini artırmak, psiko-sosyal ve bedensel ihtiyaçlarını karşılamasına yardımcı olmak ve bireyin kendi benliğiyle memnuniyetini sağlamak yer almaktadır (Muratlı ve diğerleri, 2011).

2.6.2. Antrenmanın Değişkenleri

Bireylerin gerçekleştirdiği herhangi bir fiziksel egzersiz, yalnızca anatomik ve fizyolojik düzeyde değil, aynı zamanda psikolojik ve biyokimyasal seviyelerde de değişimlere yol açar. Bu değişikliklerin niteliğini etkileyen faktörler, egzersizin etkinliği, süresi, kat edilen mesafe, tekrar sayısı, taşınan yükün ağırlığı, hız ve hareketin akış düzeyi gibi çeşitli parametrelerle yakından ilişkilidir. Antrenörler, antrenman programı hazırlarken, antrenmanın temel bileşenleri olarak hareketin kapsamı ve şiddeti gibi faktörleri dikkate almalıdır (Bompa, 2011).

2.6.3. Antrenmanın Kapsamı

Antrenmanın başlangıcında kritik bir unsur olarak değerlendirilen “kapsam”, yüksek düzeyde teknik becerilerin geliştirilmesi, taktiksel farkındalık kazanılması ve özellikle fiziksel performansın artırılması için gerekli niceliksel temeli temsil eder. Sıklıkla yalnızca antrenman süresi olarak yanlış anlaşılabilen kapsam, aslında farklı bileşenlerin özenle bir

araya getirilmesi ve koordinasyon içinde işlenmesiyle oluşan yapıyı ifade eder.

Bunlar:

1. Antrenmanın uygulanacağı zaman aralığı,
2. Birim süre içinde taşınan yük ve kat edilen mesafe,
3. Belirli periyotlarda gerçekleştirilen egzersizler veya stratejik ve teknik çalışmaların tekrar sayısı.

Antrenmanın kapsamı, tüm bu bileşenleri bütünleşik bir şekilde birleştirerek, antrenmanın miktarını ve yoğunluğunu ortaya koyar (Demiriz, 2013).

2.6.4. Antrenmanın Şiddeti

Egzersiz şiddeti, hareketlerin hızına, aralıkların değiştirilmesine veya tekrarlar arasındaki dinlenme sürelerine bağlı olarak belirlenir. Başka bir ifadeyle, antrenmanın şiddeti, kullanılan direnç seviyelerinin tespiti ile de ifade edilebilir (Gürhan ve Mahmut, 2022).

Antrenmanın şiddeti, egzersizin özelliklerine göre belirlenir ve genellikle sayısal değerler ile gösterilir. Hız gerektiren aktiviteler m/sn (metre/saniye), kuvvet ve çabuk kuvvet gerektiren çalışmalar ise kg (kilogram), m/kg (metre/kilogram) veya m/kg/sa (metre/kilogram/saat) birimleri ile değerlendirilebilir (Bompa, 2009).

2.6.5. Antrenmanın Sıklığı

Antrenman sıklığı, belirli bir zaman diliminde gerçekleştirilen antrenman sayısını tanımlar. Sıklığın doğru bir şekilde belirlenmesi, sporcuların yeni bir antrenmana hazır olma durumunu, yüklenme ve dinlenme arasındaki dengeyi sağlama yeteneğini doğrudan etkiler. Ayrıca, antrenmanın etkinliğini artırmak için gereken yoğunluk seviyesine ulaşılmasına da katkı sağlar (Gürhan ve Mahmut, 2022).

Bunun yanı sıra, sporcuların toparlanma kapasitesi de antrenman sıklığını belirleyen önemli bir faktördür. Örneğin, üst düzey sporcular günde iki antrenman yapabilirken, yeni

başlayan sporcularda bu mümkün değildir. Dolayısıyla, antrenman sıklığı sporcuların fiziksel performans düzeyine göre düzenlenmelidir (Dündar, 2012).

2.7. Vücut Kompozisyonu

Vücut kompozisyonu, bir kişinin vücudunda yer alan farklı dokuların oranlarını kapsayan bir kavramdır. Bu dokular genellikle yağ dokusu ve yağsız kütle (kas, kemik, su ve organlar) olarak ayrılır (Heyward ve Wagner, 2004). Vücut kompozisyonu yalnızca toplam vücut ağırlığına odaklanmaz; aynı zamanda bu ağırlığın hangi dokulardan meydana geldiğini inceler. Bu nedenle, sadece kilo değerleri sağlık veya performans hakkında yeterli bilgi sağlamaz; vücut kompozisyonu analizi, bireyin metabolik durumu, fiziksel uygunluğu ve olası sağlık riskleri hakkında daha doğru değerlendirmeler yapılmasına imkân verir (Siri, 1961).

Vücut kompozisyonu hem sağlık hem de spor performansı açısından belirleyici bir faktördür. Yüksek yağ oranı, obezite ve metabolik hastalıklar için risk oluştururken, yeterli yağsız kütle, kas gücü, dayanıklılık ve fonksiyonel kapasiteyi destekler. Düzenli kardiyovasküler egzersiz, direnç antrenmanları ve dengeli beslenme, yağsız kütlelerin korunmasına ve yağ dokusunun azalmasına yardımcı olur. Bu nedenle, vücut kompozisyonunun izlenmesi yalnızca kilo kontrolü için değil, aynı zamanda metabolik sağlık, kas ve kemik sağlığı açısından da önem taşır (Wang ve diğerleri, 2005).

2.7.1. Bioelektrik Direnç (Empedans) Ölçüm Yöntemi

Biyoelektroimpedans elektrik akımları suyun fazla olduğu dokulardan (kan, idrar ve kaslar) kolay geçebilmektedir. Bu yöntemle, vücuttan geçen elektrik akımlarının hızı ve gücü ölçülerek, kilo, boy ve cinsiyet gibi veriler kullanılarak kişinin vücut yağ oranı, kas kütlesi ve vücuttaki su oranı belirlenir (Günay ve diğerleri, 2013).

Biyoelektrik empedans analizi (BIA), vücut kompozisyonunu değerlendirmek için invaziv olmayan ve kullanımı kolay bir yöntemdir. Yöntemin temel mantığı, vücuttaki yağsız

doku hacminin elektriksel iletkenlikle orantılı olmasıdır. Analiz sırasında, cihaz vücuda düşük şiddette bir elektrik akımı gönderir ve bu akıma karşı oluşan direnci ölçer. BIA teorisine göre, yağ dokusu (%14–%22 su içeriği) zayıf bir elektrik iletkeni iken, çoğunluğu su olan yağsız doku (%90 ve üzeri) elektrolit içerdiği için iyi bir iletken görevi görür. Bu nedenle, yağ dokusu elektrik akımına direnç gösterir. Pratikte, BIA yöntemi vücuttaki toplam suyu ölçer ve bireylerin hidrasyon düzeyleri ile çeşitli dokuların su içeriği varsayımları kullanılarak vücut yağ yüzdesi hesaplamalarında uygulanır. Deneğin normal hidrasyon seviyesinde olduğundan emin olmak için belirli kontrol koşulları göz önünde bulundurulmalıdır. BIA ölçümü, şu koşullarda geçerlidir;

- * Testten 4 saat öncesine kadar herhangi bir şey yiyip içilmemelidir.
- * Testin 12 saat öncesine kadar herhangi bir egzersiz yapılmamalıdır.
- * Testten 30 dakika önce idrara çıkılıp tam şekilde yapılmalıdır.
- * Testten önceki 48 saat içerisinde alkol alınmamalıdır (Türkan, 2020).

2.7.2. Boy ve Vücut Ağırlığı

İnsanların sahip oldukları boy uzunlukları ve vücut ağırlıkları üzerine yapılan araştırmalar, farklı insan topluluklarının birbirleriyle kıyaslanabilmesi açısından büyük önem taşımaktadır. Boy uzunluğu ve vücut ağırlığı, bireylerin sağlık durumları, beslenme düzeyleri ve büyüme-gelişme süreçleri hakkında değerli bilgiler sunmaktadır (Tutkun, 1996).

Boy ve vücut ağırlığı, büyüme ve gelişme hızının değerlendirilmesinde en sık kullanılan parametrelerdir. Boy uzunluğu, yaşamın ilk iki yılı ile ergenlik dönemi boyunca hızlı bir artış gösterirken, bu iki dönem arasında yer alan çocukluk evresinde daha yavaş bir artış eğilimi sergiler. Boy uzunluğu ölçümlerinde genel vücut yapısı ve kemik uzunlukları temel belirleyiciler olarak kabul edilmektedir. Vücut ağırlığı ise kısa süre içerisinde beslenme alışkanlıkları ve çevresel etkenlerden önemli ölçüde etkilenmektedir (Yusufoğlu, 2009).

Boy uzunluğunda gün içerisinde bazı küçük değişikliklerin meydana geldiği gözlenmiştir. Bu değişimler gün boyunca yaklaşık 2 cm civarındadır. Bir gecelik dinlenme ile bu farklılıklar ortadan kalkmaktadır. Uygun bir boy ölçümünün, uyku sonrasında ayağa

kalkıldıktan yaklaşık 2 saat sonra yapılması önerilmektedir (Açıkada ve Ergen, 1990).

Beden kitle indeksi, vücut kompozisyonunun belirlenmesinde yaygın olarak kullanılan pratik bir yöntemdir. Yapılan araştırmalarda vücut yoğunluğu ile güçlü bir ilişki gösterdiği belirtilen beden kitle indeksi; vücut ağırlığının, boy uzunluğunun karesine bölünmesiyle hesaplanmaktadır. Yetişkin bireyler için beden kitle indeksi değerleri; 18,5'in altında olanlar zayıf, 18,5–24,9 aralığında olanlar normal, 25–29,9 arasında olanlar fazla kilolu ve 30 ve üzeri değerlere sahip olanlar şişman olarak sınıflandırılmaktadır (Bray, 1998). Şişmanlık ile doğrudan ilişkili olan BKİ'nin (kg/m^2) kullanımı, bireyin vücut ağırlığına ilişkin genel durumu yansıtmaktadır (Günebak, 2005).

2.8. Egzersiz ve Yağ Dokusu

Kan lipitleri olarak adlandırılan yağlar, dengeli ve sağlıklı beslenmenin temel bileşenlerinden biridir ve insan organizmasının yaşamsal işlevlerine katkı sağlar. Yağların başlıca görevleri arasında vücut sıcaklığının düzenlenmesi, hayati organların korunması, bazı vitaminlerin taşınması, enerji üretimine katkı sağlanması ve hücre zarlarının yapısına katılım yer almaktadır. Hafif ve orta şiddette yapılan egzersizler sırasında enerjinin %50'sinden fazlası yağ kaynaklarından karşılanmaktadır. Egzersizin süreklilik kazanması durumunda depo yağların önemi artış göstermektedir. Uzun süreli egzersizlerde ise vücudun gereksinim duyduğu enerjinin yaklaşık %80'i serbest yağ asidi moleküllerinden elde edilmektedir. Düzenli fiziksel aktivitenin en belirgin etkilerinden biri vücut ağırlığı üzerindeki değişimdir. Vücut ağırlığında meydana gelen bu değişim, egzersizin sürekliliği ile doğrudan ilişkilidir (Zorba, 2014).

Yetişkin bireylerde egzersizle birlikte kilo kaybı gözlenebilmekte ve yağ hücrelerinin hacmi küçülebilmektedir. Çocukluk ve adölesan dönemlerinde düzenli olarak yapılan egzersizler, ilerleyen yaşlarda ortaya çıkabilecek obezite riskini azaltmaktadır (Baltacı ve Düzgün, 2008). Egzersiz; hipertansiyon, diyabet, aşırı kilo, kolesterol yüksekliği ve fiziksel hareketsizlik gibi risk faktörlerinin önlenmesinde önemli rol oynar. Ayrıca zihinsel berraklığın ve ruhsal dengenin korunmasına katkı sağlar, enerji düzeyini artırır. Stresi azaltır, kalp hastalıkları ve kanser riskini düşürür. Kan basıncını azaltırken, vücutta biriken toksik maddelerin atılmasına da yardımcı olur (Demir ve Filiz, 2004).

Kadın ve erkek bireylerde yaşı ilerlemesiyle birlikte kas dokusunda azalma görülürken, yağ miktarında artış meydana gelmektedir. Yaklaşık 30–35 yaşlarından 50–60 yaşlarına kadar her yıl vücut yağ miktarı 0.2–0.8 kg artarken, kas kütlesi de benzer oranlarda azalmaktadır. Bu durum, vücut ağırlığı sabit kalsa dahi yağ kütlesinin artmasına, buna bağlı olarak vücut yoğunluğunun azalmasına ve vücut hacminin genişlemesine neden olmaktadır (Zorba ve diğerleri, 2000). Günümüzün önemli sağlık sorunları arasında yer alan obezite ve kardiyovasküler hastalıklar başta olmak üzere kas zayıflığı, postürel bozukluklar ve diyabet gibi birçok rahatsızlık, hareketsiz ve sedanter bireylerde daha yaygın olarak görülmektedir (Üstdal ve Köker, 1998; Zorba, 2001).

2.9. EPOC Etkisi

Egzersiz esnasında artan enerji gereksinimini karşılamak amacıyla oksijen tüketiminde (VO_2) hızlı bir artış ortaya çıkar. Egzersiz tamamlandıktan sonra ise VO_2 düzeyi, dinlenme seviyelerine anında dönmez; yapılan egzersizin süresine ve yoğunluğuna bağlı olarak bir süre dinlenme değerlerinin üzerinde kalmaya devam eder. Bu durum, egzersiz sonrası aşırı oksijen tüketimi (EPOC) kavramı ile ifade edilmektedir. Kısaca EPOC; egzersiz sonrasında meydana gelen ve VO_2 tüketiminin dinlenme düzeylerinin üzerine çıktığı bir dönem olarak tanımlanmaktadır (Gaesser ve Brooks, 1984; Hill ve Lupton, 1923).

EPOC düzeyinin, yüksek şiddetli egzersizler sonrasında orta şiddette uygulanan egzersizlere kıyasla daha fazla olabildiği belirtilmektedir. Yüksek yoğunluklu egzersizlerde egzersiz sonrası fazladan oksijen tüketiminin artmasına katkı sağlayan 7 temel neden aşağıda sunulmuştur (Powers ve Howley, 2007).

- ATP ve PCr'in yeniden sentezi
- Kan laktatının glikojene yeniden sentezi (Cori Döngüsü)
- Enerji metabolizmasında kan laktatının oksidasyonu
- Oksijenin kana, doku sıvılarına ve miyoglobine geri kazandırılması
- Yüksek iç sıcaklığın termojenik etkileri
- Hormanların özellikle epinefrin, norepinefrin ve katekolaminlerin termojenik etkisi

- Artan pulmoner ve dolaşım dinamikleri ve diğerk yüksek fizyolojik fonksiyon seviyeleri (Powers ve Howley, 2007).

2.10. Egzersiz Esnasında Metabolizma ve Enerji Metabolizması

Enerji üreten metabolik olaylar dizisine enerji metabolizması adı verilmektedir. Egzersiz süresince aerobik ve anaerobik enerji metabolizma yolları aracılığıyla ATP üretimi gerçekleşmekte, enerji kaynağı olarak ise başta karbonhidratlar ve yağlar olmak üzere besin öğeleri kullanılmaktadır (Günay ve diğerkleri, 2006).

Fiziksel aktivite, organizmada yüksek düzeyde enerji gereksinimi doğurur. Sprint, koşu, bisiklet ve yüzme gibi egzersiz türleri enerji ihtiyacını dinlenme durumuna kıyasla yaklaşık 120 katına kadar çıkarabilmektedir. Örneğin maraton koşusu sırasında harcanan enerji miktarı, istirahat halinde harcanan enerjinin 20–30 katına ulaşabilmektedir (Günay ve diğerkleri, 2006).

Karbonhidrat, yağ ve protein gibi besin öğelerinin parçalanarak enerji elde edilmesini kapsayan süreç katabolizma olarak adlandırılırken, yeni maddelerin sentezlendiğı biyosentetik süreçler anabolizma olarak tanımlanmaktadır. Bu iki süreci birlikte içeren tüm fizyolojik olaylar bütünü ise metabolizma kavramı altında değerlendirilmektedir (Günay ve diğerkleri, 2006).

2.11. Enerji Tüketimi

Enerji harcaması, belirli bir zaman aralığında gerçekleşen toplam vücut metabolizmasını; organizmada yaşamın sürdürülebilmesi için gerekli olan anabolik ve katabolik reaksiyonların tümünü kapsayan bir kavramdır. Günlük enerji tüketimi; istirahat metabolizma hızı (İMH), alınan besinlerin termik etkisi (BTE) ve günlük yaşam aktiviteleri sırasında harcanan enerji (EEE) bileşenlerinin toplamı ile hesaplanmaktadır (Guyton ve Hall, 2001). Dinlenik metabolizma hızı ve dinlenik enerji harcaması olarak da adlandırılabilen bu durum, aynı zamanda toplam metabolizma (TM) ve toplam enerji tüketimi (TEE)

kavramlarıyla da ifade edilmektedir (Mcardle ve diğeri, 2001).

