



**TÜRKİYE CUMHURİYETİ
ANKARA ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**



**FARKLI SIKLIKTA YAPILAN BENZER HIIT
(HIGH INTENSITY INTERVAL TRAINING)
PROTOKOLÜNÜN AKTİF GENÇ ERKEKLERDE
FİZYOLOJİK VE HORMONAL PARAMETRELERE
ETKİLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI**

Azize BİNGÖL DIEDHIOU

**BEDEN EĞİTİMİ VE SPOR ANABİLİM DALI
DOKTORA TEZİ**

**DANIŞMAN
Prof. Dr. Gülfem ERSÖZ**

**ANKARA
2019**

**TÜRKİYE CUMHURİYETİ
ANKARA ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**FARKLI SIKLIKTA YAPILAN BENZER HIIT
(HIGH INTENSITY INTERVAL TRAINING)
PROTOKOLÜNÜN AKTİF GENÇ ERKEKLERDE
FİZYOLOJİK VE HORMONAL PARAMETRELERE
ETKİLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI**

Azize BİNGÖL DIEDHIOU

**BEDEN EĞİTİMİ VE SPOR ANABİLİM DALI
DOKTORA TEZİ**

DANIŞMAN

Prof. Dr. Gülfem ERSÖZ

**Bu araştırma Ankara Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Müdürlüğü'nün
18L0665002 proje numarası ile desteklenmiştir**

ANKARA

2019

ETİK BEYAN

Ankara Üniversitesi

Sağlık Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğü'ne

Doktora tezi olarak hazırlayıp sunduğum “Farklı Sıklıkta Yapılan Benzer HIIT (High Intensity Interval Training) Protokolünün Aktif Genç Erkeklerde Fizyolojik ve Hormonal Parametrelere Etkilerinin Karşılaştırılması” başlıklı tez; bilimsel ahlak ve değerlere uygun olarak tarafımdan yazılmıştır. Tezimin hipotezi tümüyle tez danışmanım ve bana aittir. Tezde yer alan deneysel çalışma tarafımdan yapılmış olup, tüm cümleler, yorumlar bana aittir. Yukarıda belirtilen hususların doğruluğunu beyan ederim.

Ad Soyad:

Tarih:

İmza:

Kabul ve Onay

Ankara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü
Spor Bilimleri Anabilim Dalında
Azize BİNGÖL DIEDHIOU tarafından hazırlanan
“Farklı Sıklıkta Yapılan Benzer HIIT (High Intensity Interval Training)
Protokolünün Aktif Genç Erkeklerde Fizyolojik ve Hormonal Parametrelere
Etkilerinin Karşılaştırılması” adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından DOKTORA
TEZİ olarak OY BİRLİĞİ / ~~OY ÇOKLUĞU~~ ile kabul ~~et~~ edilmiştir.

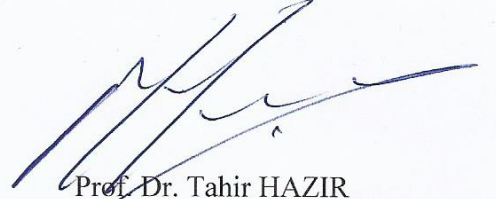
Tez Savunma Tarihi: 01.07.2019



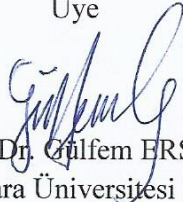
Prof. Dr. Mitat KOZ
Ankara Üniversitesi
Jüri Başkanı



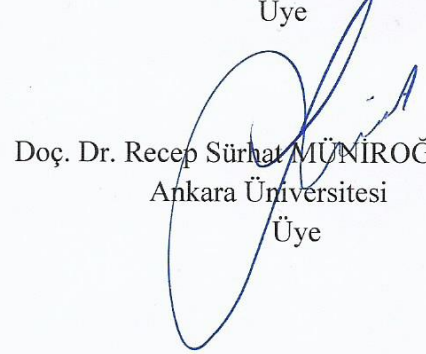
Prof. Dr. Ayşe KİN İŞLER
Hacettepe Üniversitesi
Üye



Prof. Dr. Tahir HAZIR
Hacettepe Üniversitesi
Üye



Prof. Dr. Gülfem ERSÖZ
Ankara Üniversitesi
Üye



Doç. Dr. Recep Sürhat MÜNİROĞLU
Ankara Üniversitesi
Üye

Tez hakkında alınan jüri kararı, Ankara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü
Yönetim Kurulu tarafından onaylanmıştır.

Prof. Dr. Mehmet AKAN
Sağlık Bilimleri Enstitüsü Müdürü

İÇİNDEKİLER

Etik Beyan Sayfası	ii
Kabul ve Onay	iii
İçindekiler	iv
Önsöz	vii
Simgeler ve Kısaltmalar Listesi	viii
Şekiller	ix
Çizelgeler	x

1. GİRİŞ	1
1.1. Antrenman Bilimi	3
1.2. Fiziksel Aktivite ve Egzersiz	4
1.2.1. Fiziksel Uygunluk Bileşenleri	4
1.2.1.1. Sağlığa İlişkin Fiziksel Uygunluk Bileşenleri	5
1.2.1.2. Beceriye İlişkin Fiziksel Uygunluk Bileşenleri	5
1.3. Performans	6
1.4. Fiziksel Antrenman (Kondisyon)	7
1.5. Dayanıklılık	8
1.5.1. Aerobik Dayanıklılık	10
1.5.1.1. VO ₂ Maks	10
1.5.1.2. Pulmoner Sistem	11
1.5.1.3. Maksimum Kardiyak Output	12
1.5.1.4. Oksijen Taşıma Kapasitesi	13
1.6. Anaerobik Dayanıklılık	13
1.6.1. ATP-CP Sistemi (Fosfojen Sistem)	13
1.6.2. Laktasit Sistemi (Anaerobik Glikoliz)	14

1.7. Yorgunluk	14
1.7.1. Genel Yorgunluk	16
1.7.2. Lokal Yorgunluk	16
1.8. High Intensity Interval Training (HIIT)	17
1.8.1. HIIT Mekanizması	18
1.8.2. HIIT Programı Geliştirmek İçin	19
1.9. Dayanıklılığa Hormonal Uyum	20
1.9.1. Dayanıklılık Antrenmanına Testosteron Yanıtları	21
1.9.2. Dayanıklılık Antrenmanına BH Yanıtları	22
1.9.3. Dayanıklılık Antrenmanına Kortizol Yanıtları	23
1.9.4. Dayanıklılık Antrenmanına İnsülin Yanıtları	23
1.10. Amaç	24
1.11. Problemler	25
1.12. Alt Problemler	25
1.13. Denenceler	26
1.14. Sınırlılıklar	27
1.15. Araştırmanın Önemi	27
2. GEREÇ VE YÖNTEM	28
2.1. Araştırma Grubu	28
2.2. Veri Toplama Araçları	29
2.2.1. Antropometrik Ölçümler	29
2.2.2. Kalp Atım Hızı Ölçüm Aracı	31
2.2.3. KLak Konsantrasyonu Ölçüm Aracı	31
2.2.4. HIIT Aracı	32
2.2.5. VO ₂ Maks Ölçüm Aracı	32
2.2.6. Kan Testlerinin Analizi	33
2.3. Verilerin Toplanması	33
2.3.1. Gönüllü Seçimi	34
2.3.2. Aerobik Performans Ölçümleri	35
2.3.3. Anerobik Performans Ölçümleri	36
2.3.4. HIIT'in Uygulanışı	37

2.3.5. Antropometrik Ölçümler	38
2.3.6. Boy Uzunluğu Ölçümü	39
2.3.7. Vücut Ağırlığı Ölçümü	39
2.3.8. Vücut Yağ Yüzdesi Ölçümü	39
2.3.9. KLaK Konsantrasyonunun Ölçülmesi	40
2.3.9.1. Kan Örneklerinin Alınması	40
2.3.10. Verilerin Analizi	41
3. BULGULAR	42
3.1. Vücut Yağ Yüzdelерinin Karşılaştırılması	42
3.2. VO ₂ Maks Değerlerinin Karşılaştırılması	44
3.3. WAnT Zirve Güç Mutlak Değerlerinin Karşılaştırılması	45
3.4. WAnT Zirve Güç Relatif Değerlerinin Karşılaştırılması	46
3.5. WAnT Ortalama Güç Mutlak Değerlerinin Karşılaştırılması	48
3.6. WAnT Ortalama Güç Relatif Değerlerinin Karşılaştırılması	49
3.7. WAnT Yorgunluk İndeksi Değerlerinin Karşılaştırılması	50
3.8. Kan Laktat Değerlerinin Karşılaştırılması	52
3.9. Kortizol Değerlerinin Karşılaştırılması	53
3.10. Testosteron Değerlerinin Karşılaştırılması	55
3.11. İnsülin Değerlerinin Karşılaştırılması	56
3.12. BH Değerlerinin Karşılaştırılması	57
4. TARTIŞMA	59
4.1. HIIT Programına Fizyolojik Yanıtlar	60
4.2. HIIT programına Hormonal Yanıtlar	66
5. SONUÇ VE ÖNERİLER	73
ÖZET	77
SUMMARY	78
KAYNAKLAR	79
EKLER	
ÖZGEÇMİŞ	

ÖNSÖZ

Bu çalışma farklı sıklıkta yapılan iki ayrı HIIT protokolünün aktif genç erkeklerde fizyolojik ve hormonal parametrelere etkisini araştırmak amacıyla yapılmıştır. Bu doğrultuda çalışmadan elde edilen bulgu, sonuç ve yorumların spor bilimciler, antrenörler ve sporcular için yararlı bir kaynak olmasını ümit ediyorum.

Tez çalışmamın gerçekleşmesinde her türlü destek, yardım ve katkılarından dolayı; danışmanım ve değerli hocam Sn. Prof. Dr. Gülfem ERSÖZ'e tez içeriği, tez yazımı ve tezin her aşamasında, yardımlarını esirgemediği, her türlü bilgi ve tecrübesini paylaştığı için sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Çalışmanın kurgulanması ve bulguların değerlendirilmesi aşamasında deneyimlerini aktaran, desteklerini ve yardımlarını esirgemeyen değerli hocalarım Sn. Prof. Dr. Ayşe KİN İŞLER, Sn. Prof. Dr. Tahir HAZİR ve sevgili arkadaşım Arş. Gör. Evrim ÜNVER'e şükranlarımı sunarım.

Tez çalışmamda gönüllü olarak yer alan ve başlangıçtan sona kadar sabırla katkı sağlayarak literatüre hizmet veren tüm öğrenci arkadaşlarıma teşekkür ederim.

Kıymetli Aileme, hayatım boyunca maddi ve manevi desteklerini esirgemeyen annem, babam ve kardeşlerime, özellikle tezin her aşamasında anlayışı ve hoş görüşüyle yanımda oldukları için sevgili eşim Cheikh Tidiane DIEDHIOU ve biricik oğlum Kausu Şahin JR'a sonsuz sevgi ve teşekkürlerimi sunarım

SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ

ADP	Adenozin difosfat
ATP	adenozin trifosfat
BH	Büyüme Hormonu
CP	Kreatin Fosfat
CK	Kreatin Kinaz
HIIT	High Intensity Interval Training
KLak	Kan Laktat Konsantrasyonu
ml/dk	Mililitre/dakika
Mmol/L	Milimol/Litre
ng/dL	Nanogram/Mililitre
O₂	Oksijen
OG	Ortalama Güç
Ort	Ortalama
SS	Standart Sapma
VO₂Maks	Maksimum Oksijen Tüketimi
VYY	Vücut Yağ Yüzdesi
W/Kg	Watt/Kilogram
WAnT	Wingate Anaerobik Test
ZG	Zirve Güç
µg/Dl	Mikrogram/desilitre

ŞEKİLLER

Şekil 1.1. Antrenman Etmenleri Aşamaları	7
Şekil 1.2. HIIT'in Etki Mekanizması	19
Şekil 2.1. Dual Enerji X Ray Absorbsiometresi	29
Şekil 2.2. Stadiometre	30
Şekil 2.3. Tanita A-401	30
Şekil 2.4. Polar Team2	30
Şekil 2.5. Accutrend GCLT Laktat Analizörü	31
Şekil 2.6. Wingate Test Sistemi	31
Şekil 2.7. Lode Excalibur Sport Bisiklet Ergometresi	32
Şekil 3.1. Vücut Yağ Yüzdesi değişimi	40
Şekil 3.2. VO ₂ Maks tüketimleri	42
Şekil 3.3. WAnT ZG(a)	43
Şekil 3.4. WAnT ZG (r)	45
Şekil 3.5. WAnT OG (a)	46
Şekil 3.6. WAnT OG(r)	48
Şekil 3.7. Yorgunluk indeksi	49
Şekil 3.8. Kan laktat konsantrasyonu	51
Şekil 3.9. Kortizol hormonunun zamansal değişimi	52

Şekil 3.10. Testosteron hormonunun zamansal değişimi	54
Şekil 3.11. insülin hormonunun zamansal değişimi	55
Şekil 3.12. BH zamansal değişimi	57



ÇİZELGELER

Çizelge 2.1. Kontrol grubunun tamınlayıcı istatistik çizelgesi	29
Çizelge 2.1. HIIT2 grubunun tamınlayıcı istatistik çizelgesi	29
Çizelge 2.1. HIIT4 grubunun tamınlayıcı istatistik çizelgesi	29
Çizelge 2.2. Maksimal aerobik güç (VO ₂ Maks) test protokolü	34
Çizelge 2.3. HIIT Programı	35
Çizelge 3.1. Grupların DEXA Vücut Yağ Yüzdesi Değerleri	39
Çizelge 3.2. Grupların VO ₂ Maks Değerleri	41
Çizelge 3.3. Grupların WAnT Zirve Güç Mutlak Değerleri	42
Çizelge 3.4. Grupların WAnT Zirve Güç Relatif Değerleri	44
Çizelge 3.5. Grupların WAnT Ortalama Güç Mutlak Değerleri	45
Çizelge 3.6. Grupların WAnT Ortalama Güç Relatif Değerleri	47
Çizelge 3.7. Grupların WAnT Yorgunluk İndeksi Değerleri	48
Çizelge 3.8. Grupların Dinlenik KLak Konsantrasyonu (mmol/L) Değerleri	49
Çizelge 3.9. Grupların Test Sonu KLak Konsantrasyonu (mmol/L) Değerleri	50
Çizelge 3.10. Grupların kortizol hormonu Değerleri	51
Çizelge 3.11. Grupların Testosteron Değerleri	53
Çizelge 3.12. Grupların İnsülin Değerleri	54
Çizelge 3.13. Grupların BH Değerleri	56

1. GİRİŞ

Egzersiz, birçok kronik hastalıkla ilişkili sağlık sorununu önleyen ve çoğu durumda geciktiren, klinik olarak kanıtlanmış, düşük maliyetli, birincil derecede bir müdahaledir. Bununla birlikte, sağlıklı olabilmek için gereken egzersiz türü ve dozu, hareketsizlikle ilgili rahatsızlıkların ve kronik hastalıkların önlenmesi için açık bir fikir birliği olmayan çekişmeli bir konudur. Son zamanlarda sağlıklı popülasyonda ve hasta bireylerde, HIIT'in geleneksel antrenman metotlarına kıyasla benzer ya da daha fazla fizyolojik adaptasyon sağlayan, alternatif bir antrenman yöntemi olduğu bildirilmektedir.

Geçmişte hareketsiz ve rekreasyonel olarak aktif bireylerin, V_{O_2} Maks'ını elit sporcu düzeyine yükseltmek için birkaç yıl gerektiğine inanılmaktaydı (Rowell, 1993; Ekblom ve Björn, 1968). Ancak Hickson ve arkadaşları, sekiz sedanter ve rekreasyonel olarak aktif bireyde, VO_2 Maks'ın 10 haftalık HIIT programından sonra belirgin şekilde arttırılabileceğini (%44; $p < 0.05$) göstermişlerdir (Hickson ve ark., 1977). Yapılan bu çalışmada katılımcıların dördünde VO_2 Maks'ın 60/ml/dk/kg'ı aştığı belirtilmiştir. Hickson ve arkadaşlarının çalışması, HIIT'in aerobik kondisyonda hızlı bir gelişme sağladığını açıkça göstermektedir.

Uzun süreli geleneksel dayanıklılık antrenmanlarının aksine HIIT, kısa yüklenme ve dinlenme aralıkları içermektedir. HIIT, anaerobik eşikten daha büyük bir şiddette tamamlanan kısa ile orta süreli egzersizlerin tekrarlanan setleri olarak tanımlanabilir. Yüklenme setleri kısmen ya da çoğu zaman tam dinlenme sağlamayan, kısa süreli düşük şiddetli aktif ya da pasif dinlenme aralıklarıyla

ayrılmaktadır. Antrenörler dayanıklılık sporcuların performanslarını artırabilmek için uzun yıllardır HIIT'i kullanmaktadırlar (Hawley ve ark., 1997)

Birçok çalışma geleneksel dayanıklılık antrenmanlarıyla karşılaştırıldığında HIIT'in yağ oksidasyonunu arttırdığına işaret etmektedir. Essen ve arkadaşları yaptıkları çalışmada, VO_2 Maks'ın %50'inde 1 saatlik dayanıklılık antrenmanı ile aynı iş yükündeki aralıklı antrenmanı (15 sn ZG yüklenme, 15 sn dinlenme aralıkları) karşılaştırmışlardır. Daha önce antrenmanlı olmayan bireyler ile yapılan bu çalışma sonucunda, geleneksel dayanıklılık antrenmanına kıyasla HIIT grubunda daha fazla lipid ve daha az glikojen kullanıldığı belirtilmiştir (Essen ve ark., 1977). Antrenmansız bireylerle yapılan bir başka çalışmada, HIIT yapan grubun (5×4 dk VO_2 Maks 100%, 2 dk dinlenme; n = 13), aynı ortalama yoğunlukta benzer bir süre boyunca geleneksel dayanıklılık antrenmanı yapan grupla (VO_2 Maks %79; n=8) karşılaştırıldığında, tip II liflerin oksidatif kapasitesini (süksinat dehidrojenaz ve sitokrom oksidaz) arttırdığı bulunmuştur (Billat, 2001).

Antrenmansız veya fiziksel olarak aktif bireylerde aerobik kapasite gelişimine bağlı, kapilarizasyon ve oksidatif enzim aktivitesindeki artış HIIT prgramlarına verilen en yaygın yanıtlardır (MacDougall ve ark., 1998; Essen ve ark., 1977; Chilibeck ve ark., 1998; Henriksson ve Reitman, 1977). Zaman açısından ekonomik kabul edilen HIIT programları literatürde sıklıkla geleneksel dayanıklılık antrenmanları ile karşılaştırılmıştır. Çeşitli formda HIIT programları kurgulanmış, sağlık ve performansla ilişkili değerler kıyaslanmıştır.

Bu doğrultuda bu tezin amacı, farklı sıklıkta yapılan benzer HIIT protokolünün, aerobik dayanıklılık ve anaerobik güç ile dinlenik ve egzersiz sonrası KLa_k, testosteron, kortizol, insülin ve BH parametrelerinde farklı bir etkiye sebep olup olmayacağını incelemektir.

1.1. Antrenman Bilimi

Birçok bilim, egzersizin insan vücuduna etkilerinin anlaşılması noktasında katkıda bulunmuş ve bir araya gelerek kendi bilim alanını "Antrenman bilimini" oluşturmuştur. Daha sonra bu bilim, spor performansını anlamayı hedeflemek, egzersizin vücut üzerindeki etkilerini ölçmek ve yaralanma oranını en aza indirmek üzerine odaklanmıştır. Yarışmacı performansları müsabakalar süresince, iç ve dış faktörlerden etkilenirken, çeşitli stresli uyaranlara da dayanması beklenmektedir. Antrenman bu koşulları sağlayacak ve gerçek durumlara hazırlayacak şekilde yapılandırılmalıdır (Boreham ve ark., 2006).

Holmann, antrenmanı "Organizmada fonksiyonel ve morfolojik değişimler sağlayan ve sporcuda verimin yükseltilmesi amacı ile belirli zaman aralıklarıyla uygulanan yüklenmelerin toplamıdır" diye açıklarken, Ulich, "becerilerin ve yeteneklerin eylem planı ve yapılarının optimalleşmesini sağlayan düzenli ve planlı bir süreç" olarak tanımlamıştır. Mellerowics/Meller'e göre ise antrenman, " güç yeteneğinin yükseltilmesi ve spor dallarında başarıya ulaşmasını sağlamak amacıyla sporcunun bedeni ve psikosomatik gelişiminde son derece etkin olan yöntem"dir. (Sevim, 2002).

Sporda antrenmanın amacı; branşa yönelik sporsal verimi en üst seviyeye getirmek, fiziksel güzelliğe ulaşmak, fiziksel uygunluk ve sağlıklı olmayı hedefleyen etkinliklerde bulunmak, psiko-sosyal gereksinimleri karşılamak ve bireyin kendinden memnun olmasını sağlamak gibi hedefler oluşturmaktadır (Muratlı ve ark., 2011).

Antrenman biliminin ve antrenmanın amacı olan mevcut durumu ileriye taşıma hedefi spor branşları düşünüldüğünde daha spesifik bir durum almaktadır.

Müسابaka düzeyindeki elit bir sporcu için antrenmanın amacı müسابaka performansını geliştirmek iken sağlık için spor yapan bir birey için fiziksel güzellik ve fiziksel uygunluk elde etmek olacaktır.

1.2. Fiziksel Aktivite ve Egzersiz

Fiziksel aktivite ve egzersiz sıklıkla birbirinin yerine kullanılır, ancak bu terimler eş anlamlı değildir. Fiziksel aktivite, enerji harcamasında önemli bir artışa neden olan, iskelet kaslarının kasılması tarafından üretilen herhangi bir bedensel hareket olarak tanımlanır (Caspersen ve ark., 1985; Corbin ve ark., 2000). Egzersiz, fiziksel uygunluğun bir veya daha fazla bileşenini geliştirmek için yapılan planlı, yapılandırılmış ve tekrarlanan bedensel hareketlerden oluşan bir tür fiziksel aktivitedir (Caspersen ve ark., 1985). Fiziksel uygunluk, bireyin fiziksel aktiviteyi gerçekleştirebilmek için sahip olduğu veya elde ettiği bir dizi özellik olarak tanımlanmamıştır. Bu özellikler sağlık ve beceriyle ilişkili bileşenler olarak ikiye ayrılmaktadır (ACSM, 2010).

1.2.1. Fiziksel Uygunluk Bileşenleri

Bu başlık altında sağlığa ve beceriye ilişkin fiziksel uygunluk parametrelerine yer verilmiştir.

1.2.1.1. Sağlığa İlişkin Fiziksel Uygunluk Bileşenleri

- Kardiyovasküler dayanıklılık: Fiziksel aktivite sırasında dolaşım ve solunum sisteminin oksijen sağlaması.
- Vücut kompozisyonu: Bağlı kas, yağ, kemik miktarı ve vücutun diğer hayati kısımları
- Kassal kuvvet: Kasların kuvvet uygulayabilme yeteneği
- Kassal dayanıklılık: Yorgunluk oluşmadan kasın performans göstermeye devam etmesi
- Esneklik: Eklemlerdeki mevcut hareket aralığı (ACSM, 2010).

1.2.1.2. Beceriye İlişkin Fiziksel Uygunluk Bileşenleri

- Çeviklik: Vücutun konumunu hızlı ve doğru bir şekilde değiştirme yeteneği
- Koordinasyon: Vücut parçalarıyla birlikte hareketleri düzgün ve doğru bir şekilde yerine getirirken görme ve duyma gibi duyuları kullanma yeteneği
- Denge: Durağan veya hareket halindeyken dengenin korunması.
- Kuvvet: Birinin çalışabileceği yetenek veya oran
- Reaksiyon zamanı: Stimülasyon ile tepkimenin başlangıcı arasında geçen süre.
- Hız: Kısa bir süre içinde hareket yapma yeteneği (ACSM, 2010).

1.3. Performans

Performans, sporcunun bir spor branşındaki yeteneklerinin ortaya çıkarılması ve onların bilinen kriterlere göre değerlendirilmesidir.

Performansı belirleyen etkenler;

1-Sporcu

a- Morfolojik ve biyolojik kaliteler; Boy, ağırlık ve segmenter ilişkileri

b- Fiziki nitelikler; aerobik ve anaerobik potansiyel, nöromüsküler yetenek, teknik-taktik nitelikler ile psikolojik ve moral kaliteler

2- Antrenman

3- Çevre

4- Yönetim

5-Performansı kolaylaştıran etkenler; Beslenme, yorgunluğun yönlendirilmesi, ısınma ve düzenli sağlık denetimi.

Kalp debisi, Oksijen taşıma kapasitesi, çalışan kasların oksijenden istifade yeteneği ve solunum kaslarının oksijen gereksinimi gibi etkenler de performansı sınırlayıcı rol oynamaktadır (Karatosun, 2003).

Performansı belirleyen maddelerin en önemlilerinden biri olan antrenmanın etkili olabilmesi için sporcunun fiziksel uygunluk komponentlerine de sahip olması gerekmektedir..

Müسابaka için yapılan tüm sportif hazırlıklar; fiziksel, teknik, taktik, kuramsal ve bilişsel çalışma aşamalarından oluşmaktadır. Bu aşamalardan "kondisyon antrenmanı" tüm antrenman programının temelini oluşturmaktadır. Kondisyon (fiziksel) antrenmanı, antrenman türlerinin temel ögesidir (Bompa ve Gregory, 2015).

Şekil 1.1. Antrenman Etmenleri Aşamaları

PSİKOLOİK VE ZİHİNSEL ANTRENMAN
TAKTİKSEL ANTRENMAN
TEKNİKSEL ANTRENMAN
FİZİKSEL ANTRENMAN (KONDİSYON)

(Bompa ve Gregory, 2015)

1.4. Fiziksel Antrenman (Kondisyon)

Bompa'ya göre "fiziksel antrenman" tüm antrenman çeşitlerinin temelini oluşturmaktadır. Fiziksel antrenman, antrenmanda veya müsabakada istenilen sonucu elde etmek için gereken şartlardan en önemlisidir (Bompa ve Gregory, 2015). Fiziksel (kondisyonel) özellikler, performansın ortaya çıkışında etkili olan temel fiziki özellikler olarak tanımlanmaktadır, performans dayanağını bu fiziksel özelliklerden almaktadır. Temel kondisyonel özellikler birbirlerinden bağımsız değildir ve karşılıklı olarak birbirlerinden etkilenmektedir (Karatosun, 2003).

Antrenman uygulamalarında teknik, taktik antrenman ile fiziksel (kondisyon) antrenman şeklinde bir yol ayrımına gidilmiştir. Uzun zamandan beri teknik beceriler

ve temel motorik özellikler şeklinde bir ayrım söz konusudur. Spor pedagojisi ve antrenman yöntemleri düşünüldüğünde bu iki kavram arasındaki fark; "Teknik beceriler"in motorik öğrenme sürecin, "Motor özellikler"in ise organizmanın uyum yeteneği ve verimlilik derecesine bağlı olmasıdır. Örneğin; teknik bir hareket öğrenilirken, o hareket yapılırken gözlenebilir. Temel motorik özelliklerin gelişmesi için, antrenmanın belirli bir süreç katetmesi gerekmektedir.

Temel motorik özellikler beş ana başlıkta incelenmektedir. Bunlardan ilk üç tanesi ana temel motorik özellik iken diğer ikisi tamamlayıcı özelliktedir.

1. Kuvvet
2. Dayanıklılık
3. Sürat
4. Hareketlilik
5. Beceri (Koordinasyon) (Sevim, 2002).

Bu çalışmada temel motorik özelliklerin ana öğelerinden ve fiziksel uygunluğun önemli bileşenlerinden biri olan dayanıklılık öğesi incelenecektir.

1.5. Dayanıklılık

Dayanıklılık yalnız başına kondisyonel biyomotorik bir özellik değildir, kuvvet, sürat, kas ve solunum-dolaşım sistemi dayanıklılığın birlikteliğinden oluşur. Dayanıklılık, herhangi bir fiziksel aktiviteyi, etkinlik düzeyini düşürmeksizin (düşük, orta ya da şiddetli) uzun süre sürdürebilme ya da yorgunluğu erteleyebilmek için

sahip olunması gereken fizik ve psişik kapasite olarak tanımlanabilir (Karatosun, 2003).

Dayanıklılık literatürde farklı anlatımlar ve çeşitlilikte ele alınmıştır. Sevim, dayanıklılığı "genelde sporcunun fiziki ve fizyolojik yorgunluğa dayanma gücü" olarak tanımlarken, Frey, "tüm organizmanın fiziki yorgunluğa mümkün olduğu kadar karşı koyabilme gücü" olarak tanımlamışlardır (Sevim, 2002). Uzun süre devam eden antrenmanlara uyum sağlamak için organizmada fizyolojik birçok adaptasyon meydana gelmektedir. Antrenman yanıtının büyüklüğü, antrenmanların süresine, yoğunluğuna, sıklığına, başlangıç antrenman durumuna, genetik potansiyeline, bireyin yaşı ve cinsiyetine bağlıdır (Wenger ve Bell, 1986). Antrenman yüküne adaptasyonlar, uygun dinlenme periyodları gerektirmektedir. Örneğin; yetersiz antrenman ve uzun süre dinlenmenin söz konusu olduğu programlarda istenilen düzeyde sportif verim beklenemezken (Neufer, 1989), çok yoğun yüklenme içeren antrenmanlar ile kısa süreli dinlenme periyodlarından oluşan programların sürantreneye neden olabileceği belirtilmektedir (McKenzie, 1999).

