



**T.C.
ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
ANTRENÖRLÜK EĞİTİMİ ANA BİLİM DALI**

**YÜKLENME İÇİ TOPARLANMALI VE GELENEKSEL
SPRİNT İNTERVAL YÖNTEMİNİN AKUT OLARAK
KARDİYOVASKÜLER, SOLUNUMSAL VE METABOLİK
ETKİLERİ**

Doktora Tezi

Refik ÇABUK

Danışman
Doç. Dr. Yıldırım KAYACAN

II. Danışman
Prof. Dr. Bettina KARSTEN

SAMSUN
2023

T.C.
ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
ANTRENÖRLÜK EĞİTİMİ ANA BİLİM DALI



**YÜKLENME İÇİ TOPARLANMALI VE GELENEKSEL
SPRINT İNTERVAL YÖNTEMİNİN AKUT OLARAK
KARDİYOVASKÜLER, SOLUNUMSAL VE METABOLİK
ETKİLERİ**

Doktora Tezi

Refik ÇABUK

Danışman

Doç. Dr. Yıldırım KAYACAN

II. Danışman

Prof. Dr. Bettina KARSTEN

Bu çalışma Ondokuz Mayıs Üniversitesi tarafından PYO.YDS.1904.22.003 proje numarası ile desteklenmiştir.

SAMSUN
2023

TEZ KABUL VE ONAYI

Refik ÇABUK tarafından, Doç. Dr. Yıldırım KAYACAN ve Prof. Dr. Bettina KARSTEN danışmanlığında hazırlanan “YÜKLENME İÇİ TOPARLANMALI VE GELENEKSEL SPRINT İNTERVAL YÖNTEMİNİN AKUT OLARAK KARDİYOVASKÜLER, SOLUNUMSAL VE METABOLİK ETKİLERİ” başlıklı bu çalışma, jürimiz tarafından 4.8.2023 tarihinde yapılan sınav sonucunda oy birliği ile başarılı bulunarak Doktora Tezi olarak kabul edilmiştir.

	Unvanı Adı Soyadı Üniversitesi Ana Bilim/Ana Sanat Dalı	Sonuç
Başkan	Doç. Dr. Yıldırım KAYACAN Ondokuz Mayıs Üniversitesi Antrenörlük Eğitimi Ana Bilim Dalı	☒ Kabul ☐ Ret
Üye	Prof. Dr. Mustafa AYYILDIZ Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fizyoloji Ana Bilim Dalı	☒ Kabul ☐ Ret
Üye	Doç. Dr. Egemen ERMİŞ Ondokuz Mayıs Üniversitesi Antrenörlük Eğitimi Ana Bilim Dalı	☒ Kabul ☐ Ret
Üye	Doç. Dr. Yücel MAKARACI Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi Hareket ve Antrenman Bilimi Ana Bilim Dalı	☒ Kabul ☐ Ret
Üye	Dr. Öğr. Üyesi Egemen ALP Fenerbahçe Üniversitesi Egzersiz ve Spor Bilimleri Ana Bilim Dalı	☒ Kabul ☐ Ret

Bu tez, Enstitü Yönetim Kurulunca belirlenen ve yukarıda adları yazılı jüri üyeleri tarafından uygun görülmüştür.

Prof. Dr. Ahmet TABAK

Enstitü Müdürü

BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK BEYANI

Hazırladığım Doktora tezinin bütün aşamalarında bilimsel etiğe ve akademik kurallara riayet ettiğimi, çalışmada doğrudan veya dolaylı olarak kullandığım her alıntıya kaynak gösterdiğimi ve yararlandığım eserlerin Kaynaklar'da gösterilenlerden oluştuğunu, her unsurun enstitü yazım kılavuzuna uygun yazıldığını ve TÜBİTAK Araştırma ve Yayın Etiği Kurulu Yönetmeliği'nin 3. bölüm 9. maddesinde belirtilen durumlara aykırı davranılmadığını taahhüt ve beyan ederim.

Etik Kurul Gerekli mi?

