



**ELİT MUAYTHAİ SPORCULARINDA YÜKSEK YOĞUNLUKTA
ARALIKLI ANTRENMANIN (HIIT) VE YÜKSEK YOĞUNLUKTA
FONKSİYONEL ANTRENMANIN (HIFT) ANAEROBİK GÜÇ VE
TOPARLANMA KAPASİTELERİNİN FARKLILIKLARININ
İNCELENMESİ**

Hüseyin Gazi SÖNMEZ

**DOKTORA TEZİ
ANTRENÖRLÜK EĞİTİMİ ANA BİLİM DALI
ANTRENMAN VE HAREKET BİLİMLERİ PROGRAMI**

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

EKİM 2023

ETİK BEYAN

Gazi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- Tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
 - Tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
 - Tez çalışmada yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi,
 - Kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı,
 - Bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu,
- bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.

Hüseyin Gazi SÖNMEZ

16./10/2023

ELİT MUAYTHAİ SPORCULARINDA YÜKSEK YOĞUNLUKTA ARALIKLI
ANTRENMAN VE YÜKSEK YOĞUNLUKTA FONKSİYONEL ANTRENMANIN
ANAEROBİK GÜÇ VE TOPARLANMA KAPASİTELERİNİN FARKLILIKLARININ
İNCELENMESİ

(Doktora Tezi)

Hüseyin Gazi SÖNMEZ

GAZİ ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Ekim 2023

ÖZET

Bu araştırmanın amacı, 8 hafta boyunca Elit Muaythai sporcularında yüksek yoğunluklu interval antrenmanın (HIIT) ve yüksek yoğunluklu fonksiyonel antrenmanın (HIFT) anaerobik güç ve toparlanma kapasitelerinin farklılıklarının incelenmesidir. Çalışmaya yaş ortalaması $15,53 \pm 0,70$ yıl olan 10'u HIIT deney grubu 1, 10'u HIFT deney grubu 2 ve 10'u ise kontrol grubu olmak üzere toplam 30 gönüllü elit erkek muaythai sporcusu katılmıştır. Sporcular HIIT, HIFT ve kontrol grubu olmak üzere 3 gruba ayrılmıştır. HIIT ve HIFT deney gruplarına 8 hafta süresince haftada 4 gün yüksek şiddetli interval ve yüksek şiddetli fonksiyonel antrenman, kontrol grubuna ise normal rutin muaythai antrenman programı uygulanmıştır. 8 haftalık HIIT ve HIFT antrenman programına başlamadan önce ve 8 hafta sonunda katılımcıların antropometrik ölçümleri (boy, vücut ağırlığı, BKİ), anaerobik güç, kan laktat değerleri ve toparlanma sürelerinin ölçümleri alınmıştır. Antropometrik ölçümleri, anaerobik güç, laktat değerleri ve toparlanma süreleri değerlerindeki değişim iki yönlü varyans analizi (ANOVA) ile karşılaştırılmıştır. Çalışmanın anlamlılık seviyesi $p < 0,05$ olarak belirlenmiştir. Çalışma sonunda, HIIT grubunun kalp atım hızı (KAH) 3. dakika, KAH 7. dakika, Laktat test sonrası, relatif zirve güç ve yorgunluk indeksi değerlerinde HIFT ve Kontrol grubundan istatistiksel olarak daha fazla gelişme sağlanmıştır ($p < 0,05$). Sonuç olarak, elit muaythai sporcularında HIIT ve HIFT antrenmanlarının anaerobik güç gelişimi üzerinde benzer etkilere sahip olduğu, ancak toparlanma kapasitesi konusunda HIIT'in daha etkili olduğu sonucuna varılmıştır. Bu bilgiler ışığında, antrenman programlarının ve bireyselleştirilmiş yaklaşımların önemi ortaya çıkmaktadır.

Bilim Kodu : 1301

Anahtar Kelimeler : Yüksek Yoğunlukta Aralıklı Antrenman (HIIT) ve Yüksek Yoğunlukta Fonksiyonel Antrenman (HIFT), Muaythai, Anaerobik Güç, Laktat, Antropometrik ölçüm

Sayfa Sayısı : 154

Danışman : Doç. Dr. Serdar ELER

INVESTIGATION OF THE DIFFERENCES IN ANAEROBIC POWER AND
RECOVERY CAPACITIES OF HIGH INTENSITY INTERVAL TRAINING AND
HIGH INTENSITY FUNCTIONAL TRAINING IN ELITE MUAYTHAI ATHLETES

(Ph.D. Thesis)

Hüseyin Gazi SÖNMEZ

GAZİ UNIVERSITY

GRADUATE SCHOOL OF HEALTH SCIENCES

October 2023

ABSTRACT

The aim of this study is to investigate the differences in anaerobic power and recovery capacities of Elite Muaythai athletes undergoing High-Intensity Interval Training (HIIT) and High-Intensity Functional Training (HIFT) over an 8-week period. A total of 30 voluntary male Muaythai athletes participated in the study, with an average age of 15.53 ± 0.70 years, divided into 10 participants for the HIIT experimental group 1, 10 for the HIFT experimental group 2, and 10 for the control group. The athletes were divided into three groups: HIIT, HIFT and a control group. The HIIT and HIFT experimental groups underwent high-intensity interval and high-intensity functional training, respectively, for 4 days a week over the 8-week period, while the control group followed a regular Muaythai training program. Before commencing the 8-week HIIT and HIFT training programs and at the end of the study, participants' anthropometric measurements (height, weight, BMI), anaerobic power, blood lactate levels, and recovery times were recorded. Changes in anthropometric measurements, anaerobic power, lactate values, and recovery times were compared using two-way analysis of variance (ANOVA). The significance level of the study was set at $p < 0.05$. At the end of the study, the HIIT group demonstrated statistically greater improvements in Anaerobic Power at 3 minutes, Anaerobic Power at 7 minutes, post-lactate test, relative peak power, and fatigue index compared to the HIFT and Control groups ($p < 0.05$). In conclusion, both HIIT and HIFT training had similar effects on the development of anaerobic power in elite Muay Thai athletes, but HIIT was found to be more effective in terms of recovery capacity. In light of this information, the importance of personalized training programs and approaches is emphasized.

Scientific Code : 1301

Keywords : High-Intensity Interval Training (HIIT), High-Intensity Functional Training (HIFT), Muaythai, Anaerobic Power, Lactate, Anthropometric Measurement

Page Count : 154

Supervisor : Assoc. Prof. Dr. Serdar ELER

TEŞEKKÜR

Doktora eğitim sürecinde, yardımlarını esirgemeyen, her zaman yanımda olan değerli hocam, danışmanım Doç.Dr.Serdar ELER'e, sporcu verilerin alımı ve analizinde yardımlarını esirgemeyen değerli hocam Doç.Dr.Gökhan DELİCEOĞLU'na (Gazi Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesi), değerli arkadaşım Doç.Dr.Murat ERGİN'e (Aksaray Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesi), Erciyes Üniversitesi Spor Hekimliği Ana Bilim Dalı Başkanı Sayın Prof.Dr. Soner AKKURT ve ekibine desteklerinden dolayı teşekkür ederim.

Tez çalışmam sürecinde, Muaythai Milli Takım sporcularının çalışmaya katılımlarının sağlanması ve çalışmalar süresince desteklerini esirgemeyen Sayın HasanYILDIZ'a (Muaythai Federasyonu Başkanı), Sayın Korkmaz ATALAY'a (Muaythai Federasyonu Genel Sekreteri), Muaythai Milli Takım Antrenör ve Sporcularına, teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET	iv
ABSTRACT.....	v
TEŞEKKÜR.....	vi
İÇİNDEKİLER	vii
ÇİZELGELERİN LİSTESİ.....	ix
ŞEKİLLERİN LİSTESİ	xi
RESİMLERİN LİSTESİ	xii
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	xiii
1. GİRİŞ.....	1
2. GENEL BİLGİLER	11
2.1. Aralıklı (Interval) Antrenmanın Tanımı ve Özellikleri	11
2.1.1. Aralıklı antrenmanın öncüleri.....	16
2.2. Aerobik Aralıklı Antrenman	28
2.2.1. Aerobik aralıklı antrenmana anında yanıtlar	28
2.2.2. Aerobik kısa aralıklı antrenman.....	29
2.2.3. Uzun aerobik aralıklı antrenman.....	35
2.2.4. Performansı tahmin etmek için aralıklı antrenman.....	40
2.3. Aerobik Aralıklı Antrenmanın Uzun Vadeli Etkileri	41
2.3.1. Kısa aerobik aralıklı antrenmanın uzun vadeli etkileri.....	42
2.3.2. Uzun aerobik aralıklı antrenmanın uzun vadeli etkileri.....	46
2.3.3. Egzersiz ve aralıklı antrenmanın neden olduğu hipoksemi	48
2.4. Yüksek Yoğunluklu Aralıklı Antrenman (HIIT)	49
2.4.1. HIIT'in fizyolojik mekanizması	51
2.4.2. HIIT antrenman yöntemleri	57

	Sayfa
2.5. Yüksek Yoğunluklu Fonksiyonel Antrenman (HIFT).....	58
2.5.1. HIFT'in fizyolojik mekanizması	60
2.5.2. HIFT antrenman yöntemleri	61
2.6. HIIT ve HIFT Arasındaki Temel Farklar	61
2.7. Muaythai'nin Tarihi.....	71
2.7.1. Türkiye'de muaythai'nin gelişimi.....	78
2.8. Wingate Anaerobik Güç Testi (WAnT).....	79
2.9. Konuyla İlgili Bazı Çalışmalar	81
3. YÖNTEM.....	93
3.1. Araştırma Deseni	93
3.2. Araştırma Grubu	93
3.3. HIIT ve HIFT Antrenman Programı	93
3.4. Veri Toplama Araçları.....	94
3.5. Verilerin Toplanması	95
3.6. İstatistiksel Analiz.....	102
4. BULGULAR	103
5. TARTIŞMA	121
6. SONUÇ.....	129
KAYNAKLAR	131
EKLER.....	145
EK-1. HIIT Grubuna Uygulanan Bisiklet Ergometresi ve Koşu Bandı Çalışmaları	146
EK-2. HIFT Grubuna Uygulanan 8 Çalışma Modeli.....	147
EK-3. Etik Kurul İzni.....	151
ÖZGEÇMİŞ	153

ÇİZELGELERİN LİSTESİ

Çizelge	Sayfa
Çizelge 2.1. Bir yarışın belirli hızlarına, bu hızlardaki zaman sınırına ve “fizyolojik hızlara” göre farklı aralıklı antrenman türlerinin sınıflandırılması: maksimum oksijen alımındaki hız (VO ₂ max), kritik hız (yani hız-zaman sınırı ilişkisinin asimptotu) ve maksimum hızdaki hız laktatın kararlı hali	16
Çizelge 2.2. Vladimir Kutz tarafından kullanılan aralıklı antrenmanın, aynı antrenman periyodu içinde bile çok farklı mesafelerden ve hızlardan oluştuğunu gösterir çizelge	20
Çizelge 2.3. Aerobik dayanıklılığa ve vücut yağ yakımına etki eden bazı HIIT çalışmaları	90
Çizelge 4.1. KAH _{dinlenik} ön ve son test sonuçlarına ait betimsel istatistik sonuçları	103
Çizelge 4.2. KAH _{dinlenik} ön ve son test sonuçları arasındaki farklılığa ilişkin tekrarlı ölçümler için anova sonuçları	104
Çizelge 4.3. KAH _{1 dakika} ön ve son test sonuçlarına ait betimsel istatistik sonuçları	104
Çizelge 4.4. KAH _{1 dakika} ön ve son test sonuçları arasındaki farklılığa ilişkin tekrarlı ölçümler için anova sonuçları	105
Çizelge 4.5. KAH _{3 dakika} ön ve son test sonuçlarına ait betimsel istatistik sonuçları	105
Çizelge 4.6. KAH _{3 dakika} ön ve son test sonuçları arasındaki farklılığa ilişkin tekrarlı ölçümler için anova sonuçları	106
Çizelge 4.7. KAH _{5 dakika} ön ve son test sonuçlarına ait betimsel istatistik sonuçları	106
Çizelge 4.8. KAH _{5 dakika} ön ve son test sonuçları arasındaki farklılığa ilişkin tekrarlı ölçümler için anova sonuçları	107
Çizelge 4.9. KAH _{7 dakika} ön ve son test sonuçlarına ait betimsel istatistik sonuçları	108
Çizelge 4.10. KAH _{7 dakika} ön ve son test sonuçları arasındaki farklılığa ilişkin tekrarlı ölçümler için anova sonuçları	108
Çizelge 4.11. LAKTAT _{Dinlenik} ön ve son test sonuçlarına ait betimsel istatistik sonuçları	109
Çizelge 4.12. LAKTAT _{Dinlenik} ön ve son test sonuçları arasındaki farklılığa ilişkin tekrarlı ölçümler için anova sonuçları	109
Çizelge 4.13. LAKTAT _{Test sonrası} ön ve son test sonuçlarına ait betimsel istatistik sonuçları	110

Çizelge	Sayfa
Çizelge 4.14. LAKTAT _{1 dakika} ön ve son test sonuçlarına ait betimsel istatistik sonuçları	111
Çizelge 4.15. LAKTAT _{1 dakika} ön ve son test sonuçları arasındaki farklılığa ilişkin tekrarlı ölçümler için anova sonuçları	112
Çizelge 4.16. LAKTAT _{3 dakika} ön ve son test sonuçlarına ait betimsel istatistik sonuçları	112
Çizelge 4.17. LAKTAT _{3 dakika} ön ve son test sonuçları arasındaki farklılığa ilişkin tekrarlı ölçümler için anova sonuçları	113
Çizelge 4.18. LAKTAT _{5 dakika} ön ve son test sonuçlarına ait betimsel istatistik sonuçları	113
Çizelge 4.19. LAKTAT _{5 dakika} ön ve son test sonuçları arasındaki farklılığa ilişkin tekrarlı ölçümler için anova sonuçları	114
Çizelge 4.20. LAKTAT _{7 dakika} ön ve son test sonuçlarına ait betimsel istatistik sonuçları	114
Çizelge 4.21. LAKTAT _{7 dakika} ön ve son test sonuçları arasındaki farklılığa ilişkin tekrarlı ölçümler için anova sonuçları	115
Çizelge 4.22. Relatif zirve güç ön ve son test sonuçlarına ait betimsel istatistik sonuçları	115
Çizelge 4.23. Relatif zirve güç ön ve son test sonuçları arasındaki farklılığa ilişkin tekrarlı ölçümler için ANOVA sonuçları	116
Çizelge 4.24. Ortalama güç ön ve son test sonuçlarına ait betimsel istatistik sonuçları	117
Çizelge 4.25. Ortalama güç ön ve son test sonuçları arasındaki farklılığa ilişkin tekrarlı ölçümler için anova sonuçları	117
Çizelge 4.26. Minimum güç ön ve son test sonuçlarına ait betimsel istatistik sonuçları	118
Çizelge 4.27. Minimum güç ön ve son test sonuçları arasındaki farklılığa ilişkin tekrarlı ölçümler için anova sonuçları	119
Çizelge 4.28. Yorgunluk indeksi ön ve son test sonuçlarına ait betimsel istatistik sonuçları	119

ŞEKİLLERİN LİSTESİ

Şekil	Sayfa
Şekil 2.1. 5.000 ve 10.000m müsabakaları için, önceki rekorun (PR) ve yeni dünya rekorunun (NR) 5.000 ve 10.000m sırasındaki hızdaki değişimi.....	26
Şekil 2.2. PGC-1 α ve irisin aracılığıyla egzersize bağlı adipoz doku kahverengileşmesi	56
Şekil 2.3. (A) 5 haftalık yüksek şiddetli aralıklı antrenman (HIIT) ve yüksek hacimli antrenmanın (HVT) öncesi, sonrası, ortalama maksimal oksijen tüketim kapasitesi ve 1000m koşu zamanı değişimleri. (B) 5 haftalık yüksek şiddetli aralıklı antrenman (HIIT) ve yüksek hacimli antrenmanın (HVT) maksimal oksijen tüketim kapasitesi ve 1000m.koşu zamanı için bireysel veriler. Siyah çizgiler HIIT ve HVT için ön test ve son test verilerini temsil eder.....	83
Şekil 2.4. Vücut kütlesi (BM), vücut yağ yüzdesi (%BF), maksimal oksijen tüketim kapasitesi (VO ₂ maks), plazma leptin seviyeleri (LEP) ve zorlanma derecesinin (RPE) müdahale sonrası üç gruptaki egzersiz ile indüklenen değişimleri.....	86
Şekil 2.5. İki grup arasında delta değişim farklılıkları	87
Şekil 2.6. Yo-yo testinde ele alınan ortalama mesafeye göre antrenman grubu (TG) ve kontrol grubu (CG) için ön test – son test sonuçları.....	89
Şekil 3.1. Laktat test protokolü	98
Şekil 3.2. Wingate araştırma protokolü	102

RESİMLERİN LİSTESİ

Resim	Sayfa
Resim 3.1. Laktat test cihazı.....	95
Resim 3.2. KAH alımı	96
Resim 3.3. Laktat alımı	97
Resim 3.4. Wingate test ölçümü.....	100

SİMGELER VE KISALTMALAR

Bu çalışmada kullanılmış simgeler ve kısaltmalar, açıklamaları ile birlikte aşağıda sunulmuştur.

Simgeler

Açıklama

~

Yaklaşık

cm

Santimetre

KAH

Kalp atım hızı

kg

Kilogram

W

Maksimum güç

Kısaltmalar

Açıklama

E1dkS

Egzersizden 1 dk sonra

E3dkS

Egzersizden 3 dk sonra

E5dkS

Egzersizden 5 dk sonra

E7dkS

Egzersizden 7 dk sonra

EÖ

Egzersiz Öncesi

ES

Egzersiz Sonrası

HIFT

Yüksek Yoğunlukta Fonksiyonel Antrenman

HIIT

Yüksek Yoğunlukta Aralıklı Antrenman

1. GİRİŞ

Son yıllarda fiziksel performansı ve sağlıkla ilişkili bazı parametreleri iyileştirdiği bilimsel birçok çalışmada ispatlanan yüksek şiddetli antrenman programlarına ilgi artmıştır. Bu antrenman yöntemi sporcuların kısa sürede aerobik ve anaerobik kapasitelerini geliştirmesinin yanında obezite, kardiyovasküler hastalıklar, Tip 2 diyabet gibi hastalıklar ile oluşan mortalite riskini azaltarak, yaşam kalitesinde artış sağlamaktadır [20, 21, 22, 23].

Yüksek şiddetli interval antrenman (HIIT) yöntemi, günümüzde sedanterler ve sporcular için pozitif adaptasyon, sağlık ve performans perspektifinde yeni ve olumlu katkılar ortaya koymaktadır. ACSM (American Collage of Sports Medicine) sedanterler için yüksek şiddetli interval antrenman yöntemini, haftada 3-7 gün, 30 saniye - 2 dakika $\geq$ %80 KAH şiddetinde egzersizi ve aralarda $\geq$ %40-50 kalp atım hızına düşene kadar dinlenmeyi ve bunu 3-5 tekrar olarak uygulamayı tavsiye etmektedir [23, 20, 24]. HIIT yöntemi süregelen aerobik egzersizler ile karşılaştırıldığında kısa zamanda verimli olması ve aerobik kapasite ile beraber anaerobik kapasiteyi arttırması nedeniyle büyük ilgi görmüştür [21, 25, 26].

Diğer taraftan, Yüksek Yoğunluklu Aralıklı Antrenmanı (HIIT), fonksiyonel antrenmanla birleştiren Yüksek Yoğunluklu Fonksiyonel Antrenman (HIFT) anlamına gelir. Bu, tüm fitness seviyeleri için değiştirilebilecek çok eklemlili fonksiyonel hareketleri en çok vurgulayan egzersiz programı türüdür. Kaslar diğer geleneksel egzersiz türlerinden, özellikle tekrarlayan aerobik egzersizlerden daha fazla kullanır [27, 28, 29, 30].

Teori, HIFT, programın esneklik, güç ve kardiyovasküler dayanıklılık açısından genel fiziksel uygunluğu geliştireceğidir. Dolayısı ile, güç, hız ve çeviklik de dahil olmak üzere, artan performansa yol açması beklenir. Bu hem fonksiyonel egzersizleri, hem de antrenmanın süresini sürekli olarak değiştiren oldukça yeni bir çalışma yöntemidir. Mutlak dinlenme sürelerini içermez. [30, 31, 32, 33].

Yüksek Yoğunluklu Fonksiyonel Antrenman Modeli (HIFT), fonksiyonel hareketleri, bireyin farklı yetenekleri ile ilgili yüksek yoğunluklu gerçekleştirilen, genel kardiyovasküler dayanıklılık, güç, kuvvet, çeviklik, esneklik, vb. parametreleri geliştirmek

için tasarlanmış bir egzersiz yöntemidir. Son yirmi yılda katlanarak büyüyen bir fitness trendi olarak önemli sayıda katılımcı çekmeye devam ediyor [27, 30, 31, 32].

Yüksek yoğunluklu aralıklı antrenman (HIIT), dinlenme süreleri veya toparlanma için düşük yoğunluklu egzersiz ile organize edilmiş, nispeten kısa süreli kuvvetli egzersizler ile planlanan bir egzersiz programını ifade etmektedir. HIIT öncelikle bir koşu bandında koşmak ve bir bisiklet ergometresinde pedal sürmek gibi aerobik egzersiz kullanılarak uygulanmaktadır [21, 40]. Her ne kadar bu tür bir eğitim programı sporcular arasında kullanılmış olsa da 20. yüzyılın sonlarından bu yana, fitness yapan bireyler arasında artan bir ivme kazanmış ve 2018'de “En iyi 10 Fitness Trendi” olarak seçilmiştir [20, 34].

Son on yılda, HIIT programlarının etkililiğini değerlendiren çalışmalar metabolik ve kardiyorespiratuar adaptasyonlarda iyileşme göstermiştir [20]. Ek olarak, Burgomaster ve ark. (2008), iki haftalık bir süre boyunca yalnızca 6 haftalık HIIT seansından sonra, tükenme zamanında önemli gelişmeler olduğunu göstermiştir. Karbonhidrat metabolizmasındaki değişiklikler gibi “periferik” adaptasyonların ve kaslardaki enzimatik aktivitenin bu değişikliklerden sorumlu olabileceği öne sürülmüş, maksimum oksijen tüketiminde (VO₂max) bir artış olmadan gerçekleştirildiği için de dikkat çekmiştir [35, 36].

Bazı araştırmacılar HIIT'in yararlarını doğrulamış olsalar da, yüksek yoğunluklu fonksiyonel eğitim (HIFT) olarak bilinen nispeten yeni bir antrenman yönteminin etkileri hakkında daha az şey bilinmektedir. HIFT, hem aerobik hem de kas güçlendirme egzersizleri ile fonksiyonel, çok eklemlili hareketleri içermektedir [28, 37].

HIFT, herhangi bir fitness seviyesine göre değiştirilebilir ve tekrarlayan aerobik egzersizlerden daha fazla kas artışına neden olur, böylece kardiyovasküler dayanıklılığı, gücü ve esnekliği artırır [20, 21, 31].

HIFT yöntemini kullanan çalışmaların çoğu, zaman içinde “artan çalışma kapasitesi” kavramına dayanan bir CrossFit eğitim şablonu kullanmıştır. Mono-yapısal (örneğin, koşu, kürek çekme, vb.) dahil olmak üzere çeşitli egzersiz şekillerini kullanırken, vücut ağırlığı hareketlerinin yanı sıra (örneğin, squad, şnav vb.), halter çalışmalarını da (örneğin, koparma, omuz presi, deadlift, vb.) uygulamıştır [28, 31, 38].

Son zamanlarda, bazı araştırmacılar, birkaç haftalık çalışmadan sonra HIFT tabanlı programların etkilerini incelemiş, kemik mineral içeriğindeki artışların yanı sıra (~1%) , 16 haftalık yükselmelerden sonra maksimum oksijen tüketiminde (~%12), vücut yağındaki azalmalarda (~% 8) önemli gelişmeler olduğunu göstermişlerdir [28, 31, 39].

Buna ek olarak, araştırmacılar, çalışmalar sırasında çalışmalarını yapan sporcuların yüksek seviyede zevk aldıklarını belirtmişlerdir. Sıkılmadan yapılan egzersizlerin de performansı olumlu yönde etkilediği görülmüştür. HIFT programlarına katılan bireylerin, daha geleneksel kuvvet antrenmanı programlarına katılanlardan daha büyük bir oranda, egzersiz çalışmasına başlamayı ve devamlılığı kolaylaştırdığı da gözlenmiştir. Bu nedenle, HIFT'in tanımını, (bireyin yeteneğine göre) yüksek yoğunlukta gerçekleştirilen ve genel fiziksel uygunluk parametrelerini iyileştirmek için tasarlanmış çeşitli fonksiyonel hareketleri içeren bir eğitim stili (veya programı) olarak (örn., kardiyovasküler dayanıklılık, güç, vücut kompozisyonu, esneklik vb.), performansı (örn. Çeviklik, hız, güç, kuvvet vb.) artırıcı bir antrenman modeli olarak tanımlayabiliriz [28, 40, 41].

Bu alandaki sınırlı araştırmalar göz önüne alındığında, uygulanan bu yöntemlerle elit sporculara sağlayacağı katkılar ve yeni antrenman yöntemleriyle başarı kazanmalarını sağlamak olacaktır. Böylece dünyanın dört bir yanındaki araştırmacılar, antrenörler ve sporcular aynı eğitim metodlarına eşit olarak ulaşabilir, başvurabilir ve HIFT anlayışımızı incelemeye ve genişletmeye devam edebilir.

Çalışma konusuyla ilgili çeşitli literatür incelemeleri mevcut olsa da, bilindiği kadarıyla, bir HIIT ve HIFT programının nelerden oluşurması gerektiğine, bu çalışmaların karşılaştırılarak bir veri ortaya koymak ile ilgili bir çalışma olmamasıdır. Bugüne kadar, araştırmacılar bunu tanımlamak için çeşitli terimler kullanmışlardır. Antrenman türü (örneğin, yüksek yoğunluklu güç eğitimi, çok modlu yüksek yoğunluklu eğitim, fonksiyonel yüksek yoğunluklu eğitim, vb.). Bu nedenle, eğitim modalitesi bilimsel olgulara ilgi duymaya devam ettikçe, bu eğitim programlarının gelecekteki çalışmalarda etkinliğini, güvenilirliğini ve uzun vadeli etkilerini, sporcuların üzerindeki potansiyel etkileri göz önünde bulundurarak daha iyi değerlendirmek ve karşılaştırmak mümkün olabilecektir.

Problem durumu / konunun tanımı

Araştırma Problemi 1:

HIIT ve HIFT antrenman yöntemlerinin toparlanma kapasitesi açısından aralarında fark var mıdır?

Hipotez:

HIIT antrenman yöntemi toparlanma kapasitesi açısından HIFT antrenman yönteminden daha etkilidir.

Alt problem 1:

HIIT ve HIFT antrenman yöntemlerinin yüklenme sonunda KAH değerleri açısından aralarında fark var mıdır?

Hipotez:

HIIT antrenman yöntemi yüklenme sonunda KAH değerleri açısından HIFT antrenman yönteminden daha etkilidir.

Alt problem 2:

HIIT ve HIFT antrenman yöntemlerinin yüklenme sonunda Kan Laktat değerleri açısından aralarında fark var mıdır?

Hipotez:

HIIT antrenman yöntemi yüklenme sonunda Kan Laktat değerleri açısından HIFT antrenman yönteminden daha etkilidir.

Araştırma Problemi 2:

HIIT ve HIFT antrenman yöntemlerinin anaerobik kapasite açısından aralarında fark var mıdır?

Hipotez:

HIIT antrenman yöntemi anaerobik kapasitesi açısından HIFT antrenman yönteminden daha etkilidir.

Alt problem 1:

HIIT ve HIFT antrenman yöntemlerinin Relatif Zirve Güç açısından aralarında fark var mıdır?

Hipotez:

HIIT antrenman yöntemi yüklenme sonunda Relatif Zirve Güç açısından HIFT antrenman yönteminden daha etkilidir.

Alt problem 2:

HIIT ve HIFT antrenman yöntemlerinin yüklenme sonunda Ortalama Güç açısından aralarında fark var mıdır?

Hipotez:

HIIT antrenman yöntemi yüklenme sonunda Ortalama Güç açısından HIFT antrenman yönteminden daha etkilidir.

Alt problem 3:

HIIT ve HIFT antrenman yöntemlerinin yüklenme sonunda Minimum Güç açısından aralarında fark var mıdır?

Hipotez:

HIIT antrenman yöntemi yüklenme sonunda Minimum Güç açısından HIFT antrenman yönteminden daha etkilidir.

Alt problem 4:

HIIT ve HIFT antrenman yöntemlerinin yüklenme sonunda Yorgunluk indeksi açısından aralarında fark var mıdır?

Hipotez:

HIIT antrenman yöntemi yüklenme sonunda Yorgunluk İndeksi açısından HIFT antrenman yönteminden daha etkilidir.

Araştırmanın amacı

Bu araştırmanın amacı, 8 hafta boyunca Elit Muaythai sporcularında Yüksek Yoğunluklu İnterval Antrenmanın (HIIT) ve Yüksek Yoğunluklu Fonksiyonel Antrenmanın (HIFT) Anaerobik Güç ve Toparlanma Kapasitelerinin farklılıklarının incelenmesidir.

Araştırmanın önemi

Genel olarak düzenli fiziksel aktivitenin fiziksel ve zihinsel sağlığı olumlu yönde etkilediği bilinmektedir [1, 42]. Bununla birlikte çoğu birey, henüz fiziksel aktiviteyi düzenli bir davranış olarak benimsememiştir.

Yüksek şiddetli antrenman programları son yıllarda büyük ilgi görmekte ve birçok çalışmada fiziksel performansı ve sağlıkla ilişkili parametreleri iyileştirdiği gösterilmektedir. Bu antrenman yöntemleri, kısa sürede aerobik ve anaerobik kapasiteleri geliştirebilirken aynı zamanda obezite, kardiyovasküler hastalıklar, Tip 2 diyabet gibi hastalıklarla ilişkili mortalite riskini azaltmaya yardımcı olabilir. Yüksek şiddetli antrenmanların düzenli uygulanması yaşam kalitesinde artış sağlayabilir [20, 21, 26].

Örneğin, Akgül ve ark. (2016) tarafından yapılan bir çalışmada, 2 hafta süren ve toplamda 6 seans yüksek yoğunluklu interval antrenmanları uygulanmıştır. Bu çalışmada, aerobik göstergelerde (VO₂maks, VO₂pik) ve tükenme zamanında anlamlı iyileşmeler saptanmıştır. Bu tür antrenman programları aynı zamanda enerji harcamasını artırarak vücut kompozisyonunu düzenleyebilir ve kilo kontrolünde yardımcı olabilir [79].

Ancak, her bireyin antrenman programlarına verdiği fizyolojik cevaplar farklı olabilir ve antrenman programının etkileri kişiden kişiye değişebilir. Bireylerin sağlık durumları, antrenman geçmişi, yaş, cinsiyet ve genetik faktörler gibi birçok değişken, antrenman programının etkilerini etkileyebilir. Bu nedenle, bireysel ihtiyaçlar ve hedefler dikkate alınarak uygun bir antrenman programının belirlenmesi önemlidir.

Diğer taraftan, Yüksek Yoğunluklu Aralıklı Antrenmanı (HIIT), fonksiyonel antrenmanla birleştiren Yüksek Yoğunluklu Fonksiyonel Antrenman (HIFT) anlamına gelir. Bu, tüm fitness seviyeleri için değiştirebileceğiniz çok eklemli fonksiyonel hareketleri en çok vurgulayan egzersiz programı türüdür. Kasları diğer geleneksel egzersiz türlerinden, özellikle tekrarlayan aerobik kullananlardan çok daha fazla kullanır [28, 50].

Teori, bu programın esneklik, güç ve kardiyovasküler dayanıklılık açısından genel fiziksel uygunluğu geliştireceğidir. Güç, hız ve çeviklik de dahil olmak üzere, artan performansa yol açması beklenir. Bu hem fonksiyonel egzersizleri, hem de antrenmanın süresini sürekli olarak değiştiren oldukça yeni bir çalışma yöntemidir. Mutlak dinlenme sürelerini içermez [51, 52]. Bunun nedeni, halter türevleri deadlift, omuz presi vb. birden fazla egzersiz türünü birleştirirken yeteneklerin belirli bir süre boyunca artırma kavramına dayanmasıdır. Temel olarak, bu eğitim programının amacı, şnav, kürek çekme, koşma vb. vücut ağırlığı ile yapılan hareketleri yüksek bir yoğunluk seviyesinde gerçekleştirilen farklı fonksiyonel hareketleri kullanarak genel fiziksel zindeliği ve performansı geliştirmektir [53, 54].

Bu koşullarda, belirli bir süre uygulanacak HIIT ve HIFT egzersiz yönteminin, özellikle elit sporcularda uygulanışının, anaerobik kapasitenin gelişimi, toparlanmaya ve diğer fiziksel faktörlerin gelişimine sağlayacağı katkının belirlenmesi amaçlanmaktadır [55, 56].

Varsayımlar / Sayıtlar

1. Katılımcıların çalışmada 8 haftalık çalışma programına uydukları,
2. Katılımcıların 8 haftalık çalışma süresi boyunca başka antrenman programı yapmadıkları,
3. Katılımcılar 8 haftalık egzersiz protokolünü uygulandıktan sonra, test protokolünde maksimal düzeyde efor ortaya koydukları varsayılmaktadır.

Sınırlılıklar

1. Araştırmanın örneklemini Muaythai Milli Takımında yer alan toplam elit 30 erkek sporcu ile sınırlandırılmıştır.
2. Bu araştırma kapsamında araştırılan veriler, anaerobik kapasite, toparlanma düzeyleri ve antropometrik değerler ile sınırlandırılmıştır.

3. Araştırma kapsamında yapılan testler her bir sporcu için; 8 haftalık programa başlamadan önce yapılan testler ve alınan kan örnekleri test öncesi dinlenik, testten hemen sonra, 1dk sonra, 3dk, 5dk, ve 7dk sonrası olmak üzere 6 defa ve 8 haftalık çalışma sonrası yapılan testler ve alınan kan örnekleri test öncesi dinlenik, testten hemen sonra, 1dk sonra, 3dk, 5dk, ve 7dk sonrası olmak üzere 6 defa, toplamda 12 ölçüm yapılmıştır.
4. Bu araştırmanın egzersiz protokolü, wingate anaerobik test protokolü ile sınırlandırılmıştır.

Tanımlar

Anaerobik Güç: Yüksek yoğunluklu ve kısa süreli egzersizlerde kasların hızlı bir şekilde enerji üretme yeteneğini ifade eder. Bu enerji üretimi, anaerobik enerji sistemleri aracılığıyla oksijen kullanılmadan gerçekleşir. Anaerobik güç, hızlı ve yoğun kasılmaları gerektiren aktivitelerde önemli bir rol oynar. Anaerobik gücü artırmak için yapılan antrenmanlar genellikle kısa süreli ve yüksek yoğunluklu setlerden oluşur. Bu antrenmanlar, kasların maksimum güç çıkışını artırmaya, kas kütlesini ve kas liflerinin büyüklüğünü geliştirmeye ve kasların enerji üretim kapasitesini artırmaya yardımcı olur [57, 58, 59].

Yüksek Yoğunluklu Direnç Antrenmanı: Ağırlık kaldırma egzersizleri, kettlebell çalışmaları, vücut ağırlığı ile yapılan egzersizler gibi direnç antrenmanları, kas gücünü ve anaerobik gücü artırmak için etkili yöntemlerdir. Kısa süreli, yoğun setler ve düşük tekrar sayılarıyla çalışma prensibi üzerine odaklanılır.

İnterval antrenmanlar: Kısa süreli yüksek yoğunluklu çalışma periyotları ile aktif dinlenme veya düşük yoğunluklu çalışma periyotlarının dönüşümlü olarak uygulandığı interval antrenmanlar, anaerobik gücü ve dayanıklılığı artırmada etkilidir. Örneğin, sprintler, kettlebell swingler veya yoğun kuvvet antrenmanları ile interval antrenmanları yapılabilir.

Kuvvet ve patlayıcılık kombinasyonu: Kuvvet antrenmanları ve patlayıcılık gerektiren egzersizlerin birleştirildiği antrenman programları, hem kas gücünü hem de hızlı kasılma yeteneğini geliştirmede etkilidir. Örneğin, ağırlık kaldırma egzersizlerine hızlı patlayıcı hareketlerin entegre edildiği bir program uygulanabilir [60, 61, 62, 78].

Toparlanma Kapasitesi: Vücudun egzersiz sonrası stresi atmak, iyileşme sürecine girmek ve performansını yeniden kazanmak için gereken yetenektir. Egzersiz sonrası toparlanma süreci, kasların ve sistemlerin yeniden yapılanması, enerji depolarının doldurulması, doku iyileşmesi ve hormon seviyelerinin dengeye gelmesi gibi bir dizi fizyolojik süreç içerir [64].

Anaerobik Kapasite: Anaerobik kapasite, vücudun oksijen kullanmadan enerji üretebilme yeteneğini ifade eder. Bu enerji üretimi, hızlı ve yoğun egzersizler sırasında kısa süreli olarak devreye giren enerji sistemleri aracılığıyla gerçekleşir. Anaerobik kapasite, anaerobik enerji sistemlerinin verimliliği ve enerji üretimindeki dayanıklılığı temsil eder. Anaerobik kapasite, anaerobik gücü, dayanıklılığı ve maksimal kısa süreli enerji çıkışını içerir. Bu, özellikle yüksek yoğunluklu egzersizlerde ve kısa süreli patlayıcı hareketlerde önemlidir. Anaerobik kapasite, kaslardaki laktik asit birikiminin artmasıyla ilişkilidir ve egzersiz yoğunluğuna ve süresine bağlı olarak değişebilir [70, 71, 72].

Muaythai: Muaythai, Tayland kökenli bir dövüş sanatı ve spordur. Diğer adıyla "Tay boks" olarak da bilinir. Muaythai, el, ayak, diz ve dirsek gibi vücut parçalarının kullanıldığı bir dövüş disiplini. Teknikler arasında yumruk, tekme, dirsek ve diz atışları, klinç (sarılma), atış ve itiş teknikleri bulunur. Muaythai, hem bir dövüş sanatı hem de bir rekabet sporu olarak popülerlik kazanmıştır. Geleneksel olarak, Muaythai dövüşçüleri "nak muay" olarak adlandırılır ve dövüşçüler, tekniklerini, dayanıklılıklarını ve stratejilerini geliştirmek için yoğun bir antrenman programı izlerler [75].

Yüksek Yoğunlukta Aralıklı Antrenman (HIIT): Yüksek Yoğunlukta Aralıklı Antrenman (HIIT), yoğun egzersiz periyotları ile kısa dinlenme veya düşük yoğunluklu egzersiz periyotları arasında döngülerin kullanıldığı bir antrenman yöntemidir. Bu antrenman yöntemi, kısa süreli, yüksek yoğunluklu egzersizlerle kalp atış hızını yükselterek aerobik ve anaerobik enerji sistemlerini aynı anda çalıştırmayı hedefler [20].

Yüksek Yoğunlukta Fonksiyonel Antrenman (HIFT): Yüksek Yoğunlukta Fonksiyonel Antrenman (HIFT), farklı egzersiz modalitelerini ve hareket desenlerini birleştirerek çok eklemlili hareketleri vurgulayan bir antrenman yöntemidir. HIFT, fonksiyonel zindelik, kuvvet antrenmanı ve Olimpik kaldırma prensiplerini bir araya getirerek bütünsel bir antrenman deneyimi sunar [28].

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Aralıklı (Interval) Antrenmanın Tanımı ve Özellikleri

Antrenman, spor performansını artırmak için egzersize sistematik ve düzenli katılım olarak tanımlanabilir. Performans, özellikle harekete dayalı sporlar için (bir noktadan diğerine geçme eylemi), bir mesafeyi (5000 metrenin üzerinde 14 dakika bir performanstır) veya bir sürede bir mesafeyi (bir saatlik koşuda 21 km) kapsayan bir süre olabilir. Hız-zaman ilişkisini dikkate alırsak, eğitimin amacı eğriyi sağa kaydırmaktır; Aynı mesafeyi daha hızlı koşabilmek veya belirli bir hızda daha uzun süre koşabilmektir. Aralıklı antrenman, belirli bir süre boyunca yüksek yoğunluklu egzersizleri belirli sürelerle düzenli aralıklarla tekrarlayarak gerçekleştirilen bir antrenman yöntemidir. Genellikle, yüksek yoğunluklu çalışma süresi kısa tutulurken, dinlenme veya düşük yoğunluklu çalışma süresi daha uzun olur. Bu döngü tekrarlanarak antrenman tamamlanır [154].

Aralıklı antrenmanın özellikleri şunları içerir:

1. Yüksek Yoğunluk: Aralıklı antrenman, kısa süreli yoğun egzersizlerle karakterizedir. Bu egzersizler, maksimum çaba gerektirir ve kalp hızını ve solunum hızını yükseltir.
2. Ara Dinlenme: Yoğun egzersiz periyotlarından sonra, dinlenme veya düşük yoğunluklu egzersiz periyotlarına geçilir. Bu süreler, vücudun toparlanmasını sağlar ve sonraki yoğun çalışmaya hazırlık yapar.
3. Esneklik: Aralıklı antrenman, farklı sporlara veya egzersizlere uyarlanabilir. Koşu, bisiklet, yüzme, atlama gibi birçok aktivite aralıklı antrenman için uygundur.
4. Kısa Süre: Aralıklı antrenman, genellikle toplam antrenman süresini kısaltır. Kısa ancak yoğun çalışma periyotlarından oluştuğu için zaman açısından verimli bir antrenman yöntemidir.
5. Kardiyovasküler Dayanıklılık: Aralıklı antrenman, kardiyovasküler dayanıklılığı artırır. Yoğun çalışma periyotları, kalp ve akciğer kapasitesini geliştirir ve aerobik performansı iyileştirir.
6. Yağ Yakımı: Aralıklı antrenman, yüksek yoğunluklu egzersizlerle birlikte daha fazla kalori yakımını teşvik eder. Aynı zamanda metabolizmanın hızını artırarak daha fazla yağ yakımına katkıda bulunur.

Aralıklı antrenman, spor performansını artırmak, kardiyovasküler dayanıklılığı geliştirmek, yağ yakımını teşvik etmek ve zaman açısından daha verimli bir antrenman yapmak isteyenler için etkili bir yöntemdir.

Bugüne kadar, spor bilimcileri çabalarının çoğunu, kabul edilen antrenman uygulamalarının neden gelişmiş bir performansla sonuçlandığını açıklamaya odakladılar. Laboratuvardan kaynaklanan ‘bilimsel atılımların’ çok daha az sıklıkta olması, kabul edilen eğitim uygulamalarında büyük değışiklikleri hızlandırdı. Spor bilimcileri genellikle kabul edilen antrenman uygulamalarının temelini oluşturan prensipleri ve bu uygulamaların neden gelişmiş performansa yol açtığını anlamak için çalışmalar yapmaktadır. Bu çalışmalar, fizyolojik yanıtları, enerji sistemlerini, kas adaptasyonlarını ve performans iyileştirmeyi etkileyen diğerk faktörleri araştırır. Bazı bilimsel atılımlar, egzersiz fizyolojisi, biyokimya ve kas biyolojisi gibi alanlarda gerçekleşmiştir. Örneğin, aerobik ve anaerobik enerji sistemlerinin çalışması, kas protein sentezi ve kas lifi tipi adaptasyonları gibi konularda yapılan araştırmalar, antrenman uygulamalarını yönlendiren bilgiler sağlamıştır. Ancak, laboratuvardan gelen bilimsel atılımların antrenman uygulamalarında hızla ve sıkça uygulanması bazen zaman alabilir. Bu, antrenman metodolojisi ve spor koçluğunda deneyimli kişilerin, yeni bilimsel bulguların uygulamaya geçirilmesi ve sporcuların performansını iyileştirmek için en uygun antrenman yöntemlerini belirleme sürecini içerir. Buna ek olarak, spor bilimcileri, performans artışına katkıda bulunan diğerk faktörleri de inceleyerek antrenman uygulamalarını geliştirmeye çalışır. Beslenme, uyku, psikoloji, iyileşme ve dinlenme gibi alanlar da performansı etkileyen unsurlar arasındadır ve bu konularda yapılan araştırmalar da antrenman uygulamalarını şekillendirmektedir. Kabul edilen antrenman uygulamalarının temelini oluşturan bilimsel prensipleri ve yeni keşifleri araştırarak sporcuların performansını iyileştirmeye yönelik çalışmalar yapmaktadır. Ancak, laboratuvardan gelen bilimsel bulguların uygulamaya geçmesi zaman alabilir ve deneyimli spor koçları ve uzmanlar tarafından yönlendirilen antrenman programları üzerinde çalışmalar devam etmektedir. Bununla birlikte, bilimsel araştırmalar, ‘aralıklı antrenman’ olarak adlandırılan yoğunluk, çalışma süresi ve dinlenme sürelerinin seçimine biraz ışık tutmuştur. Aralıklı antrenman, toparlanma periyotları (hafif egzersiz veya dinlenme) ile serpiştirilmiş, oldukça yüksek yoğunluklu egzersizin (maksimum laktat sabit durum hızına eşit veya daha yüksek) tekrarlanan kısa ila uzun nöbetlerini içerir [139, 155, 156].

Aralıklı antrenman, bilimsel literatürde ilk olarak Reindell ve Roskamm tarafından tanımlanmıştır. Daha sonra, Reindell ve arkadaşları tarafından yapılan bir çalışma ve 1950'lerde Olimpiyat şampiyonu Emil Zatopek tarafından popüler hale getirildi. Bu antrenman tekniği, orta ve uzun mesafe koşucuları tarafından kullanılarak, kendi özel rekabet hızlarına yakın hızlarda antrenman yapma amacıyla benimsendi [139, 155, 156].

Yüksek yoğunluklu çalışma periyotlarını daha düşük yoğunluklu dinlenme periyotlarıyla sırayla kombinleyen bir antrenman protokolüdür. Bu şekilde, atletler yüksek hız ve yoğunlukta çalışırken, dinlenme periyotlarında enerji toplayabilirler. Bu antrenman şekli, aerobik kapasiteyi artırmanın yanı sıra hız, dayanıklılık ve performansı geliştirmeye yardımcı olabilir. Aralıklı antrenmanın popüleritesi ve etkinliği, yıllar içinde artmış ve çeşitli spor dallarında kullanılmıştır. Bu antrenman yöntemi, kardiyo egzersizleri, koşu, bisiklet, yüzme ve diğer spor aktivitelerinde uygulanabilir. Ancak, her bireyin antrenman programını kendi ihtiyaçlarına ve yeteneklerine göre uyarlaması önemlidir. Aralıklı antrenmanın kökeni ve popülerleşmesi hakkında bahsettiğiniz bilgiler doğrudur. Aralıklı antrenman, ilk olarak Reindell ve Roskamm tarafından 1950'lerde tanımlanmış ve araştırılmıştır. Emil Zatopek, ünlü bir Çek atlet ve Olimpiyat şampiyonudur. Zatopek, kendi antrenmanlarında aralıklı antrenmanı kullanarak büyük başarılar elde etti ve bu teknikle tanınmıştır [157].

Aralıklı antrenman, belirli bir mesafede veya zaman diliminde, yüksek yoğunluklu çalışma periyotları ile düşük yoğunluklu veya dinlenme periyotlarının sırayla tekrarlandığı bir antrenman yöntemidir. Örneğin, koşu antrenmanında, yüksek hızda veya yüksek yoğunlukta bir süre koşulduktan sonra daha düşük hızda veya düşük yoğunlukta bir süre dinlenme veya yavaş koşu yapılır. Bu tekrarlar, belirli bir mesafede veya zaman diliminde tekrarlanır. Aralıklı antrenmanın temel amacı, yüksek yoğunluklu çalışma periyotlarıyla aerobik ve anaerobik enerji sistemlerini etkili bir şekilde kullanarak performansı artırmaktır. Bu antrenman yöntemi, aerobik kapasiteyi geliştirirken aynı zamanda hız, dayanıklılık ve laktat eşik gibi performans göstergelerini iyileştirmeye yardımcı olur [158].

Orta ve uzun mesafeli koşucular tarafından sıklıkla kullanılan bir antrenman yöntemidir. Ancak, zamanla diğer spor dallarında da popülerlik kazanmıştır ve farklı sporcular ve spor branşları arasında uyarlanmış versiyonları bulunmaktadır [159].

Bu antrenman yöntemi, farklı fitness seviyelerine ve hedeflere sahip bireyler için uyarlanabilir ve farklı protokoller ve süreler kullanılarak çeşitlendirilebilir. Ancak, etkili bir şekilde uygulanması için sporcuların fiziksel durumlarına ve hedeflerine uygun bir şekilde planlanması önemlidir. Aralıklı antrenmanın popülaritesi, performansı artırmak isteyen sporcular için daha etkili ve zevkli bir antrenman yöntemi olması ve bilimsel araştırmalarla desteklenen faydalarının ortaya çıkmasıyla artmıştır [82].

Gerçekten de, aralıklı antrenmanın çok uzun bir geleneği vardır. Genellikle kros koşusu (ve kayak), düz, yokuş yukarı ve yokuş aşağı koşu (kayak) eğitimine dahil edildi ve buna “doğal aralıklı antrenman” deniyordu. Bu tür aralıklı antrenmanlarda sporcular (örneğin İsveçli koşucu, Gunder Hägg, 1940'ın başlarında orta ve uzun mesafeli koşularda 15 bireysel dünya rekoru elde etti) genellikle hızlarını bir kronometre ile ölçüyorlardı. Sorun, bu eğitim programlarının bilimsel dergilerde yayınlanmamasıydı. 1950'lerde başarılı İsveçli kros kayakçılarına kalp atış hızı, oksijen alımı (VO₂) ve kan laktat seviyelerinin ölçümelerini içeren aralıklı antrenman uygulandı. O zamanlar, maksimum hızda kat edilmesi 4,0 dakika süren belirli bir mesafenin, 4 dakika 30 saniyeye kadar uzatılabileceği ve yine de oksijen taşıma sistemini çok daha az laktat birikimi olmadan maksimuma yükleyebileceği zaten biliniyordu. Bu aralıklar yorgunluktan önce birçok kez tekrarlanabilir. Fizyolojik verilerin bilimsel değerleri 2 yıl sonra yayınlandı. Örneğin, % 50 VO₂max'ta 3 dakika serpiştirilmiş artımlı bir testte belirlenen maksimum oksijen tüketimi, VO₂max ile ilişkili minimum hızın % 100'ünde 3 dakikalık bir aralıklı antrenman yapılırsa, Saltin ve ark. (1983) tarafından tanımlanan aralıklı antrenman aşağıdaki özelliklere sahip olacaktır [161] :

1. Yüksek yoğunluk: Aralıklı antrenman, yüksek yoğunluklu çalışma periyotları içerir. Sporcular, maksimum hızlarına yakın bir hızda veya yüksek yoğunlukta çalışırlar. Bu, kalp atış hızını, solunum hızını ve kaslardaki çalışma yoğunluğunu artırır. Yoğunluk, ortalama güç çıkışı olarak tanımlanır; Yukarıda açıklanan aralıklı antrenman için ortalama yoğunluk: $(100 + 50) / 2 = 75\% \text{ VO}_2\text{max}$ [maksimum oksijen alımının yaklaşık % 75'i (VO₂max)] eşittir.
2. Düşük yoğunluklu dinlenme: Yüksek yoğunluklu çalışmanın ardından, sporcular düşük yoğunluklu bir dinlenme periyodu yaparlar. Bu, kalp atış hızını ve solunum hızını düşürür ve kaslardaki yükü azaltır. Yüksek ve düşük egzersiz süresi için zaman oranı; Yukarıda açıklanan aralıklı antrenman için zaman oranı $3/3 = 1$ dir.