Dayanıklılık performansı, büyük ölçüde ATP'nin (adenozintrifosfat) aerobik resentezine bağlıdır (Davies ve Thompson, 1979; Léger ve ark., 1986). Dayanıklılık antrenmaları, atmosferik havadan mitokondriye O₂ (oksijen) taşınmasını ve kas hücrelerinde metabolizma kontrolünü artırmakla birlikte, pulmoner, kardiyovasküler ve nöromusküler sistemlerde adaptasyon sağlamaktadır. Bu adaptasyonlar hız-zaman eğrisinin sağa kayması ve dolayısı ile dayanıklılık performansında artış ile sonuçlanmaktadır (Jones ve Carter, 2000; Holloszy, 1967; Coyle ve ark., 1983; Holloszy ve Coyle, 1984; Favier ve ark., 1986). Mitokondri, elektron taşıma sistemi ATP üretimi yoluyla enerji üreten başlıca organeldir (Egan ve ark., 2013; Bishop ve ark., 2014). Merkezi ve periferik dokulardaki gelişme, bireyin egzersizi daha uzun mesafe ve daha uzun süre devam ettirebilmesini sağlamaktadır (Brooks, 2011).

1.5.1. Aerobik Dayanıklılık

Aerobik güç olarak da ifade edilen aerobik dayanıklılık, aerobik enerji sistemlerini içeren, yorgunlukla ilişkili ve uzun süreli egzersizlerdeki performans kapasitesi olarak tanımlanmaktadır (Günay ve Yüce, 2008) Yapılan iş ile harcanan enerjinin dengeli olduğu, organizmada O_2 borçlanması olmadığı ve organizmada tamamen aerobik yolla enerji üretimine dayalı olan her türlü kondisyon özelliğidir (Sevim, 2002). Aerobik kapasite, organizmamızın belirlenen zaman diliminde solunum sistemi aracılığı ile akciğerlere aldığı O_2 miktarı ile belirlenmektedir. Performansın seviyesi, alınan O_2 'nin oranına endekslidir. Bir başka yaklaşımla aerobik kapasite, kalbin debisi, kalp hipertrofisi, solunum kapasitesi, kandaki hemoglobin miktarı, kılcak damarlar sayısı ve hacimleri ile doğru orantılıdır (Muratlı ve ark., 2011). Aerobik çalışmalarda organizma genellikle O_2 borçlanmasına girmez. Yeterli O_2 ortamında yapılan dayanıklılık organizmanın aerobik enerji sistemine bağlı olarak ortaya çıkan özelliğidir (Günay ve Yüce, 2008; Sevim, 2002). Aerobik dayanıklılık vücuda alınan maksimal O_2 miktarının, organizmada dolaşıma katılan oranı ile ölçülmektedir (Gabbett ve ark., 2008).

1.5.1.1. VO_2 Maks

VO_2 Maks maksimal bir dayanıklılık egzersizi sırasında bireyin kullanabildiği maksimal O_2 tüketimini ifade etmektedir. Egzersiz fizyolojisi alanındaki ana değişkenlerden biridir ve sıklıkla bir bireyin kardiyorespiratuar uygunluğunu belirtmek için kullanılmaktadır. Bilimsel literatürde, VO_2 Makstaki artış, antrenmanın etkisini göstermenin en yaygın yöntemidir. VO_2 Maksı sınırlayan fizyolojik faktörler ve bu değişkenin dayanıklılık performansındaki rolü büyük bir öneme sahiptir (Bassett ve Howley, 2000).

“Maksimum oksijen tüketimi” terimi ilk olarak 1920’li yıllarda Hill ve arkadaşları ile Herbst tarafından kullanılmıştır (Hill ve ark., 1924a; Hill ve ark., 1924b; Herbst, 1928). Hill ve Lupton’un VO_2 Maks paradigmasına göre;

- O_2 tüketiminin bir üst sınırı vardır
- VO_2 Maksta bireyler arası farklar bulunmaktadır
- Yüksek VO_2 Maksa sahip olmak, orta ve uzun mesafe koşullarında başarılı olmak için çok önemlidir
- VO_2 Maks, kardiyorespiratuvar sistemin oksijeni kaslara taşıma yeteneği ile sınırlıdır (Hill ve ark., 1924b).

Atmosferden mitokondriye oksijen taşınması, her biri O_2 akışına olası bir engel teşkil edebilecek bir dizi adım içermektedir. Bunlar;

- Pulmoner difüzyon kapasitesi
- Maksimum kardiyak çıkış
- Kanın oksijen taşıma kapasitesi (Bassett ve Howley, 2000).

1.5.1.2. Pulmoner Sistem

Ortalama deniz seviyesinde egzersiz yapan bireylerde, akciğerler arteriyel kanı O_2 ile doyurma görevini iyi bir şekilde başarmaktadır. Maksimum efor sırasında bile, arteriyel O_2 doygunluğu % 95 civarındadır (Powers ve ark., 1989). Modern araştırmacılar, pulmoner sistemin belirli durumlarda VO_2 Maksı sınırlayabileceğini doğrulamaktadırlar. Dempsey ve arkadaşları, elit sporcuların normal yetişkinlere kıyasla maksimum antrenman sırasında arteriyel O_2 desatürasyonuna maruz kalma ihtimalinin yüksek olduğunu göstermişlerdir (Dempsey ve ark., 1984). Antrenmanlı bireyler, antrenmansız bireylerden çok daha fazla maksimum kardiyak debiye

sahiptir. Kardiyak debinin fazla olması, pulmoner kapillerdeki kırmızı kan hücresinin geçiş süresinin azalmasını sağlamaktadır (Bassett ve Howley, 2000).

Powers ve arkadaşları elit sporcular ve antrenmansız bireylerden oluşan bir katılımcı grubuna iki VO_2 Maks testi yaptırmışlardır. Katılımcıların ilk testte oda havası, diğerinde %26 oksijen gazı karışımı solumaları sağlanmış ve Yüksek derecede antrenmanlı olan grubun, hiperoksik gazda ve maksimum antenman sırasında VO_2 Maks'ı 70.1'den 74.7'e, arteriyel O_2 doygunluğu ise % 90.6'dan % 95.9'a çıkmıştır. Antrenmansız bireylerde ise iki testte de herhangi bir değişim gözlenmemiştir (Powers ve ark., 1989). Bu durum göz önüne alındığında egzersiz kapasitesini arttırmada akciğerin bir sınırlayıcı olduğu söylenebilir (Bassett ve Howley, 2000).

1.5.1.3. Maksimum Kardiyak Output

Maksimum egzersiz sırasında, mevcut O_2 'nin neredeyse tamamı aktif kasları perfüze eden kandan elde edilmektedir (Shephard, 1977). Arteriyel kanın oksijen içeriği yaklaşık 200 mL'dir; venöz kan boşaltılırken maksimum çalışan kaslarda bu miktar 20–30 mL'ye düşmektedir. Bu, ağır egzersiz sırasında kanda çok az oksijen kaldığını göstermektedir. Bu nedenle, antrenmanla kan akışındaki artışın sağlanması VO_2 Makstaki artış ile paralellik göstermektedir. VO_2 Makstaki sınırlamanın %70-85'inin maksimum kardiyak çıkışla bağlantılı olduğu düşünülmektedir (Cerretelli ve Di Prampero, 1987). Uzun süreli çalışmalar, VO_2 Makstaki antrenman kaynaklı artışın, maksimum kardiyak çıkıştaki artıştan kaynaklandığını göstermektedir. Saltin ve arkadaşları yaptıkları çalışmada, katılımcılara 20 gün yatak istirahatinden sonra 50 gün antrenman yaptırmışlar ve VO_2 Maks farkının, çoğunlukla kardiyak outputtan kaynaklandığı sonucuna ulaşmışlardır (Saltin ve ark., 1968).

1.5.1.4. Oksijen Taşıma Kapasitesi

Çalışan kaslara O₂ taşınması kanın hemoglobin içeriği ile yakından ilgilidir (Ekblom ve ark., 1976). Birçok çalışma, O₂ taşıma kapasitesi ile VO₂Maks arasında sebep-sonuç ilişkisinin olduğunu belirtmektedir. Maksimum oksijen tüketimini sınırlayan faktörlerden biri kanın O₂ taşıma kapasitesidir. Kanın hemoglobin (Hb) içeriğini değiştirmek, O₂ taşıma kapasitesini artırmanın bir yoludur. Günümüzde buna örnek olarak kan transfüzyonu verilebilir. Ayrıca, sporcuların yüksek irtifada belirli bir süre antrenman yapmaları, hemoglobin miktarını artırarak O₂ taşıma kapasitesini artırır (Ekblom ve ark., 1976; Gledhill ve Norman 1982; Gledhill ve Norman 1985).

1.6. Anaerobik Dayanıklılık

Oksijen kullanılmadan, yalnızca karbonhidratların kısmen parçalandıktan sonra laktik aside dönüştüğü sistem anaerobik enerji sistemi olarak adlandırılmaktadır. Anaerobik yolla üretilen enerji, aerobik enerji sistemine kıyasla daha kısa sürelidir ve organizma bu yolla enerji üretirken O₂'e ihtiyaç duymamaktadır (Gollnick ve King, 1969).

1.6.1. ATP-CP Sistemi (Fosfojen Sistem)

ATP ve kreatin fosfat (CP veya PC) kasların içinde bir miktar hazır şekilde mevcuttur. Yüksek şiddetli ve kısa süren egzersizlerde organizma kaslarda depo durumunda bulunan bu fosfojenlerin parçalanması ile enerji oluşturmaktadır. Kısa

sürekli yüksek şiddetli aktiviteler sırasında organizmanın aerobik enerji sistemi ATP üretme hızı bakımından yetersiz kaldığı için, kas içinde hazır halde bulunan CP bileşeni ATP sentezi için devreye girmekte ve enerji bu yolla sağlanmaktadır (Hermansen, 1969).

1.6.2. Laktasit Sistemi (Anaerobik Glikoliz)

Laktasit sistemin tek yakıtı glukozdur. Enerji üretilirken glukoz oksijensiz ortamda kısmen parçalanarak püvirik aside dönüşmekte ve bu parçalanma esnasında ATP üretilmektedir. Laktasit enerji üretimi sırasında kaslarda yeterli oksijen bulunmadığında, oluşan püvirik asit laktik aside dönüşüp kaslarda birikmeye başlamaktadır (Sönmez, 2002).

1.7. Yorgunluk

Spor tarihinde sayısız “yorgunluk” tanımı mevcuttur. Biyomekanik çalışmalarında yorgunluk bir kasın kuvvet çıkışında bir azalma olarak tanımlanırken (Millet ve ark., 2018; Allman ve Rice, 2002), fizyolojide yorgunluk belirli bir fizyolojik sistemin başarısızlığı olarak tanımlanmaktadır (Green, 1997). Yorgunluk, bazı çalışmalarda, egzersiz sırasında oluşabilecek yaralanma veya ölümlerin önlenmesini amaçlayan bir güvenlik mekanizması olarak kabul edilmektedir (Noakes, 2000; Kay ve Marino, 2000; Pinniger ve ark., 2000; Gabriel ve ark., 2001). Yorgunluk fiziksel aktivitenin kaçınılmaz ve olumsuz bir sonucu olarak kabul edildiğinden (Kay ve ark., 2001; Pinniger ve ark., 2000), egzersiz performansı üzerindeki etkisi konusunda çok fazla araştırma yapılmıştır (Millet ve ark., 2018;

Millet ve ark., 2000; Gibson ve ark., 2001; Lepers ve ark., 2000; Lepers ve ark., 2002; Pääsuke ve ark., 1999; Kay ve ark., 2000; Rodacki ve ark., 2001).

Maksimal sportif verim, bütün organların bir uyum içerisinde çalışması ile mümkündür ve bu sportif verim yalnızca belirli bir süre aynı oranda tutulabilmektedir, daha sonra yorgunluğa bağlı olarak azalmaktadır (Günay ve ark., 2013).

Sirkadyen ritm de yorgunluk üzerine etkili olmaktadır. Muratlı ve arkadaşları (2011) kan laktik asit (Lak) toleransının öğleden sonra, sabaha nazaran daha yüksek olduğu ve bunun da hissedilen yorgunluk düzeyini azalttığı, dolayısıyla yüklenmeyi devam ettirebilme yeteneğinin öğleden sonra daha iyi olduğunu ifade etmişlerdir (Muratlı ve ark., 2011).

400 metre ve maraton koşusu örnekleri düşünüldüğünde yorgunluğun çeşitli olduğunu belirten Powers and Howley, aşağıdaki Çizelgede olası yorgunluk bileşenlerini sıralamışlardır (Powers ve Howley, 1997).

- Akıl ve beyin
- Omurilik
- Periferik sinir
- Kas sarkolemması
- T tüpü sistemi
- Ca^{++} salımı
- Aktin miyozin etkileşimi
- Çapraz köprü gerimi + sıcaklık
- Kuvvet/Güç çıkışı

1.7.1. Genel Yorgunluk

Sinirlilik, bıkkınlık, iştahsızlık, kilo kaybı, uykusuzluk, performans düşüklüğü, normalden daha geç kardiyak toparlanma, hareketlerin koordinasyonunda bozulma ve düşünsel olarak yoğunlaşmada bozulma gibi belirtileri vardır (Muratlı ve ark., 2011).

1.7.2. Lokal Yorgunluk

- Kas tutuklukları
- Tendonların yapışma noktalarındaki ağrılar
- Yorgunluk kırıkları
- Metabolik asit ürünlerinin birikimi
- Kas glikojen depolarında azalma
- Hormonal düzenlemenin bozulması ile kendini gösterir.

Dayanıklılık antrenmanlarında bedensel yorgunluğun öncelikli olarak ön görüldüğü bilinen bir gerçektir, fakat yorgunluğa karşı koyma konusunda başka hususlar da göz önünde bulundurulmalıdır. Özellikle de verim sporlarında psikolojik yorgunluk fiziksel yorgunluktan önce gerçekleşmektedir. Farklı bileşenlerin gerçekleştirdiği yorgunluk kombine bir oluşumdur (Muratlı ve ark., 2011).

Vücudun tüm organizmaların bir ahenk ile çalışması sonucunda performans açısından en iyi cevabın elde edildiği noktaya ulaşılabilse de bu performans uzun süre devam ettirilemez, nitekim yorgunluk meydana gelir ve sonuç olarak

performans düşer. Yorgunluğun gelişmesi de yapılan egzersizin ne şiddette olduğu ile yakından ilgilidir.

1.8. High Intensity Interval Training (HIIT)

“Interval antrenman 1930'ların sonunda büyük bir Alman kulübü olan Dresdner SC'nin baş koçu olarak çalışan Dr. Woldemar Gerschler tarafından geliştirilmiştir. Gerschler, antrenman yöntemlerini hem fizyolojik hem de psikolojik koşullandırmaya dayandırmaya çalışmıştır. Tekniğini mükemmelleştirmek için, kardiyoloji uzmanı Dr. Herbert Reindel ile birlikte çalışmaya başlamıştır. Bu iki bilim insanı 1935 ve 1940 yılları arasında 21 günlük periyotlardan oluşan antrenmanları 3 bin kişiden fazla katılımcıya uygulamışlardır. Çalışmalarında Gerschler ve Reindell, bu dönemde performansta büyük gelişmeler olduğunu keşfetmişlerdir. Gerschler'in interval antrenman tekniğini kullanan atlet Josy Barthel, 1952 Yaz Olimpiyatları'nda erkekler için 1500 metrelik yarışın sürpriz kazananı olmuştur. Bu sonuç interval antrenmanın büyük bir dikkat çekmesini sağlamış ve Gerschler daha sonra 1960 Yaz Olimpiyatları'ndaki 800 metrelik yarış için Roger Moens'i çalıştırmıştır. Roger Moens yarışmada gümüş madalya kazanmıştır. Gerschler'in tekniği daha sonra başkaları tarafından gözden geçirilip yeniden düzenlenmiştir. Antrenör Peter Coe, Profesör Izumi Tabata ve Profesör Martin Gibala gibi isimler bu teknikte büyük gelişmeler kaydetti. Bu araştırmacıların her biri, modern yüksek şiddetli interval antrenmanın oluşumuyla sonuçlanan, interval antrenmana dayanan kendi tarzlarını belirlemişlerdir.” (Horowitz, 2018)

Fiziksel inaktivitenin morbidite ve mortalitenin önemli bir nedeni olduğuna inanılmaktadır. (Lollgen ve ark., 2009) Fiziksel aktivite için birçok kaynak haftada 150 dakika orta veya 75 dakika kuvvetli aktivite yapılmasını önermektedir. (ACSM, 2010). Araştırmacılar sürdürülebilir davranış sağlayan ve sağlığa ilişkin parametrelerde olumlu gelişim sağlayan fiziksel aktivite arayışındadırlar. High

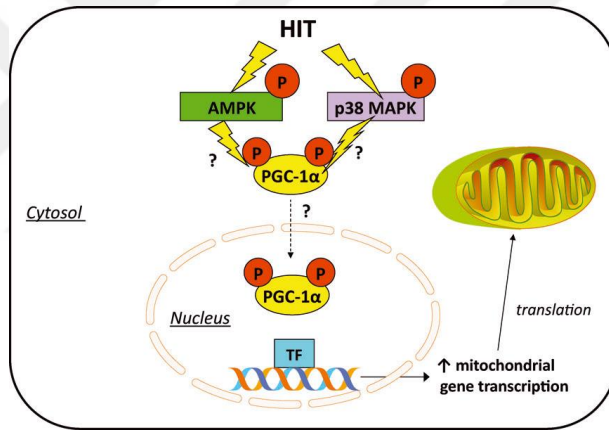
intensity interval training (HIIT) bu konuda yararı olabilecek bir egzersiz trendidir (Kilpatrick ve ark., 2014). Bir kardiyo antrenmanı bireysel hedeflere bağılı olarak yapılmalıdır, hedef yağ kaybı ise beslenme ve ağırlık antrenmanına odaklanılmalıdır. HIIT'in (Tabata), geleneksel sürekli koşu antrenmanları ile kıyaslandığında, daha fazla yağ kaybı ile sonuçlandığı görülmektedir. HIIT çalışmaları ile metabolik hızın antrenmandan 48 saat sonra bile yüksek kaldığı belirtilmiştir (Hickson ve ark., 1985).

1.8.1. HIIT Mekanizması

Egzersiz yoğunluğunun ve hacminin mitokondriyal adaptasyonlar üzerindeki rolünü araştıran çalışmalar geleneksel dayanıklılık antrenmanları, aralıklı sprint (SIT) ve HIIT programları kullanılarak yapılmıştır (Gillen ve Gibala, 2014). Birçok çalışma, her iki antrenman modelinde de mitokondri ve iskelet kası oksidatif kapasitesine adaptasyonlardaki benzerlikler üzerinde yoğunlaşmıştır (Gibala ve ark., 2009; Little ve ark., 2010; Jacobs ve ark., 2013; Cochran ve ark., 2014), bu nedenle, HIIT ve SIT, aerobik dayanıklılığı geliştirmek için etkili bir strateji olarak önerilmektedir (Gibala ve ark., 2009; Gillen ve Gibala, 2014).

Çalışmalar Egzersiz şiddetinin, mitokondride genetik kodların ana düzenleyicisi olan PGC-1 α aktivasyonunu etkileyen anahtar faktör olduğuna işaret etmektedir (Egan ve ark., 2010). Araştırmalar mitokondriyal içerik ve fonksiyon ile bağlantılı olarak egzersiz yoğunluğunun hacimce önemi üzerinde yoğunlaşmaktadır (Daussin ve ark., 2008; Jacobs ve ark., 2013; Cochran ve ark., 2014; Granata ve ark., 2015; MacInnis ve ark., 2017). Daussin ve arkadaşları ile Jacobs ve arkadaşlarının yaptıkları çalışmada HIIT'in mitokondriyal içeriği ve solunum sistemini olumlu etkilediği bildirilmiştir (Daussin ve ark., 2008; Jacobs ve ark., 2013).

Little ve arkadaşları (Little ve ark., 2011); HIIT'in PGC1 α aktivasyonunu arttırabileceğini ve böylece ATP üretiminde de bir artış olabileceğini ifade etmektedirler. Gibala ve arkadaşları da (Gibala ve ark., 2009), PGC-1 aktivasyonunun artmasıyla mRNA'nın mitokondri içindeki etkisinin artacağını ve böylece mitokondriyal adaptasyon süresinin hızlanacağını belirtmişlerdir. Aynı çalışmada, HIIT'in proteinkinaz ve p38 mitojen aktivasyonunu hızlandırarak, Kinazları etkilediği böylece ATP molekülünden fosfatı, protein molekülüne bağlayarak fosforilasyonu sağladığı bildirilmektedir. Yapılan bir çalışmada 6 hafta yapılan HIIT çalışması ile PGC-1 reseptör aktivasyonunun %100 arttığı belirtilmiştir (Burgomaster ve ark., 2008) Başka bir çalışmada ise HIIT uygulamasının oksidatif kapasiteyi, antioksidan defansı ve endotel fonksiyonları geliştirdiği rapor edilmektedir (Little ve ark., 2010).



Şekil 1.2. HIIT'in etki mekanizması (Gibala ve ark., 2012)

1.8.2. HIIT Programı Geliştirmek İçin

HIIT programı olarak adlandırılan yüksek şiddetli interval egzersiz metodunun popularitesi her geçen gün artmaktadır. Bu metod yüksek şiddetli yüklenmelerden ve bu yüklenmeleri takip eden çeşitli dinlenme aralıklarından oluşmaktadır. Bir HIIT programı oluşturulurken yüklenme aralıklarının süresi, yoğunluğu ve sıklığı ile dinlenme aralığının süresine dikkat edilmelidir. ACSM,

yüklenme aralıklarının, tahmin edilen maksimal kalp atımının hızının %80'inin üzerinde olmasını, dinlenme aralıklarının ise tahmin edilen maksimal kalp atım hızının %40-50 aralığında olmasını tavsiye etmektedir (Roy, 2013).

1.9. Dayanıklılığa Hormonal Uyum

Endokrin sistem homeostazda merkezi bir rol oynar ve egzersiz gibi stresli durumlara cevap vermede kritik öneme sahiptir (Hickson ve ark., 1985). Egzersizle hormonal konsantrasyonlardaki artışlar, fizyolojik fonksiyonların modülasyonunun yanı sıra vücut dokularının onarımı için önemlidir. Hormonların egzersize verdiği yanıtlar vücutta aktivite sırasında işlev görür ve metabolizmayı düzenler. Egzersiz sonrası dinlenme ve ardından doku onarımı ve dokuların yeniden şekillenmesi de hormonal tepkilerle bağlantılıdır. Sonuç olarak, hormonlar ve reseptörleri, egzersiz adaptasyonuna aracılık eder (Kraemer ve ark., 2011). Egzersize bağlı metabolik stres, akut hormonal tepkilerle ve antrenman sonrası kronik kas adaptasyonlarıyla ilişkilidir (Wahl ve ark., 2010; Goto ve ark., 2005).

Dayanıklılık antrenmanlarının önemli bir akut hormonal tepki gösterdiği bilinmektedir. Bu akut cevabın doku büyümesi ve yeniden şekillenmesi için istirahat hormonal konsantrasyonlarındaki kronik değişikliklerden daha ciddi olduğu anlaşılmaktadır. Testosteron ve BH (BH) gibi anabolik hormonların, dayanıklılık egzersizi sonrasında 15-30 dakika boyunca yükseldiği gözlenmiştir Kısa dinlenme aralıkları ile büyük kas kütlelerini içeren orta ve yüksek şiddetli egzersizler, testosteron, BH ve kortizol gibi hormonların yüksek seviyede üretilmesine katkı sağlamaktadır (Kraemer ve Ratamess, 2005).

1.9.1. Dayanıklılık Antrenmanına Testosteron Yanıtları

Testosteron, testislerin intersititiel hücreleri tarafından salgılanır ve ön hipofizde üretilen interstisyel hücre uyarıcı hormon tarafından kontrol edilir. Protein sentezini uyardığı ve adolesan döneminde erkek cinsiyetin kas kütlesi oranındaki değişikliği sağlaması sebebiyle testosteron, hem anabolik hem androjenik bir steroidtir. (Powers ve Howley, 1997). Yapılan çalışmalarda submaksimal egzersiz sırasında, maksimum süre egzersizler ile dayanıklılık ve kuvvet egzersizlerinde plazma testosteron seviyesinde artış gözlenmiştir (Cumming ve ark., 1986; Jensen ve ark., 1991; Vogel ve ark., 1985). Egzersiz sırasında ve sonrasındaki testosteron seviyesindeki artış egzersizden yaklaşık 2 saat sonra dinlenik testosteron seviyesine ulaşmaktadır (Jensen ve ark., 1991). Yapılan bir çalışmada, futbol maçı sonrası androjenlerin seviyesini incelemiş, maçta testosteron seviyesinin yükseldiği ve maçtan 45 ve 90 dakika sonra başlangıç seviyesine döndüğü sonucuna varılmıştır (Lupo ve ark., 1985). Başka bir çalışmada uzun süren dayanıklılık egzersizinden sonra testosteron seviyesinde, dinlenik testosteron ölçümüne göre, anlamlı bir artış gözlenirken, toparlanma sürecinde testosteron seviyesinin hızla dinlenik duruma ulaştığı bildirilmektedir (Duke ve ark., 2007). Erkeklerde yapılan çoğu çalışmada egzersizin total testosteron konsantrasyonlarını akut bir şekilde arttırdığı görülürken kadınlarda testosteron seviyesinde artış ya da herhangi bir değişikliğin olmadığı belirtilmiştir (Hickson ve ark., 1994; Hakkinen ve Pakarinen, 1995; Ahtiainen ve ark., 2003; Cumming ve ark., 1986; Nindl ve ark., 2001). Erkek çalışmalarında gözlenen testosteron seviyesindeki artışlar, plazma hacminin azalmasına, adrenerjik stimülasyona, laktat ile uyarılan sekresyona ve testislerdeki testosteron sentezindeki potansiyel adaptasyonlara dayanmaktadır (Jezova ve Viga, 1981; Lu ve ark., 1997; Lin ve ark., 2001; Fry ve Kraemer, 1997). Bir anabolik hormon olan testosteron eritropoezi uyardığı ve kas hücresinden laktat transportunu arttırdığı için, bu hormonun antrenman kaynaklı artışının dayanıklılık performansı açısından yararlı olduğu bildirilmiştir (Shahidi, 2001; Enoki ve ark., 2006). Testosteronun antrenmana akut yanıtlarının, bireyin yaşı, antrenman deneyimi, cinsiyet ve başlangıç değerlerinden etkilendiği belirtilmektedir (Fahey ve ark., 1976).

1.9.2. Dayanıklılık Antrenmanına BH Yanıtları

BH düzeyi, hipotalamustan salınan BH inhibe edici ve BH serbestleştirici hormonlarla düzenlenir. Özel hedef organı olmayıp bütün organizmayı etkileyerek büyümeyi uyarır (Gelir ve ark., 2013). Araştırmalar, enerji temini ve kilo kontrolünün hipotalamustaki merkezler tarafından sağlandığını bildirmektedir (Schwartz ve ark., 2000). BH adenohipofizde sentenzlenip kana karışmaktadır. Enerji metabolizmasında önemli bir rol oynamanın yanında büyümenin regülasyonunda da görev alan bir hormondur. BH'nun salınımı 20'li yaşların sonuna doğru azalmakla birlikte, birçok araştırmada egzersiz takviyesiyle giderek gerileyen bu salınımın dengeleneceği sonucuna ulaşılmıştır (Muller ve ark., 1999; Velcheti ve Govindan, 2006). BH'nu, protein sentezini, serbest yağ asidi düzeyini artırır. Glukoz tüketimini baskılar (Jenkins, 1999).

BH'nun egzersize bağlı yanıtlarını, egzersiz şiddetin süresi, sıklığı ve egzersizin tipi belirlemektedir. Egzersiz şiddeti ve süresinin BH üzerindeki etkilerini araştıran birçok çalışma mevcuttur (Nevill ve ark., 1996; Felsing ve ark., 1992; Kobzik ve ark., 1994; Kindermann ve ark., 1982). Felsin ve arkadaşları yaptıkları çalışmada, düşük şiddetli (laktat eşiğin altında) egzersizden 10 dakika sonra ölçülen BH değerlerinde, dinlenik duruma kıyasla anlamlı bir artış gözlemlenmezken, yüksek şiddetli (laktat eşiğin üstünde) egzersizden 10 dakika sonra ölçülen BH değerlerinde dinlenik duruma kıyasla anlamlı bir artış saptamışlardır (Felsing ve ark., 1992). Bazı çalışmalarda BH egzersize bağlı cevaplarında belirli bir egzersiz şiddetinin olması gerektiği düşünülmektedir. 29 araştırmanın incelendiği bir araştırmada BH salgılanması için egzersiz şiddetinin VO_2Maks 'ın %40'ının üzerinde olması gerektiği bildirildi (Cuneo ve Wallace, 1994). Birçok araştırmacı BH'nun istikrarlı bir şekilde salgılanması için egzersiz şiddetinin VO_2Maks 'ın %60'ının üstünde olması gerektiğini savunmaktadır (Luger ve ark., 1992; Näveri, 1985). Weltman ve arkadaşları yaptıkları araştırmada, 1 yıl boyunca egzersize devam eden bireylerin BH değerlerinde, dinlenik durumda bile artış olduğunu gözlemlemişlerdir (Weltman ve ark., 1992).