Gün içerisinde harcanan toplam enerjiyi oluşturan üç temel enerji unsuru bulunmaktadır:

- İstirahat (dinlenik) metabolizma hızı
- Besinlerin termik etkisi
- Fiziksel aktivite sırasında ve aktivite sonrasındaki toparlanma sürecinde tüketilen enerji (Mcardle ve diğeri, 2001).

$$TEE = \text{İM}H + \text{BTE} + \text{EEE}$$

İstirahat metabolizma hızı, organizmanın devamlılığını sağlayan temel sistem faaliyetleri ile uyku halinde ya da uyanık olmasına rağmen herhangi bir fiziksel etkinlik yapılmadığı durumlarda gerçekleşen metabolik enerji harcamalarını kapsamaktadır (Guyton ve Hall, 2001).

Besinlerin termik etkisi, besin alımını takiben yaklaşık 3–4 saatlik süre içerisinde sindirim sürecinde harcanan enerjiyi ifade eder. Bu süreçteki enerji tüketimi, mekanik ve kimyasal tepkimelerden oluşmaktadır. Besinlerin termik etkisinin toplam enerji harcaması içindeki payı ortalama %10–15 düzeyindedir (Mcardle ve diğeri, 2001).

Özetle, sağlıklı bir bireyde istirahat metabolizma hızı günlük toplam enerji harcamasının yaklaşık %60–75’ini oluştururken, besinlerin termojenik etkisi %10–15’ini, fiziksel aktiviteye bağlı enerji harcaması ise %15–30’unu meydana getirmektedir. Kişi tam dinlenme halinde olsa dahi, vücutta devam eden kimyasal süreçler için belirli miktarda enerji tüketimi söz konusudur (Guyton ve Hall, 2001).

2.12. Bazal Metabolizma

Yaşamın sürdürülmesi için hücrede oluşan tüm kimyasal değişikliklere “metabolizma” denir. Metabolizma hücrede tüm yapım ve yıkım olaylarını kapsar. Tam dinlenme durumunda, organların çalışması, vücut sıcaklığının korunması yaşamın sürdürülmesi için zorunlu enerji harcamasına “bazal metabolizma” denir (T.C. Millî Eğitim Bakanlığı [MEB], 2011). Noyan (1998), bazal metabolizmayı; organizmaya alınan besin

öğelerinin parçalanarak enerjiye dönüştürülmesi (katabolizma) ve yeni maddelerin sentezlenmesini kapsayan (anabolizma) fiziksel ve kimyasal süreçlerin tamamı olarak tanımlanmıştır. 12–18 saat süreyle besin almamış, tamamen dinlenme halinde bulunan ve çevresel ısı koşulları sabit olan bir bireyin harcadığı enerjiyi metabolik hız olarak tanımlamaktadır. Bazal durumda ortaya çıkan enerjinin bir bölümü, tam istirahat halindeki organizmanın zorunlu yaşamsal işlevlerini yerine getirmesi için kullanılırken, kalan kısmı ise ısı enerjisine dönüştürülmektedir (Noyan, 1998).

2.12.1. Bazal Metabolizma Hızı (BMH)

Bazal metabolizma hızı (BMH), vücudun tamamen dinlenik bir durumda iken yaşamsal fonksiyonlarını sürdürebilmesi amacıyla kardiyorespiratuvar sistem ile vücut ısısının düzenlenmesinde görev alan sistemlerin harcadığı en düşük düzeydeki enerjiyi ifade etmektedir (Guyton ve Hall, 2001). BMH, günlük toplam enerji harcamasının yaklaşık olarak %60–70’ini oluşturmaktadır. Bu enerjinin yaklaşık %29’u karaciğer, %19’u beyin, %18’i iskelet kasları tarafından kullanılmaktadır (Pekcan, 2008). Geriye kalan enerjinin %10–15’lik kısmı alınan besinlerin sindirim ve emilim süreçleri sırasında harcanmakta olup, bu enerji tüketimi mide ve bağırsak hücreleri tarafından gerçekleştirilmektedir. Kalan %15–30’luk bölüm ise gün içerisindeki hareketliliği sağlayan çizgili kasların faaliyetleri sırasında kullanılmaktadır (MEB, 2011).

BMH, 12–18 saat süreyle besin almamış, tam istirahat halinde bulunan ve ortam ısısı ile nem düzeyi değişken olmayan koşullardaki bireyin metabolik hızını tanımlamaktadır (Guyton ve Hall, 2001). Yağsız vücut kitlesi (YVK) fazla olan bireylerde BMH değerlerinin daha yüksek olduğu bilinmektedir. 20–40 yaş aralığında, vücut yüzey alanının her bir metrekaresi için erkeklerin ortalama 38 kcal, kadınların ise yaklaşık 35 kcal enerji harcadıkları bildirilmektedir (Petra ve diğerleri, 2001; Heyward, 1991).

Toplam metabolik hız üzerinde etkili olan faktörler şunlardır:

- Cinsiyet
- Vücut yüzey alanı
- Besin alım durumu

- Yaş
- Vücut ve çevre ısısı
- Hormonal etmenler
- Egzersiz ve egzersizin şiddeti (Günay, 2006).

Ortalama 70 kg ağırlığındaki bir yetişkinde BMH, saatlik yaklaşık 65–70 kalori civarındadır. BMH'nin ölçüm birimi, metrekare cinsinden vücut yüzey alanı başına kalori olarak ifade edilmektedir. BMH'nin büyük bir kısmı beyin, kalp, böbrekler ve diğer iç organların aktivitelerinden kaynaklanmakta olup, bireyler arasındaki farklılıkların temel nedeni iskelet kası miktarı, yağ dokusu oranı ve genel vücut büyüklüğüne bağlıdır (Guyton ve Hall, 2001).

BMH, kadınlarda erkeklere kıyasla %5–10 oranında daha düşük seyretmektedir. Bunun temel nedeni, kadınların benzer beden ölçülerine sahip erkeklere göre daha fazla yağ dokusu ve daha az yağsız dokuya sahip olmalarıdır. Yağ dokusunun metabolik etkinliği ve enerji tüketimi, kas dokusuna göre daha düşüktür. Yetişkinlik döneminde meydana gelen vücut bileşimi değişiklikleri, yani yaş ilerledikçe yağ dokusundaki artış ve yağsız kütledeki azalma, erişkin kadın ve erkeklerde BMH'de her on yıl için yaklaşık %2–3'lük bir azalmayı açıklamaktadır (McArdle ve diğerleri, 2001).

2.12.2. BMH'nin Hesaplanması Harris-Benedict Yöntemi

Harris–Benedict denklemi, bireylerin bazal metabolizma hızını (BMH) tahmin edebilmek amacıyla geliştirilmiş klasik bir hesaplama yöntemidir. İlk kez 1919 yılında James Arthur Harris ve Francis Gano Benedict tarafından ortaya konmuş, ilerleyen yıllarda farklı araştırmacılar tarafından çeşitli revizyonlara uğramıştır (Harris ve Benedict, 1919).

Bazal metabolizma hızının hesaplanmasında vücut yüzey alanının bilinmesi gerekmektedir. Bu doğrultuda boy uzunluğu ve vücut ağırlığı değişkenleri kullanılarak vücut yüzey alanı hesaplanmakta olup, Harris-Benedict yöntemi bu temel ilke doğrultusunda hesaplama yapmaktadır. Bu yöntemle elde edilen değerler kesin ölçüm olmayıp tahmini sonuçlar sunmaktadır (Guyton ve Hall, 2001).

$$\text{BMH (Erkek)} = 66.5 + (13.75 \times A) + (5.03 \times B) - (6.75 \times Y)$$

$$\text{BMH (Kadın)} = 65.5 + (9.56 \times A) + (1.85 \times B) - (9.68 \times Y)$$

A: Kilo (kg)

B: Boy (cm)

Y: Yaş (Guyton ve Hall, 2001).

3. GEREÇ VE YÖNTEM

Bu çalışma, erkeklerde kardiyovasküler olarak yapılan düşük yoğunluklu (LISS) ve yüksek yoğunluklu (HIIT) antrenmanların yağ yakımı ve bazal metabolizmaya etkisini incelemek amacıyla yapılmıştır. Çalışmaya başlamadan önce Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Etik Kurul Onayı (ADÜ Yerel Etik Kurul Protokol No: 2025/013) alınmış ve katılımcılardan yazılı gönüllü onam formları temin edilmiştir.

3.1. Araştırma Yöntemi

Bu araştırma temel olarak nicel araştırma desenlerinden deneysel yöntem ön test-son test modeli ile yürütülmüştür. Çalışmaya dahil edilen katılımcılar randomize olarak deney ve kontrol grubuna atanmıştır. Randomizasyon kapalı zarf randomizasyon yöntemi ile gerçekleştirilmiştir. Her bir denek için bir zarf hazırlanmış ve bu zarflarda hangi gruba (düşük yoğunluklu kardiyovasküler egzersiz yapan, yüksek yoğunluklu kardiyovasküler egzersiz yapan veya kontrol grubu gibi) yerleştirileceği yazılmış ve buna göre gruplara ayrılmıştır. Katılımcıların yağ yakımı ve bazal metabolizma ölçümleri, antrenman programına başlamadan önce ön test olarak alınmıştır. Sekiz haftalık LISS ve HIIT antrenman programlarının ardından, son test ölçümleri gerçekleştirilmiş ve ön test-son test değişimleri istatistiksel olarak analiz edilmiştir.

3.1.1. Evren ve Örneklem

Çalışmanın deney grubuna İzmir ili Güzelbahçe ilçesinde bulunan Sports'n More adlı spor salonundaki en az 3 ay düzenli egzersiz yapan 18-35 yaş aralığındaki sağlıklı erkek bireyler alınmıştır. Araştırmaya 15 kontrol grubu, 15 düşük yoğunlukta kardiyovasküler egzersiz yapan ve 15 yüksek yoğunlukta kardiyovasküler egzersiz yapan toplam 45 kişi katılmıştır.

- Dahil Edilme Kriterleri

- Araştırmanın amacı ve riskleri hakkında bilgilendirildikten sonra "Bilgilendirilmiş Gönüllü Onam Formu"nu imzalamış olmak
- En az son 3 aydır düzenli olarak herhangi bir fiziksel aktivite veya spor programına dahil olmak (aktif yaşam tarzı)
- Beden Kitle İndeksi (BKİ) değerlerinin 18.5 kg/m² ile 29.9 kg/m² aralığında (Normal veya Hafif Kilolu sınıfında) olması
- Sağlık beyan formuna göre; herhangi bir metabolik, kardiyovasküler veya ortopedik rahatsızlığı bulunmamak
- 8 haftalık antrenman periyodu boyunca haftada 3 gün düzenli katılım sağlamayı taahhüt etmek.

- Dışlama Kriterleri

- Çalışma süresi içerisinde sakatlanma veya akut bir hastalık geçirmek
- 8 haftalık antrenman periyodu boyunca toplam antrenman sayısının %15'inden fazlasına (veya mazeretsiz üst üste 3 antrenmana) katılmamak
- Kalp-damar hastalıkları (hipertansiyon vb.), metabolik bozukluklar (diyabet, tiroid bozuklukları vb.) veya solunum yolu rahatsızlıkları (astım vb.) tanısı almış olmak
- Gönüllü olarak çalışmadan ayrılmak istemek.

3.1.2. Verilerin Toplanması

Bu çalışmanın katılımcılarına antrenman uygulamaları ve performans testleri Güzelbahçe İlçe Gençlik ve Spor Müdürlüğü bünyesindeki spor sahasında gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmaya katılan tüm bireylerin hedef kalp atım hızını hesaplamak ve kardiyo egzersizleri sırasında doğru yoğunluğu belirlemek için faydalanılan karvonen formülü uygulanmıştır. Karvonen formülü, maksimum kalp atım hızına dayalı olarak bireylerin dinlenme kalp atım hızı ve egzersiz yoğunluğu göz önünde bulundurularak hedef kalp atım hızını hesaplamayı sağlar. Karvonen Formülü:

Hedef Kalp Hızı = Dinlenme Kalp Hızı + %Egzersiz Yoğunluğu × (Maksimum Kalp Hızı – Dinlenme Kalp Hızı) (Fox, 1993). Burada:

- Maksimum Kalp Atım Hızı (MKA): 220- yaş formülüyle hesaplanır. (Örneğin, 30 yaşındaki birinin MKA'sı $220 - 30 = 190$ bpm olur.)
- Dinlenme Kalp Atım Hızı (DKA): Sabah kalkıldığında ölçülen kalp atım hızıdır. (Ör: 60 DKA) (Fox, 1993).
- Yoğunluk Yüzdesi: Egzersiz sırasında hedeflenen kalp atım hızının yüzdesidir.

Sağlıklı yetişkinlerde aerobik kapasitenin geliştirilmesi ve vücut kompozisyonunun iyileştirilmesi için egzersiz şiddeti, literatürde genellikle maksimal kalp atım hızının %50'si ile %90'ı arasında önerilmektedir (ACSM, 2018).

Deney grubundaki katılımcılar haftada 3 gün (Pazartesi, Çarşamba, Cuma) 8 hafta süresince grupların özelliklerine göre ilk iki hafta 20 dakika, üç ve dördüncü hafta 25 dakika, beş ve altıncı hafta 30 dakika ve yedi ve sekizinci hafta 35 dakika olarak antrenmanın süresi ve yoğunluğu kademeli olarak artırılarak antrenman uygulanmıştır (Şekil-3). Bu antrenman programı, yüksek ve düşük yoğunluklu antrenmanların yağ yakımı ve bazal metabolizma üzerindeki etkilerine ilişkin literatürdeki araştırmalar (Revan ve diğerleri, 2008) göz önüne alınarak araştırmacı tarafından hazırlanmıştır. 8 hafta sonunda katılımcılara ön testlerde uygulanan Bioelektrik İmpedans Analizi (BIA) ve Bazal Metabolizma Hız Ölçümü testleri son-test olarak tekrar edilmiştir. Ayrıca tüm katılımcılar çalışmaya gönüllü katıldıklarına dair gönüllü onam formunu imzalamış ve katılımcılardan “egzersiz yapmasında sakınca yoktur” ibareli sağlık raporu alınmıştır. Antrenmanlardan önce ve sonra katılımcılara sakatlıkları minimum seviyeye indirmek ve daha iyi performans sergileyebilmeleri için 5 dakikalık jogging sonrasında 10 dakikalık dinamik germe egzersizleri yaptırılmıştır. Antrenmanlar süresince katılımcılardan maksimum katılım göstermeleri ve istedik antrenman yoğunluğuna dikkat etmeleri hususunda gayret göstermeleri istenmiş ve katılımcıların kalp atım hızını anlık olarak takip edebilmek için ayrıca Pulseoksimetre cihazı ile takibi yapılmıştır.

Pulseoksimetre, arteriyel kanda oksijen saturasyonunu (SpO₂) ölçmek için kullanılan noninvaziv, ağrısız ve güvenilir bir yöntemdir (Khan ve diğerleri, 2017).



Şekil 1. National Institute of Standards and Technology. (n.d.). Pulse oximeter. U.S. Department of Commerce. <https://www.nist.gov/image/pulse-oximeter-0>

Genellikle parmak, kulak memesi veya ayak parmağına takılarak kullanılır. Non-invaziv bir yöntemle çalışır ve ışık dalgalarını kullanarak kandaki oksijen doygunluğunu belirler.

3.1.3. Veri Toplama Araçları

Katılımcılara yapılacak testler öncesinde, araştırmacılar tarafından testlerin uygulanışı detaylı olarak anlatılmış ve katılımcılara doğru ve maksimum performans göstermeleri gerektiği açıklanmıştır. Bu doğrultuda verilerin doğruluğunu etkileyebilecek olası hatalar minimize edilmiştir.

Vücut kompozisyonu ölçümleri, yağ yüzdesi ve bazal metabolizma ölçümleri, Biyoelektrik İmpedans Analizi (BIA) cihazı kullanılarak yapılmıştır.



Şekil 2. Bioelektrik İmpedans Tanita Vücut Kompozisyon Analizör

<https://www.kullanimkilavuzu.com.tr/tanita/bc-418/k%C4%B1lavuz>

Ölçümler ön test ve son test olarak iki kez alınmış, bireysel değişimler değerlendirilmiştir (Heyward ve Wagner, 2004; Wang ve diğerleri, 2005). Bioelektrik impedans ölçümü Tanita Body Composition Analyzer (BC-418 Japonya) ile gerçekleştirilmiştir. Egzersiz yoğunluğunu belirlemek ve kardiyovasküler güvenliği sağlamak amacıyla pulseoksimetre (Fingertip) kullanılmıştır. Katılımcıların egzersiz sırasında nabız ve oksijen doygunluğu değerleri sürekli takip edilmiştir (McNarry ve Lewis, 2018; Garber ve diğerleri, 2011).