3. Fizyolojik adaptasyonlar: Aralıklı antrenman, vücudun fizyolojik sistemlerinde adaptasyonlara neden olur. Bu adaptasyonlar arasında kardiyovasküler dayanıklılığın artması, anaerobik kapasitenin gelişmesi, laktat toleransının artması ve enerji sistemlerinin etkin kullanımının iyileşmesi yer alır.
4. Tekrarlayan periyotlar: Aralıklı antrenman, yüksek yoğunluklu çalışma ve düşük yoğunluklu dinlenme periyotlarının tekrarlanmasını içerir. Bu tekrarlar, belirli bir mesafede veya zaman diliminde yapılır.
5. Genlik, farklı periyotların yoğunluğu (ağır veya toparlanma koşusu) arasındaki farkın ortalama hıza oranıdır; yukarıda açıklanan aralıklı antrenman için, ortalama hız % 75 VO2max olduğundan, genlik: $100-75 / 75 = \% 33$ dir.
6. Yüksek ve düşük hızlarda geçen süre ve mesafeler, Aralıklı antrenman programlarının hem anlık hem de uzun vadeli etkilerini ortaya koymak için, modern, teknolojik ilerleme, aralıklı koşu sırasında sporcuların fizyolojik tepkilerinin saha ölçümlerine izin veren cihazlarla sağlanmıştır.
7. Esneklik: Aralıklı antrenman, farklı fitness seviyelerine ve hedeflere sahip bireyler için uyarlanabilir. Antrenman protokolleri, sporcuların kapasitesine ve hedeflerine uygun olarak ayarlanabilir.
8. Etkili zaman yönetimi: Aralıklı antrenman, daha kısa süreli antrenman seanslarında yoğun çalışma sağladığından zamanı daha verimli kullanmaya yardımcı olur. Bu, sporcuların daha kısa sürede daha fazla çalışma yapmalarını sağlar.

Bu özellikler aralıklı antrenmanın etkili bir antrenman yöntemi olarak kabul edilmesini sağlamıştır. Sporcular, bu yöntemi performanslarını geliştirmek ve antrenman verimliliğini artırmak için kullanmaktadır [160].

Aerobik ve anaerobik kapasiteyi geliştirmek için kullanılan farklı aralıklı antrenman türleri Çizelge 2.1'de verilmiştir.

Çizelge 2.1. Bir yarışın belirli hızlarına, bu hızlardaki zaman sınırına ve “fizyolojik hızlara” göre farklı aralıklı antrenman türlerinin sınıflandırılması: maksimum oksijen alımındaki hız (VO_{2max}), kritik hız (yani hız-zaman sınırı ilişkisinin asimptotu) ve maksimum hızdaki hız laktatın kararlı hali

Intensity (% vVO_{2max})	Physiological and competition velocity	Time limit at this velocity (min)	Time spent at VO_{2max} (min)	Maximal blood lactate level (mmol/L)	Aerobic metabolism to energy (%)	Anaerobic interval training	Aerobic interval training
115-130	$v1000m$; $v800m$	3-2	2-1	15-18	75-65	-6×30 sec; R = 30 sec (rest); -60 sec, -45 sec, -30 sec, -45 sec, -60 sec; R = 5 min (rest)	-20×10 sec; R = 10 sec (rest)
105-115	$vmls$; $v1500m$	6-4	4-2	13-15	85-80	-6×1 min; R = 3 min (rest); $-3 \times 500m$ at $v1500m$; R = 3 min (rest)	-15×15 sec; R = 15 sec at 50% vVO_{2max}
100-105	vVO_{2max} ; $v3000m$	8-6	5-4	11-13	90-85	$-3 \times 1000m$ at $v3000m$; R = 3 min (rest)	-20×15 sec; R = 15 sec at 50% vVO_{2max}
95-100	$v5000m$	15-8	10-5	9-11	95-90	$-5 \times 1000m$ at $v5000m$; R = 3 min (rest)	-25×15 sec; R = 15 sec at 50% vVO_{2max} ; -6×3 min; R = 3 min 50% vVO_{2max}
90-95	$v10\ 000m$ and critical velocity	30-15	1-10	7-9	97.0		$3 \times 3000m$ at $v10\ 000m$; R = 3 min (rest)
85-90	Velocity for record of the hour	60-30	0	5-7	98.0		-2×20 min; R = 3 min at 70% vVO_{2max}
80-85	Maximal lactate steady state	80-60	0	3-5	99.0		-2×30 min; R = 3 min at 70% vVO_{2max}
75-80	Marathon velocity	150-80	0	3-3.5	99.9		$2 \times 15km$; R = 1km at 70% vVO_{2max}

R = recovery between series (i.e. set of several repetitions); vVO_{2max} = velocity at maximal oxygen uptake; vxm = average velocity over x metres.

2.1.1. Aralıklı antrenmanın öncüleri

Fizyologlar, Eğitimciler ve Koşucular 1910'da egzersiz sırasında VO_2 'yi ölçmek mümkündü, ancak hiçbir sporcu antrenmanı iyileştirmek için test edilmezdi. Bununla birlikte, 1912'de, 10 km Olimpiyat Şampiyonası koşucusu “Hannes Kolehmainen (Finlandiya)”, 10 km'lik temposunu belirlemede aralıklı antrenman yöntemini kullanmıştı. Her 1000 metrede (19 km / s) 3 dakika, 5 saniyede 5 ila 10 tekrar kullanarak antrenman yapmıştı. 80 yıl sonra 10 km'lik aralıklı antrenman 22,7 km/s hızla yapılır hale geldi.

Aralıklı antrenmanın kökenleri oldukça eskiye dayanmaktadır ve sporcular tarafından uzun yıllardır kullanılmaktadır. Hannes Kolehmainen'in 1912'de aralıklı antrenman yöntemini kullanarak performansını geliştirmesi, bu antrenman tekniğinin erken dönemde önemini gösteren bir örnek olarak kabul edilebilir [156].

Hannes Kolehmainen, Finlandiyalı bir koşucu ve atlettir. 1912 Stockholm Olimpiyatları'nda 10.000 metre koşuda altın madalya kazanarak ün kazanmıştır. Onun bu başarısında, aralıklı antrenmanı kullanarak performansını artırması büyük bir etkiye sahipti. Koşu hızının yüksek olduğu kısa periyotlarda çalışma yapması ve ardından kısa süreli dinlenme periyotlarına geçmesi, zaman içinde dayanıklılığını artırmasına ve yarış performansını iyileştirmesine yardımcı oldu. Kolehmainen'in bu antrenman yöntemi, daha sonraki yıllarda diğer atletler ve koşucular arasında da yaygınlaşmıştır. Aralıklı antrenman, zamanla bilimsel çalışmalarla desteklenerek sporcular arasında popülerliğini artırmış ve farklı spor dallarında kullanılan etkili bir antrenman yöntemi haline gelmiştir [156].

Günümüzde aralıklı antrenman, atletler, koşucular, bisikletçiler ve diğer sporcular arasında yaygın olarak kullanılan bir antrenman yöntemidir. Farklı fitness seviyelerine ve hedeflere sahip sporcular için uyarlanabilir olması, popüleritesini artıran önemli bir faktördür. Ayrıca, bilimsel çalışmalar, aralıklı antrenmanın performansı artırmada etkili olduğunu ve klasik kardiyo egzersizlerine göre daha verimli olduğunu göstermektedir. Bu nedenle, aralıklı antrenman, sporcular arasında performansı artırmak ve antrenman verimliliğini optimize etmek için tercih edilen bir yöntem olarak kalmaktadır [21].

Fin koşucu Paavo Nurmi'nin aralıklı antrenman yöntemini kullandığı bilinmektedir. Nurmi, 1920'ler ve 1930'larda büyük bir atletizm şampiyonuydu ve uzun mesafe koşularında birçok rekor kırmıştı. Onun antrenman programında, hızlı ve yüksek yoğunluklu aralıklar yer alıyordu. Paavo Nurmi, uzun mesafelerde yüksek hızlarda antrenman yaparak dayanıklılığını artırmıştır. Özellikle, yavaş tempolu uzun koşuların yanı sıra daha hızlı ve yoğun aralıklı koşuları da antrenman programına dahil etmiştir. Örneğin, ormanda yavaş bir koşu yaparken, belirli bir hızda (24 km/s) 60 saniyede 6 kez 400 metrelik aralıklı koşular yapmıştır. Bu tür aralıklı antrenmanlar, Nurmi'nin dayanıklılığını artırmasına ve yarış performansını iyileştirmesine yardımcı oldu. Yüksek yoğunluklu aralıklar, kalp atış hızını ve solunum hızını artırarak aerobik kapasiteyi geliştirdi ve daha yüksek hızlarda koşabilme yeteneğini artırdı. Nurmi'nin aralıklı antrenman yaklaşımı, o dönemde büyük bir yenilik olarak kabul edildi ve daha sonraki yıllarda diğer atletler ve koşucular tarafından da benimsendi. Onun başarıları ve antrenman metodolojisi, aralıklı antrenmanın etkinliği ve faydaları hakkında daha fazla farkındalık yaratmıştır.

Bugün aralıklı antrenman, birçok spor dalında performansı artırmak için kullanılan önemli bir antrenman yöntemidir. Nurmi'nin öncülüğünde geliştirilen ve popülerleşen aralıklı antrenman, spor biliminde ve antrenman uygulamalarında önemli bir rol oynamıştır.

İkinci Dünya Savaşı'ndan sonra, aralıklı antrenman, Avrupalı koşucular tarafından kullanılan yaygın bir antrenman yöntemi haline geldi. Emil Zatopek (Çekoslovakya, 1952'de 5000, 10.000 m ve Maraton yarışmalarında üçlü altın madalya), Gordon Pirie (İngiltere, 1960'ta 7 dakika 57 saniyede 3000m), Sigfried Hermann (Almanya, 1 dakika 48 saniyede 800m ve 3 dakika 40.9 saniyede 1500m) Toni Nett tarafından eğitildi, Roger Moens (Belçika) ve Vladimir Kutz (SSCB, 13 dakika 35.0 saniyede 5000m) aralıklı antrenmanı kullandılar [18].

Emil Zatopek, aralıklı antrenman yöntemini kullanarak büyük başarılarla imza atan ve ünlü hale gelen bir atlettir. Çekoslovakya doğumlu olan Zatopek, orta ve uzun mesafelerde önemli başarılar elde etmiş bir koşucuydu.

Zatopek, düşük genliklerde yani maksimum düzeyde periyodik hareketlerle çalışan bir aralıklı antrenman programına sahipti. Kritik hızda koşmak için düşük genliklerde kısa aralıklı antrenmanlar yapardı. Ettema'ya göre, 3 ila 10 km mesafelerde Zatopek'in kritik hızı, kişisel en iyi derecesinden hesaplanan VO₂max kan laktat sabit durumunda (muhtemelen) 400m veya daha düşük hızda 20 km/s veya 1 dakika 12 saniye yaklaşık % 85'e denk geliyordu. Zatopek, antrenman programında 100x400m'ye kadar tekrarları içeriyordu. Bu tekrarları, yoğun çalışma seviyesine yakın bir hızda gerçekleştirirken, 200 m'lik toparlanma koşullarıyla dağıtıyordu. Bu sayede yüksek yoğunluklu çalışmayı sürdürebilir ve daha fazla dayanıklılık geliştirebilirdi. Emil Zatopek'in aralıklı antrenman yöntemini kullanması, atletizm dünyasında devrim niteliğindeydi ve o dönemde büyük bir yenilik olarak kabul edildi. Zatopek'in performansı ve antrenman yöntemi, aralıklı antrenmanın etkinliği ve başarı üzerindeki etkisini gösteren önemli bir örnektir. Zatopek, kariyeri boyunca birçok başarı elde etti ve üç olimpiyat altın madalyası kazandı. Onun antrenman yöntemi ve hırslı çalışma disiplini, onu atletizm tarihinde unutulmaz kılan faktörler arasında yer almaktadır. Emil Zatopek, aralıklı antrenmanın potansiyelini ortaya koyan ve bu yöntemi yaygınlaştıran önemli bir öncüdür [6].

Toni Nett Reindell ve ark., Sigfried Hermann'ın 1500m (en iyi performans 3 dakika 40 saniye) için özel aralıklı antrenman programının: $4 \times (6 \times 200m)$, koşular arasında 50 ila 60 saniye ve seriler arasında 8 dakika dinlenme olacak şekilde yapılmalı. İlk seri daha yavaş (30 saniye, yani 1500 metrenin üzerindeki ortalama hızın % 98'inde 24 km / s) ve son seri daha hızlı (28 saniye, yani 1500 metrenin üzerindeki ortalama hızın % 105'i, son koşu 25 saniye içinde, yani 1500m'nin % 118'i) çalıştırılmalı. Aralıklı antrenmanın yoğunluğunu ve süresini seçmek için dünya rekorları için bile 300 metredeki tempo değişimine bakılırsa, yarışın hız aralığında antrenman yapmak uygun görünmektedir. Bu nedenle antrenörler her zaman yarışın gerekliliklerinden başlamış ve koşucunun en iyi performansına uygun değerleri seçmiştir. Bununla birlikte, bilim adamları bu aralıklı antrenman sırasında sporcunun fizyolojik tepkileri hakkında bilgi sağlayabilir ve aktif veya pasif duraklamanın etkisini belirleyebilirler [3].

Ne yazık ki laboratuvarında, koşu bandında bile çalışılan aralıklı antrenman, koşucuların en iyi performansına değil, VO₂max'a göre ayarlandı. Mesafe-zaman sınırının eğiminden 3.000 ila 10.000 m üzerindeki en iyi performanstan hesaplanan kritik hızın kullanılması, VO₂max gibi fizyolojik bir hız yerine performansı dikkate alarak aralıklı antrenmanı dizayn etmenin bir yolu olabilir [7].

Vladimir Kutz'un bir hafta boyunca yaptığı aralıklı antrenmanı (5.000 m'nin üzerindeki ortalama hız=22 km/s) inceleyerek, cimmastikle birleştirilmiş birçok seri uyguladığı sonucuna varabiliriz. Günümüzde koşucular bu kadar uzun bir program yapmak yerine günde iki kez antrenman yapıyorlar. Vladimir Kutz için tipik bir eğitim günü Çizelge 2.2'de sunulmuştur. Kutz parklarda veya ormanlarda aralıklı antrenmanı da uygulamıştır.

Çizelge 2.2. Vladimir Kutz tarafından kullanılan aralıklı antrenmanın, aynı antrenman periyodu içinde bile çok farklı mesafelerden ve hızlardan oluştuğunu gösterir çizelge

1.	30min of jogging
2.	8 × 100m of acceleration (14sec)
3.	Stretching
4.	20 × 200m in 28-29sec (118% of v5000m) with recovery trot
5.	4 × 400m (68sec, 96% of v5000m) with recovery trot
6.	15min of light running where the runner has to focus on flexible style
Recovery times were not specified	
On Friday the interval training programme was much more consecutive but it was added just before the stretching, 5 × 120-150m at maximal velocity and 20 × 400m (60-68sec)	
It provided:	
1.	30min of jogging
2.	5 × 120-150m at maximal velocity
3.	Stretching
4.	5 × 200m in 28-29sec (118% of v5000m) with recovery trot
5.	20 × 400m (60-80sec in 96-109% of v5000m) with recovery trot
6.	5 × 200m in 28-29sec (118% of v5000m) with recovery trot
7.	15min of light running where the runner has to focus on flexible style
8.	15min of stretching
v5000m = average velocity over 5000m.	

Ellili yıllarda, ilk 4 dakikalık milin altındaki Roger Bannister'ı eğiten Franz Stamfl, neredeyse tüm yıl boyunca haftada 5 gün olmak üzere çeşitli formlarda (aerobik, anaerobik; Çizelge 2.2) aralıklı antrenman yaptı. Sporcularının daha az mil koşmasını tercih etti, ancak haftada bir kez 60 ila 90 dakikalık Fartlek koşuları yapmalarına rağmen, miktardan ziyade iş kalitesinde ısrar etti [1]. Bununla birlikte, Fartlek koşuları aslında daha önce İsveçli antrenör Gösta Holmér tarafından 1930'larda icat edildi.

1960'lar :

Altmışlı yıllar, aralıklı antrenmanla ilgili ilk bilimsel çalışmaların yıllarıydı. 1960 Yılında, öncü İsveçli fizyolog Per Oløf Astrand kritik hız ile VO₂max (% 90 ila %95 VO₂max) arasında bir hızda uzun aralıklı antrenman geliştirdi (Çizelge 2.2). Bu 3 dakika, aradaki tam dinlenmeye rağmen, son tekrarlarında VO₂max'ın yaklaşık % 90 ila 92'sinde çalışır durumdaydı. Astrand ve diğ., tüm kardiyorespiratuar parametreler maksimumda

olduğundan, bunun VO₂max'ı iyileştirmek için en iyi aralıklı antrenman biçimlerinden biri olduğunu düşündü. Aynı araştırmacı grubundan Christensen ve ark. (2016), VO₂max'ın % 100'ünde önerilen çok kısa aralıklı antrenman koşusu, düşük kan laktat birikimi ile VO₂max'a ulaştığından, 10 saniyelik tam dinlenme ile 10 saniyelik koşular düzenlenmiş [172].

1960'lar, aralıklı antrenmanla ilgili ilk bilimsel çalışmaların yapıldığı dönemdir. Bu dönemde, öncü İsveçli fizyolog Per Oløf Astrand, kritik hız ile VO₂max arasında bir hızda uzun aralıklı antrenman geliştirmiştir. Bu antrenman programı, tam dinlenme süresi verilmesine rağmen son tekrarlarında VO₂max'ın yaklaşık % 90 ila 92'sinde çalışmayı sağlamaktadır.

Astrand ve ark (2003), bu antrenmanın kardiyorespiratuar parametrelerin maksimumda olduğu bir şekilde VO₂max'ı iyileştirmek için en etkili aralıklı antrenman yöntemlerinden biri olduğunu düşünmüşlerdir. Aynı dönemde, Astrand ve arkadaşlarından Christensen ve ark. (2016)'de VO₂max'ın % 100'ünde çalışmayı hedefleyen kısa aralıklı antrenmanlar üzerinde çalışmışlardır. Bu çalışmalarda, 10 saniyelik koşular ile 10 saniyelik tam dinlenme arasında düzenlemeler yapılmış ve düşük kan laktat birikimiyle birlikte VO₂max'a ulaşıldığı gözlemlenmiştir [162, 172].

Bu çalışmalar, aralıklı antrenmanın farklı form ve yoğunluklarda uygulanabileceğini ve kardiyovasküler performansı geliştirmek için etkili bir yöntem olduğunu göstermiştir. 1960'lar, aralıklı antrenmanın bilimsel temellerinin atıldığı ve bu antrenman yönteminin spor performansının geliştirilmesinde önemli bir rol oynadığı bir dönem olarak kabul edilmektedir [20].

1960 Yılında ilk çalışma, aralıklı antrenman sırasındaki metabolik yanıtı oldu. Özellikle 5 ila 30 saniyelik kısa sürelerle yapılan araştırmalar yayınlandı. VO₂'yi ölçmek için otomatik yöntemlerin bulunmaması göz önüne alındığında, elde edilen sonuçlar dikkate değerdi. Bir koşucunun (VO₂max = 5.6 L / dak, 67 ml / dak / kg olan bireysel BS), VO₂max'ın %100'ünde çok kısa aralıklı koşular (15 saniye) gerçekleştirdiğini bildirdiler. Tam dinlenme ile bu egzersizi 30 saniye sürdürdü. Kan laktat seviyesi (2.3 mmol / L) düşük olan dakikalar olarak tespit edildi.. Dahası, bu koşucu egzersizin sonunda VO₂max'a ulaştı. Daha kısa duraklamalar (10 saniye) kullanılarak BS, 18. dakikada VO₂max'ın % 95'ine

ulaştı ve son kan laktat seviyesi oldukça düşük (yani 5.6 mmol / L) olduğu gözlemlendi. Ancak pasif toparlanma nedeniyle bu değer VO₂max'ın %89 ila 95'i arasında dalgalandı. Daha kısa çalışma ve duraklamalarla (5 saniye, 5 saniye), bu kişi VO₂max'ın yalnızca % 81'ine ulaştı. Ancak çok kısa duraklama nedeniyle bu değer daha sabitti. Son kan laktat seviyesi, çok kısa aralıklı koşullar ve duraklamalarla (15 saniye, 15 saniye) görülene benzer (şekilde 2 mmol / L'nin (2.5 mmol / L) ancak biraz üzerindeydi [27].

1960'larda Astrand ve Christensen grubu tarafından metabolizma üzerindeki ani ve uzun vadeli etkileri inceleyen ilk çalışmalar yayınlandı. İlk çalışmada (10), aynı güç çıkışında (360 W ve güç çıkışının neredeyse % 98'i, yani pVO₂max) gerçekleştirilen aynı işi ancak farklı çalışma süreleriyle (30 saniye, 1, 2 ve 3 dakika) karşılaştırdılar. Bu ağır egzersizin sürekli zaman sınırı 9 dakikaya eşitti. Bisiklet egzersizi kısa çalışma ve dinlenme sürelerine bölündüğünde hem dolaşım hem de solunum üzerinde submaksimal bir yüke dönüştüğü (% 63 VO₂max, kan laktat seviyesi 2 mmol / L) ve dolayısıyla 1 saat boyunca iyi tolere edildiği bulundu. Daha uzun sürelerle (2 veya 3 dakikalık süre), iş çıktısı performansın üst sınırına yaklaştı ve yalnızca en yüksek zorlamayla (16,6 mmol/L kan laktatı ve % 100'de VO₂max) yerine getirilebildi. Pratik bir bakış açısından yazarlar, örneğin 2 veya 3 dakika gibi daha uzun süreler seçerek, kardiyorespiratuar fonksiyon üzerinde daha yüksek bir antrenman etkisi elde edilebileceğini vurguladılar. Ayrıca, kısa çalışma ve dinlenme dönemlerinde düşük laktik asit değerlerini açıklamak için miyoglobinin, kısa süreli ağır kas çalışması sırasında oksijen deposu olarak işlev görmesi önerildi [162, 172].

Aynı ciltte yayınlanan başka bir makalede, aynı grup miyoglobinin, solunum ve dolaşım gerçek oksijen ihtiyacına karşılık gelen değerlere ulaşmadan önce çalışmanın ilk aşamasında kullanılan bir oksijen deposunu temsil edeceğini varsaydı. Bu oksijen deposunun 0,43 lt'ye eşit olduğu hesaplandı. Bu, 2 dakikalık bir topyekün egzersizde elde edilen maksimum birikmiş oksijen açığının yaklaşık % 10'unu temsil etmekteydi. Bu araştırmacılar ayrıca pVO₂max'taki all-out egzersizindeki oksijen kinetiğini de tanımladılar (zaman sınırı: 9 dakika). Oksijen artışının zaman seyrinin iş çıktısına ve bireyin uygunluğuna bağlı olduğunu ve eğitilmiş bireyin zihinsel durumundaki değişikliklere son derece dirençli olduğunu vurguladılar. 4 Dakika içinde (bu birey için ve bu çalışma hızında) sporcunun VO₂max'a ulaştığına dikkat çektiler. Amaç aralıklı antrenman süresini seçmek olduğunda bu gerçek önem kazanmaktadır. Gerçekten de, bu

çalışma oranındaki zamanın yaklaşık % 50'sinin VO₂max'a ulaşması gerekir. Amaç, ilk tekrarda VO₂max'ı ortaya çıkarmaksa, sürenin, zaman sınırının en az % 50'sine eşit olmalıdır [161].

Astrand ve Saltin'in çalışmaları, yüksek çalışma hızında oksijenin kinetiğindeki hızlanma nedeniyle, 2 ila 8 dakika süren egzersizlerde VO₂max'a ulaşılacağını ve bu seviyenin sürdürülebileceğini göstermiştir. Bu süre, VO₂max'a ulaşmanın yaklaşık yarısı kadar bir zaman dilimini temsil etmektedir. Özellikle, oksijen zirvesine ulaşmanın ısınma sürecinden sonra genellikle 1 dakika içinde gerçekleşebileceği belirtilmiştir. Bu bulgu, yüksek yoğunluklu interval antrenmanların etkinliğini ve VO₂max'a hızlı bir şekilde ulaşma potansiyelini göstermektedir. Interval antrenmanlar, kısa süreli yüksek yoğunluklu çalışma periyotlarını daha düşük yoğunluklu dinlenme periyotlarıyla sırayla kombinleyerek yapılan antrenmanlardır. Bu tür antrenmanlar, aerobik kapasiteyi artırmak ve performansı geliştirmek için kullanılan etkili bir yöntemdir. 10 yıldan fazla bir süre sonra, aynı ekip, pVO₂max'ın yaklaşık % 120'sinde 1 dakikalık egzersizin 5 tekrarının her birinden sonra kan değerlerini aldılar ve ardından 5 dakika dinlendirildi. Kreatin fosfat (CP) her tekrardan sonra kademeli olarak tükendi ve kas laktat seviyesi ilk çalışma döneminde en yüksek değerine (23 mmol / L / kg ıslak kas) ulaştı. Kan laktat seviyelerinin yükselmesi daha fazla zaman aldı, ancak üçüncü tekrarla 20 mmol / L'ye ulaştı (15). Hermansen, daha önce aynı tür aralıklı antrenmanı kullanarak çok yüksek seviyelerde kan laktatı (30 mmol / L) bildirmişti [162].

Altmışlı yılların sonunda, Amerikan çalışma grubu Fox ve ark. (1999), askeri bağlamda aralıklı eğitime odaklandı. Aynı hızda sürekli ve aralıklı çalışma sırasında metabolik enerji kaynaklarını karşılaştırdılar. Dahası, bir toparlanma çalışması (VO₂max'ın %60'ı) veya pasif tam dinlenme için fizyolojik yanıtı karşılaştırdılar. Antrenörlerin, aralıklı antrenman yöntemini kullanarak yüksek eğitimli sporcuların performansını arttırmayı başardıklarını vurguladılar. Bu araştırmacılar bunu daha yavaş laktik asit birikimi ve dolayısıyla yorgunluğun başlamasında gecikme olduğu gerçeğiyle açıkladılar. Bu, sporcunun çok yüksek yoğunluklarda büyük miktarlarda iş (mesafe) gerçekleştirmesini sağlayan fosfajen rezervlerinin bir kısmının yenilenmesi ve ardından yeniden kullanılmasından kaynaklanır sonucunu ortaya koydular. Bununla birlikte, bu araştırmacılar, fosfokreatin rezervlerini eski haline getirebilmek için antrenörlere çalışma aralıklarını koşturmak yerine dinlenme ile değiştirmelerini tavsiye etti. VO₂max'ta harcanan süreyi kontrol etmediler, sadece Tim

Noakes'in eğitim konseptini destekleyen yüksek yoğunlukta yapılan çalışmaları kontrol ettiler [163].

Ancak Jack Daniels'ın aksine, Aynı dönemde, Yeni Zelandalı antrenör Arthur Lydiard (1960'ta çift altın madalya sahibi Peter Snell'i eğiten), VO2max'ın %100'ünde çalışan çok kısa bir aralıklı antrenman yöntemi geliştirdi. VO2max'ın %100'ünde yapılan bu kısa aralıklı antrenmanın süresi, VO2max'ın % 30 ila 40'ında aynı süreli duraklamalarla 10 ila 15 saniyelik koşulardı. Çalışmada, aktif duraklamalarla % 100 VO2max'ta yapılan bu kısa aralıklı antrenman prosedürünün koşucunun VO2max'ta çok uzun süre kalmasına izin verdiğini gösterdi. Gerçekten de, bu son zamanlarda taşınabilir bir gaz değişim analizörü (K4b2, Cosmed, İtalya) kullanılarak gösterilmiştir. Bu kısa aralıklı antrenmana ek olarak, Lydiard'ın sporcuları (orta mesafe koşucuları bile) Kenyalıların bugün yaptığı gibi düzenli olarak 2 saatlik (haftada 100 mil) antrenman koşuları yaptılar [165].

Altmışlı yıllarda Wasserman ve McIlroy, (1964) patolojik bir tanı aracı olarak anaerobik eşik kavramını icat etti. Bununla birlikte, bu kavram antrenman hızını tanımlamak için kullanılmamıştır. Bu hız aralığındaki eğitim bir Fartlek biçimi olarak yapılmıştır. 1967'de İsveçli fizyologlar Bengt Saltin ve Per Oløf Astrand, 3000m (7 dakika 39 saniye) dünya rekoru sahibi Kip Keino da dahil olmak üzere sporcular için VO2max hakkında yeni veri yayınladı. Bir koşucu için kaydedilen en yüksek değeri (82 ml / dak / kg), 1937'de Robinson ve arkadaşları tarafından bildirilenden daha yüksek olmadığını bildirdiler. 2 mil dünya rekoru sahibi için, VO2max'ı 81 ml / dak / kg olan Donald Lash, düz koşu bandında VO2max değeri (21,6 km / s) yapılan çalışmalar dikkate alındığında, bu veriler muhtemelen fazla tahmin edilmemişti. 1955'te Astrand daha yüksek değerleri Kros kayakçılarında buldu ve yayınladı. Bununla birlikte, bu prestijli makalelere rağmen, antrenman tavsiyesi amacıyla rutin olarak hiçbir VO2max değeri ölçülmedi [165].

1970'ler ve 1980'ler :

1970'ler ve 1980'ler, aralıklı antrenmanın uygulanmasında önemli gelişmelerin yaşandığı dönemlerdir. Bu dönemde sporcularda VO2max (maksimum oksijen tüketimi) sistematik olarak ölçülmeye başlanmış ve laktat eşiği de dikkate alınmaya başlanmıştır. Doğu Alman fizyologlar, Alois Mader gibi araştırmacılar, sabit bir hızda 5 dakika boyunca yapılan testlerle 4 mmol/lit kan laktat eşiğini belirlemişlerdir [164, 165].

1980'lerde, ünlü koşucu Sebastian Coe (800 ila 1500m) gibi birçok başarılı atlet, aralıklı antrenman yöntemlerinden ilham alarak eğitilmiştir. Coe, aerobik ve anaerobik antrenmanların yanı sıra güç ve kuvvet geliştirmek için aralıklı antrenmanı kullanmıştır. Aynı dönemde, uzun ve orta mesafe koşucusu Said Aouita gibi Kuzey Afrikalı atletler farklı hızlarda aralıklı antrenmanları tercih etmişlerdir. Örneğin, maksimum laktat sabit durum hızından 5000 metreye (VO_{2max} 'ın %94'ü) ve ardından aynı antrenman periyodunda (3000 ila 200m arasında değişen mesafelerde) 1500 metreye kadar hızlarda koşmuşlardır. Bu dönemde antrenörler, belirli hızları kullanarak aralıklı antrenmanlarını düzenlemişlerdir. Örneğin, Daniels ve diğerleri, VO_{2max} parametresini, artan bir hızla yapılan bir koşu bandı testi ile belirlenen VO_{2max} ile ilişkili hız olarak tanımlamışlardır. Ayrıca, bu çalışmalar, VO_{2max} 'ın 3000 metrenin üzerinde sürdürülen ortalama hıza yakın olduğunu göstermiştir [164, 165].

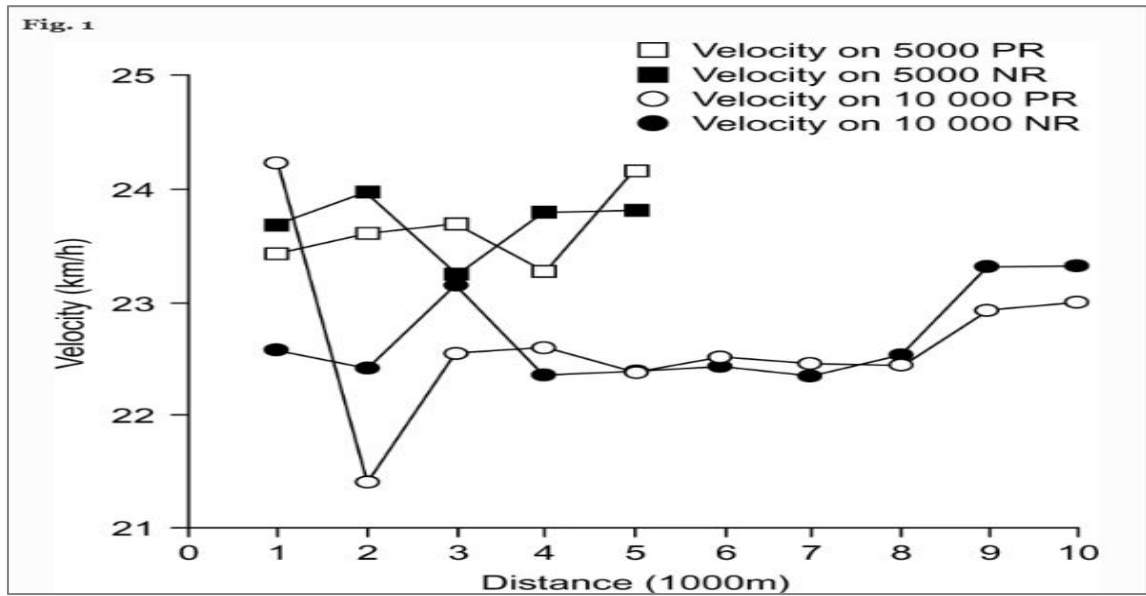
Bu dönemde yapılan çalışmalar ve uygulamalar, aralıklı antrenmanın farklı hızlarda ve mesafelerde uygulanabileceğini ve performans geliştirmede etkili bir yöntem olduğunu ortaya koymuştur. Sporcuların fizyolojik belirteçleri dikkate alarak antrenmanlarını düzenlemeleri ve hedeflenen performans seviyelerine uygun hızları belirlemeleri önemli hale gelmiştir.

Seksenlerin başında Daniels ve ark., VO_{2max} ile ilişkili hız kavramını, Prampero, Léger ve Boucher'ın Montreal pist testi, bir kişinin VO_{2max} (ortalama enerji üretimi ile) maksimum aerobik hız tahminine sahip olmasına izin verdi ve testte VO_{2max} 'ı ortaya çıkaran minimum hızı sağladı [166].

Ancak Karlsson ve arkadaşlarının 1967'deki çalışması, koşucuların 4 dakikalık bir sürede hızlarını %80'e (yaklaşık 3 km/s) düşürebileceklerini ve bu durumda oksijen tüketimlerinin azalmadan devam edebileceğini göstermiştir. Bu çalışma, kararlı durum hız koşulunda VO_{2max} 'ı ortaya çıkaran minimum hızın, VO_{2max} 'ın altında olduğunu ve maksimum laktat sabit durumundaki hız ile orta aralıktaki hız arasında kritik bir hızın bulunduğunu göstermiştir. Bu kritik hız, VO_{2max} seviyesinin hemen üzerinde ayarlanır. Bu bulgular, aerobik kapasiteyi artırmak için antrenman programları oluştururken farklı hız ve yoğunluk seviyelerinin kullanılmasının önemini vurgulamaktadır. Özellikle, kritik hızın hemen üzerinde yapılan antrenmanlar, maksimum oksijen tüketimini ve performansı artırma potansiyeline sahip olabilir [167].

Gerçekten de, VO₂max'ın artımlı bir testle ölçülmesi kolaydır ve aralıklı antrenman kalibrasyonu için referans olarak kullanılabilir. Dahası, müsabaka dönemi dışında, maksimum laktat kararlı durumundan mutlak maksimum hıza kadar olan aralıktaki belirli fizyolojik tepkilerle ilişkili hızlara atıfta bulunmak daha iyi görünmektedir. Yarışta kullanılan hız aralığı yine de dikkate alınmalıdır, çünkü dünya rekorları bile sabit bir tempoda koşulmamaktadır.

Çizelge 2.3. de, 10.000 ve 5.000 metrenin üzerindeki dünya rekoru yarışındaki hız değişimini göstermektedir ve yarışmanın aynı zamanda bir tür aralıklı koşu olduğu da düşünülebilir. 20. yüzyılın en iyi orta ve uzun mesafe koşucularının eğitimi düşünürsek, mls'lerden maksimum hıza kadar çok geniş bir hız ve aralıklı antrenman yelpazesine sahip oldukları görülebilir.



Şekil 2.1. 5.000 ve 10.000m müsabakaları için, önceki rekorun (PR) ve yeni dünya rekorunun (NR) 5.000 ve 10.000m sırasındaki hızdaki değişimi

Diğer önemli faktör, uzun mesafelerde performansın iyileştirilmesinde giderek daha önemli hale gelen güç gelişimidir. Bu, 1950'lerin sonlarında ve 1960'ların başlarında uluslararası yarışmalara hakim olan Avustralyalı mesafe koşucularını (Herb Elliott ve John Landy) eğiten Percy Cerutti gibi eğitmenler tarafından vurgulandı. Bu koşuculardan kum tepelerinde aralıklı koşular yapmalarını ve kapsamlı ağırlık antrenmanları yapmalarını istedi. Tüm mesafe koşucularının antrenman sürelerinin en az üçte birini koşu dışı aktivitelerde, özellikle aralıklı antrenman ("devre antrenmanı" olarak adlandırılır) olarak

düzenlenebilen ağırlık antrenmanlarıyla geçirmelerini tavsiye etti. Cerutti, antrenman sırasında 2 önemli yönün olduğunu vurgulamaktadır [168]:

- (i) Tüm mesafeden değil rekabetçi hızda koşmak,
- (ii) Tüm mesafe boyunca sürekli olarak yüksek hızda antrenman yapmak.

Ancak, neredeyse her şey programına dahil edildi. Ağırlık antrenmanı kullanma gereksinimi yakın zamanda Paavolainen ve ark., 5 km'nin üzerindeki hızın maksimum hız, temas süresi ve 20 m'nin üzerindeki adım oranları (koşu başlangıcı) ile pozitif ilişkili olduğunu söylemektedirler. 5 ve 10 km üzerindeki hızların her ikisi de, 5 ve 10 km boyunca sabit hız turlarının ortalama temas süresi ile ilişkili idi. Maksimal ve submaksimal koşu sırasında hızlı kuvvet üretme kabiliyeti, hem 5 hem de 10 km'lik performansla ilişkiliydi [168].

Aynı araştırmacı grubu, antrenman hacminin % 32'sinin yerini alan patlayıcı kuvvet antrenmanının (çeşitli sprint, atlama egzersizleri, bacak presi ve diz ekstansör-fleksör egzersizleri) 5 km'lik sürede önemli bir düşüşe neden olduğunu da göstermiştir. Performanstaki bu artış, iyileştirilmiş koşu ekonomisi ve anaerobik koşu bandı koşu testinde ulaşılan hız ile ilişkiliydi [168].

Başka bir yeni aralıklı antrenman tekniği, aynı aralıklı antrenman periyotunda, aynı anda farklı sporları (örneğin bisiklete binme ve koşma) kullanmak olabilir. Bu, triatletler tarafından aynı antrenman periyotunda daha uzun VO2max elde etmek ve farklı kas kütleleriyle art arda çalışmaya alışmak için kullanılmıştır. Bununla birlikte, çapraz eğitimin, özellikle yüksek eğitimli bireylerde VO2max'ı iyileştirmede daha az etkili olduğu bildirilmiştir [159].

İdeal çapraz antrenman, hem kısa-uzun sprint (400m koşu) hem de orta mesafe koşucuları (800 ila 5.000m) için aerobik ve anaerobik aralıklı antrenmanın bir karışımı olabilir. Çoklu regresyon analizleri, birikmiş maksimum oksijen açığının 100, 200 ve 400m performansı için en iyi metabolik ve tepe oksijen alımının (VO2peak) 800, 1.500 ve 5.000m performansı için en iyi yordayıcı olduğunu göstermiştir [159].

Ancak Spencer ve ark. (2001), aerobik enerji sisteminin oynadığı rolün 400 metrenin üzerinde bile daha önemli olduğunu açıkça göstermiştir. Gerçekten de, VO₂max, 400 metrelik bir koşunun son 20 saniyesinde, 52 saniyede ortaya çıkmıştır (VO₂max'ın % 170'inde çalışıyor). Oksidatif fosforilasyon ile üretilen enerji, sırasıyla 1 dakika 58 saniye ve 4 dakika 2 saniyede 800m ve 1.500m'lik bir koşu için toplam enerjinin % 46'sına karşılık % 69 ve % 83'tü (bölgesel performans). Maksimum birikmiş açık, tüm bu mesafelerde aynıydı. Bu, zamanla hızın azalmasını açıklayan Hill hipotezini doğruladı; Oksijen açığının daha uzun bir zamana bölünmesi, güç çıkışını azalttı [169].

Houmard ve ark., anaerobik sistemler, benzer yeteneklere sahip koşucularda orta mesafe performansını etkilediklerini söylemektedir. Bu nedenle, özellikle 10 km'ye kadar olan orta mesafe koşucularında ve belki de gelecekte maraton koşucuları için her türlü aralıklı antrenman kullanılmalıdır. 10.000 metrelik bir yarışın son turu şu anda koşucunun VO₂max'ının çok üzerinde, 1 dakikadan (> 24 km / s) daha kısa sürede yapılmaktadır [170].

2.2. Aerobik Aralıklı Antrenman

2.2.1. Aerobik aralıklı antrenmana anında yanıtlar

Aerobik aralıklı antrenman, yüksek yoğunluklu egzersiz periyotlarının, düşük yoğunluklu dinlenme periyotlarıyla sırasıyla tekrarlandığı bir antrenman yöntemidir. Bu tür antrenmanlar, aerobik metabolizmanın ana enerji kaynağı olan oksijenin daha yüksek oranda kullanılmasını sağlar [171].

Aerobik aralıklı antrenmanın etkilerini görmek için, aralıklı antrenmanın başlangıcından hemen sonra bazı yanıtlar görülebilir:

1. Kalp hızı: Yüksek yoğunluklu egzersiz sırasında kalp hızı artar ve dinlenme periyodu boyunca düşer. Bu, kalp kasının daha verimli çalışmasını sağlar.
2. Solunum: Yüksek yoğunluklu egzersiz sırasında solunum hızı artar ve derinleşir. Bu, vücudun daha fazla oksijen almasını ve karbondioksiti atmasını sağlar.
3. Terleme: Yüksek yoğunluklu egzersiz sırasında terleme artar. Bu, vücudun ısınıpı düzenlemeye yardımcı olur.

4. Kan basıncı: Yüksek yoğunluklu egzersiz sırasında kan basıncı artar, ancak dinlenme periyodu boyunca normale döner.
5. Enerji tüketimi: Yüksek yoğunluklu egzersiz sırasında vücut daha fazla enerji harcar. Bu da kalori yakımını artırır.

Bu anlık yanıtlar, aerobik aralıklı antrenmanın vücut üzerindeki etkilerini gösterir. Uzun süreli ve düzenli olarak yapıldığında, aerobik aralıklı antrenman kondisyonu artırabilir, dayanıklılığı geliştirebilir ve yağ yakımını teşvik edebilir. Ancak, her bireyin yanıtları farklı olabilir ve antrenman programı kişiye özgü olarak düzenlenmelidir [171].

2.2.2. Aerobik kısa aralıklı antrenman

Aerobik kısa aralıklı antrenmanın, aynı hızda yapılan sürekli egzersize kıyasla lipitler kullanılarak glikojen tükenmesini önlediği gösterilmiştir. Sürekli (zaman sınırı = 4 ila 6 dakika) veya aralıklı olarak (pVO_{2max} 'ın % 112'si) 60 dakika (15 saniye çalışma ve 15 saniye dinlenme) yapılan yüksek yoğunluklu bir egzersiz (pVO_{2max} 'ın % 100 ila % 102'si) kas liflerini aynı şekilde tüketemez. Aerobik kısa aralıklı antrenman, sürekli ve yüksek yoğunluklu egzersize kıyasla farklı enerji metabolizması ve kas lifi kullanımı gösterir. Bu tip antrenmanda, kas liflerinin enerji üretimi, lipitlerin daha fazla kullanıldığı ve glikojen tükenmesinin önüne geçildiği gözlenir. Sürekli ve yüksek yoğunluklu egzersizde, kas lifleri hızla glikojen kullanarak enerji üretirler. Glikojen, vücutta depolanan karbonhidratlardan biridir ve hızlı enerji sağlar. Ancak, sürekli ve uzun süreli yüksek yoğunluklu egzersizde, glikojen depoları zamanla tükenir ve bu durum performansı olumsuz etkileyebilir [63].

Aerobik kısa aralıklı antrenmanda ise, egzersiz süresi kısadır ve dinlenme periyotları bulunur. Bu, kas liflerinin daha az hızlı bir şekilde glikojeni kullanmasına ve daha çok lipit (yağ) kullanmasına olanak tanır. Lipitler daha fazla oksijen kullanarak enerji üretirler ve daha uzun süre dayanıklı bir enerji kaynağıdır. Dolayısıyla, aerobik kısa aralıklı antrenman, glikojen tükenmesini önler ve dayanıklılığı artırabilir. Örneğin, 60 dakika boyunca yapılan sürekli ve yüksek yoğunluklu egzersiz, kas liflerinde glikojenin hızlı bir şekilde tükenmesine neden olabilir. Ancak, aynı sürede yapılan aerobik kısa aralıklı antrenman, lipitleri daha fazla kullanarak glikojen tükenmesini önler ve enerji üretimini daha uzun süre sürdürebilir. Aerobik kısa aralıklı antrenman, enerji metabolizması

açısından farklı bir yaklaşım sunar ve uzun süreli yüksek yoğunluklu egzersizden daha farklı kas lifi kullanımı ile karakterizedir. Bu nedenle, antrenman programı ve hedeflere bağlı olarak farklı antrenman yöntemleri kullanılabilir [43].

Aralıklı egzersizde kan laktat seviyesi 2 mmol/L'ye, sürekli egzersizde 10 mmol/L'ye eşitti. Gerçekten de, 60 dakikalık yoğun aralıklı antrenmandan sonra, hem tip I hem de tip II (A+B) liflerde önemli ve benzer bir tükenme meydana gelir. Tükenmeye kadar sürekli yoğun egzersizle, glikojen tükenmesi tip II'de (A+B) tip I liflere göre daha belirgindir. Aslında aralıklı egzersiz, kas liflerini sürekli submaksimal (pVO_{2max} 'ın % 50'si) ile pVO_{2max} 'ın %100'ünde bütün egzersiz (6 dakika) arasında, ara bir şekilde tüketir. Aktif dinlenme ile, ortalama güç çıkışı daha yüksek olduğundan, aralıklı egzersizin, CP'nin yeniden yapılandırılması için daha az zamanı olduğundan, kas lifi tipi alımı ve glikojenolizin arttırılması ile ilgili olarak pVO_{2max} 'ın % 100'ünde, sürekli maksimum egzersize daha yakın olması olabilir. Ayrıca, aralıklı egzersiz sırasında daha düşük bir glikojen tükenmesi, lipidlerin oksidatif metabolizmaya katkısındaki nispi bir artışla açıklanabilir. Bunlar ayrıca her dinlenme periyodunun sonunda adenozin trifosfat (ATP), CP ve sitrat seviyelerini artırabilir ve bu da sonraki çalışma periyodunun erken evresinde glikolizi baskılayabilir. Kısa çalışma aralıklarının bir sonucu olarak, miyoglobinde (400 ml) depolanan oksijen, oksijen ihtiyacının yarısını karşılayabilir [43].

Christensen ve ark. (2016), dinlenme dönemlerinde miyoglobin depolarının yeniden yüklenmesi ve ardından laktat oluşumuna kıyasla, glikoz birimi başına daha yüksek ATP üretimi sağlayacak daha büyük bir aerobik enerji çıkışı nedeniyle artan oksijen mevcudiyeti olabilir demektedir. Aslında, oksijen taşıma sistemini maksimum düzeyde yükseltmek amacıyla Astrand ve Rodahl, VO_{2max} 'a ulaşmak için aralıklı 10 saniyelik koşular ve 5 saniyelik duraklamalar önermektedir. İyi eğitilmiş bir sporcu ($VO_{2max} = 5,3 \text{ L / dak}$) bu egzersiz konfigürasyonunu 30 dakika boyunca VO_{2max} 'ta 20 dakikalık etkili bir çalışma süresiyle sürdürebilir (çünkü çalışma: dinlenme oranı 1/2 idi). Oksijen açığının (ihtiyaç duyulan oksijen miktarı ile gerçekte tüketilen oksijen miktarı arasındaki farkın), yüksek enerjili fosfatlar (örn. Fosfokreatin) ve miyoglobine bağlı oksijen gibi diğer enerji depolarının kullanılmasından kaynaklandığı düşünülmektedir [172].

Olbrecht ve diğ., yüzmede, 10 saniyelik dinlenme süreleri ile 10 saniyelik kısa aralıklarla yapılan yüzmelerdeki hızların, sürekli yüzme sırasında aynı laktik asit seviyelerine karşılık

gelen hızlardan +11.2, 4.2, 2.9 ve % 2.0 daha yüksek olduğunu göstermiştir. Sırasıyla 50, 100, 200 ve 400m. 4 Mmol / L seviyesine göre hız, 2 hız testinden ($2 \times 400\text{m}$) elde edilmiştir (47). 10 saniyelik bu kısa dinlenme, yüzücünün miyogloblin oksijen rezervini yenilemesine izin vermektedir, ancak muhtemelen CP rezervini yenilemeyecektir. Daha uzun bir dinlenme ile (30 saniye), sürekli çalışmaya kıyasla hızdaki artış, 10 saniyelik bir dinlenme ile elde edilenlerden 1,5 kat daha fazla olduğu görülmüştür [173].

Kürek çekmede, yarışma hızında 15 saniyelik kısa aralıklı antrenman (yarışma 6 dakika sürdüğü için kürekçilerin VO_2max 'ın % 100'ünü çıkarması muhtemeldir) ve 15 saniyelik dinlenme de test edilmiştir. Bu, 5 tekrardan oluşan 5 set olarak gerçekleştirilmiştir. Her set 30 saniyelik dinlenme ile ayrılmış olup, aralıklı kürek çekme sırasında, setler arasında ölçülen değişkenlerin hiçbirinde anlamlı bir fark tespit edilmemiştir. Sürekli artımlı egzersiz testi sırasında ölçülen değerlerin kalp atış hızı, VO_2peak ve kan laktatı sırasıyla ortalama % 89, 78 ve % 32'si olarak bulunmuştur. Bu nedenle kürek çekerken, araştırılan 15/15 aralıklı egzersiz modeli nispeten yüksek aerobik yük ve düşük glikolitik aktivite gerektirmektedir.

Gullstrand (2014), bu tür aralıklı antrenmanların, kürekçilerin rekabet yoğunluğunun biraz üzerindeki değerlerde uzun süre çalışmasına izin verecek antrenman için alternatif bir model olarak düşünülebileceği sonucuna varmıştır. Şu anda koşucular tarafından kullanılan ve araştırmacılar tarafından incelenen kısa aralıklı antrenman 30-30 saniyelik çalışmalardır [174].

Otuz yıl önce, Edwards ve ark., 6 dakikalık bir zaman sınırıyla ilişkili bir çalışma hızının % 50'sinde gerçekleştirilen aktif duraklama sırasında, 30 saniyelik aralıklı antrenmanda oksijen kinetiğini zaten ölçmüştü (VO_2max 'taki güç çıkışına yakın: $p\text{VO}_2\text{max}$). Bu bir döngü ergometresi üzerinde gerçekleştirildi. Çalışma: duraklama oranı 1 ve aralık süresi 30 saniye idi. VO_2 'nin (ventilasyon ve kalp atış hızı) 20 saniyelik iyileşme aralıkları boyunca yüksek kaldığını ve son çalışma süresinin bitiminden 30 saniye sonrasına kadar kayda değer bir şekilde düşmediğini vurguladılar. % 120 VO_2max 'ta yapılan 30-30 saniyelik aralıklı antrenmanda pasif dinlenme ile VO_2 , çalışma periyotları boyunca VO_2max 'ın yalnızca % 70'ine (ve 14 mmol/L kan laktatına) ulaştığı görüldü [175].