1.9.3. Dayanıklılık Antrenmanına Kortizol Yanıtları

Glukokortikoidler, kortizol ve kortikosteron olmak üzere 2'ye ayrılır, egzersize yanıt olarak adrenal korteksten salınmaktadır ve kortizol, tüm glukokortikoid aktivitesinin yaklaşık % 95'ini oluşturur. Kortizol, tip II kas liflerinde en büyük etkiye sahip katabolik fonksiyonlara sahiptir (Kraemer ve ark., 2003). Glukokortikoidler, glukoneogenezi uyararak glukoz sentezini artırıcı yönde etki gösterirler (Gelir ve ark., 2013). Çalışmalar, egzersiz yoğunluğunun kortizol konsantrasyonlarını pozitif olarak saptırdığını gösterirken, egzersiz süresinin kortizol yanıtı üzerinde kümülatif etkisi olmadığını göstermektedir (Hill ve ark., 2008; Tremblay ve ark., 2005). Çalışmalar % 60 aerobik güçten daha yüksek egzersiz yoğunluğunun, kortizol seviyesindeki artış için yeterli olduğunu bildirmektedir (Vervoorn ve ark., 1991). Bu nedenle yüksek şiddetli egzersizlerin, düşük şiddetteki egzersizlere kıyasla biyokimyasal parametrelerde gözlenen değişiklik üzerinde daha büyük bir etkisi olabileceği düşünülmektedir (Ramson ve ark., 2009).

1.9.4. Dayanıklılık Antrenmanına İnsülin Yanıtları

İnsülin dokulara glukoz girişini artırarak kan glukoz düzeylerini düşürür ve glukozun glikojene çevrilmesini (glikogenez) uyararak depo edilmesini sağlar (Gelir ve ark., 2013). İnsülinin, yeterli amino asit konsantrasyonları mevcut olduğunda, protein katabolizmasını azaltarak kas protein sentezini önemli ölçüde etkilediği gösterilmiştir (Biolo ve ark., 1997). Plazma insülin seviyelerindeki azalmanın karaciğer tarafından glukoz üretimini uyaran en önemli faktör olduğu düşünülmektedir (Kjær, 1998). Aynı koşullar, yağ asitlerinin adipoz dokudan mobilizasyonunu düzenlemektedir çünkü, dolaşımda enerji kaynağı olarak kullanılabilecek lipidler serbest yağ asitleri ve trigliseritlerdir. Dolaşımdaki trigliserit miktarı serbest yağ asitlerinden fazla olmasına rağmen, egzersiz sırasında enerji

metabolizmasında serbest yağ asitlerinin daha baskın rol oynadığı düşünülmektedir (Vusse ve Reneman, 1996).

Geleneksel aerobik egzersiz antrenmanlarının, insülin ve glukoz kontrolü ile ilişkili olduğu ve bu etkilerin vücut kompozisyonundaki değişikliklerden bağımsız olduğu bildirilmektedir. Egzersiz süresi arttığında (> 60 dak), kas glikojen depoları tükenmekte ve egzersize devam edildiğinde plazma substratlarının toplam enerji harcamasına katkısı artmaktadır. (Hickey ve ark., 1995; Houmard ve ark., 1991; DiPietro ve ark., 1998). Her ne kadar aerobik egzersiz, insülin duyarlılığını arttırmak için en uygun egzersiz şekli olarak kabul edilse de, minimal veya optimal egzersiz gereksinimleri konusuna çok az önem verilmiştir. Egzersiz yoğunluğunun artmasıyla enerji sağlamak için plazma serbest yağ asitlerinin katkısı azalırken, kas ve karaciğer glikojeni daha önemli hale gelmektedir (Romijn ve ark., 1993).

Bazı çalışmalar yüksek şiddetli antrenmanlar ile insülin duyarlılığında daha büyük gelişmeler sağlanabileceğini göstermektedir (DiPietro ve ark., 2006; Seals ve ark., 1984). Glisemik kontrolün geliştirilmesi için haftada birkaç saat orta şiddetli aerobik egzersiz ve direnç egzersizi önerilmektedir (A.D.A., 2008). Araştırmalar, haftada en az bir kez egzersiz yapan kadınlarda insüline bağımlı olmayan diyabet gelişimi riskinin, sedanterlere oranla % 33 daha düşük olduğunu bildirmektedir (Eriksson ve Lindgärde, 1991; Heath ve ark., 1983; Manson ve ark., 1991).

1.10. Amaç

HIIT uygulamalarının aerobik ve anaerobik güç, kas enzim aktiviteleri ve hormon parametreleri üzerinde birçok olumlu etkisinin olduğu bilinmesine rağmen,

farklı sıklıkta yapılan aynı HIIT protokollerine organizmanın cevabının farklı olup olmadığı net olarak belirtilmemiştir. Genellikle, geleneksel sürekli egzersiz yöntemi ile kıyaslanan HIIT'in, hangi sıklıkta yapıldığı da fiziksel, fizyolojik ve hormonal parametrelerin gelişimi açısından önemli olduğu, araştırmacılar tarafından üzerinde durulan bir noktadır. Bu doğrultuda bu tezin amacı, farklı sıklıkta yapılan benzer HIIT protokolünün, aerobik dayanıklılık ve anaerobik güç ile dinlenik ve egzersiz sonrası KLaK (KLaK), testosteron, kortizol, insülin ve BH parametrelerinde farklı bir etkiye sebep olup olmayacağını incelemektir.

1.11. Problemler

Farklı sıklıkta yapılan HIIT protokolleri, VYY, aerobik ve anaerobik performans, KLaK, kortizol, testosteron, insülin ve BH üzerinde farklı etkiye sahip midir?

1.12. Alt Problemler

1. Farklı sıklıkta yapılan HIIT protokolleri, vücut yağ oranları üzerinde farklı etkiye sahip midir?
2. Farklı sıklıkta yapılan HIIT protokolleri aerobik performans gelişiminde farklı etkiye sahip midir?
3. Farklı sıklıkta yapılan HIIT protokolleri anaerobik performans gelişiminde farklı etkiye sahip midir?
4. Farklı sıklıkta yapılan HIIT protokolleri KLaK konsantrasyonlarında farklı etkiye sahip midir?

5. Farklı sıklıkta yapılan HIIT protokolleri, testosteron hormonları üzerinde farklı etkiye sahip midir?
6. Farklı sıklıkta yapılan HIIT protokolleri, kortizol hormonu üzerinde farklı etkiye sahip midir?
7. Farklı sıklıkta yapılan HIIT protokolleri, insülin hormonları üzerinde farklı etkiye sahip midir?
8. Farklı sıklıkta yapılan HIIT protokolleri, BH üzerinde farklı etkiye sahip midir?

1.13. Denenceler

1. Farklı sıklıkta yapılan HIIT protokolleri, vücut yağ oranı üzerinde istatistiksel olarak farklı etkiye sahiptir
2. Farklı sıklıkta yapılan HIIT protokolleri, aerobik performans gelişiminde istatistiksel olarak farklı etkiye sahiptir
3. Farklı sıklıkta yapılan HIIT protokolleri anaerobik güç üzerinde istatistiksel olarak farklı etkiye sahiptir
4. Farklı sıklıkta yapılan HIIT protokolleri KLak konsantrasyonları üzerinde istatistiksel olarak farklı etkiye sahiptir
5. Farklı sıklıkta yapılan HIIT protokolleri, testosteron hormonları üzerinde istatistiksel olarak farklı etkiye sahiptir
6. Farklı sıklıkta yapılan HIIT protokolleri kortizol hormonları üzerinde istatistiksel olarak farklı etkiye sahiptir
7. Farklı sıklıkta yapılan HIIT protokolleri, insülin hormonları üzerinde istatistiksel olarak farklı etkiye sahiptir
8. Farklı sıklıkta yapılan HIIT protokolleri, BH (BH) hormonları üzerinde istatistiksel olarak farklı etkiye sahiptir

1.14. Sınırlılıklar

Bu çalışma Ankara Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesinde eğitim gören, yaş Ortalamaları $20,05 \pm 2$ yıl olan, haftada en az 2 gün rekreatif amaçla spor yapan, herhangi bir kronik rahatsızlığı olmayan, sağlıklı ve aktif 26 erkek öğrenci ile hafta 2 ve 4 gün sıklıkta yapılacak şekilde sınırlandırılmıştır.

1.15. Araştırmanın Önemi

HIIT uygulamalarının aerobik dayanıklılık ve anaerobik güç, kas enzim aktiviteleri ve hormon parametreleri üzerinde bir çok olumlu etkisinin olduğu bilinmesine rağmen, farklı sıklıkta yapılan benzer HIIT protokollerine organizmanın cevabının farklı olup olmadığı net olarak ortaya konmamıştır. HIIT programları farklı sıklıkta yapıldığında organizmanın vereceği cevapların da farklı olup olmayacağı bir soru işareti olmuştur. Literatür incelendiğinde HIIT programlarının şiddeti, yüklenme ve dinlenme süreleri farklılıkları arasında yapılan birçok çalışma mevcuttur. Genellikle, geleneksel sürekli egzersiz yöntemi ile kıyaslanan HIIT'in, bazı hormonal ve fizyolojik parametrelerin gelişimi açısından hangi sıklıkta yapılması gerektiği antrenör ve sporcular için henüz cevabı olmayan bir sorundur. Bu bağlamda bu çalışma HIIT programları yapılırken, çalışma sıklığının optimal düzeyde belirlenmesi için önem arz etmektedir. Bu araştırma, uygulanacak yüksek şiddetli antrenmanların bir türü olan HIIT'in fizyolojik ve hormonal gelişim doğrultusunda değerlendirilecekse, hangi sıklıkta yapılması gerekliliğine cevap vermesi bakımından önemlidir.

2. GEREÇ VE YÖNTEM

2.1. Araştırma Grubu

Araştırmaya Ankara Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesi'nin haftada en az 2 gün rekreasyonel amaçla spor yapan 30 erkek öğrencisi gönüllü olarak katılmıştır. İlk ölçümler yapıldıktan sonra 2 araştırmacı kişisel nedenlerle, altıncı haftasında ise başka 2 katılımcı araştırmadan kendi istekleri doğrultusunda ayrılmışlardır. Antrenman Uygulamalarının 6.haftasında ise 1 gönüllü kendi isteği ile araştırmadan ayrılmıştır. Ölçümler Ankara Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesi Performans Laboratuvarında gerekli izinler alınarak yapılmıştır. Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi klinik Araştırmalar Etik Kurulu'ndan çalışmanın uygulanması için Etik Kurul onayı alınmıştır (EK-1). Çalışmaya dahil edilmeme kriterleri

- Kronik bir hastalığın bulunması
- diyabet hastalığı bulunması

- sürekli kullanılan bir ilaç bulunması, şeklinde belirlenmiştir. Bu durumlardan herhangi birinin varlığı katılımcının araştırmaya dahil olmasını engellemiştir. Çalışmaya başlamadan önce katılımcılardan, çalışma ile ilgili detaylı bilgi bulunan “Bilgilendirilmiş Gönüllü Olur Formu”nu okutulduktan sonra doldurmaları istenmiştir (EK-2).

Çizelge 2.1. Kontrol grubunun tanımlayıcı istatistik çizelgesi

Ölçüm	Ortalama	standart Sapma	Aralık
n: 26			
Yaş (yıl)	21,87	2,53	26-18
Boy (cm)	176,76	3,21	172-182
Vücut ağırlığı (kg)	71,37	4,63	61,60-75
Vücut yağ oranı (%)	20,07	3,26	16,90-26,60
VO _{2 max} (ml/kg/dk)	41,68	4,34	33,52-47,12

Çizelge 2.2. HIIT2 grubunun tamınlayıcı istatistik çizelgesi

Ölçüm	Ortalama	standart Sapma	Aralık
n: 26			
Yaş (yıl)	20,44	1,01	19-22
Boy (cm)	174,67	6,19	168-187,9
Vücut ağırlığı (kg)	71,84	7,35	63,9-87,40
Vücut yağ oranı (%)	18,91	4,63	14,60-30,20
VO _{2 max} (ml/kg/dk)	41,08	5,97	30,48-47,80

Çizelge 2.3. HIIT4 grubunun tamınlayıcı istatistik çizelgesi

Ölçüm	Ortalama	standart Sapma	Aralık
n: 26			
Yaş (yıl)	19,33	1,58	18-22
Boy (cm)	177,62	6,61	168-187,9
Vücut ağırlığı (kg)	75,27	9,66	61,2-89
Vücut yağ oranı (%)	18,50	5,23	11,90-18
VO _{2 max} (ml/kg/dk)	40,96	4,75	35,49-47,26

2.2. Veri Toplama Araçları

Bu başlık altında katılımcıların fizyolojik ve hormonal parametrelerin ölçülmesi amacıyla kullanılan materyallere yer verilmiştir.

2.2.1. Antropometrik Ölçümler

Katılımcıların boy uzunlukları Holtain marka duvara sabit ± 0.1 cm hata ile ölçen stadiometre (UK), vücut ağırlıkları Tanita da A-401 tanita marka vücut analizörü (Japonya) ile ölçüldükten sonra, dual enerji x ray absorbsiometresi

(DEXA, Lunar Prodigy Pro narrow Fan Beam (4.5°), ABD) ile vücut kompozisyonları ölçülmüştür.



Şekil 2.1. Dual enerji x ray absorbsiometresi



Şekil 2.2. Stadiometre



Şekil 2.3. Tanita A-401

2.2.2. Kalp Atım Hızı Ölçüm Aracı

Aerobik testte maks KAH belirlemek için, her atımı kaydedebilen Polar Team2 Sistemi (Finlandiya) kullanılmıştır.



Şekil 2.4. Polar Team2

2.2.3. KLak Konsantrasyonu Ölçüm Aracı

Ön test ve son testlerde dinlenik ve testten hemen sonra KLak ölçümleri Roche marka Accutrend GCLT (Almanya) Laktat analizörü ile yapılmıştır. Cihaz laktat seviyesini “mmol/L” birimi cinsinden kaydedilmiştir.



Şekil 2.5 Accutrend GCLT Laktat analizörü

2.2.4. HIIT Aracı

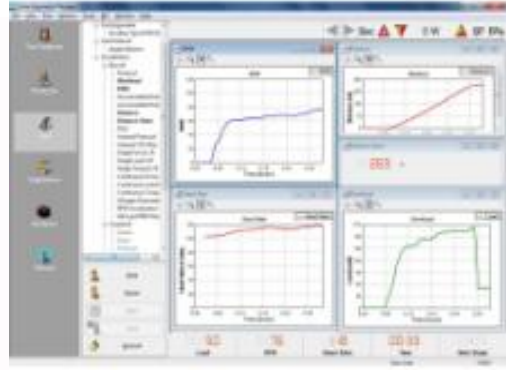
HIIT ve anaerobik ölçümler Monark marka wingate test sistemi 894 E (Sweden) kullanılarak uygulanmıştır.



Şekil 2.6. Wingate test sistemi

2.2.5. VO₂Maks Ölçüm Aracı

VO₂Maks aerobik güç testleri Lode marka excalibur sport (Netherland) bisiklet ergometresi kullanılarak uygulanmıştır.



Şekil 2.7. Lode Excalibur Sport, Bisiklet Ergometresi

2.2.6. Kan Testlerinin Analizi

Kanlardan BH, insülin ve serbest testosteron Ankara Üniversitesi İbn-i Sina Hastanesi Laboratuvarlarında, kortizol ise Ankara Üniversitesi Cebeci Hastanesi Laboratuvarlarında analiz edilmiştir. Tüm tüplere analiz öncesi santrifüj uygulanmış (1500-2000 devir 10-15 dk), sonrasında; Kortizol Siemens Centaur XP immunoassay cihazında kemiluminesans olarak ve BH, insülin Radyoaktif immunoassay metoduyla çalışılmıştır.

2.3. Verilerin Toplanması

Bu başlık altında verilerin toplanması ve gönüllü seçimi ile ilgili ayrıntılara ve aşağıdaki tabloda verilerin toplanması ile ilgili zamansal çizelge verilmiştir.

Çizelge 2.4. Çalışma Dizaynı

Ön Test 1. Gün	Ön Test 2. Gün	Ön Test 3. ve 4. Gün	Ön Test 5. Gün
Antropometrik ölçümler	Aerobik ölçümler ve kan örneklerinin alımı	2 gün dinlenme	WAnT
6 Hafta HIIT			
Son Test 1. Gün	Son Test 2. Gün	Son Test 3. ve 4. Gün	Son Test 5. Gün
Antropometrik ölçümler	Aerobik ölçümler ve kan örneklerinin alımı	2 gün dinlenme	WAnT

2.3.1. Gönüllü Seçimi

Bu çalışma Ankara Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesi gönüllü öğrencileri ile yapılmıştır. Çalışma ile ilgili gerekli bilgiler verildikten sonra, çalışmaya katılma kriterlerini sağlayan ve çalışmaya gönüllü olarak dahil olmak isteyen öğrencilerle, HIIT programının ve ölçümlerin planlanması amacı ile çeşitli görüşmeler yapılmıştır. Çalışmaya dahil olmak için gerekli şartlara sahip olup olmadıkları özel olarak ayrı ayrı sorulmuştur. Çalışmaya dahil olma kriterini sağlayan ve çalışmaya gönüllü olarak katılmak isteyen öğrencilerden “Bilgilendirilmiş Gönüllü Olur Formu”nu dikkatle okuyarak imzalamaları istenmiştir (EK-2). Katılımcılardan, kan testlerinin ve diğer fiziksel performans testlerinin uygulanacağı günlerden en az 24 saat önce yüksek şiddetli herhangi bir egzersiz yapmamaları ve alkol, kafein, ilaç ve ergojenik yardım maddesi kullanmamaları istenmiştir.

2.3.2. Aerobik Performans Ölçümleri

Bireyin fiziksel bir aktiviteyi yapabilme kapasitesinin ve bu aktivitelerdeki aktif olabilme seviyesi, o bireyin “maksimum performansı” olarak değerlendirilir (Joyner ve Coyle, 2008). Maksimum aerobik güç, VO_2 , kardiyovasküler sistemin kapasitesinin tekrarlanabilir bir ölçüsüdür (Powers ve Howley, 1999).

Ön test ve son testlerde aerobik performansın belirlenmesi amacı ile katılımcılara laboratuvarında bisiklet ergometresinde Storer’ın (1990) VO_2 Maks test protokolü uygulanmıştır. Buna göre katılımcılardan an 4 dk boyunca 50 W ile 50-60devir/dk de ısınmaları istenmiştir. Isınma bittikten hemen sonra, her dakikada 15W artış ile test başlatılmıştır. Katılımcılardan 70-60devir/dk aralığında ve tükenene kadar pedal çevirmeleri istenmiş, ancak test sırasında katılımcının hızının 15 saniyeden fazla 60 devir/dk’da seyretmesi durumuyla karşılaşıldığında da test sonlandırılmıştır. VO_2 Maks’ın belirlenmesi için kullanılan formül aşağıdaki gösterilmiştir.

Erkekler için:

$$Y = 10.51 (W) + 6.35 (kg) - 10.49 (yr) + 519.3 \text{ ml.min-1};$$

$$R = 0.939, \text{ SEE} = 212 \text{ ml.min-1}$$

Kadınlar İçin:

$$Y = 9.39 (W) + 7.7 (kg) - 5.88 (yr) + 136.7 \text{ ml.min-1};$$

$$R = 0.932, \text{ SEE} = 147 \text{ ml.min-1 (Storer ve ark., 1990).}$$

Çizelge 2.4. Maksimal aerobik güç (VO₂Maks) test protokolü

Dakika	Seviye	Watt	Dakika	Seviye	Watt
1-4	Isınma	50	16	12	215
5	1	65	17	13	230
6	2	80	18	14	245
7	3	95	19	15	260
8	4	110	20	16	275
9	5	125	21	17	290
10	6	140	22	18	305
11	7	155	23	19	320
12	8	170	24	20	335
13	9	185	25	21	350
14	10	200	26	22	365
15	11	210	27	23	380

2.3.3. Anerobik Performans Ölçümleri

Anaerobik güç ölçümleri Wingate bisiklet ergometresi protokolü ile yapılmıştır. Test, MonarkPeak Bike marka bisiklet ergometresiyle (Sweden) ve cihaza uyumlu bir bilgisayarla gerçekleştirilmiştir. Tüm katılımcılar WAnT testine başlamadan önce ısınmak için 60-80 devir/dk pedal hızında olmak koşuluyla 5 dakika ısınmışlardır. Isınmadan sonra her katılımcının boyuna göre sele, gidon ve oturma yüksekliği gibi ayarlamalar yapılmıştır. Bu ayarlamalardan oturma yüksekliğini ayarlamak için, katılımcının 1 ayağındaki pedal en alt seviyede ve pedal yere paalel durumdayken, diz açısının 175° fleksiyonda olmasına özen gösterilmiştir. Katılımcıların iki ayağı da pedal sıkma peronları ile pedala sabitlenmiştir. Katılımcıların vücut ağırlıklarının %7.5'ine denk gelen ağırlıktaki yük, kefenin

sağında ve sounda bulunan kısımlara eşit dağılacak şekilde yerleştirilmiştir. Katılımcılar hazır oldukları zaman test başlatılmıştır. Katılımcılardan 30 saniye boyunca üretebildikleri en yüksek hızda pedal çevirmeleri istenmiştir. Katılımcılar pedal çevirmeye başladıktan sonra ve 150devir/dk'ya ulaştıklarında kefe otomatik olarak düşmüş ve kefedeki dirence karşı en yüksek hızda pedal çevirmişlerdir (Inbbar, 1996).

2.3.4. HIIT'in Uygulanışı

Araştırma programımız dizayn edilirken, literatür taranmış ve birçok araştırmadaki HIIT programları incelenmiştir. HIIT uygulanırken, programın, şiddeti, süresi ve sıklığının belirlenmesinde aşağıdaki kaynaklardan faydalanılmıştır.

Referans	N	Sıklık g/h	Hafta	Tekrar	Şiddet	Yüklenme	Dinlenme
Hickson ve ark.	8 E	6	10	6	Vo ₂ Maks %100	5 dk	2 dk
Keith ve ark.	7E	2-4	8	2	Lak Eşik + %30	7.5 dk	30 dk
Burke ve ark.	21K	4	7	-	Vo ₂ Maks %85-98	30-120sn	30-120sn
Simoeau ve ark.	10E	4-5	15	4-15	G _{PEAK} %60-90	15-90 sn	KAH 120-130
Rodas ve ark.	5E	7	2	4-7	Elinden gelenin en iyisi	15-30 sn	45 sn-12 dk
Parra ve ark.	5E	2	6	4-7	Elinden gelenin en iyisi	15-30 sn	45 sn-12 dk
Tabata ve ark.	7E	5	6	7-8	Vo ₂ Maks %170	20 sn	10 sn
Harmer ve ark.	7E	3	7	4-10	Elinden gelenin en iyisi	30 sn	3-4 dk
Nevill ve ark.	4E-4K	3-4	8	2-10	Elinden gelenin en iyisi	6-30 sn	1-10 dk

HIIT, 30 saniye x 4 kez wingate bisikleti üzerinde, vücut ağırlığının %7.5 ağırlığı yüke karşı, yapabildiğinin en iyisini yapması istenerek, 120 saniye aralıklarla 6 hafta, birinci grubun haftada 2 kez (Salı-Perşembe) ve ikinci grubun haftada 4 kez (P.tesi-Salı-Perşembe-Cuma) yapması istenerek uygulanmıştır. Protokol uygulanırken yüklenme aşamasında katılımcıların hızları 150 devir/dk'ya ulaştığında kefler düşmüş ve 30 sn yüklenme bu aşamadan sonra başlamıştır. Her iki grubun setleri haftada 1 arttırılarak 6 hafta sonunda 9 set olacak şekilde tasarlanmıştır. Kontrol grubu ise 6 hafta boyunca rutin egzersizlerine devam etmişlerdir.

Çizelge 2.5. HIIT Programı

Haftalar	Gruplar	Antrenmanın sıklığı	Antrenmanın Süresi	Antrenmanın şiddeti
1	HIIT2	2 gün/hafta	4 x 30sn	Elinden gelenin en iyisi
	HIIT4	4 gün/hafta	Dinlenme 120sn	
2	HIIT2	2 gün/hafta	5 x 30sn	Elinden gelenin en iyisi
	HIIT4	4 gün/hafta	Dinlenme 120sn	
3	HIIT2	2 gün/hafta	6 x 30sn	Elinden gelenin en iyisi
	HIIT4	4 gün/hafta	Dinlenme 120sn	
4	HIIT2	2 gün/hafta	7 x 30sn	Elinden gelenin en iyisi
	HIIT4	4 gün/hafta	Dinlenme 120sn	
5	HIIT2	2 gün/hafta	8 x 30sn	Elinden gelenin en iyisi
	HIIT4	4 gün/hafta	Dinlenme 120sn	
6	HIIT2	2 gün/hafta	9 x 30sn	Elinden gelenin en iyisi
	HIIT4	4 gün/hafta	Dinlenme 120sn	

2.3.5. Antropometik Ölçümler

Katılımcıların vücut ağırlıkları, boy uzunlukları ve vücut yağ yüzdeleri ölçülmüştür.

2.3.6. Boy Uzunluğu Ölçümü

Zemine yerleştirilmiş stadiometre aracılığı ile boy uzunluk ölçümü yapılmıştır. Katılımcıların net boy uzunluklarını tespit etmek için tüm katılımcılardan dik duruş sırasında anatomik duruş pozisyonunda olmaları, ayak topuklarını birleştirmeleri, başlarını düz tutarak, derin bir inspirasyon sonrası ekspirasyon yapmadan beklemeleri istenmiştir. Boy uzunluğu "cm" cinsinden kaydedilmiştir.

2.3.7. Vücut Ağırlığı Ölçümü

Zemine yerleştirilmiş tanita marka vücut analizörü ile kilo ölçümü yapılmıştır. Katılımcılardan sabah aç karna ve ilk idrarlarını yaptıktan sonra, hafif kıyafetler gelerek gelmeleri istenmiştir. Vücut ağırlığı “kg” cinsinden kaydedilmiştir.

2.3.8. Vücut Yağ Yüzdesi Ölçümü

Katılımcılardan sabah aç karna, ilk idrarlarını yaptıktan sonra ve hafif kıyafetlerle gelmeleri istenmiştir. Dual enerji x ray absorbsiometresi (DEXA, Lunar Prodigy Pro narrow Fan Beam (4.5°), ABD) ile tüm vücut tarama modu kullanılmıştır. Katılımcılardan ayakkabısız hafif kıyafetlerle, tarama masasının ortasındaki hattı hizalayacak şekilde uzanmaları istenmiştir. Deneklerin kollar bacaklara başparmakları yukarıya ve avuç içleri birbirine bakacak şekilde durmaları istenmiştir. Katılımcıların kafası masanın yatay hattının 3 cm altına gelecek şekilde hizalanıp ölçüm boyunca diz ve ayaklarının hareketinin önlenmesi için yapışkan bantlar kullanılmış ve vücut taraması yapılmıştır (Turnagöl, 2016).

2.3.9. KLak Konsantrasyonunun Ölçülmesi

KLak konsantrasyonu ölçümleri katılımcıların parmak ucundan kan alınarak ölçülmüştür. Testlerden önce katılımcılardan ellerini dikkatlice yıkamaları ve yeterince kurutmaları istenmiştir. Ölçüm sırasında kan alınacak parmak saf su ile tekrar temizlenmiştir. Parmak kuru peçete ile silinerek iyice durulanmıştır. Tam kuruma olmadan laktat değeri için kan alma işlemi yapılmamıştır. Laktat cihazına laktat çubuğu yerleştirilirken test çubuğunun uygulama alanına dokunulmamasına dikkat edilmiştir. Böyle durumlarda yeni test stripi kullanılmıştır. Kan alma işlemi parmak iyi kavrandıktan sonra parmak delme kalem ile yapılmıştır. Delme işlemi bittikten sonra delinen bölgeden ilk çıkan kan silindi ve ikinci çıkan kan damlası gerekli miktarda test çubuğunun uygulama bölgesine seri bir şekilde damlatılmıştır. Daha sonra cihazdan "mmol" olarak okunan KLak konsantrasyonu kaydedilmiştir.

2.3.9.1. Kan Örneklerinin Alınması

Kanlar önkoldan (vena mediana cubiti veya vena cephalica isimli damarlardan) kola turnike bağlanarak şırıngayla tıp hekimi tarafından alınarak ilgili tüplere aktarılmıştır. Kan örneklerinden kortizol, ön test ve son test aerobik dayanıklılık testlerinden önce, sabah 09:00-11:00 arasında katılımcılar dinlenik durumdayken alınmıştır. Testosteron, insülin ve BH ise ön test ve son test aerobik dayanıklılık testlerinden önce, sabah 09:00-11:00 arasında, aerobik dayanıklılık testinin hemen sonra, 15 ve 30 dk sonra tekrar alınmıştır.

Kortizol, total testosteron kırmızı kapaklı biyokimya tüpüne, BH ve insülin başka bir kırmızı kapaklı biyokimya tüpüne alınmıştır. Kan örnekleri soğutularak 2 saat içinde laboratuvara ulaştırılmıştır.