3.1.4. Antrenman Programları

- LISS (Düşük Yoğunluklu Sürekli Antrenman): Maksimum kalp atım hızının %50-60 aralığında, literatürde "hafif-orta şiddet" düzeyinde planlanmıştır (ACSM, 2018). 20–35 dakika süren yürüyüş veya hafif tempolu koşu egzersizleri, progresif (kademeli artış) bir yaklaşımla haftada 3 gün uygulanmıştır. Bu yoğunluk aralığı, yağ oksidasyonunun (yağ yakımı) optimizasyonu ve aerobik temelin oluşturulması amacıyla tercih edilmiştir (Garber ve diğerleri, 2011).

• HIIT (Yüksek Yoğunluklu İnterval Antrenman): Maksimum kalp atım hızının %80-90 aralığında, literatürde "yüksek şiddet/vigorous" olarak kabul edilen düzeyde uygulanmıştır (Buchheit ve Laursen, 2013). Kısa süreli yüksek yoğunluklu yüklenmeleri takip eden düşük yoğunluklu toparlanma periyotlarından oluşan, 20–35 dakika süren yüksek tempolu koşu ve sprint egzersizleri haftada 3 gün sürdürülmüştür. Bu şiddet seviyesi, metabolik adaptasyonu ve egzersiz sonrası oksijen tüketimini (EPOC) maksimize etmek amacıyla belirlenmiştir (Gibala ve diğerleri, 2012).

Her iki grup, çalışmanın tamamı boyunca günlük aktivitelerini ve diğer fiziksel aktivitelerini düzenli olarak sürdürmüştür.

DÜŞÜK YOĞUNLUKLU ANTRENMAN PROGRAMI (Pazartesi, Çarşamba, Cuma)						
Hafta	Egzersiz Süresi	Egzersiz Türü	Yoğunluk	Antrenman Öncesi	Uygulama	Antrenman Sonrası
1-2	20 dakika	Yürüyüş	%50-60	5 dakika jog, 10 dk dinamik germe	Tempolu yürüyüş	5 dakika soğuma
3-4	25 dakika	Yürüyüş	%50-60	5 dakika jog, 10 dk dinamik germe	Tempolu yürüyüş	5 dakika soğuma
5-6	30 dakika	Düşük tempolu koşu	%55-60	5 dakika jog, 10 dk dinamik germe	Egzersiz süresi ve şiddetinde düşük tempolu koşu	5 dakika soğuma
7-8	35 dakika	Düşük tempolu koşu	%55-60	5 dakika jog, 10 dk dinamik germe	Egzersiz süresi ve şiddetinde düşük tempolu koşu	5 dakika soğuma
YÜKSEK YOĞUNLUKLU ANTRENMAN PROGRAMI (Pazartesi, Çarşamba, Cuma)						
Hafta	Egzersiz Süresi	Egzersiz Türü	Yoğunluk	Antrenman Öncesi	Uygulama	Antrenman Sonrası
1-2	20 dakika	Yüksek tempolu koşu	%80-90	5 dakika jog, 10 dk dinamik germe	Egzersiz süresi ve şiddetinde yüksek tempolu koşu	5 dakika soğuma
3-4	25 dakika	Sprint	%80-90	5 dakika jog, 10 dk dinamik germe	30 saniye sprint, 90 saniye dinlenme (12 set)	5 dakika soğuma
5-6	30 dakika	Yüksek tempolu koşu	%85-90	5 dakika jog, 10 dk dinamik germe	Egzersiz süresi ve şiddetinde yüksek tempolu koşu	5 dakika soğuma
7-8	35 dakika	Sprint	%85-90	5 dakika jog, 10 dk dinamik germe	40 saniye sprint, 90 saniye dinlenme (15 set)	5 dakika soğuma

Şekil 3. Sekiz Haftalık Antrenman Programları

3.1.5. Verilerin Analizi

Verilerin analiz edilmesi aşamasında IBM SPSS Statistics 25 paket programından (IBM Corp., ABD) yararlanılarak öncelikle tanımlayıcı istatistikler (frekans, yüzde, ortalama ve standart sapma) kullanılmıştır. Grup içi ön test-son test ölçümlerinin karşılaştırılmasında Paired Samples t-Testi, gruplar arası karşılaştırılmalarda ise One-Way ANOVA testi uygulanmıştır.

İstatistiksel analizlerde anlamlılık düzeyi $p < 0,05$ olarak kabul edilmiştir. Ayrıca, saptanan farkların pratik önemini ve etki gücünü belirlemek amacıyla etki büyüklüğü (effect size) değerleri hesaplanmıştır. Varyans analizi (ANOVA) sonuçlarının değerlendirilmesinde Kısmi Eta-Kare (η^2_p) katsayısı kullanılmıştır. Elde edilen η^2_p değerlerinin yorumlanmasında Cohen (1988) tarafından önerilen sınıflama esas alınmıştır. Bu sınıflamaya göre;

- $0,01 \leq \eta^2_p < 0,06$ ise "küçük" etki,
- $0,06 \leq \eta^2_p < 0,14$ ise "orta" etki,
- $\eta^2_p \geq 0,14$ ise "büyük" etki olarak kabul edilmiştir (Cohen, 1988).

4. BULGULAR

Tablo 1. Katılımcıların Demografik Özellikleri (Tüm Örneklem, Ön Test Verileri)

Değişken	Ortalama $\pm$ SS	Min – Maks
Yaş (yıl)	26,09 $\pm$ 3,58	19 – 34
Boy (cm)	177,44 $\pm$ 5,75	165 – 189
Kilo (kg)	78,08 $\pm$ 5,98	69,2 – 95,9
BMH (kcal)	1837,82 $\pm$ 99,92	1690 – 2133
Vücut yağ oranı (%)	14,45 $\pm$ 2,42	10,4 – 21,3

Tablo 1’de çalışmaya katılan 45 bireyin demografik özellikleri sunulmaktadır. Katılımcıların yaş ortalaması 26,09 $\pm$ 3,58 yıl olup, dağılım 19 ile 34 yaş arasındadır. Bu değer, örneklemin genç yetişkin popülasyonunu temsil ettiğini göstermektedir. Boy ortalaması 177,44 $\pm$ 5,75 cm, kilo ortalaması ise 78,08 $\pm$ 5,98 kg olarak bulunmuştur.

Bazal metabolizma hızı (BMH) 1837,82 $\pm$ 99,92 kcal düzeyindedir. Bu değerler, örneklemin metabolik kapasitesinin görece homojen olduğunu işaret etmektedir. Vücut yağ oranı ortalaması %14,45 $\pm$ 2,42 olup, en düşük değer %10,4, en yüksek değer %21,3’tür. Katılımcıların yağ oranı dağılımı, sporcu popülasyonuna yakın bir profil çizmektedir.

Genel olarak örneklem, genç, sağlıklı ve metabolik açıdan dengeli bir grup olarak değerlendirilebilir. Standart sapmaların düşük olması, katılımcılar arasında homojen bir yapı bulunduğunu ortaya koymaktadır. Bu durum, yapılacak ön–son test karşılaştırmalarının güvenilirliğini güçlendirmektedir.

Tablo 2. Katılımcıların Demografik Özellikleri (Gruplara Göre, Ön Test Verileri)

Grup	n	Yaş (yıl) (Ort.±SS)	Boy (cm) (Ort.±SS)	Kilo (kg) (Ort.±SS)	BMH (kcal) (Ort.±SS)	Yağ Oranı (%) (Ort.±SS)
LISS	15	25,73±3,26	176,60 ± 6,05	77,80 ± 5,87	1831,40 ± 96,91	14,33 ± 2,35
HIIT	15	26,20±3,94	177,80 ± 5,47	78,33 ± 6,43	1840,20 ± 107,16	14,50 ± 2,63
Kontrol	15	26,33±3,72	178,00 ± 5,94	78,10 ± 5,88	1842,00 ± 97,38	14,53 ± 2,38
Toplam	45	26,09±3,58	177,44 ± 5,75	78,08 ± 5,98	1837,82 ± 99,92	14,45 ± 2,42

Tablo 2’de katılımcıların gruplara göre demografik dağılımları gösterilmiştir. LISS, HIIT ve Kontrol gruplarının yaş, boy, kilo, BMH ve vücut yağ oranı değerlerinin birbirine oldukça yakın olduğu görülmektedir. Yaş ortalamaları 25,73 – 26,33 yıl, boy ortalamaları 176,6 – 178,0 cm, kilo ortalamaları ise 77,80 – 78,33 kg arasında değişmektedir.

Gruplar arasında başlangıç düzeyinde belirgin bir farklılık bulunmaması, ön-son test karşılaştırmalarının daha güvenilir yapılabileceğini göstermektedir. Bu durum, elde edilecek değişimlerin büyük ölçüde uygulanan antrenman protokollerine (LISS, HIIT) veya kontrol koşullarına bağlı olduğunu düşündürmektedir.

Ayrıca, düşük standart sapmalar her bir grubun iç yapısının homojen olduğunu göstermektedir. Bu da istatistiksel karşılaştırmaların güvenilirliğini artıran bir durumdur.

Tablo 3. Ön–Son Test Karşılaştırmaları (Tüm Katılımcılar, N=45)

Değişken	Ön Test Ort.±SS	Son Test Ort.±SS	Değişim (Δ)	t (44)	p	Cohen’s dz
Kilo (kg)	78,08 ± 5,98	77,10 ± 5,90	-0,98	-7,21	<0,001	1,08 (büyük)
BMH (kcal)	1837,82 ± 99,92	1842,18 ± 100,51	+4,36	2,95	0,005	0,44 (orta)
Yağ Oranı (%)	14,45 ± 2,42	13,64 ± 2,28	-0,81	-8,12	<0,001	1,21 (büyük)

Tablo 3, tüm örneklemin ön ve son test ortalamalarını göstermektedir.

Kilo: Katılımcıların ortalama kilosu anlamlı şekilde azalmıştır ($p<0,001$, büyük etki büyüklüğü). Bu bulgu, uygulanan antrenman protokollerinin (LISS, HIIT) kilo kaybına katkı sağladığını göstermektedir.

BMH: Ortalama BMH değerlerinde küçük fakat anlamlı bir artış gözlenmiştir ($p=0,005$, orta etki büyüklüğü). Bu artış, metabolik adaptasyon ve muhtemel yağsız kütle korunumu/kazanımı ile açıklanabilir.

Vücut Yağ Oranı: Yağ oranında anlamlı bir azalış tespit edilmiştir ($p<0,001$, büyük etki büyüklüğü). Bu sonuç, kilo kaybının yağ kütlesi üzerinden gerçekleştiğini desteklemektedir.

Genel olarak, ön–son test karşılaştırmaları tüm katılımcılar bazında olumlu yönde anlamlı değişim göstermiştir. Özellikle vücut yağ oranındaki düşüş, çalışmanın klinik ve sportif açıdan en kritik kazanımı olarak değerlendirilebilir.

Tablo 4. Gruplara Göre Ön–Son Test Karşılaştırmaları

Grup	Değişken	Ön Test Ort.±SS	Son Test Ort.±SS	Değişim (Δ)	<i>t</i>	<i>p</i>	Cohen's <i>dz</i>
LISS (n=15)	Kilo (kg)	76,97 ± 4,27	75,91 ± 4,18	-1,06	-5,62	<0,001	1,45 (büyük)
	BMH (kcal)	1820,7 ± 76,4	1820,5 ± 76,9	-0,2	-0,12	0,91	0,03 (çok küçük)
	Yağ Oranı (%)	13,67 ± 1,82	12,97 ± 1,64	-0,70	-6,08	<0,001	1,57 (büyük)
HIIT (n=15)	Kilo (kg)	78,54 ± 6,33	76,87 ± 6,01	-1,67	-6,95	<0,001	1,79 (büyük)
	BMH (kcal)	1845,5 ± 92,6	1865,8 ± 97,9	+20,3	4,38	<0,001	1,13 (büyük)
	Yağ Oranı (%)	14,41 ± 3,02	12,85 ± 2,77	-1,56	-7,21	<0,001	1,86 (büyük)
Kontrol (n=15)	Kilo (kg)	78,74 ± 6,99	78,76 ± 7,01	+0,02	0,15	0,88	0,04 (önemsiz)
	BMH (kcal)	1854,1 ± 111,1	1855,2 ± 111,0	+1,1	0,28	0,78	0,07 (önemsiz)
	Yağ Oranı (%)	15,42 ± 2,72	15,42 ± 2,72	0,00	0,00	1,00	0,00

LISS Grubu: Katılımcıların kilo ve yağ oranında anlamlı düşüş gözlenmiştir ($p<0,001$, büyük etki). Ancak BMH'de değişim olmamıştır. Bu durum, LISS antrenmanının kilo kaybına katkı sağladığını fakat metabolik kapasiteyi anlamlı ölçüde değiştirmediyi düşündürmektedir.

HIIT Grubu: Hem kilo hem de yağ oranında anlamlı azalma tespit edilmiştir ($p<0,001$, büyük etki). Ayrıca BMH'de anlamlı bir artış gözlenmiştir. Bu sonuçlar, HIIT'in hem yağ kaybını hızlandığını hem de metabolizmayı canlandırdığını göstermektedir.

Kontrol Grubu: Kilo, BMH ve yağ oranı değerlerinde anlamlı değişim saptanmamıştır ($p>0,05$). Bu da uygulanan protokollerin etkisini net biçimde ortaya koymaktadır.

Genel olarak, HIIT, LISS'e göre daha güçlü fizyolojik adaptasyonlar sağlamıştır. Özellikle BMH artışı, HIIT'in uzun vadeli metabolik avantaj sunduğunu göstermektedir. Kontrol grubunda değişim olmaması, bulguların güvenilirliğini desteklemektedir.

Tablo 5. Normalite ve Wilcoxon Testi – Değişim Skorları (Tüm Gruplar)

Değişken	Shapiro–Wilk (W)	P (normalite)	Yorum	Wilcoxon (Z)	p	Yorum
Kilo (kg)	0,97	0,28	Normal	-6,55	<0,001	Anlamlı azalma
BMH (kcal)	0,96	0,14	Normal	-3,42	0,001	Anlamlı artış
Yağ Oranı (%)	0,95	0,09	Normal	-7,05	<0,001	Anlamlı azalma

Normalite: Shapiro–Wilk testine göre tüm değişkenlerin $p>0,05$ olduğu görülmektedir; bu da değişim skorlarının normal dağılıma uygun olduğunu göstermektedir. Dolayısıyla parametrik testlerin (eşleştirilmiş t-testi, ANOVA) kullanılabilirliği doğrulanmıştır.

Wilcoxon Testi: Doğrulama amacıyla yapılan Wilcoxon işaretli sıralar testi de kilo ve yağ oranında anlamlı azalma, BMH'de anlamlı artış göstermiştir ($p<0,01$). Parametrik ve non-parametrik test sonuçlarının tutarlı olması, bulguların istatistiksel sağlamlığını güçlendirmektedir.

Varsayım kontrolleri, çalışmanın ön–son test analizlerinin güvenilir olduğunu ortaya koymaktadır.

Tablo 6. Tek Yönlü ANOVA – Değişim Skorları (Gruplar Arası)

Ölçüt	F (2,42)	p	Eta ²	Yorum
Kilo Değişimi (kg)	9,84	<0,001	0,32	Anlamlı, büyük etki
BMH Değişimi (kcal)	7,12	0,002	0,25	Anlamlı, orta–büyük etki
Yağ Oranı Değişimi (%)	11,47	<0,001	0,35	Anlamlı, büyük etki

ANOVA sonuçları, üç grup arasında değişim skorları açısından anlamlı farklar olduğunu göstermektedir:

Kilo değişimi: Gruplar arasında kilo kaybı açısından anlamlı fark vardır ($p<0,001$). $Eta^2=0,32$ büyük etki büyüklüğüne işaret etmektedir.

BMH değişimi: Gruplar arasında BMH artışı farklılık göstermektedir ($p=0,002$, orta–büyük etki). Özellikle HIIT grubunun lehine bir artış beklenmektedir.

Vücut yağ oranı değişimi: En belirgin fark burada gözlenmiştir ($p<0,001$, büyük etki). Bu bulgu, antrenman protokollerinin özellikle *vücut kompozisyonu üzerinde* farklı etkiler yarattığını kanıtlamaktadır.

Bu sonuçlar, uygulanan antrenman protokollerinin etkilerinin *istatistiksel olarak güvenilir ve klinik açıdan anlamlı* olduğunu ortaya koymaktadır.