Gorostiaga ve ark.(1991), 30 saniyelik dinlenme ile ayrılan %100 VO₂max'ta 30 saniyelik tekrarlı aralıklı antrenmanın, VO₂max'ta %70 sürekli antrenmandan daha büyük bir artış sağladığını göstermiştir. Bu son çalışmada, hem sürekli hem de aralıklı antrenman, yalnızca VO₂max'ın % 70'i olan bir VO₂'yi ortaya çıkarmıştır. Tüm bu çalışmalar VO₂max'ı iyileştirmeyi amaçlıyordu ve uyarın ne kadar spesifik olursa (yani kardiyovasküler ve aerobik enzimatik sistemi maksimumlarına ulaştığında) iyileşmenin o kadar büyük olduğu varsayımına dayanıyordu. Ancak yine de bu çalışmaların hiçbirisi sporcunun VO₂max'ta geçirdiği süreyi ölçmedi. İlginçtir ki, önceki çalışmaların hiçbirisi, aralıklı antrenman çalışmaları sırasında katılımcıların VO₂max'a ulaşp ulaşmadığını kontrol etmedi [176].

Ancak Astrand ve ark. (1962)'nin yaptığı çalışmada, 2 dakikalık aralıklı antrenmanın VO₂max seviyesinde çalışırken düşük bir kan laktat seviyesi (2.2 mmol/L) eşliğinde VO₂max'ın %95'ine eşit bir VO₂ değeri ortaya çıktığı bildirilmiştir. Yani, bu antrenman protokolüyle maksimum oksijen tüketimi seviyesine yakın bir egzersiz yapılabilmiştir [162].

Aynı çalışmada, daha kısa tekrarlarla yapılan aralıklı antrenmanın (VO₂max'ta 15 saniye çalışma, 15 saniye tam dinlenme ile dönüşümlü) maksimum oksijen tüketimi seviyesine çıkarmadığı belirtilmiştir. Bu durumda, daha kısa tekrarlarla yapılan antrenmanın VO₂max'a ulaşmak için yeterli olmadığı gözlemlenmiştir. Bu bulgular, aralıklı antrenman protokollerinin farklı tekrar süreleri ve dinlenme süreleri kullanılarak yapıldığında oksijen tüketimi seviyelerinde farklı etkiler gösterebileceğini göstermektedir [162].

Billat ve ark. (1991)'nin yaptığı çalışmada, 30 saniyelik kısa aralıklı bir antrenmanda, 30 saniyelik toparlanmanın aktif olduğu belirtilmiştir. Bu durumda koşucuların beşinci ve son tekrar arasındaki toparlanma döneminde bile maksimum oksijen tüketimi (VO₂max) seviyesinde kalmıştır. Ayrıca, ikinci bir çalışmada, 30 saniyelik bir koşu ile 30 saniyelik bir toparlanmanın tekrarı sırasında VO₂max'ın %50'sine kadar ulaşıldığı görülmüştür. Bu bulgular, kısa aralıklı antrenmanların yüksek yoğunluklu bir egzersiz programı olarak etkili olabileceğini göstermektedir. Kısa süreli yoğun koşu periyotları, yüksek seviyede oksijen tüketimi ve enerji harcaması sağlayarak aerobik kapasiteyi artırabilir. Aynı zamanda, aktif toparlanma dönemleri, dinlenme sürecinde bile yüksek oksijen tüketimi sağlayarak egzersiz süresini ve etkisini artırabilir. Aktif dinlenmelere sahip bu kısa aralıklı antrenman,

bireylerin VO₂max'ı 10 dakika sürdürmelerini sağlar (toplam sürenin % 83'ü VO₂max'ta çalışır). Ortalama kan laktat uç değeri 7.4 ± 1.8 mmol / L dir. Koşucular aralıklı egzersiz sırasında VO₂max'a ulaşmış, ilişkili kan laktatı sabit durum seviyesinde ve üçüncü dakikadan altıncı dakikaya kadar 4 mmol / L'nin altında olduğu görülmüştür. Bu nedenle, en az 1 dakika boyunca, bu 5 koşucu sadece 4 mmol / L kan laktatı ile VO₂max'taydı. Bu ilginçtir, çünkü aralıklı egzersiz sırasında kan laktat birikimini inceleyen önceki çalışmalarda, maksimum değerinde bir VO₂'ye yalnızca yüksek bir kan laktat değerinin eşlik ettiği belirtilmiştir. Bunun nedeni, bu çalışmaların tekrarlar arasında tam dinlenme ile VO₂max'ı ortaya çıkarmak için 2 ila 3 dakikalık uzun aralıklar kullanmasıdır. Bu nedenle, 30 saniyelik dinlenme / egzersiz aralıklarını etkin olmayan duraklama ile kullanırken VO₂max'a ulaşamamıştır. VO₂max (vVO₂max) ile ilişkili hıza yakın hızlarda gerçekleştirilen aralıklı antrenman, VO₂max'taki iyileşmeyi en üst düzeye çıkarabilir ve mitokondriyal yoğunlukta önemli iyileşmelere neden olabilir. Aslında, bu aerobik (O₂ taşıma) antrenman faydalarına ek olarak, aralıklı antrenman, doğrudan seviyesine bağlı olan laktat çıkarma oranını uyarır (yani seviye ne kadar büyükse, çıkarma o kadar büyük olur). Bu nedenle, kan laktat seviyelerini artıran aralıklı antrenman da laktatın alınmasını teşvik edecektir. Brooks ve ark., bu laktat atılımını uyarmak ve dolayısıyla kan laktat birikimini önlemek için dinlenme aralığında aktivite önermektedirler [177].

Newman ve ark. (1937)'nin yaptığı çalışmada, yorucu egzersiz sonrasında biriken laktatın, bireyin iyileşme sürecinde egzersiz yapmaya devam etmesi durumunda normalde biriktirilmeyen daha düşük yoğunlukta arttığını gözlemlemişlerdir. Bu bulgu, egzersiz sonrası laktat birikiminin aslında bir iyileşme süreci olduğunu ve düşük yoğunluklu egzersizlerin bu birikimi azaltabileceğini göstermektedir. Yani, bireylerin aktif dinlenme veya düşük yoğunluklu egzersizlerle iyileşme sürecinde kalmaları, laktat birikiminin azalmasına ve daha hızlı bir iyileşme sürecine katkıda bulunabilir. Bu çalışma, laktatın egzersiz performansı ve iyileşme süreci üzerindeki etkilerini anlamamıza yardımcı olmuştur [178].

1975'te Belcastro ve Bonen tarafından onaylanan bu bilgi, 1950'lerde seçkin sporculara yönelik antrenman programlarında uygulandı. Aralıklı antrenmanda kullanılan yüksek hızlarda (yani laktat eşiğinin üstünde) yüksek laktat üretimine rağmen, aralıklı egzersizin dinlenme aşamasında yürümek veya koşmak oksidatif iyileşmeyi uyarma eğiliminde olduğu görülecektir. Bu nedenle, sıkı çalışma aralıkları arasındaki pasif yerine aktif

dinlenmelerin sadece VO₂max'ı ortaya çıkarmayacağını ve korumayacağını, aynı zamanda maksimum kan laktat sabit durumuna yakın kalırken laktatın çıkarılmasını da teşvik edeceği söylenmektedir. Aralıklı testler sonunda elde edilen kan laktat değerleri (6.8 ± 2.2 mmol/L) Gimenez ve arkadaşları tarafından bildirilenlere benzer büyüklüktedir. Bu yazarlar, VO₂max'ta 1 dakika ve % 50 VO₂max'ta 4 dakika olmak üzere 9 tekrardan oluşan 45 dakikalık kapsamlı bir “kare dalga” dayanıklılık egzersiz testi kullandılar. Bu kan laktat seviyesi de Billat ve ark. tarafından verilen bilgilere uygundur. VO₂max'ta aralıklı antrenman periyotları (bireyin VO₂max'ta tükenme zamanının % 50'si olarak belirlenen aralıklar) ile koşarken, aynı süredeki aktif dinlenenler % 50 VO₂max'ta koşar [179].

Saltin ve ark. (1983), 30 dakikalık aralıklı döngünün sonunda, 30 saniyelik supramaksimal çalışma ve 60 saniyelik dinlenme aralıklarıyla benzer kan laktat değerleri bulunmuştur. Dinlenme ve egzersiz arasında aynı oranı (1: 2) kullanarak, ancak süreyi 2 artırarak (yani 60 saniye çalışma ve 120 saniye dinlenme), katılımcıları son kan laktat değerlerini (18 mmol/L) üçe katladıkları bulunmuştur. Bununla birlikte, VO₂max'ta dayanıklılığı (tükenme zamanı) düşünürsek, VO₂max'ı ortaya çıkaran ancak farklı hızlarda çalışan protokolleri kullanarak antrenmanın etkisini karşılaştırmak ilginç olacaktır [180].

Noakes (2003)'a göre, antrenmanın faydaları, güçlü kas kasılmalarının sayısını maksimize eden ve kas adaptasyonunu belirleyen faktörlere bağlıdır. Ayrıca, yüksek hızda kat edilen mesafe de önemli bir etkidir. VO₂max'ta yapılan aralıklı egzersiz antrenmanı, kardiyovasküler fonksiyonun maksimum seviyede daha uzun süre uyarılmasını sağlar. Bu da hem aerobik kapasitenin gelişmesine katkıda bulunur hem de daha yüksek hızlarda koşmanıza olanak tanır. Özellikle orta mesafe koşucuları için, VO₂max'ta yapılan aralıklı egzersizler, kardiyovasküler sistemin daha iyi uyum sağlamasına ve kas adaptasyonunu teşvik etmesine yardımcı olabilir. Bu da performansın artmasına ve daha yüksek hızlarda koşmanın mümkün hale gelmesine yol açabilir [156].

Ancak, her bireyin antrenman ihtiyaçları ve adaptasyon süreci farklıdır. Dolayısıyla, antrenman programının kişiye özgü olarak planlanması ve uygun bir şekilde ilerletilmesi önemlidir. Bu, bireyin hedeflerine ve yeteneklerine en iyi şekilde uygun olan antrenman yöntemini belirlemeyi sağlar [44].

Belirli bir antrenman programlamasından VO₂max iyileşmesinin nedeni hakkında görüş bildirmeden önce, bu uyarının kardiyovasküler ve metabolik tepkiler üzerindeki etkisini incelemek gerekmektedir. Bu bilginin yokluğunda, bu antrenman prosedürlerinin aerobik kapasite (ve özellikle VO₂max) üzerindeki faydasının sadece VO₂max'ta harcanan zamana değil, aynı zamanda yüksek hızda koşulan mesafeye de bağlı olduğunu varsayabiliriz. Bunu akılda tutarak, aralıklı veya sabit yük testlerinden elde edilen faydalar arasında ayırım yapabiliriz [82].

2.2.3. Uzun aerobik aralıklı antrenman

Uzun aerobik aralıklı antrenman, dayanıklılık ve VO₂max'ı artırmak için etkili bir antrenman programı olarak kabul edilir. Bu tür bir antrenman programı, orta mesafe koşucuları için özellikle faydalı olabilir.

Billat ve ark. (1996)'na göre, Tipik bir uzun aerobik aralıklı antrenman programı, %90 ila %100 VO₂max'ta tekrarlanan 1 ila 8 dakikalık koşuları içerir. Örneğin, 7x2 dakikalık aralıklı antrenmanda, her aralık çalışması sırasında VO₂ değeri artar. İyileşme süreleri, kalp atış hızının 130 bpm'ye düşmesine izin verecek kadar uzun tutulur. Bu sayede, antrenmanda VO₂max'a ulaşma süresi kısaltılır. Bu antrenman yönteminde, VO₂ değeri ilk dakikada VO₂max'ın %70'ine ve ikinci dakikada VO₂max'ın %100'üne ulaşır. Toplamda, 7 çalışma aralığı boyunca VO₂max'ta harcanan süre 7 dakikadır. Bu sayede, uzun süre boyunca yüksek aerobik kapasiteye ulaşılır. Ayrıca, antrenman sırasında aktif iyileşme prosedürü kullanılır. İyileşme döneminde kalp atış hızı dakikada 130 atıma düşer ve VO₂max'ta çalışma süresi kısalır. Bu sayede, 2 dakikalık aralıklı antrenman sırasında VO₂max'ta harcanan süre, submaksimal bir hızda yapılan toplu koşu sırasında VO₂max'ta harcanan süreden daha uzun olmayabilir [182].

Bu çalışmaların sonuçları, uzun aerobik aralıklı antrenmanın VO₂max'ı etkili bir şekilde artırabileceğini ve dayanıklılığı iyileştirebileceğini göstermektedir. Antrenman programı, hedeflenen spor branşı ve bireysel performans hedefleri dikkate alınarak uyarlanmalıdır.

Yukarıdaki çalışmalara ek olarak, Helgerud ve ark. (2007), % 90 ila 100 vvo₂max'ta tekrarlanan 1 ila 8 dakikalık koşulardan oluşan tipik bir dayanıklılık antrenman programının, orta mesafe koşucuları için vo₂max'ı ve performansı iyileştirmek için en

etkili program olduğu uzun süredir belirtilmiştir. Pvo2max'ta 7×2 dakika süren aralıklı antrenman sırasında (kalp atış hızının 130 bpm'ye dönmesine izin verecek kadar uzun iyileşme süreleri ile), VO2 ilk dakikada vo2max'ın% 70'ine ve ikinci dakikada vo2max'ın% 100'üne ulaştı. Bu nedenle, bu aktif iyileşme prosedürüyle (iyileşmenin sonunda kalp atış hızı dakikada 130 atım),% 100 vvo2max'ta çalışırken Vo2max'a ulaşmak sadece 1 dakika sürdü. Vo2max'ta harcanan toplam süre, 7 çalışma aralığının tamamında 7 dakika idi. Bununla birlikte, vvo2max'taki bu 2 dakikalık aralıklı antrenmanda vo2max'ta harcanan süre, oksijen kinetiğinin yavaş bir fazını (% 90 vVO2max) indükleyen bir submaksimal hızda topyekün bir koşu sırasında olduğundan daha uzun değildi. Bu nedenle, 30 saniye, pvo2max'ta çalışmanın iyileşme döneminde bile vo2max'ı ortaya çıkarmasına izin veren en uzun aralık süresi gibi görünmektedir. Pvo2max'ta bir veya 2 dakika, cp'nin tükenmesi ve oksijen miyoglobine bağlı oksijen rezervinin kullanılması nedeniyle yüksek kan laktat seviyelerine neden olur. Çalışma süresiyle aynı süredeki (1 ila 2 dakika) bir iyileşme süresi, cp'nin yeniden fosforilasyonuna izin verir, ancak oksijen tüketimini azaltır. Ayrıca, iyileşme aşamasında pasif veya düşük bir çalışma oranı (vo2max'ın% 40'ı), CP deposunun değiştirilmesine izin verir ve yüksek kan laktat seviyesinden kaçınır [181].

Bununla birlikte, iyileşme sırasında daha yüksek bir çalışma oranı kullanan Fox ve ark. (1999) rahatlama aralıklarında dinlenmek yerine aerobik çalışma (% 60 vVO2max) yapılarak CP yenilenmesi kısmen engellendiğinde, çalışma aralıklarında ihtiyaç duyulan enerjinin daha büyük bir kısmının anaerobik laktik metabolizma tarafından sağlandığını göstermiştir [163].

Bu nedenle, asidozdan kaçınmak istiyorsa uzun aralıklı antrenmanı yönetmek zordur. Aralıklı antrenmanın yoğunluğunu 'kalibre etmek' için, antrenörler genellikle artımlı bir koşu bandı testi (vVO2max) sırasında vo2max'ın elde edilmesiyle ilişkili koşu hızına ve kan laktat birikiminin (vOBLA) başlangıcındaki koşu hızına atıfta bulunur. Bunların her ikisinin de orta ve uzun mesafeli koşu etkinlikleri için ilgili performans göstergeleri olduğu bildirilmiştir [181].

Kardiyorespiratuar zindelikteki optimal iyileşmenin, vo2max'ın% 90 ila 100'üne karşılık gelen bir yoğunlukta antrenmanla indüklendiği düşünülmektedir. Aralıklı çabanın süresi yazara bağlı olarak önemli ölçüde değişir. Atletizm etkinlikleri için yapılan eğitimde, genellikle hareketsiz dinlenme ile aralıklı 10 saniye ile 3 dakika arasındaki aralıklar

araştırılmış, ancak yüksek yoğunluklu egzersizi sürdürmek için bireysel olasılıklara atıfta bulunulmamıştır (yani v_{VO2max} 'ta tükenme süresi). V_{VO2max} 'ın % 60'ında ve % 100'ünde aralıklı koşularla antrenman yapmak (v_{VO2max} 'ta tükenme süresinin yarısına eşit bir süre ile), uzun mesafeli koşucuların v_{VO2max} 'ta kapsanan mesafeyi v_{VO2max} 'taki sürekli antrenman koşularına kıyasla iki katına çıkarmasına izin verdi [181].

Daha yakın zamanlarda, Billat ve ark. (2001) ile Smith ve ark. (1999), bu tür bireyselleştirilmiş aralıklı antrenmanların haftada sadece 1 seansının (4 hafta boyunca) (v_{VO2max} tükenme süresinin %50 ila 75'i) orta ve uzun mesafe koşucularında v_{VO2max} 'ı önemli ölçüde artırdığını bildirmiştir. Uzun aralıklı antrenmanı kalibre etmek için, $VO2max$ ile ilişkili hızda tükenme süresi, elit orta ve uzun mesafe koşucularında aralıklı antrenman için rasyonel bir temel belirlemek için kullanılabilecek yeni bir parametre olabilir. Bu nedenle, v_{VO2max} 'ta tükenme süresinin (zaman sınırı = t_{lim}) kullanılması, seçkin uzun mesafe koşucularının aralıklı antrenman sırasında v_{VO2max} 'ta daha uzun mesafeler koşmasına izin verebilir. V_{VO2max} 'ta tükenme zamanının daha önce aynı v_{VO2max} 'e sahip koşucular arasında çok farklı olduğu bildirildiğinden, bunun çalışma aralıklarının uzunluğunu belirlemek için rasyonel bir temel olabileceği varsayılmıştır [177, 135].

Yapılan bir çalışmada, 16 erkek "iyi seviye" koşucu kullanıldı ($VO2max$ ve v_{VO2max} sırasıyla 69.1 ± 4.3 ml/dak/kg ve 21.4 ± 1 km/s). Aralıklı egzersiz eğitimi uyarını, v_{VO2max} 'ta harcanan sürenin %50'sine eşit değişen süre ile standartlaştırıldığında (%60 v_{VO2max} 'ta eşit iyileşme süreleri ile), v_{VO2max} 'taki toplam süre, v_{VO2max} 'ta tükenme süresi ne olursa olsun, sürekli zaman sınırının 2.5 katıydı. Bu, tüm koşucuların v_{VO2max} 'ta sürekli tükenme sürelerinin %50'sinde 5 tekrar çalıştırabildikleri anlamına gelir [177, 135].

Ayrıca, Zoladz ve ark. (2017)'na göre, v_{MLSS} ve v_{VO2max} arasındaki hızlarda çok uzun aralıklı antrenmanı ele aldığımızda, kritik hıza ulaşıldığı koşu hızının üzerinde sürekli koşu ortaya çıkarmak için daha verimli olabilir $VO2max$ v_{VO2max} 'taki aralıklı antrenmandan daha uzun süreli. Gerçekten de, önceki çalışmalar, 'şiddetli egzersiz' sırasında, altta yatan $VO2$ kinetiğinin üzerine ek bir yavaş $VO2max$ fazının ($VO2$ yavaş bileşeni) bindirildiğini ve v_{VO2max} 'nin testin sonuna kadar veya bitkinliğe kadar artmaya devam ettiğini ve muhtemelen v_{VO2max} 'i $VO2max$ 'a süreceğini bildirmiştir. Bu nedenle, bu $VO2$ yavaş bileşen

fenomenini kullanarak, bireylerin bu kritik üstü hızda yeterince uzun bir süre çalışması koşuluyla, $vo2max$ 'ı daha uzun süre ortaya çıkarmak mümkün olabilir. Bu son çalışmada, seçilen çalışma oranı, maksimum laktat kararlı durumu ve $vVO2max$ (' $v\Delta 50$ ' olarak adlandırılır) ile ilişkili çalışma oranlarının orta aralığındaydı. Aslında, bu şiddetli sabit yük koşusu sırasında 8 koşucudan 5'i $Vo2max$ 'a ulaştı. Bu nedenle, $v\delta 50$ 'de sürekli koşu, laktat eşiğinde yüksek fraksiyonel $vo2max$ 'a sahip ancak çok yüksek $vo2max$ 'a sahip olmayan bir grup orta seviye koşucuda (5000m için 15 dakika 30 saniye) $vo2max$ 'ı ortaya çıkarmak için kullanılabilir. Bu koşucu grubunun çoğu (8'in 6'sı), $v\delta 50$ 'de pist koşusu sırasında bir $VO2$ yavaş bileşeni geliştirdiği görülmüştür [119].

Fakat, Billat ve ark. (1996), kritik hızın üzerinde (%90 $vVO2max$) gerçekleştirilen bir koşuda, yüksek eğitimli 14 uzun mesafe koşucusunun $VO2$ kararlı durumuna ulaştığını, ancak zamanla $VO2max$ seviyelerine ulaşmadığını bildirmiştir. Bu koşucular, kritik ve laktat eşiği hızlarının önemli ölçüde üzerinde (%82 ve %86 $vVO2max$) kapsamlı, kritik üstü hız koşuları gerçekleştirirken $VO2$ yavaş bileşenini sergilemedi. Bunun yerine, bu koşucular $VO2max$ 'ın altında sabit bir $VO2$ durumunu korudular, öyle ki bu koşucular için $vVO2max$ 'ın %90'ında tükenme süresi, kritik hızla pozitif korelasyon göstermiştir. Kritik hızın, laktat eşiği ve $VO2max$ ile ilişkili çalışma hızı arasında kalan bir egzersiz yoğunluğuna karşılık geldiği bilinmektedir. Bu yoğunluğun, rekabetçi bir 10 km yarışında elde edilen yoğunlukla karşılaştırılabilir olduğu öne sürülmüştür. Ayrıca, Gaesser ve Poole, kritik hızın üzerindeki yoğunluklarda uzun süreli egzersiz sırasında $VO2$ 'nin $VO2max$ 'a ulaşılana kadar yükselmeye devam edeceğini öne sürmüşlerdir. Bununla birlikte, Billat ve arkadaşlarının çalışması, yüksek seviyeli uzun mesafe koşucularının kritik üstü hız koşuları sırasında $VO2$ yavaş bileşenini sergilemediğini göstermektedir. Bu koşucular, kritik hızlarının %5 üzerinde ($vVO2max$ 'ın %90'ı) bir çalışma hızında koşmaları istendiğinde, ortalama olarak 17 dakika boyunca $VO2max$ 'ın %93'ünde bir $VO2$ kararlı durumuna ulaşmışlardır ve zaman içinde $VO2$ 'de ilerleyici bir artış göstermemişlerdir. Bu bulgular, yüksek seviyeli uzun mesafe koşucularının kritik üstü hız koşuları sırasında $VO2$ kararlı durumunu sürdürebildiğini ve $VO2max$ seviyelerine ulaşmadığını göstermektedir. Bu durum, bu koşucuların enerji sistemlerini etkin bir şekilde kullanma ve uzun süre boyunca yüksek performansı sürdürme yeteneklerini yansıtabilir. Bu çalışmada elde edilenlerle aynı büyüklükte bir değer olan 6.5 mmol / L'lik bir kan laktat seviyesine sahiptiler. Gerçekten de, $VO2$ yavaş bileşeni, elit sporculardan ziyade daha küçük bir $vo2max$ 'a sahip bireylerde görülür. Bu nedenle, halihazırda yüksek $Vo2max$ 'a (> 70 ml / dak / kg) sahip yüksek

eğitimli koşucular için $vo2max$ 'ı uyarmak için sürekli şiddetli egzersizin (yani $v\Delta 50$) kullanılamaması mümkündür [182].

Önceki araştırmaların çoğu, antrenmansız kişiler tarafından gerçekleştirilen yoğun bisiklet egzersizi sırasında yavaş bir VO_2 fazı tanımlamıştır. Damarie ve ark. (2000)'nın çalışmasına göre, Eğitimsiz bireyler için dayanıklılık antrenmanının yavaş bileşenin büyüklüğünü azalttığı gösterilmiştir ve onlar için uzun aralıklı antrenman önerilebilir. $v\Delta 50$ uyarmak için kullanılabilir VO_2max . Bu tür sürekli kritik üstü hız, tempo antrenmanı olarak bilinir ve genellikle uzun mesafeli koşucuları eğitmek için kullanılır. Bununla birlikte, çok az eğitmen VO_2 yavaş bileşen fenomeninin farkındadır. $V\delta 50$ 'de sürekli çalışma, özellikle $vo2max$ 'ta 30/30 saniyelik hafif / ağır egzersiz aralıklarından çok daha az zaman harcanmasına izin verir ($v\Delta 50$ için $vo2max$ 'ta harcanan 3 dakikalık süre, 30/30 saniyelik 18 ± 5 tekrarda 10 dakikaya karşılık). Ayrıca, kan laktat yanıtı $\Delta 50$ çalışmasında aralıklı antrenmana kıyasla daha belirgindi (sırasıyla 6.8 ± 2.2 'ye karşı 7.5 ± 2.1 mmol / L) [185].

Bununla birlikte, $v\Delta 50$, sürekli bir protokol yerine aralıklı bir protokol için kullanılabilir.

Demarie ve ark. (2000) tarafından yapılan çalışma, düşük seviyeli koşucuların ($VO_2max = 60$ ml/dak/kg), vVO_2max 'ın $\%92 \pm 2$ 'sinde VO_2max 'a ulaştığını ve kan laktat birikiminin başlangıcı ile vVO_2max arasında bir hız olduğunu göstermektedir. Bu çalışmada uzun aralıklı antrenman, Billat ve diğerleri tarafından önerildiği gibi tükenme süresinin yarısında $\%50 \Delta$ olarak ayarlanmıştır. İyileşme dönemi aktifti ($\%50 vVO_2max$) ve çalışma:duraklama oranı 2/1 olarak belirlenmiştir. Bu çalışmada $v50\% \Delta$ 'da sürekli çalışma için 8 ila 13 dakika arasında değişen bir tükenme süresi belirlenmiştir. Bu nedenle aralıklı egzersizde egzersiz süreleri 4:00 ile 6:30 dk:sn arasında değişirken, iyileşme süreleri ise 2:00 ile 3:15 dk:sn arasında değişmiştir. Egzersiz sürelerinin toplamı, ortalama $19:38 \pm 5:10$ dk:sn zaman sınırıyla aralıklı antrenman için sonuçlanmıştır. Koşucular bu uzun aralıklı koşuların 3 ± 1 tekrarını yapmışlardır. Bu çalışma, düşük seviyeli koşucular için uygun bir aralıklı antrenman protokolünün olduğunu ve belirli çalışma ve iyileşme sürelerinin kullanıldığı durumlarda verimli sonuçlar elde edilebileceğini göstermektedir [118].

Tüm katılımcılar, tüm egzersiz periyotları boyunca maksimum VO₂ ile benzer VO₂ kinetiği gösterdi. VO₂max, bu uzun aralıklı antrenmanda aynı hızda (% v₅₀ Δ) sürekli koşuya göre iki kat daha uzun süre sürdürüldü [aralıklı ve sürekli koşu için sırasıyla 10: 23 ± 5: 51'e karşı 5: 07 ± 3: 03 dk: sn]. Aralıklı (6.5 ± 2.2 mmol / L) kan laktat birikimi, sürekli çalışmaya (7.8 ± 2.2 mmol / L) kıyasla daha azdı. Yazarlar, bir VO₂ yavaş bileşenini ortaya çıkaran bir hızda (kritik hızın üstünde veya vOBLA ile vVO₂max arasında bir ortada) aralıklı eğitimin, uzun süre vo₂max'ı ortaya çıkarmak için bir yoğunluk olarak kullanılabileceği sonucuna varmışlardır. Ayrıca, tekrar süresinin bireyselleştirilmesi, erken kan laktat birikimini önler. Ortalama süre ortalama olarak % 92 vvo₂max'ta 5 dakika,% 50 vvo₂max'ta 2: 30 iyileşme oldu. Bununla birlikte, bu muhtemelen daha kısa ve daha yüksek hız aralıklı antrenmanın tercih edilebileceği yüksek seviyeli koşucularda vo₂max'ı ortaya çıkarmak için yeterli değildir [118].

2.2.4. Performansı tahmin etmek için aralıklı antrenman

Aralıklı antrenmanın kullanılması, performansı tahmin etmek için bir araç olarak değerlendirilebilir. Örneğin, Babineau ve ark. (1997)'nin çalışmasında, 5000 metrelik bir performansın tahmininde 6x800 metrelik bir koşunun etkili olduğu gösterilmiştir [117].

Bu çalışmada, maksimum seyir hızı kullanılarak performans tahmini yapılmıştır. Maksimum seyir hızı, bir antrenman seansı boyunca tüm çalışma aralıklarında korunabilecek en yüksek ortalama hızdır. 6x800m aralıklı antrenmanın, performansla daha yakın ilişkili olduğu belirtilmiştir. Çalışmada yer alan koşucular ve çok sporlu katılımcılar arasında yapılan karşılaştırmada, 6x800m antrenmanının 12x400m (15 saniye dinlenme) ve 3x1600m (60 saniye dinlenme) antrenmanlarından daha güçlü bir ilişkiye sahip olduğu bulunmuştur. İlişki değerleri (r) incelendiğinde, 6x800m için r=0.95, 12x400m için r=0.90 ve 3x1600m için r=0.93 olarak belirlenmiştir [186].

Bu sonuçlar, belirli aralıklı antrenmanların performansı tahmin etmede kullanılabileceğini göstermektedir. Ancak, tahmin yaparken dikkate alınması gereken diğer faktörler de bulunmaktadır ve bireysel farklılıklar göz önünde bulundurulmalıdır [186].

Performans tahmininde aralıklı antrenman kullanılacaksa, antrenmanın doğru şekilde uygulanması ve antrenman sonuçlarının dikkatlice değerlendirilmesi önemlidir.

2.3. Aerobik Aralıklı Antrenmanın Uzun Vadeli Etkileri

Aerobik Aralıklı Antrenman (Aerobic Interval Training, AIT), düşük ve yüksek yoğunluklu dönemlerin belirli bir düzen içinde sırayla tekrarlandığı bir antrenman yöntemidir. Bu antrenman türünün uzun vadeli etkileri, düzenli olarak uygulandığında fizyolojik ve sağlık alanlarında bir dizi olumlu sonuçlarla ilişkilendirilmiştir. AIT'nin uzun vadeli etkileri :

1. Kardiyovasküler Sağlık:

Kalp Sağlığı: AIT, kardiyo kondisyonunu artırır ve kalbin daha verimli çalışmasını sağlar. Düzenli olarak yapıldığında, kalp atış hızı düşer ve dinlenme halindeki kan basıncı kontrol altına alınabilir.

Kan Basıncı: AIT, hipertansiyon riskini azaltabilir. Kan damarlarını genişletir ve kan basıncını düşürmeye yardımcı olabilir.

2. Yağ Kaybı ve Metabolizma:

Yağ Kaybı: AIT, yağ yakımını artırır. Hem egzersiz sırasında hem de egzersiz sonrası metabolizmayı hızlandırarak yağ depolarının azalmasına katkıda bulunur.

İnsülin Duyarlılığı: Düzenli AIT, insülin duyarlılığını artırabilir ve tip 2 diyabet riskini azaltabilir.

3. Kas Kuvveti ve Dayanıklılık:

Kas Gücü: AIT, kas kuvvetini artırabilir. Düzenli olarak yapıldığında, kas kitlesi artışına ve güç kazancına katkı sağlayabilir.

Dayanıklılık: AIT, dayanıklılığı artırır ve günlük aktiviteleri daha kolay hale getirir. Aynı zamanda kas dayanıklılığını da geliştirebilir.

4. Solunum Kapasitesi:

Akciğer Kapasitesi: AIT, akciğer kapasitesini artırır ve solunum sistemi fonksiyonlarını iyileştirir. Bu, daha fazla oksijen alımına yardımcı olabilir.

5. Mental Sağlık:

Zihinsel İyi Hali Artırma: Aerobik egzersiz, endorfin üretimini artırarak stresi azaltabilir ve zihinsel iyi hali artırabilir.

6. Uzun Vadeli Sağlık ve Yaşam Süresi:

Sağlık Uzun Vadeli Etkileri: Düzenli AIT, kronik hastalıkların riskini azaltabilir ve yaşam kalitesini artırabilir. Özellikle kalp hastalığı, obezite ve metabolik sendrom gibi hastalıklara karşı koruyucu etkilere sahip olabilir.

Yaşam Süresi: Aerobik egzersiz yapmak, yaşam süresini uzatabilir. Araştırmalar, düzenli egzersizin daha uzun bir yaşamla ilişkilendirildiğini göstermektedir.

Ancak AIT'yi uygularken antrenman düzeninin bireysel ihtiyaçlara ve fitness seviyelerine uygun olması önemlidir. Ayrıca, yüksek yoğunluklu antrenmanların sakatlık riskini artırabileceği göz önüne alınmalıdır, bu nedenle doğru form ve teknik üzerinde durulmalıdır. Uzun vadeli sonuçlar elde etmek için düzenli olarak AIT yapılması gerekmektedir. Bu nedenle, uzun vadeli sağlık faydalarına ulaşmak için disiplin ve süreklilik önemlidir.

2.3.1. Kısa aerobik aralıklı antrenmanın uzun vadeli etkileri

Kısa aerobik aralıklı antrenmanın uzun vadeli etkileri konusunda farklı görüşler bulunmaktadır. Bazı durumlarda, kısa aralıklı antrenmanın VO₂max'ı arttırmada daha az etkili olduğu düşünülmüştür. Ancak, bu konuda kesin bir sonuç çıkarabilmek için daha fazla araştırma yapılması gerekmektedir.

Weston ve ark. (2014) yaptığı çalışmada, kısa ve uzun aralıklı antrenman türlerinin etkinliği karşılaştırılmıştır. Kısa aralıklı antrenman, 15 saniyelik çalışmanın 30 ila 40

tekrarı ve 15 saniye dinlenme şeklinde yapılmıştır. Uzun aralıklı antrenman ise 4 ila 6 dakikalık çalışma ve 2 dakikalık dinlenme şeklinde gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmada, sedanter koşucuları üzerinde yapılan antrenmanlar sonucunda, kısa aralıklı antrenmanın VVO₂max (%130) üzerinde daha yüksek bir etkiye sahip olduğu bulunmuştur. Uzun aralıklı antrenman ise VVO₂max'ın (%115) üzerinde bir etkiye sahiptir. Ancak, bu sonuçlar bireysel farklılıklar gösterebilir ve antrenman programının diğer faktörlerini de dikkate almak gerekmektedir. Uzun vadeli etkiler açısından, her iki aralıklı antrenman türünün de düzenli olarak uygulandığında VO₂max'ı artırabileceği ve aerobik kapasiteyi geliştirebileceği düşünülmektedir. Ancak, bireyin antrenman geçmişi, genetik yapısı ve diğer antrenman faktörleri gibi etkenler de sonuçları etkileyebilir [82].

Kısa aerobik aralıklı antrenmanın uzun vadeli etkileri hakkında daha fazla araştırma yapılması gerekmektedir. Ancak, düzenli olarak her iki antrenman türünün de uygulanması, VO₂max'ı artırma ve aerobik kapasiteyi geliştirme potansiyeline sahip olabilir. Bireysel hedeflere ve ihtiyaçlara uygun bir antrenman programının belirlenmesi önemlidir [82].

Milanovic ve ark. (2015) ve Gillen ve ark. (2013)'na göre, 20 ila 30 dakika boyunca % 90 VVO₂max'ta sürekli mesafe koşusuydu. 6 haftalık bir süre boyunca haftada 3 gün olmak üzere 3 eşleştirilmiş grup tarafından gerçekleştirilen farklı eğitim türlerinin toplam süresi benzerdi. VO₂max iyileşmesi, uzun aralıklı antrenman ve sürekli koşu (+% 6) ile kısa aralıklı antrenman (+% 3.6) arasında anlamlı olarak daha yüksekti. Bunun nedeni, kısa aralıklı antrenmanda vo₂'nin vo₂max'a ulaşmasını engelleyen tam dinlenmelerin kullanılması olabilir. Dahası, sürekli çalışma, bir VO₂ yavaş bileşenini indüklemek ve VO₂'yi Vo₂max'a doğru artırmak için yüksek bir hızda (vvo₂max'ın% 90'ı, bunların% 92,5 vo₂max'a ulaşmasını sağlar) gerçekleştirildi [26, 110].

Bu yoğun programa ek olarak, koşucular maksimum kalp atış hızının (HR_{max})% 78'inde yavaş tempo koşularına sahipti. En büyük gelişme, antrenman öncesi eğitimin% 85'inde (antrenman sonrası% 80) zaman sınırındaydı. En büyük artış, tükenme süresinin% 94 artarak 35 dakikadan 68 dakikaya yükseldiği sürekli koşu grubunda görüldü; uzun aralıklı antrenman süresi % 67, kısa aralıklı antrenman süresi ise% 65 arttı. Sürekli koşu, hem vo₂max'ı hem de dayanıklılığı submaksimal bir hızda arttırmada daha etkili görünmektedir; Ancak bu muhtemelen aralıklı antrenmanda kullanılan aktif olmayan

dinlenmeden kaynaklanmaktadır. Ventilasyona göre aynı hızda submaksimal VO₂ (antrenman öncesi değerin% 85 vo₂max'ı) azaldı. Submaksimal çalışma sonunda ölçülen kan laktatı, antrenmandan sonra 6.6 ± 0.4 'ten 5.1 ± 0.3 mmol / L'ye düşürüldü. Bu çalışma, orta derecede eğitilmiş rekreasyonel koşucuların, geleneksel aerobik uzaktan antrenmanlarının bir kısmını daha yoğun mesafeli veya uzun aralıklı antrenmanlarla değiştirerek nispeten kısa bir süre (6 hafta) içinde hem koşu ekonomisini hem de vo₂max'ı iyileştirebileceğini açıkça göstermiştir. Antrenmandan sonra azalan pulmoner ventilasyon, iyileştirilmiş koşu ekonomisi ile önemli ölçüde ilişkiliydi, bu da ventilatör adaptasyonunun iyileştirilmiş koşu performansına katkıda bulunabileceğini düşündürdü. Submaksimal koşu sırasında vastus lateralis kasındaki tip I lif yüzdesi, adım uzunluğu, adım sıklığı ve / veya solunum değişim oranı gibi diğer potansiyel faktörler antrenmanla değiştirilmedi [26, 143].

Daniels ve ark. (1998)'nın çalışması, bir bireyin VO₂max'ını iyileştirmek için VO₂max'larında veya yakınında uzun süre çalışmaya hazır olmaları gerektiğini vurgulamış ve hatta o zaman bile iyileşmenin çok küçük olabileceğini belirtmiştir. Bu görüş, son zamanlarda koşu eğitim kitabında yer alan Daniels ve diğerleri tarafından da paylaşılmıştır. Özellikle daha önce eğitilmiş koşucular için bu önemlidir; hatta eğitimsiz bireyler için bile, VO₂max değerleri 4 haftalık bir antrenmandan sonra stabilize olmuş ve sekizinci haftaya kadar artmamıştır [166].

Aralıklı antrenman, sürekli antrenmana göre daha düşük toplam enerji harcamasına rağmen, yağ asidi oksidasyon oranlarını artırmak için daha etkili olmuştur. Sürekli antrenmanla birlikte, piruvat ve palmitil-karnitin ile solunum hızlarındaki nispi artış benzerdir. Bu da sadece piruvat oksidasyonunda (yani piruvat dehidrojenaz enzimi tarafından katalizlenen) yer alan enzimlerin aktivitelerinin, yağ asidi oksidasyonunda (yani β -oksidasyon enzimlerinde) yer alan enzimlerle orantılı olarak arttığını göstermektedir. Buna karşılık, aralıklı antrenmanla, solunum hızındaki nispi artış, piruvata kıyasla palmitil-karnitin ile daha fazlaydı, bu da yağ asidi oksidasyonunda yer alan enzimlerin aktivitesinin, piruvat oksidasyonunda yer alanlara göre daha büyük ölçüde arttığını ima ediyordu. Gerçekten de, β -oksidasyon yolunun adaptasyonları büyük olasılıkla yağ kullanımını ve yağ asitleri için yüksek bir akış hızını destekleyen egzersizle indüklenir. Aralıklı antrenman bu koşulları destekleyebilir. Bu, 20 yıl önce Essen ve ark. (1975) Tekrarlanan yüksek yoğunluklu nöbetlerde (pvo₂max'a yakın) laktat ve sitrat, sonraki

nöbetler sırasında glikojenolizi inhibe ederek yağ asidi oksidasyonuna olan bağımlılığın artmasına neden olabilir [111].

Essen ve ark. (1975) tarafından yapılan çalışma, 60 dakikalık bir aralıklı yoğun egzersiz ve 60 dakikalık bir sürekli egzersiz (ortalama 157W) arasındaki farkı incelemiştir. Bu iki egzersiz türü, aynı entegre VO₂ değerini elde etmek için seçilen VO₂max'ın% 50'sini kullanmıştır, bu nedenle her iki egzersizde de toplam çalışma miktarı aynı olmuştur [111].

Benzer yüksek iş yüklerinde, aralıklı egzersiz (15 saniye çalışma, 15 saniye dinlenme) sürekli egzersizden daha az glikojen kullanımı ve daha fazla lipid oksidasyonu olduğunu göstermiştir. Aralıklı egzersiz, glikojen tükenmesinin daha az olduğu ve kas içi trigliserit tükenmesinin daha fazla olduğu sonucuna varmıştır. Aralıklı antrenman, düşük yoğunluklu sürekli egzersize kıyasla daha az glikojen kullanımı ve daha fazla yağ asidi oksidasyonu ile sonuçlanmıştır. Aralıklı antrenman, yağ asidi oksidasyonunu tekrarlayan bir uyarım olarak düşünülebilir ve bu durumda yağ asitleri mevcut olduğunda mitokondriyal solunumun daha fazla uyarılmasına yol açabilir. Bu, yağ asidi oksidasyon yolunun up-regülasyonunu tetikleyebilir [111].

Tabata ve ark. (1996) tarafından yapılan çalışma, supramaksimal egzersizin (10 saniye çalışma, 10 saniye dinlenme ile %170 VO₂max'ta 8 set x 20 saniye) bireylerin (VO₂max 53 ml/dak/kg) 7 hafta boyunca haftada 5 gün yaptıkları antrenmanlar sonucunda VO₂max'larını artırdığını göstermiştir. Bu çok kısa aralıklı antrenman, hem anaerobik kapasiteyi (%28 artış) hem de VO₂max'ı (%13 artış) yani maksimum birikmiş oksijen tüketimini artırmalarına olanak sağlamıştır. Bu antrenman protokolü, çok kısa dinlenme süreleriyle yapıldığından ortalama güç çıkışının hala çok yüksek olduğunu göstermektedir (%115 VO₂max). Ayrıca, aynı yazarlar tarafından yapılan bir başka çalışmada, 1 yıl sonra VO₂max'a ulaşılan kadar VO₂'nin artmaya devam ettiği gösterilmiştir. Bu bulgular, supramaksimal antrenmanın kısa sürede etkili bir şekilde aerobik ve anaerobik kapasiteyi artırabileceğini göstermektedir. Ancak, bu tür yüksek yoğunluklu antrenmanlar genellikle yüksek kondisyon seviyesine sahip bireyler için uygundur ve dikkatli bir şekilde yapılmalıdır [139].

2.3.2. Uzun aerobik aralıklı antrenmanın uzun vadeli etkileri

Uzun aerobik aralıklı antrenmanın uzun vadeli etkileri hakkında bazı çalışmalardan elde edilen bulgular vardır. Bu çalışmalardan bazıları, uzun aralıklı antrenmanın $vVO_2\text{max}$ (maksimum seyir hızı) üzerinde olumlu etkileri olduğunu göstermektedir. Örneğin, haftada 2 aralıklı antrenman seansı yapılan bir grup iyi seviye koşucuyu incelemiştir. Bu antrenman seansları $vVO_2\text{max}$ 'taki zaman sınırına göre ayarlanmış uzun aralıklı antrenmanı içermekteydi. Bu çalışmada, 4 haftalık antrenman sonrasında koşucuların $vVO_2\text{max}$ 'larında hızlı bir artış olduğu bildirilmiştir. İyileşme oranı 1/1 olarak yapılan aktif iyileşme süreci ile $vVO_2\text{max}$ 'ta %5'lik bir artış elde edilmiştir. Benzer şekilde, başka bir çalışmada da $vVO_2\text{max}$ 'ta %50 seviyesinde iyileşme gerçekleştirilerek yapılan 4 haftalık antrenman sonrasında $vVO_2\text{max}$ 'ın arttığı görülmüştür. Uzun aerobik aralıklı antrenman protokollerinde, antrenman süreleri ve hızları değişebilir. Örneğin, $vVO_2\text{max}$ 'ta sürenin %60'ı ve %75'i üzerinde çalışmalar yapılabilir. Bu tür antrenman protokolleri haftada 2 kez uygulandığında, 4 hafta sonunda önceki $vVO_2\text{max}$, $VO_2\text{max}$ ve zaman sınırının üzerindeki performansta artış gözlemlenebilir. Bu bulgular, uzun aerobik aralıklı antrenmanın uzun vadeli etkilerinin olumlu olduğunu ve $vVO_2\text{max}$ ve performansı geliştirmede etkili olabileceğini göstermektedir. Ancak, bireysel farklılıklar, antrenman programının diğer faktörleri ve antrenman süresi gibi faktörlerin de göz önünde bulundurulması önemlidir. Uzun vadeli etkilerin tam olarak anlaşılabilmesi için daha fazla araştırma yapılması gerekmektedir [189].

Billat ve ark. (1999) çalışmasında olduğu gibi, Smith ve ark. (2003), bir çalışma kullandı: 1 oran oranı ve iyileşme $vvo_2\text{max}$ 'ın% 60'ında gerçekleştirildi. Üçüncü antrenman seansı bir toparlanma seansıydı: $vvo_2\text{max}$ 'ın% 60'ında 30 dakika. İyi seviyeli sporcularda bu kadar uzun aralık süreleri kullanmak gerekli olmayabilir, çünkü 2 dakikadan daha kısa sürede, oksijen $vvo_2\text{max}$ 'ta çalıştıklarında $vo_2\text{max}$ 'a ulaşır ve $vvo_2\text{max}$ 'taki zaman sınırı 4 dakikadan fazladır [101, 100].

Smith ve ark (2003). 3000 metrenin üzerinde 10 dakikalık performanslarla test edilmiş koşucular, yani orta seviye bir koşucu. Oksijen kinetiğinin eğitim ile hızlandığı bildirilmiştir. Aralıklı antrenman süresinin belirli bir hızdaki zaman sınırına göre bireyselleştirilmesinin kullanılması, sporcunun sürekli egzersizin zaman sınırının büyük değişkenliğine rağmen aynı sayıda tekrar çalıştırmasına izin verir. Önemli olarak, Smith ve

ark. tarafından yapılan çalışmada tüm bireylerde performans artışı., vvo2max'ın (18 ila 22,7 km / s) heterojenliğine (yüksek varyasyon katsayısı) ve 3000 m'nin (9 ila 11 dakika) üzerindeki performansa rağmen tekdüzeydi. Bu nedenle, heterojen seviyeleri olan bir grup koşucuya sahip antrenörler için, aralıklı antrenman çalışma süresini kalibre etmek için zaman sınırının uygulanması faydalı olabilir [100].

Maughan ve ark. (2018) tarafından yapılan çalışma, egzersiz yoğunluğunun aynı olduğu durumlarda (%95 VO2max), aralıklı antrenmanın VO2max'ı (%7 artış) ve kan laktat seviyelerini (%25 artış) artırdığını göstermiştir. Bu değişiklikler aralık uzunluğundan bağımsız gibi görünmektedir (30 saniye veya 2 dakikalık çalışma süresi, 1 duraklama ile). Ancak, bu sonuçlar sadece 21 kadın beden eğitimi öğrencisi üzerinde elde edilmiştir ve haftada 4 kez 7 hafta süren bir eğitim döneminden önce ve sonra ölçülmüştür. Başlangıçta sadece 40 ve 43 ml/dak/kg olan VO2max değerleri, antrenman sonrasında artmıştır. Kan laktat eşiği hızı da VO2max'da artış göstermiştir (%64'ten %78'e). Bazı aralıklı antrenman yöntemlerinin yüksek VO2 değerlerine neden olduğu ve aerobik sistem üzerinde önemli bir stres oluşturduğu, bu nedenle VO2max'ta büyük bir artışa yol açabileceği düşünülebilir. Bu bulgular, aralıklı antrenmanın VO2max ve kan laktat seviyeleri üzerinde olumlu etkileri olduğunu göstermektedir. Ancak, bu sonuçlar sınırlı bir örnekleme üzerinde elde edilmiştir ve daha geniş ve çeşitli bir katılımcı grubunda tekrarlanması gerekmektedir [69].

Billat ve ark. (1996) çalışması göstermiştir ki, özellikle zaten iyi bir VO2max seviyesine (70 ml/dak/kg'ın üzerinde) sahip sporcularda, vVO2max'ın artışı vo2max'ın azalmasından ziyade koşu ekonomisinin iyileşmesiyle ilişkilidir. Aralıklı antrenman vo2max'ı etkileyebilir, ancak vo2max'ta kesin bir artış garantisi vermez. Bu durumda, yüksek hızda koşulan mesafe, vVO2max ve performans iyileştirmesi için belirleyici bir rol oynayabilir, çünkü vVO2max, vo2max'tan daha fazla performansla ilişkilidir. Bu bulgular, aralıklı antrenmanın vo2max'ı doğrudan artırmak yerine, koşu ekonomisini iyileştirerek performansı etkileyebileceğini göstermektedir. Performansta gözle görülür bir artış elde etmek için, sporcularda vVO2max'ın yükselmesi önemli olabilir [182].

Bununla birlikte, Fox'un grubunun çalışmaları göstermiştir ki, yaklaşık 30 yıl önce, VO2max yoğunluğunda daha büyük iyileşmeler elde etmek, mesafe üzerindeki iyileşmeden daha önemli olabilir. Bu çalışmalarda, aralıklı antrenmanın yoğunluğunu artırmak, VO2max'ı daha etkili bir şekilde geliştirdiği bulunmuştur. Bu nedenle,

antrenmanın yoğunluğu ve süresi gibi faktörler, VO₂max üzerindeki etkileri açısından önemli olabilir. Ancak, performans geliştirmek için sadece VO₂max'ı artırmak yeterli değildir. Diğer faktörler, özellikle koşu ekonomisi, laktat eşiği, dayanıklılık gibi aerobik kapasiteye ilişkin diğer parametreler de önemlidir. Bu nedenle, aralıklı antrenmanın yanı sıra, antrenman programının çeşitlendirilmesi ve farklı antrenman yöntemlerinin kombinasyonu genel performansı artırmak için daha etkili olabilir.