2.3.10. Verilerin Analizi

Tüm değişkenlerin tanımlayıcı istatistikleri (ortalama $\pm$ SD) yapıldıktan sonra iki farklı sıklıkta uygulanan HIIT antrenmanlarının vücut kompozisyonu, aerobik ve anaerobik güç üzerine etkisi Kovaryans Analizi (ANCOVA) ile test edilmiştir. Kontrol, HIIT2 ve HIIT4 gruplarının antrenmanlar öncesinde ölçülen ön test değerleri karıştırmacı değişken(Covariate) olarak kullanılarak son test ölçümleri karşılaştırılmıştır. Kan laktat konsantrasyonları arasındaki farklar 3 x 2 (Grup x Test) Tekrarlı Ölçümlerde Karışık Desen ANOVA ile test edilmiştir. Antrenmanın hormonal yanıtlar üzerine etkisini belirlemek için 3 x 2 x 4 (Grup x Test x Zaman) Tekrarlı Ölçümlerde Çok Yönlü ANOVA kullanılmıştır. F istatistiği anlamlı çıktığında farklar Bonferroni Çoklu Karşılaştırma Testi ile belirlenmiştir. Tüm istatistik işlemler SPSS programında (Ver. 16) yapılmış, 0.05 yanılma düzeyi kullanılmıştır. Deneme etkisinin boyutu için kısmi eta kare (η^2) hesaplanmıştır. Kısmi η^2 ; 0.01=küçük, 0.06=orta ve 0.14=büyük etki olarak sınıflandırılmıştır (Richardson,2011).

3. BULGULAR

Bu çalışma günümüzde dayanıklılığı geliştirmek amacıyla yapılan ve zaman açısından ekonomik bulunduğu için yaygın olarak kullanılan HIIT programının 2 farklı sıklıkta yapıldığında organizmada hormonal ve fiziksel parametreler üzerindeki etkilerini karşılaştırmak amacı ile yapılmıştır. Ölçümler sonucunda elde edilen bulgular fiziksel performans ve hormonal cevaplar olarak gruplanmış ve sunulmuştur.

HIIT programına başlamadan önce katılımcılardan VO₂maks, WAnT ve kan değerleri alınmak üzere, 2 kez laboratuvara gelmeleri istenmiştir. Laboratuvarı ilk ziyaretlerinde katılımcıların dinlenik KLa_k, Testosteron, Kortizol, İnsülin ve BH değerlerini belirlemek için kan örnekleri alınmış ve daha sonra bisiklet ergometresinde VO₂Maks testi uygulanmıştır. VO₂Maks testi bittikten hemen sonra (0.dk) KLa_k, Testosteron, İnsülin ve BH için kan örnekleri alınmıştır. Test bitiminden 15. ve 30. dakikalarda Testosteron, İnsülin ve BH için kan örnekleri tekrar alınmıştır. VO₂Maks testini tamamlayan katılımcılardan 2 gün dinlendikten sonra tekrar laboratuvara gelmeleri ve WAnT uygulamaları istenmiştir. Aynı işlem 6 hafta devam eden HIIT programı sonrasında tekrar edilmiştir.

3.1. Vücut Yağ Yüzdelerinin Karşılaştırılması

Çizelge 3.1. Grupların Vücut Yağ Yüzdesi Değerleri

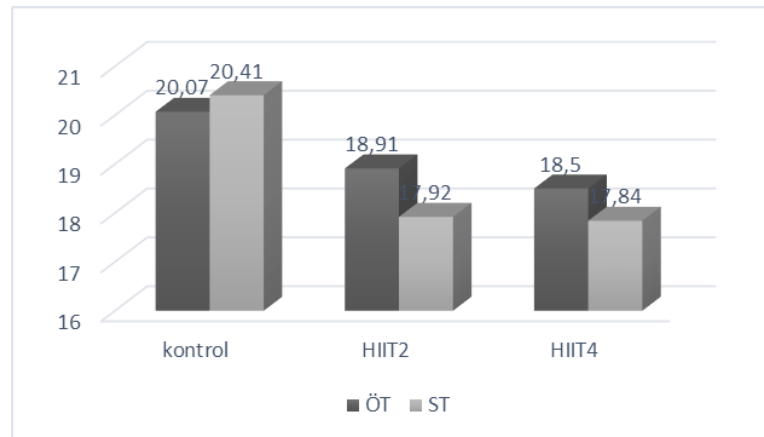
Gruplar	Ön test Dexa (%)	Son Test Dexa (%)	p
Kontrol (n=8)	20,07 ± 3,26	20,41 ± 3,29	0,014
HIIT2 (n=9)	18,91 ± 4,63	17,92 ± 4,58*	
HIIT4 (n=9)	18,50 ± 5,23	17,84 ± 4,80	

* 0.05 düzeyinde anlamlı farklılık

Antrenman öncesi ve sonrasında katılımcıların vücut yağ yüzdelerinde meydana gelen değişimler Çizelge 3.1’de gösterilmiştir. HIIT programına başlamadan önce grupların dual enerji x ray absorbsiometresi (DEXA) ile vücut yağ yüzdeleri ölçülmüş kontrol, HIIT2 ve HIIT4 için sırasıyla $20,07 \pm 3,26$; $18,91 \pm 4,63$ ve $18,50 \pm 5,23$ kg olarak hesaplanmıştır. HIIT programı tamamlandıktan sonra ölçülen vücut yağ yüzdeleri ise kontrol, HIIT2 ve HIIT4 için sırasıyla $20,41 \pm 3,29$; $17,92 \pm 4,58$ ve $17,84 \pm 4,80$ kg şeklinde kaydedilmiştir.

Ön test değerleri karıştırıcı değişken olarak kullanıldığında ANCOVA sonuçlarına göre, grupların son test vücut yağ yüzdesinde anlamlı fark saptanmıştır ($F_{(2,22)}=5,16$; $p=0,014$).

HIIT2 grubunun son test vücut yağ yüzdesi kontrol grubundan anlamlı derecede düşük bulunmuştur ($p=0,016$). Buna karşılık HIIT4 grubunun son test vücut yağ yüzdelerinde düşüş gözlenmiş olmakla beraber kontrol grubundan farklı değildir ($p=0,076$). Aynı zamanda antrenman gruplarının son test vücut yağ yüzdeleri de benzerdir ($p=1,000$). Kontrol grubunun VYY’de %1,69 artış gözlenirken, HIIT2’de %5,23 ve HIIT4’te %3,56 oranında bir azalma söz konusudur. Katılımcıların ön test ve son test vücut yağ yüzdeleri Şekil 3.1’de gösterilmiştir. HIIT4 te kontrol grubuna göre anlamlı olmayan bir düşüş saptamıştır.



Şekil 3.1. Vücut Yağ Yüzdesi değişimi

3.2. VO₂Maks Değerlerinin Karşılaştırılması

Çizelge 3.2. Grupların VO₂Maks Değerleri

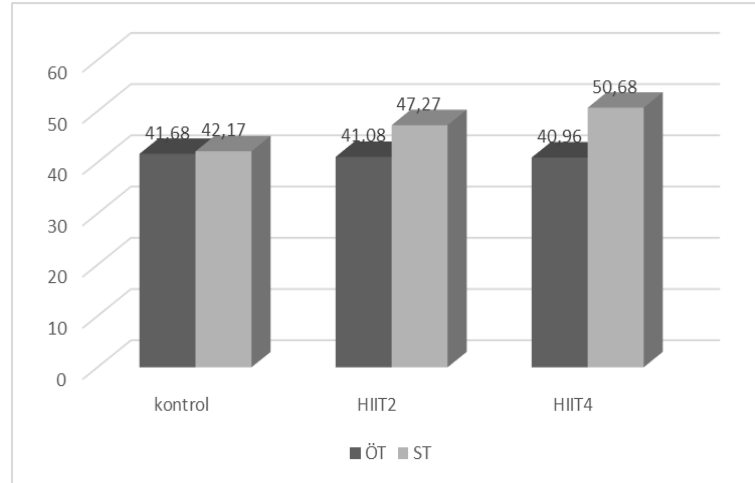
Gruplar	Ön test VO ₂ Maks (ml/dk/kg)	Son Test VO ₂ Maks (ml/dk/kg)	p
	Ort. ± SS	Ort. ± SS	
Kontrol (n=8)	41,68 ± 4,34	42,17 ± 4,65	0,000
HIIT2 (n=9)	41,08 ± 5,97	47,27 ± 5,86*	
HIIT4 (n=9)	40,96 ± 4,75	50,68 ± 5*	

* 0.05 düzeyinde anlamlı farklılık

Antrenman öncesi ve sonrasında aerobik kapasitede meydana gelen değişimler Çizelge 3.2’de gösterilmiştir. HIIT programına başlamadan önce grupların VO₂Maks ölçümleri Storer’in formülü ile hesaplanmış, kontrol, HIIT2 ve HIIT4 için sırasıyla 41,68±4,34; 41,08±5,97 ve 40,96±4,75 ml/dk/kg olarak kaydedilmiştir. HIIT programı tamamlandıktan sonra ölçülen VO₂Maks değerleri ise kontrol, HIIT2 ve HIIT4 için sırasıyla 42,17±4,65; 47,27±5,86 ve 50,68±5 ml/dk/kg şeklinde değerlendirilmiştir.

Ön test değerleri karıştırıcı değişken olarak kullanıldığında ANCOVA sonuçları iki farklı sıklıkta yapılan (2 ve 4 gün) HIIT protokolünün kontrol grubuna göre VO₂Maks’da anlamlı artışa neden olduğunu göstermiştir ($F_{(2,22)} = 16.5$; $p=0.000$). İki farklı sıklıkta yapılan HIIT programı sonrasında ölçülen VO₂Maks değerleri benzer($p=0.100$), her iki grup ise kontrol grubundan anlamlı derecede yüksektir ($p<0.006$). VO₂Maks değerleri kontrol grubunda %1,19, HIIT2’de %13,09 ve HIIT4’te %19,17 artış göstermiştir.

Katılımcıların ön test ve son test VO₂Maks tüketimleri Şekil 3.2’de gösterilmiştir.



Şekil 3.2. VO₂Maks tüketimi Zamansal Değişimi

3.3. Mutlak Zirve Güç Değerlerinin Karşılaştırılması

Çizelge 3.3. Grupların Mutlak Zirve Güç Değerleri

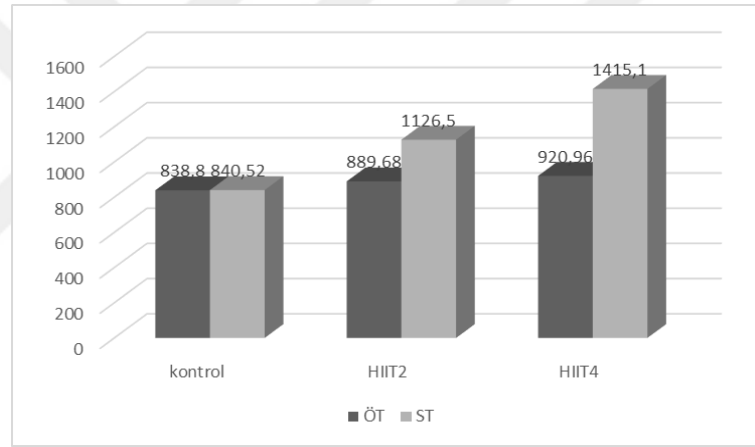
Gruplar	Ön test WAnT ZG (W)	Son Test WAnT ZG (W)	p
	Ort. ± SS	Ort. ± SS	
Kontrol (n=8)	838,80 ± 87,0	840,52 ± 73,51	0,000
HIIT2 (n=9)	889,68 ± 112,8	1126,5 ± 153,68*	
HIIT4 (n=9)	920,96 ± 116,95	1415,1 ± 291,06*	

* 0.05 düzeyinde anlamlı farklılık

Antrenman öncesi ve sonrasında anaerobik kapasitede meydana gelen değişimler Çizelge 3.3’de gösterilmiştir. HIIT programına başlamadan önce grupların Wingate anaerobik test ölçümleri yapılmış, mutlak zirve güç değerleri kontrol, HIIT2 ve HIIT4 için sırasıyla 838,80±87,0; 889, 68±112,8 ve 920,96±116,95 Watt olarak kaydedilmiştir. HIIT programı tamamlandıktan sonra ölçülen mutlak zirve güç değerleri ise kontrol, HIIT2 ve HIIT4 için sırasıyla 840,52±73,51; 1126,5±153,68 ve 1415,1 ± 291,06 Watt şeklinde değerlendirilmiştir.

Ön test değerleri karıştırıcı değişken olarak kullanıldığında ANCOVA sonuçları iki farklı sıklıkta yapılan (2 ve 4 gün) HIIT protokolünün, kontrol grubuna göre Mutlak Zirve Güç Değerlerinde anlamlı artışa neden olduğunu göstermiştir($F_{(2,22)} = 20,08$; $p=0.000$).

Buna göre; HIIT4 ve HIIT2 grubunun Mutlak zirve güç değerleri kontrol grubuna göre, HIIT4 grubunun ZG(m) değerleri de HIIT2 grubuna göre anlamlı derecede yüksek bulunmuştur ($p=0,000$). Grupların mutlak zirve güç değerlerindeki artış sırasıyla Kontrol %0,20, HIIT2 %21,02 ve HIIT4 %34,91 şeklinde sonuçlanmıştır. Katılımcıların ön test ve son test mutlak zirve güç değerleri Şekil 3.3'te gösterilmiştir.



Şekil 3.3. WAnT ZG(m)

3.4. Relatif Zirve Güç Değerlerinin Karşılaştırılması

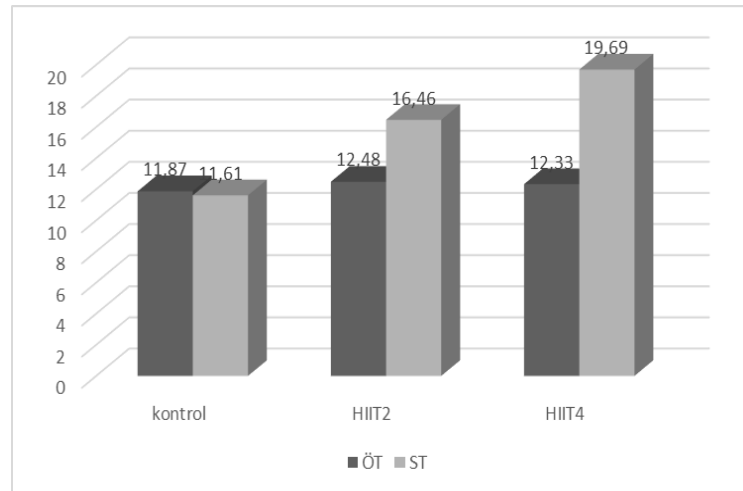
Çizelge 3.4. Grupların Relatif Zirve Güç Değerleri

Gruplar	Ön test WAnT ZG (W/kg)	Son Test WAnT ZG (W/kg)	p
	Ort. ± SS	Ort. ± SS	
Kontrol (n=8)	11,87±1,37	11,61±0,81	0,000
HIIT2 (n=9)	12,48±1,20	16,46±1,46*	
HIIT4 (n=9)	12,33±1,38	19,69±1,80*	

Antrenman öncesi ve sonrasında anaerobik kapasitede meydana gelen değişimler Çizelge3.4'te gösterilmiştir. HIIT programına başlamadan önce grupların Wingate anaerobik test ölçümleri yapılmış, relatif zirve güç değerleri kontrol, HIIT2 ve HIIT4 için sırasıyla $11,87 \pm 1,37$; $12,48 \pm 1,20$ ve $12,33 \pm 1,38$ Watt/kg olarak kaydedilmiştir. HIIT programı tamamlandıktan sonra ölçülen relatif zirve güç değerleri ise kontrol, HIIT2 ve HIIT4 için sırasıyla $11,61 \pm 0,81$; $16,46 \pm 1,46$ ve $19,69 \pm 1,80$ Watt/kg şeklinde değerlendirilmiştir.

Ön test değerleri karıştırıcı değişken olarak kullanıldığında ANCOVA sonuçları iki farklı sıklıkta yapılan (2 ve 4 gün) HIIT protokolünün, kontrol grubuna göre Relatif Zirve Güç Değerlerinde anlamlı artışa neden olduğunu göstermiştir ($F_{(2,22)} = 76,32$; $p=0.000$). Buna göre; HIIT4 grubunun relatif zirve güç değerleri HIIT2 ve kontrol grubuna göre ve HIIT2 grubunun relatif zirve güç değerleri kontrol grubuna göre anlamlı derecede yüksek bulunmuştur ($p=0,000$). Katılımcı grupların relatif zirve güç değişimleri ise şöyledir; Kontrol %-2,1, HIIT2 %24,15 ve HIIT4 %37,37.

Katılımcıların ön test ve son test Relatif Zirve Güç değerleri Şekil 3.4'de gösterilmiştir.



Şekil 3.4. Relatif Zirve Güç Zamansal Değişimi

3.5. Mutlak Ortalama Güç Değerlerinin Karşılaştırılması

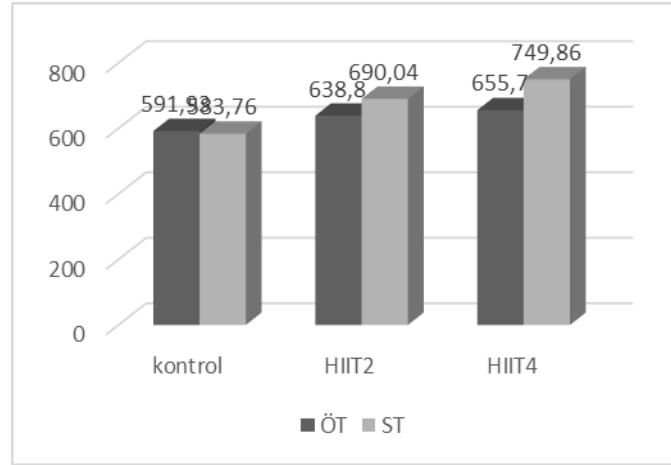
Çizelge 3.5. Grupların Mutlak Ortalama Güç Değerleri

Gruplar	Ön test WAnT OG (W)	Son Test WAnT OG (W)	p
	Ort. $\pm$ SS	Ort. $\pm$ SS	
Kontrol (n=8)	591,93 $\pm$ 57,09	583,76 $\pm$ 55,48	0,004
HIIT2 (n=9)	638,80 $\pm$ 75,45	690,04 $\pm$ 69,77	
HIIT4 (n=9)	655,70 $\pm$ 81,31	749,86 $\pm$ 118,35*	

* 0.05 düzeyinde anlamlı farklılık

Antrenman öncesi ve sonrasında anaerobik kapasitede meydana gelen değişimler Çizelge 3.5’de gösterilmiştir. HIIT programına başlamadan önce grupların Wingate anaerobik test ölçümleri yapılmış, mutlak ortalama güç değerleri kontrol, HIIT2 ve HIIT4 için sırasıyla 591,93 $\pm$ 57, 09; 638,80 $\pm$ 75,45 ve 655,70 $\pm$ 81,31 Watt olarak kaydedilmiştir. HIIT programı tamamlandıktan sonra ölçülen mutlak ortalama güç değerleri ise kontrol, HIIT2 ve HIIT4 için sırasıyla 583,76 $\pm$ 55,48; 690,04 $\pm$ 69,77 ve 749,86 $\pm$ 118,35 Watt şeklinde değerlendirilmiştir.

Ön test değerleri karıştırıcı değişken olarak kullanıldığında ANCOVA sonuçları antrenman gruplarının mutlak ortalama güç değerlerinde, kontrol grubuna göre anlamlı artış olduğunu göstermiştir ($F_{(2,22)} = 7,26$; $p=0.004$). HIIT4 grubunun mutlak ortalama güç değerleri kontrol grubundan anlamlı derecede yüksektir ($p=0,003$). Buna karşılık HIIT2 grubunun WAnT OG(m) değerleri HIIT4 ve kontrol grubu ile benzer ($p<0,291$) bulunmuştur. Mutlak güç ortalama değerleri kontrol grubunda %1,39 azalırken, HIIT2’de %7,42 ve HIIT’Katılımcıların ön test ve son test mutlak ortalama güç değerleri Şekil 3.5’de gösterilmiştir.



Şekil 3.5. Mutlak Ortalama Güç Zamansal Değişimi

3.6. Relatif Ortalama Güç Değerlerinin Karşılaştırılması

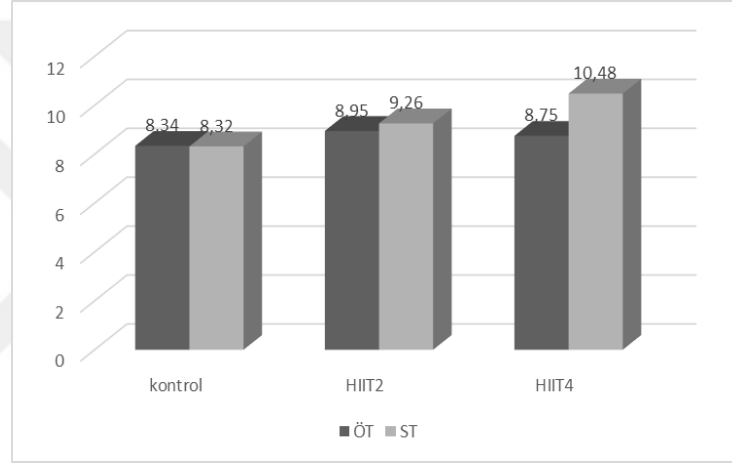
Çizelge 3.6. Grupların Relatif Ortalama Güç Değerleri

Gruplar	Ön test WAnT OG (W/kg)	Son Test WAnT OG (W/kg)	p
	Ort. ± SS	Ort. ± SS	
Kontrol (n=8)	8,34 ± 0,40	8,32 ± 0,50	0,000
HIIT2 (n=9)	8,95 ± 0,55	9,26 ± 0,51*	
HIIT4 (n=9)	8,75 ± 0,68	10,48 ± 0,89*	

* 0.05 düzeyinde anlamlı farklılık

Antrenman öncesi ve sonrasında anaerobik kapasitede meydana gelen değişimler Çizelge 3.6'da gösterilmiştir. HIIT programına başlamadan önce grupların Wingate anaerobik test ölçümleri yapılmış, relatif ortalama güç değerleri kontrol, HIIT2 ve HIIT4 için sırasıyla $8,34 \pm 0,40$; $8,95 \pm 0,55$ ve $8,75 \pm 0,68$ Watt/kg olarak kaydedilmiştir. HIIT programı tamamlandıktan sonra ölçülen Wingate anaerobik test relatif ortalama güç değerleri ise kontrol, HIIT2 ve HIIT4 için sırasıyla $8,32 \pm 0,50$; $9,26 \pm 0,51$ ve $10,48 \pm 0,89$ Watt/kg şeklinde değerlendirilmiştir.

Ön test değerleri karıştırıcı değişken olarak kullanıldığında ANCOVA sonuçları iki farklı sıklıkta yapılan (2 ve 4 gün) HIIT protokolünün, kontrol grubuna göre relatif ortalama güç Değerlerinde anlamlı artışa neden olduğunu göstermiştir ($F_{(2,22)} = 19,52$; $p=0.000$). Buna göre; antrenman gruplarının WAnT OG(r) değerleri kontrol grubundan ($p=0,000$) ve HIIT4 grubunun relatif ortalama Güç değerleri de HIIT2'den anlamlı derecede yüksektir ($p=0,000$). Grupların relatif ortalama güç değerlerindeki değişim kontrol grubunda %0,23'lük bir azalma, HIIT2 %3,34 ve HIIT4 %16,50 artış şeklinde sonuçlanmıştır. Katılımcıların ön test ve son test relatif ortalama güç değerleri Şekil 3.6'da gösterilmiştir.



Şekil 3.6. Relatif Ortalama Güç Zamansal Değişimi

3.7. Yorgunluk İndeksi Değerlerinin Karşılaştırılması

Çizelge 3.7. Grupların Yorgunluk İndeksi Değerleri

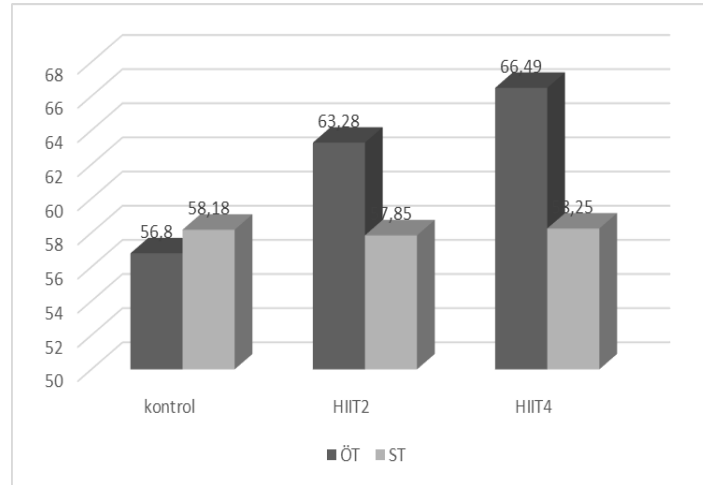
Gruplar	Ön test WAnT Yİ (%)	Son Test WAnT Yİ (%)	p
	Ort. ± SS	Ort. ± SS	
Kontrol (n=8)	56,80 ± 5,62	58,18 ± 7,53	0,081
HIIT2 (n=9)	63,28 ± 8,88	57,85 ± 10,93	
HIIT4 (n=9)	66,49 ± 9,56	58,25 ± 4,55	

* 0.05 düzeyinde anlamlı farklılık

Antrenman öncesi ve sonrasında anaerobik kapasitede meydana gelen değişimler Çizelge 3.7’de gösterilmiştir. HIIT programına başlamadan önce grupların Wingate anaerobik test ölçümleri yapılmış, yorgunluk indeksi değerleri, HIIT2 ve HIIT4 için sırasıyla % $56,80 \pm 5,62$; $63,28 \pm 8,88$ ve $66,49 \pm 9,56$ olarak kaydedilmiştir. HIIT programı tamamlandıktan sonra ölçülen yorgunluk indeksi değerleri ise kontrol, HIIT2 ve HIIT4 için sırasıyla % $58,18 \pm 7,53$; $57,85 \pm 10,93$ ve $58,25 \pm 4,55$ şeklinde değerlendirilmiştir.

Ön test değerleri karıştırıcı değişken olarak kullanıldığında ANCOVA sonuçlarına göre WAnT güç düşüş yüzdelерinde gruplar arasında anlamlı bir farka rastlanmamıştır ($F_{(2,22)} = 2,823$; $p=0.081$).

Katılımcıların ön test ve son test yorgunluk indeksi değerleri Şekil 3.7’de gösterilmiştir.



Şekil 3.7. Yorgunluk indeksi değişimi

3.8. Kan Laktat Değerlerinin Karşılaştırılması

Çizelge 3.8. Grupların Dinlenik KLak Konsantrasyonu (mmol/L) Değerleri

Değişken	kontrol (n=8) Ort ± SS	HIIT 2(n=9) Ort ±SS	HIIT 4 (n=9) Ort ±SS
ÖT lak din (Mmol/L)	2,48±1,26	2,30±0,80	2,31±0,54
ST lak din (Mmol/L)	1,65±0,63	1,76±0,37	1,72±0,54

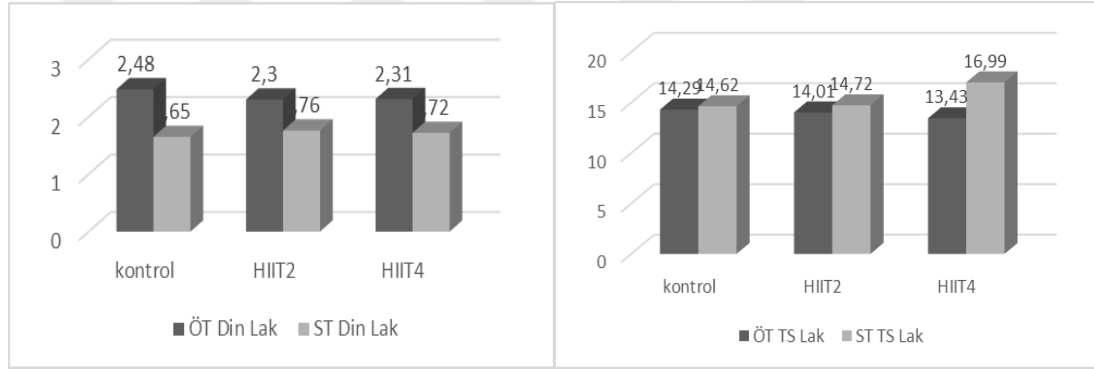
Çizelge 3.9. Grupların Aerobik Dayanıklılık Test Sonu KLak Konsantrasyonu (mmol/L) Değerleri

Değişken	kontrol (n=8) Ort ± SS	HIIT 2(n=9) Ort ±SS	HIIT 4 (n=9) Ort ±SS
ÖT lak ant sn (Mmol/L)	14,29±3,14	14,01±1,97	13,43±1,38
ST lak ant sn (Mmol/L)	14,62±2,24	14,72±3,55	16,99±4,37

Katılımcıların KLak değerleri HIIT protokolüne başlamadan önce yapılan VO₂Maks testinden önce dinlenik olarak ve test bittikten hemen sonra alınıp değerlendirilmiştir. Aynı işlem 6 hafta devam eden HIIT programından sonra VO₂Maks testinden önce dinlenik olarak ve test bittikten hemen sonra tekrarlanıp KLak konsantrasyonları bu şekilde değerlendirilmiştir. Ön test dinlenik KLak konsantrasyonu değerleri kontrol HIIT2 ve HIIT4 grupları için sırasıyla 2,48±1,26; 2,30±0,80; 2,31±0,54 olup, ön test VO₂Maks test sonu KLak konsantrasyonu değerleri kontrol HIIT2 ve HIIT4 grupları için sırasıyla 14,29±3,14; 14,01±1,97; 13,43±1,38 mmol/L şeklinde kaydedilmiştir. Son test dinlenik KLak konsantrasyonu değerleri kontrol HIIT2 ve HIIT4 grupları için sırasıyla 1,65±0,63; 1,76±0,37; 1,72±0,54 olup, son test VO₂Maks test sonu KLak konsantrasyonu değerleri kontrol

HIIT2 ve HIIT4 grupları için sırasıyla $14,62 \pm 2,24$; $14,72 \pm 3,55$; $16,99 \pm 4,37$ mmol/L şeklinde kaydedilmiştir.