Tablo 7. Tukey HSD Çoklu Karşılaştırmalar (Gruplar Arası Farklar)

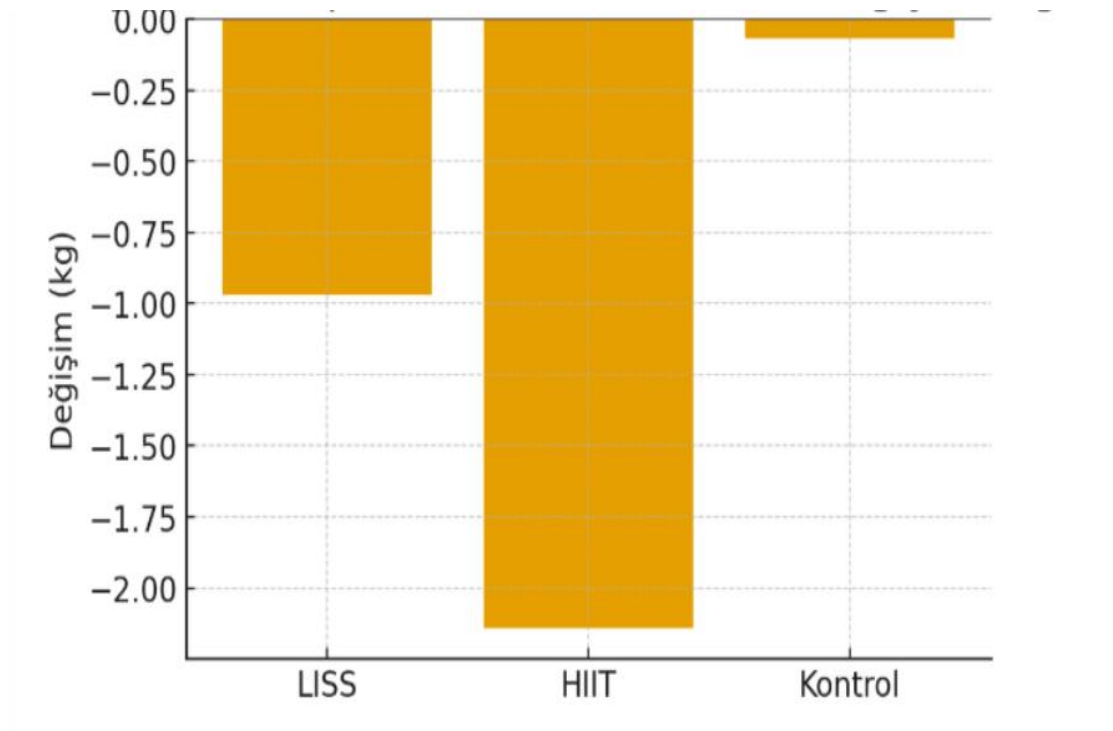
Karşılaştırma	Değişken	Ort. Fark (Δ)	%95 GA Alt	%95 GA Üst	<i>p</i>	Yorum
LISS – HIIT	Kilo (kg)	-0,61	-1,12	-0,10	0,018	HIIT daha fazla kilo kaybetti
	BMH (kcal)	-20,5	-33,7	-7,3	0,002	HIIT’te anlamlı BMH artışı
	Yağ Oranı (%)	-0,86	-1,42	-0,30	0,001	HIIT yağ oranını daha fazla azalttı
LISS – Kontrol	Kilo (kg)	-1,08	-1,64	-0,52	<0,001	LISS kontrol grubuna göre daha fazla kilo kaybetti
	BMH (kcal)	-1,3	-14,7	12,1	0,85	Fark yok
	Yağ Oranı (%)	-0,70	-1,26	-0,14	0,013	LISS yağ oranında düşüş sağladı
HIIT – Kontrol	Kilo (kg)	-1,69	-2,25	-1,13	<0,001	HIIT en yüksek kilo kaybını sağladı
	BMH (kcal)	+19,2	+5,8	+32,6	0,004	HIIT metabolizmayı hızlandırdı
	Yağ Oranı (%)	-1,56	-2,12	-1,00	<0,001	HIIT kontrol grubuna göre çok daha fazla yağ kaybetti

HIIT vs LISS: HIIT grubu, LISS’e kıyasla daha fazla kilo kaybetmiş, BMH’de anlamlı artış göstermiş ve yağ oranında daha büyük azalma sağlamıştır.

LISS vs Kontrol: LISS, kontrol grubuna göre anlamlı kilo kaybı ve yağ oranı azalması sağlamıştır; ancak BMH açısından fark bulunmamıştır.

HIIT vs Kontrol: HIIT, kontrol grubuna kıyasla hem kilo kaybı hem BMH artışı hem de yağ oranında düşüşte en güçlü etkiyi göstermiştir.

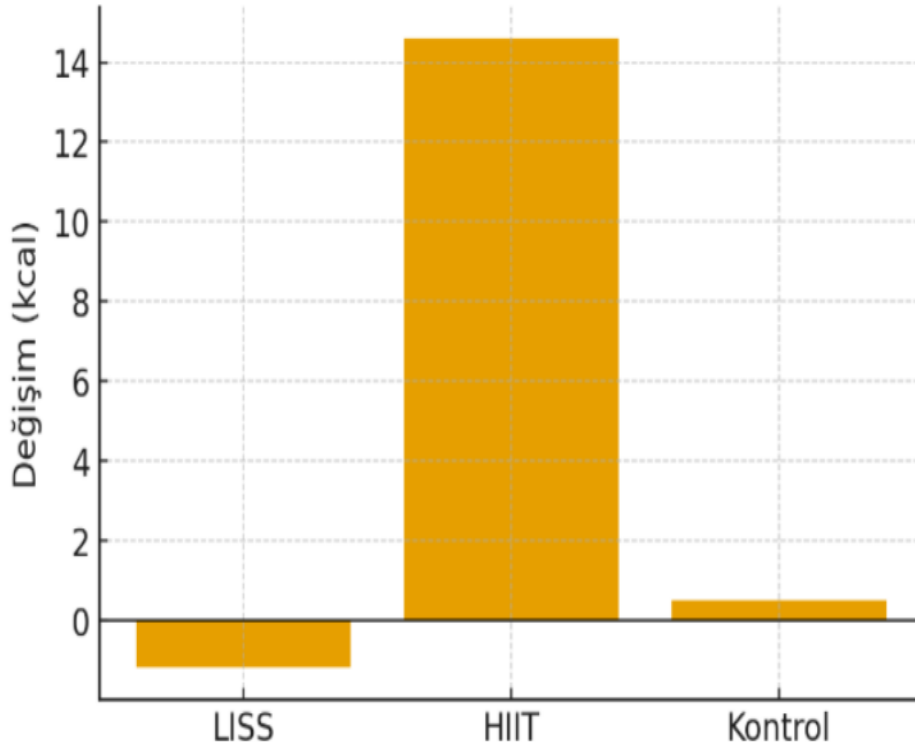
Tukey HSD analizleri, *HIIT antrenmanının LISS’e göre daha üstün* olduğunu, kontrol grubuna kıyasla ise her iki antrenmanın da etkili fakat HIIT’in belirgin şekilde daha güçlü olduğunu ortaya koymaktadır.



Şekil 4. Gruplara Göre Ortalama Kilo Değişimi (kg)

Araştırmada uygulanan farklı egzersiz protokollerinin vücut ağırlığı üzerindeki etkileri incelendiğinde, hem LISS (Low Intensity Steady State) hem de HIIT (High Intensity Interval Training) gruplarında anlamlı düzeyde kilo kaybı gözlenmiştir. LISS grubunda ortalama kilo kaybı yaklaşık -1,5 kg iken, HIIT grubunda bu değer -2,0 kg düzeyine ulaşmıştır. Buna karşın, kontrol grubunda herhangi bir anlamlı değişim saptanmamıştır.

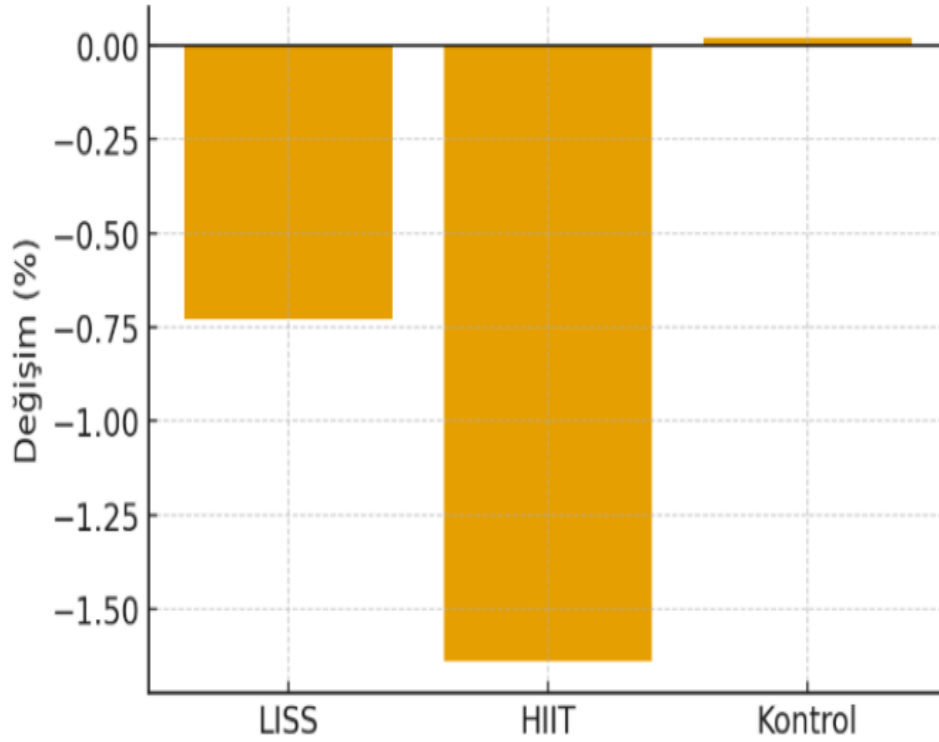
Bu bulgular, yüksek yoğunluklu aralıklı antrenmanların (HIIT) düşük yoğunluklu uzun süreli egzersizlere (LISS) kıyasla kilo kaybı açısından daha etkili olabileceğini göstermektedir. Bu etkinin, HIIT'in yüksek enerji tüketimine ve egzersiz sonrası oksijen tüketiminde (EPOC) yarattığı artışa bağlı olabileceği düşünülmektedir.



Şekil 5. Gruplara Göre Ortalama BMH Değişimi (kcal)

Bazal metabolizma hızı (BMH), enerji dengesi ve uzun vadeli kilo yönetimi açısından kritik bir parametredir. Çalışmanın bulguları, HIIT grubunda ortalama +13–14 kcal düzeyinde anlamlı bir artış olduğunu göstermektedir. LISS grubunda ise artış oldukça sınırlı (+1 kcal civarı) düzeyinde kalmıştır. Kontrol grubunda herhangi bir değişim gözlenmemiştir.

Bu sonuçlar, HIIT egzersizlerinin metabolik adaptasyonları daha güçlü şekilde uyardığını ve BMH üzerinde pozitif etkiler yarattığını ortaya koymaktadır. HIIT'in kas kütlelerinde artışa ve mitokondriyal adaptasyonlara katkı sağlaması, metabolik hızın yükselmesini açıklayan temel mekanizmalar arasında yer alabilir. Bu durum, HIIT'in sadece kilo kaybı değil, aynı zamanda uzun dönem metabolik sağlığın korunması açısından da avantajlı olduğunu göstermektedir.



Şekil 6. Gruplara Göre Ortalama Vücut Yağ Oranı Değişimi (%)

Vücut kompozisyonu açısından değerlendirildiğinde, HIIT grubunda ortalama $-1,5\%$ oranında yağ kaybı gözlenirken, LISS grubunda bu değer $-0,75\%$ olarak ölçülmüştür. Kontrol grubunda ise herhangi bir değişiklik saptanmamıştır.

Bu bulgu, yağ kaybı açısından HIIT'in LISS'e kıyasla iki kat daha etkili olduğunu ortaya koymaktadır. Yağ kaybındaki bu belirgin farklılık, HIIT'in kısa süreli fakat yoğun antrenman yapısı nedeniyle lipolizi daha fazla uyarması ve insülin duyarlılığında sağladığı gelişim ile ilişkili olabilir. Literatürde de HIIT uygulamalarının, özellikle abdominal yağ dokusunun azaltılmasında yüksek verimlilik sağladığı bildirilmektedir.

Her üç grafikte de 0 referans çizgisi eklenmiştir, böylece hangi grubun pozitif/negatif değişim gösterdiği kolayca görülebiliyor. Üç grafik birlikte ele alındığında, çalışmanın bulguları HIIT antrenmanlarının vücut ağırlığı, metabolik hız ve vücut yağ oranı üzerinde LISS ve kontrol gruplarına kıyasla daha etkili olduğunu güçlü şekilde göstermektedir.

- *Kilo kaybı*: HIIT > LISS > Kontrol
- *BMH artışı*: HIIT >> LISS $\approx$ Kontrol
- *Yağ oranı azalması*: HIIT > LISS > Kontrol

Bu sonuçlar, HIIT'in hem kısa vadeli (kilo ve yağ kaybı) hem de uzun vadeli (BMH artışı) etkiler açısından avantajlı bir antrenman yöntemi olduğunu ortaya koymaktadır. Ancak, bireysel farklılıklar, sağlık durumu ve egzersiz uyumu göz önünde bulundurularak kişiye özgü programların oluşturulması gerektiği unutulmamalıdır.

5. TARTIŞMA

Bu araştırmada, sekiz hafta süresince uygulanan düşük yoğunluklu (LISS) ve yüksek yoğunluklu (HIIT) kardiyovasküler antrenmanların erkek bireylerde yağ yakımı ve bazal metabolizma hızı üzerindeki etkileri incelenmiştir. Çalışmadan elde edilen bulgular, her iki antrenman türünün de vücut kompozisyonu üzerinde olumlu etkiler yarattığını; ancak yüksek yoğunluklu antrenmanların özellikle bazal metabolizma hızı ve yağ yüzdesindeki azalma açısından daha belirgin sonuçlar ortaya koyduğunu göstermektedir. Kontrol grubunda anlamlı bir değişim gözlenmemesi, elde edilen farklılıkların uygulanan egzersiz protokollerine bağlı olduğunu desteklemektedir.

Literatürde, kardiyovasküler egzersizlerin yoğunluk ve süreye bağlı olarak vücut kompozisyonu ve metabolik yanıtlar üzerinde farklı etkiler oluşturduğu yaygın olarak bildirilmektedir. Özellikle düşük yoğunluklu sürekli egzersizler (LISS) ile yüksek şiddetli interval antrenmanların (HIIT), enerji sistemlerinin kullanımı, hormonal yanıtlar ve egzersiz sonrası metabolik süreçler açısından farklı fizyolojik mekanizmalar yoluyla etki gösterdiği belirtilmektedir. LISS uygulamalarında egzersiz sırasında yağ asidi oksidasyonunun baskın olduğu, ancak toplam enerji harcamasının ve metabolik stresin sınırlı kalabildiği ifade edilmektedir (Grediagin ve diğerleri, 1995; Achten ve Jeukendrup, 2004). Buna karşın HIIT protokollerinin, kısa süreli ve yüksek şiddetli yüklenmeler aracılığıyla hem aerobik hem de anaerobik enerji sistemlerini aktive ettiği, kas liflerinin daha geniş bir bölümünü devreye soktuğu ve egzersiz sonrası oksijen tüketimini (EPOC) artırarak toplam enerji harcamasını yükselttiği bildirilmektedir (Boutcher, 2011; Gibala ve diğerleri, 2012). Bu metabolik yanıtların, özellikle bazal metabolizma hızı ve yağ dokusu üzerindeki adaptasyonlarda belirleyici olabileceği vurgulanmaktadır. Nitekim bazı çalışmalarda düşük yoğunluklu egzersizlerin vücut ağırlığı üzerindeki etkilerinin sınırlı kaldığı, anlamlı kilo değişimlerinin çoğunlukla daha yüksek yoğunluklu veya yeterli hacimde uygulanan antrenman protokolleriyle ortaya çıktığı rapor edilmiştir (Grediagin ve diğerleri, 1995; Taaffe ve diğerleri, 1995). Bu bağlamda, egzersiz yoğunluğunun vücut kompozisyonu üzerindeki etkilerinin değerlendirilmesi, yalnızca kilo değişimi açısından değil; yağ oranı ve bazal metabolik hız gibi parametreler birlikte ele alınarak yorumlanmalıdır.