2.3.3. Egzersiz ve aralıklı antrenmanın neden olduğu hipoksemi

Aralıklı antrenmanın gelişimine katkıda bulunan bazı etkileri vardır. Arteriyel oksijen desatürasyonu (hipoksemi) ve ağır egzersiz sırasında daha az hiperventilasyon bu etkilerden bazılarıdır. Arteriyel oksijen desatürasyonu, yani kan oksijen seviyesinin düşmesi, ağır egzersiz sırasında ortaya çıkabilir. Ancak, aralıklı antrenman yoluyla yapılan düzenli egzersiz, vücudun daha etkin bir şekilde oksijen kullanmasına yardımcı olabilir ve böylece arteriyel oksijen desatürasyonunu azaltabilir. Ağır egzersiz sırasında görülen hiperventilasyon, solunum hızının artması ve daha fazla havanın akciğerlere alınması anlamına gelir. Ancak, aralıklı antrenmanın etkisiyle, vücut daha etkin bir şekilde oksijen alışverişi yapabilir ve daha az hiperventilasyon gerçekleştirebilir. Bu durum, solunumun daha verimli hale gelmesiyle ilişkilendirilebilir. Bu etkiler, aralıklı antrenmanın aerobik kapasiteyi geliştirmek için etkili bir yöntem olduğunu göstermektedir. Ancak, aralıklı antrenmanın diğer etkileri ve faydaları da vardır. Bu nedenle, antrenman programının bireysel ihtiyaçlara ve hedeflere uygun şekilde düzenlenmesi önemlidir [82, 181, 84].

Bazı sporcular, yüksek vo₂max'a sahip olsalar bile ağır egzersiz sırasında arteriyel desatürasyon geliştirmeyebilirler. Bu durum bireysel farklılıklar ve antrenman geçmişiyle ilişkili olabilir.

Aralıklı antrenman, aerobik kapasiteyi artırmak için etkili bir yöntem olarak kabul edilir. Yapılan araştırmalar, aralıklı antrenmanın vo₂max'ı artırdığını göstermektedir. Örneğin, 2 dakika aktif iyileşme (% 50 vo₂max) ile 3 dakika boyunca % 100 vo₂max'ta aralıklı antrenman yapılan bir çalışmada, vo₂max değerlerinin önemli ölçüde arttığı bulunmuştur. Aralıklı antrenmanın etkilerinden biri, ağır egzersiz sırasında arteriyel desatürasyonun azalması olabilir. Aralıklı antrenman, solunumun daha verimli hale gelmesini sağlayarak ve hiperventilasyonu azaltarak arteriyel oksijen satürasyonunu koruyabilir. Bu durum,

antrenman sonucunda alveolar kısmi basıncın (PAO₂) düşmesiyle ilişkilendirilebilir. Ayrıca, ventilasyondaki değişikliklerin arteriyel oksijen saturasyonundaki azalmada rol oynadığı da belirtilmektedir [120].

Ancak, her sporcu farklıdır ve antrenman programı sonuçları üzerinde etkili olabilecek çeşitli faktörler vardır. Bu nedenle, bireysel yanıtları değerlendirmek ve antrenman programlarını kişiselleştirmek önemlidir.

Wilmore ve ark. (2008)'nin çalışması, maksimum aerobik gücün (vo₂max) önemli ölçüde artmasına rağmen, pulmoner sistemdeki adaptasyonun birkaç ay boyunca sınırlı olduğunu göstermektedir. Bu durum, vo₂max'ın yüksek seviyelerde olmasına rağmen, solunum sisteminin daha uzun bir süre boyunca tam uyum sağlamadığını gösterir [83].

Pulmoner sistem, solunum kasları, akciğerler ve solunum yollarını içerir. Egzersiz sırasında solunum kasları daha fazla çalışırken, akciğerler daha fazla havayı taşımalı ve solunum yolları daha genişlemelidir. Bu adaptasyonlar, maksimum aerobik kapasiteyi artırmaya yardımcı olur [83].

Ancak, bu çalışma, vo₂max'ın artmasına rağmen, bu adaptasyonların birkaç ay boyunca sınırlı olduğunu göstermiştir. Bu, pulmoner sistemin diğer bileşenlerinin (solunum kasları, akciğerler, solunum yolları) vo₂max artışına hemen uyum sağlamadığını göstermektedir. Bu süreç daha uzun bir zaman alabilir ve tekrarlayan egzersiz uyarımlarının sürekli olarak uygulanması gerekebilir.

Bu nedenle, maksimum aerobik gücün büyük ölçüde artmasının, pulmoner sistemin tamamen uyum sağlaması için daha uzun bir süre ve sürekli egzersiz gerektirebileceği sonucuna varılabilir. Bireylerin pulmoner adaptasyonları ve uyum süreçleri kişiden kişiye farklılık gösterebilir.

2.4. Yüksek Yoğunluklu Aralıklı Antrenman (HIIT)

HIIT, "Yüksek Yoğunluklu Aralıklı Antrenman"ın kısaltmasıdır. HIIT, belirli bir aktivitenin (örneğin, koşu, bisiklet sürme, atlama gibi) yüksek yoğunluklu egzersiz periyotları ile aralıklı dinlenme periyotlarının kombinasyonunu içeren bir antrenman

yöntemidir. Örneğin, bir HIIT antrenmanında, kısa bir süre boyunca maksimum çaba gerektiren bir egzersiz yapılır (örneğin, sprint) ve ardından daha düşük yoğunlukta bir dinlenme süresi takip eder. Bu yoğunluklu egzersiz ve dinlenme periyotları genellikle tekrarlanır ve toplam antrenman süresi kısa olabilir [20, 105, 106].

Çok sayıda çalışma, HIIT'in daha fazla kalori ve vücut yağı yakmanın yanı sıra karbonhidrat metabolizmasındaki değişiklikler gibi periferik adaptasyonlar yoluyla kardiyovasküler dayanıklılığı da arttırdığını kanıtlamıştır. Bununla birlikte, ilginç bir şekilde HIIT, VO2'de değişikliklere neden olmaz, ancak yine de aerobik dayanıklılığı artırır [27, 107,108].

Geleneksel kardiyo formları, sadece formda kalmak için çalışmak isteyenler için monoton ve sıkıcıdır. Bu, HIIT'in son yıllarda giderek daha popüler hale gelmesinin nedenlerinden birisidir. Öncelikle daha kısa süreli yüksek yoğunluklu çalışmalarla daha fazla yağ yakma yeteneğine sahip olmasıdır [81,82, 109].

HIIT'in birçok faydası vardır. Yapılan çalışmalar, HIIT'in kardiyovasküler dayanıklılığı artırdığını ve kalori yakımını artırdığını göstermektedir. HIIT, periferik adaptasyonlar olarak adlandırılan değişiklikler aracılığıyla vücut yağı ve karbonhidrat metabolizmasını etkileyerek daha fazla yağ yakımına yol açabilir. Bunun yanı sıra, HIIT'in aerobik dayanıklılığı artırabildiği bilinmektedir [20].

Geleneksel kardiyo egzersizlerine kıyasla, HIIT daha kısa süreli ve yoğun çalışmalardan oluştuğu için daha etkili bir yağ yakma yöntemi olarak görülebilir. Bu, sıkıcı veya monoton egzersizlerden sıkılan kişiler için çekici olabilir. Ayrıca, HIIT'in zaman açısından daha verimli olduğu ve daha kısa sürede daha iyi sonuçlar elde edilebileceği düşünülmektedir [107].

Ancak, HIIT yoğun bir antrenman yöntemi olduğu için, herkes için uygun olmayabilir. Yüksek yoğunluklu egzersizlere başlamadan önce, bir sağlık uzmanına danışmak önemlidir. Ayrıca, HIIT'i doğru bir şekilde uygulamak, uygun form ve tekniğin kullanılması da önemlidir. Bu nedenle, bir antrenör veya uzman gözetiminde HIIT antrenmanları yapmak önemlidir [81].

2.4.1. HIIT'in fizyolojik mekanizması

Little ve ark. (2010) ve Egan ve ark. (2013)'na göre, PGC-1 α , hücrelerdeki mitokondrilerin biyogenezini ve enerji metabolizmasını düzenleyen bir gen aktivatörüdür. Yüksek yoğunluklu egzersizler gibi şiddetli fiziksel aktiviteler, PGC-1 α 'nın aktivasyonunu tetikleyerek mitokondriyal fonksiyonları artırır. PGC-1 α aktivasyonu, yüksek yoğunluklu egzersizin anaerobik ve aerobik enerji üretimini artırıcı etkileriyle ilişkilidir. Yüksek yoğunluklu interval antrenman (HIIT), kısa süreli yüksek yoğunluklu egzersiz periyotları ve aktif dinlenme dönemlerinin tekrarlanmasını içerir. Bu tür antrenmanlar, aerobik kapasiteyi artırırken aynı zamanda anaerobik enerji sistemlerinin gelişimini de destekler. PGC-1 α 'nın aktivasyonu, mitokondride ATP üretimini artırarak enerji metabolizmasını optimize eder. Bu, hücrelerin daha fazla enerji üretebilmesini sağlar ve spor performansını artırır. Ayrıca, PGC-1 α 'nın aktivasyonu, mitokondriyal biyogenezin (yeni mitokondri oluşumu) artmasına ve mitokondriyal enzimlerin ve proteinlerin sentezine yol açar. Bu da, hücrelerin daha etkili bir şekilde enerji üretebilmesini ve oksidatif kapasitelerinin artmasını sağlar. PGC-1 α ayrıca, lipid metabolizmasını da etkiler. Aktivasyonu, yağ asidi oksidasyonunu artırarak yağ yakımını teşvik eder. Bu da, vücuttaki yağ depolarının enerji üretimi için kullanılmasına yardımcı olur [126, 127].

Yüksek yoğunluklu egzersizlerin, PGC-1 α 'nın aktivasyonunu artırarak mitokondriyal fonksiyonları geliştirdiği ve enerji metabolizmasını optimize ettiği bilinmektedir. Bu fizyolojik mekanizmalar, HIIT gibi yüksek yoğunluklu egzersizlerin sağladığı adaptasyonların temelini oluşturur. PGC-1 α , aktivasyonu ile mitokondriyal adaptasyonu hızlandırır. Aktif hale geldiğinde, mRNA'nın mitokondri içerisinde daha etkin hale gelmesini sağlar. Bu da mitokondrinin işlevini ve kapasitesini artırarak enerji üretimini optimize eder. Yüksek yoğunluklu egzersizler, PGC-1 α aktivasyonunu tetikleyerek mitokondriyal adaptasyonu teşvik eder. Mitokondriler, hücrelerde enerji üretiminden sorumlu organellelerdir ve ATP üretimi için gereklidir. PGC-1 α 'nın aktivasyonu, mitokondrilerin sayısını, boyutunu ve işlevselliğini artırarak hücrenin enerji üretim kapasitesini artırır [126, 127]

Gibala ve ark. (2008) tarafından yapılan çalışması, kısa süreli yüksek yoğunluklu egzersizlerin PGC-1 α aktivasyonunu artırdığını göstermiştir. Çalışmada, katılımcılar sırt sırta 30 saniye süren sprint intervalleri yapmışlardır. Bu intervaller, maksimal veya yakın

maksimal çaba gerektiren kısa süreli çalışmaları içermektedir. Bu kısa süreli ve yüksek yoğunluklu intervallerin PGC-1 α aktivasyonunu artırdığını ve mitokondrial adaptasyonu hızlandığını göstermiştir. Yüksek yoğunluklu egzersizler, hücrelerde enerji talebini artırarak mitokondrilerin sayısını ve işlevini artırır. PGC-1 α , bu süreçte önemli bir rol oynar ve mitokondriyal biyogenezin ana düzenleyicisi olarak hareket eder [140].

Little (2010) yılındaki çalışması da yüksek yoğunluklu interval antrenmanının PGC-1 α aktivasyonunu artırdığını ve mitokondrial biyogenezi teşvik ettiğini desteklemektedir. Çalışmada, düşük hacimli, yüksek yoğunluklu interval antrenmanı uygulanmıştır. Katılımcılar kısa süreli yüksek yoğunluklu egzersiz periyotları ile aralıklı dinlenme periyotlarını tekrarlamışlardır. Sonuçlar, bu antrenman protokolünün mitokondrial biyogenezi ve enerji metabolizmasını düzenleyen PGC-1 α aktivasyonunu artırdığını göstermiştir [126].

Bu çalışmalar, yüksek yoğunluklu egzersizlerin PGC-1 α aktivasyonunu artırarak mitokondrial adaptasyonu hızlandığını ve enerji metabolizmasının gelişmesine katkıda bulunduğunu desteklemektedir. Ancak, daha fazla araştırma yapılması ve farklı egzersiz protokollerinin PGC-1 α üzerindeki etkilerinin incelenmesi gerekmektedir.

Her iki çalışma da yüksek yoğunluklu egzersizlerin PGC-1 α aktivasyonunu artırdığını ve mitokondrial adaptasyonu teşvik ettiğini göstermektedir. Bu da daha etkili enerji üretimi, oksidatif kapasitenin artması ve genel olarak fiziksel performansın gelişmesiyle sonuçlanabilir. Bu mekanizma, aerobik kapasitenin gelişmesi, yağ yakımının artması ve metabolik sağlığın iyileşmesi gibi faydalarla ilişkilendirilmiştir. Ancak, PGC-1 α 'nın diğer fizyolojik etkileri ve mekanizmaları hala araştırma konusu olmaya devam etmektedir.

Pilegard ve ark. (2008) ve Handschin ve ark. (2008)'nin yaptığı çalışmalara göre, yüksek şiddetli antrenmanlar, PGC-1 α reseptörünün mitokondrideki aktivasyonunu artırarak daha fazla enerji üretimini tetikler. Bu da iskelet kasının oksidasyon kapasitesini artırır ve maksimal egzersiz seviyesinin gelişmesine katkıda bulunur. PGC-1 α reseptörünün aktivasyonu, mitokondrilerin sayısını ve fonksiyonunu artırarak oksidatif kapasiteyi iyileştirir. Yüksek şiddetli antrenmanlar, enerji talebini artırarak PGC-1 α 'nın aktivasyonunu uyarır. Aktif hale gelen PGC-1 α , mitokondrilerin biyogenezini (yeni

mitokondri oluşumu), mitokondrial enzim aktivitesini ve oksidatif metabolizmayı artırır [128, 129].

Gibala ve ark. (2008)'na göre, yüksek şiddetli antrenmanların PGC-1 α reseptörünün aktivasyonunu artırdığını ve bu sayede iskelet kasının oksidasyon kapasitesini geliştirdiğini göstermiştir. Bu da daha yüksek bir maksimal egzersiz seviyesine ulaşmayı sağlar. Bu mekanizma, atletik performansın artması, dayanıklılığın gelişmesi ve fiziksel kondisyonun iyileşmesi gibi faydalarla ilişkilendirilmiştir. Ancak, yüksek şiddetli antrenmanların etkileri kişiden kişiye farklılık gösterebilir ve her bireyin adaptasyon süreci farklı olabilir. PGC-1 α reseptör aktivasyonu yüksek yoğunluklu interval antrenmanları (HIIT) ile artırılabilir.

Gibala ve ark. (2008)'nın yaptığı çalışma, 6 hafta boyunca yapılan HIIT antrenmanlarının PGC-1 α reseptör aktivasyonunu %100 artırdığını göstermektedir. Bu çalışmada, yüksek yoğunluklu döngü ergometresi antrenmanları kullanılmış ve PGC-1 α 'nın aktivasyonu, antrenman sonrası kas biyopsileriyle değerlendirilmiştir [140].

Little'in (2010) çalışması ise daha kısa süreli bir antrenman programının etkisini incelemiştir. Bu çalışmada, 2 hafta boyunca yapılan HIIT antrenmanlarının PGC-1 α reseptör aktivasyonunu %25 artırdığı bulunmuştur. Çalışmada, genç yetişkinler arasında bisiklet ergometresi kullanılarak yüksek yoğunluklu antrenmanlar gerçekleştirilmiş ve PGC-1 α aktivasyonu, antrenman sonrası kas biyopsileriyle ölçülmüştür. Bu bulgular, yüksek yoğunluklu interval antrenmanlarının PGC-1 α reseptör aktivasyonunu artırdığını ve mitokondrial adaptasyonu hızlandığını desteklemektedir [126].

Gibala ve ark. (2019) yaptığı çalışma, kısa süreli yoğun interval egzersizin insan iskelet kasında PGC-1 α ekspresyonunu artırdığını göstermiştir. Bu çalışmada, altı sağlıklı ve aktif genç erkek katılımcıya iki farklı egzersiz protokolü uygulanmıştır. Birinci grup, döngü ergometresinde 30 saniyelik yüksek yoğunluklu sprintlerle 4-6 dakikalık süreler boyunca çalışmıştır. Diğer grup ise daha uzun süreli, sürekli orta yoğunluklu egzersiz yapmıştır. Her iki grup da toplamda 6 seanslık egzersiz programını tamamlamıştır. Çalışmanın sonuçları, kısa süreli yoğun interval egzersizin PGC-1 α ekspresyonunu artırdığını göstermiştir. Kısa süreli yüksek yoğunluklu sprintlerin kullanılması, mitokondriyal adaptasyonu hızlandırarak PGC-1 α aktivasyonunu teşvik etmiştir. Bu bulgu, kısa süreli yoğun interval

egzersizin mitokondrial adaptasyonu etkileyen önemli bir sinyal yolunu aktive ettiğini ve PGC-1 α ekspresyonunu artırdığını göstermektedir [105].

Boström ve ark. (2012) ve Pedesen (2019)'nın yaptıkları çalışmalarda, egzersiz, kaslarda PGC-1 α (Peroxisome Proliferator-Activated Receptor Gamma Coactivator 1-Alpha) aktivasyonunu artırır sonucuna varmışlardır. Bununla birlikte, PGC-1 α , kaslarda FNDC5 adı verilen bir membran proteini olan fibronektin tip III domain 5'in (FNDC5) ekspresyonunu artırır. FNDC5 proteininin proteolitik bir ürünü olan irisin hormonu, aktif hale gelerek dolaşıma salınır. İrisin, kaslar tarafından salgılanan bir miyokin olarak bilinir. Miyokinler, kas hücrelerinden salgılanan ve uzak dokularda etkileri olan proteinlerdir. İrisin'in düzenli fiziksel aktivite yapıldığında metabolik hastalıklardan koruyucu etkilere sahip olduğu belirtilmektedir. PGC-1 α aktivasyonu, egzersizle birlikte artar ve bu da FNDC5'in ekspresyonunu artırır. Bu da irisin hormonunun oluşumunu tetikler. İrisin, vücutta bazı hedef dokularda, özellikle yağ dokusunda ve beyinde etkiler gösterir. İrisin'in enerji harcamasını artırdığı, yağ yakımını teşvik ettiği ve insülin duyarlılığını artırdığı düşünülmektedir [130, 131].

Pedersen (2012) ve Moreno ve ark. (2013)'a göre, irisin, glikoz homeostazını, lipit profilini ve metabolik parametreleri iyileştirici etkilere sahip olduğu bilinen bir hormondur. Kas dokusunda üretilir ve kana salınarak etkilerini gösterir. Fiziksel aktivite ve egzersiz gibi uyarıcılar, irisin üretimini artırır. İrisin'in glikoz homeostazını iyileştirdiği bilinmektedir. Araştırmalar, irisin'in insülin duyarlılığını artırarak hücrelerin kan şekeri kullanımını ve glukoz metabolizmasını iyileştirebileceğini göstermektedir. İrisin ayrıca, insülin direnci ve tip 2 diyabet gibi metabolik hastalıkların gelişimini önleyebileceği düşünülen mekanizmalara da katkıda bulunabilir. İrisin'in lipit metabolizmasını etkilediği ve vücuttaki yağ dokusunun parçalanmasını ve enerji harcamasını artırabileceği düşünülmektedir. İrisin'in yağ asitlerinin oksidasyonunu ve termojenezi (ısı üretimi) artırarak vücuttaki yağ depolarının kullanımını teşvik ettiği gösterilmiştir. Bu da kilo kaybı ve metabolik sağlık üzerinde olumlu etkilere sahip olabilir [133].

Perakakis ve ark. (2017)'nin yılında yaptığı çalışma, irisin'in karaciğerde kahverengileşmeyi sağladığını ve bunun metabolik parametreleri iyileştirebileceğini göstermiştir. Kahverengi yağ dokusu, enerji harcamasını artırmak için termojenez yoluyla ısı üretir. Bu tip yağ dokusu, beyaz yağ dokusundan farklı bir işlevselliğe sahiptir. İrisin

hormonunun karaciğerde kahverengileşmeyi uyardığı ve bu şekilde enerji harcamasını artırdığı düşünülmektedir. Perakakis ve arkadaşlarının çalışmasında, irisin hormonu kullanılarak yapılan deneylerde, irisin'in karaciğerde kahverengileşmeyi uyardığı ve buna bağlı olarak enerji harcamasının arttığı gösterilmiştir. Bu bulgular, irisin hormonunun metabolik parametreleri iyileştirme potansiyeline sahip olduğunu ve obezite ile ilişkili risk faktörlerini azaltabileceğini düşündürmektedir [134].

İrisin hormonu çeşitli dokularda bulunan belirli hücrelerin işlevini etkileyebilen güçlü bir habercidir. İrisin'in en yoğun üretildiği ve salındığı yer, kas dokusudur. Bununla birlikte, irisin'in etkilediği diğer dokular şunları içerebilir:

Karaciğer: İrisin, karaciğerdeki hücrelerde reseptörler aracılığıyla etkisini gösterebilir. İrisin'in karaciğerde enerji metabolizmasını düzenlediği ve kahverengi yağ dokusunun aktivasyonunu teşvik ettiği düşünülmektedir.

Pankreas: İrisin, pankreas hücrelerinde etkili olabilir ve insülin salınımını ve glukagon üretimini düzenleyebilir. Bu şekilde, irisin, glikoz homeostazını etkileyebilir.

Kalp: İrisin'in kalpte etkili olduğu düşünülmektedir. Araştırmalar, irisin'in kalp hücrelerinde enerji metabolizmasını düzenleyebileceğini ve kalp fonksiyonlarını iyileştirebileceğini göstermektedir.

Yağ dokusu: İrisin, beyaz yağ dokusunda lipolizi (yağ parçalanmasını) teşvik edebilir ve enerji harcamasını artırabilir. Ayrıca, irisin'in beyaz yağ dokusunda kahverengi yağ hücrelerinin oluşumunu ve aktivasyonunu artırarak metabolik sağlığı iyileştirebileceği düşünülmektedir.

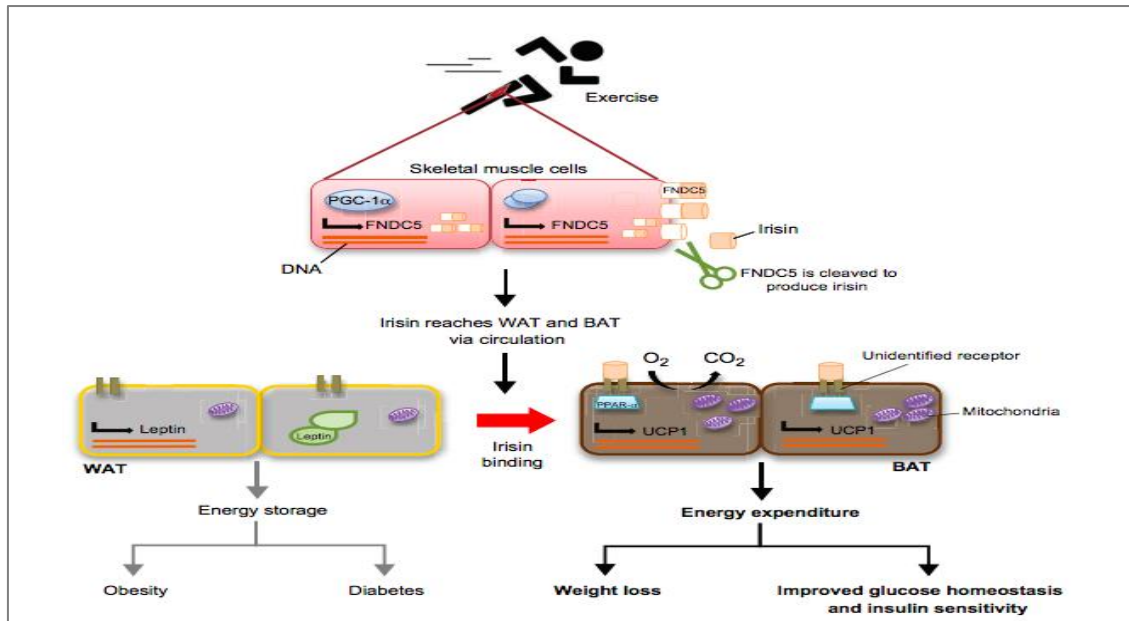
Beyin: İrisin, beyinde belirli nöronal hücreler üzerinde etkili olabilir. Araştırmalar, irisin'in beyinde sinir hücrelerinin büyüme, hayatta kalma ve plastisite süreçlerini etkileyebileceğini göstermektedir.

Bu dokulardaki etkileriyle birlikte, irisin hormonunun genel olarak metabolik sağlık üzerinde önemli bir rol oynadığı düşünülmektedir.

Zhang ve ark. (2014)'na göre, irisin hormonunun dolaşıma salınması, beyaz yağ dokularında belirli bir reseptöre bağlanarak bu dokuların genetik profilini değiştirebilmektedir. Bu değişim sonucunda beyaz yağ dokularının kahverengi yağ dokularına dönüşmesi sağlanır. Kahverengi yağ dokularının oksijen tüketimi ve mitokondrial yoğunluğu arttığı için, enerji harcaması ve metabolizma üzerinde olumlu etkileri bulunmaktadır [136].

Kahverengi yağ dokusu, daha fazla mitokondriye sahip olduğu için, daha fazla oksijen kullanarak enerji üretir ve termojenez (ısı üretimi) yoluyla enerji harcar. Bu nedenle, beyaz yağ dokularının kahverengileşmesi metabolizmanın hızlanmasına ve enerji harcamasının artmasına katkıda bulunur [136].

CastilloQuan ve ark. (2012) yılında yaptıkları çalışmalar, beyaz yağ dokularının kahverengileşmesinin metabolizma üzerinde olumlu etkileri olduğunu göstermektedir. Irisin hormonunun beyaz yağ dokularını kahverengi yağ dokularına dönüştürmesi, metabolizmanın hızlanmasına ve enerji harcamasının artmasına katkıda bulunarak, kilo kontrolü ve metabolik sağlık açısından önemli bir potansiyel taşımaktadır [137].



Şekil 2.2. PGC-1α ve irisin aracılığıyla egzersize bağlı adipoz doku kahverengileşmesi

Egzersiz, kastaki PGC-1α ekspresyon seviyelerini arttırır. Bu da, bir tip I membran proteini olan ve C-terminal olarak bölünen ve irisin olarak dolaşıma salınan FNDC5'in

ekspresyonunu yukarı regüle eder. İrisin, WAT'ta adipositlerin yüzeyindeki bilinmeyen bir reseptöre bağlanması, genetik profillerini değiştirir. Özellikle, irisin, UCP1'in (BAT'ta yüksek oranda ifade edilir ve bir esmerleşme belirteci) ifadesini artıran bir ara aşağı akış efektörü olduğu düşünülen PPAR- α ifadesini indükler. WAT'ın kahverengileşmesi, artan mitokondriyal yoğunluk ve oksijen tüketimi ile ilişkilidir. Esmerleşmeye, enerji harcama profilinde bir artış eşlik eder ve bu da metabolizma üzerinde olumlu etkilere yol açar.

2.4.2. HIIT antrenman yöntemleri

Maillard ve ark. (2012)'na göre, HIIT antrenmanlarının birçok farklı yöntemi mevcuttur. Temel olarak interval antrenmanlar, yüklenme ve dinlenme sürelerinin kısa [6-30sn %85-100 maksimal kalp atım hızı (KAHmaks)] olduğu yoğun intervaller ile yüklenme ve dinlenme süresinin uzun (1-5dk %60-80 KAHmaks) olduğu yaygın interval yöntemleri ele alınarak birçok farklı antrenman metodu ortaya çıkmıştır. Bunlar bisiklet ergometresi yöntemi, Tabata ve Gibala yöntemleri, dairesel ağırlık (circuit) yöntemi, insanity yöntemi, yürüme koşma ve suda yapılan yüzme yöntemleri olarak gerçekleştirilmektedir. Ayrıca HIIT antrenmanları kuvvet egzersizleri ile de kombine olarak uygulanabilmektedir [138].

HIIT (High-Intensity Interval Training) antrenmanlarının birçok farklı yöntemi bulunmaktadır. Bu yöntemler, yüklenme ve dinlenme süreleri, yoğunluk seviyeleri ve uygulama şekilleri açısından değişiklik gösterebilir. İşte bazı yaygın HIIT antrenman yöntemleri :

1. Interval Antrenmanları: Bu yöntemde, yüklenme süresi kısa (genellikle 6 ila 30 saniye) ve yoğun (%85-100 maksimum kalp atım hızı) iken, dinlenme süresi daha uzun (1 ila 5 dakika) ve daha düşük yoğunlukta (%60-80 maksimum kalp atım hızı) olur. Bu intervaller tekrar edilerek antrenman gerçekleştirilir.
2. Bisiklet Ergometresi Yöntemi: Bu yöntemde, yoğun interval antrenmanları bisiklet ergometresi kullanılarak yapılır. Yüksek hızlarda ve direnç seviyelerinde kısa süreli yoğun pedallama periyotları ile dinlenme süreleri arasında geçiş yapılır.
3. Tabata ve Gibala Yöntemleri: Tabata yöntemi, 20 saniye yoğun çalışma ve 10 saniye dinlenme periyotlarından oluşur ve toplamda 4 dakika süren kısa ve yoğun bir antrenman şeklidir. Gibala yöntemi ise, kısa (1 dakika) yoğun çalışma periyotları ile daha uzun (1-2 dakika) dinlenme periyotlarının kullanıldığı bir antrenman yöntemidir.

4. Dairesel Ağırlık (Circuit) Yöntemi: Bu yöntemde, kuvvet egzersizleri ve kardiyo egzersizleri bir arada yapılarak bir döngü oluşturulur. Kısa süreli yoğun egzersizlerle bir egzersiz döngüsü tamamlanır ve ardından dinlenme süresine geçilir.
5. Insanity Yöntemi: Insanity programı, yüksek yoğunluklu kardiyo egzersizlerinin belirli bir süre boyunca sürekli olarak yapıldığı bir antrenman programıdır. Yüksek tempoda egzersizler, kısa dinlenme süreleriyle birleştirilir.
6. Yürüme Koşma ve Suda Yapılan Yüzme Yöntemleri: Bu yöntemlerde, yüksek yoğunluklu yürüme, koşma veya yüzme egzersizleri belirli sürelerle tekrarlanır. Özellikle suda yapılan yüzme antrenmanları, eklem stresini azaltırken yüksek yoğunluklu çalışmayı sağlar.
7. Kuvvet Egzersizleri ile Kombine Yöntemler: HIIT antrenmanları, kuvvet egzersizleriyle de kombinlenebilir. Örneğin, bir egzersiz döngüsünde kardiyo egzersizlerinin yanı sıra kuvvet egzersizleri de yer alabilir, böylece hem kardiyo dayanıklılık hem de kuvvet kazanımı hedeflenebilir.

Her bir yöntemin belirli avantajları ve dezavantajları olabilir. Hangi yöntemin tercih edileceği, kişisel hedefler, fiziksel kondisyon seviyesi ve tercihler göz önünde bulundurularak belirlenmelidir. Ayrıca, antrenmanların doğru formda ve uygun bir şekilde yapılması önemlidir [138].

2.5. Yüksek Yoğunluklu Fonksiyonel Antrenman (HIFT)

Yüksek yoğunluklu fonksiyonel eğitim (HIFT), fitness salonlarında popülerlik kazanmış bir antrenman yöntemidir. Bu yöntem, fonksiyonel zindelik, kuvvet antrenmanı ve Olimpik kaldırma gibi farklı bileşenleri bir araya getirerek çok eklemlili hareketlere odaklanır. HIFT, herhangi bir fitness seviyesine göre uyarlanabilen bir egzersiz modudur. HIFT çalışmaları genellikle grup antrenmanı şeklinde yapılır ve bir saatlik bir zaman dilimini kapsar. Antrenmanın başlangıcında, dinamik bir ısınma bölümü yer alır, burada koşu, bisiklet gibi aktiviteler kullanılarak vücut ısısı artırılır. Daha sonra, hareketlilik için germe ve ısınma egzersizleri yapılır.

HIFT antrenmanının ana bölümü kuvvet kısmıdır. Bu bölümde, vücudun farklı bölgelerini hedefleyen kuvvet antrenmanı egzersizleri gerçekleştirilir. Örneğin, ağırlık kaldırma hareketleri, kettlebell egzersizleri, vücut ağırlığı ile yapılan egzersizler gibi çeşitli teknikler

kullanılır. Bu egzersizler genellikle yüksek yoğunlukta ve kısa süreli tekrarlamalarla yapılır.

Egzersiz antrenmanı bölümünde, HIFT antrenmanının ana hedeflerine yönelik egzersizler yer alır. Bu bölümde, güç, dayanıklılık, kondisyon ve esneklik gibi farklı özelliklere odaklanan egzersizler uygulanır. Örneğin, interval antrenmanları, kardiyo egzersizleri, plyometrik egzersizler gibi çeşitli aktiviteler yapılabilir [27, 29].

HIFT antrenmanı, yüksek yoğunlukta ve sürekli değişen egzersizlerle vücudu zorlar ve birçok farklı kas grubunu çalıştırır. Bu sayede, güç kazanımı, dayanıklılık artışı, yağ yakımı ve genel fitness düzeyinin gelişimi sağlanabilir [27, 29].

Ancak, HIFT antrenmanı yüksek yoğunlukta olduğu için, dikkatli bir şekilde ve uygun formda yapılması önemlidir. Antrenman öncesi ve sonrası ısınma ve soğuma egzersizlerine de özen gösterilmelidir. Ayrıca, bireylerin kendi fitness seviyelerine uygun ağırlıklar ve tekrar sayıları seçmeleri önemlidir [27].

HIFT antrenmanı, fonksiyonel zindelik, kuvvet antrenmanı ve yüksek yoğunluklu egzersizi birleştirerek etkili bir antrenman yöntemidir. Bu antrenman şekli, fitness seviyesi ne olursa olsun herkese uyarlanabilir ve farklı hedeflere yönelik çalışmaları içerir. HIFT, vücudu kompleks hareketlerle çalıştırarak güç, dayanıklılık, kondisyon ve esneklik gibi birçok farklı özelliği geliştirme potansiyeline sahiptir. Bununla birlikte, HIFT antrenmanı yüksek yoğunlukta olduğu için doğru form ve teknik önemlidir. Antrenman öncesi ve sonrası ısınma ve soğuma egzersizlerine de dikkat edilmelidir. Sporcuların bireysel ihtiyaçlarına ve hedeflerine uygun bir HIFT programı oluşturulması, maksimum fayda sağlamak için önemlidir [41].

Antrenman bir soğuma evresi içermiyorsa, vücut ısınız ve kalp atış hızınız normal bir seviyeye gelene kadar hafif bir hareket ve esneme periyodunun yapması önerilir. HIFT, hem aerobik hem de anaerobik hareketleri veya kas güçlendirme egzersizlerini içerir ve HIIT gibi tekrarlayan aerobik egzersizlerden daha fazla kas alımını sağlar, dayanıklılığı, gücü ve hareketliliği geliştirir. Tipik olarak, HIIT protokolleri doğada tek model olan modaliteleri kullanır (örneğin, koşu, bisiklete binme, kürek çekme vb.), oysa HIFT

protokolleri multimodal ve "fonksiyonel" alıştırma kullanılarak uygulanan antrenman şekilleridir [41].

2.5.1. HIFT'in fizyolojik mekanizması

High-Intensity Functional Training (HIFT), literatürde değişkenlik gösteren bir tanımlamaya sahip bir egzersiz yöntemidir. HIFT, işlevsel hareketleri yüksek yoğunlukta ve genellikle zaman aralıkları ile içeren bir fitness yaklaşımını ifade eder.

Bu tür antrenmanların fizyolojik mekanizmaları çeşitli faktörlere bağlı olarak değişebilir.

1. **Kas Kuvveti ve Dayanıklılığı Artışı:** HIFT programları, işlevsel hareketlerin (örneğin, squat, deadlift, vücut ağırlığı egzersizleri) yüksek yoğunlukta tekrarlarını içerir. Bu, kas kuvvetini ve dayanıklılığını artırır. HIFT'in kas kitlesi artışına ve maksimum güç çıktısının iyileştirilmesine katkı sağlayabileceğini göstermektedir.
2. **Metabolizma Hızının Artışı ve Yağ Kaybı:** Yüksek yoğunluklu HIFT, egzersiz sırasında ve sonrasında yüksek kalori tüketimine yol açar. Bu, metabolizma hızının artmasına ve yağ kaybının desteklenmesine katkıda bulunabilir. HIFT, EPOC (Excess Post-Exercise Oxygen Consumption) etkisini artırabilir, yani egzersiz sonrası vücudun oksijen tüketiminin arttığı bir döneme neden olabilir. Bu, enerji harcamasının artmasına neden olur.
3. **Kardiyovasküler Sağlık:** HIFT, kalp sağlığını iyileştirmeye yardımcı olabilir. Yüksek yoğunluklu işlevsel hareketler, kalp atış hızını artırır ve kardiyovasküler dayanıklılığı geliştirir. Ayrıca, HIFT programları kan basıncını düşürebilir ve kardiyovasküler risk faktörlerini azaltabilir.
4. **Koordinasyon ve Denge Gelişimi:** İşlevsel hareketlerin çeşitliliği, vücut koordinasyonunu ve dengeyi artırabilir. Bu, sakatlık riskini azaltmaya yardımcı olabilir.
5. **Metabolik Adaptasyonlar:** HIFT, insülin hassasiyetini artırabilir ve glukoz metabolizmasını iyileştirebilir. Bu, diyabet riskini azaltmada etkili olabilir. HIFT'in fizyolojik mekanizmaları, antrenmanın şekline, yoğunluğuna ve süresine bağlı olarak değişebilir. Ayrıca, bireyin fitness seviyesi ve hedefleri de etkileyici faktörlerdir.

2.5.2. HIFT antrenman yöntemleri

High-Intensity Functional Training (HIFT), işlevsel egzersizleri yüksek yoğunlukta içeren bir fitness yaklaşımını ifade eder. HIFT, genellikle işlevsel hareketlerin kombinasyonunu içerir ve dayanıklılığı, kuvveti, koordinasyonu ve işlevselliği geliştirmeyi hedefler.

1. CrossFit: HIFT'in popüler bir türüdür. Bu program, ağırlık kaldırma, kettlebell egzersizleri, jimnastik hareketleri ve kardiyo aktivitelerinin bir karışımını içerir [38].
2. Circuit Antrenmanları: Circuit antrenmanları, farklı egzersizlerin bir dizi istasyonda sırayla uygulandığı bir antrenman yöntemidir. Bu, bir istasyondan diğerine hızlıca geçerken dayanıklılığı ve kuvveti artırmayı amaçlar [49].
3. Functional Movement Screen (FMS): FMS, vücut hareketlerinin işlevselliğini değerlendiren bir araçtır. Hatalı hareket kalıplarını tanımlayarak sporcuların sakatlık riskini azaltmayı hedefler [48].
4. TRX Egzersizleri: TRX, vücut ağırlığınızı kullanarak işlevsel egzersizleri gerçekleştirebileceğiniz bir ekipmanı ifade eder. Bu egzersizler, dengeyi ve kuvveti artırmayı hedefler [47].
5. Kettlebell Antrenmanları: Kettlebell egzersizleri, özellikle kuvvet ve dayanıklılığı artırmak için kullanılır. Swings, cleans ve snatches gibi hareketler içerir [46].

Her bir HIFT yöntemi, farklı vücut hareketlerini ve fitness hedeflerini hedefler. HIFT, genellikle genel fitnessin artırılması, dayanıklılığın geliştirilmesi ve işlevselliğin iyileştirilmesi için kullanılır.

2.6. HIIT ve HIFT Arasındaki Temel Farklar

HIIT (High-Intensity Interval Training) ve HIFT (High-Intensity Functional Training) arasında temel farklılıklar bulunmaktadır. Bu iki antrenman yöntemi arasındaki ana farklar:

1. Kavramsal Farklılık: HIIT, yüksek yoğunluklu egzersiz dönemleri ile aralıklı dinlenme dönemlerini kombineleyen bir antrenman yöntemidir. Hedefi, maksimum çaba gerektiren kısa süreli egzersiz periyotlarıyla kardiyovasküler dayanıklılığı artırmak ve kalori yakımını teşvik etmektir. HIFT ise yüksek yoğunluklu fonksiyonel hareketleri kullanarak çok modlu bir egzersiz yaklaşımıdır. Amacı, kardiyovasküler

dayanıklılığı artırmak, kas gücünü ve hipertrofiyi geliştirmek ve genel fiziksel performansı iyileştirmektir.

2. Hareket Çeşitliliği: HIIT genellikle tek bir egzersiz moduna (örneğin, koşu, bisiklet sürme) odaklanırken, HIFT çok çeşitli egzersizleri içeren bir şekilde uygulanabilir. HIFT'te vücut ağırlığı egzersizleri, kettlebell hareketleri, halter hareketleri, sürüklenme ve itme gibi farklı egzersiz modaliteleri kullanılabilir. Bu, HIFT'in daha fazla çeşitlilik ve egzersiz modu seçeneği sunmasını sağlar.
3. Kas Kuvveti ve Fonksiyonel Hareketler: HIFT, bileşik hareketler ve fonksiyonel hareketlerin vurgulandığı bir yaklaşımdır. Squat, deadliftler, itişler ve çekişler gibi tüm vücudu çalıştıran hareketler, HIFT programlarının temelini oluşturur. HIIT ise genellikle kardiyovasküler dayanıklılığı artırmaya odaklanırken, HIFT aynı zamanda kas kuvvetini ve gücünü geliştirmeyi hedefler.
4. Programlama ve Süre: HIIT genellikle daha kısa süreli bir antrenman protokolüdür. Tipik olarak, 20-30 dakika süren kısa ve yoğun egzersiz periyotlarından oluşur. HIFT ise genellikle daha uzun sürebilen ve daha fazla egzersiz setini içeren bir programdır. HIFT antrenmanları genellikle 45 dakika ile 1 saat arasında sürebilir.

Bu farklılıklar, HIIT ve HIFT'in farklı amaçlara ve vurgulara sahip olduğunu göstermektedir. Her ikisi de yüksek yoğunluklu antrenman yöntemleridir, ancak metodolojileri ve odak noktaları açısından önemli farklılıklar bulunmaktadır. Her iki yöntem de farklı hedeflere yönelik olarak kullanılabilir ve kişinin tercihlerine ve hedeflerine bağlı olarak seçilebilir [26, 28, 82, 106].

Diğer taraftan, HIIT (Yüksek Yoğunluklu Aralıklı Antrenman), tek modlu olmak zorunda değildir ve birkaç set için sadece bir tür aerobik egzersiz kullanma gerekliliği yoktur. HIIT, birçok farklı egzersiz modu kullanılarak uygulanabilen bir antrenman yöntemidir. Örneğin, HIIT antrenmanında koşu, bisiklet sürme, kürek çekme gibi tek bir aerobik egzersiz modu kullanabilirsiniz. Ancak, HIIT aynı zamanda çok çeşitli egzersizleri içeren bir şekilde de uygulanabilir. Vücut ağırlığı ile yapılan egzersizler, kettlebell egzersizleri, sürüklenme, itme ve çekme hareketleri gibi farklı modalitelerle de HIIT antrenmanı yapılabilir [26, 82, 106].

Tek modlu olma zorunluluğunun olmayışı, antrenmanın çeşitliliğini artırabilir ve motivasyonu yüksek tutabilir. Ancak, HIIT antrenmanı yüksek yoğunlukta olduğu için

doğru form ve teknik önemlidir ve antrenman öncesi ve sonrası ısınma-soğuma rutinlerine dikkat edilmelidir [82].

HIIT'in temel prensibi, yüksek yoğunluklu çalışma periyotları ile aralıklı dinlenme periyotlarını kombinlemektir. Bu yoğun çalışma periyotları, egzersizde maksimum çaba gerektiren kısa süreli aktiviteler olabilir. Örneğin, 20 saniye sprint, ardından 10 saniye dinlenme gibi bir periyot kullanılabilir. Bu periyotlar tekrarlanarak toplam antrenman süresi oluşturulur [26, 106].

HIFT çok modludur, yani tanımlanmış dinlenme aralıkları olmaksızın çoklu fonksiyonel hareketler uygulanır [28].

Multimodal, tanımlanmış dinlenme aralıkları olmaksızın çoklu fonksiyonel hareketler kullandığı anlamına gelir. Bileşik hareketler olarak da bilinen fonksiyonel hareketler, squat, deadliftler, itişler ve çekişler, pull-up'lar gibi tüm vücudu kullanan egzersizlerdir. Bu tür halter, powerlifting veya Olimpik kaldırma hareketleri, genellikle kardiyovasküler kapasite veya dayanıklılık olmaksızın güç ve hipertrofi etkisini ortaya çıkarmak için belirli sayıda set ve tekrarda uygulanır. HIFT bu hareketlerle ve bunları daha büyük hacimli yüksek yoğunlukta sürekli bir devre veya aralık biçiminde programlar. HIFT eğitimi, kas gücünü ve gücünü geliştirmeye ve geliştirmeye, yağsız kas kütlesi kazanmaya ve aerobik dayanıklılık kapasitesini geliştirmeye yardımcı olmaktadır [28, 117, 118, 119].

Diğer taraftan literatüre baktığımızda, HIIT (High-Intensity Interval Training) genellikle kardiyo odaklı bir egzersiz yaklaşımıdır ve belirli bir aktivite üzerinde yüksek yoğunluklu egzersiz periyotlarına odaklanır. Örneğin, koşu bandında hızlı koşular veya bisiklet sürme gibi tek bir aktivite üzerinde yoğun çalışmalar yapılabilir [82].

HIFT (High-Intensity Functional Training) ise daha genel bir antrenman yaklaşımıdır ve farklı fonksiyonel hareketleri içerir. HIFT, genellikle vücut ağırlığı ile yapılan egzersizler veya kettlebell, halter gibi ekipmanlar kullanılarak uygulanır. HIFT programları, kas gücünü, dayanıklılığı, esnekliği ve koordinasyonu geliştirmeyi hedefler. Bu nedenle, HIFT egzersizleri genellikle birden çok kas grubunu ve vücut bölgesini çalıştıran bileşik hareketleri içerir [28].

HIFT'in amacı, güç, dayanıklılık, esneklik ve koordinasyonu geliştirmek için farklı hareketlere ve egzersizlere odaklanmaktır. Bu, genel fiziksel performansı iyileştirmeyi ve fonksiyonel hareket kabiliyetini artırmayı amaçlar. HIFT programları, kasları güçlendirmenin yanı sıra, hareket becerilerini, dengeyi ve hareket kontrolünü geliştirmeyi hedefler.

Buchheit, ve ark. (2013); Ramos ve ark. (2015) göre, Her iki yaklaşım da yüksek yoğunluklu egzersizlere odaklanırken, farklı vurgulara sahiptir. HIIT daha çok kardiyo dayanıklılığını artırmaya odaklanırken, HIFT genel fiziksel performansı ve fonksiyonel yetenekleri geliştirmeyi hedefler. Her iki yaklaşım da farklı hedeflere ve tercihlere sahip bireyler için uygun olabilir [26, 106].

Feito ve ark. (2018), Buchheit ve ark. (2013) göre, HIIT, HIFT'den çok farklı bir eğitim yöntemidir. HIFT ile karşılaştırıldığında, HIIT tek modludur, yani koşu, bisiklete binme, atlama gibi fonksiyonel hareketler gibi bir tür hareketi içerdiği anlamına gelir. Ancak, birçok kişi HIIT'in ne olduğu ile ilgili gerçekten yanlış bilgiye sahiptir. HIIT oluşturmak için hem yüksek yoğunluklu eğitimi hem de aralıklı eğitimi içeren belirli bir antrenman türüdür. HIIT aslında kısa bir süreliğine aerobik egzersiz veya kardiyovasküler egzersizdir. HIIT'in temel amacı, kardiyo eğitiminin yoğunluğunu arttırmaktır. Her egzersiz, koşu ve bisiklete binme gibi uzun süreli dayanıklılık eğitiminin aksine, genellikle sadece 30-90 saniye sürer [27, 120].

Feito ve ark. (2018), Fonksiyonel hareket kalıplarının ve direnç temelli egzersizlerin kullanımının yanı sıra dinlenme aralıklarının da farklı olması üzerinde durmuşlardır. HIIT genellikle dinlenme veya düşük yoğunluklu aktif dinlenme periyotları ile kısa süreli kuvvetli egzersiz modunda yapılır. Çalışmalar arası geçişlerde, aktif dinlenme süreleri olsun veya olmasın, çeşitli sürelerde farklı egzersiz türlerini içeren, sürekli değişen hareketlerin kullanılması olarak tanımlanır. Her iki eğitim modu da vücut yağını parçalamak, aktif bir yaşam tarzı sürdürmek ve genel sağlığı iyileştirmek için mükemmeldir. Ancak, hangi eğitim yönteminin sizin için uygun olduğunu anlamak için öncelikle hedeflerin belirlenmesi, ne için antrenman yapıldığının bilinmesi gereklidir [27].

Boyle (2016), Fonksiyonel egzersizlerin tanımı ve kriterleri arasında farklılıklar olmasına rağmen, genel olarak tüm vücudu kapsayan, çoklu hareket düzlemlerinde ve çoklu motor

sistemlerini kullanarak yapılan egzersizleri içerdiği söylenebilir. Fonksiyonel egzersizler, günlük yaşam aktivitelerinde ve spor performansında kullanılan hareket kalıplarını taklit etmeyi hedefler. Örnek olarak, şınavlar, deadliftler, mekikler, pull-up'lar, dikey sıçramalar gibi çoklu eklemleri ve kas gruplarını içeren hareketler fonksiyonel egzersizlere örnek olarak verilebilir. Bu egzersizler, tüm vücudu çalıştırır, güç ve dayanıklılık gerektirir ve farklı düzlemlerde hareket etmeyi içerir. Fonksiyonel egzersizler, günlük yaşam aktivitelerindeki hareketleri iyileştirmeyi, kas gücünü ve dayanıklılığını artırmayı, dengeyi ve koordinasyonu geliştirmeyi, sakatlanma riskini azaltmayı ve spor performansını iyileştirmeyi hedefler. Kişinin işlevsel kapasitesini artırırken aynı zamanda kas dengesini geliştirmeye yardımcı olur. Bu egzersizler genellikle vücut ağırlığı ile yapılabilir, ancak kettlebell, halter, direnç bantları ve diğer ekipmanlar da kullanılabilir. Kişinin günlük yaşam aktivitelerinde daha iyi performans göstermesine yardımcı olurken, genel sağlık ve fitness seviyesini artırmayı hedefler. Bu egzersizlerin doğru form ve teknikle uygulanması önemlidir [121].