Gruplar arasında dinlenik K_{Lak} değerlerinde anlamlı fark saptanmamıştır ($F_{(2,23)}=0.02$; $p=0.918$). Buna karşılık ön test dinlenik K_{Lak} değerleri son testten anlamlı derecede yüksektir ($F_{(1,23)}=9.81$; $p=0.005$). Bununla beraber Grup x Test etkileşim istatistiği anlamlı değildir ($F_{(2,23)}=0.17$; $p=0.846$). Bu bulgular tüm grupların ölçümlerden önce aynı metabolik ve hormonal düzeyde olduklarını göstermektedir. Katılımcıların ön test ve son test laktat konsantrasyonu ölçüm değerleri Şekil 3.8’de gösterilmiştir.



Şekil 3.8. Dinlenik ve Test Sonu Kan laktat konsantrasyonları

3.9. Kortizol Değerlerinin Karşılaştırılması

Çizelge 3.10. Grupların kortizol hormonu Değerleri

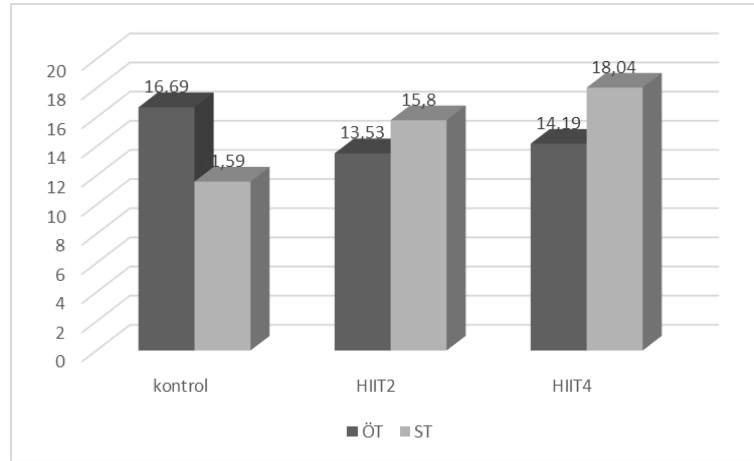
Gruplar	Ön test Kortizol ($\mu\text{g/dL}$)	Son Test Kortizol ($\mu\text{g/dL}$) p	
	Ort $\pm$ SS	Ort $\pm$ SS	
Kontrol (n=8)	16,69 $\pm$ 6,09	11,59 $\pm$ 4,74*	
HIIT2 (n=9)	13,53 $\pm$ 4,74	15,80 $\pm$ 4,08	0,001
HIIT4 (n=9)	14,19 $\pm$ 4,41	18,04 $\pm$ 3,61	

* 0.05 düzeyinde anlamlı farklılık

Antrenman öncesi ve sonrasında kortizol hormonunda meydana gelen değişimler Çizelge 3.10'da gösterilmiştir. HIIT programına başlamadan önce grupların kan örnekleri alınmış, kortizol hormonu değerleri kontrol, HIIT2 ve HIIT4 için sırasıyla $16,69 \pm 6,09$, $13,53 \pm 4,74$ ve $14,19 \pm 4,41$ olarak kaydedilmiştir. HIIT programı tamamlandıktan sonra ölçülen kortizol hormonu değerleri ise kontrol, HIIT2 ve HIIT4 için sırasıyla $11,59 \pm 4,74$, $15,80 \pm 4,08$ ve $18,04 \pm 3,61$ şeklinde değerlendirilmiştir.

Ön test değerleri karıştırıcı değişken olarak kullanıldığında ANCOVA sonuçları iki farklı sıklıkta yapılan (2 ve 4 gün) HIIT protokolünün, kontrol grubuna göre kortizol hormonu değerlerinde anlamlı artışa neden olduğunu göstermiştir ($F_{(2,22)} = 10,18$; $p=0.001$). Buna göre HIIT4 ve HIIT2 gruplarının kortizol hormonu değerleri kontrol grubundan anlamlı derece yüksek bulunmuştur ($p=0,001$).

Katılımcıların ön test ve son test kortizol hormonu değerleri Şekil 3.9'da gösterilmiştir.



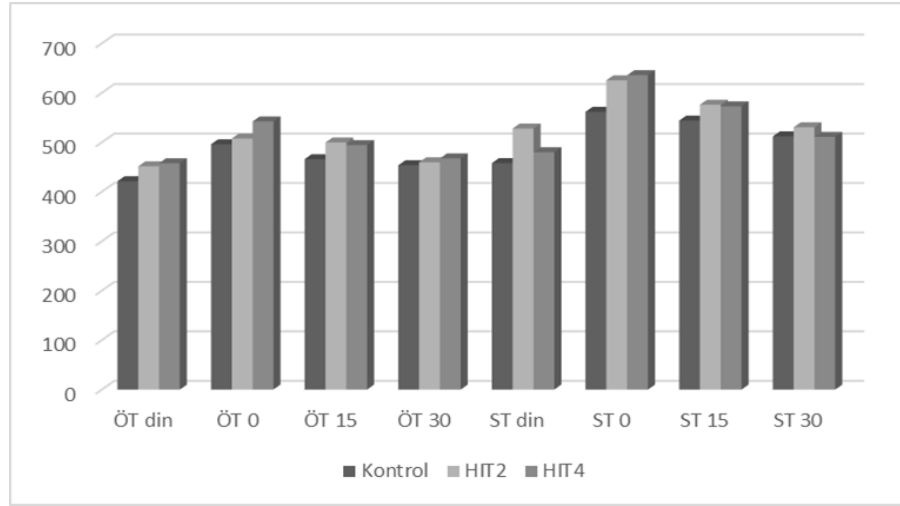
Şekil 3.9. Kortizol hormonunun zamansal değişimi

3.10. Testosteron Değerlerinin Karşılaştırılması

Çizelge 3.11. Grupların Testosteron Değerleri

Değişken	kontrol (n=8)	HIIT 2(n=9)	HIIT 4 (n=9)
	Ort ± SS	Ort ±SS	Ort ±SS
ÖT Test din ng/dL	421,25±74,94	451,44±105,75	457,78±149,48
ÖT Test 0 ng/dL	496,12±122,10	507,67±100,70	542,33±154,11
ÖT Test 15 ng/dL	466±103,50	499,56±126,70	494,33±151,62
ÖT Test 30 ng/dL	453,63±93,94	459,56±110,32	467,44±156,27
ST Test din ng/dL	458±86,99	528±114,24	479,89±212,47
ST Test 0 ng/dL	561,63±121,74	625,33±144,60	635,67±200,68
ST Test 15 ng/dL	543,88±114,43	576,11±123,76	572,78±210,32
ST Test 30 ng/dL	512±103,28	530,33±116,59	510,89±204,32

Kontrol ve iki farklı HIIT antrenman grubunun testosteron konsantrasyonları Çizelge 3.10’da gösterilmiştir. ANOVA sonuçlarına göre gruplar arasında testosteron konsantrasyonunda anlamlı fark saptanmamıştır ($F_{(2,23)} = 0.18$; $p=0.84$). Buna karşılık son-test testosteron konsantrasyonu ön testten anlamlı derecede yüksektir ($F_{(1,23)} = 10.26$; $p = 0.000$ $\eta^2=0,016$). Maksimal test sonrasında tüm zamanlarda ölçülen testosteron konsantrasyonu test öncesinden anlamlı derecede yüksektir ($F_{(3,69)} = 79.6$; $p = 0.000$). Test sonrasında ölçülen testosteron konsantrasyonları zamana bağlı olarak anlamlı derecede azalmıştır ($p<0.013$). Grup x Zaman ($F_{(6,69)} = 2.68$; $p = 0.021$) ve Test x Zaman ($F_{(3,69)} = 3.67$; $p = 0.016$) etkileşim istatistikleri anlamlı buna karşılık Grup x Test ($F_{(2,23)} = 0.17$; $p = 0.85$) ve Grup x Test x Zaman ($F_{(6,69)} = 0.72$; $p = 0.64$) etkileşimleri anlamlı bulunmamıştır. Katılımcıların ön test ve son test testosteron değerlerinin zamansal değişimi Şekil 3.10’da gösterilmiştir.



Şekil 3.10. Testosteron hormonunun zamansal değişimi

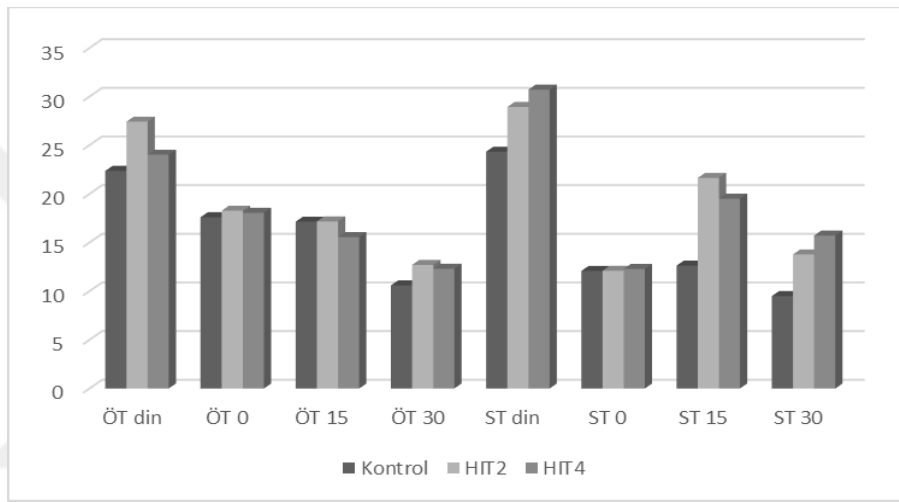
3.11. İnsülin Değerlerinin Karşılaştırılması

Çizelge 3.12. Grupların İnsülin Değerleri

Değişken	kontrol (n=8) Ort ± SS	HIIT 2(n=9) Ort ±SS	HIIT 4 (n=9) Ort ±SS
ÖT İns din μ IU/mL	22,37±9,93	27,43±17,02	24,03±10,76
ÖT İns 0 μ IU/mL	17,61±11,78	18,28±12,62	18,06±7,20
ÖT İns 15 μ IU/mL	17,15±9,33	17,17±9,29	15,56±5,47
ÖT İns 30 μ IU/mL	10,60±3	12,70±5,87	12,31±3,03
ST İns din μ IU/mL	24,34±12,54	28,94±12,96	30,72±11,97
ST İns 0 μ IU/mL	12,09±2,97	12,10±4,61	12,29±12,37
ST İns15 μ IU/mL	12,63±4,37	21,64±10,93	19,51±6,77
ST İns 30 μ IU/mL	9,50±2,04	13,78±5,89	15,72±5,49

Kontrol ve iki farklı HIIT antrenman grubunun İnsülin konsantrasyonları değerleri Çizelge 3.12’de gösterilmiştir. Gruplar arasında insülin konsantrasyonunda anlamlı fark saptanmamıştır ($F_{(2,23)}=0.806$; $p=0.459$; $\eta^2=0,066$).

Grupların ön test insülin değerleriyle son test insülin değerleri arasında da anlamlı fark saptanmamıştır ($p=0,806$). Buna karşılık dinlenik ve egzersiz sonrası 0, 15 ve 30. dakikalarda ölçülen insülin konsantrasyonlarındaki değişim istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p=0,000$). Egzersiz sonrası 0, 15 ve 30. Dakikalarda ölçülen insülin konsantrasyonları egzersiz öncesi değerlerden anlamlı derecede düşük bulunmuştur ($p=0,000$). Egzersiz sonrası 0 ve 15. Dakikalarda ölçülen insülin konsantrasyonları benzer bulunmuştur ($p=0,988$). Katılımcıların ön test ve son test insülin değerlerinin zamansal değişimi Şekil 3.11’de gösterilmiştir.



Şekil 3.11. İnsülin hormonunun zamansal değişimi

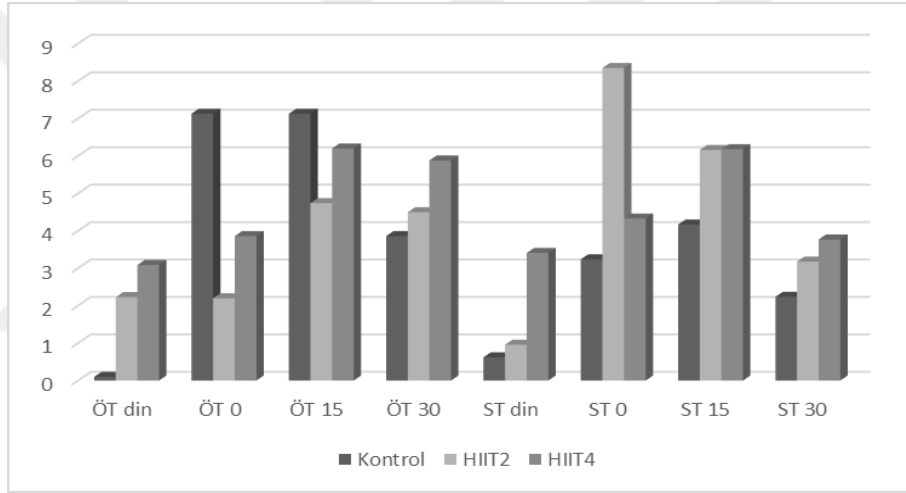
3.12. BH Değerlerinin Karşılaştırılması

Çizelge 3.13. Grupların BH Değerleri

Değişken	Kontrol (n=8) Ort ± SS	HIIT 2(n=9) Ort ±SS	HIIT 4 (n=9) Ort ±SS
ÖT BH din ng/ML	0,10±0,05	2,23±3,55	3,09±6,21
ÖT BH 0 ng/mL	7,13±12,48	2,20±3,12	3,86±5,53
ÖT BH 15 ng/mL	7,13±10,23	4,74±3,66	6,20±6,55
ÖT BH 30 ng/mL	3,86±6,74	4,50±2,80	5,88±8,20
ST BH din ng/mL	0,62±1,15	0,96±1,67	3,41±4,28
ST BH 0 ng/mL	3,24±6,50	8,35±10,93	4,33±4,85
ST BH 15 ng/mL	4,17±10,36	6,16±6,68	6,18±4,74
ST BH 30 ng/mL	2,24±3,34	3,18±4,33	3,77±3,05

Kontrol ve iki farklı HIIT antrenman grubunun BH değerleri Çizelge 3.13’de gösterilmiştir. Buna göre gruplar arasında BH değerlerinde bir farka rastlanmamıştır ($F_{(2,23)}=0,130$ $p=0,879$; $\eta^2=0,007$).

Ön test ve son testlerde ölçülen dinlenik BH değerlerinde bir fark gözlenmemiştir ($p=0,689$). Dinlenik ve egzersiz sonrası 0, 15 ve 30 dakikalarda ölçülen BH değerlerindeki zamansal değişim istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p<0,025$). Dinlenik 0. dk ve 30. dk da ölçülen BH değerleri benzer ($p<0,190$) ve dinlenik ve egzersiz sonrası 15. Dakikada ölçülen BH değerlerinde anlamlı bir artış gözlenmiştir ($p=0,036$). Katılımcıların ön test ve son test BH değerlerinin zamansal değişimi Şekil 3.12’de gösterilmiştir.



Şekil 3.12. BH zamansal değişimi

4. TARTIŞMA

Bu çalışma, farklı sıklıkta yapılan benzer HIIT protokolünün aktif genç erkeklerde fizyolojik ve hormonal parametrelere etkilerinin karşılaştırılması amacıyla yapılmıştır.

Çalışmanın ana hipotezi haftada 2 gün yapılan HIIT programının haftada 4 gün yapılan HIIT programı ile fiziksel ve hormonal parametreler üzerinde benzer etkiyi göstereceği üzerine kurulmuştur. Bu hipoteze dayanarak haftada 2 ve 4 gün yapılan HIIT'in, fiziksel olarak aktif genç erkeklerin dayanıklılık performansı üzerindeki etkilerini değerlendirmek amacıyla, ana hipotezimizi sınamak adına bir adet alt denence oluşturulmuştur. Bu deneye "Farklı sıklıkta yapılan HIIT protokolleri, aerobik performans gelişiminde istatistiksel olarak farklı etkiye sahip değildir" şeklinde kurgulanmıştır. Çalışma bulguları neticesinde bu denence kabul edilmiştir.

Çalışmada fiziksel olarak aktif genç erkeklerin dayanıklılık performansını değerlendirmek amacıyla aerobik ve anaerobik dayanıklılık testleri uygulanmıştır. Tüm değerlendirmelerde laboratuvar testleri uygulanmıştır. Kullanılan test protokolleri fiziksel olarak aktif bireylere uygun olacak şekilde seçilmiştir. Kronik etki incelendiğinden dolayı laboratuvar testleri istenilen düzeyde değerlendirmeye olanak sağlamıştır.

Dayanıklılık performansını değerlendirmek için bisiklet ergometresinde, HIIT programlarının başlangıcında ve program sona erdikten 2 gün sonra Storer'in VO₂Maks testi uygulanmıştır (Storer ve ark., 1990). Bu teste başlamadan önce katılımcılardan, k[lak], kortizol, testosteron, insülin ve BH değerleri için dinlenik

kan örnekleri alınmıştır. Test tamamlandıktan hemen sonra katılımcılardan, KLak, testosteron, insülin ve BH için kan örnekleri alınmıştır. Testosteron, insülin ve BH değerleri için kan örnekleri test bittikten sonraki 15. ve 30. dakikalarda tekrar alınmıştır.

Katılımcıların aerobik dayanıklılık testlerinden önce benzer metabolik düzeyde teste başlamalarını teyit etmek amacı ile dinlenik kan değerleri arasındaki farklara bakılmış ve bu değerler arasında istatistiksel olarak anlamlı fark tespit edilmemiştir. Bu sonuçlar bize fiziksel ve hormonal değerlerin karşılaştırılabilir olduğunu göstermiştir.

4.1. HIIT Programına Fizyolojik Yanıtlar

Yağ kaybını artırmak için tasarlanan birçok egzersiz protokolü, yürümek ve hafif tempolu yürüyüşleri içeren, düzenli ve sürekli egzersizler üzerine odaklanmaktadır. Geleneksel yöntemlerin uygulandığı bu tür araştırmalar önemsiz kilo kayıpları ile sonuçlanmıştır (Shaw ve ark., 2006; Wu ve ark., 2009). Son yıllarda yapılan araştırmalar HIIT'in, fazla kilolu bireylerin vücut yağ oranlarını azaltmak için zaman açısından ekonomik ve etkili bir egzersiz protokolü olma potansiyeline sahip olduğunu göstermektedir. HIIT'i inceleyen araştırmaların çoğu, iskelet kası adaptasyonu üzerine kısa süreli (2 - 6 hafta) programlara odaklanmaktadır. HIIT'in deri altı ve abdominal bölgede yağ kaybı üzerindeki etkisini belirlemek için yapılan araştırmalarda ise daha uzun süreli programlar kullanılmıştır.

Boudou ve arkadaşları 8 hafta ve haftada 2 kez devam ettikleri HIIT programı sonunda katılımcıların deri altı yağ yüzdelerinde %18'lik ve abdominal bölgede %44'lük bir azalma tespit etmişlerdir (Boudou ve ark., 2003).

12 hafta HIIT programının uygulandığı başka bir çalışmada, katılımcıların deri altı yağ yüzdelerinde %8 ve abdominal bölgede %6'lık bir kayıp gözlemlenmiştir (Dunn, 2009).

Tjonna ve arkadaşlarının yürüttüğü 12 hafta devam eden 4 dk yüklenme ve 3 dk dinlenme aralığından oluşan 4 set HIIT protokolünün ardından katılımcıların, deri altı yağ yüzdeleri ve abdominal bölgenin yağ oranı ölçülmüştür. 12 haftanın sonunda deri altı yağ yüzdelerinde %7 ve abdominal bölgede %8'lik bir kayıp kaydedilmiştir (Tjonna ve ark., 2009).

15 sn yüklenme 30 sn dinlenme aralıklarından oluşan ve 24 hafta devam eden HIIT programının sonunda, Tremblay ve arkadaşları katılımcıların deri altı yağ yüzdelerinde %15 ve abdominal bölgede %12 oranında kayıp tespit etmişlerdir (Tremblay ve ark., 1994).

Çalışmamızın denencelerinden biri, farklı sıklıkta yapılan HIIT protokollerinin, vücut yağ oranları üzerinde istatistiksel olarak farklı etkiye sahip olmayacağı yönünde kurulmuştur. Katılımcıların vücut yağ yüzdeleri dual enerji x ray absorpsiometresi (DEXA) ile tüm vücut tarama modu kullanılarak kaydedilmiştir. Vücut yağ yüzdeleri HIIT programından önce ve sonra, katılımcılardan sabah aç ve ilk idrarlarını yapmadan gelmeleri istenerek ölçülmüştür.

6 hafta devam eden HIIT protokolünün ardından HIIT4 grubunun ön test ve son test vücut yağ yüzdelerinde kontrol grubuna göre anlamlı bir düşüş saptanmamıştır ($p=0,076$). HIIT2 grubunun ön test ve son test vücut yağ yüzdesi kontrol grubundan anlamlı derecede düşük bulunmuş($p=0,016$), HIIT4 grubuna göre anlamlı bir düşüş tespit edilmemiştir ($p=1,000$).

Çalışmamız literatür ile kıyaslandığında, sonuçların birbiriyle paralel olduğunu söylemek mümkündür. İskelet kas adaptasyonuna odaklanan HIIT çalışmalarının birçoğunda kısa süreli (2-6 hafta) protokoller incelenmiştir. Yağ kaybını araştıran çalışmaların ise daha uzun süre devam eden HIIT programlarından oluştuğunu söyleyebiliriz (Tremblay ve ark., 1994; Trapp ve ark., 2008). Literatürden de anlaşıldığı gibi, nispeten kısa vadeli HIIT egzersizlerinin önemsiz kilo kayıplarıyla sonuçlanmaktadır. Bu bağlamda çalışmamızın, yağ kaybının araştırılması için kısa vadeli bir egzersiz periyodundan oluştuğunu söylemek yanlış olmaz. Ayrıca çalışmamıza dahil olan katılımcıların beden kitle indeksleri ve vücut yağ yüzdelerinin optimal düzeyde olduğu düşünüldüğünde, yağ yüzdesinde dikkate değer bir azalma olmaması beklenen bir sonuç olmuştur.

Literatür incelendiğinde HIIT'in aerobik ve anaerobik performansı geliştirdiğine dair birçok çalışma yapıldığı görülmektedir.

21 kadın katılımcının 7 hafta boyunca haftada 4 kez HIIT protokolü uyguladıkları çalışmada, katılımcılar 30 sn. yük. x 30sn din. ve 120 sn. yük. x 120 sn. din. şeklinde oluşan iki farklı protokol tamamlamışlardır. Katılımcıların VO_2 Maks değerlerinde anlamlı bir artış gözlenirken, gruplar arasında fark tespit edilmemiştir (Burke ve ark., 1994).

Tabata ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada, orta şiddette dayanıklılık antrenmanı ile HIIT karşılaştırılmış, dayanıklılık antrenmanı yapan grubun VO₂Maks değerlerinde anlamlı bir artış gözlenmezken, kaç haftta HIIT grubunda VO₂Maks 53 ml/kg/dk'dan 58 ml/kg/dk'ya ulaşmış ve bu artış istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur (Tabata ve ark., 1996).

12 genç erkek katılımcı ile gerçekleştirilen başka bir çalışmada, 7 hafta boyunca 30 sn yük. 2,5-4 dk din.'den oluşan HIIT protokolünden sonra, katılımcıların VO₂Maks ve WAnT ölçümlerinde anlamlı artış saptanmıştır (MacDougall ve ark., 1998)

Rodas ve arkadaşları, 5 sağlıklı genç erkekte yaptıkları çalışmada, VO₂Maks ve WAnT ölçümlerini değerlendirilmiş ve 2 hafta yapılan 15 sn yüklenme 45 sn dinlenme aralıklarından oluşan HIIT programının sonunda VO₂Maks ve anaerobik perfomansta anlamlı artış gözlemlenmiştir (Rodas ve ark., 2000).

Laursen ve arkadaşları 2 eşit gruba ayırdıkları 14 elit erkek sporcudan oluşan çalışmalarında, kontrol (n=7) grubunun rutin egzersizlerine devam etmelerini ve HIIT (n=7) grubunun 2 hafta boyunca HIIT programı uygulamalarını istemişlerdir. HIIT programı sonrasında ölçülen VO₂Maks değerlerinde, HIIT grubunun kontrol grubuna göre istatistiksel olarak anlamlı bir artış saptanmıştır (Laursen ve ark., 2002).

Rekreatif olarak aktif 8 erkekle yaptıkları çalışmada Burgomaster ve arkadaşları, 1-2 gün dinlenme aralığında oluşan 2 hafta süren bir HIIT programı uygulamışlardır. 30 sn yüklenme ve 4 dk dinlenme aralığından oluşan program 4-7 şeklinde uygulanmıştır. VO₂Maks'ta değişim gözlenmeksizin dayanıklılık

kapasitesinin %100 (51 ± 11 vs. 26 ± 5 min; $P < 0.05$), arttığı sonucuna ulaşmışlardır (Burgomaster ve ark., 2005).

Amacı, antrenmanlı erkek atletlerde iki farklı HIIT programının VO_2 Maks, laktat eşiği ve 3000 m koşu performansı üzerindeki etkilerini karşılaştırmak olan çalışmada, 17 atlet 3 gruba ayrılmış, kontrol grubu rutin antrenmanlarına devam ederken, diğer 2 grup farklı şiddetlerdeki HIIT programlarını tamamlamışlardır. Çalışmanın sonunda, HIIT gruplarının performans ölçümleri kontrol grubuna kıyasla anlamlı bir şekilde yüksek bulunmuştur. Bu çalışma, elit olmayan erkek atletlerde HIIT antrenmanlarının aerobik performans üzerinde olumlu sonuçlar doğuracağını göstermektedir (Esfarjani ve Laursen, 2007).

Hazell ve arkadaşları 2 farklı (2 dk.-4 dk.) dinlenme aralığından oluşan çalışmalarında aerobik ve anaerobik performans değerlendirmesi yapmışlardır. 48 katılımcıdan oluşan çalışmada gruplar 4'e ayrılmıştır (1.grup: 30sn/4dk ; 2.grup:10sn/4dk ; 3.grup:10sn/2dk ve 4.grup :kontrol). Antrenmanlar her hafta 1 set artacak şekilde tasarlanmış, 4 setle başlayan HIIT programı, 2 haftanın sonunda 6 set olarak sonlandırılmıştır. Çalışmanın bulguları dinlenme aralığı (2 dk.-4 dk.) fark etmeksizin 10 sn veya 30 sn setlerden oluşan HIIT programlarının aerobik ve anaerobik performans gelişimi bakımından etkili olduğu yönündedir (Hazell ve ark., 2010).

Moghaddam ve arkadaşları yaptıkları çalışmada şiddeti farklı olan 2 HIIT protokolünü karşılaştırmış ve her iki grup için de aerobik ve anaerobik performansta anlamlı artış gözlemlemişlerdir. 2 farklı HIIT protokolünün aerobik ve anaerobik performans etkisinin karşılaştırıldığı bu çalışmada, gruplar arasında ise istatistiksel olarak anlamlı bir farka rastlanmamıştır (Moghaddam ve ark., 2019).

Farklı şiddette yapılan HIIT protokollerinin karşılaştırıldığı başka bir çalışmada (Mallol ve ark., 2019), elit olmayan 16 triatlet 4 hafta boyunca haftada 2 gün farklı şiddette HIIT protokolü uygulamış, şiddeti azaltılmış HIIT protokolü uygulayan grupta VO_2 Maks artışı anlamlı değilken, HIIT programı yapan diğer grubun VO_2 Maks değerlerindeki artış istatistiksel açıdan anlamlı bulunmuştur.

Mevcut çalışmanın denencelerinden ikisi farklı sıklıkta yapılan HIIT protokollerinin, aerobik ve anaerobik performans gelişiminde istatistiksel olarak farklı etkiye sahip olmayacağı yönünde kurulmuştur. Aerobik performansın değerlendirilmesi amacıyla VO_2 Maks ölçümleri, HIIT programına başlamadan önce ve programın sonunda yapılmıştır.