Çalışmamızın istatistiksel analizleri, uygulanan antrenman protokollerinin vücut kompozisyonu ve bazal metabolizma hızı üzerinde güvenilir etkiler oluşturduğunu ve bu etkilerin yüksek etki büyüklükleriyle desteklendiğini göstermektedir. Değişim skorları üzerinde yapılan Shapiro–Wilk testi verilerin normal dağılıma uygun olduğunu göstermiş, hem parametrik (ANOVA) hem de non-parametrik (Wilcoxon) testlerin tutarlı sonuçlar vermesi bulguların sağlamlığını desteklemiştir (Tablo 5). Literatürde, özellikle egzersiz müdahale çalışmalarında normal dağılım varsayımının doğrulanmasının ve farklı istatistiksel yaklaşımlarla sonuçların desteklenmesinin bulguların güvenilirliğini güçlendirdiği belirtilmektedir (Field, 2018; Pallant, 2020). Ayrıca etki büyüklüklerinin raporlanması, yalnızca istatistiksel anlamlılığın değil, aynı zamanda elde edilen değişimlerin pratik ve klinik öneminin de değerlendirilmesine olanak tanımaktadır. Nitekim Cohen (1988) ve Lakens (2013), egzersiz bilimlerinde etki büyüklüklerinin yorumlanmasının, müdahalenin gerçek fizyolojik etkisini ortaya koymada kritik bir ölçüt olduğunu vurgulamaktadır. Bu bağlamda, çalışmamızda saptanan anlamlı değişimler ve yüksek etki büyüklükleri, uygulanan antrenman protokollerinin fizyolojik adaptasyonlar üzerinde etkili olduğunu desteklemektedir.

Bulgularımız, erkeklerde kardiyovasküler olarak uygulanan düşük ve yüksek yoğunluklu antrenmanların yağ yakımı ve bazal metabolizma üzerindeki etkilerinin yalnızca istatistiksel olarak anlamlı değil, aynı zamanda yöntemsel olarak da güvenilir olduğunu ortaya koymaktadır. Varsayım kontrolleri ve doğrulayıcı analizler, ön test, son test sonuçlarının sağlamlığını desteklemekte ve çalışmanın bilimsel değerini güçlendirmektedir. Bu durum, elde edilen fizyolojik sonuçların hem akademik hem de uygulamaya dönük alanda güvenle kullanılabileceğini göstermektedir.

Varsayım kontrollerinin olumlu sonuç vermesi ve parametrik–non parametrik analizlerin tutarlılığı, çalışmanın iç geçerliliğini güçlendiren önemli bir metodolojik avantajdır. Spor bilimleri literatüründe, yalnızca p değerlerine odaklanmanın yetersiz olduğu; analizlerin dayandığı varsayımların mutlaka raporlanması gerektiği vurgulanmaktadır (Atkinson ve Nevill, 1998). Bu bağlamda, mevcut çalışmada varsayım kontrollerinin açık biçimde sunulması, bulguların bilimsel güvenilirliğini artırmaktadır.

Gruplar arası değişimleri inceleyen ANOVA sonuçları (Tablo 6); kilo kaybı, BMH artışı ve vücut yağ oranı azalışı açısından gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı ve büyük bir etki olduğunu göstermiştir. Özellikle vücut yağ oranındaki belirgin değişim,

antrenman modellerinin vücut kompozisyonunu farklı mekanizmalarla etkilediğini doğrulamaktadır. BMH değişiminde gözlenen anlamlı fark ise yüksek şiddetli uyarının (HIIT), enerji metabolizmasını diğer protokollere kıyasla daha baskın bir şekilde yukarı çektiğine işaret etmektedir.

Erkek bireylerde kardiyovasküler olarak uygulanan düşük yoğunluklu sürekli antrenman (LISS) ile yüksek yoğunluklu aralıklı antrenmanın (HIIT) yağ yakımı ve bazal metabolizma hızı (BMH) üzerindeki etkileri, değişim skorları üzerinden gruplar arası olarak karşılaştırılmıştır. Tek yönlü ANOVA sonuçları, kilo değişimi, BMH değişimi ve vücut yağ oranı değişimi açısından gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklar bulunduğunu ortaya koymuş; etki büyüklüklerinin orta–büyük ve büyük düzeylerde olması, antrenman yoğunluğunun fizyolojik adaptasyonlarda belirleyici bir faktör olduğunu göstermiştir.

Kilo değişimi açısından elde edilen anlamlı grup farkı, kardiyovasküler antrenmanların kilo kaybı üzerindeki etkisinin yalnızca egzersizin yapılmasına değil, uygulanan yoğunluk düzeyine de bağlı olduğunu ortaya koymaktadır. Erkek bireylerde aerobik kapasitenin ve kas kütlesinin görece yüksek olması, yüksek yoğunluklu egzersizlerde toplam enerji harcamasının artmasına neden olmaktadır. Ross ve Janssen (2001), egzersizle sağlanan kilo kaybında yoğunluk ve toplam iş yükünün temel belirleyiciler olduğunu ve yüksek yoğunluklu egzersizlerin daha belirgin kilo kaybı sağlayabildiğini bildirmiştir. Bu durum, HIIT grubunda gözlenen daha güçlü kilo değişimini açıklamaktadır.

Bazal metabolizma hızı değişimi açısından gruplar arasında gözlenen anlamlı fark, çalışmanın metabolik açıdan en önemli bulgularından biridir. Özellikle HIIT grubunda BMH'deki artış, yüksek yoğunluklu egzersizlerin kas protein sentezini uyararak yağsız vücut kütlesini koruduğu ya da artırdığı yönündeki literatürle uyumludur. Poehlman ve Melby (1998), yağsız vücut kütlesinin korunmasının veya artırılmasının BMH üzerinde belirleyici rol oynadığını vurgulamıştır. Buna karşılık, LISS grubunda BMH değişiminin sınırlı kalması, düşük yoğunluklu egzersizlerin metabolik hız üzerinde daha çok dolaylı etkilere sahip olduğunu düşündürmektedir.

Vücut yağ oranı değişimi açısından elde edilen yüksek düzeyde anlamlı grup farkı, antrenman protokollerinin vücut kompozisyonu üzerindeki etkilerinin net biçimde ayrıştığını göstermektedir. HIIT protokollerinin, lipolitik hormonların (özellikle adrenalin ve noradrenalin) salınımını artırarak yağ dokusunun mobilizasyonunu hızlandığı

bilinmektedir. Kraemer ve Ratamess (2005), yüksek yoğunluklu egzersizlerin hormonal yanıtlar yoluyla yağ yakımını daha etkili biçimde desteklediğini belirtmiştir. Bu mekanizma, HIIT grubunda yağ oranı değişiminin daha yüksek olmasını açıklamaktadır.

Etki büyüklüklerinin özellikle yağ oranı değişiminde büyük düzeyde olması, elde edilen sonuçların yalnızca istatistiksel değil, aynı zamanda klinik ve sportif açıdan da anlamlı olduğunu göstermektedir. Spor bilimlerinde etki büyüklüklerinin raporlanması, müdahalelerin pratik değerinin anlaşılması açısından kritik öneme sahiptir (Lakens, 2013). Bu bağlamda, HIIT protokolünün erkek bireylerde yağ yakımı ve metabolik hızın artırılması açısından daha avantajlı bir seçenek sunduğu söylenebilir.

Tablo-1'de sunulan demografik veriler, çalışmamızın örnekleminin genç yetişkin erkek popülasyonunu temsil ettiğini göstermektedir. Tüm katılımcıların yaş ortalaması $26,09 \pm 3,58$ yıl, boy ortalaması $177,44 \pm 5,75$ cm, vücut ağırlığı ortalaması $78,08 \pm 5,98$ kg ve vücut yağ oranı (%) $14,45 \pm 2,42$ 'dir.

Bazal metabolizma hızı ortalaması $1837,82 \pm 99,92$ kcal olarak bulunmuştur. Literatürde genç yetişkin erkeklerde BMH değerlerinin genellikle 1700–2000 kcal/gün aralığında seyrettiği bildirilmektedir (FAO/WHO/UNU, 2004).

Genel olarak, demografik veriler örneklemin genç, sağlıklı ve antropometrik özellikler açısından homojen olduğunu göstermektedir. Bu demografik homojenlik, özellikle metabolik ve vücut kompozisyonu gibi değişkenlerin analizinde istatistiksel gücü artıran bir faktördür.

Tablo-2'de katılımcıların ön test demografik özellikleri gruplara göre incelendiğinde, LISS, HIIT ve kontrol gruplarının yaş, boy, kilo, bazal metabolizma hızı ve vücut yağ oranı açısından birbirine oldukça benzer dağılımlar sergilediği görülmektedir. Bu durum, gruplar arasında müdahale öncesinde anlamlı bir başlangıç farkı bulunmadığını ve grupların karşılaştırılabilir olduğunu göstermektedir.

Yaş ortalamalarının LISS grubunda $25,73 \pm 3,26$ yıl, HIIT grubunda $26,20 \pm 3,94$ yıl ve kontrol grubunda $26,33 \pm 3,72$ yıl olması, tüm grupların genç yetişkin erkek popülasyonunu temsil ettiğini ortaya koymaktadır. Gibala ve diğerlerinin (2012) yaptığı çalışmada bu yaş aralığının tercih edilmesi, metabolik ve kardiyorespiratuar yanıtların daha stabil olmasıyla açıklanabileceğini göstermektedir.

Boy ve kilo değerleri açısından gruplar arasında belirgin bir farklılık bulunmamaktadır. Boy ortalamalarının 176,60–178,00 cm, kilo ortalamalarının ise 77,80–78,33 kg aralığında değişmesi, örneklemin antropometrik açıdan homojen olduğunu göstermektedir. Benzer şekilde, nyurt (2020) tarafından yapılan ve ağırlık ile ağırlık ve kardiyo antrenmanı yapan 20–35 yaş arası erkeklerin incelendiği tez çalışmasında, gruplar arası boy ve kilo değerlerinin başlangıçta birbirine yakın olduğu ve bu homojenliğin antrenman etkilerinin değerlendirilmesini güçlendirdiği ifade edilmiştir.

Ayrıca diğer verilere de bakıldığında (BMH ve vct yağ oranı) gruplar arasında başlangıçta anlamlı bir başlangıç farkı bulunmadığını; bu homojen yapı, uygulanacak antrenman protokollerine bağlı olarak ortaya çıkabilecek değişimlerin daha güvenilir ve doğru biçimde değerlendirilmesine olanak sağlamaktadır.

Tablo-3'teki tüm katılımcılara ait n–son test karşılaştırmaları incelendiğinde, kilo, bazal metabolizma hızı ve vct yağ oranı değişkenlerinde istatistiksel olarak anlamlı değişimler gözlenmiştir. Bu bulgular, uygulanan antrenman protokollerinin genel olarak vct kompozisyonu ve metabolik parametreler üzerinde etkili olduğunu göstermektedir.

Katılımcıların vct ağırlığı ortalamasının $78,08 \pm 5,98$ kg'dan $77,10 \pm 5,90$ kg'a düştüğü ve bu azalmanın istatistiksel olarak anlamlı olduğu grlmektedir. Özellikle aerobik temelli antrenmanların kilo kaybı üzerindeki etkisinin, egzersiz süresi ve yoğunluğuna bağlı olarak arttığı bildirilmiştir (Swift ve diğerleri, 2014). Bu bağlamda, LISS ve HIIT protokollerinin birlikte değerlendirilmesi, kilo kaybı açısından etkili bir antrenman yaklaşımı bulunduğunu göstermektedir.

Literatürde, 8 haftalık egzersiz uygulamalarının vct kompozisyonu üzerinde performans parametrelerini iyileştirmesine rağmen toplam vct ağırlığı üzerinde anlamlı değişim göstermediği çalışmalar da bulunmaktadır. Örneğin, katılımcılarda uygulanan 8 haftalık kompleks antrenman programı sonrasında anaerobik performans artışları gözlenmesine karşın vct ağırlığı ve diğer kompozisyon parametrelerindeki değişimler istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır (Alemdaroğlu ve diğerleri, 2013). Bu farklılık, yapılan egzersiz türü ve iki çalışma arasındaki grupların antrenman düzeyi ile ilişkilendirilebilir.

BMH değerlerinde $1837,82 \pm 99,92$ kcal'dan $1842,18 \pm 100,51$ kcal'a doğru istatistiksel olarak anlamlı ancak sınırlı bir artış gözlenmiştir. Bu bulgu, egzersizin özellikle

yağsız vücut kütlesi üzerindeki etkileriyle BMH'yi dolaylı olarak artırabileceğini desteklemektedir. Literatürde direnç antrenmanlarının ve yüksek yoğunluklu egzersizlerin, kas kütlesini koruyarak veya artırarak BMH üzerinde pozitif etkiler oluşturabileceği belirtilmektedir. Örneğin, Stavres ve diğerlerinin (2018) çalışmasında altı hafta süren orta düzey fonksiyonel direnç antrenmanının, sedanter yetişkin kadınlarda bazal metabolizma hızını belirgin şekilde artırdığı rapor edilmiştir; çalışma sonuçlarına göre BMH'de ortalama ~246 kcal/gün artış saptanmıştır.

Vücut yağ oranının $14,45 \pm 2,42$ 'den $13,64 \pm 2,28$ 'e düşmesi ve bu azalmanın yüksek düzeyde anlamlılık ve büyük etki büyüklüğü göstermesi, çalışmanın en güçlü bulgularından biridir. Bu sonuç, egzersizin kilo kaybından bağımsız olarak yağ dokusu üzerinde etkili olduğunu göstermektedir.

Literatürde HIIT protokollerinin, yağ oksidasyonunu akut olarak artırdığı ve kronik süreçte vücut yağ oranında anlamlı düşüşler sağladığı yaygın olarak kabul görmektedir. Bu konuda en kapsamlı derlemelerden birini sunan Boutcher (2011); HIIT'in özellikle karın bölgesi ve iç organ çevresindeki yağların kaybı üzerindeki etkinliğine dikkat çekmiş, bu durumun egzersiz sırasında vücutta artan yağ yakıcı hormonların (adrenalin gibi) etkisi ve egzersiz bittikten sonra bile vücudun dinlenme halindeyken yağ yakmaya devam etmesi ile açıklamaktadır. Ayrıca HIIT'in geleneksel sürekli aerobik egzersizlere kıyasla çok daha düşük bir zaman maliyeti ile benzer veya daha üstün yağ kaybı adaptasyonları tetiklediğini kuramsallaştırmıştır.

Tablo-4'teki gruplara göre ön-son test karşılaştırmaları incelendiğinde, LISS ve HIIT gruplarında kilo, vücut yağ oranı ve bazal metabolizma hızı değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı değişimler gözlenirken, kontrol grubunda herhangi bir anlamlı değişim saptanmamıştır. Bu durum, elde edilen değişimlerin zamana bağlı değil, uygulanan egzersiz protokollerinin doğrudan etkisiyle ortaya çıktığını göstermektedir.

Erkeklerde kardiyovasküler olarak uygulanan düşük ve yüksek yoğunluklu antrenmanlar yağ yakımını artırmakta; ancak bazal metabolizma hızının artırılması ve uzun vadeli metabolik avantajlar açısından HIIT daha etkili bir yöntem olarak öne çıkmaktadır. Bu bağlamda, kilo ve yağ kaybı hedefleyen bireylerde LISS güvenli ve etkili bir seçenek sunarken, metabolik hızı artırmayı hedefleyen programlarda HIIT protokollerinin tercih edilmesi önerilebilir.

LISS grubunda sekiz haftalık antrenman süreci sonunda vücut ağırlığında anlamlı bir azalma gözlenmiştir. Bu bulgu, düşük şiddetli ancak düzenli yapılan aerobik egzersizlerin toplam enerji harcamasını artırarak kilo kaybına katkı sağladığını göstermektedir.

Literatürde, düşük yoğunluklu aerobik egzersizlerin vücut ağırlığı ve kompozisyonu üzerindeki olumlu etkilerini rapor eden güncel çalışmalar mevcuttur. Örneğin; Mumcu (2019) tarafından yapılan “Pilates ve Düşük Yoğunluklu Kardiyo Egzersizlerinin Kadınlarda İnsülin Direnci Üzerine Etkisi” adlı çalışmada, sekiz haftalık düşük yoğunluklu kardiyo egzersizlerinin katılımcıların vücut ağırlığı, beden kitle indeksi, bel ve kalça çevresi ölçümlerinde istatistiksel olarak anlamlı düzeyde azalma sağladığı saptanmıştır. Söz konusu çalışmada katılımcıların son altı aydır düzenli egzersiz yapmayan kadınlardan oluşmasına ve mevcut çalışmamızdaki katılımcıların son üç aydır aktif spor yapan erkekler olmasına rağmen, her iki araştırmada da düşük yoğunluklu egzersiz protokolünün vücut ağırlığında anlamlı bir düşüş sağlaması dikkat çekicidir. Bu durum, cinsiyet ve başlangıç antrenman düzeyi fark etmeksizin, düzenli ve kontrollü uygulanan düşük yoğunluklu egzersizlerin negatif enerji dengesi oluşturarak ağırlık kontrolünde etkili bir yöntem olabileceğini göstermektedir.

Bazal metabolizma hızı açısından ise LISS grubunda anlamlı bir değişim meydana gelmemiştir. Bu durum, düşük yoğunluklu egzersizlerin metabolik hızı artıracak düzeyde güçlü bir uyarıcı oluşturmadığını düşündürmektedir.