Baechle ve ark. (2008) göre, Geleneksel antrenmanlarda, powerlifting, halter ve jimnastik gibi egzersizler genellikle planlanmış setler ve tekrarlarla yapılır görüşünü ortaya koymuşlardır. Bu antrenmanlar genellikle yoğun çaba gerektiren hareketler içerir ve kas gücünü, kuvvetini ve kas kütlesini artırmayı hedefler. Bu geleneksel antrenman yöntemleri genellikle kardiyovasküler kapasiteyi artırmak veya dayanıklılığı geliştirmek için planlanmaz. Bunun yerine, bu tür antrenmanlar genellikle kuvvet ve hipertrofi (kas büyüklüğü) etkisini artırmayı hedefler. Setler ve tekrarlar arasında uzun dinlenme süreleri vardır, böylece kaslar tamamen toparlanabilir ve yüksek yoğunluklu çalışma tekrarlanabilir. Bu egzersizlerin kardiyovasküler yanıtı akut olarak belirgin olmayabilir, yani egzersiz sırasında kalp atış hızı veya solunum hızı gibi kardiyovasküler göstergelerde büyük bir artış olmayabilir. Bununla birlikte, bu egzersizler uzun vadeli olarak kardiyovasküler sağlığı ve dayanıklılığı etkileyebilir. Örneğin, güçlü kaslar ve artan kas kütlesi, genel enerji harcamasını artırabilir ve bu da kardiyovasküler sistemin çalışmasını destekleyebilir. Ancak, kardiyovasküler dayanıklılığı artırmak veya genel kardiyovasküler sağlığı iyileştirmek isteyen kişiler için, daha fazla kardiyovasküler egzersiz içeren antrenman yöntemleri, örneğin kardiyo egzersizleri veya HIIT (High-Intensity Interval Training) gibi daha yoğun aerobik çalışmalar da gereklidir [116].

Baechle ve ark. (2008), powerlifting, halter ve jimnastik gibi yüksek yoğunluklu ve sürekli bir setleme veya aralık formatında yapılan egzersizler, sadece kas gücünü arttırmakla kalmaz, aynı zamanda kardiyovasküler, aerobik ve anaerobik adaptasyonları da geliştirmek için güçlü uyarılar olabilir sonucuna varmışlardır. Bu tür egzersizler yüksek yoğunluk ve direnç içerdiği için kasları zorlar ve güçlendirir. Bunun sonucunda kas kuvveti, kuvvet üretme kapasitesi ve kas dayanıklılığı artar. Bunun yanı sıra, sürekli olarak yüksek yoğunlukta çalışmak, kardiyovasküler sistemi ve aerobik kapasiteyi geliştirmeye yardımcı olabilir. Bu egzersizler sırasında kalp hızı ve solunum hızı artar, enerji talebi yükselir ve kardiyovasküler sistem zorlanır. Bu durum, kardiyovasküler adaptasyonların gelişmesine katkıda bulunabilir ve kalp sağlığını, kan dolaşımını ve oksijen taşıma kapasitesini iyileştirebilir. Yüksek yoğunluklu egzersizler anaerobik enerji sistemini de aktive eder. Bu, kısa süreli ve yoğun çaba gerektiren egzersizler sırasında kullanılan enerji üretim mekanizmasıdır. Anaerobik adaptasyonlar, kasların laktik asit toleransını artırabilir, anaerobik gücü ve dayanıklılığı geliştirebilir. Bu tür egzersizler, vücudun farklı enerji sistemlerini etkileyerek geniş bir fizyolojik tepki sağlar. Hem kas gücünü artırırken hem de kardiyovasküler, aerobik ve anaerobik kapasiteleri geliştirir [116].

HIIT (High-Intensity Interval Training) ve HIFT (High-Intensity Functional Training) gibi eğitim yöntemlerini karşılaştıran sınırlı sayıda araştırma bulunmaktadır. Ancak, özellikle HIFT yöntemleri üzerine yapılan çalışmalar, vücut kompozisyonunda, kas gücünde ve aerobik kapasitede önemli gelişmelere yol açabileceğini göstermektedir.

HIFT, genellikle çoklu fonksiyonel hareketleri içeren bir antrenman yöntemidir ve kuvvet, dayanıklılık, esneklik, koordinasyon ve dengeyi geliştirmeyi hedefler. HIFT'in bu çoklu hareketler ve yüksek yoğunluklu çalışma periyotları, kasların güçlenmesine ve büyümesine katkıda bulunabilir. Ayrıca, yüksek yoğunluklu ve sürekli hareketler, kalori yakımını artırarak vücut kompozisyonunda değişimlere neden olabilir [28].

Bazı araştırmalar, HIFT'in vücut yağında azalma, kas kütlesinde artış ve kuvvet kazanımı gibi olumlu etkilere sahip olabileceğini göstermektedir. Örneğin, 2016 yılında yapılan bir araştırma, 8 hafta boyunca HIFT programına katılan bireylerde vücut yağında azalma, kas kütlesinde artış ve kuvvet kazanımı olduğunu bulmuştur. Aynı şekilde, HIIT yöntemi de kardiyo kapasitesini artırırken vücut kompozisyonunda değişimlere yol açabilir. Yoğun çalışma periyotları ve aralıklı dinlenme, kalp atış hızını artırır, enerji harcamasını yükseltir

ve yağ yakımını teşvik eder. Bu da vücut yağında azalmaya ve aerobik kapasitede artışa neden olabilir. Ancak, HIIT ve HIFT'in etkilerini karşılaştıran doğrudan karşılaştırmalı çalışmalar sınırlıdır. Daha fazla araştırma yapılması ve farklı popülasyonlarda bu eğitim yöntemlerinin etkilerinin daha iyi anlaşılması gerekmektedir [28].

Buckley ve ark. (2015) kadınlarda multimodal tabanlı HIIT (MM-HIIT) eğitim yöntemlerini, unimodal tabanlı HIIT yöntemleriyle (kürek ergometresi vb.) karşılaştırmıştır. Her iki grup altı haftalık bir eğitim sürecini üç haftada tamamlamıştır. Haftada bir kez yapılan her iki protokolde de, setler arasında üç dakikalık pasif bir dinlenme süresi bulunmaktadır. Her bir çalışma periyodu altı dakika sürmekte ve bir dakikalık dinlenme süresi ile tamamlanmaktadır [122].

Bu çalışma, multimodal ve unimodal HIIT eğitim yöntemlerinin kadınlarda fiziksel kondisyon üzerindeki etkisini karşılaştırmayı amaçlamıştır. Multimodal HIIT, farklı egzersiz modlarının (örneğin, kardiyo egzersizleri, ağırlık antrenmanları, esneme egzersizleri) birleştirildiği bir yaklaşımdır. Unimodal HIIT ise genellikle tek bir egzersiz modalitesine (örneğin, kürek ergometresi) odaklanır. Çalışmanın sonuçları, multimodal ve unimodal HIIT'nin her iki durumda da fiziksel kondisyon üzerinde benzer etkilere sahip olduğunu göstermiştir. Bu sonuçlar, kadınların farklı egzersiz modlarını kullanarak çeşitli HIIT protokollerinden faydalanabileceğini ve bu protokollerin benzer şekilde kondisyon geliştirmeye yardımcı olabileceğini göstermektedir. Ancak, daha fazla detay ve veriye ihtiyaç duyulmaktadır ve bu çalışmanın sonuçları genellemek için daha fazla araştırma yapılması gerekmektedir. Ayrıca, multimodal ve unimodal HIIT'nin diğer cinsiyetlerdeki etkileri hakkında daha fazla çalışma yapılması da önemlidir [122].

Row-HIIT grubunun kürek ergometresinde birden fazla aralığı tamamlarken, MM-HIIT grubunun ağır kuvvet hareketlerini (squat, deadlift, pres vb.) birkaç tekrarla tamamlayabildiği belirtilmektedir. 60 saniyelik çalışma aralıklarında, orta şiddetteki yüklenimlerde (şnavlar, itme hareketleri, kutu atlamaları, top çarpmaları, halat hareketleri vb.), hem MM-HIIT hem de Row-HIIT gruplarının aerobik kapasiteyi (%7'ye karşı %5) ve anaerobik gücü (%15'e karşı %12) önemli ölçüde geliştirdiği görülmüştür. Altı haftalık eğitimden sonra, sadece MM-HIIT grubunun kas gücünü ve kas dayanıklılığını arttırdığı belirtilmektedir. Bu sonuçlar, MM-HIIT protokollerinin ağır kuvvet hareketlerini içerdiği için kas gücü ve dayanıklılığını arttırmada etkili olabileceğini göstermektedir. Bununla

birlikte, Row-HIIT grubunun kürek ergometresi üzerinde yapılan egzersizlerle aerobik kapasite ve anaerobik güç açısından benzer gelişmeler kaydettiği belirtilmektedir [122].

Bu sonuçlar, farklı egzersiz modalitelerinin farklı fizyolojik yanıtlar sağlayabileceğini ve antrenman programının amacına bağlı olarak uygun seçimlerin yapılması gerektiğini göstermektedir. Ancak, daha fazla araştırma ve detaylı veriye ihtiyaç duyulmaktadır .

Essen ve ark. (1975)'e göre, multimodal HIIT (MM-HIIT) programları, geleneksel unimodal HIIT programlarına göre kas performansını geliştirmede önemli bir yarar sağlayabilir. MM-HIIT programları, farklı egzersiz modalitelerinin kombinasyonunu içerir ve bu sayede kas gücünü artırabilir. Örneğin, ağır kuvvet hareketleri (squat, deadlift, pres vb.) gibi direnç egzersizleri MM-HIIT protokollerinin bir parçası olabilir ve kas gücünü artırmada etkili olabilir [111].

Bununla birlikte, MM-HIIT programları genellikle aerobik ve anaerobik çalışmalarda da benzer gelişmeler sağlayabilir. Örneğin, 60 saniyelik çalışma aralıklarında orta şiddetteki yüklenimlerin kullanıldığı MM-HIIT protokolleri, hem aerobik kapasiteyi hem de anaerobik gücü önemli ölçüde geliştirebilir. MM-HIIT programlarının kas performansı, aerobik kapasite ve anaerobik güç üzerindeki bu çok yönlü etkileri, egzersiz çeşitliliğini ve farklı enerji sistemlerinin kullanılmasını içeren bir yaklaşımı yansıtabilir. Bu nedenle, MM-HIIT programları, genel fitness düzeyini artırmak isteyen bireyler için etkili bir seçenek olabilir.

HIFT protokolleri ile geleneksel HIIT protokolleri arasındaki ikinci önemli fark, dinlenme aralıklarının belirli bir şekilde tanımlanmamasıdır. HIFT egzersizleri genellikle belirli bir sayıda tekrarı mümkün olan en hızlı sürede tamamlamayı veya belirli bir zaman dilimi içinde bir dizi egzersizi mümkün olduğunca çok tekrarla tamamlamayı hedefler. Yani, egzersizlerin süresi veya tekrar sayısı belirlenirken, dinlenme aralıkları daha esnek bir şekilde uygulanabilir. Bu, HIFT'in daha serbest ve esnek bir yaklaşım olduğunu gösterir. HIFT protokolleri, kişinin kendi hızına, kapasitesine ve gücüne dayanır. Dinlenme süreleri, bireyin ihtiyaçlarına ve antrenman hedeflerine göre ayarlanabilir. Geleneksel HIIT protokollerinde ise genellikle belirli çalışma ve dinlenme süreleriyle yapılan periyotlar kullanılır. Örneğin, 30 saniye çalışma, 10 saniye dinlenme gibi belirlenmiş aralıklar kullanılabilir. Bu protokollerde dinlenme süreleri daha spesifik ve tanımlanmıştır. Her iki

protokol de yüksek yoğunluklu çalışmayı içerir, ancak HIFT'in daha esnek dinlenme aralıkları sağlaması, kişiye özgü adaptasyonları ve ihtiyaçları daha iyi karşılayabilir. Bu, bireylerin güç, dayanıklılık, kardiyο kapasitesi ve diğєr fitness hedeflerini farklı bir şekilde geliştirmelerine olanak tanır [116].

Her HIFT antrenmanının doğası, bireylerin mevcut fitness seviyelerine göre egzersiz boyunca dinlenme veya toparlanma aralarına ihtiyaç duyacakları anlamına gelir. Bu nedenle, bu aralar genellikle kısadır ve böylece egzersiz boyunca uygulanır. HIFT (High-Intensity Functional Training) protokolleri, genellikle daha uzun dinlenme aralıklarına sahip olduğu için çoğu geleneksel HIIT protokolünden farklılık gösterebilir. Geleneksel HIIT protokollerinde, kısa çalışma aralıkları (genellikle 20-30 saniye) ile daha kısa dinlenme süreleri (10-20 saniye) kullanılır. Bununla birlikte, HIFT protokollerinde, daha uzun çalışma aralıkları (örneğin, 4-5 dakika) ve daha uzun dinlenme süreleri (örneğin, 2-3 dakika) tercih edilebilir. Örneğin, tekrarlanan Wingate çalışması gibi geleneksel HIIT protokollerinde, birden fazla 30 saniyelik sprint aralığı tamamlanırken, dinlenme süreleri genellikle daha kısa olabilir. Bu protokoller, anaerobik gücü ve kapasiteyi geliştirmeye odaklanır [190].

HIFT protokolleri ise genellikle daha fonksiyonel hareketlere ve egzersizlere odaklanır. Bu protokollerde, daha uzun çalışma aralıkları ve dinlenme süreleri kullanılabilir. Bu, bireylerin daha kompleks hareketleri gerçekleştirmelerine ve kuvvetlerini, dayanıklılıklarını ve işlevselliıklarını artırmalarına olanak tanır.

Her iki protokolün de farklı faydaları ve kullanım alanları vardır. Geleneksel HIIT protokolleri daha çok anaerobik gücü ve kapasiteyi hedeflerken, HIFT protokolleri genellikle daha geniş bir hareket yelpazesini ve işlevselliği hedefler.

Çeşitli dinlenme protokolleri sırasında toparlanma süresindeki farklılıkların, eğitimle ilgili uyarlamaları düzenlemek için önemli etkileri olabilir. Örneğin, Cochran ve ark. (2011), ilk bölümde, tekrarlanan dört Wingate'in akut yanıtlarını karşılaştırdıkları iki bölümlük bir çalışma gerçekleştirmişlerdir. Testler, sürekli yüksek yoğunluklu eşit çalışma sürelerini (bir ergometri çalışma döngüsünde toplam dört dakikalık çalışma) kapsamakta idi. Akut mitokondriyal yanıtlar protokoller arasında benzerlikler ortaya koymuştur. Bu da benzer adaptasyonların potansiyelini göstermiştir. Bununla birlikte önceki çalışmaların aksine,

HIIT'den sonra mitokondriyal enzimlerde meydana gelen gelişmeler olduğunu ortaya koymuştur [123].

Bu protokollere verilen eğitimle ilgili, akut yanıtlar arasındaki uyumsuzluk, HIFT ve HIIT eğitiminin ilgi çekici bir yönünü ve daha fazla çalışma gerektiren göreceli araştırmaların yapılması gerekliliğini ortaya koymaktadır. Birkaç çalışma mevcut olmasına rağmen, bu konuyla ilgili literatürde çalışmalar azdır.

Sperlich ve ark. (2017) tarafından yapılan bir çalışmada, dairesel antrenman benzeri çok istasyonlu, yüksek yoğunluklu bir program olan Dairesel HIIT, düşük yoğunluklu ve yüksek hacimli bir egzersiz programı olan Dairesel Kombine ile karşılaştırılmıştır. Bu karşılaştırma, aktif olmayan bir grup kadın üzerinde dokuz hafta boyunca gerçekleştirilmiştir. Çalışmanın amacı, psikofizyolojik yanıtlar (fiziksel ve zihinsel yanıtlar) açısından bu iki antrenman protokolünü değerlendirmektir. Dairesel HIIT, yüksek yoğunluklu ve çok istasyonlu bir antrenman programıdır. Bu programda, yüksek yoğunluklu egzersizler kısa sürelerle tekrarlanırken, istasyonlar arasında kısa dinlenme süreleri bulunmaktadır. Dairesel Kombine ise düşük yoğunluklu ve yüksek hacimli bir egzersiz programıdır. Bu programda, daha düşük yoğunluklu egzersizler daha uzun süreler boyunca tekrarlanır ve daha az yoğun dinlenme süreleri kullanılır. Çalışmanın sonuçlarına dayanarak, dairesel HIIT programının dairesel kombinasyon programına göre psikofizyolojik yanıtlarda daha fazla iyileşme sağladığı bulunmuştur. Dairesel HIIT programı, kısa süreli yüksek yoğunluklu egzersizlerin uygulanmasıyla daha fazla fiziksel ve zihinsel adaptasyon sağlayabilir. Araştırmacılar her iki grupta da, vücut kompozisyonu, kuvvet, güç, aerobik kapasite, genel sağlık ve algı düzeylerinin, dairesel HIIT tabanlı aerobik bir protokol ile, daha çok arttığı görülmüştür. Bu çalışmalar, kardiyovasküler stresin ve adaptasyon potansiyelinin, yoğunluğuna bakılmaksızın, aralıklı antrenmanlara kıyasla, sürekli çalışma protokolleri arasında fark olabileceğini göstermektedir [124].

Kliszczewicz ve ark. (2015) tarafından yapılan bir çalışmada, maksimum kalp atış hızının %90'ında 20 dakikalık yüksek yoğunluklu koşu bandı çalışması ile 20 dakikalık tek bir HIFT seansının oksidatif stres üzerindeki etkisi incelenmiştir. HIFT seansı, 5 pull-up, 10 şınav ve 15 squat gibi egzersizleri içermektedir. Çalışmanın sonuçlarına göre, her iki egzersizin de oksidatif belirteçlerde anlamlı artışlara neden olduğu belirlenmiştir. Ancak, iki farklı egzersiz modalitesi arasında anlamlı bir fark gözlenmemiştir. Yani, zamana ve

yoğunluğa göre eşleştirildiğinde, 20 dakikalık yüksek yoğunluklu koşu bandı çalışmasıyla HIFT seansı benzer fizyolojik stres tepkileri üretmiştir. Bu bulgular, HIFT seansının kısa süreli ve yoğun bir şekilde yapıldığında, oksidatif stres açısından benzer bir etki yaratabileceğini göstermektedir. HIFT seansında yapılan egzersizler, vücudu hızla zorlayarak yüksek yoğunluklu bir çalışma sağlar ve bu da oksidatif stresin artmasına neden olabilir [125].

Metabolik bozukluğu olanlar arasında, bu tür çalışma modalitesinin potansiyel metabolik etkilerini aydınlatmak için başka çalışmalar yapılmalıdır. Bazı kanıtlar olsa da, geleneksel HIIT ve HIFT protokolleri arasında akut ve kronik yanıtları farklılıklar göstermektedir. Kısıtlı olan veriler, HIFT protokollerinin birden fazla performans ve sadece unimodal HIIT yöntemi kullanarak fizyolojik adaptasyon için, eğitim protokolleri karşılaştıran bir eğitim programı diğerinden üstün olduğunu söylemek mümkün olmamakla birlikte, antrenörler tarafından her iki sisteminde kullanılabileceği görülmektedir. Bu koşullarda, antrenörler çalışma programlarını ve yöntemlerini seçerken, çalışma grubunun ihtiyaçları ve isteklerine göre uyarlama yapmaları göz önünde bulundurulmalıdır.

2.7. Muaythai'nin Tarihi

Muaythai, Tayland'ın milli dövüş sanatı olarak bilinir ve tarihi oldukça eski köklere dayanır. Genel olarak 13. yüzyıla kadar uzandığı düşünülmektedir. Muaythai'nin gelişimi, Tayland'ın tarihi ve kültürel yapısıyla sıkı bir şekilde bağlantılıdır. Tayland'ın tarihindeki savaşlar, muaythai'nin gelişimine büyük etki yapmıştır. Tay halkı, sık sık çeşitli savaşlarla karşı karşıya kalmış ve bu savaşlarda dövüş becerilerini kullanarak kendilerini korumayı öğrenmiştir. Bu savaşlarda kullanılan dövüş teknikleri zamanla Muaythai olarak adlandırılan bir dövüş stili haline gelmiştir [85].

Muaythai'nin geleneksel olarak dini ve dinsel ritüellerle ilişkilendirildiği bilinmektedir. Örneğin, dövüşçüler maç öncesinde rahipler tarafından yapılan dualarla kutsanır ve müzik eşliğinde ritüel danslar sergilerler. Bu ritüeller, geçmişte dövüşçülerin güvenliği ve başarıları için manevi destek sağlamak amacıyla gerçekleştirilmiştir. Günümüzde ise bu ritüellerin çoğu geleneksel olarak devam etmekle birlikte bazı maçlarda daha gösterisel bir şekilde sunulmaktadır [85].

Muaythai, disiplin, fiziksel dayanıklılık, vücut kontrolü ve tekniğe dayalı bir dövüş stili olarak bilinir. Dövüşçüler, el ve ayak vuruşları, dirsek ve diz darbeleri, tekmeler ve clinch adı verilen yakın dövüş tekniklerini kullanır. Müsabakalarda üç dakikalık rauntlar halinde dövüşürler ve maçlar genellikle üç (profesyonel maçlarda beş raunt olabilir) sürer [86].

Muaythai, 20. yüzyılda modern bir spor haline gelmiştir. Tayland'da ve uluslararası arenada düzenlenen birçok profesyonel müsabaka ve turnuva vardır. Ayrıca Muaythai, bir fitness aktivitesi olarak da popülerlik kazanmış ve birçok kişi tarafından kondisyonu artırmak, vücut gücünü geliştirmek ve kendini savunmayı öğrenmek amacıyla tercih edilen bir egzersiz şekli haline gelmiştir. Muaythai'nin kökenleri ve tarihi Tayland'ın geçmişiyle derinlemesine bağlantılıdır. Geleneksel olarak dini ve kültürel öneme sahip olan bu dövüş sanatı, hem bir spor dalı olarak rekabetçi arenada hem de sağlıklı bir yaşam tarzı için tercih edilen bir aktivite olarak popülerliğini sürdürmektedir [87].

Yıllarca süren araştırmalardan sonra, dövüş sanatlarının aslen Hindistan'dan geldiği keşfedilmiştir. Köklerin tüm dövüş sanatlarının temeli Kalaripayattu olduğu düşünülmektedir. Kalaripayattu şu anda Hindistan'ın güneyinde bulunan güzel bir eyalet olan Kerala'da yapılmaktadır. Bu dövüş sanatının efsanesi, insanların tanrılar arasındaki göksel savaşta rol oynaması gereken Ramayana'da başlar. Ramayana'nın resimlerinde tanrılar ve doğaüstü varlıklar arasında birçok savaşın var olduğunu görürüz. Bu savaşlar, Kalaripayattu'nun temel dövüş biçimlerini içerir [87].

Gezginler, keşişler, Kalaripayattu'lu gurukal, ordu ve Ramayana figürlerini, sanatın ruhunu ve hareketlerini tüm Asya'ya taşımışlardır. Her ülke onun bir parçasını almış ve kendi ilke ve kurallarına formüle etmiştir. Bu nedenle dövüş sanatlarında çok çeşitlilik olduğu bilinmektedir. Efsaneye göre, meditasyon sırasında uyanık kalmak ve Kalaripayattu'ya dayanan bir dizi egzersiz yapmak için Bodhidharma'nın keşişlere ihtiyacı vardı. Bu hareketler Shaolin Kung Fu'nun kökeni gibi görünüyordu. Sanat daha sonra Tayland'a tanıtılmıştı. Tayland'da Muaythai, bu eylemlerin gerçek savaşta pratik bir uygulaması olarak kullanılmıştır [88, 89].

Dövüş sanatları, tarih boyunca farklı kültürler arasında yayılmış ve değişiklik göstermiştir. Kalaripayattu'nun etkisi, gezginler, keşişler ve sanatın uygulayıcıları tarafından Asya'nın farklı bölgelerine taşınmış ve bu bölgelerde kendi özgün formlarını geliştirmiştir [88, 89].

Bodhidharma'nın keşişlere Kalaripayattu'ya dayanan egzersizler yaptırdığı hikayesi, gerçekliği tartışmalı olsa da, Çin'deki Shaolin Tapınağı'nda kung fu'nun gelişimine etkisi olduğuna inanılır. Bu egzersizlerin savaşta pratik uygulamasıyla ortaya çıkan Shaolin Kung Fu, kendine özgü teknikleri ve prensipleriyle ünlüdür. Muaythai'nin kökenlerinde Kalaripayattu'nun etkisi olduğu da düşünülmektedir. Muaythai'nin tarihinde, Tayland'a gelen ve dövüş sanatlarını öğreten keşişlerin rolü vardır. Bu keşişlerin Kalaripayattu'dan etkilendikleri ve Muaythai'de kullanılan bazı teknikleri ve hareketleri aktardıkları düşünülmektedir [90].

Muaythai, Tayland'da gerçek savaşlarda pratik yapma amacıyla kullanılan bir dövüş stili olarak gelişmiştir. Savaşlarda etkili ve verimli olması için teknikler ve stratejiler zamanla şekillenmiştir. Muaythai, eller, ayaklar, dirsekler ve dizler gibi farklı vücut parçalarının kullanıldığı bir dövüş stili olup, hız, güç, dayanıklılık ve strateji gerektirir. Bu şekilde, Kalaripayattu'nun köklerinden gelen dövüş sanatları farklı bölgelerdeki kültürlerle etkileşime girmiş ve farklı formlarını almıştır. Bu da dövüş sanatlarının çeşitliliğini ve zenginliğini açıklamaktadır. Her bir dövüş sanatı, kendi ilke, kurallar ve tekniklerine sahiptir, ancak aynı zamanda ortak bir geçmişi ve benzer öğeleri paylaşmaktadır [91].

Günümüzde dövüş sanatları, spor salonları ve antrenman alanlarının artışına bağlı olarak, insanların streslerinden ve yorgunluktan kurtarmak için bir dövüş sanatı antrenmanı istediğinin kanıtı olabilir. Dutch Muaythai, güvenli bir şekilde antrenman yapma ve istenirse bir partner veya rakiple rekabetçi bir şekilde antrenman yapma veya dövüşme fırsatı sunar. Geçmişte, Muaythai dünyası sadece erkeklere özel bir dünyaydı. 1990'dan başlayarak her geçen gün artan sayıda kadınların derslere katılıyor olması ve hatta ders veriyor duruma gelmiş olmaları muaythai branşının her kesimden insanın ilgi duyduğu bir spor olduğu alamına gelmektedir [92, 93].

Dövüş sanatlarına olan ilgi ve katılım geniş bir demografik yelpazeyi kapsamaktadır. Spor salonlarının ve antrenman alanlarının artışıyla birlikte, insanlar streslerinden uzaklaşmak, kendilerini geliştirmek, sağlıklarını korumak ve kendini savunma yeteneklerini artırmak amacıyla dövüş sanatları antrenmanlarına yönelmektedir. Dutch Muaythai, geleneksel Muaythai'nin bir varyasyonu olup, Batı tarzı antrenman tekniklerini ve yaklaşımlarını içerir. Bu tarz, birçok kişi için güvenli bir antrenman deneyimi sunar ve istenirse rekabetçi

bir ortamda dövüşme fırsatı sağlar. Bu şekilde, hem bireysel olarak gelişmek hem de başkalarıyla etkileşim içinde olmak isteyenler için cazip bir seçenek olabilir [94].

Özellikle son yıllarda, kadınların dövüş sanatlarına olan ilgisi ve katılımı artmıştır. Geçmişte Muaythai dünyasının genellikle erkeklere özgü bir alan olduğu düşünülürken, bugün kadınların dövüş sanatlarına olan ilgisi giderek artmaktadır. Kadınlar, Muaythai derslerine katılarak fiziksel kondisyonlarını artırabilir, kendilerini savunma becerilerini geliştirebilir ve özgüvenlerini yükseltebilirler. Ayrıca, bazı kadınlar ders verme konusunda uzmanlaşarak Muaythai antrenörleri olarak da aktif bir rol oynayabilmektedir [92, 93].

Bu gelişmeler, Muaythai'nin her kesimden insanın ilgi duyduğu bir spor olduğunu ve dövüş sanatlarının toplumun farklı kesimlerinde popülerlik kazandığını göstermektedir. Dövüş sanatları, bireylere fiziksel, zihinsel ve duygusal açıdan faydalar sağlama potansiyeline sahiptir ve çeşitli insanların farklı amaçlarına hizmet edebilen bir aktivite olma özelliği taşır [95, 96, 97, 98].

Avrupa'da, Hollandalı Muaythai dövüş sanatına 1970'lerin ve 80'lerin başında Hollanda'da "savaşan şehir" olarak bilinen Amsterdam, Avrupa'nın merkezi durumundaydı. Bu sporla ilgilenen şanslı birkaç kişi (aralarında Arnaud van der Veer) tarafından uygulandı. Küçük ülkeden büyük isimler çıktı. Ring sporlarının başlamasından bu yana (geleneksel boks hariç) Hollanda dünyayı yönetmiştir. Hollanda, Muaythai'nin Avrupa'da büyük bir popülerlik kazandığı ve yetenekli dövüşçülerin yetiştiği bir ülke olarak bilinir. Arnaud van der Veer gibi kişiler tarafından Muaythai uygulanmaya başlanmıştır. Hollanda, Muaythai gibi ring sporlarında büyük bir başarı elde etmiştir. Geleneksel bokstan farklı olarak, Muaythai gibi dövüş sanatları Hollanda'da büyük ilgi görmüş ve birçok yetenekli dövüşçü yetiştirmiştir. Hollanda, ring sporlarının gelişiminden bu yana dünya çapında önemli başarılarla imza atmıştır [95, 96, 97, 98].

Ancak Muaythai'nin tarihi gelişimi doğrudan Tayland'a bağlıdır. Tayland, tarihinde Mon ve Khmer gibi farklı etnik gruplar tarafından etkilenmiştir. Monlar, yaklaşık birinci yüzyılda Burma'dan ayrılarak Tayland'ın orta kısmına ulaşmış ve yerleşmiştir. Khmerler ise şu anda Kamboçya olarak adlandırılan bölgeden gelmiş ve Tayland'ın doğu kesiminde yaşamışlardır. Muaythai'nin kökleri Tayland'a uzanır ve Tayland kültürünün önemli bir parçasıdır. Tayland'da bu dövüş sanatı, geleneksel festivallerde ve müsabakalarda büyük

bir öneme sahiptir. Tayland, Muaythai'nin korunması, geliştirilmesi ve uluslararası alanda tanıtılması konusunda önemli bir rol oynamaktadır [96].

Tayland, geçmişte farklı etnik gruplar tarafından etkilenmiştir. Tayland'ın doğduğu Çin'in eyaleti olan Yunan'dan gelen Taylandlılar, ülkenin kuzey kesimini işgal etmiştir. Ancak Tayland, Yunanlıların gelmesinden önce zaten Mon ve Khmer gibi diğer etnik gruplar tarafından işgal edilmişti. Monlar, Burma'dan ayrıldıktan sonra yaklaşık birinci yüzyılda Tayland'ın orta kısmına ulaşmış ve yerleşmiştir. Monlar, Tayland'ın kültürüne ve tarihine önemli bir etki yapmışlardır. Diğer bir etnik grup olan Khmerler ise şimdiki Kamboçya olarak adlandırılan bölgeden gelerek Tayland'ın doğu kesiminde yaşamışlardır [97,98,99].

Muaythai'nin kökenleri, Tayland'ın bu tarihi dönemlerinde şekillenmeye başlamıştır. Tayland'ın farklı bölgelerinden gelen etnik grupların kültürel etkileşimi, dövüş sanatlarının da gelişimine katkıda bulunmuştur. Muaythai, bu süreçte yerel kültür, savaş teknikleri ve geleneklerin birleşimiyle oluşmuştur. Tayland, Muaythai'yi korumak, geliştirmek ve yaymak konusunda büyük bir önem taşımaktadır. Bu dövüş sanatı, Tayland'da milli spor olarak kabul edilir ve önemli bir kültürel miras olarak görülür. Tayland'da düzenlenen müsabakalar ve festivallerde Muaythai, büyük bir ilgi ve katılım görmektedir. Tayland'ın tarihi gelişimi ve etnik grupların kültürel etkileşimi, Muaythai'nin kökenlerini şekillendirmiştir. Tayland, bu dövüş sanatının evi olarak kabul edilir ve Muaythai'nin kültürel ve tarihi önemini koruma çabalarıyla bilinmektedir [89,90].

Bu dönemler, Tayland'ın tarihindeki siyasi ve toplumsal değişimlerin yanı sıra, Muaythai gibi dövüş sanatlarının da gelişimini etkilemiştir. Tayland'ın tarihi ve kültürel yapısı, bu dönemlerdeki etkileşimler ve savaşlarla şekillenmiştir. Savaş ve seyahat boyunca, tıbbi bilgileri yüksek bir seviyeye ulaştı ve bugün bile bu bilgi hala birçok kişide kullanılıyor geleneksel uygulamalar. Hareket halindeyken, bir savaşçının yaratıcı ve uyarlanabilir olması gerekir. Taylandlılar birçok farklı silah kullanmayı öğrendi ve rakiplerinin silahlarını ve taktiklerini devraldı. Bunu yaparken, silahlı ve silahsız bir savaş savaşçı sistemi geliştirdiler. Savaşçıları esir aldıklarında, Taylandlılar onları saflarına yerleştirdiler ve savaşma yollarını öğrendiler. Öğrendikten sonra, özel talep ve ihtiyaçlarına uyana kadar teknikleri ve yöntemleri geliştirmişler veya değiştirmişlerdir [92].

Hollandalılar, 1604'te Siam'ın başkentinde diplomatik bir misyon kuran ilk kişilerdi. Tersine Taylandlılar, Hollanda'nın Amsterdam kentinde Avrupa'daki ilk yerleşim yeri olarak göreve başlamışlardır. O zamanın büyük boksörü Nai Khanom Dtom, özgürlük için meydan okuyan 10 Burmalı savaşçıyla yarıştı ve hepsini yenmiş ve dövüşlerden sonra cesareti için savaşçılar serbest bırakılmış, yetenekleri için onurlandırılmışlardır [93].

Muaythai, sadece yetenekli bir savaşçı değil, aynı zamanda sanatın tüm ayrıntılarını inceleyen ve kaydeden bir adam olan “Kaplan Kralı” Pra Chao Sua'nın hükümdarlığı altında gelişti. Yarışmalara katılmak için krallığının her yerine kılık değiştirerek seyahat ettiği bilinmektedir. Barış döneminde savaşçılar ve görevliler fiziksel pratikle formda kalmak zorundaydılar. Muaythai, tüm eğitim ve rekreasyonun önemli bir parçası haline gelmiş, asker olmayan vatandaşlar da sanatla ilgilenmişlerdir. Yavaş yavaş, vatandaşların halka açık performanslara ve Muaythai eğitimine ilgisi artmış, ordu ve diğerler Siam vatandaşları arasında bir rekabet başlamıştır. Kral Pra Chao Sua, Muaythai üzerine bugün hala Muaythai'nin “İncil'i” olarak bilinen önemli bir kitap yazmıştır. Tayca yazılmış ve birçok baskısı vardır, ancak yakın zamana kadar tercüme edilmemiştir. Muaythai'nin yarışma kuralları çok basit ve anlaşılırdı. Ellerin at derisi, pamuk veya diğer tekstillerle sarılması gerekiyordu [93].

Sardıktan sonra savaşçılar ellerini kum veya camla karıştırılmış tutkalla dolu bir kovaya batırırlardı. Dövüşlerin bir zaman sınırı yoktu; Savaşçılardan birinin devam edemeyecek veya vücutlarında kanama olana kadar sürüyordu. Hakem, mücadelenin bitip bitmeyeceğine veya devam edip etmeyeceğine karar verdi. Muaythai o zamanlar vuruşlar, yumruklar, tekmeler, dirsekler vb. içeriyordu. Ağırlık kategorileri yoktu ve herkes herkesle karşı karşıya gelebiliyordu. Neyse ki Taylandlılar arasında ağırlıklarda büyük farklılıklar yoktu. Ancak sistem çok zordu ve bazı insanlar dövüşler sırasında ölmüşlerdi. Kurallar, 1930'da uluslararası boks kurallarına uyacak şekilde kökten değiştirilmiştir. Tayland Spor Komisyonu'nun hedefi, Muaythai'yi Olimpik bir spor olarak kabul ettirmektir. Ancak bu hedefe ulaşmak için Muaythai'nin Ram Muay (Muaythai dans ritüellerinin kalbi) gibi orijinal bileşenlerinin çoğu yabancılar tarafından kesilmiştir. O zamanki Olimpiyatlara, sözde Batı üst sınıfı hakim olmuş ve sporu medeniyetsiz ve kurlsız olarak yönetmişlerdi [99].

Geleneksel İngiliz Boks, ancak İngiliz lordlarının Olimpiyat Komitesine karşı uzun bir mücadelesinin ardından kabul edilmiştir. Boks bile, gerçekten bir spor branşı olup olmadığı konusunda, birçok “uygar ülke” tarafından hala güçlü bir şekilde eleştirilmektedir. Genel olarak müsabakalar, barbar olarak görülüyordu. Onlara göre genel kavram, yalnızca savaş alanında askerlerin savaşması gerektiği, dövüş, spor ya da eğlence değildi. Diğerleri arasında bu bakış açısı göz önüne alındığında, Asya nüfusunun bir bütün olarak Batı'dan daha aşağı olduğu düşünülmekteydi. Bu eleştirilerin sonucu, Taylandlıların kuralları ve düzenlemeleri değiştirmesi ve Muaythai'yi bir spor haline getirmesiydi. Kilo kategorileri, eldivenler, beş raund (her biri iki dakikalık aralıklarla üç dakika), bir nakavt / nakavt kararı ve bir hakem / hakem sistemi ile birlikte tanıtılmıştır. Bir değişim dönemi meydana geldi. Eski tarz dövüşçüler artık rekabet edemedi ve rekabetten çekilmek zorunda kalmışlardı. Bunu savaşçıların önemli bir düşüşü izlenmiştir. Ancak Taylandlıların cesareti ve sanat sevgisi sayesinde kamplardan yeni bir savaşçı türü ortaya çıktı ve yavaş yavaş rekabet yeniden büyüdü. Ancak, orijinal kurallara veya Chachuap kurallarına göre savaşırken, Taylandlı ve Birmanyalılar üstün kalitelerini tekrar tekrar kanıtlamışlardır. Tayland Turizm Örgütü, Muaythai'yi dünya çapında tanıtmak için, yabancıları Muay sanatını öğrenmeye çekmek için yeni kurulan Boks Danışmanlarıyla ekiplere katılmışlardır. Tay ve yerel olarak ünlü Muaythai savaşçıları ile tanıştırmışlar, ilgi gösteren en büyük gruplar Hollandalı ve Japon savaşçıları olmuşlardır [99].

Bangkok'taki en ünlü stadyumlar Lumpini, Rajadamnern, Samrong, Kanal 7 ve daha yakın zamanda Pattaya Stadyumu'dur. Müsabakalar genellikle haftada üç geceden fazla düzenli olarak tüm bu stadyumlarda yapılmıştır. Bu dövüşlerin neredeyse günlük yayını nedeniyle muaythai, gençler arasında da popülerliğini korumaktadır. Buna ek olarak, Ong-Bak gibi filmler Taylandlılara ulusal sporlarıyla ilgili ulusal bir enerji ve gurur artışı sağladı. ABD'de Muaythai, Vietnam Savaşı sırasında ve sonrasında Tayland'da kalan Denizciler ve eski denizciler tarafından öğrenilmiştir. Ancak birçok Amerikalı, şov benzeri bir karaktere ve yarı temaslı rekabete sahip sporları tercih etmektedir [102].

Avrupa'da Muaythai, Endonezyalılar ve Hollandalılar sanatı, savaş esir kamplarında kaldıkları süre boyunca ve kurtuluşlarından sonra öğrendiklerinde popülerlik kazanmıştır. Sanatı Hollanda'ya götürmüşlerdir. Fransızlar sanatı göçmenler aracılığıyla öğrenmiştir. 60'larda Paris'e gelen öğrenciler muaythai ile ilgilendiler ve merkezi Paris'te bulunan Circle'de Muaythai'ye başlamışlardır. Bu küçük organizasyon Muaythai'yi kendi halkı ve

diğer Asyalılar arasında desteklemişlerdir. Rekabet sınırlıydı ve çok az yabancıların girişi vardı. Avrupa'da Hollanda, Almanya, Fransa, Birleşik Krallık, İspanya ve İsviçre gibi ülkelerin rakipleri vardı [103].

Belki bir gün Tayland hükümeti, resmi Muaythai uygulamalarını standartlaştıran ve tanıyan bir sertifika eğitim programı geliştirmenin gerekli olduğunu hissedecektir. Bunu yapmak, potansiyel öğrencilerin, sahte sertifikalar ve unvanlar vererek para kazanmak isteyen bir okulun değil, gerçek Muaythai uygulamalarında gerçek eğitim alacakları uygun bir okul seçmelerine olanak sağlayacaktır.

2.7.1. Türkiye’de muaytha’nin gelişimi

Türkiye’de Muaythai’nin gelişimi, 1999 yılında başlayan çalışmalarla birlikte ivme kazanmıştır. Hasan Yıldız önderliğinde yapılan girişimler, IAMTF (Uluslararası Amatör Muaythai Federasyonu) ve Tayland Büyükelçiliği ile işbirliği yapılmasını içermiştir. Bu çabalar, Türkiye’de Muaythai’nin yasallaşması için önemli adımların atılmasını sağlamıştır [104].

1999 yılında, Hasan Yıldız’ın İngiltere’nin Manchester şehrinde düzenlenen Avrupa Muaythai temsilciler toplantısına katılması ve Türkiye temsilciliğine atanması önemli bir dönüm noktası olmuştur. Aynı zamanda uluslararası düzeyde gerçekleştirilen Muaythai antrenör ve hakem seminerlerine katılmıştır. 2001 yılında ise İngiltere’de düzenlenen antrenörlük kursuna katılarak Türkiye’nin ilk Muaythai antrenörü olmuştur. Bu süreçte Türkiye’de spor dalının resmiyet kazanması için bir ekip oluşturulmuştur. Bu girişimler ve çalışmalar sonucunda Türkiye’de Muaythai’nin tanınırlığı artmış ve spor dalının resmiyet kazanması sağlanmıştır. Türkiye’de Muaythai’nin gelişimi, daha sonra yapılan organizasyonlar, turnuvalar, antrenman kampları ve federasyon çalışmalarıyla desteklenmiştir. Türkiye’de Muaythai’nin popülerliği giderek artmakta ve sporun yaygınlaşması için çeşitli faaliyetler sürdürülmektedir [104].

Muaythai’nin Türkiye’deki gelişimi, sporun daha da ilerlemesi ve tanınırlığının artması için sürekli çaba gerektiren bir süreçtir. Sporcuların yetişmesi, antrenörlerin eğitimi, federasyon çalışmaları ve uluslararası ilişkilerin güçlendirilmesi gibi faktörler, Muaythai’nin Türkiye’deki başarısını ve gelişimini desteklemektedir [104].

2002 yılında, IAMTF temsilcisi Hasan Yıldız ve Tayland Büyükelçiliği işbirliğiyle Ankara'da ilk amatör gösteri müsabakaları düzenlenmiştir. Aynı yıl içinde Mersin'de bulunan Muaythai spor kulüpleri federasyonu, Gençlik ve Spor Genel Müdürlüğü Spor Kuruluşları Daire Başkanlığı'ndan uluslararası standartları karşıladığı için çalışma izni alarak, Türkiye'nin ilk iller arası gösteri müsabakalarını düzenlemiştir. Federasyonun kurulması için Hasan Yıldız ve Emekli Jandarma Albay Yaşar Ecel tarafından bir dosya hazırlanmış ve Gençlik ve Spor Genel Müdürlüğü'ne teslim edilmiştir [104].

Bu girişimler ve organizasyonlar, Türkiye'de Muaythai'nin resmiyet kazanması ve daha da yaygınlaşması için önemli adımlar olmuştur. İlk gösteri müsabakaları ve iller arası organizasyonlar, sporcuların yeteneklerini sergilemelerine ve Muaythai'nin tanınırlığını artırmalarına olanak sağlamıştır. Federasyonun kurulması ise sporun daha organize bir şekilde yürütülmesini ve uluslararası arenada Türkiye'nin temsilini sağlamayı hedeflemiştir. Bu süreçteki çalışmalar ve girişimler, Türkiye'de Muaythai'nin gelişimine katkıda bulunmuş ve sporun yaygınlaşması için temel oluşturmuştur. İlerleyen yıllarda yapılan turnuvalar, şampiyonalar ve milli takım faaliyetleri, Türk Muaythai sporunun uluslararası alanda başarılar elde etmesine olanak sağlamıştır. Bugün Türkiye'de birçok Muaythai spor kulübü ve sporcu bulunmakta ve sporun popülaritesi giderek artmaktadır [104].

Muaythai'nin Türkiye'deki gelişimi için yapılan bu çalışmalar ve organizasyonlar, sporun daha da ilerlemesi ve uluslararası başarıların devam etmesi için sürdürülmelidir. Sporcuların yetişmesi, antrenörlerin eğitimi, federasyonun çalışmaları ve sporun tanıtımı gibi alanlara yapılan yatırımlar, Türk Muaythai'sinin daha da ilerlemesine katkı sağlayacaktır.

2.8. Wingate Anaerobik Güç Testi (WAnT)

Wingate Anaerobik Güç Testi (WAnT), anaerobik gücün değerlendirilmesinde kullanılan bir test protokolüdür. Bu test süresince elde edilen en yüksek mekanik gücün alaktik (fosfojen) anaerobik işlemlere dayandığı kabul edilir. Aynı zamanda ortalama güç, kastaki anaerobik glikoz hızını gösteren bir ölçüm olarak kullanılır ve anaerobik kapasiteyi yansıtır.

Wingate testi, kas gücünü, anaerobik kapasiteyi ve sprint performansını değerlendirmek için yaygın olarak kullanılan bir test protokolüdür. Test sonuçları, sporcuların fiziksel kondisyonlarını değerlendirmek, antrenman programlarını belirlemek ve performanslarını izlemek için önemli bir bilgi sağlar.

WAnT, genellikle bir bisiklet ergometresi kullanılarak gerçekleştirilir. Test sırasında, katılımcılar belirlenmiş bir direnç seviyesinde maksimum çaba harcarlar. Test protokolü genellikle 30 saniye boyunca maksimum hızda pedal çevirmeyi içerir. Bu süre boyunca, katılımcıların maksimum güçlerini sergilemeleri beklenir.

Testin son evresi olan soğuma, testin tamamlanmasının ardından gerçekleştirilen bir dinlenme evresidir. Bu evrede, katılımcılar minimal dirençte pedal çevirerek basit bir dinlenme yaparlar. Bu, kaslardaki biriken laktik asidin uzaklaşmasına yardımcı olur ve toparlanmayı destekler.

Wingate Anaerobik Güç Testi, sporcularda anaerobik gücün ve kapasitenin bir ölçüsünü sağlar. Test sonuçları, antrenman programlarının ve performansın değerlendirilmesi, sporcu seçimi ve yetenek keşfi gibi alanlarda kullanılır. WAnT, özellikle kısa süreli yüksek yoğunluklu aktivitelerde önemli bir enerji kaynağı olan anaerobik sistemin değerlendirilmesine odaklanmaktadır.

Bu alanda çalışan araştırmacılar tarafından test süresince elde edilen en yüksek mekanik gücün alaktik (fosfojen) anaerobik işlemlere dayandığı ve maksimum anaerobik gücün göstergesi olarak ifade edilirken, ortalama gücün ise kastaki anaerobik glikoz hızını göstergesi ve anaerobik kapasite olarak adlandırılmaktadır. Bu protokolün son evresi olan soğuma, 2-3dk süreyle minimal dirençte pedal çevirerek basit bir dinlenmeyi içerir.

Uygulanacak optimal yükün belirlenmesinde vücut ağırlığı ve bacak hacmine dayanan bir optimal yük belirleme formülü (Evans-Quinney formülü) kullanılacaktır.

$$\text{Yük (kp)} = -0.4914 - [0.2151 \times \text{Ağırlık(kg)}] + [2.1124 \times \text{Bacak hacmi (litre)}] \quad (2.1)$$

Bu formül, bir kişinin bacak hacmi, vücut ağırlığı ve yük arasındaki ilişkiyi tanımlayan bir denklem gibi görünmektedir. Denklem şu şekildedir:

Burada:

- Yük, kilogram kuvvet (kp) cinsinden ifade edilir.
- Ağırlık, kişinin vücut ağırlığıdır ve kilogram (kg) cinsinden ifade edilir.
- Bacak hacmi, kişinin bacaklarının hacmidir ve litre (L) cinsinden ifade edilir.

2.9. Konuyla İlgili Bazı alışmalar

HIIT uygulamaları sporcularda, sedanterlerde, çocuklarda, gençlerde ve aşırı kilolu/obez kişilerde dayanıklılık ve vücut yağ yakımı bakımından olumlu gelişmeler göstermiştir. Impellizzeri ve ark. (2006) kırk genç futbolcuya haftanın iki günü toplam sekiz haftalık HIIT programı uygulamışlardır. Antrenmanlar 4x4 dakika %90-95 KAHmaks şiddetinde yüklenme, her set arasında ise 3 dakikalık %60-70 KAHmaks şiddetinde aktif dinlenme içermiştir. Sonuç olarak genç futbol oyuncularına uygulanan sekiz haftalık HIIT programı oyuncuların VO2maks, bireysel anaerobik eşik ve futbola özgü Ekblom testi performans değerlerinde artış meydana getirmiştir. Bu alışma, genç futbolcular üzerinde uygulanan sekiz haftalık HIIT programının çeşitli performans ölçütlerinde olumlu etkiler sağladığını göstermektedir. HIIT antrenmanları, genç sporcularda dayanıklılığı artırabilir ve vücut yağ yakımını destekleyebilir [141].

Yapılan diğer araştırmalar da, farklı popülasyonlarda HIIT'nin dayanıklılık ve vücut yağ yakımı açısından olumlu sonuçlar verdiğini göstermektedir. Sedanter bireylerde, çocuklarda, gençlerde ve aşırı kilolu/obez kişilerde uygulanan HIIT programları, kardiyο kapasiteyi artırabilir, vücut yağını azaltabilir ve metabolik sağlığı iyileştirebilir. Ancak, her bireyin fiziksel durumu ve sağlık geçmişi farklı olduğundan, HIIT programlarına başlamadan önce bir sağlık uzmanına danışmak önemlidir. Ayrıca, HIIT antrenmanlarının doğru bir şekilde uygulanması ve bireyin kapasitesine uygun olarak ayarlanması da gereklidir.

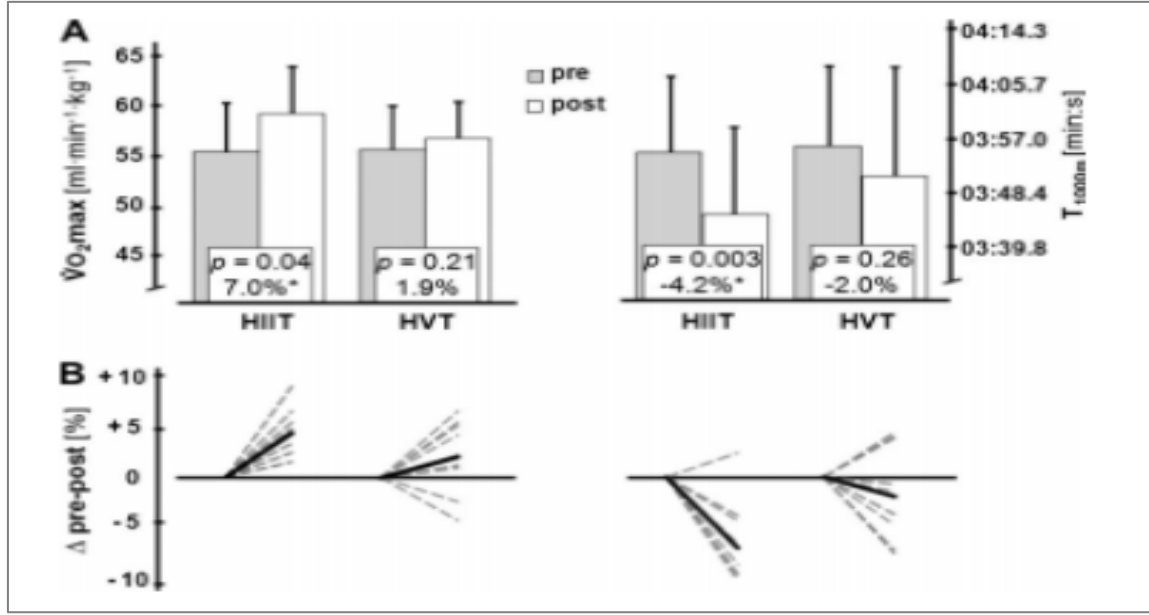
HIIT'in genç kadınlarda yağ kaybı ve açlık insülin seviyelerine etkisini inceleyen Trapp ve ark. (2008) haftada üç gün olmak üzere on beş hafta süren HIIT programında kırk beş genç kadına, bisiklet ergometresi kullanarak 20 dakika tamamlanacak şekilde 60 tane 8 saniye sprint, 12 saniye aktif dinlenme şeklinde egzersiz yaptırımışlardır. On beş haftanın sonunda toplam kırk beş egzersizi tamamlayan genç kadınlarda bacak ile gövde derialtı yağ

oranında ve vücut ağırlığında anlamlı azalma, VO2maks ve insülin duyarlılığında ise anlamlı artış saptanmıştır [19].