Yapılan analiz sonucunda İki farklı sıklıkta yapılan HIIT programı sonrasında ölçülen VO_2 Maks değerlerindeki artış benzer ($p=0.10$), her iki gruptaki artış ise kontrol grubundan anlamlı derecede yüksek bulunmuştur ($p<0.006$).

Çalışmamız, HIIT programlarının aerobik ve anaerobik performans gelişimine etkileri bakımından değerlendirildiğinde, literatür ile paralel sonuçlar verdiğini söyleyebiliriz. Literatür incelendiğinde birçok çalışmanın, HIIT programlarının şiddeti, yüklenme ve dinlenme aralıkları üzerinde yapıldığını söylemek yanlış olmaz. HIIT programları süre açısından ekonomik olarak nitelendirildiğinden ve dayanıklılık performansını geleneksel metodlara kıyasla daha fazla geliştirmesi bakımından antrenör ve sporcuların daha çok tercih ettiği bir antrenman şeklidir (Greeley ve ark., 2013; Buchheit ve Laursen, 2013; Gillen ve Gibala, 2014). Literatür incelendiğinde HIIT programlarının aerobik ve anaerobik gelişimlerinin izlendiği çalışmalarda HIIT, ya geleneksel dayanıklılık antrenmanları ile ya da farklı HIIT protokolleri ile karşılaştırılması amaç edinilmiştir. Bizim çalışmamızdaki amaç ise aynı HIIT protokolünün farklı sıklıkta yapıldığı zaman, aerobik ve anaerobik performanstaki gelişimde farklılık

olup olmayacağını tespit etmek yönünde olmuştur. Çalışmamızın sonunda aerobik dayanıklılık gelişimi yönünden her iki HIIT grubundaki gelişim birbiriyle benzerlik göstermektedir, bu sonuca bakıldığında literatür tarafından da desteklenen sonuçlar bulduğumuz söylenebilir.

Anaerobik performans ölçümlerinde ise katılımcılara WAnT uygulanmış, bu test sonuçlarına bakıldığında kontrol grubunun anaerobik güç değerlerinde herhangi bir değişim gözlenmezken, HIIT4 ve HIIT2 grubunun anaerobik dayanıklılık performanslarında gelişim söz konusu olmuştur. HIIT grupları kendi içinde karşılaştırıldığına ise HIIT4 grubunun anaerobik dayanıklılığının HIIT2 grubuna göre daha yüksek oranda gelişim gösterdiğini söyleyebiliriz.

Çalışma prokolümüz incelendiğinde tüm antrenmanların 30 saniye yüklenme ve 120 saniye dinlenme aralıklarıyla dizayn edildiği görülmektedir. Anaerobik performans ölçümlerinde ise tek seferlik 30 saniye elinden gelenin en iyisinin yapıldığı düşünüldüğünde HIIT4 grubunun bu ölçüm metoduna daha alışkın olduğunu söylemek yanlış olmaz. HIIT4 grubu ile HIIT2 grubunun arasındaki anaerobik dayanıklılık ölçümlerindeki fark HIIT4 grubunun adaptasyonunun daha fazla olmasından kaynaklandığı söylenebilir.

4.2. HIIT programına Hormonal Yanıtlar

Testosteron ve kortizol değerlerinin, egzersizle ilişkili fizyolojik stresin hormonal belirteçleri olduğu düşünülmektedir (Adlercreutz ve ark., 1986). Kuoppasalmi bu hormonların konsantrasyonundaki değişikliklerin dokularda meydana gelen anabolik ve katabolik aktivitenin bir göstergesi olduğunu öne sürmüştür (Kuoppasalmi, 1980). Son yıllarda sedanter ve genç öğrencilerin (Baquet

ve ark., 2002; McManus ve ark., 2005), obez çocukların (Buchan ve ark., 2013), genç bireyler ile (Sperlich ve ark., 2010; Kilian ve ark., 2016) ergenlik dönemindeki çocukların (Faude ve ark., 2008; Sandbakk ve ark., 2013) HIIT programlarına verdikleri çeşitli biyolojik yanıtlar incelenmiş, çalışmaların çoğu, yüksek şiddette düşük yoğunluklu antrenmana kıyasla HIIT'in benzer fizyolojik adaptasyonlara neden olduğunu, ancak nispeten daha az antrenman süreleri içerdiğini göstermiştir (Gibala ve ark., 2006).

Literatür incelendiğinde HIIT ile ilişkili hormonal yanıtların konu edildiği az sayıda çalışmaya rastlanmış ve bunlardan bazıları aşağıda özetlenerek sunulmuştur.

Li ve arkadaşları 12 erkek voleybol oyuncusuyla gerçekleştirdikleri HIIT programı sonunda kortizol konsantrasyonlarında kontrol grubuna göre anlamlı artış saptamışlardır (Li ve ark., 2012).

Araştırmalar, şiddeti yüksek ve uzun süre devam eden antrenmanların yetişkin ve ergen sporcularda tükürük kortizol konsantrasyonlarını arttırdığına işaret etmektedir (Gómez ve ark., 2013).

12 genç erkek bisikletçinin dahil edildiği çalışmada, zirve gücün %60'ında 90 dakika aralıksız yapılan egzersiz ile HIIT karşılaştırılmış, tükürük analizleri sonucunda (kortizol ve testosteron) her iki antrenmanda da güçlü bir akut katabolik etki olmadığı sonucuna varılmıştır (Kilian ve ark., 2016).

Kunching ve arkadaşları yaptıkları çalışmada 41 katılımcıyı rastgele 3 gruba (kontrol, aerobik ve ağırlık/HIIT) ayırmışlardır. Egzersiz gruplarından ikisi 12 hafta boyunca hafta 3 gün belirtilen programları uygulamışlardır. Sonuç olarak kontrol

grubunun dinlenik kortizol ve testosteron yanıtlarında herhangi bir değişiklik gözlenmezken, yalnızca HIIT grubunun dinlenik kortizol seviyesinde anlamlı bir azalma tespit edilmiştir (Kunching ve ark., 2018).

Herbert ve arkadaşları (Herbert ve ark., 2017), 17 yaşlı erkek sporcu ile yaptıkları çalışmada, 6 hafta HIIT programı sonrasında, serbest testostesron seviyesinde az miktarda artış gözlemlemişlerdir ($P = 0.050$).

Yapılan istatistiksel analiz sonucunda, gruplar arasında ön test testosteron konsantrasyonunda anlamlı fark saptanmamıştır ($F_{(2,23)}=0.18$; $p=0.84$). Buna karşılık son test testosteron konsantrasyonu ön testten anlamlı derecede yüksek bulunmuştur ($F_{(1,23)}=10.26$; $p=0.000$). Maksimal test sonrasında tüm zamanlarda ölçülen testosteron konsantrasyonu test öncesinden anlamlı derecede yüksek tespit edilmiştir ($F_{(3,69)} = 79.6$; $p = 0.000$). Test sonrasında ölçülen testosteron konsantrasyonlarının zamana bağlı olarak anlamlı derecede azaldığı görülmektedir ($p<0.013$).

Araştırmamızın kortizol yanıtları kronik olarak değerlendirilmiş, HIIT programına başlamadan önce ve 6 hafta sonra dinlenik kortizol yanıtları kaydedilmiştir. Dinlenik kortizol yanıtları kontrol, HIIT2 ve HIIT4 için sırasıyla; ön test $16,69\pm6,09$, $13,53\pm4,74$ ve $14,19\pm4,41$ ve son test $11,59\pm4,74$, $15,80\pm4,08$ ve $18,04\pm3,61$ $\mu\text{g/dL}$ şeklinde kaydedilmiştir. Bulguların sonuçlarına göre HIIT4 ve HIIT2 gruplarının dinlenik kortizol hormonu değerleri kontrol grubundan anlamlı derece yüksek bulunmuştur ($p=0,001$).

Çalışmamızın sonuçlarının literatürdeki birçok çalışma ile paralellik gösterdiği söylenebilir. Fizyolojik stresin hormonal belirteçlerinden olan kortizol hormonunun, HIIT2 ve HIIT4 grubuna kıyasla kontrol grubunda oldukça düşük seviyede olduğu gözlenmiştir. Antrenmanların yüksek şiddetli ve giderek artan bir protokolle ilerlediği düşünöldüğünde, gruplar arası son test kortizol hormonu

değerlerindeki anlamlı farklılığa, deney gruplarında stres faktörünün neden olduğunu söyleyebiliriz.

Literatüre bakıldığında HIIT programında testosteronun genellikle akut yanıtlarının incelendiğini görmekteyiz. Bu şekilde değerlendirildiğinde bile, testosteronun zamansal değişiminin literatürle paralellik gösterdiğini söyleyebiliriz. Testosteron hormonu, literatürde olduğu gibi çalışmamızda da maksimal aerobik testten hemen sonra pik yapmış ve zamana bağlı olarak anlamlı şekilde azalmıştır. Çalışmamızın sonuçlarına bakıldığında 2 veya 4 gün yapılan HIIT programlarının testosteron salgılanmasını artırdığını söylemek doğru olacaktır.

Literatürde dayanıklılık egzersizlerinin insülin duyarlılığını artıran bir egzersiz yöntemi olduğundan sıklıkla bahsedilmektedir (Tuomilehto ve ark., 2001; Pan ve ark., 1997). HIIT'in, çeşitli popülasyonlarda kardiyorepiratuvar zindelik üzerinde güçlü etkilerinin olduğuna sıklıkla değinilmesine rağmen, glukoz regülasyonu ve insülin duyarlılığı gibi metabolik sağlık parametrelerine etkisi daha az tanımlanmıştır. Son zamanlarda yapılan araştırmalar, HIIT'in insülin direnci ve tip 2 diyabetli bireylerde kan glukozunu ve insülin direnci belirleyicilerini azaltabileceğini göstermektedir (Marquis-Gravel ve ark., 2015; Cocks ve ark., 2016).

Adams yaptığı çalışmada, HIIT'in geleneksel dayanıklılık egzersizleri ile karşılaştırıldığında kan şekeri kontrolü ve insülin duyarlılığı üzerinde olumlu etkilere sahip olduğunu bildirmiştir (Adams, 2013).

Jelleyman ve arkadaşlarının yaptıkları bir meta-analiz çalışmasında, HIIT'in egzersiz yapmayan veya geleneksel dayanıklılık egzersizi yapan kontrol gruplarına kıyasla insülin direncini azalttığı sonucuna ulaşılmıştır (Jelleyman ve ark., 2015).

HIIT'in glukoz düşürücü etkilerinin altında yatan mekanizmaların araştırıldığı bir çalışmada, HIIT programı sonrasında kan glukozunun düştüğü, egzersiz kapasitesi, bazal aktivite seviyesi, karbonhidrat oksidasyonu ve karaciğer ve yağ dokusunda insülin duyarlılığında artış gözlemlenmiştir (Marcinko ve ark., 2015)

Boutcher ile Kessler ve arkadaşlarının yaptıkları derleme çalışmalarında, 2-16 hafta süren HIIT programlarından sonra, insülin duyarlılığının %23-58 aralığında geliştirilebildiği belirtilmektedir (Boutcher, 2010; Kessler ve ark., 2012).

Çalışmamızın denencelerinden biri, farklı sıklıkta yapılan HIIT protokollerinin insülin hormonları üzerinde farklı etkiye sahip olmayacağı yönündedir. Çalışmamıza dahil olarak katılımcıların ön test ve son test maksimal aerobik testten önce dinlenik, testten hemen sonra, 15 ve 30. dakikalardan sonra kan örnekleri alınmış insülin yanıtları incelenmiştir.

Grupların ön test dinlenik ve son test dinlenik insülin değerlerinde anlamlı fark saptanmamıştır ($p=0,806$). Buna karşılık dinlenik ve egzersiz sonrası 0, 15 ve 30. dakikalarda ölçülen insülin konsantrasyonlarındaki değişim istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p=0,000$). Egzersiz sonrası 0, 15 ve 30. dakikalarda ölçülen insülin konsantrasyonları egzersiz öncesi değerlerden anlamlı derecede düşük bulunmuştur ($p=0,000$).

Literatürle karşılaştırıldığında, çalışmamızın dinlenik insülin değerleri arasında fark olmamasının nedeninin, tokluk insülinin değerlerinin baz alınmasından kaynaklandığı söylenebilir. Nitekim egzersiz sonrası insülin konsantrasyonlarındaki düşüş literatürle paralellik göstermektedir.

BH'nin, ancak anaerobik ve laktat eşiğe karşılık gelen yüklenmelerdeki antrenmanlarla geliştirilebileceğini savunan bir çalışmada 10 sağlıklı erkekle yüksek ve düşük şiddette HIIT programları yapılmıştır. Laktat eşikleri belirlenen katılımcılara, bu eşiğin altında ve üstünde olmak üzere 2 HIIT programı yaptırılmıştır. Laktat eşiğin altında yapılan yüklenmeden sonra BH'nda dinlenik BH'na kıyasla anlamlı bir artış gözlenmezken, laktat eşiğin üstünde yapılan programdan sonra BH değerlerinde anlamlı bir artış tespit edilmiştir ($p<0.05$) (Felsing ve ark., 1992).

Sasaki ve arkadaşları HIIT programının BH üzerindeki etkilerini araştırmak üzere bir çalışma yapmışlardır. Çalışmaya 24 sedanter erkek birey katılmıştır. Rastgele 2 gruba ayırdıkları katılımcılara HIIT ve düşük şiddetli interval antrenman metodu uygulamışlardır. Her iki grubun BH değerlerinde de artış gözlenmiş fakat bu artışın gruplar arası anlamlı farklılıkta olmadığı rapor edilmiştir (Sasaki ve ark., 2014).

20 genç erkek katılımcıyla yürütülen başka bir çalışmadan, katılımcılar kontrol ve HIIT olmak üzere rastgele 2 gruba ayrılmışlardır. 10 hafta devam eden programa başlamadan önce ve program tamamlandıktan sonra katılımcıların kan örneği alınmış ve BH değerlerine bakılmıştır. Sonuç olarak her iki grupta da BH'de anlamlı bir değişim gözlenmemiştir (Hejazi, 2017).

Wahl ve arkadaşları 11 kişinin katıldığı çalışmalarında, bikarbonat ve plasebo verdikleri katılımcıların HIIT programından sonra, BH değerlerindeki değişimi araştırmışlardır. Her iki grubun, BH değerlerinde dinlenik değerlere göre kıyaslandığında, HIIT programından 10 dk sonra anlamlı bir artış gözlenmiştir. Çalışmada BH'deki bu artışın ancak 60 dakika sonra dinlenik düzeye döndüğü de vurgulanmaktadır (Wahl ve ark., 2010).

Çalışmamızın denencelerinden biri, farklı sıklıkta yapılan HIIT protokollerinin BH üzerinde farklı etkiye sahip olmayacağı yönündedir. Çalışmamıza dahil olan katılımcıların ön test ve son test maksimal aerobik testten önce dinlenik, testten hemen sonra, 15 ve 30. dakikalardan sonra kan örnekleri alınmış BH yanıtları incelenmiştir. Elde edilen BH yanıtları kontrol, HIIT2 ve HIIT4 için sırasıyla şöyledir:

Grupların ön test ve son testlerde ölçülen dinlenik BH değerlerinde bir fark gözlenmemiştir ($p=0,689$). Dinlenik ve egzersiz sonrası 0, 15 ve 30 dakikalarda ölçülen BH değerlerindeki değişim istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p<0,025$).

Çalışmamızda BH kronik olarak incelendiğinde gruplar arası bir farka rastlanmaması, literatürdeki çalışmalar düşünüldüğünde şaşırtıcı olmamıştır. Literatürdeki çalışmalarda olduğu gibi BH test sonrası değerler göz önüne alındığında dinlenik değerlerden anlamlı derecede yüksek sonuçlara rastlanmaktadır. Bu da HIIT programlarının BH hormonu salgısını artırmada etkili olduğunu göstermektedir. Sonuç olarak HIIT çalışmalarının BH üzerinde olumlu akut bir etki yarattığını söyleyebiliriz.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Farklı sıklıkta yapılan HIIT programlarının aktif genç erkeklerde fizyolojik ve hormonal parametreler üzerine etkilerini belirlemek amacı ile yapılan bu çalışmanın sonuçları, çalışmanın başlangıcında oluşturulan deneceler cevaplanmak koşulu ile verilmiştir.

1. 6 hafta devam eden HIIT protokolünün ardından HIIT4 grubunun ön test ve son test vücut yağ yüzdelerinde kontrol grubuna göre anlamlı bir düşüş saptanmamıştır ($p=0,076$). HIIT2 grubunun ön test ve son test vücut yağ yüzdesi kontrol grubundan anlamlı derecede düşük bulunmuş($p=0,016$), HIIT4 grubuna göre anlamlı bir düşüş tespit edilmemiştir ($p=1,000$).

2. İki farklı sıklıkta yapılan HIIT programı sonrasında ölçülen VO_2 Maks değerleri benzer($p=0.10$), her iki grup ise kontrol grubundan anlamlı derecede yüksektir ($p<0.006$).

3. Buna göre; HIIT4 ve HIIT2 grubunun ZG(m) değerleri kontrol grubuna göre, HIIT4 grubunun ZG(m) değerleri de HIIT2 grubuna göre anlamlı derecede yüksek bulunmuştur ($p=0,000$).

4. HIIT4 grubunun relatif zirve güç değerleri HIIT2 ve kontrol grubuna göre ve HIIT2 grubunun relatif zirve güç değerleri kontrol grubuna göre anlamlı derecede yüksek bulunmuştur ($p=0,000$).

5. HIIT2 grubunun wingate anaerobik test mutlak ortalama güç değerleri HIIT4 ve kontrol grubu ile benzer ($p<0,291$), HIIT4 grubunun wingate anaerobik test

mutlak ortalama güç değerleri kontrol grubundan anlamlı derecede yüksektir ($p=0,003$).

6. HIIT4 grubunun relatif ortalama güç değerleri HIIT2 ve kontrol grubuna göre ve HIIT2 grubunun relatif ortalama güç değerleri kontrol grubuna göre anlamlı derecede yüksek bulunmuştur ($p=0,000$).

7. WAnT güç düşüş yüzdelerinde gruplar arasında anlamlı bir farka rastlanmamıştır ($p=0.081$).

8. Gruplar arasında dinlenik KLaK değerlerinde anlamlı fark saptanmamıştır ($F_{(2,23)}=0.02$; $p=0.918$). Buna karşılık ön test dinlenik KLaK değerleri son testten anlamlı derecede yüksektir ($p=0.005$).

9. Yapılan araştırma sonucunda gruplar arasında ön test dinlenik testosteron konsantrasyonunda anlamlı fark saptanmamıştır ($F_{(2,23)}=0.18$; $p=0.84$). Buna karşılık son test dinlenik testosteron konsantrasyonu ön testten anlamlı derecede yüksektir ($p=0.000$).

10. HIIT4 ve HIIT2 gruplarının kortizol hormonu değerleri kontrol grubundan anlamlı derece yüksek bulunmuştur ($p=0,001$).

11. Grupların ön test dinlenik ve son test dinlenik insülin değerlerinde anlamlı fark saptanmamıştır ($p=0,806$). Buna karşılık dinlenik ve egzersiz sonrası 0, 15 ve 30. dakikalarda ölçülen insülin konsantrasyonlarındaki değişim istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p=0,000$). Egzersiz sonrası 0, 15 ve 30. Dakikalarda ölçülen

insülin konsantrasyonları egzersiz öncesi değerlerden anlamlı derecede düşük bulunmuştur ($p=0,000$). Egzersiz sonrası 0 ve 15. Dakikalarda ölçülen insülin konsantrasyonları benzer bulunmuştur ($p=0,988$).

12. gruplar arasında ön test ve son test BH değerlerinde bir farka rastlanmamıştır ($p=0,879$). Ön test ve son testlerde ölçülen dinlenik BH değerlerinde bir fark gözlenmemiştir ($p=0,689$). Dinlenik ve egzersiz sonrası 0, 15 ve 30 dakikalarda ölçülen BH değerlerindeki değişim istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p=<0,025$). Egzersiz sonrası 0, 15 ve 30 dakikalarda ölçülen BH değerleri ile egzersiz öncesi BH değerleri arasında anlamlı bir fark saptanmamıştır ($p=<0,190$). Dinlenik ve egzersiz sonrası 15. Dakikada ölçülen BH değerlerinde anlamlı bir artış gözlenmiştir ($p=0,036$).

Öneriler;

- Gelecek çalışmalarda, elit düzeydeki sporcularla bu çalışmanın sürdürülmesi ve spor branşı özelinde değerlendirmeler yapılması,
- Kilo kaybı gözlenecekse araştırmaya daha uzun süre devam edilmesi,
- Dayanıklılığın geliştirilmesi hedefleniyorsa hipoksik koşullarda da bu yöntemin denenmesi,
- HIIT programı ile birlikte sıçrama performansının da gelişme olup olmadığını,
- HIIT programlarının hormonal tepkileri değerlendirilirken, cinsiyete bağlı farklılığın olup olmadığının gözlenmesi,

- HIIT protokolünden sonra kas hasarının gözlenmesi,
- Kortizol hormonunun zamansal değişiminin gözlenmesi,
- Elit düzeyde sporcular ve fiziksel olarak aktif bireylerin gelişimleri arasında fark olup olmadığının araştırılması ve bu sonuçların incelenmesinin, literatüre katkı sağlayacağı düşünülmektedir.



ÖZET

Farklı Sıklıkta Yapılan Benzer HIIT (High Intensity Interval Training) Protokolünün Aktif Genç Erkeklerde Fizyolojik Ve Hormonal Parametrelere Etkilerinin Karşılaştırılması

Bu çalışma, farklı sıklıkta yapılan benzer HIIT protokolünün aktif genç erkeklerde fizyolojik ve hormonal parametrelere etkilerinin karşılaştırılması amacı ile yapılmıştır. Araştırmaya fiziksel olarak aktif 26 genç erkek (yaş:20,05±2,0yıl; boy:176,33±5,55cm; VYY:19.12%; VO₂maks:41,22±4,90ml/kg/dk) katılmıştır. Katılımcılar rastgele olarak Kontrol (n=8) HIIT2 (n=9) ve HIIT4 (n=9) olmak üzere üç gruba ayrılmıştır. Aerobik dayanıklılığın belirlenmesi için bisiklet ergometresinde Storer'in VO₂Maks ve anaerobik gücün belirlenmesi için WAnT protokolü uygulanmıştır. HIIT antrenmanlarının başında ve sonunda DEXA ile VYY'leri kaydedilmiştir. Kortizol hormonuna HIIT antrenmanlarının başında ve sonunda birer kez bakılmıştır. Testosteron, BH ve İnsülin değerleri ise HIIT antrenmanlarının başında ve sonunda aerobik dayanıklılık testinden hemen önce dinlenik durumda, test bittikten hemen sonra, 15 ve 30. dakika sonunda ölçülerek değerlendirilmiştir. Klak değerlerine ise VO₂Maks testinden önce ve testten hemen sonra bakılmıştır. HIIT antrenmanlarının vücut kompozisyonu, aerobik dayanıklılık, anaerobik güç ve kortizol hormonu üzerine etkisi Kovaryans Analizi (ANCOVA) ile test edilmiştir. Kan laktat konsantrasyonları arasındaki farklar 3 x 2 (Grup x Test) Tekrarlı Ölçümlerde Karışık Desen ANOVA ile test edilmiştir. Antrenmanın hormonal yanıtlar üzerine etkisini belirlemek için 3x2x4 (Grup x Test x Zaman) Tekrarlı Ölçümlerde Çok Yönlü ANOVA kullanılmıştır. F istatistiği anlamlı çıktığında farklar Bonferroni Çoklu Karşılaştırma Testi ile belirlenmiştir. Tüm istatistik işlemler SPSS programında (Ver.16) yapılmış, 0.05 yanılma düzeyi kullanılmıştır. Analiz sonuçlarına göre ön test ve son test VYY'lerinde HIIT2 grubunda kontrol grubuna göre anlamlı bir azalma söz konusuyken (p=0,016), HIIT4 grubunda bir azalma tespit edilmemiştir (p=0,076). Test sonunda iki farklı sıklıkta yapılan HIIT programı sonrasında ölçülen VO₂Maks değerleri benzer (p=0.10), her iki grup ise kontrol grubundan anlamlı derecede yüksek bulunmuştur (p<0.006). WanT ZG ve OG değerleri HIIT2 ve HIIT4 gruplarında kontrol grubuna göre anlamlı derecede yüksek bulunmuştur (p<0,003). Grupların ön test ve son test dinlenik Klak değerlerinde anlamlı bir fark gözlenmezken (p=0.918), ön test dinlenik Klak değerleri son testten anlamlı derecede yüksek tespit edilmiştir (p=0.005). Gruplar arasında ön test dinlenik testosteron konsantrasyonunda anlamlı fark saptanmamıştır (F_(2,23)=0.18; p=0.84). Buna karşılık son test dinlenik testosteron konsantrasyonu ön testten anlamlı derecede yüksek bulunmuştur (p=0.000). HIIT4 ve HIIT2 gruplarının son test kortizol hormonu değerleri, ön teste kıyasla kontrol grubundan anlamlı derece yüksek bulunmuştur (p=0,001). Grupların ön test dinlenik ve son test dinlenik insülin değerlerinde anlamlı fark saptanmamıştır (p=0,806). Buna karşılık dinlenik ve egzersiz sonrası 0, 15 ve 30. dakikalarda ölçülen insülin konsantrasyonlarındaki zamansal değişim istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur (p=0,000). Ön test ve son testlerde ölçülen dinlenik BH değerlerinde bir fark gözlenmemiştir (p=0,689). Dinlenik ve egzersiz sonrası 0, 15 ve 30 dakikalarda ölçülen BH değerlerindeki değişim istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur (p=<0,025). Fiziksel ve hormonal parametrelerin sonuçları incelendiğinde, HIIT programının farklı sıklıkta yapılmasına rağmen, benzer sonuçlar verdiği söylenebilir.

Anahtar Kelimeler: Aerobik Dayanıklılık, HIIT, Hormon, Sıklık

SUMMARY

Comparison of Various Frequency HIIT (High Intensity Interval Training) Protocols on Physiological and Hormonal Parameters in Young Active Males

The aim of this study was to compare the effects of similar HIIT protocol on physiological and hormonal parameters in active young males. 26 physically active young men (age: 20.05 ± 2.0 years; height: 176.33 ± 5.55 cm; BFP: 19.12%; $VO_2\text{Max}$: 41.22 ± 4.90 ml / kg / min) were included in the study. Participants were randomly divided into three groups as Control (n = 8) HIIT2 (n = 9) and HIIT4 (n = 9). For determination of aerobic stability, $VO_2\text{Max}$ of Storer on bicycle ergometer and WAnT protocol for determination of anaerobic power were applied. BFP were recorded at the beginning and end of HIIT training by DEXA. Cortisol hormone was examined at the beginning and end of HIIT training once. Testosterone, GH and Insulin levels were measured at the beginning and at the end of the HIIT training at rest, just before the aerobic endurance test, immediately after the end of the test and also at the end of 15 and 30 minutes after the test. Blac values were measured before and immediately after $VO_2\text{Max}$ test. The effect of HIIT training on body composition, aerobic endurance, anaerobic power and cortisol hormone was tested by Covariance Analysis (ANCOVA). Differences between Blac concentrations were tested by 3 x 2 (Group x Test) Repetitive Measurements with Mixed Pattern ANOVA. Multivariate ANOVA & Repeated Repeated Measurements was used for 3x2x4 (Group x Test x Time) to determine the effect of training on hormonal responses. All statistical procedures were performed in SPSS program (Ver.16) and 0.05 error level was used. According to the results of the analysis, there was a significant decrease in the pre-test and post-test BFAs in the HIIT2 group compared to the control group ($p = 0.016$), but not in the HIIT4 group ($p = 0.076$). At the end of the test, $VO_2\text{Max}$ values measured after two different frequencies were similar ($p = 0.10$) and both groups were significantly higher than the control group ($p < 0.006$). WanT ZG and OG values were significantly higher in HIIT2 and HIIT4 groups compared to control group ($p < 0.003$). While there was no significant difference in pre-test and post-test resting Blac values of the groups ($p = 0.918$), pre-test resting Blac values were significantly higher than post-test ($p = 0.005$). There was no significant difference in testosterone concentration between the groups ($F_{(2,23)} = 0.18$; $p = 0.84$). On the other hand, the final test resting testosterone concentration was significantly higher than the pre-test ($p = 0.000$). The post-test cortisol hormone levels of the HIIT4 and HIIT2 groups were significantly higher than the control group ($p = 0.001$). There was no significant difference in insulin levels of the groups ($p = 0.806$). On the other hand, the temporal change in insulin concentrations measured at 0, 15 and 30 minutes after rest and exercise was statistically significant ($p = 0.000$). There was no significant difference in testosterone concentration between the groups ($F_{(2,23)} = 0.18$; $p = 0.84$). On the other hand, the final test resting testosterone concentration was significantly higher than the pre-test ($p = 0.000$). There was no difference in GH values of the groups ($p = 0.689$). Changes in GH values measured at 0, 15 and 30 minutes after rest and exercise were statistically significant ($p < 0.025$). When the results of physical and hormonal parameters are examined, it can be said that although the HIIT program is performed with different frequency, it gives similar results.