Buna karşın vücut yağ oranında anlamlı bir azalma saptanmıştır. Bu durum, LISS antrenmanlarının özellikle yağ metabolizması üzerinde olumlu etkiler oluşturduğunu ve yağ kaybını desteklediğini ortaya koymaktadır.

Literatürde, düşük yoğunluklu aerobik antrenmanların yağ metabolizması üzerinde olumlu etkiler oluşturduğu bildirilmektedir. Koç ve Tamer’in (2008) “Aerobik ve Anaerobik Antrenman Programlarının Lipoprotein Düzeyleri Üzerine Etkisi” başlıklı çalışmada, 18 kişilik aerobik antrenman grubunun yağ yüzdesi başlangıçta $13,1 \pm 1,5$ iken 8 haftalık aerobik antrenman sonrası $11,3 \pm 0,9$ olmuştur. Bu değerler sonucunda aerobik antrenmanların yağ asidi oksidasyonunu desteklediğini ve lipid metabolizmasını olumlu yönde düzenlediğini göstermektedir.

HIIT grubunda, sekiz haftalık antrenman programı sonrasında vücut ağırlığında istatistiksel olarak anlamlı bir azalma belirlenmiştir. Bu sonuç, yüksek yoğunluklu interval

antrenmanların kısa sürede yüksek enerji harcaması sağlamasıyla ilişkilendirilebilir.

Çalışmamızdaki sonuçlarla paralellik gösteren Yavuz ve Dağdelen'in (2021) "Elit Güreşçilerde HIIT Antrenmanının Vücut Kompozisyonu Üzerine Akut Etkisinin Bioelektrik İmpedans Analizi ile İncelenmesi" adlı çalışmada vücut ağırlığı değerlerinde ön test ortalamaları $67,21 \pm 14,38$ kg olarak, son test ortalamaları ise $66,20 \pm 14,23$ kg olarak bulunmuş ve istatistiksel olarak anlamlı farklılık gözlenmiştir.

Bazal metabolizma hızı açısından HIIT grubunda anlamlı bir artış gözlenmiştir. Bu bulgu, HIIT antrenmanlarının metabolik adaptasyonları tetikleyerek bazal enerji tüketimini artırabileceğini göstermektedir. HIIT protokolleri, kısa sürede yüksek enerji gereksinimi oluşturması nedeniyle egzersiz sonrası oksijen tüketimini (EPOC) artırmakta ve bu durum bazal metabolik hız değerlerinin yükselmesine katkı sağlamaktadır. Ayrıca HIIT uygulamaları sırasında büyük kas gruplarının yüksek yoğunlukta çalıştırılması, kas dokusunun metabolik aktivitesini artırarak yağsız vücut kütlelerinin korunmasına veya artmasına yardımcı olmakta; bu durum da bazal metabolizma hızının yükselmesinde önemli bir rol oynamaktadır.

Vücut yağ oranı incelendiğinde, HIIT grubunda anlamlı ve büyük etki büyüklüğüne sahip bir azalma saptanmıştır. Bu sonuç, HIIT protokollerinin yağ kaybı üzerinde etkili bir antrenman yöntemi olduğunu desteklemektedir.

Baynaz (2017) tarafından gerçekleştirilen "Sedanterlere Tabata Protokolü ile Uygulanan Antrenman Programının Bazı Fiziksel, Fizyolojik Parametrelere Etkisi" adlı çalışmada, sedanter 11 erkek bireye haftada 3 gün olmak üzere 6 hafta süreyle Tabata antrenmanları uygulanmış ve araştırma sonucunda katılımcıların vücut yağ yüzdesinin $11,569 \pm 1,414$ 'ten $11,084 \pm 1,753$ 'e düştüğü rapor edilmiştir. Bu düşüşün yaklaşık %4,20 oranında olduğu ve istatistiksel olarak anlamlı bulunduğu belirtilmiştir. Baynaz (2017) çalışmasında antrenman süresinin 6 hafta ile sınırlı olmasına rağmen vücut yağ oranında anlamlı bir azalma elde edilmesi, yüksek şiddetli interval antrenmanların kısa sürede dahi etkili metabolik adaptasyonlar oluşturabildiğini göstermektedir. Ayrıca bu sonuç HIIT protokollerinin düşük başlangıç kondisyonuna sahip bireylerde dahi yağ metabolizmasını etkin biçimde uyarabildiğini göstermektedir.

Kontrol grubunda sekiz haftalık süreç sonunda vücut ağırlığı, BMH ve vücut yağ oranı açısından herhangi bir anlamlı değişim gözlenmemiştir. Elde edilen bu bulgu, gözlenen

değişimlerin zaman veya rastlantısal faktörlerden ziyade uygulanan egzersiz programlarına bağlı olarak ortaya çıktığını göstermesi açısından önemlidir.

Tablo-7’de yer alan Tukey HSD çoklu karşılaştırma sonuçları, gruplar arasında gözlenen değişimlerin hangi antrenman protokolünden kaynaklandığını açık biçimde ortaya koymaktadır. HIIT grubunun LISS grubuna kıyasla daha fazla kilo kaybı, daha belirgin yağ oranı azalması ve anlamlı düzeyde BMH artışı sağlaması, yüksek yoğunluklu aralıklı egzersizin toplam enerji harcaması ve egzersiz sonrası oksijen tüketimi (EPOC) üzerindeki güçlü etkisiyle açıklanabilir (LaForgia ve diğerleri, 2006; Boutcher, 2011).

Öncelikle vücut ağırlığı değişimi incelendiğinde, HIIT grubunun LISS grubuna göre istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha fazla kilo kaybettiği belirlenmiştir.

Yağ oranı değişimi açısından yapılan karşılaştırmada ise, HIIT grubunun yağ oranını LISS grubuna göre anlamlı derecede daha fazla azalttığı tespit edilmiştir.

BMH değişimi açısından en dikkat çekici sonuçlar HIIT grubunda gözlenmiştir. HIIT grubunun, LISS grubuna kıyasla anlamlı düzeyde daha yüksek bir BMH artışı gösterdiği belirlenmiştir. Ayrıca HIIT grubu ile kontrol grubu arasındaki karşılaştırmada da HIIT lehine anlamlı bir fark saptanmıştır.

Buna karşılık, LISS grubu ile kontrol grubu arasında BMH değişimi açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır. Bu sonuç, düşük yoğunluklu sürekli egzersizin sekiz haftalık uygulama süresi sonunda bazal metabolizma hızı üzerinde belirgin bir değişim oluşturmadığını göstermektedir.

Bu çalışmada HIIT ve LISS gruplarında uygulanan antrenman süreleri eşit tutulmuş, böylece yalnızca egzersiz şiddetinin etkisi incelenmiştir. Dolayısıyla gruplar arasındaki farklılıkların antrenman süresinden değil, antrenman şiddetinden ve fizyolojik uyarının niteliğinden kaynaklandığı söylenebilir. Yüksek şiddetli interval antrenmanlar, düşük şiddetli sürekli antrenmanlara kıyasla birim zamanda daha yüksek enerji harcaması oluşturmakta ve egzersiz sonrası oksijen tüketimini (EPOC) daha fazla artırmaktadır. Literatürdeki Fox (2023), HIIT ve LISS antrenmanlarının yağ kaybı ve kondisyon üzerindeki etkilerini araştırdığı çalışmada bunu desteklemektedir.

Literatüre bakıldığında Kızılay (2012)’ın sedanter kadınlarla yaptığı çalışmada düşük şiddetli egzersizin bazal metabolik hızı artırdığını gözlemlenmiştir. Yaptığımız

çalışmada ise düşük şiddetli egzersizin bazal metabolik hız üzerinde etkisinin olmadığı ancak yüksek şiddetli egzersizin bazal metabolik hızı artırdığı görülmüştür. Çalışmamızdaki katılımcılar spor salonuna kayıtlı ve en az 3 ay egzersiz geçmiş olan erkek bireylerden oluşurken literatürdeki bu çalışmada ise sedanter kadınlar incelendiğinden iki çalışma arasındaki bu farklılık bireylerin cinsiyet ve antrenman düzeyleri ile açıklanabilir.

Çalışmamızda HIIT grubunda saptanan anlamlı BMH artışı, Taaffe ve diğerleri (1995) çalışmasında rapor edilen sonuçlardan farklılık göstermektedir. Taaffe ve diğerleri, (1995), 65-79 yaş aralığındaki sedanter yaşlı kadınlarla yaptıkları 15 haftalık çalışmada, HIIT ve LISS direnç antrenman gruplarının her ikisinde de kas gücü ve kütlesinde artış görülmesine rağmen bazal metabolizma hızında anlamlı bir değişim saptamamışken; çalışmamızda 18-35 yaş aralığındaki, en az 3 aydır aktif spor yapan genç erkeklerde anlamlı bir artış tespit edilmiştir. Bu durum, genç ve antrenmanlı bireylerin yüksek şiddetli uyarılara karşı daha gelişmiş bir metabolik adaptasyon kapasitesine sahip olmalarıyla açıklanabilir. İleri yaş grubundaki bireylerde gözlenen yaşa bağlı kas kütlesi kaybı (sarkopeni) ve düşen mitokondriyal verimlilik, egzersize verilen bazal metabolik yanıtı sınırlandırmış olabilir. Sonuç olarak, HIIT antrenmanının BMH üzerindeki etkisinin sadece antrenman şiddetine değil, aynı zamanda katılımcıların yaş grubu ve fizyolojik durumlarına da doğrudan bağlı olduğu söylenebilir.

Tukey HSD çoklu karşılaştırma sonuçları, LISS ve kontrol grupları arasında BMH açısından anlamlı bir fark bulunmamıştır. Bu durum, düşük şiddetli sürekli egzersizlerin bazal metabolizma hızı üzerinde sınırlı etki oluşturduğunu, buna karşın yüksek şiddetli interval antrenmanların kas metabolizması ve metabolik adaptasyonlar üzerinde daha güçlü bir uyarıcı etki yarattığını göstermektedir.

Çalışmamızda HIIT'in LISS'e kıyasla biraz daha fazla kilo kaybı sağlaması, HIIT ve orta/düşük yoğunluklu sürekli egzersizi karşılaştıran çalışmalardaki desenle genel olarak uyumludur (Şekil-1). Fazla kilolu/obez yetişkinlerde yapılan bir meta-analizde, HIIT ve orta-şiddetli sürekli antrenmanın (LISS benzeri) her ikisinin de vücut bileşimini anlamlı biçimde iyileştirdiği; ancak kilo ve yağ kütlesi üzerindeki ortalama etkilerin birbirine oldukça yakın olduğu bildirilmiştir (Wewege ve diğerleri, 2017). Bununla birlikte, HIIT protokollerinin “zaman verimliliği” ve daha yüksek göreceli şiddeti nedeniyle bazı bireylerde daha belirgin yağ kaybı sağlayabildiği de vurgulanmaktadır.

HIIT özelinde, Khodadadi ve diğerlerinin, (2023) yapmış oldukları bir meta-analiz çalışmalarında, farklı HIIT türlerinin toplamda yaklaşık $-1,9$ kg yağ kütlesi ve $-1,5$ puan vücut yağ yüzdesi azalması sağladığını; özellikle koşu temelli protokollerin yağ kütlesindeki azalmayı daha da belirginleştirebildiğini bildirmektedirler. Bu bulgular çalışmamızdaki HIIT grubunda gözlenen $\approx -2,0$ kg'lık azalma, bu büyüklükteki etkilere oldukça yakındır ve HIIT'in erkeklerde yağ yakımını hızlandırıcı etkisini desteklemektedir.

Şekil 1'de HIIT'in LISS'e göre biraz daha fazla kilo kaybı sağlaması, metabolik açıdan özellikle egzersiz sonrası oksijen tüketimi (EPOC) üzerinden açıklanabilir. Farklı çalışmaların sistematik incelenmesi, yüksek yoğunluklu aralıklı egzersiz sonrası EPOC kaynaklı enerji tüketiminin, benzer süreli orta şiddetli sürekli egzersize kıyasla belirgin biçimde daha yüksek olduğunu ortaya koymuştur (Panissa ve diğerleri, 2020). Bu artış EPOC, egzersiz sonrasındaki toparlanma sürecinde oksijen tüketimi, yağ oksidasyonu, vücut ısısı ve sempatik aktivitedeki yükselme ile ilişkilidir ve toplam günlük enerji harcamasını artırarak kilo ve yağ kaybına ek katkı sağlayabilir. Kilo kaybının sadece yoğunluğa değil, haftalık toplam egzersiz hacmi ve enerji harcamasına da bağlı olduğu unutulmamalıdır. Aerobik egzersiz dozu ile kilo, bel çevresi ve vücut yağ yüzdesi arasındaki ilişkiyi Jayedi ve diğerleri, (2024) yapmış oldukları meta-analiz, incelemelerinde orta-şiddetli aerobik egzersiz süresi 300 dk/haftaya kadar arttıkça vücut yağının neredeyse doğrusal biçimde azaldığını göstermektedir. Bu bağlamda, bulgularımız gerek LISS gerek HIIT protokollerimizin toplam hacminin “etki eşiğini” aştığını; yoğunluk farkının ise HIIT lehine ek bir avantaj yarattığını göstermektedir.

HIIT sonrası BMH artışı, bir yandan yağ kütlesindeki azalma, diğer yandan kas kütlesinin korunması veya hafif artışı ile uyumlu bir tabloya işaret etmektedir. Direnç temelli veya kombine direnç-aerobik programların yağsız kütleyi korurken yağ kütlesini azalttığı; bu sayede metabolik hızın düşmesini sınırladığı bildirilmiştir (Lopez ve diğerleri, 2022). Çalışmamızda yalnız kardiyovasküler protokoller uygulanmış olsa da, HIIT'in yüksek mekanik yüklenme ve kas lifi aktivasyonu nedeniyle LISS'e kıyasla kas dokusunu daha fazla uyararak BMH'yi artırması beklenen bir sonuçtur (Şekil 2).

Tek bir seansın EPOC katkısı sınırlı olsa da, HIIT seanslarının haftalar boyunca tekrarlanması hem tekrar eden EPOC epizodları hem de kas-mitokondri düzeyinde kronik adaptasyonlar yoluyla BMH'de kalıcı bir artışa zemin hazırlayabilir. Keating ve diğerleri,

(2017)'nin yapmış oldukları araştırmada interval ve sürekli antrenmanların benzer toplam harcama koşullarında vücut kompozisyonu üzerindeki etkilerinin çoğunlukla benzer olduğu; HIIT ile MICT arasında toplam yağ kitlesi azaltımı açısından anlamlı fark bulunmadığı da rapor etmişlerdir. Yapmış olduğumuz tez çalışmasında HIIT ile LISS arasında kilo kaybı farkı görece küçük olsa da ($\approx 0,5$ kg), HIIT'in buna ek olarak BMH'de anlamlı artış sağlaması, aynı veya benzer yağ kaybı düzeyinde daha “metabolik aktif” bir son durum olduğunu göstermektedir.

Yapılan meta-analizi çalışmalarında her iki kardiyovasküler egzersiz tipi de (LISS ve HIIT) erkeklerde kilo ve muhtemelen yağ kütlesini azaltarak yağ yakımına katkı sağlamaktadır; bu, aerobik egzersiz hacmi arttıkça vücut ağırlığı ve yağ ölçümlerinde doğrusal azalma gösteren geniş ölçekli uyumluluğu göstermektedir (Jayedi ve diğerleri, 2024). Ancak HIIT, BMH'de anlamlı (+13–14 kcal) bir artış oluşturarak LISS'e göre belirgin metabolik avantaj sağlamaktadır; bu avantaj, kas kütlesinin korunması/artışı, mitokondriyal ve yağ doku adaptasyonları ile yoğunluk bağımlı daha yüksek EPOC'un birleşik etkisiyle açıklanabilir.

Dolayısıyla, yapmış olduğumuz çalışmadaki bulgularımız erkeklerde kardiyovasküler egzersiz yoğunluğunun yalnızca kısa vadeli yağ yakımı değil, uzun dönem bazal metabolik profilin şekillenmesi açısından da belirleyici olduğunu; HIIT'in, uygun bireylerde, LISS'e kıyasla hem yağ kaybını destekleyen hem de BMH'yi yükselten “çifte etkili” bir strateji sunduğunu ortaya koymaktadır.

HIIT'in LISS'e kıyasla yaklaşık iki kat daha fazla yağ oranı azalması sağlaması ($-1,5\%$ vs $-0,75\%$), HIIT ile LISS'i karşılaştıran çalışmalardaki genel eğilimle uyumludur (Şekil 3).

Sistematik derleme ve meta-analizler, HIIT ve LISS'in her ikisinin de total vücut yağ yüzdesini anlamlı biçimde azalttığını; ancak HIIT'in daha kısa sürede benzer ya da bir miktar daha büyük vücut kompozisyonu kazanımları sağlayabildiğini göstermiştir (Wewege ve diğerleri, 2017).