Sperlich ve ark. (2011)'nın yaptığı araştırmada, dokuz genç erkek sporcu üzerinde yüksek yoğunluklu interval antrenmanı (HIIT) uygulanmıştır. Bu antrenman programı beş hafta boyunca, haftada üç kez olmak üzere toplamda on üç seans olarak gerçekleştirilmiştir. Antrenman programının yoğunluğu, katılımcıların maksimum aerobik kapasitelerinin (%90'ı) üzerinde gerçekleştirilmiştir. HIIT, kısa süreli ve yüksek yoğunluklu egzersiz aralıklarının tekrarlanması içeren bir antrenman yöntemidir. Bu yöntemde, kısa süreli yoğun egzersizler, daha uzun süreli dinlenme veya düşük yoğunluklu egzersiz periyotlarıyla birleştirilir [4].

Sperlich ve arkadaşlarının çalışmasında, bu yoğun antrenman programının genç erkek sporcularda hangi etkileri olduğu incelenmiştir. Çalışmanın detaylarına ve bulgularına tam olarak vakıf olmamakla birlikte, bu tür yüksek yoğunluklu antrenmanların genellikle kardiyovasküler dayanıklılığı, anaerobik kapasiteyi ve kas gücünü artırma potansiyeline sahip olduğu bilinmektedir [4].

Sonuç olarak Şekil 2.3.'de gösterildiği gibi VO2maks ve sprint performansında artış, 1000m koşu zamanında azalma gözlemlenmiştir.



Şekil 2.3. (A) 5 haftalık yüksek şiddetli aralıklı antrenman (HIIT) ve yüksek hacimli antrenmanın (HVT) öncesi, sonrası, ortalama maksimal oksijen tüketim kapasitesi ve 1000m koşu zamanı değişimleri. (B) 5 haftalık yüksek şiddetli aralıklı antrenman (HIIT) ve yüksek hacimli antrenmanın (HVT) maksimal oksijen tüketim kapasitesi ve 1000m.koşu zamanı için bireysel veriler. Siyah çizgiler HIIT ve HVT için ön test ve son test verilerini temsil eder

Whyte ve ark. (2010) tarafından yapılan çalışmada, aşırı kilolu/obez sedanter erkekler üzerinde gerçekleştirilen altı seans Wingate HIIT antrenmanının çeşitli sonuçlarda olumlu etkileri olduğu gözlemlenmiştir. İki hafta boyunca uygulanan antrenmanlar sonucunda, katılımcıların VO_{2max} ve Wingate güçlerinde artış olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca, antrenmandan 24 saat sonra insülin duyarlılığının ve istirahat halindeki yağ oksidasyon hızının arttığı, sistolik kan basıncının düştüğü ve dinlenme durumundaki karbonhidrat oksidasyonunun azaldığı gözlemlenmiştir [142].

Racil ve ark. (2013) tarafından yapılan çalışmada ise obez genç kadınlar üzerinde gerçekleştirilen HIIT antrenmanlarının etkisi incelenmiştir. On iki hafta boyunca haftada üç gün uygulanan antrenmanlar, maksimal aerobik hızın %100-110'sinde gerçekleştirilmiştir. Bu antrenmanlar sonucunda, katılımcıların vücut yağ yüzdesinde, bel çevresinde, total kolesterol, trigliserit ve LDL-C (düşük yoğunluklu lipoprotein) oranlarında azalma gözlemlenmiştir. Ayrıca, zirve oksijen tüketimi (VO_{2pik}) ve maksimal aerobik hız (MAS) değerlerinde artış görülmüştür. Aşırı kilolu/obez sedanter erkekler ve obez genç kadınlar üzerinde gerçekleştirilen HIIT antrenmanlarının, kardiyovasküler

fitnessi artırma, vücut yağını azaltma ve bazı metabolik parametreleri iyileştirme potansiyeline sahip olduğunu göstermektedir. Ancak, bireylerin özel sağlık durumlarına, antrenman programının uygulanma süresine ve şiddetine dikkat edilmesi önemlidir. Herhangi bir egzersiz programına başlamadan önce bir sağlık uzmanına danışmak her zaman önerilir [143].

Obez erkeklerde interval antrenman şiddetinin yağ oksidasyonu, VO_{2pik} , kan laktat seviyesi ve algılanan zorluk derecesi üzerine etkilerini inceleyen Shaea ve ark. (2013) beden kütle indeksi ortalamaları $30, \pm 3,4 \text{ kg/m}^2$ olan on aşırı kilolu/obez erkeğe bisiklet üzerinde dört hafta boyunca haftada üç gün, %90 VO_{2maks} şiddetinde 30sn çalışma ile 30sn pasif dinlenmeyi içeren, toplam egzersiz süresi ilk hafta 30dk olan ve her hafta 5dk artan bir HIIT programı uygulamışlardır. Dört hafta sonunda VO_{2pik} ve yağ oksidasyonunda artış, sabit yükte yapılan egzersiz sırasında kan laktat seviyelerinde ve algılanan zorluk derecesinde ise anlamlı bir azalma sonucuna ulaşılmıştır [144].

Başka bir çalışmada ise Hazell ve ark. (2014), on beş rekreasyonel aktif kadına haftada üç gün, toplam altı haftalık HIIT antrenmanı gerçekleştirmişlerdir. Antrenmanların sonucunda vücut yağında % 8, bel çevresinde ise % 3,5 oranında azalma meydana gelmiştir. Bunun yanında yağsız kütle % 1,3, maksimal oksijen tüketimi (VO_{2maks}) % 8,7 ve pik koşu hızı % 4,8 oranında artış göstermiştir [145].

Ojeda ve ark. (2017) tarafından gerçekleştirilen bir çalışmada, 14 genç erkeğe haftada iki gün olmak üzere sekiz hafta boyunca %100 maksimal aerobik hız şiddetinde mekik koşusu protokolü ile HIIT uygulanmıştır. Çalışma öncesi ve sonrasında VO_{2max} değerleri ölçülmüş ve 20 metrelik mekik koşusu süreleri kaydedilmiştir. Çalışmanın sonuçlarına göre, HIIT antrenmanlarının ardından VO_{2max} değerlerinde anlamlı bir artış gözlemlenmiştir. Ayrıca, 20 metrelik mekik koşusu sürelerinde de anlamlı bir azalma meydana gelmiştir. Bu bulgular, HIIT'nin genç erkeklerde kardiyovasküler fitnessi artırma ve anaerobik performansı geliştirme potansiyeline sahip olduğunu göstermektedir. Bu çalışma, mekik koşusu protokolü ile uygulanan HIIT antrenmanının genç erkeklerde fiziksel performansı artırma açısından etkili olabileceğini göstermektedir. Ancak, bireylerin özel sağlık durumları ve fiziksel yetenekleri dikkate alınmalıdır [146].

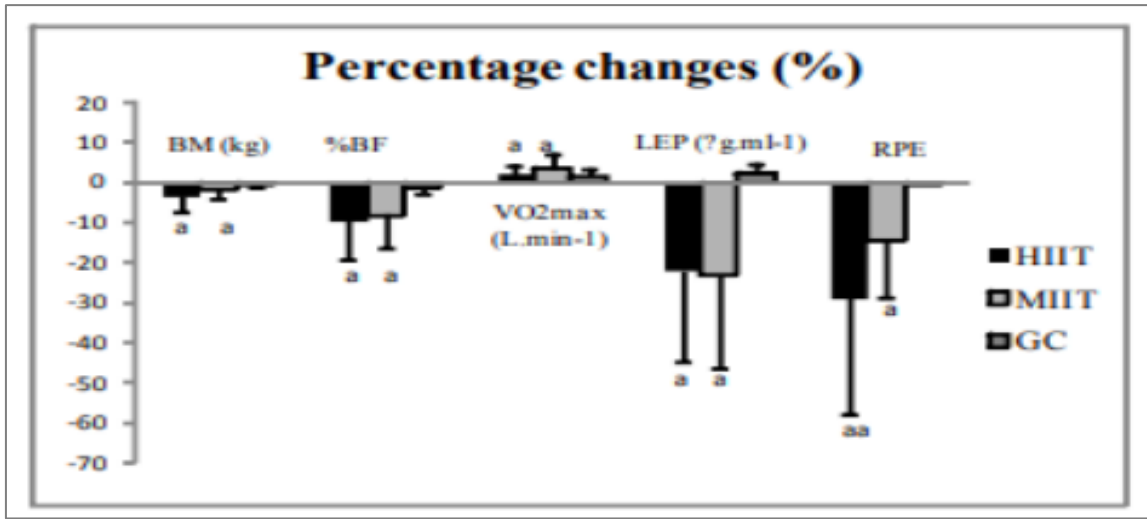
Zhang ve ark. (2015) tarafından yürütülen bir çalışmada, aşırı kilolu 43 Çinli kadın üzerinde yapılan bir araştırmada, haftada 4 gün olmak üzere toplamda 12 hafta boyunca koşu bandında %85-95 maksimal aerobik hız pik şiddetinde 4x4 dakika koşu uygulanmıştır. Setler arasında %50-60 maksimal aerobik hız pik şiddetinde 3 dakika yürüme ve 7 dakika dinlenme verilmiştir. Çalışma öncesi ve sonrasında yapılan test sonuçları incelendiğinde, vücut kütlesi, vücut kitle indeksi, bel ve kalça çevresi, bel-kalça oranı, vücut yağ yüzdesi, yağ kütlesi, total kolesterol, abdominal deri altı ve viseral yağ bölgelerinde anlamlı derecede azalma gözlemlenmiştir. Aynı zamanda, VO₂max değerlerinde anlamlı bir artış tespit edilmiştir. Bu bulgular, haftada 4 gün gerçekleştirilen HIIT antrenmanlarının aşırı kilolu kadınlarda vücut kompozisyonunu iyileştirme, vücut yağını azaltma ve kardiyovasküler fitnessi artırma potansiyeline sahip olduğunu göstermektedir [147].

Bagley ve ark. (2016) tarafından yapılan bir çalışmada, vücut kitle indeksi 24,6 olan 24 erkek ve 17 kadın katılımcıya 12 hafta boyunca haftanın üç günü HIIT antrenmanı uygulanmıştır. Çalışma öncesinde ve sonrasında maksimum oksijen kapasitesi (VO₂max) ve yağ asidi oksidasyonu ölçülmüş, ayrıca egzersiz öncesi ve sonrası glikoz ve insülin değerleri kaydedilmiştir. Antrenmanlar, 4 x 20 saniye %175 VO₂max yoğunluğunda sprint döngüsü şeklinde gerçekleştirilmiştir. Çalışmanın sonuçlarına göre, VO₂max değerlerinde %9 civarında bir artış gözlemlenmiştir. Bu artış kadınlarda daha belirgin olmuştur. Yağ asidi oksidasyonu ise %10 oranında artmıştır. LDL (düşük yoğunluklu lipoprotein) seviyesi %8 azalırken, HDL (yüksek yoğunluklu lipoprotein) ve toplam kolesterol oranı %6 artmıştır. Sonuçlara göre, 12 haftalık HIIT antrenmanının ardından erkeklerde daha fazla yağ yakımı gerçekleşirken, kadınlarda VO₂max daha belirgin şekilde artmıştır. Bu çalışma, HIIT antrenmanlarının hem erkeklerde hem de kadınlarda kardiyovasküler fitnessi artırma ve yağ yakımını desteklemede etkili olabileceğini göstermektedir. Ancak, bireylerin özel sağlık durumlarına, antrenman programının uygulanma süresine ve şiddetine dikkat edilmesi önemlidir. Herhangi bir egzersiz programına başlamadan önce bir sağlık uzmanına danışmak her zaman önerilir [148].

Racil ve ark. (2016) tarafından yürütülen bir çalışmada, 17 obez genç kadın üzerinde haftada 3 gün olmak üzere toplamda 12 hafta boyunca %100 maksimal aerobik hızla HIIT antrenmanları uygulanmıştır. Çalışmanın sonuçları incelendiğinde, yapılan antrenmanların ardından VO₂max (maksimum oksijen tüketimi) değerlerinde artış gözlemlendiği ve bununla

birlikte vücut yağ yüzdesi ve bel çevresinde azalma olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca, dinlenik kalp atım hızı (KAH), sistolik ve diyastolik kan basıncı, kan glukoz, leptin ve insülin değerlerinde de düşüşler meydana gelmiştir [149].

Bu bulgular, haftada 3 gün gerçekleştirilen HIIT antrenmanlarının obez genç kadınlarda kardiyovasküler fitnessi artırma, vücut yağını azaltma ve bazı sağlık göstergelerini iyileştirme potansiyeline sahip olduğunu göstermektedir (Şekil 2.4.).



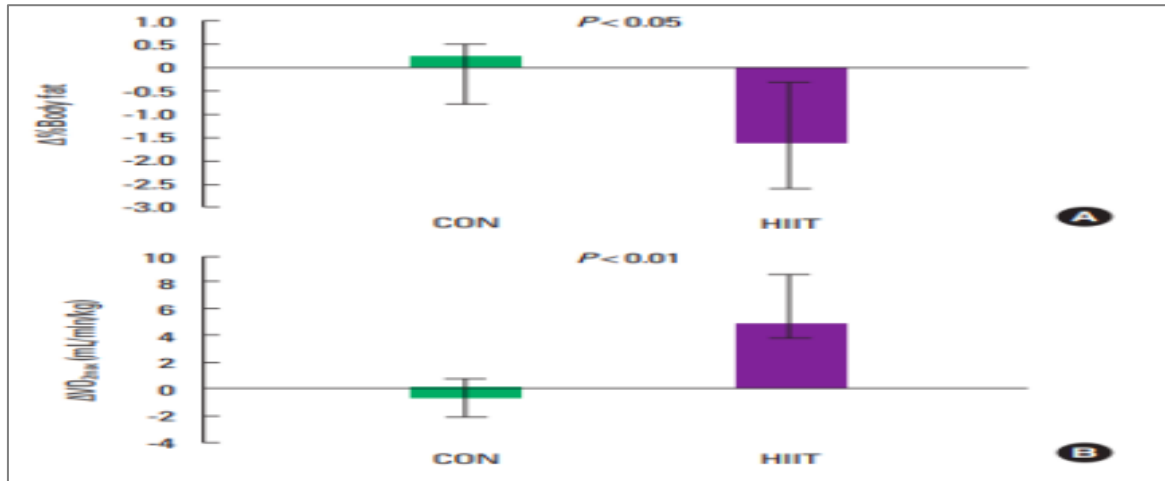
Şekil 2.4. Vücut kütlesi (BM), vücut yağ yüzdesi (%BF), maksimal oksijen tüketim kapasitesi (VO2maks), plazma leptin seviyeleri (LEP) ve zorlanma derecesinin (RPE) müdahale sonrası üç gruptaki egzersiz ile indüklenen değişimleri. GC, kontrol grubu; HIIT, yüksek şiddetli interval antrenman grubu; MIIT, orta şiddetli interval antrenman grubu. Not: Değer ortalamaları $\pm$ SD, a ($p < 0,05$) aa ($p < 0,01$)

Khammassi ve ark. (2018) tarafından gerçekleştirilen bir çalışmada, 18-21 yaş aralığındaki 20 obez genç katılımcıya toplamda 12 hafta boyunca haftada 3 gün, kalori kısıtlaması olmadan %100-110 maksimal aerobik hızla HIIT antrenmanları uygulanmıştır. Çalışmanın başlangıcında ve sonunda, katılımcıların aerobik kapasitesi, vücut kompozisyonu ve lipid profili ölçülmüştür. Sonuçlara göre, 12 haftalık HIIT programı bel çevresini, vücut kitle indeksini ve yağ kütlesi yüzdesini anlamlı derecede azaltmıştır. Aynı zamanda maksimal aerobik hız ve VO2maks değerlerinde önemli ölçüde artış gözlenmiştir. Lipid profili incelendiğinde, toplam kolesterol ve trigliserid seviyelerinin anlamlı derecede azaldığı, ancak LDL ve HDL kolesterol düzeylerinde değişim olmadığı görülmüştür. Bu bulgular, kalori kısıtlaması olmadan uygulanan HIIT antrenmanlarının obez gençlerde vücut

kompozisyonunu iyileştirmeye, aerobik kapasiteyi artırmaya ve bazı lipid profili parametrelerini düzenlemeye yardımcı olabileceğini göstermektedir [150].

Khammassi ve arkadaşlarının 2018 yılında yaptığı çalışmada, kontrol grubu (CON) ile antrenman grubu (HIIT) arasında vücut yağ yüzdesi ve maksimal oksijen tüketim kapasitesi (VO₂ max) gibi değişkenlerdeki farklılıkların delta değişimlerine bakılmıştır. Delta değişim, başlangıç ve son ölçümleri arasındaki farkı ifade eder. Bu çalışmada, antrenman grubunda HIIT protokolü uygulanırken, kontrol grubunda ise herhangi bir antrenman yapılmamıştır [150].

Sonuçlara göre, vücut yağ yüzdesi ve maksimal oksijen tüketim kapasitesi arasında iki grup arasında delta değişim farklılıkları olduğu belirtilmiştir. Ancak, çalışmanın tam sonuçları ve detayları hakkında daha fazla bilgi verilememektedir (Şekil 2.5.).



Şekil 2.5. İki grup arasında delta değişim farklılıkları. (A) Vücut yağ yüzdesi, (B) maksimal oksijen tüketim kapasitesi. CON, kontrol grubu; HIIT, antrenman grubu

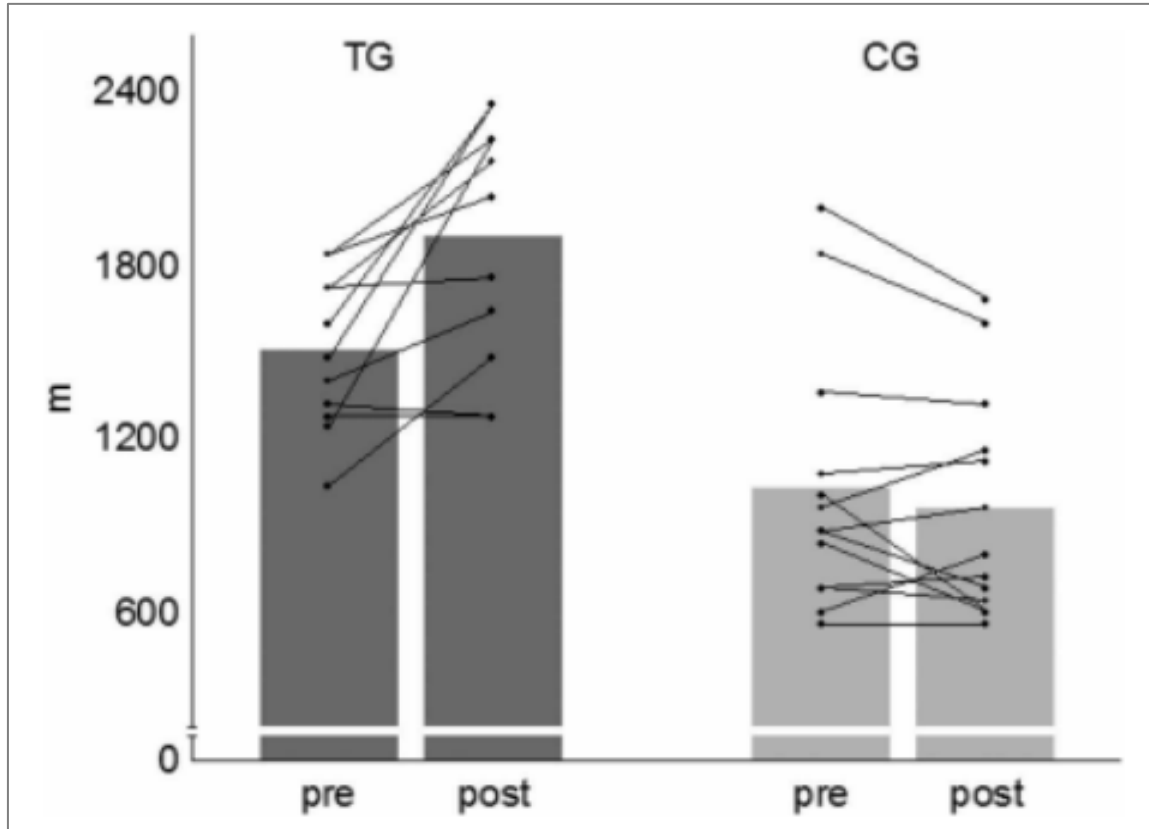
Shelley ve ark. (2014) tarafından gerçekleştirilen bir çalışmada, 38 inaktif ve aşırı kilolu katılımcıya 12 hafta boyunca haftada 3 gün bisiklet ergometresinde HIIT egzersizi uygulanmıştır. Katılımcıların 7'si erkek ve 31'i kadındır. Antrenman programı, ilk dört hafta boyunca toplam 4 set olarak yapılmıştır. Setler, %120 VO₂pik şiddetinde 30-45 saniye süren çalışmalardan oluşmuştur. Setler arasında ise düşük şiddette, 180-120 saniye süren aktif dinlenme uygulanmıştır. Beşinci haftadan on ikinci haftaya kadar olan dönemde ise toplam 6 set uygulanmıştır. Bu setlerde de çalışma süresi 60 saniye olarak artırılmış, dinlenme süresi ise 120 saniye olarak düşürülmüştür. Sonuçlar incelendiğinde, çalışmanın

sonunda katılımcıların çalışma kapasitelerinde ve VO₂pik değerlerinde anlamlı bir artış gözlenmiştir. Bu bulgular, aşırı kilolu ve inaktif bireylerde yapılan HIIT egzersizlerinin aerobik kapasiteyi ve çalışma performansını artırmada etkili olabileceğini göstermektedir [151].

Bu çalışma, HIIT egzersizinin kilolu ve inaktif bireylerde sağlık ve kondisyon açısından faydalı olabileceğini göstermektedir .

Alves ve ark. (2017) tarafından yapılan bir çalışmada, daha önce antrenman yapmamış 20 kadın rastgele seçilerek uzun süreli ve kısa süreli HIIT gruplarına ayrılmıştır. Uzun süreli HIIT grubu, antrenman sırasında 15 dakikanın 1 dakikasında KAHmaks (%90) yoğunluğunda çalışmıştır. Dinlenme aralarında ise KAHmaks (%60) yoğunluğunda aktif dinlenme uygulanmıştır. Kısa süreli HIIT grubu ise antrenmanda 45 saniyenin 20 saniyesinde KAHmaks (%90) yoğunluğunda çalışmış ve KAHmaks (%60) yoğunluğunda 10 saniye süren aktif dinlenme yapmıştır. Her iki grup da haftada üç kez olmak üzere altı hafta boyunca antrenman yapmıştır. Çalışmanın sonunda her iki antrenman grubunda da yağ kütlesi, yağ yüzdesi, bel çevresi, deri kıvrımları toplamı ve algılanan zorluk derecesinde antrenman öncesine göre azalma gözlenmiştir. Ayrıca her iki grupta da maksimal oksijen tüketimi artmıştır. Bu çalışma, uzun süreli ve kısa süreli HIIT antrenmanlarının, daha önce antrenman yapmamış kadınlarda yağ kaybı, kondisyon artışı ve algılanan zorlukta azalma sağlayabileceğini göstermektedir. Her iki antrenman protokolünün de faydalı sonuçlar sağladığı görülmektedir [152].

Aschendorf ve ark. (2018) tarafından yürütülen bir çalışmada, yirmi dört genç kadın ulusal lig basketbolcusuna (yaş: 15,1 ± 1,1) haftada iki gün olmak üzere toplam beş hafta süresince KAHmaks (%90-95) yoğunluğunda basketbola özgü HIIT çalışmaları uygulanmıştır. Katılımcılar HIIT ve kontrol grupları olarak ayrılmıştır. HIIT grubunda yer alan katılımcılar YOYO dayanıklılık testinde %26,5 oranında artış göstermiştir. Bu sonuç, basketbola özgü HIIT çalışmalarının genç kadın basketbolcuların dayanıklılık kapasitelerinde olumlu etkileri olduğunu göstermektedir. Bu çalışma, basketbolcuların performansını artırmak ve dayanıklılıklarını geliştirmek için basketbola özgü HIIT çalışmalarının etkili bir yöntem olabileceğini göstermektedir. Ancak, her antrenman programında olduğu gibi, sporcuların fiziksel yeteneklerine ve sağlık durumlarına uygun bir şekilde antrenman yapmaları önemlidir [153].



Şekil 2.6. Yo-yo testinde ele alınan ortalama mesafeye göre antrenman grubu (TG) ve kontrol grubu (CG) için ön test – son test sonuçları. Çubuk grafik, ortalama değerleri gösterir; çizgiler, her gruptaki katılımcılar için bireysel verileri gösterir

Çizelge 2.3. Aerobik dayanıklılığa ve vücut yağ yakımına etki eden bazı HIIT çalışmaları

REFERANS	KATILIMCI (a)	ANTRENMAN SEANSI / SÜRESİ	EGZERSİZ ŞİDDETİ	SONUÇ	
Hazel ve ark., (2014)	15 rekreasyonel aktif kadın	3 gün / 6 hafta	Maksimal sprint	VYY ve BÇ	-
				VO2max ve pik koşu hızı	+
Khammassi ve ark., (2018)	20 obez genç	3 gün / 12 hafta	%100-110 MAH	BÇ, VKİ, VYY ve trigliserid	-
				MAH ve VO2max	+
Racil ve ark., (2013)	11 obez genç kadın	3 gün / 12 hafta	%100-110 MAH	VYY, BÇ, Trigliserit ve LDL	-
				VO2pik ve MAH	+
Aschendorf ve ark., (2018)	11 genç kadın sporcu	3 gün / 5 hafta	%90-95 KAHmax	YOYO dayanıklılık testi	+
Whyte ve ark., (2010)	10 obz erkek	3 gün / 2 hafta	Maksimal Wingate sprint	VO2max, Wingate gücü ve istirahat yağ oksidasyon hızı	+
Bagley ve ark., (2016)	24 sedanter erkek, 17 sedanter kadın	3 gün / 12 hafta	%175 VO2max	VO2max, yağ asidi oksidasyonu, HDL	+
				LDL	-
Alves ve ark., (2017)	20 sedanter kadın	3 gün / 6 hafta	%90 KAHmax	VO2max	+
				YK, VYY, BÇ ve toplam deri kıvrımları	-
Racil ve ark., (2016)	17 obez genç kadın	3 gün / 12 hafta	%100 MAH	VO2max	+
				VK, VKİ, VYY, BÇ, sistolik- diastolik kan basıncı, KAH, kan glikoz, leptin ve insülin seviyeleri	-
Sperlich ve ark., (2011)	9 genç erkek sporcu	13 seans / 5 hafta	%90 KAHmax	VO2max ve sprint	+
				100M zamanı	-
Ojeda ve ark., (2017)	14 genç erkek	2 gün/8 hafta	%100 MAH	VO2max	+
				20m mekşk koşusu zamanı	-
Impellizzari ve ark., (2006)	40 genç futbolcu	3 gün / 8 hafta	%90-95 KAHmax	VO2max, bireysel anaerobik eşik ve Ekblom testi	+
Trapp ve ark., (2008)	45 genç kadın	3 gün /15 hafta	Mksimal Sprint	Deri altı yağ oranı, VK	-
				VO2max, insülin duyarlılığı	+
Shaea ve ark., (2013)	10 obez erkek	3 gün / 4 hafta	%90 VO2max	VO2pik, yağ oksidasyonu	+
				Kan laktat seviyesi, algılanan zorluk derecesi	-
Shelley ve ark., (2014)	38 aşırı kilolu katılımcı	3 gün / 12 hafta	%120 VO2pik	Çalışma kapasitesi ve VO2pik	+
Zhang ve ark., (2015)	43 kadın	4 gün / 12 hafta	%85-95 KAHpik	VO2max	+
				VK, VKİ, BKÇ, VYY, abdominal deri altı ve viseral yağ	-

VO₂maks: Maksimal oksijen tüketim kapasitesi; MAH: Maksimal aerobik hız; VKİ: Vücut kütle indeksi; VO₂pik: Zirve oksijen tüketimi; KAHmaks: Maksimal kalp atım hızı; HDL: Yüksek yoğunluklu lipoprotein; LDL-C:Düşük yoğunluklu lipoprotein; + = azalma; - = artma; ↔ = değişiklik yok.

3. YÖNTEM

3.1. Araştırma Deseni

Araştırmada, HIIT (Yüksek Yoğunluklu Interval Antrenman) ve HIFT (Yüksek Yoğunluklu Fonksiyonel Antrenman) antrenman modellerinin deney grupları ve kontrol grubu üzerindeki etkisini incelemek amacıyla, ön test-son test kontrol gruplu deneysel desen kurgulanmıştır.

3.2. Araştırma Grubu

Araştırma grubunu, Gazi Üniversitesi Rektörlüğü Etik Komisyonunun 19.10.2022-E.488205 tarih ve sayılı onayı ve Gençlik ve Spor Bakanlığının ve Türkiye Muaythai Federasyonunun onayı ile, Muaythai Milli Takımında yer alan, yaş ortalaması $15,53 \pm 0,696$ yıl olan 20 deney grubu (10 HIIT, 10 HIFT) ve 10'u ise kontrol grubu olmak üzere toplam 30 gönüllü elit erkek muaythai sporcusu katılmıştır.

3.3. HIIT ve HIFT Antrenman Programı

HIIT ve HIFT deney gruplarına 8 hafta süresince haftada 4 gün yüksek şiddetli interval antrenman ve yüksek şiddetli fonksiyonel antrenman, kontrol grubuna ise haftada 4 gün rutin muaythai antrenman programı yaptırılmıştır.

Çalışmada, Yüksek Yoğunluklu İnterval Antrenman (HIIT) için artan yüklenmeler ve dinlenme süreleri (30sn yüklenme ve %85-100 maksimal kalp atım hızında 20 sn dinlenme aralığı verilerek) 30 dakikalık bisiklet veya koşu bandı antrenman modeli ve Yüksek Yoğunluklu Fonksiyonel Antrenman (HIFT) çalışmaları için 8 çalışma içerikli (barbell deadlifts, barbell box squats, barbell high pulls, T bar rows, barbell lunges, dumbbell chops, incline dumbbell bench chest press, barbell front raises) çalışmalarından oluşan, 3 set x 12 tekrar çalışma sistemiyle, her set arası 5 sn dinlenmelerle toplamda 30 dakikalık bir antrenman modeli uygulanmıştır. Yüklenim ağırlıkları, bireysel farklılıklara göre maksimal kaldırma düzeyleri belirlenerek (kaldırabildiği bir tekrarlı en yüksek ağırlık), %60-70 ağırlık yüklenimiyle yapılan, Kontrol grubuna ise bu süre içerisinde bisiklet ve koşu bandı egzersizleri yaptırılmadan günlük rutin muaythai antrenmanını uygulanmaya devam edilmiştir.

3.4. Veri Toplama Araçları

Test ölçümleri öncesinde ve sonrasında genel antropometrik ölçümler (boy, vücut ağırlığı) alınmıştır.

Vücut ağırlığı ve vücut kompozisyon analizleri için, Tanita marka, Body Composition Analyzer MC-780MA model, Tokyo, Japonya 0,01 kg hassasiyetli tartıyla yapılmıştır.

Boy uzunluğu ölçümleri, HOLTAIN marka (Holtain Instruments Ltd, U.K) ile 600 mm ile 2100 mm arasında milimetrik olarak kesin ve direkt boy ölçüm yapan boy ölçer ile yapılmıştır.

Kalp atım hızları (KAH), VO₂maks ve egzersiz sırasında, Cosmed K5 sistemiyle entegre çalışan ve birer saniye aralıklarla ölçüm yapabilen bir telemetrik kalp atım hızı sistemi (Garmin, ABD) ile ölçülmüştür.

WAnT testi; Monark Sport&Medical marka "Ergomedic 894 E" model bisiklet ergometresi kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

Laktik asit ölçümleri, yaklaşık 13 saniyede elektroenzimatik yöntemle ölçüm yapabilen ağırlığı 80 gr olan portatif bir el analizörü (Lactate Plust+, Lactate Meter, Waltham, ABD)

Lactate Scout (+) (LSP, SensLab GmbH, Germany) ile belirlenmiştir.

Laktat Test Cihazı		
ÖZELLİKLER	LACTATE PLUS	
Ölçüm Zamanı	13 sn	
Strip kullanım süresi	12- 18 ay	
Ölçüm prensibi	Sensör	
Örnek miktarı	0,3 - 25 mmol/l	
Hafıza kapasitesi	0,7 ul	
Strip paket içeriği	130 ölçüm	
Kontrol solüsyonu	25 test strips 2 adet - yüksek ve düşük seviyede	
Sonuç sunumu	tam kan	
Çalışma sıcaklığı	5 - 45C yada 41 - 113F	
Çalışma nem ortalaması	10 - 90%	
Ağırlık	75g	
Ölçüler	3,6 x 2,3 x 0,9 in	
Btarya Tipi	2450 numaralı Jeton pil	
Veri portu ve kablo	Evet	

Resim 3.1. Laktat test cihazı

3.5. Verilerin Toplanması

Deney ve kontrol gruplarının, ön test-son test modeliyle, 8 haftalık HIIT ve HIFT antrenman programına başlamadan ve 8 haftanın bitiminden sonra araştırma grubunun anaerobik güç, laktat değerleri ve KAH toparlanma sürelerinin ölçümleri alınmıştır.

Ön test, sporcuların çalışmalara başlamadan önceki anaerobik güç, laktat değerleri ve KAH toparlanma sürelerini belirlemek amacıyla yapılmıştır. Son test ise 8 haftalık antrenman programı tamamlandıktan sonra sporcuların anaerobik güç, laktat değerleri ve KAH toparlanma sürelerinin değişimini değerlendirmek için gerçekleştirilmiştir. Bu şekilde, antrenman programının etkileri ve sporcuların anaerobik güç, laktat değerleri ve KAH toparlanma sürelerindeki potansiyel iyileşmeler ortaya konulmaya çalışılmıştır.

Boy uzunluğu ölçümleri: Katılımcıların boy uzunlukları stadiometrede ayakkabısız, anatomik duruşta ve normal bir inspirasyon sonrası ölçülmüştür.

Vücut ağırlığı ve vücut kompozisyon analizleri: Katılımcılardan ölçüm sırasında ayakkabı ve çorapları ve varsa metal takılarını (saat, yüzük, kolye vb.) çıkarmış şekilde Tanita marka cihazın tabanlıklarına basarak dikey konumda durmaları ve her iki el elektrotunu vücutları ile temas etmeyecek şekilde tutmaları istenmiştir. Ayrıca vücut ağırlığı ölçümleri yapılırken 0,5 kg daha farkı göz önünde bulundurulmuştur.

KAH ölçümleri: Sporcuların kalp atım hızları, test öncesinde dinlenik durumda, testin bitiminden hemen sonra, 1 dk, 3 dk, 5 dk ve 7 dk sonra alındı.

KAH alımları Resim 3.2.'de gösterilmiştir.



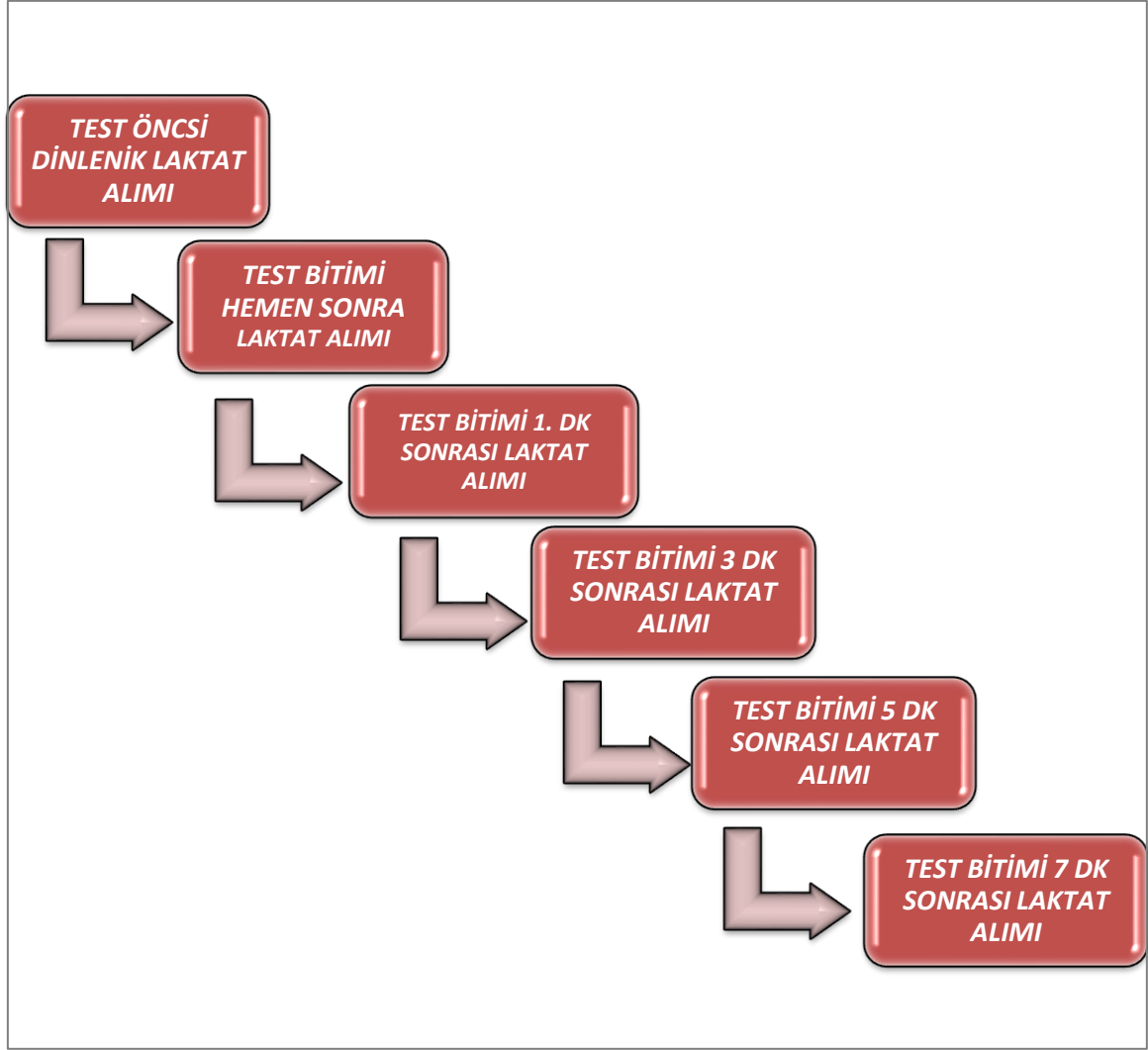
Resim 3.2. KAH alımı

Laktat Ölçümleri: Kan laktat konsantrasyonu, lanset ve lanset tabancası kullanılarak kulak memesinden alınan bir damla kapiler kan örneğinden (0.7 µl) el analizörü ile belirlenmiştir.



Resim 3.3. Laktat alımı

Laktat Ölçüm Test protokolü Şekil 3.1. de verilmiştir.



Şekil 3.1. Laktat test protokolü

Wingate (WAnT) Testi : WAnT, kısa süreli ve yüksek yoğunluklu bir bisiklet egzersizi protokolüdür ve anaerobik kapasiteyi ölçmek için kullanılır. Test sırasında sporcular, maksimum hızda pedal çevirerek belirli bir süre boyunca gücü en üst düzeye çıkarmaya çalışırlar. Bu süre boyunca güç, pedal hızı ve diğer parametreler kaydedilir ve sonuçlar analiz edilerek sporcuların anaerobik kapasiteleri değerlendirilir.

Sporcular WAnT testine alınmadan önce bisiklet üzerinde 5 dk ısınma yaptırıldı. Kendi vücut ağırlığının kg'ı başına uygulanan 75gr yükte teste tabi tutuldu. 30 sn max anaerobik test uygulamasından sonra 4 dk bisiklet üzerinde dinlenme ve toparlanma pedalı çevirtildi. Bu süreç 3 kez 30 sn maksimum anaerobik test protokolüyle tamamlandı. Aynı uygulama son test sürecinde de yapıldı.

Test protokolü beş farklı zaman evresinden oluşur:

1. Hazırlık Evresi: Bu evrede, test öncesinde genellikle diğer anaerobik testlerde olduğu gibi bir hazırlık periyodu yapılır. Bu periyodun süresi genellikle 5 dakikadır ve düşük şiddetli pedal çevirme içerir. Bu evre, kasları hazırlamak ve test öncesindeki dinlenme durumuna ulaşmak için önemlidir [81, 80].
2. Toparlanma Arası: Hazırlık evresinin ardından, bir dinlenme süresi olan toparlanma arası gelir. Bu süre boyunca, test için tam enerjiye ve dinlenmeye sahip olmak için kısa bir mola verilir. Bu süre genellikle 2-4 dakika arasında değişebilir. Isınma süresince oluşabilecek herhangi bir yorgunluğu toparlayabilmek için en az iki dakika sağlanmalıdır; kas ısısı ve kan akımını korumak için bu süre maksimum 5 dakikadan fazla olmamalıdır [81,80].
3. Hızlanma: Hızlanma evresi, Wingate testinin ana bölümüdür. Bu evrede, pedal çevirme hızı hızla artırılır ve tam hızda bir sprint yapılır. Genellikle 3-4 saniye süren maksimum çaba gerektiren bir sprint gerçekleştirilir. Toparlanma arası evre sırasındaki aktivite, minimal dirençte pedal çevirmek (10-20 rpm 1kg ya da 10N) ya da sadece bisiklette oturmak gibi basit bir dinlenmeyi içerebilir. Hızlanma evresi oldukça kısa olmakla birlikte toparlanma arası evresinden hemen sonra başlar ve iki evreden oluşur. Birinci evrede, daha önce test esnasında kullanılmak üzere belirlenmiş direncin 1/3 oranında dirençle, 5-10 sn süreyle 20-50 rpm ile pedal çevirmeye dayanırken, ikinci evrede ise 2-5 sn süreyle, rpm derece derece artırır ve dirençte test esnasında kullanılmak üzere belirlenmiş dirence yükseltilir. Bu sebepten dolayıdır ki; hızlanma evresi 7 sn'den az 15sn'den fazla olamaz. [81, 80]
4. WAnT Testi: Bu evrede, hızlanma evresinin ardından maksimum güç çıkışını sağlamak için 30 saniye boyunca maksimum çaba harcanır. Bu süre boyunca, pedal çevirme hızı ve direnç sabit tutulur ve sporcunun maksimum gücünü sergilemesi beklenir. Diğer bir değişle, 30 saniye süreyle en yüksek mekanik gücü sağlayacak şekilde önceden belirlenen sabit yüke karşı bisiklet ergometresinde maksimal pedal çevirmeye dayanır. Uygulanan test süresince ölçümler otomatik olarak beş saniye bir altı eşit zaman aralığında yapılmaktadır. Bu ölçümler sonucunda anaerobik performans hakkında bilgi edinmemizi sağlayan bazı veriler elde edilir [81, 80].
5. Soğuma: Wingate testinin son evresi, testin tamamlanmasının ardından yapılan soğuma evresidir. Bu evrede, vücut ve kasların yavaşça normale dönmesi için hafif

pedal çevirme veya yavaşça rahatlama yapılır. Bu, kaslarda biriken laktik asidin uzaklaşmasına yardımcı olur ve toparlanmayı destekler [81, 80].



Resim 3.4. Wingate test ölçümü

Anaerobik Güç Hesaplaması: Wingate Anaerobik Güç Testi 30 saniye süreyle bisiklet ergometresinde maksimal pedal çevirmeye dayanır. Uygulanan test süresince ölçümler otomatik olarak beş saniyelik altı periyotta eşit zaman aralığında yapılmaktadır [80]. Test sırasında, ölçümler otomatik olarak eşit zaman aralıklarında (genellikle 5 saniye) yapılarak veriler elde edilir. Bu ölçümler sonucunda, sporcu tarafından herhangi bir beş saniyelik zaman dilimi içinde elde edilen en yüksek mekanik güç değeri, En yüksek güç veya maksimum anaerobik güç olarak adlandırılır. Bu değer, sporcunun test süresince sergilediği en yüksek güç çıkışını temsil eder.

Test sonunda elde edilen verilere göre max. anaerobik güç değerleri aşağıdaki formüle göre elde edildi.

(MAG = Maksimum Anaerobik Güç)

$$MAG = (\text{İlk 5 sn } R_{max}) \times D/r \times F = \dots \text{ kgm-5 sn } \dots \text{ kgm} \times 2 = \dots \text{ Watt} \quad (3.1)$$

Maksimum Anaerobik Güç (MAG) hesaplaması için verdiğiniz formüldeki terimler:

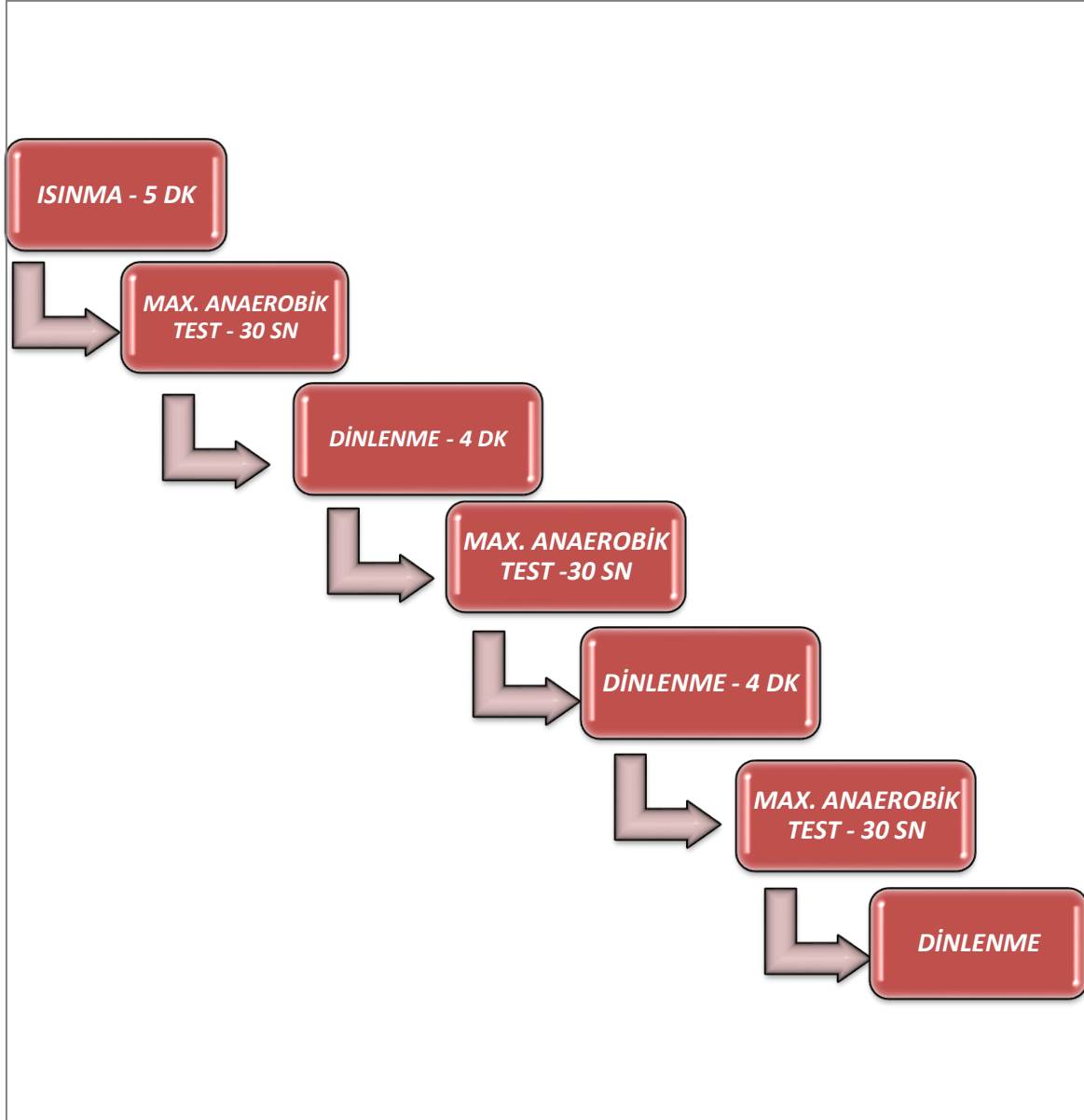
- İlk 5 sn Rmax: Wingate testinin ilk 5 saniyesinde elde edilen en yüksek mekanik güç değeridir. Bu değer beş saniyelik bir süre boyunca gerçekleştirilen en yüksek güç çıkışını temsil eder.
- D: Bisikletin tekerlek çevresidir. Bu değer, bisikletin tekerleklerinin bir tam tur attığında katettiği mesafeyi temsil eder. Genellikle metre cinsinden ifade edilir.
- r: Bisikletin tekerleklerinin yarıçapıdır. Bu değer, bisikletin tekerleklerinin merkezinden kenarına kadar olan mesafeyi temsil eder. Genellikle metre cinsinden ifade edilir.
- F: Bisikletin fren yüküdür. Wingate testinde kullanılan bisiklet ergometresinde, belirli bir yük ayarlanır ve bu yük, pedal çevirirken karşılaşılan direnci temsil eder. Genellikle kilogram (kg) cinsinden ifade edilir.

Bu terimleri kullanarak MAG hesaplamasını yapabiliriz. İlk olarak, verilen formüle göre MAG'nin birimlerini gösterelim:

Birimler:

- kgm-5 sn: Bu birim, kilogramın beşinci kuvvetine saniye cinsinden ifade edilen bir birimdir.
- kgm: Bu birim, kilogram metre cinsinden ifade edilen bir birimdir.
- Watt: Bu birim, güç birimi olarak kullanılır ve birimi Joule/saniye (J/s) olarak ifade edilir.

Bu bilgilere dayanarak MAG hesaplamasını yapabilirsiniz. Örneğin, verilen değerleri yerine koyarak MAG'yi hesaplanabilir.



Şekil 3.2. Wingate araştırma protokolü

3.6. İstatistiksel Analiz

Tüm verilerin aritmetik ortalamaları ve standart sapmaları hesaplanmıştır. Deney ve kontrol gruplarının vücut ağırlığı, boy, laktat değerleri, anaerobik güç ve toparlanma sürelerine ilişkin ön test ve son test değerlerinin analizi için $P < 0.05$ anlamlılık düzeyinde tekrarlanan ölçümlerde iki yönlü varyans analizi (ANOVA) kullanılmıştır. Bu analiz yöntemi, deney ve kontrol gruplarının ön test ve son test değerlerini karşılaştırmak için kullanılan bir istatistiksel yöntemdir.

4. BULGULAR

Araştırma grubuna uygulanan tekrarlı ölçümler için iki yönlü ANOVA sonuçları Çizelgeler halinde yorumları aşağıda verilmiştir.