Keywords: Aerobic Endurance, Frequency, HIIT, Hormone,

KAYNAKLAR

- AMERICAN DIABETES ASSOCIATION (2008). Executive summary: Standards of medical care in diabetes. *Diabetes Care*, **31**: s.:5-11.
- AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE (2010). *ACSM's Guidelines for Exercise. Testing and Prescription 8th Edt.*, p.:1-5.
- ADAMS, O PETER (2013). The impact of brief high-intensity exercise on blood glucose levels. *Diabetes, metabolic syndrome and obesity: targets and therapy*, **6**: 113.
- HERMAN A, HÄRKÖNEN M, KUOPPASALMI K, NÄVERİ H, HUHTANIEMI I, TIKKANEN H, REMES K, DESSYPRIS A, KARVONEN J (1986). Effect of training on plasma anabolic and catabolic steroid hormones and their response during physical exercise. *International journal of sports medicine*, **7**: S27-S28.
- AHTIAINEN JP, PAKARINEN A, KRAEMER WJ, VE HAKKINEN K (2003). Acute hormonal and neuromuscular responses and recovery to forced vs maximum repetitions multiple resistance exercises. *Int. J. Sports. Med.*, **24**: 410-8.
- ALLMAN BL, CHARLES LR (2002). Neuromuscular fatigue and aging: central and peripheral factors. *Muscle & nerve*, **25**: 785-96.
- BAQUET G, BERTHOIN S, DUPONT G, BLONDEL N, FABRE C, VAN PRAAGH E (2002). Effects of High Intensity Intermittent Training on Peak VO₂ in Prepubertal Children. *International journal of sports medicine*, **23**: 439-44.
- BASSETT DR, HOWLEY ET (2000). Limiting factors for maximum oxygen uptake and determinants of endurance performance. *Medicine and science in sports and exercise*, **32**: 70-84.
- BILLAT LV (2001). Interval training for performance: a scientific and empirical practice. *Sports medicine*, **31**: 13-31.
- BIOLO G, TIPTON KD, KLEIN S, WOLFE RR (1997). An abundant supply of amino acids enhances the metabolic effect of exercise on muscle protein. *Am. J. Physiol.*, **273**: E122-9.
- BISHOP DJ, GRANATA C, EYNON N (2014). Can we optimise the exercise training prescription to maximise improvements in mitochondria function and content?. *Biochimica et Biophysica Acta (BBA)-General Subjects*, **1840**: 1266-75.
- BOMPA TO, GREGORY GH (2015). *Antrenman Kuramı ve Yöntemi*. spor yayın evi, s.: 363-96.

- BOREHAM C, BUDGETT R, CARBON R, DIAPER N, FRANCO A, GODFREY R, INGHAM S, KOUTEDAKIS Y, MCCONNELL AK, METSİOS GS, SHAVE R, STAVROPOULOS A, SOMEREN KV, WHYTE G (2006). *The Physiology of Training*. Elsevier 1st Ed. s.:2
- BOUDOU, P, SOBNGWI E, MAUVAIS-JARVIS F, VEXIAU P, GAUTIER JF (2003). Absence of exercise-induced variations in adiponectin levels despite decreased abdominal adiposity and improved insulin sensitivity in type 2 diabetic men, *European Journal of Endocrinology*. **149**: 421-24.
- BOUTCHER SH (2010). High-intensity intermittent exercise and fat loss. *Journal of obesity*, **2011**: 1-10
- BROOKS GA (2011). Bioenergetics of exercising humans. *Comprehensive Physiology*, **2**: 537-62.
- BUCHAN DS, OLLIS S, YOUNG JD, COOPER SM, SHIELD JPH, BAKER JS (2013). High intensity interval running enhances measures of physical fitness but not metabolic measures of cardiovascular disease risk in healthy adolescents. *BMC Public Health*, **13**: 498.
- BUCHHEIT M, LAURSEN PB (2013). High-intensity interval training, solutions to the programming puzzle. Part II: anaerobic energy, neuromuscular load and practical applications. *Sports Med*, **43**: 927-54.
- BURGOMASTER KA, HOWARTH KR, PHILLIPS SM, RAKOBOWCHUK M, MACDONALD MJ, MCGEE SL, GIBALA MJ (2008). Similar metabolic adaptations during exercise after low volume sprint interval and traditional endurance training in humans. *J. Physiol.*, **586**: 151-60.
- BURGOMASTER KA, HUGHES SC, HEIGENHAUSER GJF, BRADWELL SN, GIBALA MJ (2005). Six sessions of sprint interval training increases muscle oxidative potential and cycle endurance capacity in humans. *Journal of applied physiology*, **98**: 1985-90.
- BURKE J, THAYER R, BELCAMINO M (1994). Comparison of effects of two interval-training programmes on lactate and ventilatory thresholds. *British journal of sports medicine*, **28**: 18-21.
- CASPERSEN CJ, POWELL KE, CHRISTENSON GM (1985). Physical activity, exercise, and physical fitness: definitions and distinctions for health-related research. *Public health reports*, **100**: 126.
- CERRETELLI P, DI PRAMPERO PE (1987). Gas exchange in exercise. *Handbook of Physiology. The Respiratory System. Gas Exchange*, 297-339.

- CHILIBECK PD, BELL GJ, FARRAR RP, MARTIN TP (1998). Higher mitochondrial fatty acid oxidation following intermittent versus continuous endurance exercise training. *Canadian journal of physiology and pharmacology*, **76**: 891-94.
- COCHRAN AJR, PERCIVAL ME, TRICARICO S, LITTLE JP, CERMAK N, GILLEN JB, TARNOPOLSKY MA, GIBALA MJ (2014). Intermittent and continuous high- intensity exercise training induce similar acute but different chronic muscle adaptations. *Experimental physiology*, **99**: 782-91.
- COCKS M, SHAW CS, SHEPHERD SO, FISHER JP, RANASINGHE A, BARKER TA, VE WAGENMAKERS AJM (2016). Sprint interval and moderate- intensity continuous training have equal benefits on aerobic capacity, insulin sensitivity, muscle capillarisation and endothelial eNOS/NAD (P) Hoxidase protein ratio in obese men. *The Journal of physiology*, **594**: 2307-21.
- CORBIN CB, PANGRAZI RP, FRANKS BD (2000). Definitions: Health, fitness, and physical activity. *President's Council on Physical Fitness and Sports Research Digest*.
- COYLE EF, HAGBERG JM, HURLEY BF, MARTIN WH, EHSANI AA, HOLLOSZY JO (1983). Carbohydrate feeding during prolonged strenuous exercise can delay fatigue. *Journal of applied physiology*, **55**: 230-35.
- CUMMING DC, BRUNSTING LA, STRICH G, RIES AL, REBAR RW (1986). Reproductive hormone increases in response to acute exercise in men. *Med Sci Sports Exerc*, **18**: 369-73.
- CUNEO RC, WALLACE JD (1994). Growth hormone, insulin-like growth factors and sport. *Endocrinol Metab*, **1**: 3-13.
- DAUSSIN FN, ZOLL J, PONSOT E, DUFOUR SP, DOUTRELEAU S, LONSDORFER E, VENTURA-CLAPIER R, METTAUERB, PIQUARD F, GENY B (2008). Training at high exercise intensity promotes qualitative adaptations of mitochondrial function in human skeletal muscle. *Journal of applied physiology*, **104**: 1436-41.
- DAVIES CTM, THOMPSON MW (1979). Aerobic performance of female marathon and male ultramarathon athletes. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, **41**: 233-45.
- DEMPSEY JA, HANSON PG, HENDERSON KS (1984). Exercise- induced arterial hypoxaemia in healthy human subjects at sea level. *The Journal of physiology*, **355**: 161-75.
- DiPIETRO L, DZIURA J, YECKEL CW, NEUFER PD (2006). Exercise and improved insulin sensitivity in older women: evidence of the enduring benefits of higher intensity training. *J Appl Physiol* (1985), **100**: 142-9.

- DiPIETRO L, SEEMAN TE, STACHENFELD NS, KATZ LD, NADEL ER (1998). Moderate-intensity aerobic training improves glucose tolerance in aging independent of abdominal adiposity. *J. Am. Geriatr. Soc.*, **46**: 875-9.
- DUKE WJ, RUBIN DA, HACKNEY CA (2007). Influence of Prolonged Exercise on the 24Hour Free Testosterone - Cortisol Ratio Hormonal Profile', *Medicina Sportiva*, **11**: 48-50.
- DUNN SL (2009). Effects of exercise and dietary intervention on metabolic syndrome markers of inactive premenopausal women. *Sydney: University of New South Wales*.
- EGAN B, CARSON BP, GARCIA-ROVES PM, CHIBALIN AV, SARSFIELD FM, BARRON N, MCCAFFREYN, MOYNA NM, ZIERATH JR, O'GORMAN DJ (2010). Exercise intensity-dependent regulation of peroxisome proliferator-activated receptor coactivator-1 mRNA abundance is associated with differential activation of upstream signalling kinases in human skeletal muscle. *J Physiol*, **588**: 1779-90.
- EGAN B, ZIERATH JR (2013). Exercise metabolism and the molecular regulation of skeletal muscle adaptation. *Cell metabolism*, **17**: 162-84.
- EKBLOM B, WILSON G, ASTRAND PO (1976). Central circulation during exercise after venesection and reinfusion of red blood cells. *Journal of applied physiology*, **40**: 379-83.
- EKBLOM B (1968). Effect of physical training on oxygen transport system in man. *Acta physiologica Scandinavica. Supplementum*, **328**: 1-45.
- ENOKI T, YOSHIDA Y, LALLY J, HATTA H, BONEN A (2006). Testosterone increases lactate transport, monocarboxylate transporter (MCT) 1 and MCT4 in rat skeletal muscle. *J Physiol*, **577**: 433-43.
- ERIKSSON KF, LINDGÄRDE F (1991). Prevention of Type 2 (non-insulin-dependent) diabetes mellitus by diet and physical exercise The 6-year Malmö feasibility study. *Diabetologia*, **34**: 891-98.
- ESFARJANI F, LAURSEN PB (2007). Manipulating high-intensity interval training: effects on $\dot{V}O_{2\max}$, the lactate threshold and 3000 m running performance in moderately trained males. *Journal of science and medicine in sport*, **10**: 27-35.
- ESSEN B, HAGENFELDT L, KAIJSER L (1977). Utilization of blood- borne and intramuscular substrates during continuous and intermittent exercise in man. *The Journal of physiology*, **265**: 489-506.
- FAHEY TD, ROLPH R, MOUNGMEE P, NAGEL J, MORTARA S (1976). Serum testosterone, body composition, and strength of young adults. *Med Sci Sports*, **8**: 31-4.

- FAUDE O, MEYER T, SCHARHAG J, WEINS F, URHAUSEN A, KINDERMANN W (2008). Volume vs. intensity in the training of competitive swimmers. *International journal of sports medicine*, **29**: 906-12.
- FAVIER, RJ, CONSTABLE SH, CHEN M, HOLLOSZY JO (1986). Endurance exercise training reduces lactate production. *Journal of applied physiology*, **61**: 885-89.
- FELSING NE, BRASEL JA, COOPER DM (1992). Effect of low and high intensity exercise on circulating growth hormone in men. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*, **75**: 157-62.
- FRY AC, KRAEMER WJ (1997). Resistance exercise overtraining and overreaching. Neuroendocrine responses. *Sports Med*, **23**: 106-29.
- GABBETT T, KING T, JENKINS D (2008). Applied physiology of rugby league. *Sports medicine*, **38**: 119-38.
- GABRIEL A, BASFORD JR, AN K (2001). Neural adaptations to fatigue: implications for muscle strength and training. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, **33**: 1354-60.
- GELİR E, KOZ M, ERSÖZ G (2013). *Fizyoloji Ders Kitabı*. 6. baskı, Bölüm 11,s.:185-98
- GIBALA MJ, LITTLE JP, MACDONALD MJ, HAWLEY JA (2012). Physiological adaptations to low-volume, high-intensity interval training in health and disease *J Physiol*, **590**: 1077-84.
- GIBALA MJ, MCGEE SL, GARNHAM AP, HOWLETT KE, SNOW RJ, HARGREAVES M (2009). Brief intense interval exercise activates AMPK and p38 MAPK signaling and increases the expression of PGC-1alpha in human skeletal muscle. *J Appl Physiol* (1985), **106**: 929-34.
- GIBALA MJ, LITTLE JP, VANESSEN M, WILKIN GP, BURGOMASTER KA, SAFDAR A, RAHA S, TARNOPOLSKY MA (2006). Short- term sprint interval versus traditional endurance training: similar initial adaptations in human skeletal muscle and exercise performance. *The Journal of physiology*, **575**: 901-11.
- GIBSON ASC, LAMBERT MI, NOAKES TD (2001). Neural control of force output during maximal and submaximal exercise. *Sports medicine*, **31**: 637-50.
- GILLEN JB, GIBALA MJ (2014) Is high-intensity interval training a time-efficient exercise strategy to improve health and fitness?. *Appl Physiol Nutr Metab*, **39**: 409-12.
- GLEDHILL N (1985). The influence of altered blood volume and oxygen transport capacity on aerobic performance *Exercise and sport sciences reviews*, **13**: 75-94.

- GLEDHILL N (1982). Blood doping and related issues: a brief review. *Med Sci Sports Exerc*, **14**: 183-89.
- GOLLNICK PD, KING DW (1969). Energy release in the muscle cell. *Medicine and Science in Sports*, **1**: 23-31.
- GÓMEZ MMD, JARAMILLO OLB, TEIXEIRA RR, ESPINDOLA FS (2013). Salivary surrogates of plasma nitrite and catecholamines during a 21-week training season in swimmers. *PLoS One*, **8**: e64043.
- GOTO , ISHII N, KIZUKA T, TAKAMATSU K (2005). The impact of metabolic stress on hormonal responses and muscular adaptations. *Med Sci Sports Exerc*, **37**: 955-63.
- GRANATA C, OLIVEIRA RSF, LITTLE JP, RENNER K, BISHOP DJ (2015). Training intensity modulates changes in PGC-1 α and p53 protein content and mitochondrial respiration, but not markers of mitochondrial content in human skeletal muscle. *The FASEB Journal*, **30**: 959-70.
- GREELEY SJ, MARTINEZ N, CAMPBELL BI (2013). The impact of high-intensity interval training on metabolic syndrome. *Strength & Conditioning Journal*, **35**: 63-65.
- GREENHJ. 1997. Mechanisms of muscle fatigue in intense exercise. *Journal of sports sciences*, **15**: 247-56.
- GÜNAY M, TAMER K, CİCİOĞLU İ (2013). Spor Fizyolojisi ve Performans ölçümü. 1. Baskı, Bölüm 8, s.:126.
- GÜNAY M, YÜCE Aİ (2008). Futbol Antrenmanının Bilimsel Temelleri. 3. Baskı s.:171-205
- HAKKINEN K, PAKARINEN A (1995). Acute hormonal responses to heavy resistance exercise in men and women at different ages. *Int J Sports Med*, **16**: 507-13.
- HAWLEY A, MYBURGH JKH, NOAKES TD, DENNIS SC (1997). Training techniques to improve fatigue resistance and enhance endurance performance. *Journal of sports sciences*, **15**: 325-33.
- HAZELL TJ, MACPHERSON REK, GRAVELLE BMR, LEMON PWR (2010). 10 or 30-s sprint interval training bouts enhance both aerobic and anaerobic performance. *European journal of applied physiology*, **110**: 153-60.
- HEATH GW, GAVIN 3RD JR, HINDERLITER JM, HAGBERG JM, BLOOMFIELD SA, HOLLOSZY JO (1983). Effects of exercise and lack of exercise on glucose tolerance and insulin sensitivity. *Journal of applied physiology*, **55**: 512-17.

- HEJAZI SM (2017). Effects of high intensity interval training on plasma levels of growth hormone and insulin like growth factor-1 in healthy males. *An International Peer Reviewed Open Access Journal For Rapid Publication*, **1**: 199-202.
- HENRIKSSON J, REITMAN JS (1977). Time course of changes in human skeletal muscle succinate dehydrogenase and cytochrome oxidase activities and maximal oxygen uptake with physical activity and inactivity. *Acta physiologica scandinavica*, **99**: 91-97.
- HERBERT P, HAYES LD, SCULTHORPE NF, GRACE FM (2017). HIIT produces increases in muscle power and free testosterone in male masters athletes. *Endocrine connections*, **6**: 430-36.
- HERBST R. (1928). Der Gasstoffwechsel als Mass der körperlichen Leistungsfähigkeit. I. Mitteilung: die Bestimmung des Sauerstoffaufnahmevermögens beim Gesunden. *Deut Arch Klin Med*, **162**: 33-50.
- HERMANSEN L (1969). Anaerobic energy release. *Med Sci Sports*, **1**: 32-38.
- HICKEY MS, WEIDNER MD, GAVIGAN KE, ZHENG D, TYNDALL GL, HOUMARD JA (1995). The insulin action-fiber type relationship in humans is muscle group specific. *Am J Physiol*, **269**: E150-4.
- HICKSON RC, FOSTER C, POLLOCK ML, GALASSI TM, RICH S. (1985). Reduced training intensities and loss of aerobic power, endurance, and cardiac growth. *J Appl Physiol*, **58**: 492-9.
- HICKSON RC, K. HIDAKA K, FOSTER C, FALDUTO MT, CHATTERTON RT JR. (1994). Successive time courses of strength development and steroid hormone responses to heavy-resistance training. *J Appl Physiol* (1985), **76**: 663-70.
- HICKSON RC, BOMZE HA, HOLLOSZY JO (1977). Linear increase in aerobic power induced by a strenuous program of endurance exercise. *Journal of applied physiology*, **42**: 372-76.
- HILL EE, ZACK E, BATTAGLINI C, VIRU M, VIRU A, HACKNEY AC (2008). Exercise and circulating cortisol levels: the intensity threshold effect. *J Endocrinol Invest*, **31**: 587-91.
- HOLLOSZY JO (1967). Biochemical adaptations in muscle effects of exercise on mitochondrial oxygen uptake and respiratory enzyme activity in skeletal muscle. *Journal of biological chemistry*, **242**: 2278-82.
- HOLLOSZY JO, EDWARD FC (1984). Adaptations of skeletal muscle to endurance exercise and their metabolic consequences. *Journal of applied physiology*, **56**: 831-38.

- HOROWITZ D (2018) High-intensity interval training (HIIT). Salem Press Encyclopedia
Erişim Adresi:
[<http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=ers&AN=113931164&lang=tr&site=eds-live>] Erişim Tarihi: 12/04/2019.
- HOUMARD JA, EGAN PC, NEUFER PD, FRIEDMAN JE, WHEELER WS, ISRAEL RG, DOHM GL. (1991). Elevated skeletal muscle glucose transporter levels in exercise-trained middle-aged men. *Am J Physiol*, **261**: E437-43.
- JACOBS RA, FLÜCK D, BONNE TC, BÜRGİ S, CHRISTENSEN PM, TOIGO M, CARSTEN L (2013). Improvements in exercise performance with high-intensity interval training coincide with an increase in skeletal muscle mitochondrial content and function. *Journal of applied physiology*, **115**: 785-93.
- JELLEYMAN C, YATES T, O'DONOVAN G, GRAY LJ, KING JA, KHUNTI K, DAVIES MJ (2015). The effects of high- intensity interval training on glucose regulation and insulin resistance: a meta- analysis. *Obesity reviews*, **16**: 942-61.
- JENKINS PJ (1999). Growth hormone and exercise. *Clin Endocrinol (Oxf)*, **50**: 683-9.
- JENSEN JH, BREIGAN OB, JOHNSON A, OHLIN K, MEEN HD, STROMME SB, DAHL HA (1991). Comparison of changes in testosterone concentrations after strength and endurance exercise in well trained men. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*, **63**: 467-71.
- JEZOVA D, VIGAS M (1981). Testosterone response to exercise during blockade and stimulation of adrenergic receptors in man. *Horm Res*, **15**: 141-7.
- JONES AM, CARTER H (2000). The effect of endurance training on parameters of aerobic fitness. *Sports Med*, **29**: 373-86.
- KARATOSUN H, (2003). *Antrenmanın Fizyolojik Temelleri 1. Baskı, s.:1-3*
- KAY D, GIBSON ASTC, MITCHELL MJ, LAMBERT MI, NOAKES TD (2000). Different neuromuscular recruitment patterns during eccentric, concentric and isometric contractions. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, **10**: 425-31.
- KAY D, MARINO FE (2000). Fluid ingestion and exercise hyperthermia: implications for performance, thermoregulation, metabolism and the development of fatigue. *Journal of sports sciences*, **18**: 71-82.
- KAY D, MARINO FE, CANNON J, GIBSON ASTC, LAMBERT MI, NOAKES TD (2001). Evidence for neuromuscular fatigue during high-intensity cycling in warm, humid conditions. *European journal of applied physiology*, **84**: 115-21.
- KESSLER HS, SISSON SB, SHORT KR (2012). The potential for high-intensity interval training to reduce cardiometabolic disease risk. *Sports medicine*, **42**: 489-509.

- KILIAN Y, ENGEL F, WAHL P, ACHTZEHN S, SPERLICH B, MESTER J (2016). Markers of biological stress in response to a single session of high-intensity interval training and high-volume training in young athletes. *European journal of applied physiology*, **116**: 2177-86.
- KILIAN Y, WEHMEIER UF, WAHL P, MESTER J, HILBERG T, SPERLICH B (2016). Acute response of circulating vascular regulating microRNAs during and after high-intensity and high-volume cycling in children *Frontiers in physiology*, **7**: 92.
- KILPATRICK M, JUNG ME, LITTLE J (2014). High intensity interval training A review of physiological and psychological. *ACSM's Health and Fitness Journal*, **18**: 5.
- KINDERMANN W, SCHNABEL A, SCHMITT WM, BIRO G, CASSENS J, WEBER F (1982). Catecholamines, growth hormone, cortisol, insulin, and sex hormones in anaerobic and aerobic exercise. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, **49**: 389-99.
- KJÆR M (1998). Hepatic Glucose Production during Exercise. In, *Skeletal Muscle Metabolism in Exercise and Diabetes*, Ed.: Erik A. Richter, Bente Kiens, Henrik Galbo ve Bengt Saltin, Springer US: Boston, MA.
- KOBZIK L, REID MB, BREDT DS, STAMLER JS (1994). Nitric oxide in skeletal muscle. *Nature*, **372**: 546.
- KRAEMER WJ, FLECK SJ, DESCHENES MR (2011). *Exercise Physiology Integrating Theory and Application*. 1st Ed. p.:198-200
- KRAEMER WJ, RATAMESS NA (2005). Hormonal responses and adaptations to resistance exercise and training. *Sports Med*, **35**: 339-61.
- KRAEMER WJ, RATAMESS NA (2003). Endocrine Responses and Adaptations to Strength and Power Training. In: *Strength and power in sport*, ed. Komi PV, 2nd ed. Chapter 19, p.:377-570
- KUNCHING S, KUROTSCHKA W, NARARATWANCHAI T, ONNOM E, SAIWICHAI T (2018). The effects of continuous aerobic training versus weight training with high-intensity intermittent exercise on physical performance, hormonal responses, and psychological fitness in Thai military. *Songklanakarin Journal of Science & Technology*, **40**: 1-29
- KUOPPASALMI K. (1980). Plasma testosterone and sex-hormone-binding globulin capacity in physical exercise. *Scandinavian journal of clinical and laboratory investigation*, **40**: 411-18.
- LAURSEN PB, BLANCHARD MA, JENKINS DG (2002). Acute high-intensity interval training improves Tvent and peak power output in highly trained males. *Canadian Journal of Applied Physiology*, **27**: 336-48.

- LÉGER L, MERCIER D, GAUVIN L (1986). The relationship between % VO₂max and running performance time. *Sport and elite performers. Human Kinetics*. p.:113-20.
- LEPERS R, HAUSSWIRTH C, MAFFIULETTI N, BRISSWALTER J, HOECKE JV (2000). Evidence of neuromuscular fatigue after prolonged cycling exercise. *Medicine and science in sports and exercise*, **32**: 1880-86.
- LEPERS R, MAFFIULETTI NA, ROCHETTE L, BRUGNIAUX J, MILLET GY (2002). Neuromuscular fatigue during a long-duration cycling exercise', *Journal of applied physiology*, **92**: 1487-93.
- LI TL, LIN HC, KO MH, CHANG CK, FANG SH (2012). Effects of prolonged intensive training on the resting levels of salivary immunoglobulin A and cortisol in adolescent volleyball players. *The Journal of sports medicine and physical fitness*, **52**: 569-73.
- LIN, H, WANG SW, WANG RY, WANG PS (2001). Stimulatory effect of lactate on testosterone production by rat Leydig cells', *J Cell Biochem*, **83**: 147-54.
- LITTLE JP, SAFDAR A, BISHOP D, TARNOPOLSKY MA, GIBALA MJ (2011). An acute bout of high-intensity interval training increases the nuclear abundance of PGC-1 α and activates mitochondrial biogenesis in human skeletal muscle. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol*, **300**: R1303-10.
- LITTLE, JP, SAFDAR A, WILKIN GP, TARNOPOLSKY MA, GIBALA MJ (2010). A practical model of low-volume high-intensity interval training induces mitochondrial biogenesis in human skeletal muscle: potential mechanisms. *J Physiol*, **588**: 1011-22.
- LOLLGEN H, BOCKENHOFF A, KNAPP G (2009). Physical activity and all-cause mortality: an updated meta-analysis with different intensity categories. *Int J Sports Med*, **30**: 213-24.
- LU SS, LAU CP, TUNG YF, HUANG SW, CHEN YH, SHIH HC, TSAI SC, LU CC, WANG SW, CHEN JJ, CHIEN EJ, CHIEN CH, WANG PS (1997). Lactate and the effects of exercise on testosterone secretion: evidence for the involvement of a cAMP-mediated mechanism. *Med Sci Sports Exerc*, **29**: 1048-54.
- LUGER A, WATSCHINGER B, DEUSTER P, SVOBODA T, CLODI M, CHROUSOS GP (1992). Plasma growth hormone and prolactin responses to graded levels of acute exercise and to a lactate infusion. *Neuroendocrinology*, **56**: 112-17.
- LUPO C, BALDI L, BONIFAZI M, LODI L, MARTELLI G, VITI A, CARLI G (1985). Androgen levels following a football match. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*, **54**: 494-6.

- MACDOUGALL JD, HICKS AL, MACDONALD JR, MCKELVIE RS, GREEN HJ, SMITH KM (1998). Muscle performance and enzymatic adaptations to sprint interval training. *Journal of applied physiology*, **84**: 2138-42.
- MACINNIS MJ, ZACHAREWICZ E, MARTIN BJ, HAIKALIS ME, SKELLY LE, TARNOPOLSKY MA, MURPHY RM, GIBALA MJ (2017). Superior mitochondrial adaptations in human skeletal muscle after interval compared to continuous single- leg cycling matched for total work. *The Journal of physiology*, **595**: 2955-68.
- MALLOL M, BENTLEY DJ, NORTON L, NORTON K, MEJUTO G, YANCI J (2019). Comparison of Reduced-Volume High-Intensity Interval Training and High-Volume Training on Endurance Performance in Triathletes. *Int J Sports Physiol Perform*, **14**: 239-45.
- MANSON JE, STAMPFER MJ, COLDITZ GA, WILLETT WC, ROSNER B, HENNEKENS CH, SPEIZER FE, RIMM EB, KROLEWSKI AS (1991). Physical activity and incidence of non-insulin-dependent diabetes mellitus in women. *The Lancet*, **338**: 774-78.
- MARCINKO K, SIKKEMA SR, SAMAN MC, KEMP BE, FULLERTON MG, STEINBERG GR (2015). High intensity interval training improves liver and adipose tissue insulin sensitivity. *Molecular metabolism*, **4**: 903-15.
- MARQUIS-GRAVEL G, HAYAMI D, JUNEAU M, NIGAM A, GUILBEAULT V, LATOUR E, GAYDA M (2015). Intensive lifestyle intervention including high-intensity interval training program improves insulin resistance and fasting plasma glucose in obese patients. *Preventive medicine reports*, **2**: 314-18.
- MCKENZIE DC (1999). Markers of excessive exercise. *Canadian Journal of Applied Physiology*, **24**: 66-73.
- MCMANUS AM, CHENG CH, LEUNG MP, YUNG TC, MACFARLANE DJ (2005). Improving aerobic power in primary school boys: a comparison of continuous and interval training *International journal of sports medicine*, **26**: 781-86.
- MILLET G, LEPERS R, LATTIER G, MARTIN V, BABAU LT N, MAFFIULETTI N (2000). Influence of ultra-long-term fatigue on the oxygen cost of two types of locomotion. *European journal of applied physiology*, **83**: 376-80.
- MILLET G, MARTIN V, TEMESI J (2018). The role of the nervous system in neuromuscular fatigue induced by ultra-endurance exercise. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, **43**: 1151-57.
- MOGHADDAM M, ESTRADA CA, MUDDLE TWD, MAGRINI MA, JENKINS NDM, JACOBSON BH (2019). Similar Anaerobic and Aerobic Adaptations After 2 High-Intensity Interval Training Configurations: 10 s: 5 s vs. 20 s: 10 s Work-to-Rest Ratio. *Journal of strength and conditioning research*, **30(11)**: 3014–3023.