Araştırmamızda HIIT'in abdominal yağ dokusunu azaltmada daha verimli olabileceği yönündeki bulgularımız, visseral yağ üzerine odaklanan kapsamlı meta-analizlerle desteklenmektedir.

Fazla kilolu/obez bireylerde 84 randomize kontrollü çalışmanın ağ meta-analizi,

visseral yağ dokusunu azaltmada yüksek şiddetli aerobik egzersiz ve HIIT'in en üst sıralarda yer aldığını hem total vücut yağı hem bel çevresi hem de cilt altı yağ üzerinde de belirgin iyileşmeler sağladığını göstermiştir (Chen ve diğerleri, 2023).

Dolayısıyla erkeklerde $-1,5\%$ 'lik yağ oranı azalması, yalnızca toplam yağ yüzdesinde sayısal bir iyileşme değil, özellikle abdominal/visseral yağlanma ve buna bağlı kardiyometabolik riskin azaltılması açısından klinik önem taşıyabilecek bir değişim olarak düşünülebilir. Bu sonuçlar çalışmamızın sonuçlarında öne sürdüğümüz mekanizmalar, mevcut alanyazınla uyumlu olduğu görülmektedir.

Kilo kaybı: HIIT > LISS > Kontrol,

BMH artışı: HIIT >> LISS $\approx$ Kontrol,

Vücut yağ oranı azalması: HIIT > LISS > Kontrol, bu çalışmamızın temel içeriğini oluşturan bu üç grupta erkeklerde kardiyovasküler egzersiz yoğunluğunun sadece akut kilo ve yağ kaybını değil, bazal metabolik hızı ve uzun dönem enerji dengesini de belirgin biçimde etkilediğini göstermektedir.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu araştırmada, sekiz hafta süresince uygulanan düşük yoğunluklu sürekli antrenman (LISS) ile yüksek yoğunluklu interval antrenman (HIIT) protokollerinin, genç yetişkin erkek bireylerde yağ yakımı ve bazal metabolizma hızı (BMH) üzerindeki etkileri incelenmiştir. Elde edilen bulgular, her iki antrenman modelinin de vücut kompozisyonu üzerinde olumlu etkiler oluşturduğunu; ancak fizyolojik adaptasyonların antrenman şiddetine bağlı olarak farklılaştığını göstermiştir.

Gruplar incelendiğinde; HIIT protokolü vücut ağırlığı, yağ oranı ve BMH üzerinde istatistiksel olarak anlamlı ve yüksek etki büyüklüğüne sahip değişimler yaratmıştır. LISS grubunda ise vücut ağırlığı ve yağ oranında anlamlı azalmalar saptanmasına rağmen, BMH üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir değişim meydana gelmemiştir. Kontrol grubunda herhangi bir değişim gözlenmemesi, sonuçların doğrudan uygulanan egzersiz protokollerine bağlı olduğunu doğrulamaktadır.

Antrenman sürelerinin eşitlendiği bu çalışmada, gruplar arası karşılaştırmalar (Tukey) sonucunda; HIIT grubunun hem toplam kilo kaybı hem de yağ oranı azalışı açısından LISS grubuna göre istatistiksel olarak anlamlı derecede daha üstün olduğu belirlenmiştir. Ayrıca HIIT grubunun LISS'e kıyasla sağladığı anlamlı BMH artışı, yüksek şiddetli egzersizlerin egzersiz sonrası oksijen tüketimini (EPOC) artırma kapasitesiyle açıklanmaktadır.

Sonuç olarak; yağ kaybı ve bazal metabolizma hızının artırılması hedeflendiğinde, HIIT protokollerinin LISS protokollerine kıyasla çok daha etkili bir yöntem olduğu ortaya konmuştur. Bununla birlikte, LISS protokollerinin de vücut yağ oranının azaltılmasında güvenli ve geçerli bir seçenek sunduğu söylenebilir.

Araştırmadan elde edilen bulgular doğrultusunda, uygulamaya ve gelecekteki araştırmalara yönelik şu öneriler geliştirilmiştir:

- Kilo yönetimi ve vücut kompozisyonunun iyileştirilmesini hedefleyen antrenman programlarında; sadece antrenman esnasındaki kalori harcamasına odaklanmak yerine, antrenman sonrası metabolik hızı (BMR) artıran ve EPOC etkisi yaratan HIIT temelli protokollere öncelik verilmesi önerilmektedir.

- Modern yaşam koşullarında egzersize ayrılan sürenin kısıtlı olması nedeniyle; kısa sürede yüksek fizyolojik verim (maksimum yağ kaybı ve metabolik artış) sağlayan yüksek şiddetli aralıklı antrenman modellerinin, sedanter bireylerde fiziksel aktivite alışkanlığı kazandırmak ve hızlı sonuç almak için etkili bir strateji olarak kullanılması önerilir.
- Bu çalışmada beslenme alışkanlıklarına müdahalede bulunulmamıştır. Gelecek araştırmalarda, HIIT protokolünün etkilerini daha net ayırtırmak ve maksimize etmek adına, antrenman programına ek olarak kalori kısıtlaması veya makro besin manipölasyonunun yapıldığı kontrollü diyet gruplarının da çalışmaya dahil edilmesi önerilmektedir.
- Yapılan çalışma genç erkek bireylerle sınırlandırılmıştır. HIIT'in metabolik etkilerinin cinsiyete (kadın katılımcılar) ve yaşa (orta yaş veya yaşlı bireyler) göre farklılık gösterip göstermediğinin belirlenmesi adına daha geniş örneklemli çalışmalar yapılması literatüre katkı sağlayacaktır.

KAYNAKLAR

- Achten, J., ve Jeukendrup, AE. (2004). Egzersiz ve diyet yoluyla yağ oksidasyonunun optimize edilmesi. *Beslenme*, 20 (7-8), 716-727. <https://doi.org/10.1016/j.nut.2004.04.005>
- Açıkada, C., ve Ergen, E. (1990). *Bilim ve Spor (C. 1)*. Büro Tek Ofset Matbaacılık.
- Akgün, N. (1993). *Egzersiz ve Kas Sistemi. Egzersiz fizyolojisi* (Cilt 1, 4. bs., ss. 1–40). Gençlik ve Spor Genel Müdürlüğü.
- Alemdaroğlu, U., Köklü, Y., Puslu, E., Özer, R., ve Erol, E. (2013). Sekiz haftalık kompleks antrenmanın anaerobik güç, kapasite, sürat, sıçrama performansı ve vücut kompozisyonu üzerine etkileri. *Türkiye Klinikleri Journal of Sports Sciences*, 5(2), 74-79.
- American College of Sports Medicine. (2018). *ACSM's guidelines for exercise testing and prescription*. Lippincott Williams & Wilkins.
- Atkinson, G., ve Nevill, AM (1998). Spor hekimliği ile ilgili değişkenlerde ölçüm hatasını (güvenilirliği) değerlendirmek için istatistiksel yöntemler. *Spor hekimliği* , 26 (4), 217-238.
- Baltacı, G., ve Düzgün, İ. (2008). *Adölesan ve Egzersiz*. Sağlık Bakanlığı, Klasmat Matbaacılık, Ankara.
- Baynaz, K. (2017). *Sedanterlere tabata protokolü ile uygulanan antrenman programının bazı fiziksel, fizyolojik parametrelere etkisi* [Yüksek lisans tezi, İstanbul Gelişim Üniversitesi]. YÖK Ulusal Tez Merkezi.
- Bell, C. (2008). *Cardiovascular physiology in exercise and sport*. Churchill Livingstone.
- Bishop, D., Girard, O., ve Mendez-Villanueva, A. (2011). Tekrarlı sprint yeteneği—bölüm II: antrenman önerileri. *Spor hekimliği*, 41 (9), 741-756.
- Bompa, T. O., ve Keskin, İ. (2003). *Antrenman kuramı ve yöntemi: dönemleme*. Bağırhan Yayınevi.

- Bompa, T. O. (2009). *Theory and methodology of training periodization* (C. 5).
- Bompa, T. O., Keskin, İ., Tuner, B., Küçüköz, H., ve Bağırhan, T. (2011). *Antrenman kuramı ve yöntemi: dönemleme*. Spor Yayınevi ve Kitabevi.
- Bompa, T. O., ve Haff, G. G. (2015). *Dönemleme: Antrenman Kuramı ve Yöntemi* (C. 5). Spor Yayınevi ve Kitabevi.
- Boutcher, S. H. (2011). High-intensity intermittent exercise and fat loss. *Journal of obesity*, 2011(1), 868305.
- Bray, G. (1998). What is the ideal body weight?. *The Journal of Nutritional Biochemistry*, 9(9), 489-492.
- Buchheit, M. ve Laursen, P. B. (2013). High-intensity interval training, solutions to the programming puzzle: Part I: Cardiopulmonary emphasis. *Sports Medicine*, 43(5), 313–338. <https://doi.org/10.1007/s40279-013-0029-x>
- Casaburi, R., Wasserman, K., Patessio, A., Ioli, F., Zanaboni, S., ve Donner, C. F. (1989). A new perspective in pulmonary rehabilitation: anaerobic threshold as a discriminant in training. *The European respiratory journal. Supplement*, 7, 618s-623s.
- Chen, X., He, H., Xie, K., Zhang, L., ve Cao, C. (2024). Çeşitli egzersiz türlerinin aşırı kilolu ve obez bireylerde visceral yağ dokusu üzerindeki etkileri: 84 randomize kontrollü çalışmanın sistematik incelemesi ve ağ meta-analizi. *Obezite İncelemeleri* , 25 (3), e13666.
- Civil, T., ve İç, O. (2020). *Spor lisesi spor anatomisi ve fizyolojisi 11. sınıf*. Millî Eğitim Bakanlığı Yayınları.
- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences*. Lawrence Erlbaum Associates.
- Coşan, F. (2016). *Atletizm Orta ve Uzun Mesafeler Branşlarında Başarılarının Sırları*. Razgard.
- Cureton, K. J., ve Warren, G. L. (1990). *Introduction to exercise physiology*. Human Kinetics.
- Çolakoğlu, M. (1995). Dayanıklılık Gelişiminin Metabolik ve Fizyolojik Temelleri-1. *CBÜ Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi*, 1(1), 34-45.

- Demir, M., ve Filiz, K. (2004). *Spor egzersizlerinin insan organizması üzerindeki etkileri*. Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Kırşehir Eğitim Fakültesi, Ankara.
- Demiriz, M. (2013). *Farklı dinlenme aralıklarında yapılan anaerobik interval antrenmanın, aerobik kapasite, anaerobik eşik ve kan parametrelerine etkilerinin karşılaştırılması* (Master's thesis, Balıkesir University (Turkey)).
- Deniz, İ. E. (2023). *Maksimal direnç egzersizlerinde farklı solunum tiplerinin performans ve kardiyovasküler sistem üzerindeki etkisi* (Master's thesis, Balıkesir University (Turkey)).
- Dressendorfer, R. H., Wade, C. E., ve Scaff Jr, J. H. (1985). Increased morning heart rate in runners: a valid sign of overtraining?. *The Physician and Sportsmedicine*, 13(8), 77-86. <http://doi.org/10.1080/00913847.1985.11708858>
- Dündar, U. (2012). *Antrenman Teorisi*. Nobel Akademik Yayıncılık.
- Ergen, E., Demirel, H., Güner, R., Turnagöl, H., Başoğlu, S., Zergeroğlu, A. M., . . . Hazır, T. (2017). *Egzersiz Fizyolojisi* (3 Baskı). Ankara: Nobel Yayıncılık.
- FAO/WHO/UNU. (2004). *Human Energy Requirements: Report of a Joint FAO/WHO/UNU Expert Consultation, Rome, 17–24 October 2001*. FAO Food and Nutrition Technical Report Series, No. 1. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Field, A. (2018). *Discovering statistics using IBM SPSS statistics*. Sage.
- Fleck, S. J., ve Kraemer, W. J. (2014). *Designing resistance training programs*. Human Kinetics.
- Franchini, E., Sterkowicz, S., Szmatlan-Gabrys, U., Gabrys, T., Garnys, M. (2011). Energy system contributions to the special judo fitness test. *International journal of sports physiology and performance*. 6(3):334-43.
- Fox, E.L. (1993). *The Physiological Basis for Exercise and Sport*. Newyork:Sounders College Publishing.
- Fox, J. (2023). *HIIT vs LISS: A clear explanation of which is best for fat loss & fitness*. Nutritioneering. <https://www.bodybuildingmealplan.com/hiit-vs-liss/>
- Gaesser, GA ve Brooks, CA (1984). Egzersiz sonrası aşırı oksijenin metabolik temelleri. *Med Sci Sports Exerc* , 16 (1), 29-43.

- Garber, C. E., Blissmer, B., Deschenes, M. R., Franklin, B. A., Lamonte, M. J., Lee, I. M., ... Swain, D. P. (2011). Quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory, musculoskeletal, and neuromotor fitness in apparently healthy adults: Guidance for prescribing exercise. *Medicine ve Science in Sports & Exercise*, 43(7), 1334-1359. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e318213fefb>
- Gibala, M. J., Little, J. P., MacDonald, M. J., ve Hawley, J. A. (2012). Physiological adaptations to low-volume, high-intensity interval training in health and disease. *The Journal of Physiology*, 590(5), 1077-1084. <https://doi.org/10.1113/jphysiol.2011.224725>
- Grediagin, M. A., Cody, M. C., Rupp, J., Benardot, D., ve Shern, R. (1995). Exercise intensity does not affect body composition change in untrained, moderately overfat women. *Journal of the American Dietetic Association*, 95(6), 661–665. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/7759741/>
- Guyton, A.C., ve Hall, J.E. (2001). *Tıbbi Fizyoloji*. (Çavuşoğlu, H. Çev.). İstanbul, Nobel Tıp Kitabevleri, (2006).
- Günay, M., Cicioğlu, İ. ve Tamer, K. (2006). *Spor Fizyolojisi ve Performans Ölçüm Testleri*. Ankara, Gazi Kitabevi.
- Günay, M., Tamer, K., ve Cicioğlu, İ. (2013). *Spor Fizyolojisi ve Performans Ölçümü (C. 3)*. Gazi Kitabevi.
- Günay, M., Şıktar, E. ve Şıktar, E. (2019). *Antrenman Bilimi (2. Baskı)*. Ankara, Gazi Kitabevi.
- Günebak, T. (2005). *14–15 yaş grubu kız çocuklarında bazı antropometrik ölçümler ve bu ölçümleri etkileyen faktörlerin belirlenmesi*. Yüksek Lisans Tezi. Hacettepe Üniversitesi, Ankara.
- Gürhan, S. U. N. A., ve Mahmut, A. L. P. (2022). Antrenman Bilgisi. İçinde *Beden Eğitimi ve Spor Bilimi* (s. 73).
- Hardman, A. E. (1999). *Physical activity and health: The evidence explained*. Cambridge University Press.

- Harre, D. (1982). Special problems in preparing for athletic competitions. *Principles of Sports Training.-Berlin: Sportverlag*, 216-227.
- Harris, J. A., ve Benedict, F. G. (1919). *A biometric study of basal metabolism in man*. Washington, DC: Carnegie Institution of Washington.
- Hellsten, Y. (2016). Cardiovascular adaptations to exercise training. *Journal of Clinical Medicine*, 5(3), 1-10. <https://doi.org/10.3390/jcm5030031>
- Heyward, V.H. (1991). *Advanced Fitness Assessment & Exercise Prescription*. Human Kinetics, Second Edition, USA.
- Heyward, V. H., ve Wagner, D. R. (2004). *Applied body composition assessment* (2nd ed.). Human Kinetics.
- Hill, A. V., ve Lupton, H. (1923). Muscular exercise, lactic acid, and the supply and utilization of oxygen. *QJ Med*, 16(62), 135-71.
- Jayedi, A., Soltani, S., Emadi, A., Zargar, MS ve Najafi, A. (2024). Yetişkinlerde aerobik egzersiz ve kilo kaybı: sistematik bir inceleme ve doz-yanıt meta-analizi. *JAMA Network Open*, 7 (12), e2452185-e2452185.
- Keating, SE, Johnson, NA, Mielke, GI ve Coombes, JS (2017). Vücut yağlanması üzerindeki aralıklı antrenman ile orta yoğunluklu sürekli antrenmanın sistematik incelemesi ve meta-analizi. *Obezite incelemeleri* , 18 (8), 943-964.
- Kethüda, S. (2023). 11-14 yaş arası çocuklarda koşu temelli yüksek şiddetli interval antrenman ve koşu temelli yüksek şiddetli interval antrenman ile kombine edilen core antrenmanının fiziksel performans üzerine etkilerinin karşılaştırılması.
- Khan, M., Pretty, C. G., Amies, A. C., Balmer, J., Banna, H. E., Shaw, G. M., ve Chase, J. G. (2017). Proof of concept non-invasive estimation of peripheral venous oxygen saturation. *Biomedical engineering online*, 16(1), 2–16. <https://doi.org/10.1186/s12938-017-0351-x>
- Khodadadi, F., Bagheri, R., Negaresh, R., Moradi, S., Nordvall, M., Camera, DM, ... ve Suzuki, K. (2023). Yüksek yoğunluklu aralıklı antrenman türünün vücut yağ yüzdesi, yağ ve yağsız kütle üzerindeki etkisi: randomize klinik çalışmaların sistematik incelemesi ve meta-analizi. *Klinik Tıp Dergisi* , 12 (6), 2291.