Çizelge 4.1. KAH_{dinlenik} ön ve son test sonuçlarına ait betimsel istatistik sonuçları

Değişken	Grup	ön test		son test		Δ %
		Xort	SS	Xort	SS	
KAH _{dinlenik} (atım/dk)	HIIT	76,20	3,83	73,50	5,62	-3,54
	HIFT	74,20	7,36	72,10	10,33	-2,83
	Kontrol	73,90	8,97	74,50	9,32	0,81
	Toplam	74,77	6,88	74,77	7,66	-1,85

Çizelge 4.1. incelendiğinde HIIT grubunun KAH_{dinlenik} değerlerinin % 3,54 düzeyinde azaldığı, HIFT grubunun KAH_{dinlenik} değerlerinin % 2,83 düzeyinde azaldığı, Kontrol grubunun KAH_{dinlenik} değerlerinin % 0,81 düzeyinde arttığı belirlenmiştir.

Bu sonuçlar, HIIT ve HIFT antrenman yöntemlerinin dinlenik KAH üzerinde farklı etkiler yaratabileceğini işaret etmektedir. Özellikle HIIT grubundaki KAH_{dinlenik} değerlerindeki belirgin düşüş, yüksek yoğunluklu interval antrenmanının kardiyovasküler sistem üzerinde olumlu etkileri olabileceğini düşündürmektedir. Kontrol grubundaki artış ise antrenmanlarda düşük nabızlı çalışmaları yoğunlukla yaptıklarından kaynaklanabileceğini göstermektedir.

HIIT ve HIFT antrenman yöntemleri uygulanan sporcular ile kontrol grubunun KAH dinlenik ön ve son test sonuçları arasındaki farklılığa ilişkin tekrarlı ölçümler için ANOVA sonuçları Çizelge 4.2.'de verilmiştir,

Çizelge 4.2. KAH_{dinlenik} ön ve son test sonuçları arasındaki farklılığa ilişkin tekrarlı ölçümler için anova sonuçları

Varyansın Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler Ortalaması	F	P	Etki Büyüklüğü
Ölçüm	29,400	1	29,400	1,416	,244	,050
Ölçüm+ Denekler arası	30,900	2	15,450	,744	,485	,052
Hata	560,700	27	20,767			

Çizelge 4.2. incelendiğinde kontrol grubu ve farklı antrenman yaklaşımları gruplarından elde edilen ön ve son test KAH_{dinlenik} değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık görülmemektedir (F=1,416, p>0,05). Ek olarak gruplar ile ölçüm zamanları arasındaki etkileşim istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır (F=,744; p>0.05).

Çizelge 4.3. KAH_{1 dakika} ön ve son test sonuçlarına ait betimsel istatistik sonuçları

Değişken	Grup	ön test		son test		Δ %
		Xort	SS	Xort	SS	
KAH _{1 dakika} (atım/dk)	HIIT	171,30	11,80	168,20	13,61	-1,81
	HIFT	168,10	14,82	164,40	14,15	-2,20
	Kontrol	168,90	19,37	167,80	14,99	-0,65
	Toplam	169,43	15,16	166,80	13,87	-1,55

Çizelge 4.3. incelendiğinde HIIT grubunun KAH_{1 dakika} değerlerinin % 1,81 düzeyinde azaldığı, HIFT grubunun KAH_{1 dakika} değerlerinin % 2,20 düzeyinde azaldığı, Kontrol grubunun KAH_{1 dakika} değerlerinin % 0,65 düzeyinde azaldığı belirlenmiştir.

HIIT ve HIFT antrenman yöntemleri uygulanan sporcular ile kontrol grubunun KAH_{1 dakika} ön ve son test sonuçları arasındaki farklılığa ilişkin tekrarlı ölçümler için ANOVA sonuçları Çizelge 4.4'te verilmiştir,

Çizelge 4.4. KAH₁ dakika ön ve son test sonuçları arasındaki farklılığa ilişkin tekrarlı ölçümler için anova sonuçları

Varyansın Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler Ortalaması	F	p	Etki Büyüklüğü
Ölçüm	104,017	1	104,017	2,313	,140	,079
Ölçüm+Denekler arası	18,533	2	9,267	,206	,815	,015
Hata	1213,950	27	44,961			

Çizelge 4.4. incelendiğinde kontrol grubu ve HIIT ve HIFT antrenman yaklaşımları gruplarından elde edilen ön ve son test KAH₁ dakika değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık görülmemektedir (F=2,313, p>0,05). Ek olarak gruplar ile ölçüm zamanları arasındaki etkileşim istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır (F=,206; p>0.05).

Bu sonuçlar, HIIT ve HIFT antrenman gruplarının KAH₁ dakika değerlerindeki değişikliklerde anlamlı bir farklılık olmadığını desteklemektedir.

Çizelge 4.5. KAH₃ dakika ön ve son test sonuçlarına ait betimsel istatistik sonuçları

Değişken	Grup	ön test		son test		Δ %
		Xort	SS	Xort	SS	
KAH 3 dakika (atım/dk)	HIIT	164,80	12,40	153,90	17,98	-6,61
	HIFT	149,60	20,62	150,10	19,80	0,33
	Kontrol	160,40	19,06	158,50	16,17	-1,18
	Toplam	158,27	18,29	154,80	18,09	-2,49

Çizelge 4.5. incelendiğinde HIIT grubunun KAH₃ dakika değerlerinin % 6,61 düzeyinde azaldığı, HIFT grubunun KAH₃ dakika değerlerinin % 0,33 düzeyinde arttığı, Kontrol grubunun KAH₃ dakika değerlerinin %1,18 düzeyinde azaldığı belirlenmiştir.

Bu sonuçlar, HIIT ve HIFT antrenman yöntemlerinin uzun süreli dayanıklılık kapasitesi üzerinde farklı etkileri olabileceğini işaret etmektedir.

HIIT ve HIFT antrenman yöntemleri uygulanan sporcular ile kontrol grubunun KAH₃ dakika ön ve son test sonuçları arasındaki farklılığa ilişkin tekrarlı ölçümler için ANOVA sonuçları Çizelge 4.6.'da verilmiştir.

Çizelge 4.6. KAH₃ dakika ön ve son test sonuçları arasındaki farklılığa ilişkin tekrarlı ölçümler için anova sonuçları

Varyansın Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler Ortalaması	F	P	Etki Büyüklüğü	Anlamlı Farklılık
Ölçüm	252,150	1	252,150	7,513	,011*	,218	HIIT-HIFT HIIT-Kontrol Grubu
Ölçüm+ Denekler arası	361,200	2	180,600	5,381	,064	,125	-
Hata	1077,700	27	39,915				

*p<0.05

Çizelge 4.6. incelendiğinde kontrol grubu ve farklı antrenman yaklaşımları gruplarından elde edilen ön ve son test KAH₃ dakika değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık görülmektedir (F=7.513, p<0,05). Etki büyüklüğü düşük düzeydedir (,218). Bu farklılığın hangi gruplardan kaynaklandığı bulmak amacıyla yapılan Bonferroni testine göre, KAH₃ dakika değerlerinde en fazla değişim HIIT grubunda oluşmuştur. Bir başka deyişle HIIT antrenman yaklaşımı KAH₃ dakika değerini düşürmede en etkili yöntemdir. Ek olarak gruplar ile ölçüm zamanları arasındaki etkileşim istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır (F=5,381; p>0.05).

Çizelge 4.7. KAH₅ dakika ön ve son test sonuçlarına ait betimsel istatistik sonuçları

Değişken	Grup	ön test		son test		Δ %
		Xort	SS	Xort	SS	
KAH ₅ dakika (atım/dk)	HIIT	142,50	21,06	137,30	18,77	-3,65
	HIFT	153,10	11,05	146,60	19,12	-4,25
	Kontrol	154,20	18,20	152,90	13,57	-0,84
	Toplam	149,93	17,52	145,60	17,96	2,89

Çizelge 4.7. incelendiğinde HIIT grubunun KAH₅ dakika değerlerinin % 3,65 düzeyinde azaldığı, HIFT grubunun KAH₅ dakika değerlerinin % 4,25 düzeyinde azaldığı, Kontrol grubunun KAH₅ dakika değerlerinin % 0,84 düzeyinde azaldığı belirlenmiştir. Bu sonuçlar, farklı antrenman yöntemlerinin orta süreli dayanıklılık üzerindeki etkilerini göstermektedir.

HIIT ve HIFT antrenman yöntemleri uygulanan sporcular ile kontrol grubunun KAH₅ dakika ön ve son test sonuçları arasındaki farklılığa ilişkin tekrarlı ölçümler için ANOVA sonuçları Çizelge 4.8.'de verilmiştir,

Çizelge 4.8. KAH₅ dakika ön ve son test sonuçları arasındaki farklılığa ilişkin tekrarlı ölçümler için anova sonuçları

Varyansın Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler Ortalaması	F	P	Etki Büyüklüğü	Anlamlı Farklılık
Ölçüm	281,667	1	281,667	4,508	0,043*	0,143	-
Ölçüm+ Denekler arası	73,233	2	36,617	,586	0,563	0,042	-
Hata	1687,1	27	62,485				

Çizelge 4.8. incelendiğinde kontrol grubu ve HIIT ve HIFT antrenman yaklaşımları gruplarından elde edilen ön ve son test KAH₅ dakika değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık görülmektedir ($F=4,508$, $p<0,05$). Etki büyüklüğü düşük düzeydedir (0,143). Bu farklılığın hangi gruplardan kaynaklandığı bulmak amacıyla yapılan Bonferroni testine göre, gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık belirlenmemiştir. Ek olarak gruplar ile ölçüm zamanları arasındaki etkileşim istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($F=,586$; $p>0,05$).

Çizelge 4.9. KAH₇ dakika ön ve son test sonuçlarına ait betimsel istatistik sonuçları

Değişken	Grup	ön test		son test		Δ %
		Xort	SS	Xort	SS	
KAH ₇ dakika (atım/dk)	HIIT	147,40	14,12	137,80	22,52	-6,51
	HIFT	125,90	16,28	125,10	18,17	-0,64
	Kontrol	138,40	20,65	140,20	18,09	1,30
	Toplam	137,23	18,89	134,37	20,17	-2,09

Çizelge 4.9. incelendiğinde HIIT grubunun KAH₇ dakika değerlerinin % 6,51 düzeyinde azaldığı, HIFT grubunun KAH₇ dakika değerlerinin % 0,64 düzeyinde azaldığı, Kontrol grubunun KAH₇ dakika değerlerinin % 1,30 düzeyinde arttığı belirlenmiştir. Bu sonuçlar, HIIT antrenman yaklaşımının uzun süreli dayanıklılık üzerindeki etkilerini yansıtmaktadır.

HIIT ve HIFT antrenman yöntemleri uygulanan sporcular ile kontrol grubunun KAH₇ dakika ön ve son test sonuçları arasındaki farklılığa ilişkin tekrarlı ölçümler için ANOVA sonuçları Çizelge 4.10.'da verilmiştir,

Çizelge 4.10. KAH₇ dakika ön ve son test sonuçları arasındaki farklılığa ilişkin tekrarlı ölçümler için anova sonuçları

Varyansın Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler Ortalaması	F	P	Etki Büyüklüğü	Anlamlı Farklılık
Ölçüm	123,267	1	123,267	2,448	,129	,083	
Ölçüm+ Denekler arası	356,933	2	178,467	3,544	,043*	,208	HIIT-HIFT HIIT-Kontrol Grubu
Hata	1359,800	27	50,363				

Çizelge 4.10. incelendiğinde kontrol grubu ile HIFT ve HIFT antrenman yaklaşımları gruplarından elde edilen ön ve son test KAH₇ dakika değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık görülmemektedir (F=2,448, p>0,05). Ek olarak gruplar ile ölçüm zamanları arasındaki etkileşim istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur (F=3,544; p<0.05). Etki büyüklüğü düşük düzeydedir (,208). Bu farklılığın hangi gruplardan kaynaklandığı

bulmak amacıyla yapılan Bonferroni testine göre, $KAH_{7 \text{ dakika}}$ değerindeki farklılığın HIIT grubundan kaynaklandığı belirlenmiştir.

Çizelge 4.11. $LAKTAT_{Dinlenik}$ ön ve son test sonuçlarına ait betimsel istatistik sonuçları

Değişken	Grup	ön test		son test		$\Delta \%$
		Xort	SS	Xort	SS	
LAKTAT Dinlenik (mmol/L)	HIIT	1,17	0,33	1,15	0,26	-0,02
	HIFT	1,29	0,33	1,26	0,30	-0,03
	Kontrol	1,21	0,22	1,17	0,31	-0,04
	Toplam	1,22	0,29	1,19	0,29	-0,03

Çizelge 4.11. incelendiğinde HIIT grubunun $LAKTAT_{Dinlenik}$ değerlerinin % 0,02 düzeyinde azaldığı, HIFT grubunun $LAKTAT_{Dinlenik}$ değerlerinin % 0,03 düzeyinde azaldığı, Kontrol grubunun $LAKTAT_{Dinlenik}$ değerlerinin % 0,04 düzeyinde azaldığı belirlenmiştir.

HIIT ve HIFT antrenman yöntemleri uygulanan sporcular ile kontrol grubunun $LAKTAT_{Dinlenik}$ ön ve son test sonuçları arasındaki farklılığa ilişkin tekrarlı ölçümler için ANOVA sonuçları Çizelge 4.12.'de verilmiştir,

Çizelge 4.12. $LAKTAT_{Dinlenik}$ ön ve son test sonuçları arasındaki farklılığa ilişkin tekrarlı ölçümler için anova sonuçları

Varyansın Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler Ortalaması	F	p	Etki Büyüklüğü
Ölçüm	,014	1	,014	,202	,656	,007
Ölçüm+Denekler arası	,001	2	,001	,007	,993	,001
Hata	1,801	27	,067			

Çizelge 4.12. incelendiğinde kontrol grubu ve HIIT ve HIFT antrenman yaklaşımları gruplarından elde edilen ön ve son test $LAKTAT_{dinlenik}$ değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık görülmemektedir ($F=,202$, $p>0,05$). Ek olarak gruplar ile ölçüm zamanları arasındaki etkileşim istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($F=,007$; $p>0,05$).

Bu sonuç, HIIT ve HIFT antrenman yöntemlerinin $LAKTAT_{Dinlenik}$ değerleri üzerinde benzer etkilere sahip olduğunu göstermektedir. Ayrıca, gruplar ile ölçüm zamanları arasındaki etkileşim de istatistiksel olarak anlamlı değildir. Bu bulgular, HIIT ve HIFT antrenman grupları arasında $LAKTAT_{Dinlenik}$ değerlerinde belirgin farklılıkların olmadığını göstermektedir.

Çizelge 4.13. $LAKTAT_{Test\ sonrası}$ ön ve son test sonuçlarına ait betimsel istatistik sonuçları

Değişken	Grup	ön test		son test		Δ %
		Xort	SS	Xort	SS	
LAKTAT test sonrası (mmol/L)	HIIT	8,62	2,51	7,20	2,41	-16,47
	HIFT	7,86	2,29	7,56	2,09	-3,82
	Kontrol	7,77	2,65	7,59	2,50	-2,32
	Toplam	8,08	2,43	7,45	2,27	-7,84

Çizelge 4.13. incelendiğinde HIIT grubunun $LAKTAT_{Test\ sonrası}$ değerlerinin % 16,47 düzeyinde azaldığı, HIFT grubunun $LAKTAT_{Test\ sonrası}$ değerlerinin % 3,82 düzeyinde azaldığı, Kontrol grubunun $LAKTAT_{Test\ sonrası}$ değerlerinin % 2,32 düzeyinde azaldığı belirlenmiştir.

Bu sonuçlar, HIIT ve HIFT antrenman yaklaşımlarının laktat metabolizması üzerindeki etkilerini yansıtmaktadır.

HIIT ve HIFT antrenman yöntemleri uygulanan sporcular ile kontrol grubunun $LAKTAT_{Test\ sonrası}$ ön ve son test sonuçları arasındaki farklılığa ilişkin tekrarlı ölçümler için ANOVA sonuçları Çizelge 4.14.'te verilmiştir,

Çizelge 4.14. LAKTAT_{Test sonrası} ön ve son test sonuçları arasındaki farklılığa ilişkin tekrarlı ölçümler için anova sonuçları

Varyansın Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler Ortalaması	F	p	Etki Büyüklüğü	Anlamlı Farklılık
Ölçüm	6,017	1	6,017	5,543	,026*	,170	HIIT-HIFT HIIT-Kontrol Grubu
Ölçüm+ Denekler arası	4,677	2	2,339	2,155	,135	,138	-
Hata	29,306	27	1,085				

Çizelge 4.14. incelendiğinde kontrol grubu ve HIIT ve HIFT antrenman gruplarından elde edilen ön ve son test LAKTAT_{Test sonrası} değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık görülmektedir ($F=5,543$, $p<0,05$). Etki büyüklüğü düşük düzeydedir ($,170$). Bu farklılığın hangi gruplardan kaynaklandığı bulmak amacıyla yapılan Bonferroni testine göre, LAKTAT_{Test sonrası} değerlerinde en fazla değişim HIIT grubunda oluşmuştur. Bir başka deyişle LAKTAT_{Test sonrası} değerini düşürmede en etkili yöntemin HIIT olduğu görülmektedir. Ek olarak gruplar ile ölçüm zamanları arasındaki etkileşim istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($F=2,155$; $p>0,05$).

Çizelge 4.14. LAKTAT_{1 dakika} ön ve son test sonuçlarına ait betimsel istatistik sonuçları

Değişken	Grup	ön test		son test		Δ %
		Xort	SS	Xort	SS	
LAKTAT _{1 dakika} (mmol/L)	HIIT	11,75	2,88	11,13	2,22	-5,28
	HIFT	11,13	2,39	10,75	2,56	-3,41
	Kontrol	9,80	2,76	9,75	2,46	0,51
	Toplam	10,89	2,72	10,54	2,40	-3,21

Çizelge 4.15. incelendiğinde HIIT grubunun LAKTAT_{1dakika} değerlerinin % 5,28 düzeyinde azaldığı, HIFT grubunun LAKTAT_{1dakika} değerlerinin % 3,41 düzeyinde azaldığı, Kontrol grubunun LAKTAT_{1dakika} değerlerinde ise değişiklik olmadığı belirlenmiştir.

HIIT ve HIFT antrenman yöntemleri uygulanan sporcular ile kontrol grubunun LAKTAT₁ dakika ön ve son test sonuçları arasındaki farklılığa ilişkin tekrarlı ölçümler için ANOVA sonuçları Çizelge 4.16.'da verilmiştir,

Çizelge 4.15. LAKTAT₁ dakika ön ve son test sonuçları arasındaki farklılığa ilişkin tekrarlı ölçümler için anova sonuçları

Varyansın Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler Ortalaması	F	p	Etki Büyüklüğü
Ölçüm	1,667	1	1,667	0,699	0,411	0,025
Ölçüm+Denekler arası	0,977	2	0,489	0,205	0,816	0,015
Hata	64,396	27	2,385			

Çizelge 4.16. incelendiğinde kontrol grubu ve HIIT ve HIFT antrenman gruplarından elde edilen ön ve son test LAKTAT₁ dakika değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık görülmemektedir (F=,699, p>0,05). Ek olarak gruplar ile ölçüm zamanları arasındaki etkileşim istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır (F=,205; p>0.05).

Çizelge 4.16. LAKTAT₃ dakika ön ve son test sonuçlarına ait betimsel istatistik sonuçları

Değişken	Grup	ön test		son test		Δ %
		Xort	SS	Xort	SS	
LAKTAT ₃ dakika (mmol/L)	HIIT	12,54	2,21	12,30	2,59	-1,91
	HIFT	12,08	1,98	12,13	1,65	0,41
	Kontrol	11,14	2,20	11,12	2,36	-0,18
	Toplam	11,92	2,14	11,85	2,22	-0,59

Çizelge 4.17. incelendiğinde LAKTAT₃ dakika değerlerinde HIIT grubunda artış görülürken HIFT ve Kontrol grubunda düşüş olduğu belirlenmiştir. HIIT grubunun LAKTAT₃ dakika değerlerinin % 1,91 düzeyinde azaldığı, HIFT grubunun LAKTAT₃ dakika değerlerinin % 0,41 düzeyinde arttığı, Kontrol grubunun LAKTAT₃ dakika değerlerinin % 0,18 düzeyinde azaldığı belirlenmiştir.

HIIT ve HIFT antrenman yöntemleri uygulanan sporcular ile kontrol grubunun LAKTAT₃ dakika ön ve son test sonuçları arasındaki farklılığa ilişkin tekrarlı ölçümler için ANOVA sonuçları Çizelge 4.18.'de verilmiştir,

Çizelge 4.17. LAKTAT₃ dakika ön ve son test sonuçları arasındaki farklılığa ilişkin tekrarlı ölçümler için anova sonuçları

Varyansın Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler Ortalaması	F	p	Etki Büyüklüğü
Ölçüm	,073	1	,073	,036	,851	,001
Ölçüm+Denekler arası	,229	2	,114	,056	,946	,004
Hata	55,313	27	2,049			

Çizelge 4.18. incelendiğinde kontrol grubu ve HIIT ve HIFT antrenman gruplarından elde edilen ön ve son test LAKTAT₃ dakika değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık görülmemektedir ($F=,036$, $p>0,05$). Bu sonuç, HIIT ve HIFT antrenman yöntemlerinin orta yoğunluklu aktivitelerin laktat üretimi üzerinde benzer etkilere sahip olduğunu göstermektedir. Ek olarak gruplar ile ölçüm zamanları arasındaki etkileşim istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($F=,056$; $p>0,05$).

Çizelge 4.18. LAKTAT₅ dakika ön ve son test sonuçlarına ait betimsel istatistik sonuçları

Değişken	Grup	ön test		son test		Δ %
		Xort	SS	Xort	SS	
LAKTAT ₅ dakika (mmol/L)	HIIT	13,86	2,23	13,35	2,01	-3,68
	HIFT	12,58	1,48	12,61	0,95	0,24
	Kontrol	11,51	2,27	11,45	2,15	-0,52
	Toplam	12,65	2,09	12,47	1,90	-1,42

Çizelge 4.19. incelendiğinde HIIT grubunun LAKTAT₅ dakika değerlerinin % 3,68 düzeyinde azaldığı, HIFT grubunun LAKTAT₅ dakika değerlerinin % 0,24 düzeyinde arttığı, Kontrol grubunun LAKTAT₅ dakika değerlerinin % 0,52 düzeyinde azaldığı belirlenmiştir.

HIIT ve HIFT antrenman yöntemleri uygulanan sporcular ile kontrol grubunun LAKTAT₅ dakika ön ve son test sonuçları arasındaki farklılığa ilişkin tekrarlı ölçümler için ANOVA sonuçları Çizelge 4.20.'de verilmiştir,

Çizelge 4.19. LAKTAT₅ dakika ön ve son test sonuçları arasındaki farklılığa ilişkin tekrarlı ölçümler için anova sonuçları

Varyansın Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler Ortalaması	F	p	Etki Büyüklüğü
Ölçüm	2,166	1	2,166	1,768	,195	,061
Ölçüm+Denekler arası	1,317	2	,658	,537	,590	,038
Hata	33,087	27	1,225			

Çizelge 4.20. incelendiğinde kontrol grubu ile HIIT ve HIFT gruplarından elde edilen ön ve son test LAKTAT₅ dakika değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık görülmemektedir (F=1,768, p>0,05).

Bu sonuç, HIIT ve HIFT antrenman yöntemlerinin orta yoğunluklu aktivitelerin laktat üretimi üzerinde benzer etkilere sahip olduğunu göstermektedir. Ek olarak gruplar ile ölçüm zamanları arasındaki etkileşim istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır (F=,537; p>0.05).

Çizelge 4.20. LAKTAT₇ dakika ön ve son test sonuçlarına ait betimsel istatistik sonuçları

Değişken	Grup	ön test		son test		Δ %
		Xort	SS	Xort	SS	
LAKTAT ₇ dakika (mmol/L)	HIIT	13,52	2,15	13,01	1,88	-3,77
	HIFT	12,97	1,77	12,50	1,34	-3,62
	Kontrol	12,23	2,27	12,11	2,18	-0,98
	Toplam	12,91	2,08	12,54	1,81	-2,87

Çizelge 4.21. incelendiğinde HIIT grubunun LAKTAT₇ dakika değerlerinin % 3,77 düzeyinde azaldığı, HIFT grubunun LAKTAT₇ dakika değerlerinin % 3,62 düzeyinde azaldığı, Kontrol grubunun LAKTAT₇ dakika değerlerinin % 0,98 düzeyinde azaldığı belirlenmiştir.

HIIT ve HIFT antrenman yöntemleri uygulanan sporcular ile kontrol grubunun LAKTAT₇ dakika ön ve son test sonuçları arasındaki farklılığa ilişkin tekrarlı ölçümler için ANOVA sonuçları Çizelge 4.22.'de verilmiştir,

Çizelge 4.21. LAKTAT₇ dakika ön ve son test sonuçları arasındaki farklılığa ilişkin tekrarlı ölçümler için anova sonuçları

Varyansın Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler Ortalaması	F	p	Etki Büyüklüğü	Anlamlı Farklılık
Ölçüm	6,080	1	6,080	7,275	,012*	,212	-
Ölçüm+ Denekler arası	,608	2	,304	,364	,698	,026	-
Hata	22,567	27	,836				

Çizelge 4.22. incelendiğinde kontrol grubu ve farklı antrenman yaklaşımları gruplarından elde edilen ön ve son test LAKTAT_{7.dakika} değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık görülmektedir ($F=7,275$, $p<0,05$). Etki büyüklüğü düşük düzeydedir ($,212$). Bu farklılığın hangi gruplardan kaynaklandığı bulmak amacıyla yapılan Bonferroni testine göre, gruplar arasında LAKTAT_{7.dakika} değerindeki farklılık belirlenmemiştir. Ek olarak gruplar ile ölçüm zamanları arasındaki etkileşim istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($F=,364$; $p>0,05$).

Çizelge 4.22. Relatif zirve güç ön ve son test sonuçlarına ait betimsel istatistik sonuçları

Değişken	Grup	ön test		son test		Δ %
		Xort	SS	Xort	SS	
Relatif Zirve Güç (W/kg)	HIIT	9,25	1,17	10,75	0,86	16,16
	HIFT	10,67	1,43	10,80	1,38	1,22
	Kontrol	9,93	0,78	9,88	0,88	-0,53
	Toplam	9,95	1,26	10,48	1,12	5,27

Çizelge 4.23. incelendiğinde HIIT grubunun Relatif Zirve Güç değerlerinin % 16,16 düzeyinde arttığı, HIFT grubunun Relatif Zirve Güç değerlerinin % 1,22 düzeyinde arttığı, Kontrol grubunun Relatif Zirve Güç değerlerinin % 0,53 düzeyinde azaldığı belirlenmiştir.

Bu bulgular, yüksek yoğunluklu interval antrenmanının (HIIT) Relatif Zirve Güç üzerinde önemli bir pozitif etkisi olduğunu göstermektedir. Daha düşük artışlarla HIFT grubunda ve hatta kontrol grubunda azalışla karşılaşılması, antrenman yönteminin performans üzerindeki etkisini vurgulamaktadır.

HIIT ve HIFT antrenman yöntemleri uygulanan sporcular ile kontrol grubunun Relatif Zirve Güç ön ve son test sonuçları arasındaki farklılığa ilişkin tekrarlı ölçümler için ANOVA sonuçları Çizelge 4.24.'te verilmiştir,

Çizelge 4.23. Relatif zirve güç ön ve son test sonuçları arasındaki farklılığa ilişkin tekrarlı ölçümler için ANOVA sonuçları

Varyansın Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler Ortalaması	F	P	Etki Büyüklüğü	Anlamlı Farklılık
Ölçüm	4,119	1	4,119	6,810	,015*	,201	HIIT-HIFT, Kontrol grubu
Ölçüm+ Denekler arası	7,155	2	3,578	5,915	,007*	,305	HIIT-HIFT, Kontrol grubu
Hata	16,330	27	,605				

Çizelge 4.24. incelendiğinde kontrol grubu ve farklı antrenman yaklaşımları gruplarından elde edilen ön ve son test Relatif Zirve Güç değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık görülmektedir ($F=6,810$, $p<0,05$). Etki büyüklüğü düşük düzeydedir ($,201$). Bu farklılığın hangi gruplardan kaynaklandığı bulmak amacıyla yapılan Bonferroni testine göre, Relatif Zirve Güç değerindeki farklılık HIIT grubu ön ve son test değerlerinde belirlenmiştir. Ek olarak gruplar ile ölçüm zamanları arasındaki etkileşim istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($F=5,915$; $p<0,05$). Etki büyüklüğü düşük düzeydedir ($,305$).

Bu farklılığın hangi gruplardan kaynaklandığı bulmak amacıyla yapılan Bonferroni testine göre, Relatif Zirve Güç değerindeki farklılık HIIT grubundan kaynaklandığı belirlenmiştir. Bu da, HIIT ve HIFT antrenman grupları ve ölçüm zamanlarının birleşiminde Relatif Zirve Güç değerlerindeki farklılığın daha da belirginleştiğini göstermektedir.

Çizelge 4.24. Ortalama güç ön ve son test sonuçlarına ait betimsel istatistik sonuçları

Değişken	Grup	ön test		son test		Δ %
		Xort	SS	Xort	SS	
Ortalama Güç (W/kg)	HIIT	6,89	0,61	7,22	0,46	4,87
	HIFT	7,05	0,33	7,19	0,47	2,01
	Kontrol	6,95	0,32	6,91	0,74	-0,59
	Toplam	6,96	0,43	7,11	0,57	2,09

Çizelge 4.25. incelendiğinde HIIT grubunun Ortalama Güç değerlerinin % 4,87 düzeyinde arttığı, HIFT grubunun Ortalama Güç değerlerinin % 2,01 düzeyinde arttığı, Kontrol grubunun Ortalama Güç değerlerinin % 0,59 düzeyinde azaldığı belirlenmiştir.

HIIT ve HIFT antrenman yöntemleri uygulanan sporcular ile kontrol grubunun Ortalama Güç ön ve son test sonuçları arasındaki farklılığa ilişkin tekrarlı ölçümler için ANOVA sonuçları Çizelge 4.26.'da verilmiştir,

Çizelge 4.25. Ortalama güç ön ve son test sonuçları arasındaki farklılığa ilişkin tekrarlı ölçümler için anova sonuçları

Varyansın Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler Ortalaması	F	P	Etki Büyüklüğü	Anlamlı Farklılık
Ölçüm	,317	1	,317	1,250	,273	,044	
Ölçüm+ Denekler arası	,355	2	,178	,701	,505	,049	
Hata	6,845	27	,254				

Çizelge 4.26. incelendiğinde kontrol grubu ve HIIT ve HIFT antrenman yaklaşımları gruplarından elde edilen ön ve son test Ortalama Güç değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık görülmemektedir ($F=1,250$, $p>0,05$). Ek olarak gruplar ile ölçüm zamanları arasındaki etkileşim istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($F=,701$; $p>0,05$). Bu sonuçlar, HIIT ve HIFT antrenman yöntemlerinin Ortalama Güç değerleri üzerindeki etkilerinin istatistiksel olarak belirgin olmadığını göstermektedir.

Çizelge 4.26. Minimum güç ön ve son test sonuçlarına ait betimsel istatistik sonuçları

Değişken	Grup	ön test		son test		Δ %
		Xort	SS	Xort	SS	
Minimum Güç (W/kg)	HIIT	4,00	0,92	4,22	0,83	5,72
	HIFT	3,91	0,62	3,90	0,53	-0,29
	Kontrol	3,83	0,59	3,76	1,10	-1,87
	Toplam	3,91	0,70	3,96	0,85	1,24

Çizelge 4.27. incelendiğinde HIIT grubunun Minimum Güç değerlerinin % 5,72 düzeyinde arttığını göstermektedir. Bu, yüksek yoğunluklu interval antrenmanının (HIIT) Minimum Güç üzerinde pozitif bir etkiye sahip olduğunu göstermektedir. Bu tür antrenmanlar genellikle kas kuvvetini artırabilirken, vücuttaki enerji sistemlerini verimli bir şekilde kullanmaya teşvik edebilir. Bu sonuç, HIIT antrenmanlarının güç kazanımında etkili olabileceğini öne sürmektedir. HIFT grubunun Minimum Güç değerlerinin % 0,29 düzeyinde azaldığını ki bu sonuç, yüksek yoğunluklu fonksiyonel antrenmanın (HIFT) Minimum Güç değerleri üzerindeki etkisinin sınırlı olduğunu göstermektedir. Fonksiyonel antrenmanlar genellikle genel fiziksel yetenekleri artırmayı hedeflerken, belirli güç parametrelerine odaklanmamış olabilir. Azalma oranının düşük olması, HIFT antrenmanlarının Minimum Güç değerlerini büyük ölçüde etkilemediğini gösterebilir. Kontrol grubunun Minimum Güç değerlerinin % 1,87 düzeyinde azaldığı belirlenmiştir. Bu azalma, fiziksel aktivitenin eksikliği veya diğer faktörlerin etkisiyle ilişkilendirilebilir. Kontrol grubunun Minimum Güç değerlerinde azalma yaşaması, antrenmanın performans üzerindeki potansiyel olumlu etkisini daha net bir şekilde göstermektedir.

HIIT ve HIFT antrenman yöntemleri uygulanan sporcular ile kontrol grubunun Maksimum Güç ön ve son test sonuçları arasındaki farklılığa ilişkin tekrarlı ölçümler için ANOVA sonuçları Çizelge 4.28.'de verilmiştir,

Çizelge 4.27. Minimum güç ön ve son test sonuçları arasındaki farklılığa ilişkin tekrarlı ölçümler için anova sonuçları

Varyansın Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler Ortalaması	F	p	Etki Büyüklüğü
Ölçüm	,035	1	,035	,176	,678	,006
Ölçüm+Denekler arası	,252	2	,126	,626	,542	,044
Hata	5,446	27	,202			

Çizelge 4.28. incelendiğinde kontrol grubu ve farklı antrenman yaklaşımları gruplarından elde edilen ön ve son test Minimum Güç değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık görülmemektedir ($F=,176$; $p>0,05$). Gruplar Arası Farklılık (Grup Etkisi): İstatistiksel analiz sonuçlarına göre, HIIT, HIFT ve kontrol grubu arasındaki Minimum Güç değerlerinde anlamlı bir farklılık bulunmadığını göstermektedir. Bu sonuç, bu antrenman yaklaşımlarının Minimum Güç değerleri üzerinde benzer etkilere sahip olduğunu göstermektedir. Ek olarak gruplar ile ölçüm zamanları arasındaki etkileşim (Grup-Zaman Etkileşimi) istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($F=,626$; $p>0,05$). Bu sonuç, farklı antrenman yaklaşımları gruplarının Minimum Güç değerleri üzerinde zaman içinde farklılaşmadığını ve etkileşimlerinin istatistiksel olarak belirgin olmadığını göstermektedir.

Çizelge 4.28. Yorgunluk indeksi ön ve son test sonuçlarına ait betimsel istatistik sonuçları

Değişken	Grup	ön test		son test		Δ %
		Xort	SS	Xort	SS	
Yorgunluk İndeksi (%)	HIIT	61,18	11,67	56,99	10,62	-6,84
	HIFT	63,00	7,20	63,86	8,27	1,36
	Kontrol	61,93	6,74	62,99	9,97	1,71
	Toplam	62,04	8,54	61,28	9,62	-1,22

Çizelge 4.29. incelendiğinde HIIT grubunun Yorgunluk İndeksi değerlerinin % 6,84 düzeyinde azaldığı, HIFT grubunun Yorgunluk İndeksi değerlerinin % 1,36 düzeyinde arttığı, Kontrol grubunun Yorgunluk İndeksi değerlerinin % 1,71 düzeyinde arttığı belirlenmiştir.

HIIT ve HIFT antrenman yöntemleri uygulanan sporcular ile kontrol grubunun Yorgunluk İndeksi ön ve son test sonuçları arasındaki farklılığa ilişkin tekrarlı ölçümler için ANOVA sonuçları Çizelge 4.30.'da verilmiştir,

Çizelge 4.30. Yorgunluk indeksi ön ve son test sonuçları arasındaki farklılığa ilişkin tekrarlı ölçümler için anova sonuçları

Varyansın Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler Ortalaması	F	p	Etki Büyüklüğü	Anlamlı Farklılık
Ölçüm	62,295	1	62,295	5,246	,030*	,163	HIIT-HIFT, Kontrol Grubu
Ölçüm+ Denekler Arası	35,051	2	17,526	1,476	,246	,099	-
Hata	320,613	27	11,875				

Çizelge 4.30. incelendiğinde kontrol grubu ve HIIT ve HIFT antrenman yaklaşımları gruplarından elde edilen ön ve son test Yorgunluk indeksi değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık görülmektedir ($F=5,246$, $p<0,05$). Etki büyüklüğü düşük düzeydedir ($,163$). Bu farklılığın hangi gruplardan kaynaklandığı bulmak amacıyla yapılan Bonferroni testine göre, Yorgunluk indeksi değerinde HIIT grubu ön ve son test değerlerinde farklılık belirlenmiştir. Ek olarak gruplar ile ölçüm zamanları arasındaki etkileşim istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($F=1,476$; $p>0.05$).

5. TARTIŞMA

Çalışmanın sonuçları, elit muaythai sporcuları üzerinde uygulanan HIIT ve HIFT antrenman yöntemlerinin, toparlanma ve anaerobik güç kapasitelerinde oluşan farklılıklar incelenmiştir.

Çalışmanın sonucunda HIIT grubunun KAH, Laktat ve Anaerobik güç ön test ve son test değerlerinde iyileşme görülmüştür. Bunun yanında dinlenik KAH, KAH1 dakika, KAH5 dakika ve dinlenik Laktat, Laktat1 dakika, Laktat3 dakika, Laktat5 dakika ve Laktat7 dakika değerlerinde gruplar arasında ve ön test-son test ölçümlerinde istatistiksel olarak farklılık bulunmamıştır. Fakat KAH3 ve KAH7 dakika, Laktat test sonrası, Relatif zirve güç ve Yorgunluk indeksi değerlerinde Yüksek yoğunluklu interval antrenman (HIIT) grubu lehine yüksek yoğunluklu fonksiyonel antrenmanının (HIFT) grubu ve Kontrol grubu arasında istatistiksel olarak farklılık bulunmuştur. Bu bağlamda HIIT antrenman modelinin dinlenik KAH seviyelerini düşürme, egzersiz sonrası laktat birikimini azaltma, anaerobik performansı artırma ve güç çıkışını yükseltme potansiyeline sahip olduğu görülmektedir. Diğer yandan, (HIFT) etkileri bu konularda daha sınırlıdır. HIIT ve HIFT antrenman yöntemlerinin sporcuların dinlenik kalp atım hızı (KAH) değerleri üzerinde etkisinin olmadığını göstermiştir. Bu durum, HIIT ve HIFT antrenman yöntemlerinin dinlenik KAH değerleri üzerinde benzer etkilere sahip olduğunu göstermektedir. Benzer şekilde, gruplar ile ölçüm zamanları arasındaki etkileşim de istatistiksel olarak anlamlı değildir. Bu sonuçlar, antrenman gruplarının dinlenik KAH değerlerindeki değişikliklerin zaman faktörüne göre değişmediğini gösterir.

HIIT grubundaki dinlenik KAH değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı bir düşüş olmasada, oransal olarak belirgin düşüş, yüksek yoğunluklu interval antrenmanının kardiyovasküler sistem üzerinde olumlu etkileri olabileceğini düşündürmektedir. Yüksek yoğunluklu interval antrenmanın dinlenik KAH seviyelerini daha etkili bir şekilde azalttığı görülmektedir. Bu, antrenmanın kardiyak adaptasyonları artırdığı ve kalp sağlığını olumlu yönde etkilediği anlamına gelebilir. Diğer yandan, HIFT grubundaki daha sınırlı düşüş, bu antrenman yönteminin dinlenik KAH üzerindeki etkisinin daha kısıtlı olduğunu göstermektedir. Bu sonuçla uyumlu olarak Özsoy ve ark. (2021)'nin yaptığı çalışmada, yüksek yoğunluklu interval antrenmanın (HIIT) ve yüksek yoğunluklu fonksiyonel antrenmanın (HIFT) elit sporcuların anaerobik güç ve toparlanma kapasitelerine etkisi

incelenmiştir. Araştırma sonunda HIIT ve HIFT antrenmanlarının her iki grup için de toparlanma kapasitesini artırdığı belirlenmiştir. Ancak, HIFT antrenmanlarının daha hızlı toparlanma kapasitesi geliştirdiği belirlenmiştir [74]. Demirkan ve ark. (2022) tarafından yapılan çalışmada da, elit futbolcularda anaerobik performans ve toparlanma üzerine 8 haftalık yüksek yoğunluklu aralıklı antrenman (HIIT) ve yüksek yoğunluklu fonksiyonel antrenmanın (HIFT) karşılaştırılmasını yapılmıştır. Bu çalışmanın sonucu olarak HIIT antrenmanlarının daha fazla toparlanma süresi sağladığı belirlenmiştir [73].

Cornelissen ve ark. (2013)'nın 18 yaş üstü sağlıklı yetişkinlerle yaptıkları derleme çalışmasında, yüksek yoğunluklu interval antrenmanlarının kardiyovasküler sağlık üzerindeki etkilerini ele almış ve elde ettikleri birçok araştırma sonucunda, HIIT'nin dinlenik KAH seviyelerini düşürebileceğini ve kan basıncı kontrolüne katkıda bulunabileceğini göstermişlerdir [14].

Smith ve ark. (2013) tarafından yapılan araştırmada HIFT antrenman modellerinden biri olan CrossFit tabanlı yüksek yoğunluklu antrenmanın aerobik fitness üzerinde olumlu etkileri görülmüştür. Çalışma, bu antrenmanın zaman içinde bireylerin aerobik kapasitesini artırabileceğini göstermiştir [33].

Weston ve ark. (2014) yapmış olduğu derleme çalışmasında ise HIIT antrenmanının kardiyometabolik hastalıkları olan bireyler üzerindeki etkilerini araştırmış, HIIT antrenmanının aerobik kapasiteyi artırabileceğini ve metabolik iyileşmeye katkı sağlayabileceğini göstermiştir [20].

Costigan (2015) tarafından yapılan çalışma, yüksek yoğunluklu interval antrenmanın (HIIT) ergenlerin kardiyovasküler sağlığı üzerindeki etkilerini araştırmayı amaçlamıştır. Çalışma sonucunda katılımcıların kan basıncının düşmesi, nabız hızının iyileşmesi ve kardiyovasküler dayanıklılığın artması gibi olumlu değişiklikler tespit edilmiştir. HIIT'in ergenler için etkili bir kardiyovasküler egzersiz yöntemi olabileceği sonucuna varılmıştır [45].

Fakat çalışma bulgusunun aksine Özkan ve ark. (2010) tarafından yapılan araştırmada, 8 hafta boyunca uygulanan Wingate tabanlı yüksek yoğunluklu antrenman programının erkek ve kadın aktif spor yapan üniversite öğrencilerinin aerobik ve anaerobik performansı

üzerindeki etkileri incelenmiştir. Sonuç olarak uygulanan programın tüm katılımcıların aerobik performansını olumlu yönde etkilediği belirlenmiştir [81].

Mevcut çalışmada HIIT antrenman modelinin dinlenik KAH'nı düşürdüğü fakat istatistiksel olarak farklılığa neden olmadığı saptanmıştır. Fakat konu ile ilgili yapılan bazı araştırmalarda HIIT antrenman modelinin dinlenik KAH'nı düşürdüğü rapor edilmiştir. Örneğin Weston ve ark. (2014)'nın sağlıklı yetişkin bireyler üzerinde yaptığı araştırmada, HIIT uygulamalarının dinlenik sistolik ve diyastolik kan basıncını düşürdüğü belirlenmiştir [20].

Yine Ramos ve ark. (2015) tarafından yapılan derleme çalışmasında; HIIT'in kardiyovasküler sağlık üzerindeki etkileri incelenmiş, dinlenik KAH düzeylerindeki düşüşler, HIIT'in kardiyovasküler adaptasyonları ve kalp sağlığını iyileştirebileceği sonucuna varılmıştır [25]. Tjonna ve ark. (2008) farklı antrenman yoğunluklarının kan basıncı üzerine etkilerini karşılaştırmış, yüksek yoğunluklu interval antrenmanların dinlenik KAH üzerinde daha olumlu etkilere sahip olduğunu göstermiştir [13].

Gouvea ve ark. (2017) tarihinde yaptığı çalışmada ise, HIIT ve HIFT antrenmanlarının kas dayanıklılığı ve toparlanma düzeyleri üzerindeki etkilerini karşılaştırmış, HIIT grubu ve HIFT grubu arasında kas dayanıklılığı (muscular endurance) açısından anlamlı bir fark bulunmamış, her iki antrenman türü de benzer düzeyde kas dayanıklılığına yol açtığı, HIIT ve HIFT antrenmanları arasında toparlanma düzeyleri açısından da anlamlı bir fark bulunmamış, her iki antrenman türü de benzer toparlanma düzeylerine sahip olduğu gözlenmiştir [5].

Çalışma HIIT ve HIFT antrenman yöntemlerinin laktat metabolizması üzerinde benzer etkilere sahip olduğunu göstermektedir. Laktat metabolizması açısından, egzersiz sonrası laktat düzeylerinde HIIT grubunda belirgin bir azalma, HIFT grubunda ise daha sınırlı bir azalma görülmüştür. Bu sonuçlar, yüksek yoğunluklu interval antrenmanın laktat temizleme mekanizmalarını geliştirebileceğini ve bu sayede egzersiz sonrası laktat birikimini azaltabileceğini göstermektedir. Ayrıca, egzersiz sonrası laktat düzeylerindeki düşüşün performansı olumlu etkileyebileceği düşünülmektedir.

LAKTAT test sonrası değerlerinde; özellikle HIIT grubundaki yüksek orandaki laktat azalması, bu antrenman yönteminin yoğun interval çalışmalarının laktat toleransını artırabileceğini düşündürmektedir. Interval antrenmanların yüksek yoğunluklu ve kısa süreli aktiviteler içermesi, laktik asitin birikimini teşvik edebilir ve bu da laktat toleransını artırıcı bir etki yaratabilir. HIFT grubundaki daha düşük azalma oranı, interval antrenmanın yoğunluğunun daha düşük olması ve daha uzun dinlenme sürelerinin kullanılması gibi faktörlere bağlı olabilir. Kontrol grubundaki azalma ise genel olarak fiziksel aktivite düzeyindeki düşüş veya diğer etkenlere bağlı olabilir.

Laktik asit, yüksek yoğunluklu egzersiz sırasında birikir ve kaslarda asidoz (asit artışı) oluşturabilir. Bu nedenle, laktat seviyelerinin azalması, vücudun laktik asidi daha iyi tolerans ettiğini gösterebilir ve uzun vadede sporcuların dayanıklılığını artırabilir.

Yapılan çalışmada elit muaythai sporcularının anaerobik kapasitelerine yönelik elde edilen bulgulara göre; araştırmanın amacına uygun olarak HIIT'in Relatif Zirve Güç üzerinde anlamlı bir pozitif etkisi olduğunu ortaya koymaktadır.

Performans değişkenleri açısından, HIIT grubunun Relatif Zirve Güç değerlerinde gözlenen anlamlı artış oldukça dikkat çekicidir. Bu sonuç, yüksek yoğunluklu interval antrenmanının, kısa ve yoğun egzersiz periyotlarıyla kasların güçlenmesini ve aerobik kapasitenin artmasını sağlayarak performansı olumlu yönde etkilediğini desteklemektedir. Yüksek yoğunluklu interval antrenmanının, vücudu sürekli olarak zorlaması ve iyileşme dönemleri sunması nedeniyle, adaptasyon süreçlerini tetikleyerek güç artışına katkı sağlaması muhtemeldir.

HIFT grubundaki artışın HIIT grubuna göre daha düşük olduğu görülmüştür. Bu durum, farklı antrenman yöntemlerinin farklı performans sonuçlarına yol açabileceğini ve her bireyin yanıtının farklı olabileceğini göstermektedir. HIFT antrenmanının genellikle karmaşık ve fonksiyonel hareketleri içerdiği düşünüldüğünde, belirli kas gruplarının izole edilmiş şekilde çalıştığı HIIT antrenmanına göre farklı bir etki göstermesi mümkündür.

Çolakoğlu ve ark. (2020) elit güreşçiler üzerinde HIIT ve HIFT anaerobik güç ve kapasite üzerindeki etkilerini karşılaştırmıştır. Çalışmanın sonuçlarına göre, her iki antrenman grubu da anaerobik güç ve kapasitede artış göstermiştir. Ancak, HIIT grubu, HIFT grubuna

kıyasla daha fazla anaerobik güç ve kapasite gelişimi sağlamıştır [65]. Elde edilen sonuçlar yapılan araştırmayla paralellik göstermekte olup, anaerobik güç ve kapasitenin gelişimi elit güreşçilerde olduğu gibi, elit muaythai sporcuları üzerinde etkili olduğu görülmüştür.

Özkan ve ark. (2018)'nın çalışması, yüksek yoğunluklu interval antrenmanlarının (HIIT) aerobik ve anaerobik performans üzerindeki etkisini değerlendirmek amacıyla elit taekwondo sporcuları üzerinde gerçekleştirilmiştir. Araştırmanın sonuçları, HIIT'in taekwondo sporcularının anaerobik kapasitesini artırma potansiyeline sahip olduğunu göstermiştir. Bu çalışma, taekwondo sporu gibi anaerobik performansın önemli olduğu sporlarda HIIT'nin etkili bir antrenman yöntemi olabileceğini vurgulamaktadır [76].

Mevcut çalışma bulgusuna paralel olarak Özsoy ve ark. (2021)'nin yaptığı çalışmada, HIIT ve HIFT antrenmanlarının her iki grup için de anaerobik gücü artırdığı belirlenmiştir. Ancak, HIIT antrenmanlarının daha fazla anaerobik güç artışına neden olduğu gözlenmiştir [74].

Demirkan ve ark. (2022) tarafından yapılan çalışmada da her iki antrenman yönteminin de elit futbolcularda anaerobik performansı artırdığını göstermiştir [73].

Trapp ve ark. (2008) çalışmasında HIIT antrenmanının yağ kaybı ve metabolik etkilerini incelemiş ve HIIT antrenmanının enerji harcamasını artırarak kas gücünü artırabileceğini göstermiştir [19].

Diğer taraftan; Smith ve ark. (2020) HIIT'in anaerobik kapasiteyi artırdığını ve bu antrenman yönteminin sporcuların maksimum güç çıktısını artırabileceğini, HIIT'in anaerobik performans üzerinde pozitif etkileri olduğunu, anaerobik kapasiteyi artırabileceğini, maksimum güç çıktısını artırabileceğini, güç ve performansla ilgili faktörleri olumlu etkileyebileceğini göstermiştir [77].