- MULLER EE, LOCATELLI V, COCCHI D (1999). Neuroendocrine control of growth hormone secretion. *Physiol Rev*, **79**: 511-607.
- MURATLI S, KALYONCU O, ŞAHİN G (2011). Anrenman ve Müsabaka. 3. Baskı. s.:173-255.
- NÄVERİ H (1985). Blood hormone and metabolite levels during graded cycle ergometer EXERCISE. *SCANDINAVIAN JOURNAL OF CLINICAL AND LABORATORY INVESTIGATION*, **45**: 599-603.
- NEUFER PD (1989). The effect of detraining and reduced training on the physiological adaptations to aerobic exercise training. *Sports medicine*, **8**: 302-20.
- NEVILL ME, HOLMYARD DJ, HALL GM, ALLSOP P, OOSTERHOUT AV, BURRİN JM, NEVILL AM (1996). Growth hormone responses to treadmill sprinting in sprint-and endurance-trained athletes. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, **72**: 460-67.
- NINDL BC, KRAEMER WJ, GOTSHALK LA, MARX JO, VOLEK JS, BUSH FA, HAKKINEN K., NEWTON RU, FLECK SJ (2001). Testosterone responses after resistance exercise in women: influence of regional fat distribution. *Int J Sport Nutr Exerc Metab*, **11**: 451-65.
- NOAKES TD (2000). Physiological models to understand exercise fatigue and the adaptations that predict or enhance athletic performance. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports: Review Article*, **10**: 123-45.
- PÄÄSUKE M, ERELINE J, GAPEYEVA H (1999). Neuromuscular fatigue during repeated exhaustive submaximal static contractions of knee extensor muscles in endurance- trained, power- trained and untrained men. *Acta physiologica scandinavica*, **166**: 319-26.
- PAN XR, LI GW, HU YH, WANG JX, YANG WY, AN ZX, HU ZX, XIAO JZ, CAO HB, LIU PA (1997). Effects of diet and exercise in preventing NIDDM in people with impaired glucose tolerance: the Da Qing IGT and Diabetes Study', *Diabetes Care*, **20**: 537-44.
- PINNIGER GJ, STEELE JR, GROELLER H (2000). Does fatigue induced by repeated dynamic efforts affect hamstring muscle function?. *Medicine and science in sports and exercise*, **32**: 647-53.
- POWERS SK, HOWLEY ET (2004). Exercise Physiology: Theory and Application to Fitness and Performance. 5th ed. p.;186-199.
- POWERS SK, LAWLER J, DEMPSEY JA, DODD S, LANDRY G (1989). Effects of incomplete pulmonary gas exchange on VO₂ max. *Journal of applied physiology*, **66**: 2491-95.

- RAMSON R, JURIMAE J, JURIMAE T, MAESTU J (2009). Behavior of testosterone and cortisol during an intensity-controlled high-volume training period measured by a training task-specific test in men rowers. *J Strength Cond Res*, **23**: 645-51.
- Richardson JT (2011) Eta squared and partial eta squared as measures of effect size in educational research. *Educ Res Rev.* ;**6**(2):135-47.
- RODACKI ALF, FOWLER NE, BENNETT SJ (2001). Multi-segment coordination: fatigue effects. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, **33**: 1157-67.
- RODAS G, VENTURA JL, CADEFAU JA, CUSSÓ R, PARRA J (2000). A short training programme for the rapid improvement of both aerobic and anaerobic metabolism. *European journal of applied physiology*, **82**: 480-86.
- ROMIJN, JA, COYLE EF, SIDOSSIS LS, GASTALDELLI A, HOROWITZ JF, ENDERT E, WOLFE RR (1993). Regulation of endogenous fat and carbohydrate metabolism in relation to exercise intensity and duration. *American Journal of Physiology-Endocrinology And Metabolism*, **265**: E380-E91.
- ROWELL LB (1993). Human cardiovascular control. 2nd ed. p.: 458-61
- ROY BA (2013). High-Intensity Interval Training: Efficient, Effective, and a Fun Way to Exercise Brought to you by the American College of Sports Medicine. *ACSM's Health & Fitness Journal*, **17**: 3.
- SALTIN B, BLOMQUIST B, MITCHELL JH, JOHNSON RL JR, WILDENTHAL K, CHAPMAN CB (1968). Response to submaximal and maximal exercise after bed rest and training. *Circulation*, **38**: 1-7
- SANDBAKK Ø, SANDBAKK SB, ETTEMA G, WELDE B (2013). Effects of intensity and duration in aerobic high-intensity interval training in highly trained junior cross-country skiers *The Journal of Strength & Conditioning Research*, **27**: 1974-80.
- SASAKI H, MORISHIMA T, HASEGAWA Y, MORI A, IJICHI T, KURIHARA T, GOTO K (2014). 4 weeks of high-intensity interval training does not alter the exercise-induced growth hormone response in sedentary men. *SpringerPlus*, **3**: 336.
- SCHWARTZ MW, WOODS SC, PORTE DJR, SEELEY RJ, BASKIN DG (2000). Central nervous system control of food intake. *Nature*, **404**: 661-71.
- SEALS DR, HAGBERG JM, HURLEY BF, EHSANI AA, HOLLOSZY JO (1984). Effects of endurance training on glucose tolerance and plasma lipid levels in older men and women. *JAMA*, **252**: 645-9.
- SEVİM Y (2002). *Antrenman Bilgisi* 1. Baskı. s.:60-75.

- SHAHİDİ NT (2001). A review of the chemistry, biological action, and clinical applications of anabolic-androgenic steroids. *Clin Ther*, **23**: 1355-90.
- SHAW KH, GENNET PO'ROURKE, DEL MAR C (2006). Exercise for Overweight or Obesity. John Wiley & Sons *The Cochrane Collaboration*, **4**: 1-7.
- SHEPHARD RJ (1977). Endurance fitness. University of Toronto Press, 2nd ed. 271-273
- SÖNMEZ GT (2002). Egzersiz ve spor fizyolojisi. 1.baskı 3-246.
- SPERLICH B, ZINNER C, HEILEMANN I, KJENDLIE PL, HOLMBERG HC, MESTER J (2010). High-intensity interval training improves VO₂peak, maximal lactate accumulation, time trial and competition performance in 9–11-year-old swimmers. *European journal of applied physiology*, **110**: 1029-36.
- STORER TW, DAVIS JA, CAIOZZO VJ (1990). Accurate prediction of VO₂max in cycle ergometry. *Medicine and science in sports and exercise*, **22**: 704-12.
- TABATA I, NISHIMURA K, KOUZAKI M, HIRAI M, OGITA F, MIYACHI M, YAMAMOTO K (1996). Effects of moderate-intensity endurance and high-intensity intermittent training on anaerobic capacity and VO₂max. *Med Sci Sports Exerc*, **28**: 1327-30.
- TJØNNA AE, STØLEN TO, BYE A, VOLDEN M, SLØRDAHL SA, ØDEGÅRD R, SKOGVOLL E, WISLØFF U. (2009). Aerobic interval training reduces cardiovascular risk factors more than a multitreatment approach in overweight adolescents. *Clinical science*, **116**: 317-26.
- TRAPP EG, CHISHOLM DJ, FREUND J, BOUTCHER SH (2008). The effects of high-intensity intermittent exercise training on fat loss and fasting insulin levels of young women. *International journal of obesity*, **32**: 684.
- TREMBLAY A, SIMONEAU JA, BOUCHARD C (1994). Impact of exercise intensity on body fatness and skeletal muscle metabolism. *Metabolism*, **43**: 814-18.
- TREMBLAY MS, COPELAND JL, HELDER WV (2005). Influence of exercise duration on post-exercise steroid hormone responses in trained males. *Eur J Appl Physiol*, **94**: 505-13.
- TUOMILEHTO J, LINDSTRÖM J, ERIKSSON JG, VALLE TT, HÄMÄLÄINEN H, PARIKKA PI, KIUKAANNIEMI SK, LAAKSO M, LOUHERANTA A, RASTAS M (2001). Prevention of type 2 diabetes mellitus by changes in lifestyle among subjects with impaired glucose tolerance. *New England Journal of Medicine*, **344**: 1343-50.
- TURNAGÖL HH (2016). Body Composition and Bone Mineral Density of Collegiate American Football Players. *Journal of Human Kinetics* **51**: 103-112

- VAN DER VUSSE GJ, RENEMAN RS (1996). *Handbook of Physiology, Exercise: Regulation and Integration of Multiple Systems*, Lipid metabolism in muscle. Ed. Rowell BR, Sheperd JT, Oxford University Press: Oxford. s.:952-94
- VELCHETI V, GOVINDAN R (2006). Insulin-like growth factor and lung cancer. *J Thorac Oncol*, **1**: 607-10.
- VERVOORN C, QUIST AM, VERMULST LJ, ERICH WB, DE VRIES WR, THIJSEN JH (1991). The behaviour of the plasma free testosterone/cortisol ratio during a season of elite rowing training. *Int J Sports Med*, **12**: 257-63.
- VIVIAN HA, LONG CNH, LUPTON H (1924a). Muscular exercise, lactic acid and the supply and utilisation of oxygen.—Parts VII–VIII *Proceedings of the Royal Society of London. Series B, Containing Papers of a Biological Character*, **97**: 155-76.
- VIVIAN HA, LONG CNH, LUPTON H (1924b). Muscular exercise, lactic acid, and the supply and utilisation of oxygen.—Parts IV-VI *Proceedings of the Royal Society of London. Series B, Containing Papers of a Biological Character*, **97**: 84-138.
- VOGEL RB, BOOKS CA, KETCHUM C, ZAUNER CW, MURRAY FT (1985). Increase of free and total testosterone during submaximal exercise in normal males. *Med Sci Sports Exerc*, **17**: 119-23.
- WAHL PC, ACHTZEHN ZS, BLOCH W, MESTER J (2010). Effect of high- and low-intensity exercise and metabolic acidosis on levels of GH, IGF-I, IGFBP-3 and cortisol. *Growth Horm IGF Res*, **20**: 380-5.
- WELTMAN A, WELTMAN JY, SCHURRER R, EVANS WS, VELDHUIS JD, ROGOL AD (1992). Endurance training amplifies the pulsatile release of growth hormone: effects of training intensity. *Journal of applied physiology*, **72**: 2188-96.
- WENGER HA, BELL GJ (1986). The interactions of intensity, frequency and duration of exercise training in altering cardiorespiratory fitness. *Sports medicine*, **3**: 346-56.
- WU T, GAO X, CHEN M, VAN DAM RM (2009). Long- term effectiveness of diet- plus- exercise interventions vs. diet- only interventions for weight loss: a meta- analysis. *Obesity reviews*, **10**: 313-23.

EK-1 Etik Kurul Karara Formu

KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU KARAR FORMU

ARAŞTIRMANIN AÇIK ADI	Farklı Sıklıkta Yapılan Benzer HIIT (High Intensity Interval Training) Protokolünün Aktif Genç Erkeklerde Fizyolojik ve Hormonal Parametreleri Etiklerinin Karşılaştırılması
YARSA ARAŞTIRMANIN PROTOKOL KODU	20.04.2017 M. Melli

ETİK KURUL BİLGİLERİ	ETİK KURULUN ADI	Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu
	AÇIK ADRESİ:	Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi Morfoloji Binası 06100 Sıhhiye/ANKARA
	TELEFON	0312 595 82 27
	FAKS	0312 310 63 70
	E-POSTA	etik@medicine.ankara.edu.tr

BAŞVURU BİLGİLERİ

KOORDİNATÖR/SORUMLU ARAŞTIRMACI UNVANI/ADI/SOYADI	Prof.Dr. Gülfem ERSÖZ			
KOORDİNATÖR/SORUMLU ARAŞTIRMACININ UZMANLIK ALANI	Egzersiz Fizyolojisi	20.04.2017	M. Melli	
KOORDİNATÖR/SORUMLU ARAŞTIRMACININ BULUNDUĞU MERKEZ	Ankara Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesi			
YARSA İDARI SORUMLU UNVANI/ADI/SOYADI				
DESTEKLEYİCİ				
PROJE YÜRÜTÜCÜSÜ UNVANI/ADI/SOYADI (TÜBİTAK vb. gibi kaynaklardan destek alanlar için)				
DESTEKLEYİCİNİN YASAL TEMSİLCİSİ				
ARAŞTIRMANIN FAZİ VE TÜRÜ	FAZ 1	☐		
	FAZ 2	☐		
	FAZ 3	☐		
	FAZ 4	☐		
	Gözlemsel ilaç çalışması	☐		
	Tıbbi cihaz klinik araştırması	☐		
	In vitro tıbbi tanı cihazları ile yapılan performans değerlendirme çalışmaları	☐		
	İlaç dışı klinik araştırma	☐		
Diğer ise belirtiniz: Deneyisel Araştırma				
ARAŞTIRMAYA KATILAN MERKEZLER	TEK MERKEZ ☒	ÇOK MERKEZLİ ☐	ULUSAL ☒	ULUSLARARASI ☐

Etik Kurul Başkanının
Unvanı/Adı/Soyadı: Prof.Dr.Mehmet MELLİ
İmza:

M. Melli



Not: Etik kurul başkanı, imzasının yer almadığı her sayfaya imza atmalıdır.

KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU KARAR FORMU

ARAŞTIRMANIN AÇIK ADI	Farklı Sıklıkta Yapılan Benzer HIIT (High Intensity Interval Training) Protokolünün Aktif Genç Erkeklerde Fizyolojik ve Hormonal Parametreleri Etkilerinin Karşılaştırılması
VARSA ARAŞTIRMANIN PROTOKOL KODU	

DEĞERLENDİRİLEN BELGELER	Belge Adı	Tarihi	Yerleşim Numarası	Dili	
DEĞERLENDİRİLEN BELGELER	ARAŞTIRMA PROTOKOLÜ			Türkçe ☐ İngilizce ☐ Diğer ☐	
	BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ OLUR FORMU			Türkçe ☐ İngilizce ☐ Diğer ☐	
	OLGU RAPOR FORMU			Türkçe ☐ İngilizce ☐ Diğer ☐	
	ARAŞTIRMA BROŞÜRÜ			Türkçe ☐ İngilizce ☐ Diğer ☐	
DEĞERLENDİRİLEN DİĞER BELGELER	Belge Adı	Açıklama			
DEĞERLENDİRİLEN DİĞER BELGELER	SİGORTA	☐			
	ARAŞTIRMA BÜTÇESİ	☐			
	BIYOLOJİK MATERYEL TRANSFER FORMU	☐			
	İLAN	☐			
	YILLIK BİLDİRİM	☐			
	SONUÇ RAPORU	☐			
	GÜVENLİLİK BİLDİRİMLERİ	☐			
DİĞER	☐				
KARAR BİLGİLERİ	Karar No:07-364-17	Tarih: 10 Nisan 2017			

KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU	
ETİK KURULUN ÇALIŞMA ESASI	İlaç ve Biyolojik Ürünlerin Klinik Araştırmaları Hakkında Yönetmelik, İyi Klinik Uygulamaları Kılavuzu
BASKANIN UNVANI/ADI/SOYADI:	Prof.Dr.Mehmet MELLİ

Unvanı/Adı/Soyadı	Uzmanlık Alanı	Kurumu	Cinsiyet	Araştırma ile İlişkisi	Katılım *	İmza
Prof.Dr.Mehmet MELLİ	Farmakoloji	A.Ü. Tıp Fakültesi	E ☒ K ☐	E ☐ H ☒	E ☐ H ☐	M. Melli
Prof.Dr.İrfan SOYKAN	Gastroenteroloji	A.Ü. Tıp Fakültesi	E ☒ K ☐	E ☐ H ☒	E ☐ H ☐	Irfan Soykan
Prof.Dr.Serdar ÖZTÜRK	Tabii Biyokimya	A.Ü. Tıp Fakültesi	E ☒ K ☐	E ☐ H ☒	E ☐ H ☐	Serdar Öztürk
Prof.Dr.Seher DEMİRER	Genel Cerrahi	A.Ü. Tıp Fakültesi	E ☐ K ☒	E ☐ H ☒	E ☐ H ☐	Seher Demirer
Prof.Dr.Şule ŞENGÜL	Nefroloji	A.Ü. Tıp Fakültesi	E ☐ K ☒	E ☐ H ☒	E ☐ H ☐	Şule Şengül
Prof.Dr.İnci İLHAN	Ruh Sağlığı ve Hastalıkları	A.Ü. Tıp Fakültesi	E ☐ K ☒	E ☐ H ☒	E ☐ H ☐	İnci İlhan
Prof.Dr.Serap SIVRI	Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları	H.Ü. Tıp Fakültesi	E ☐ K ☒	E ☐ H ☒	E ☐ H ☐	Serap Sivri
Prof.Dr.Zafer ŞENOCAK	Hukuk	A.Ü. Hukuk Fakültesi	E ☐ K ☒	E ☐ H ☒	E ☐ H ☐	Zafer Şenocak
Prof.Dr.Banu ÇAKIR	Halk Sağlığı	H.Ü. Tıp Fakültesi	E ☐ K ☒	E ☐ H ☒	E ☐ H ☐	Banu Çakır
Doç.Dr.Süha YAĞCIOĞLU	Biyofizik	H.Ü. Tıp Fakültesi	E ☒ K ☐	E ☐ H ☒	E ☐ H ☐	Süha Yağcıoğlu
Doç.Dr.Derya ÖZTUNA	Biyostatistik	A.Ü. Tıp Fakültesi	E ☐ K ☒	E ☐ H ☒	E ☐ H ☐	Derya Öztuna
Doç.Dr.Selami Koçak TOPRAK	Hematoloji	A.Ü. Tıp Fakültesi	E ☒ K ☐	E ☐ H ☒	E ☐ H ☐	Selami Koçak Toprak
Yrd.Doç.Dr.Nüket KUTLAY	Tabii Genetik	A.Ü. Tıp Fakültesi	E ☐ K ☒	E ☐ H ☒	E ☐ H ☐	Nüket Kutlay
Yrd.Doç.Dr.Önder İLGİLİ	Tıp Tarihi ve Etik	H.Ü. Tıp Fakültesi	E ☒ K ☐	E ☐ H ☒	E ☐ H ☐	Önder İlgili
İlker BERTAKŞ	Matematik Mühendisliği	Türkiye Kömür İşletmeleri Genel Müdürlüğü	E ☐ K ☒	E ☐ H ☒	E ☐ H ☐	İlker Bertakş

* Toplantıda Bulunma

Etik Kurul Başkanının

Unvanı/Adı/Soyadı:Prof.Dr.Mehmet MELLİ

İmza:

Not: Etik kurul başkanı, imzasının yer olmadığı her sayfaya imza atmalıdır.

EK-2Bilgilendirilmiş Gönüllü Olur Formu

Araştırmanın Adı: Farklı Sıklıkta Yapılan Benzer HIIT (High Intensity Interval Training) Protokolünün Aktif Genç Erkeklerde Fizyolojik ve Hormonal Parametrelere Etkilerinin Karşılaştırılması

Araştırmanın Yürütüleceği Yerler:Ankara Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesi Performans Laboratuvarı / Ankara Üniversitesi Gölbaşı 50.Yıl Yerleşkesi / Bahçelievler Mahallesi Kaymakamlık Arkası / 06830 Gölbaşı/ ANKARA

Sayın Gönüllü,

Bu katıldığınız çalışma doktora tezi olup, araştırmanın adı “Farklı Sıklıkta Yapılan Benzer HIIT Protokolünün Aktif Genç Erkeklerde Fizyolojik ve Hormonal Parametrelere Etkilerinin Karşılaştırılması” dır.

Bu araştırma kapsamında amaç, 2 farklı sıklıkta yapılan HIIT protokolünün, VYY, aerobik dayanıklılık ve anaerobik güç ile dinlenik ve egzersiz sonrası kan laktat, testosteron, büyüme hormonu (BH), insülin ve kortizol hormon parametrelerinde farklı bir etkiye sebep olup olmayacağını incelemektir. Bu doktora tezi sonuçlarının literatüre, antrenörlere ve sporculara katkı sağlayabileceğine inanılmaktadır.

Bu araştırmaya katılmayı kabul ederseniz testlerden en az 24 saat öncesinde yüksek şiddetli herhangi bir fiziksel aktivite veya antrenmana katılmamış olmanız gerekmektedir. Ayrıca yine testlerden en az 24 saat önce kafein, alkol ve ergojenik yardım içeren herhangi bir besin maddesini katiyen almamış olmanız gerekmektedir.

Araştırmaya son 1 yıldır haftada en az 2 gün düzenli egzersiz yapan 30 erkek öğrenci gönüllü olarak dâhil edilecektir. Katılımcıların herhangi bir kronik hastalığı ya da sürekli ilaç kullanıyor olmaları durumunda çalışmaya dâhil edilmeyeceklerdir. Araştırmanın ölçümleri Ankara Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesi

Laboratuvarında gerçekleşecektir. Araştırmanın bütçesi yaklaşık 30.000 Türk lirası olacağı tahmin edilip bütçe araştırma projesi kapsamında karşılanacaktır.

Araştırma kapsamında 2 haftalık HIIT protokolüne başlamadan önce, Ankara Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesi Performans Laboratuvarını 2 kez ziyaret edeceksiniz. İlk ziyaretinizde boy kilo ve yağ yüzdesi ölçümlerinizi ile Wingate Anaerobik güç testiniz yapılacaktır. Laboratuvarı 2. ziyaretinizde ise aerobik gücünüzü belirlemek için Astrand bisiklet ergometresi protokolü uygulanacaktır. Bu iki test HIIT protokolünün biteceği 6. haftanın sonunda tekrarlanacaktır. Benzer fiziksel uygunluk seviyesine sahip olan 30 kişilik erkek grubu rastgele 3 gruba ayrılacak ve bu gruplardan 1.si kontrol grubu olarak kalacak, 2. grup haftada 2 gün, diğer grup olan 3. grup ise haftada 4 gün HIIT protokolünü uygulayacaktır. Bu dizayna göre ağırlığınızın % 7,5'i ağırlığında yük kefeye, sağ ve sola eşit dağılacak şekilde yerleştirilecektir. Kefedeki dirence karşı 30 sn boyunca elinizden gelen en iyi hızda pedal çevirmeniz istenecektir. 120 saniye yüksüz pedal çevirip dinlendikten sonra bu işlemi 4 kez tekrarlameniz istenecektir. İlk hafta 4 set ile başlayacak HIIT protokolü, her hafta 1 set artırılarak, 6. haftanın sonunda 9 set olacak şekilde dizayn edilmiştir. Kan örnekleriniz spor hekimi tarafından aerobik dayanıklılık testinin yapılacağı gün ve 6. haftanın sonunda yine aerobik dayanıklılık testinin uygulanacağı gün, teste başlamadan hemen önce, test bitirildikten hemen sonra, 15 ve 30 dakika sonra alınacaktır.

Bu araştırmada yer almanız nedeniyle size herhangi bir ödeme yapılmayacaktır. Bu araştırmada yer almak tamamen sizin isteğinize bağlıdır. **Araştırmada yer almayı reddedebilirsiniz ya da herhangi bir aşamada araştırmadan ayrılabilirsiniz; bu durum herhangi bir cezaya ya da sizin yararlarınıza engel duruma yol açmayacaktır.** Araştırmacı bilginiz dâhilinde veya isteğiniz dışında, çalışma programını aksatmanız gibi nedenlerle sizi araştırmadan çıkarabilir. Araştırmanın sonuçları bilimsel amaçla kullanılacaktır; çalışmadan çekilmeniz ya da araştırmacı tarafından çıkarılmanız durumunda, sizle ilgili veriler gerekirse bilimsel amaçla kullanılabilecektir.

Size ait tüm tıbbi ve kimlik bilgileriniz gizli tutulacaktır ve araştırma yayınlansa bile kimlik bilgileriniz verilmeyecektir, ancak araştırmanın izleyicileri,

yoklama yapanlar, etik kurullar ve resmi makamlar gerektiğinde ölçüm bilgilerinize ulaşabilir. Siz de istediğinizde kendinize ait tıbbibilgilere ulaşabilirsiniz.

Araştırma ile ilgili herhangi bir sorunuz olduğunda yardımcı araştırmacı Azize DIEDHIOU'ya danışabilirsiniz. İletişim: 0 536 278 40 73

Bu formun imzalı bir kopyası size verilecektir.

Çalışmaya Katılma Onayı:

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

Gönüllünün,

Adı-Soyadı:

Adresi:

Tel.-Faks:

Tarih ve İmza:

Açıklamaları yapan araştırmacının,

Adı-Soyadı:

Görevi:

Adresi:

Tel.-Faks:

Tarih ve İmza:

ÖZGEÇMİŞ

Azize BİNGÖL DIEDHIOU

Email: bingolazize@gmail.com

KİŞİSEL BİLGİLER

Doğum Tarihi 1983

Medeni Durum Evli

EĞİTİM BİLGİLERİ

Lisans : (2002-2006) Dicle Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor
Yüksekokulu/Antrenörlük Eğitimi

Yüksek Lisans :(2007-2009) Başlangıç Ankara Üniversitesi Sağlık Bilimleri
Enstitüsü –

Beden Eğitimi ve Spor Anabilim Dalı. (Arş. Grv. Nedeni ile KTÜ
geçiş)

(2009-2010) Mezuniyet Karadeniz Teknik Üniversitesi Eğitim
Bilimleri Enstitüsü-Beden Eğitimi ve Spor Anabilim Dalı

Doktora :(2014-2019) Ankara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü –
Hareket ve Antrenman Bilimleri Anabilim Dalı

YAYIN LİSTESİ

A. Ulusal hakemli dergilerde yayımlanan makaleler

A.1. Azize Bingöl, Ali Ahmet Doğan (2010). Spor Merkezlerine Devam Eden Bireylerin Spordan ve Spor Merkezlerinden Beklentilerinin Karşılanma Düzeyi. Selçuk Üniversitesi Beden Eğitimi Ve Spor Bilim Dergisi, 12(3), 199-203. (Kontrol No: 212152)

B. Uluslararası Bilimsel Toplantılarda Sunulan Ve Bildiri Kitabında Basılan Bildiriler

B.1. BİNGÖL Azize, ÜNVER Evrim, KİN İSLER Ayşe, HAZİR Tahir (2016). Anaerobik performans ve alt ekstremitte fibril tipi arasındaki ilişkiler. 14. Uluslararası Spor Bilimleri Kongresi, 514 (Özet Bildiri/Poster) (Yayın No:3505712)

B.2. Yaşlı Burak ÇAGLAR, Ertetik GÖKTUĞ, **BİNGÖL Azize,** SAHİN FATMA Neşe (2016). Physical Activity Use of Protein Supplement and Daily Life Routine. 21st Annual Congress of the European College of Sport Science, 73 (Özet Bildiri/Sözlü Sunum) (Yayın No:3505677)

B.3 ARAS D., BİNGÖL A., YASLI B. C. (2016). The Effects of Long Term Sport Rock Climbing Training on Heart Rate Variability in Sedentary Adults. 3rdRockClimbingResearchCongress. Oral session. Telluride, Colorado, USA, 5-7 August 2016.

C. Ulusal Bilimsel Toplantılarda Sunulan Ve Bildiri Kitabında Basılan Bildiriler

C.1. Sunay HAKAN, UYAR Yalçın, **BİNGÖL Azize** (2015). Ankara Ilindeki 2. 3. Ve Bölgesel Amatör Ligindeki Kadın Voleybolcuların Sakatlanma Sıklıklarının İncelenmesi. 6. Antrenman Bilimi Kongresi (Özet Bildiri/Poster)(Yayın No:3505671)

C.2. BİNGÖL Azize, ARAS Dicle, AKALAN Cengiz (2015). Binicilik Sporunda Vücut Kompozisyonunun Başarıyla İlişkisi. 6. Antrenman Bilimleri Kongresi (Özet Bildiri/Sözlü Sunum)(Yayın No:3505667)

Projeler:

Yardımcı Araştırmacı: Farklı Sıklıkta Yapılan Benzer HIIT (High Intensity Interval Training) Protokolünün Aktif Genç Erkeklerde Fizyolojik ve Hormonal Parametrelere Etkilerinin Karşılaştırılması. Ankara Üniversitesi BAP. Doktora Bitirme Projesi

Yüksek Lisans Tezi:

Spor Merkezlerine Devam Eden Bireylerin Spordan ve Spor Merkezlerinden Beklentilerinin Karşılanma Düzeyi.

Doktora Tez Başlığı:

Farklı Sıklıkta Yapılan Benzer HIIT (High Intensity Interval Training) Protokolünün Aktif Genç Erkeklerde Fizyolojik ve Hormonal Parametrelere Etkilerinin Karşılaştırılması.

SERTİFİKA VE BELGELER

1. Kademe Badminton Antrenörü
- 3.Kademe Kıdemli Voleybol Antrenörü
- 1.Kademe Tenis Antrenörü
- 1.Kademe Vücut Geliştirme Antrenörü
- 1.Kademe Step Aerobik Antrenörü

Step-Aerobik Antrenörlük Uygulaması – Ankara
International Aerobic Fitness Festival - Ankara
II.Famous Aero Convethion – Ankara

Euro Conventions – İzmir

Prospor Fitness Haftası – İstanbul

İŞ TECRÜBESİ

2014- Halen : Araştırma Görevlisi Ankara Üniversitesi/Spor Bilimleri Fakültesi/Antrenörlük Eğitimi Bölümü/Hareket ve Antreman Bilimleri Anabilim Dalı)

2012-2014 : Öğretim Görevlisi Kapadokya Meslek Yüksekokulu/Kapadokya Meslek Yüksekokulu/Atıcılık ve Antrenörlük Programı

2009-2010 : Araştırma Görevlisi Karadeniz Teknik Üniversitesi/Fatih Eğitim Fakültesi/Beden Eğitimi ve Spor Bölümü/Beden Eğitimi ve Spor Anabilim Dalı (50/D)