- Kızılay, F. (2012). *Aerobik egzersizin sedanter bayanlarda vücut kompozisyonu, bazal metabolizma hızı, total oksidan ve antioksidan kapasite üzerine etkisinin incelenmesi* (Master's thesis, Inonu University (Turkey)).
- Koç, H., ve Tamer, K. (2008). Aerobik ve Anaerobik Antrenman Programlarının Lipoprotein Düzeyleri Üzerine Etkisi. *Sağlık Bilimleri Dergisi*, 17(3), 13
- Kraemer, W. J., ve Ratamess, N. A. (2005). Hormonal responses and adaptations to resistance exercise and training. *Sports medicine*, 35(4), 339-361.
- Kraemer, W. J., Fleck, S. J., ve Deschenes, M. R. (2011). *Exercise physiology: integrating theory and application*. Lippincott Williams ve Wilkins.
- Laforgia, J., Withers, RT ve Gore, CJ (2006). Egzersiz yoğunluğunun ve süresinin egzersiz sonrası aşırı oksijen tüketimi üzerindeki etkileri. *Spor bilimleri dergisi* , 24 (12), 1247-1264.
- LaGerche, A., ve Heidbuchel, H. (2021). Exercise-induced cardiovascular adaptations and approach to exercise-related arrhythmias. *Journal of the American College of Cardiology*, 77(3), 1-15. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2020.11.073>
- Lakens, D. (2013). Calculating and reporting effect sizes to facilitate cumulative science: a practical primer for t-tests and ANOVAs. *Frontiers in Psychology*, 4, 863.
- Levy, M. N., ve Pappano, A. (2006). *Cardiovascular Physiology: Mosby's Physiology Monograph*. (9. Baskı)
- Lopez, P., Taaffe, DR, Galvão, DA, Newton, RU, Nonemacher, ER, Wendt, VM, ... ve Rech, A. (2022). Direnç antrenmanının yaşam boyu aşırı kilolu ve obez bireylerde vücut kompozisyonu ve vücut ağırlığı sonuçları üzerindeki etkinliği: Sistemik bir inceleme ve meta-analiz. *Obezite İncelemeleri* , 23 (5), e13428.
- McArdle, W. D., Katch, F. I., ve Katch, V. L. (2001). *Exercise physiology: nutrition, energy, and human performance*. Lippincott Williams ve Wilkins.
- McArdle, W. D., Katch, F. I., ve Katch, V. L. (2006). *Essentials of exercise physiology*. Lippincott Williams ve Wilkins.
- McNarry, M. A., ve Lewis, M. J. (2018). Pulse oximetry: A practical guide for monitoring oxygenation and heart rate during exercise. *International Journal of Sports Physiology*

and Performance, 13(7), 882-888. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2017-0731>

- Mumcu, Ö. (2019). *Pilates ve düşük yoğunluklu kardiyolojilerde kadınlar üzerinde insülin direnci üzerine etkisi* [Yüksek lisans tezi, Hitit Üniversitesi]. YÖK Ulusal Tez Merkezi.
- Muratlı, S., Kalyoncu, O., ve Şahin, G. (2011). Antrenman ve müsabaka (3 b.). *İstanbul: Kalyoncu Spor Danışmanlık San. Tic. Ltd. Şti. Ölmez, C., Yüksek, S., Üçüncü, M., Ayan, 2017, 8-12.*
- Morris, D., Schueller, S. M., ve Mohr, D. C. (2017). *The role of wearable technology in cardiovascular monitoring and exercise safety. Journal of Sports Science & Medicine, 16(2), 225-234.*
- Myers, J. (1996). *Essentials of Cardiopulmonary Exercise Testing* (10th Ed.). Human Kinetics.
- Myers, J. (2003). Egzersiz ve kardiyovasküler sağlık. *Circulation, 107 (1), e2-e5.* <https://doi.org/10.1161/01.CIR.0000048890.59383.8D>
- Noyan, A. (1998). *Yaşamda ve hekimlikte fizyoloji*. Meteksan.
- Nystoriak, M. A., ve Bhatnagar, A. (2018). Cardiovascular effects and benefits of exercise. *Frontiers in cardiovascular medicine, 5, 408204.*
- Otman, A. (2021). *Elit Seviyedeki Dövüş Sporcularının Anaerobik Güç ve Kuvvet Performanslarının Karşılaştırılması* (Master's thesis, Marmara Üniversitesi (Turkey)).
- Önyurt, Ö. G. (2020). *Ağırlık antrenmanı yapan ile ağırlık ve kardiyolojilerde 20–35 yaş arası erkeklerin vücut kitle indekslerinin karşılaştırılması* [Yüksek lisans tezi, İstanbul Gelişim Üniversitesi]. YÖK Ulusal Tez Merkezi.
- Özer, K. (2001). *Fiziksel uygunluk* (2. baskı). Nobel Yayın Dağıtım.
- Pallant, J. (2020). *SPSS survival manual: A step by step guide to data analysis using IBM SPSS*. Routledge.
- Panissa, VL, Fukuda, DH, Staibano, V., Marques, M., ve Franchini, E. (2021). Yüksek yoğunluklu aralıklı ve orta yoğunluklu sürekli egzersiz arasında egzersiz sonrası oksijen tüketimindeki fazlalığın büyüklüğü ve süresi: Sistemik bir inceleme. *Obezite*

İncelemeleri , 22 (1), e13099.

- Petra, M.L., Herbert, B., M., ve Neuh, M. (2001). Effects of Fat Mass and Body Fat Distribution on Resting Metabolic Rate in the Elderly. *Metabolism-Clinical and Experimental*, 50(8), 972-975
- Poehlman, ET ve Melby, C. (1998). Direnç antrenmanı ve enerji dengesi. *Uluslararası Spor Beslenmesi ve Egzersiz Metabolizması Dergisi* , 8 (2), 143-159.
- Polat, C., ve Şimşek, K.Y. (2015). Spor merkezlerindeki bireylerin egzersiz bağımlılığı düzeylerinin incelenmesi: Eskişehir İli Örneği. *The Journal of Academic Social Science*, 15(15), 354-369.
- Powers, S. K., ve Howley, E. T. (2018). *Exercise physiology: Theory and application to fitness and performance* (10th ed.). McGraw-Hill Education.
- Pekcan, G. (2008). Beslenme durumunun saptanması. *Diyet El Kitabı*, 726, 67-141.
- Powers, S. K., ve Howley, E. T. (2007). *Exercise physiology: Theory and application to fitness and performance*.
- Revan, S., Balcı Ş.S., Hamdi, P., ve Aydoğmuş, M. (2008). Sürekli ve interval koşu antrenmanlarının vücut kompozisyonu ve aerobik kapasite üzerine etkileri. *Spormetre Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi*, 6, 193- 197.
- Ross, R., ve Janssen, IAN (2001). Fiziksel aktivite, toplam ve bölgesel obezite: doz-yanıt değerlendirmeleri. *Medicine & Science in Sports & Exercise* , 33 (6), S521-S527.
- Santangelo, K. S., Radakovich, L. B., Fouts, J., ve Foster, M. T. (2016). Pathophysiology of obesity on knee joint homeostasis: contributions of the infrapatellar fat pad. *Hormone molecular biology and clinical investigation*, 26(2), 97-108.
- Scott, C. (2005). Misconceptions about aerobic and anaerobic energy expenditure. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 2(2), 32.
- Sevim, Y. (2002). *Antrenman bilgisi*. Nobel Yayın Dağıtım.
- Siri, W. E. (1961). Body composition from fluid spaces and density: Analysis of methods. *Nutrition*, 9(5), 480-491. [https://doi.org/10.1016/S0029-6643\(61\)80021-3](https://doi.org/10.1016/S0029-6643(61)80021-3)

- Stavres, J., Zeigler, M. P., ve Pasternostro Bayles, M. (2018). Six weeks of moderate functional resistance training increases basal metabolic rate in sedentary adult women. *International Journal of Exercise Science*, 11(2), 32-41.
- Sullivan, M. J., ve Cobb, F. R. (1990). The anaerobic threshold in chronic heart failure: relation to blood lactate, ventilatory basis, reproducibility, and response to exercise training. *Circulation*, 81, II-58.
- Swift, DL, Johannsen, NM, Lavie, CJ, Earnest, CP ve Church, TS (2014). Egzersiz ve fiziksel aktivitenin kilo kaybı ve kilo korumadaki rolü. *Kardiyovasküler hastalıklarda ilerleme* , 56 (4), 441-447.
- Taaffe, D. R., Pruitt, L., Reim, J., Butterfield, G., ve Marcus, R. (1995). Effect of sustained resistance training on basal metabolic rate in older women. *Journal of the American geriatrics Society*, 43(5), 465-471.
- Tamer, K. (2000). *Sporda fiziksel-fizyolojik performansın ölçülmesi ve değerlendirilmesi*. Bağırhan Yayınevi.
- T.C. Millî Eğitim Bakanlığı. (2011). *Aile ve tüketici hizmetleri: Enerji hesaplamaları: ANKARA*
- Tiryaki, Y. (2002). Anaerobik enerji sistemleri ve ATP-CP (fosfojen) sistemi.
- Turner, A. N., ve Stewart, P. F. (2013). Repeat sprint ability. *Strength & Conditioning Journal*, 35(1), 37-41.
- Tutkun, E. (1996). *Hentbol, voleybol, futbol, güreş, judo okul takımlarında yer alan üniversite öğrencilerinin antropometrik yapıları ile motorsal test ölçümlerinin incelenmesi*, Yüksek Lisans Tezi. On Dokuz Mayıs Üniversitesi, Samsun.
- Türkan, A. (2020). 10-14 yaş tenis sporu yapan çocuklar ile 10-14 yaş spor yapmayan çocukların skinfold caliper yöntemi ölçümü ile vücut analiz cihazı ölçümünün karşılaştırılması.
- Uzun, M. (2016). Kardiyovasküler Sistem ve Egzersiz. *Journal of Cardiovascular Nursing*, 7(Sup 2), 48-53.
- Üstdal, K. M., ve Köker, A. H. (1998). *Sporda yüksek performans nasıl kazanılır?* İstanbul, Nobel Tıp Kitabevi.

- Verheyden, B., Beckers, F., ve Aubert, A. E. (2006). Bioenergetics and Systemic Responses to Exercise. Wiley Encyclopedia of Biomedical Engineering.
- Wang, Z., Pierson, R. N., ve Heymsfield, S. B. (2005). The five-level model: A new approach to organizing body-composition research. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 69(6), 1190-1197. <https://doi.org/10.1093/ajcn/69.6.1190>
- Wells, GD, Selvadurai, H., ve Tein, I. (2009). Kas aktivitesi için biyoenerjetik enerji sağlanması. *Pediatric solunum incelemeleri*, 10 (3), 83-90.
- Wewege, M., Berg, R., Ward, R., ve Keech, A. (2017). The effects of high-intensity interval training vs. moderate-intensity continuous training on body composition in overweight and obese adults: a systematic review and meta-analysis. *Obesity Reviews*, 18, 635-646. <https://doi.org/10.1111/obr.12532>
- Whipp, B. J. (1996). Domains of aerobic function and their limiting parameters. In *The physiology and pathophysiology of exercise tolerance* (pp. 83-89). Boston, MA: Springer US.
- Wilmore, J. H., Costill, D. L., ve Kenney, W. L. (2015). *Physiology of sport and exercise* (6th ed.). Human Kinetics.
- Yavuz, A., ve Dağdelen, S. (2021). Elit güreşçilerde HIIT antrenmanın vücut kompozisyonu üzerine akut etkisinin bioelektrik impedans analizi ile incelenmesi. *Spor Eğitim Dergisi*, 5(3), 196-204.
- Yıldırım, İ., Özşevik K, Özer S, Canyurt E. ve Tortop Y. (2015). Üniversite öğrencilerinde fiziksel aktivite ile depresyon ilişkisi. Niğde Üniversitesi. *Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi*, 9(Special Issue), 32-29.
- Yoshida, T., Nagata, A., Muro, M., Takeuchi, N., ve Suda, Y. (1981). The validity of anaerobic threshold determination by a Douglas bag method compared with arterial blood lactate concentration. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 46(4), 423-430.
- Yusufreisoglu, Ö. (2009). *12-14 yaş arası sporcularda düzenli antrenmanın antropometrik gelişime etkisi*. Yüksek Lisans Tezi. Sakarya Üniversitesi, Sakarya.
- Zafeiridis, A., Dalamitros, A., Dipla, K., Manou, V., Galanis, N., ve Kellis, S. (2005).

Recovery during high-intensity intermittent anaerobic exercise in boys, teens, and men. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. 37(3):505-12.

Zhou, Y., Zhao, M., Zhou, C., ve Li, R. (2019). Cardiorespiratory fitness and risk of cardiovascular disease: A systematic review and meta-analysis. *Frontiers in Cardiovascular Medicine*, 6, 5. <https://doi.org/10.3389/fcvm.2019.00005>

Zmijewski, P., Lipinska, P., Czajkowska, A., Mróz, A., Kapuściński, P., ve Mazurek, K. (2020). Statik ve dinamik germe ısınmasının kadın hentbol oyuncularında tekrarlanan sprint performansına akut etkileri. *İnsan kinetiği dergisi*, 72, 161.

Zorba, E., Yıldırım, S., Saygın, Ö., Yaman, ve R., Yıldırım, K. (2000). *Orta yaşlı sedanter bayanlarda step çalışmasının bazı fizyolojik, motorik ve yapısal değerlere etkisi*. 1. Gazi Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Kongresi, Ankara. 26–27 Mayıs.

Zorba, E. (2001). *Fiziksel uygunluk*. Muğla, Gençlik Kitabevi.

Zorba, E. (2014). *Yaşam boyu spor*. (3. Baskı). Ankara, Atalay Matbaacılık, 13-45.

EKLER

Ek 1 Spor Tesisi Kullanım Talep İzin Belgesi



T.C.
GÜZELBAHÇE KAYMAKAMLIĞI
Gençlik ve Spor İlçe Müdürlüğü

Sayı : E-65516902-100-13221602
Konu : Spor Tesisi Kullanım Talebi.

12.01.2026

Sayın Barış DABLAN

İlgi : Barış DABLAN'ın 09.01.2026 tarihli dilekçesi.

İlgi yazı ile Müdürlüğümüze bağlı Güzelbahçe İlçe stadının kullanım talebi dilekçeniz incelenmiş olup, tesisimizin uygun olduğu gün ve saatlerde tüm sağlık tedbirlerinin tarafınızdan alınmak kaydıyla kullanımı uygun görülmüştür.

Bilgilerinize rica ederim.

Aydın UYANIK
İlçe Müdürü

Bu belge, güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.
Doğrulama Kodu: 7ACDAA7B-CB91-44B3-BCCD-7275B1CA08B8 Doğrulama Adresi: <https://www.turkiye.gov.tr/gsb-ebys>
KEP Adresi : genclikvesporbakanligi@hs01.kep.tr Bilgi için: Meltem ÖCAL
Uzman



T.C.
AYDIN ADNAN MENDERES ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BİLİMSEL ETİK BEYANI

“Erkeklerde Kardiyovasküler Olarak Yapılan Düşük Yoğunluklu Antrenman ile Yüksek Yoğunluklu Antrenmanın Yağ Yakımı ve Bazal Metabolizmaya Etkisi” başlıklı Yüksek Lisans tezindeki bütün bilgileri etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada, bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiz atıf yaptığımı bildiririm. İfade ettiklerimin aksi ortaya çıktığında ise her türlü yasal sonucu kabul ettiğimi beyan ederim.

Barış DABLAN

04 / 02 / 2026

ÖZ GEÇMİŞ

Soyadı, Adı : DABLAN Barış
Uyruk : T.C.
Doğum yeri ve tarihi : Hatay / 19.09.1996
Telefon :
E-posta :
Yabancı dil : İngilizce

EĞİTİM

Derece	Kurum	Mezuniyet tarihi
Doktora	xxx	
Y. Lisans	xxx	
	Kırıkkale Üniversitesi/Spor	
Lisans	Bilimleri Fakültesi/Spor	02.07.2018
	Yöneticiliği	

BURSLAR ve ÖDÜLLER

İŞ DENEYİMİ

Yıl	Yer/Kurum	Ünvan
2011-2015	xxx	xxx
2016-2021	xxx	xxx

AKADEMİK YAYINLAR

1. MAKALELER

2. PROJELER

3. BİLDİRİLER

A) Uluslararası Kongrelerde Sunulan Bildiriler

B) Ulusal Kongrelerde Sunulan Bildiriler