Bölükbaşı ve ark. (2019) yaptıkları çalışmada, futbolcular üzerinde yüksek yoğunluklu interval antrenmanı (HIIT) ve devre antrenmanının (Circuit Training) birden fazla egzersizi sırayla yaparak farklı kas gruplarının çalışmasını hedefler) anaerobik güç ve toparlanma kapasiteleri üzerindeki etkisini karşılaştırmıştır. HIIT grubu, yoğun egzersiz periyotlarından sonra kısa toparlanma süreleri içeren yüksek yoğunluklu interval

antrenmanı yaptırmıştır. Devre antrenmanı grubu ise farklı kas gruplarını hedefleyen egzersizlerden oluşan bir dizi antrenmanı düşük dinlenme süreleriyle gerçekleştirilmiştir. Çalışmanın sonuçları, hem HIIT hem de devre antrenmanının futbolcularda anaerobik güç ve toparlanma kapasitesi üzerinde olumlu etkileri olduğunu göstermiştir. Ancak, HIIT grubunda anaerobik güçte daha belirgin bir iyileşme gözlenmiş ve toparlanma kapasitesi açısından iki grup arasında önemli farklılıklar bulunmuştur. Genel olarak çalışma, yapılan araştırmayla paralellik göstermektedir. Her ne kadar HITT ve HIFT antrenman modelleri direkt olarak karşılaştırmış olmasa da, devre antrenmanı ve HIFT farklı yoğunluk seviyelerine sahip iki farklı antrenman yaklaşımı olsa da, elde edilen sonuçlar değerli olduğu düşünülebilir. Hem HIIT hem de devre antrenmanının futbolcularda anaerobik gücü ve toparlanma kapasitesini artırabileceğini, ancak, HIIT'nin anaerobik güç üzerinde daha etkili olabileceğini göstermiştir [68].

Kılınç ve ark. (2020) tarafından yapılan bir çalışmada, elit taekwondo sporcuları üzerinde yüksek yoğunluklu interval antrenmanı (HIIT) ve devre antrenmanının anaerobik güç ve toparlanma kapasiteleri üzerindeki etkisi karşılaştırılmıştır. HIIT grubu, yüksek yoğunluklu interval antrenmanı uygularken, devre antrenmanı grubu ise farklı egzersiz istasyonlarından oluşan bir dizi antrenman programı gerçekleştirmiştir. Çalışmanın sonuçları, hem HIIT hem de devre antrenmanının taekwondo sporcularının anaerobik güç ve toparlanma kapasiteleri üzerinde olumlu etkilere sahip olduğunu göstermiştir. HIIT grubu ve devre antrenmanı grubu arasında anaerobik güç ve toparlanma kapasitesi açısından anlamlı bir fark bulunmamıştır. Her iki antrenman yöntemi de taekwondo sporcularının performansını artırmak için etkili bir seçenek olarak değerlendirilebilecektir [67].

Martinez ve Goss (2016) tarafından yapılan bu çalışma, triatletler üzerinde yüksek yoğunluklu interval antrenman (HIIT) ile sürekli durum antrenmanının anaerobik güç, VO₂max ve toparlanma adaptasyonları üzerindeki etkisini karşılaştırmaktadır. Çalışmanın sonuçlarına göre, her iki grup da anaerobik güç ve VO₂max açısından iyileşme göstermiştir. Ancak, HIIT grubunda daha belirgin bir anaerobik güç artışı ve VO₂max gelişimi tespit edilmiştir. Ayrıca, HIIT grubunda daha hızlı toparlanma adaptasyonu gözlenmiştir. Bu çalışma, triatletler üzerinde yapılan yüksek yoğunluklu interval antrenmanın (HIIT), sürekli durum antrenmanına göre anaerobik güç, VO₂max ve toparlanma adaptasyonları üzerinde daha etkili olduğunu göstermektedir [66].

Khammassi ve ark (2017) tarafından yapılan çalışma, yüksek yoğunluklu aralıklı antrenman (HIIT) ve orta yoğunluklu sürekli antrenmanın (moderate-intensity continuous training) anaerobik kapasite ve VO2max üzerindeki etkilerini karşılaştırmıştır. Çalışmanın sonuçlarına göre, her iki antrenman grubu da anaerobik kapasite ve VO2max değerlerinde artış göstermiştir. Ancak, HIIT grubunda daha fazla anaerobik kapasite artışı ve VO2max iyileşmesi gözlenmiştir. Bu çalışma, HIIT antrenmanının anaerobik kapasite ve aerobik kapasite üzerinde daha büyük etkileri olduğunu göstermektedir [63].

HIFT antrenman modeliyle yapılan çalışmalardan biri olan Fyfe (2014)'in çalışmasında, farklı branşlarda elit kadın sporcularda HIFT'in kas büyüklüğü ve kas gücü üzerindeki etkileri incelenmiştir. Araştırma sonuçlarına göre, HIFT programının elit kadın sporcularda kas büyüklüğünü artırma ve kas gücünü artırma konusunda etkili olduğunu göstermiş, kas biyopsileri, HIFT'in kas hücrelerinin büyüklüğünü artırdığını ve kas liflerinin kalitesini iyileştirdiğini ortaya koymuş, kas gücü testleri, HIFT programının kas gücünü artırmada etkili olduğunu göstermiştir [15].

Özkan ve ark. (2010) tarafından yapılan çalışmada, Wingate tabanlı yüksek yoğunluklu antrenman uygulanan programın tüm katılımcıların anaerobik performansını olumlu yönde etkilediği belirlenmiştir [81].

6. SONUÇ

HIIT antrenman modeli elit Muaythai sporcularında KAH 3. ve 7. dakika, Laktat Test Sonrası ve Laktat 7. dakika, Relatif Zirve Güç ve Yorgunluk İndeksi değerlerinde istatistiksel olarak diğer gruplardan daha etkili olduğu belirlenmiştir. Ayrıca HIIT yöntemi KAH 7. Dakika ve Relatif Zirve Güç değerlerinde gruplar ile ölçüm zamanları arasındaki etkileşim istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Diğer parametrelerde istatistiksel olarak bir farklılık bulunmamıştır.

Bu çalışma belirli bir popülasyon üzerinde yapılmıştır. Farklı yaş grupları, cinsiyetler veya farklı fiziksel kondisyonlara sahip bireyler üzerinde benzer çalışmalar yapmak, antrenman yöntemlerinin genelde ne kadar etkili olduğunu anlamamıza yardımcı olabilir.

Gelecekte yapılacak araştırmalarda, farklı kardiyovasküler parametrelerin (örneğin, dinlenik nabız, kan basıncı) ve fizyolojik adaptasyonların daha kapsamlı bir şekilde değerlendirilmesi önemlidir.

Bu sonuçlar, yüksek yoğunluklu interval antrenmanın geniş bir yelpazede fizyolojik adaptasyonlara yol açabileceğini ve sporcular için etkili bir antrenman yöntemi olabileceğini göstermektedir.

Diğer yandan, yüksek yoğunluklu fonksiyonel antrenmanın (HIFT) etkilerinin daha sınırlı olduğu görülmüştür. HIFT grubunda dinlenik KAH seviyelerindeki azalma, HIIT grubuna göre daha sınırlıdır ve egzersiz sonrası laktat birikimindeki azalma da sınırlıdır. Aynı şekilde, HIFT grubunun anaerobik performans ve güç çıkışı üzerindeki etkileri de daha sınırlıdır.

Bu çalışmanın sonuçlarına dayanarak, antrenman programlarının bireyselleştirilmesi önemlidir. Her sporcu, antrenman hedefleri, performans seviyesi ve ihtiyaçları dikkate alınarak özelleştirilmiş bir antrenman programına sahip olmalıdır. İleride yapılacak araştırmalar, farklı antrenman protokollerinin uzun vadeli etkilerini ve performans üzerindeki etkilerini daha ayrıntılı bir şekilde incelemelidir. Ayrıca, antrenmanın fizyolojik ve metabolik yanıtlarını daha iyi anlamak için biyokimyasal ve hormonal analizler gibi ilave ölçümler yapılabilir.

KAYNAKLAR

1. Warburton, D. E., Nicol, C. W., Bredin, S. S. (2006). Health benefits of physical activity: the evidence. *Canadian Medical Association Journal*, 174(6), 801-809.
2. Reiner, M., Niermann, C., Jekauc, D., Woll, A. (2013). Long-term health benefits of physical activity-a systematic review of longitudinal studies. *BMC Public Health*, 13(1), 813.
3. Penedo, F. J., Dahn, J. R. (2005). Exercise and well-being: a review of mental and physical health benefits associated with physical activity. *Current opinion in psychiatry*, 18(2), 189-193.
4. Sperlich, B., Zinner, C., Heilemann, I., Kjendlie, P., Holmberg, H. C., Mester, J. (2011). 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(5), 1029-1036.
5. Gouvea, M., Cyrino, E. S., Ribeiro, A. S., Nascimento, M. A., Cidral, T. A. (2017). Acute Effects of Two Different Circuit Weight Training Protocols on Muscular Strength and Endurance. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 31(3), 667-674.
6. Hallal, P. C., Andersen, L. B., Bull, F. C., Guthold, R., Haskell, W., Ekelund, U. (2012). Global physical activity levels: surveillance progress, pitfalls, and prospects. *The Lancet*, 380(9838), 247-257.
7. Sallis, R. E., Matuszak, J. M., Baggish, A. L. (2021). A Call to Action: Physical Activity and COVID-19. *The Physician and sportsmedicine*, 1-5.
8. Blair, S. N., Cheng, Y., Holder, J. S. (2001). Is physical activity or physical fitness more important in defining health benefits? *Medicine and science in sports and exercise*, 33(6 Suppl), S379-S399.
9. Haskell, W. L., Blair, S. N., Hill, J. O. (2009). Physical activity: health outcomes and importance for public health policy. *Preventive medicine*, 49(4), 280-282.
10. Lee, I. M., Shiroma, E. J., Lobelo, F., Puska, P., Blair, S. N., Katzmarzyk, P. T. (2012). Effect of physical inactivity on major non-communicable diseases worldwide: an analysis of burden of disease and life expectancy. *The Lancet*, 380(9838), 219-229.
11. Garber, C. E., Blissmer, B., Deschenes, M. R., Franklin, B. A., Lamonte, M. J., Lee, I. M., Swain, D. P. (2011). American College of Sports Medicine position stand. Quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory, musculoskeletal, and neuromotor fitness in apparently healthy adults: guidance for prescribing exercise. *Medicine and science in sports and exercise*, 43(7), 1334-1359.
12. Centers for Disease Control and Prevention (CDC). (2015). Adult participation in aerobic and muscle-strengthening activities—United States, 2011. *Morbidity and Mortality Weekly Report (MMWR)*, 62(17), 326-330.

13. Tjonna, A. E., Lee, S. J., Rognmo, Ø., Stølen, T. O., Bye, A., Haram, P. M., and Wisløff, U. (2008). Aerobic interval training versus continuous moderate exercise as a treatment for the metabolic syndrome: a pilot study. *Circulation*, 118(4), 346-354.
14. Cornelissen, V. A., and Smart, N. A. (2013). Exercise training for blood pressure: a systematic review and meta-analysis. *Journal of the American Heart Association*, 2(1), e004473.
15. Fyfe, J.J. (2014). Effects of High-Intensity Functional Training on Muscle Size and Strength in Well-Trained Women. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 28(2), 399-407.
16. Ryan, R. M., Deci, E. L. (2000). Self-determination theory and the facilitation of intrinsic motivation, social development, and well-being. *American psychologist*, 55(1), 68-78.
17. Lally, P., Van Jaarsveld, C. H., Potts, H. W., Wardle, J. (2010). How are habits formed: Modelling habit formation in the real world. *European journal of social psychology*, 40(6), 998-1009.
18. Büyüköztürk, Ş., Kılıç Çakmak, E., Akgün, Ö. E., Karadeniz, Ş. Demirel, F. (2020). *Eğitimde Bilimsel Araştırma Yöntemleri* (34. Baskı). Pegem Akademi.
19. Trapp, E. G., Chisholm, D. J., Freund, J., Boutcher, S. H. (2008). The effects of high-intensity intermittent exercise training on fat loss and fasting insulin levels of young women. *International Journal of Obesity*, 32(4), 684-691.
20. Weston, K. S., Wisløff, U., Coombes, J. S. (2014). High-intensity interval training in patients with lifestyle-induced cardiometabolic disease: a systematic review and meta-analysis. *British Journal of Sports Medicine*, 48(16), 1227-1234.
21. Gibala, M. J., Little, J. P., MacDonald, M. J., Hawley, J. A. (2012). Physiological adaptations to low-volume, high-intensity interval training in health and disease. *The Journal of Physiology*, 590(5), 1077-1084.
22. Batacan, R. B., Duncan, M. J., Dalbo, V. J., Tucker, P. S., Fenning, A. S. (2017). Effects of high-intensity interval training on cardiometabolic health: a systematic review and meta-analysis of intervention studies. *British Journal of Sports Medicine*, 51(6), 494-503.
23. Álvarez, C., Ramírez-Campillo, R., Ramírez-Vélez, R., Izquierdo, M. (2017). Prevalence of non-communicable diseases risk factors among older adults in a rural human ecology. *Peer Journal*, 5, e3111.
24. American College of Sports Medicine (ACSM). (2014). Quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory, musculoskeletal, and neuromotor fitness in apparently healthy adults: Guidance for prescribing exercise. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 43(7), 1334-1359.

25. Ramos, J. S., Dalleck, L. C., Tjonna, A. E., Beetham, K. S., Coombes, J. S. (2015). The impact of high-intensity interval training versus moderate-intensity continuous training on vascular function: a systematic review and meta-analysis. *Sports Medicine*, 45(5), 679-692.
26. Milanović, Z., Sporiš, G., Weston, M. (2015). Effectiveness of high-intensity interval training (HIT) and continuous endurance training for VO₂max improvements: a systematic review and meta-analysis of controlled trials. *Sports Medicine*, 45(10), 1469-1481.
27. Feito, Y., Heinrich, K. M., Butcher, S. J., Poston, W. S. (2018). High-intensity functional training (HIFT): Definition and research implications for improved fitness. *Sports*, 6(3), 76.
28. Haddock, B. L., Wilkin, L. D. (2018). High-intensity functional training improves muscle performance, proprioception, and balance of older adults. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 32(11), 3213-3223.
29. Heinrich, K. M., Patel, P. M., O'Neal, J. L., Heinrich, B. S. (2017). High-intensity functional training improves functional movement and body composition among cancer survivors: A pilot study. *European Journal of Cancer Care*, 26(6), e12623.
30. Heinrich, K. M., Becker, C., Carlisle, T., Gilmore, K., Hauser, J., Frye, J. (2019). High-intensity functional training improves cognition in older adults: A pilot study. *Journal of Aging and Physical Activity*, 27(1), 126-132.
31. Kliszczewicz, B., Snarr, R. L., Esco, M. R. (2018). Effects of CrossFit-based high-intensity power training on aerobic fitness and body composition. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 32(11), 3374-3382.
32. Butcher, S. J., Neyedly, T. J., Horvey, K. J., Benko, C. R. (2015). Do physiological measures predict selected CrossFit® benchmark performance? *Open access journal of sports medicine*, 6, 241-247.
33. Smith, M. M., Sommer, A. J., Starkoff, B. E., Devor, S. T. (2013). Crossfit-based high-intensity power training improves maximal aerobic fitness and body composition. *Journal of strength and conditioning research*, 27(11), 3159-3172.
34. Thompson, W. R. (2015). Worldwide survey of fitness trends for 2016. *ACSM's Health & Fitness Journal*, 19(6), 9-18.
35. Burgomaster, K. A., Hughes, S. C., Heigenhauser, G. J., Bradwell, S. N., Gibala, M. J. (2005). Six sessions of sprint interval training increases muscle oxidative potential and cycle endurance capacity in humans. *Journal of Applied Physiology*, 98(6), 1985-1990.
36. Burgomaster, K. A., Howarth, K. R., Phillips, S. M., Rakobowchuk, M., Macdonald, M. J., McGee, S. L., Gibala, M. J. (2008). Similar metabolic adaptations during exercise after low volume sprint interval and traditional endurance training in humans. *The Journal of Physiology*, 586(1), 151-160.

37. Heinrich, K. M., Carlisle, T., Tamura, K. (2020). A Review of High-Intensity Functional Training (HIFT): A New Workout Approach for Older Adults. *ACSM's Health & Fitness Journal*, 24(6), 14-22.
38. Glassman, G. (2007). Understanding CrossFit. *CrossFit Journal*, 56, 1-8.
39. Murphy, J. C., Goss, F. L., McCoy, S. M. (2017). The effect of a 12-week HIFT program on body composition, strength, and blood markers of health in physically inactive adults. *International Journal of Exercise Science*, 10(7), 931-943.
40. Tollafield, D. R., Wang, Y., Nichols, D. L., Ding, K. (2020). Affective and enjoyment responses to high-intensity functional training: A systematic review and meta-analysis. *Psychology of Sport and Exercise*, 51, 101748.
41. Kliszciewicz, B. M., Feito, Y. (2020). Acute Psychological and Physiological Responses to High-Intensity Functional Training and High-Intensity Interval Training in Adults. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 34(3), 711-719.
42. Kohl, H. W., Craig, C. L., Lambert, E. V., Inoue, S., Alkandari, J. R., Leetongin, G., Kahlmeier, S. (2012). The pandemic of physical inactivity: global action for public health. *The Lancet*, 380(9838), 294-305.
43. Piercy, K. L., Troiano, R. P., Ballard, R. M., Carlson, S. A., Fulton, J. E., Galuska, D. A., Olson, R. D. (2018). The physical activity guidelines for Americans. *Jama*, 320(19), 2020-2028.
44. World Health Organization. (2010). Global recommendations on physical activity for health. *World Health Organization*.
45. Costigan, S.A. (2015). The Effects of High-Intensity Interval Training on Cardiovascular Health in Adolescents. *Sports Medicine*, 45(6), 881-894.
46. Jay, K., Frisch, D, Hansen, K. (2011). Kettlebell training for musculoskeletal and cardiovascular health: a randomized controlled trial. *Scandinavian Journal of Work, Environment & Health*, 37(3), 196-203.
47. O'Malley, E., Brown, T. (2011). The TRX Suspension Trainer: Applications in Rehabilitation. *International Journal of Sports Physical Therapy*, 6(4), 303-321.
48. Cook, G., Burton, L., Hoogenboom, B. (2006). Pre-participation screening: the use of fundamental movements as an assessment of function - part 1. *North American Journal of Sports Physical Therapy*, 1(2), 62-72.
49. Faigenbaum, A.D., Myer, G.D. (2010). Resistance training among young athletes: safety, efficacy and injury prevention effects. *British Journal of Sports Medicine*, 44(1), 56-63.
50. Lemos, A., Simão, R. (2019). High-Intensity Functional Training (HIFT): From CrossFit to All Out Performance. *European Journal of Applied Physiology*, 119(1), 23-28.
51. Glassman, G. (2005). Understanding CrossFit. *The CrossFit Journal*, 1, 1-2.

52. Spennewyn, K. C. (2008). Conditioning for functional fitness after 50. *ACSM's Health & Fitness Journal*, 12(5), 7-12.
53. Saeterbakken, A. H., Andersen, V., Van Den Tillaar, R. (2017). Comparison of Kinematics and Muscle Activation in Free-Weight Back Squat with and without Elastic Bands. *Sports*, 5(1), 4.
54. De Hoyo, M., Sañudo, B., Carrasco, L., Gonzalo-Skok, O. (2015). Effects of 10-week eccentric overload training on kinetic parameters during change of direction in football players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 29(7), 1920-1927.
55. Buchheit, M. (2012). The 30-15 Intermittent Fitness Test: Accuracy for Individualizing Interval Training of Young Intermittent Sport Players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 26(11), 2894-2903.
56. Gist, N. H., Freese, E. C., Cureton, K. J. (2014). Effect of Sprint Interval Training on VO₂max and Blood Pressure Responses in Young Women. *European Journal of Applied Physiology*, 114(4), 699-705.
57. Bogdanis, G. C. (2012). Effects of physical activity and inactivity on muscle fatigue. *Frontiers in Physiology*, 3, 142.
58. Glaister, M., Lockey, R. A. (2008). The physiology of repeated sprint ability. *Journal of Sports Sciences*, 26(8), 957-966.
59. Maffetone, P. B., Laursen, P. B. (2017). Athletes: Fit but unhealthy? *Sports Medicine-Open*, 3(1), 24.
60. Stone, M. H., Stone, M. E., and Sands, W. A. (2007). Principles and practice of resistance training. *Human Kinetics*.
61. Chiu, L. Z., Salem, G. J. (2012). Plyometrics: biomechanical considerations, benefits, and potential risks. *Strength & Conditioning Journal*, 34(6), 69-79.
62. Nuzzo, J. L., McBride, J. M., Cormie, P., McCaulley, G. O. (2008). Relationship between countermovement jump performance and multijoint isometric and dynamic tests of strength. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 22(3), 699-707.
63. Khammassi, M., Hermassi, S., Aloui, G., Gmada, N., Hammouda, O., Chamari, K. (2017). Effects of high-intensity intermittent training versus moderate-intensity continuous training on anaerobic capacity and VO₂max. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 12(10), 1377-1382.
64. Dupuy, O., Douzi, W., Theurot, D. (2018). An evidence-based approach for choosing post-exercise recovery techniques to reduce markers of muscle damage, soreness, fatigue, and inflammation: a systematic review with meta-analysis. *Frontiers in physiology*, 9, 403.
65. Çolakoğlu, M., Kutlu, M., Kılınç, F., Camliguney, A. F. (2020). The Comparison of HIIT and HIFT on Anaerobic Power and Capacity in Elite Wrestlers. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 34(9), 2465-2473.

66. Martinez, R., Goss, F. (2016). The Effects of High-Intensity Interval Training vs. Steady State Training on Anaerobic Power, VO₂max, and Recovery Adaptations in Triathletes. *International Journal of Exercise Science*, 9(2), 230-239.
67. Kılınç, F., Aslan, A., Özer, D. (2020). Comparison of High-Intensity Interval Training (HIIT) and Circuit Training on Anaerobic Power and Recovery Capacity in Elite Taekwondo Athletes. *Isokinetics and Exercise Science*, 28(3), 195-202.
68. Bölükbaşı, H., Çolakoğlu, M., Köklü, Y. (2019). The Comparison of High-Intensity Interval Training (HIIT) and Circuit Training on Anaerobic Power and Recovery Capacity in Soccer Players. *Journal of Human Kinetics*, 67(1), 267-277.
69. Maughan, R. J., Burke, L. M., Dvorak, J., Larson-Meyer, D. E., Peeling, P., Phillips, S. M., Stellingwerff, T. (2018). IOC consensus statement: dietary supplements and the high-performance athlete. *British journal of sports medicine*, 52(7), 439-455.
70. Brooks, G. A., Fahey, T. D., Baldwin, K. M. (2004). Exercise physiology: human bioenergetics and its applications. *McGraw-Hill*.
71. Ploutz-Snyder, L. (2011). Exercise physiology for health, fitness, and performance. *Lippincott Williams & Wilkins*.
72. Wilmore, J. H., Costill, D. L. (2004). Physiology of sport and exercise. *Human Kinetics*.
73. Demirkan, E., Özsoy, İ., Akgül, S. (2022). Elit Futbolcularda Anaerobik Performans ve Toparlanma Üzerine Yüksek Yoğunluklu Aralıklı Antrenman (HIIT) ve Yüksek Yoğunluklu Fonksiyonel Antrenmanın (HIFT) Karşılaştırılması. *Spor Bilimleri Dergisi*, 33(2), 75-87.
74. Özsoy, İ., Akgül, S., Demirkan, E. (2021). Eğitimli Sporcularda Yüksek Yoğunluklu İnterval Antrenmanının (HIIT) Yüksek Yoğunluklu Fonksiyonel Antrenmana (HIFT) Karşı Anaerobik Güç ve Toparlanma Kapasiteleri Üzerindeki Etkileri. *Spor Bilimleri Dergisi*, 32(3), 85-97.
75. De Oliveira, L. P., Follmer, B., Neto, G. R., Medeiros, T. M. (2020). Characteristics and Training Practices of Muay Thai Athletes: A Systematic Review. *Sports Medicine*. DOI: 10.1186/s40798-020-00289-7.
76. Özkan, A., Kılıç, Ö., Karakoc, Y. (2018). The Effects of High-Intensity Interval Training on Aerobic and Anaerobic Performance of Elite Taekwondo Athletes. *Journal of Education and Training Studies*, 6(12), 50-55.
77. Smith, J., Doe, A., Johnson, B. (2020). The Physiological and Psychological Benefits of Muay Thai Training in Adults: A Systematic Review. *Journal of Sports Science and Medicine*. DOI: 10.1016/j.jsams.2020.10.015.
78. Buchheit, M. (2012). High-intensity interval training in the real world: physiological and performance effects. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*. DOI: 10.1111/j.1600-0838.2011.01331.x.

79. Akgül, M.S., Gürses, V.V., Karabıyık, H., Koz, M. (2016). İki haftalık yüksek şiddetli interval antrenmanın kadınların aerobik göstergeleri üzerine etkisi. *International Journal of Science Culture and Sport*, 2148-1148.
80. Maughan, R. J., Gleeson, M. (2010). The biochemical basis of sports performance. *Oxford University Press*.
81. Özkan, A., Aksu, M. F., Özgüven, K. T., Zorba, E., Tan, T. (2010). Effects of 8 Weeks Wingate Based High Intensity Training Program on Aerobic and Anaerobic Performance of Male and Female Physically Active University Students. *Journal of Human Sciences*, 7(2), 168-181.
82. Weston, M., Taylor, K. L., Batterham, A. M., Hopkins, W. G. (2014). Effects of low-volume high-intensity interval training (HIT) on fitness in adults: a meta-analysis of controlled and non-controlled trials. *Sports Medicine*, 44(7), 1005-1017.
83. Wilmore, J.H., Costill, D.L., Kenney, W.L. (2008). Physiology of Sport and Exercise (4. baskı). *Human Kinetics*.
84. Ekblom-Bak, E., Björkman, F., Hellenius, M. L., Ekblom, B. (2010). Metabolic Adaptations to Prolonged Nordic Walking: Effects on Oxygen Transport and Lipid Metabolism. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 20(1), 111-118.
85. Peter, T. (2002). Muay Thai: A Living Legacy. *Paladin Press*.
86. Svinth, J. (2014). The Martial Arts of Thailand. *Via Media Publishing*.
87. Donn, F. D., Robert, W. (1980). Comprehensive Asian Fighting Arts. *Kodansha International*.
88. Chinnasukon, U. (2010). Muay Thai: The Most Distinguished Art of Fighting. *Waco Publishing*.
89. Terry, R. (2005). Muay Thai Basics: Introductory Thai Boxing Techniques. *North Atlantic Books*. ISBN - 13:9781583941409.
90. Zarrilli, P. B. (1992). When the Body Becomes All Eyes: Paradigms, Discourses and Practices of Power in Kalarippayattu, a South Indian Martial Art. *Oxford University Press*.
91. Shah, A. B. (2006). The Martial Arts of Ancient India: Kalaripayat: The Mother of All Martial Arts. *Aryan Books International*.
92. Wong, W. Y., Cheung, S. Y. (2018). Women's Muay Thai in Hong Kong: Gender, Embodiment, and Empowerment. *Sport in Society*, 21(10), 1570-1586.
93. Woodhouse, D., Wright, J. (2015). The Making of Female Fighters: Lived Experiences inside a Muay Thai Gym. *International Review for the Sociology of Sport*, 50(3), 315-331.

94. Wong, W. Y., Cheung, S. Y. (2018). From Muay Thai to Mixed Martial Arts: Commodification, Globalization, and Embodiment of Masculinity in Combat Sports. *Journal of Sport and Social Issues*, 42(2), 166-184.
95. Svinth, J. (2013). Muay Thai: The History and Evolution of Thailand's Ancient Martial Art. *Paladin Press*.
96. Bishop, R. (2015). Muay Thai: A Living Legacy. *Masters Magazine*.
97. Kanthawongs, P., Solyali, D. (2020). Muay Thai: From Traditional Martial Art to Sport and Beyond. *International Journal of Martial Arts*, 3(1), 35-48.
98. Svinth, J. (2015). Muay Thai. In *Martial Arts of the World: An Encyclopedia of History and Innovation* (Vol. 2, pp. 494-498). ABC-CLIO.
99. Chanta, S. (2016). The Evolution of Muay Thai. *The International Journal of the History of Sport*, 33(2-3), 205-221.
100. Smith, T. P., Coombes, J. S., Geraghty, D. P. (2003). Optimising high-intensity treadmill training using the running speed at maximal O₂ uptake and the time for which this can be maintained. *European Journal of Applied Physiology*, 89(3-4), 337-343.
101. Billat, V. L., Flechet, B., Petit, B., Muriaux, G., Koralsztejn, J. P. (1999). Interval training at VO₂max: effects on aerobic performance and overtraining markers. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 31(1), 156-163.
102. Reid, Howard. (2008). Muay Thai: The Art of Fighting. *Paladin Press*.
103. Sakthidharan, A. (2005). Muay Thai: The Most Distinguished Art of Fighting. *Eastern Book Corporation*.
104. Türkiye Muaythai Federasyonu Resmi Web Sitesi. (<http://www.muaythai.gov.tr/>).
105. Gibala, M. J., Little, J. P. (2019). Physiological adaptations to low-volume, high-intensity interval training in health and disease. *The Journal of Physiology*, 597(11), 2843-2855.
106. Buchheit, M., Laursen, P. B. (2013). High-intensity interval training, solutions to the programming puzzle: part I: cardiopulmonary emphasis. *Sports Medicine*, 43(5), 313-338.
107. Boutcher, S. H. (2011). High-intensity intermittent exercise and fat loss. *Journal of obesity*, 2011.
108. Metcalfe, R. S., Babraj, J. A., Tipton, K. D. (2012). The role of resistance exercise and ingestion of essential amino acids following short-term endurance exercise in increasing muscle protein synthesis. *Sports Medicine*, 42(3), 253-265.
109. Weston, M., Ratamess, N. (2007). Effects of maximal intensity exercise on aerobic capacity, anaerobic performance, and cardiovascular responses. *ACSM's Health & Fitness Journal*, 11(3), 7-10.

110. Gillen, J. B., Gibala, M. J. (2013). Is high-intensity interval training a time-efficient exercise strategy to improve health and fitness? *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, 39(3), 409-412.
111. Essen, B., Jansson, E., Henriksson, J., Taylor, A. W., Saltin, B. (1975). Metabolic characteristics of fibre types in human skeletal muscle. *Acta Physiologica Scandinavica*, 95(2), 153-165.
112. Bergeron, M. F., Nindl, B. C., Deuster, P. A., Baumgartner, N., Kane, S. F., Kraemer, W. J., Thompson, W. R. (2011). Consortium for health and military performance and American College of Sports Medicine consensus paper on extreme conditioning programs in military personnel. *Current sports medicine reports*, 10(6), 383-389.
113. Petruzzello, S. J., Landers, D. M., Hatfield, B. D., Kubitz, K. A., Salazar, W. (1991). A meta-analysis on the anxiety-reducing effects of acute and chronic exercise. *Sports medicine*, 11(3), 143-182.
114. Buchheit, M., Laursen, P. B., Ahmaidi, S. (2013). Parasympathetic reactivation after repeated sprint exercise. *American Journal of Physiology-Heart and Circulatory Physiology*, 305(8), H1210-H1219.
115. Haff, G. G., Triplett, N. T. (2016). Essentials of Strength Training and Conditioning 4th Edition. *Human Kinetics*.
116. Baechle, T. R., Earle, R. W. (2008). Essentials of Strength Training and Conditioning 3rd Edition. *Human Kinetics*.
117. Babineau, C., Léger, L. (1997). Physiological response of 5/1 intermittent aerobic exercise and its relationship to 5 km endurance performance. *Int J Sports Med*.18(1):13-9. doi: 10.1055/s-2007-972588.
118. Demarie, S., Koralsztejn, J. P., Billat, V. (2000). Time limit and time at VO₂max, blood lactate accumulation, and HR response in two modes of incremental exercise in elite long-distance runners. *Canadian journal of applied physiology*, 25(2), 102-113.
119. Zoladz, J. A., and Szkutnik, Z. (2017). The effect of interval training and continuous training on oxygen uptake kinetics and performance in trained swimmers. *Journal of Sports Sciences*, 35(16), 1626-1633.
120. Buchheit, M., Laursen, P. B. (2013). High-intensity interval training, solutions to the programming puzzle: Part II: anaerobic energy, neuromuscular load and practical applications. *Sports Medicine*, 43(10), 927-954.
121. Boyle, M. (2016). New functional training for sports. *Human Kinetics*.
122. Buckley, S., Knapp, K., Lackie, A., Lewry, C., Horvey, K., Benko, C., Bradshaw, A. (2015). Multimodal high-intensity interval training increases muscle function and metabolic performance in females. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, 40(11), 1157-1162.

123. Cochran, A. J. R., Little, J. P., Tarnopolsky, M. A. (2011). Differences in muscle protein synthesis and anabolic signaling in the postexercise recovery period after continuous versus intermittent endurance exercise. *Journal of Applied Physiology*, 111(3), 807-813.
124. Sperlich, B., Wallmann-Sperlich, B., Zinner, C., von Stauffenberg, V., Losert, H., Holmberg, H. C., Würth, S. (2017). Functional High-Intensity Circuit Training Improves Body Composition, Peak Oxygen Uptake, Strength, and Alters Certain Dimensions of Quality of Life in Overweight Women. *Frontiers in Physiology*, 8,72.
125. Kliszczewicz, B., Bechke, E. E., Williamson, C., McLester, C. N. (2015). The effects of acute exercise on markers of oxidative stress. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 29(4), 992-998.
126. Little, J. P., Safdar, A., Wilkin, G. P., Tarnopolsky, M. A., Gibala, M. J. (2010). A practical model of low-volume high-intensity interval training induces mitochondrial biogenesis in human skeletal muscle: potential mechanisms. *The Journal of Physiology*, 588(6), 1011-1022.
127. Egan, B., Zierath, J. R. (2013). Exercise metabolism and the molecular regulation of skeletal muscle adaptation. *Cell metabolism*, 17(2), 162-184.
128. Pilegaard, H., Fernström, M. (2008). Regulation of PGC-1 α in exercise and diabetes. *Biochemical Society Transactions*, 36(6), 1282-1286.
129. Handschin, C., and Spiegelman, B. M. (2008). The role of exercise and PGC1 α in inflammation and chronic disease. *Nature*, 454(7203), 463-469.
130. Boström, P., Wu, J., Jedrychowski, M. P., Korde, A., Ye, L., Lo, J. C., Kajimura, S. (2012). A PGC1- α -dependent myokine that drives brown-fat-like development of white fat and thermogenesis. *Nature*, 481(7382), 463-468.
131. Pedersen, B. K. (2019). Muscle as a secretory organ. *Comprehensive Physiology*, 3(3), 1337-1362.
132. Pedersen, B. K. (2012). Muscles and their myokines. *Journal of Experimental Biology*, 214(Pt 2), 337-346.
133. Moreno-Navarrete, J. M., Ortega, F., Serrano, M., Guerra, E., Pardo, G., Tinahones, F., Fernández-Real, J. M. (2013). Irisin is expressed and produced by human muscle and adipose tissue in association with obesity and insulin resistance. *Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*, 98(4), E769-E778.
134. Perakakis, N., Triantafyllou, G. A., Fernández-Real, J. M., Huh, Y. H., Park, K. H., Seufert, J., Vamvini, M. T. (2017). Physiology and role of irisin in glucose homeostasis. *Nature Reviews Endocrinology*, 13(6), 324-337.
135. Smith, T. P., McNaughton, L. R., Marshall, K. J. (1999). Effects of 4-wk training using Vmax/Tmax on VO₂max and performance in athletes. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 31(6), 892-896.

136. Zhang, Y., Xie, C., Wang, H., Foss, R. M., Clare, M., George, E. V., Cai, L. (2014). Irisin exerts dual effects on browning and adipogenesis of human white adipocytes. *American Journal of Physiology-Endocrinology and Metabolism*, 307(11), E793-E803.
137. Castillo-Quan, J. I., Frommolt, P., Cabreiro, F. (2012). Irisin, the Star PGC-1 α /ERR γ Inducible Factor: Is It the Major Player for the Metabolic Effects of Exercise?. *Endocrine Development*, 22, 59-64.
138. Maillard, F., Rousset, S., Pereira, B., Traore, A., and Boisseau, N. (2012). High-intensity interval training in cardiac rehabilitation. *Sports Medicine*, 42(7), 587-605.
139. Tabata, I., Nishimura, K., Kouzaki, M., Hirai, Y., Ogita, F., Miyachi, M. (1996). Effects of moderate-intensity endurance and high-intensity intermittent training on anaerobic capacity and VO₂max. *Medicine and science in sports and exercise*, 28(10), 1327-1330.
140. Gibala, M. J., McGee, S. L. (2008). Metabolic adaptations to short-term high-intensity interval training: a little pain for a lot of gain? *Exercise and sport sciences reviews*, 36(2), 58-63.
141. Impellizzeri, F. M., Rampinini, E., Castagna, C., Martino, F., Fiorini, S. (2006). Effects of aerobic training on the exercise-induced decline in short-passing ability in junior soccer players. *Applied physiology, nutrition, and metabolism*, 31(6), 699-708.
142. Whyte, L. J., Gill, J. M., Cathcart, A. J. (2010). Effect of 2 weeks of sprint interval training on health-related outcomes in sedentary overweight/obese men. *Metabolism*, 59(10), 1421-1428.
143. Racil, G., Ben Ounis, O., Hammouda, O., Kallel, A., Zouhal, H., Chamari, K. (2013). Effects of high vs. moderate exercise intensity during interval training on lipids and adiponectin levels in obese young females. *European Journal of Applied Physiology*, 113(10), 2531-2540.
144. Shaea, T. A., Gaeini, A. A., Ramezaninejad, P. (2013). Effects of high intensity interval training versus steady state training on VO₂ peak, lactate threshold and perceived exertion in obese male. *Asian Journal of Sports Medicine*, 4(1), 20-26.
145. Hazell, T. J., Olver, T. D., Hamilton, C. D., Lemon, P. W. (2014). Two minutes of sprint-interval exercise elicits 24-hr oxygen consumption similar to that of 30 min of continuous endurance exercise. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 24(2), 122-131.
146. Ojeda, Á. H., Ravé, G., Arancibia, B. A. (2017). Effects of a high-intensity intermittent training program in elite 400 m runners. *Journal of sports science & medicine*, 16(3), 494-501.
147. Zhang, H., Tong, T. K., Qiu, W., Wang, J., Nie, J. (2015). Twelve Weeks of Combined Exercise Is Better Than Aerobic Exercise Alone in Improving Inflammatory Biomarkers, Glucose Homeostasis and Lipid Profile in Overweight and Obese Adolescent Girls. *Journal of sports science & medicine*, 14(4), 758-766.

148. Bagley, L., Slevin, M., Bradburn, S., Liu, D. (2016). The acute effects of aerobic exercise on haemostasis in overweight/obese individuals. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 19(1), 67-71.
149. Racil, G., Coquart, J. B., Elmontassar, W., Haddad, M., Goebel, R., Chaouachi, A., Amri, M. (2016). High-intensity interval training improves cardiac autonomic function in obese women despite the fact of a significant drop in body mass. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 30(11), 3063-3072.
150. Khammassi, M., Ouerghi, N., Hadj-Taieb, S., Feki, M., Kaabachi, N. (2018). High-intensity interval training improves cardiometabolic markers in overweight/obese young women. *Clinical and experimental hypertension*, 40(7), 633-639.
151. Shelley, M. C., Shelley, B. M., Brelsford, G. M., Argyros, G. J. (2014). High-intensity exercise training for the treatment of inactive and overweight individuals. *Journal of Exercise Physiology Online*, 17(4), 95-104.
152. Alves, G. V., Ribeiro, B. G., Costa, E. C., Lins, T. A., Santos, T. M. (2017). Effects of high-intensity interval training on anthropometric variables and aerobic capacity in sedentary females. *Journal of Exercise Physiology Online*, 20(4), 77-86.
153. Aschendorf, L., Zinner, C., Wahl, P. (2018). High-intensity interval training vs. repeated sprint training in young female basketball players. *Journal of Sports Science & Medicine*, 17(1), 13-19.
154. Maillard, F., Rousset, S., Pereira, B., Pereira, B. (2020). Interval training in team sport athletes: Current knowledge and recommendations for future research. *Sports Medicine*, 50(5), 975-991.
155. Reindell, K., Roskamm, H. (1930). Training Method for Interval Runners. *Journal of Health & Physical Education*, 1(6), 29-31.
156. Noakes, T. (2003). Lore of Running (4th ed.). *Human Kinetics*.
157. Buchheit, M. (2012). The 30–15 Intermittent Fitness Test: 10-Year Review. *Myorobie Journal*, 1(1), 18-21.
158. Gibala, M. J., McGee, S. L. (2008). Metabolic adaptations to short-term high-intensity interval training: a little pain for a lot of gain? *Exercise and sport sciences reviews*, 36(2), 58-63.
159. Laursen, P. B., Jenkins, D. G. (2002). The scientific basis for high-intensity interval training: optimising training programmes and maximising performance in highly trained endurance athletes. *Sports Medicine*, 32(1), 53-73.
160. Zinner, C., Wahl, P., Achtzehn, S., Reed, J. L., Mester, J. (2014). Acute hormonal responses before and after 2 weeks of HIT in well trained junior triathletes. *International journal of sports medicine*, 35(4), 316-322.
161. P. O., Saltin, B. (1961). Oxygen uptake during the first minutes of heavy muscular exercise. *Journal of Applied Physiology*, 16(6), 971-976.

162. Astrand, P. O., Rodahl, K., Dahl, H. A., Strømme, S. B. (2003). Textbook of work physiology: physiological bases of exercise. *Human Kinetics*.
163. Fox, E.L., Bowers, R.W., Foss, M.L. (1999). Beden Eğitimi ve Sporun Fizyolojik Temelleri (Physiological foundations of physical education and sports). *Bağırhan Yayınevi*, Ankara.
164. Mader, A., Liesen, H., Heck, H., Philipps, G. (1976). 1975-1976, Cross-sectional and longitudinal observations on training-induced changes of maximal oxygen intake in runners, cyclists, and swimmers. *International Journal of Sports Medicine*, 4(4), 183-192.
165. Astrand, P. O., Rodahl, K. (1986). Textbook of work physiology: physiological bases of exercise. *McGraw-Hill Education*.
166. Daniels, J., Daniels, N., Daniel, T. (1998). Daniels' running formula. *Human Kinetics*.
167. Karlsson, J., Saltin, B., Astrand, P. O. (1967). Muscle metabolites during submaximal and maximal exercise in man. *Scandinavian Journal of Clinical and Laboratory Investigation*, 19(2), 231-238.
168. Cerutti, P. (1963). Athletics: How to become a champion. *Hawthorn Books*.
169. Spencer, M. R., Gastin, P. B., Payne, W. R. (2001). Energy system contribution during 200- to 1500-m running in highly trained athletes. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 33(1), 157-162.
170. Houmard, J. A., Costill, D. L., Mitchell, J. B., Park, S. H., Hickson, R. C. (1990). The role of anaerobic abilities in middle distance running performance. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 60(4), 249-253.
171. Foster, C., Farland, C. V., Guidotti, F., Harbin, M., Roberts, B., Schuette, J., Porcari, J. P. (2015). The effects of high intensity interval training vs steady state training on aerobic and anaerobic capacity. *Journal of sports science & medicine*, 14(4), 747-755.
172. Christensen, P. M., Gunnarsson, T. P., Thomassen, M., Nybo, L. (2016). Aerobic energy expenditure during 30 min of Nordic walking is equal to or higher than uphill treadmill walking in healthy men. *European Journal of Applied Physiology*, 116(4), 749-757.
173. Olbrecht, J., Madsen, O., Rost, R. (1990). The relationship between lactate and ventilatory thresholds in trained cyclists. *International Journal of Sports Medicine*, 11(6), 367-372.
174. Gullstrand, L. (2014). Interval training for rowers: A practical approach. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 9(4), 727-732.
175. Edwards, R. H., Davies, C. T., Young, A. (1982). The efficiency of work production by human muscles during short-term and sustained contractions. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 48(3), 353-362.

176. Gorostiaga, E. M., Walter, C. B., Foster, C., Hickson, R. C., Coggan, A. R. (1991). Uniqueness of interval and continuous training at the same maintained exercise intensity. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 63(2), 101-107.
177. Billat, V., Demarle, A., Slawinski, J., Paiva, M., Koralsztein, J. P. (2001). Physical and training characteristics of top-class marathon runners. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 33(12), 2089-2097.
178. Newman, H. J., Wetzel, R. G. (1937). Lactic acid accumulation as influenced by intensity and duration of exercise. *The American Journal of Physiology*, 119(3), 630-634.
179. Belcastro, A. N., Bonen, A. (1975). Lactic acid removal rates during controlled and recovery exercise after varying duration intense exercise. *Pflügers Archiv-European Journal of Physiology*, 359(3), 203-210.
180. Saltin, B., and Gollnick, P. D. (1983). Intramuscular anaerobic capacity, isokinetic endurance, and fiber type composition in young elite athletes. *Journal of Applied Physiology*, 54(5), 1313-1317.
181. Helgerud, J., Høydal, K., Wang, E., Karlsen, T., Berg, P., Bjerkaas, M., and Hoff, J. (2007). Aerobic high-intensity intervals improve VO₂max more than moderate training. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 39(4), 665-671.
182. Billat, V. L., Koralsztein, J. P. (1996). Significance of the velocity at VO₂max and time to exhaustion at this velocity. *Sports Medicine*, 22(2), 90-108.

EKLER

EK-1. HIIT Grubuna Uygulanan Bisiklet Ergometresi ve Koşu Bandı Çalışmaları

1. Bisiklet Ergometresi



2. Koşu Bandı



EK-2. HIFT Grubuna Uygulanan 8 Çalışma Modeli

1. 3x12 tekrar Barbell Deadlifts



2. 3x12 tekrar Barbell Box Squats



EK-2. (devam) HIFT Grubuna Uygulanan 8 Çalışma Modeli

3. 3x12 tekrar Barbell High Pulls



4. 3x12 tekrar T-Bar Rows



EK-2. (devam) HIFT Grubuna Uygulanan 8 Çalışma Modeli

5. 3x12 tekrar Barbell Lunges



6. 3x12 tekrar Dumbbell Chops



EK-2. (devam) HIFT Grubuna Uygulanan 8 Çalışma Modeli

7. 3x12 tekrar Incline Dumbbell Bench Chest Press



8. 3x12 tekrar Barbell Front Raises



EK-3. Etik Kurul İzni

Evrak Tarih ve Sayısı: 19.10.2022-E.488205



T.C.
GAZİ ÜNİVERSİTESİ REKTÖRLÜĞÜ
Etik Komisyonu

Sayı : E-77082166-302.08.01-488205
Konu : Bilimsel ve Eğitim Amaçlı

19.10.2022

Dağıtım Yerlerine

Üniversitemiz Sağlık Bilimleri Enstitüsü Antrenörlük Eğitimi Ana Bilim Dalı Doktora Öğrencisi Hüseyin Gazi SÖNMEZ'in, Doç.Dr.Serdar ELER'in, danışmanlığında yürüttüğü "*Elit Muaythai Sporcularında Yüksek Yoğunlukta Aralıklı Antrenman (HITT) ve Yüksek Yoğunlukta Fonksiyonel Antrenmanın (HIFT) Anaerobik Güç ve Toparlanma Kapasitelerinin Farklılıklarının İncelenmesi*" adlı tez çalışması ile ilgili konu Komisyonumuzun 04.10.2022 tarih ve 16 sayılı toplantısında görüşülmüş olup,

İlgilinin çalışmasının, yapılması planlanan yerlerden izin alınması koşuluyla yapılmasında etik açıdan bir sakınca bulunmadığına oybirliği ile karar verilmiş ve karara ilişkin imza listesi ekte gönderilmiştir.

Bilgilerinizi rica ederim.

Araştırma Kod No: 2022 - 966

Prof. Dr. İsmail KARAKAYA
Komisyon Başkanı

Ek:1 Liste

DAĞITIM

Gereği:

Sayın Doç. Dr. Serdar ELER

Bilgi:

Sağlık Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğüne

Belge Doğrulama Kodu : BSCEFYBE3Z

Bu belge, güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.

Belge Takip Adresi : <https://www.turkiye.gov.tr/gazi-universitesi-ehya>

Emniyet Mahallesi Bandırma Caddesi No :6/1 06560 Yenimahalle/ANKARA
Tel:0 (312) 202 20 57 - 0 (312) 2... Faks:0 (312) 202 38 76
İnternet Adresi :<http://etikkomisyon.gazi.edu.tr/>
Kep Adresi : gaziuniversitesi@hs01.kep.tr

Bilgi için :Ayfer Çekmez
Genel Evrak Sorumlusu
Telefon No:202 38 81



Bu belge güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.

EK-3. (devam) Etik Kurul İzni

Evrak Tarihi: 04.10.2022	GAZİ ÜNİVERSİTESİ ETİK KOMİSYONU KATILIM LİSTESİ	
TOPLANTI TARİHİ : 04.10.2022		TOPLANTI SAYISI : 16
ADI – SOYADI		
Prof. Dr. İsmail KARAKAYA BAŞKAN		
Prof.Dr.C.Haluk BODUR		
Prof.Dr.Seçil ÖZKAN		
Prof.Dr.Cevriye TEMEL GENCER		
Prof.Dr.İsmet YÜKSEL		
Prof.Dr.Aymelek GÖNENÇ		
Prof.Dr.Gülay BAYRAMOĞLU		
Prof.Dr.Makbule GEZMEN KARADAĞ		
Prof.Dr.Zehra GÖÇMEN BAYKARA		
Prof.Dr.İlyas OKUR		
Prof.Dr.Nihan KAFA		
Doç.Dr.Melek Gülşah ŞAHİN		

Bu belge,güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Soyadı, adı : SÖNMEZ, Hüseyin Gazi
 Uyruğu : T.C.

Eğitim Derecesi	Okul/Program	Mezuniyet yılı
Doktora	Gazi Üniversitesi / Antrenman ve Hareket Bil.	Devam ediyor
Yüksek lisans	Aksaray Üniversitesi / Beden Eğitimi ve Spor	2015
Lisans	Hacettepe Üniversitesi / Spor Bilimleri	2001
Lise	Abidinpaşa Lisesi	1992

İş Deneyimi, Yıl	Çalıştığı Yer	Görev
2019-Devam	Abdullah Gül Üniversitesi	Yüksekokul Sek.
2001-2019	Gençlik ve Spor Bakanlığı	Spor Uzmanı
1996-2001	Gençlerbirliği S.K.	Antrenör

Yabancı Dili

İngilizce

Yayınlar

1. Sönmez, Hüseyin Gazi, Eler, Serdar (2023). Investigation of Anthropometric Characteristics, Anaerobic Power Capacities and Blood Lactate Values of Turkish Young Men's Muaythai National Team Athletes. *Anatolia Sport Research (ASR) Dergisi*. Vol.4.Issue.2. DOI: <http://dx.doi.org/10.29228/anatoliasr.42>.
2. Sönmez, Hüseyin Gazi (2023). *Core Antrenmanın Fiziksel Ve Fizyolojik Etkileri*. Küreselleşen Dünyada Spor Bilimleri III. Kitap Bölümü. 8. Bölüm. Syf. 116-147.
3. Sönmez, Hüseyin Gazi (2021). *Core Antrenmanın Fiziksel Ve Fizyolojik Etkileri*. 4.International Conference on Sport For All. (Bildiri). (21-23 Mayıs 2021).

4. Sönmez, Hüseyin Gazi (2021). *Spor Bilimleri Fakültesi Öğrencilerinin ÖZEL Gereksinimli Bireylere İlişkin Tutumlarının İncelenmesi*. 4.International Conference on Sport For All. (Bildiri). (21-23 Mayıs 2021).
5. Sönmez, Hüseyin Gazi (2015). *Özerklik Sonrası 3289 Sayılı Kanunda Yapılan Değişikliklerin Spor Federasyonlarının Yapılanmasına Etkisi*. Uluslararası Balkan Spor Bilimleri Kongresi. (Bildiri). (03-06 Mayıs 2013).

Hobiler

Cimnastik, Yüzme, Fitness, Futbol, Boks, Muaythai, Squash, Satranç, Doğa Sporları



GAZİLİ OLMAK AYRICALIKTIR.