Evet ☒ (Gerekli ise ekler kısmına ekleyiniz)

Hayır ☐

15/06/2023
Refik ÇABUK

TEZ ÇALIŞMASI ÖZGÜNLÜK RAPORU BEYANI

Tez Başlığı: YÜKLENME İÇİ TOPARLANMALI VE GELENEKSEL SPRINT İNTERVAL YÖNTEMİNİN AKUT OLARAK KARDİOVASKÜLER, SOLUNUMSAL VE METABOLİK ETKİLERİ

Yukarıda başlığı belirtilen tez çalışması için şahsım tarafından 15/06/2023 tarihinde intihal tespit programından alınmış olan özgünlük raporu sonucunda;

Benzerlik oranı : %4

Tek kaynak oranı : %1 çıkmıştır.

15/06/2023
Doç. Dr. Yıldırım KAYACAN

ÖZET

YÜKLENME İÇİ TOPARLANMALI ve GELENEKSEL SPRINT INTERVAL YÖNTEMİNİN AKUT OLARAK KARDİYOVASKÜLER, SOLUNUMSAL VE METABOLİK ETKİLERİ

Refik ÇABUK

Ondokuz Mayıs Üniversitesi

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü

Antrenörlük Eğitimi Ana Bilim Dalı

Antrenörlük Eğitimi Programı

Doktora, Ağustos/2023

Danışman: Doç. Dr. Yıldırım KAYACAN

II. Danışman: Prof. Dr. Bettina KARSTEN

Bu tez çalışmasında, yüklenme tekrarı kümelerine bölünerek daha yüksek zirve oksijen tüketimi ($\dot{V}O_{2pik}$), maksimal oksijen tüketiminin ($\dot{V}O_{2maks}$) yüksek yüzdelisinde geçirilen zamanın uzun olması ve daha yüksek zirve güç (ZG) çıktısı sağlayabilecek bir sprint interval antrenman (SİT) protokolünün oluşturulabilmesi amaçlanmıştır. Çalışmaya on iki antrene erkek sporcu (yaş: $19,58 \pm 1,44$ yıl; boy: $176 \pm 4,73$ cm; ağırlık: $65,9 \pm 5,68$ kg; $\dot{V}O_{2maks}$: $53,2 \pm 6,05$ ml·kg⁻¹·dk⁻¹) katıldı. Katılımcılar, laboratuvarındaki ilk egzersiz oturumlarında boy ve kilo ölçümleri alındıktan sonra alıştırmaya oturumlarına alındı. Sporcular, ikinci egzersiz oturumlarında, $\dot{V}O_{2maks}$ düzeyinin belirlenmesi için kademeli egzersiz test protokolüne alındı. Sporcular üçüncü, dördüncü ve beşinci egzersiz oturumlarında vücut kütlelerinin %7,5'ine karşı SİT30 ($4 \times (30\text{-sn yüklenme (y)} + 240\text{-sn toparlanma (t))$), SİT15 ($4 \times (15\text{-sn y} + 15\text{-sn t} + 15\text{-sn y} + 225\text{-sn t})$) ve SİT10 ($4 \times (10\text{-sn y} + 10\text{-sn t} + 10\text{-sn y} + 10\text{-sn t} + 10\text{-sn y} + 220\text{-sn t})$) protokollerini randomize sırayla uyguladı. SİT'e başlamadan önce ve tamamlandıktan sonra 1., 3. ve 5. dakikalarda kan laktat yanıtları alındı. SİT15 ve SİT10 protokolünden elde edilen ZG (SİT30= $697 \pm 70,9$ watt, SİT15= $732 \pm 63,1$ watt, SİT10= 752 ± 75 watt; SİT30'a karşı SİT15: $p=0,001$, SİT30'a karşı SİT10: $p=0,001$, SİT15'e karşı SİT10: $p=0,084$), $\dot{V}O_{2pik}$ yanıtı (SİT30= $46,5 \pm 6,55$ ml·kg⁻¹·dk⁻¹, SİT15= $51,9 \pm 4,78$ ml·kg⁻¹·dk⁻¹, SİT10= $50,9 \pm 5,63$ ml·kg⁻¹·dk⁻¹; SİT30'a karşı SİT15: $p=0,012$, SİT30'a karşı SİT10: $p=0,039$ ve SİT15'e karşı SİT10: $p=0,622$) ve $\dot{V}O_{2maks}$ 'ın %80 ve üzerinde geçirilen zaman (SİT30= $27,9 \pm 28,4$ saniye, SİT15= $76,6 \pm 36,8$ saniye, SİT10= $62,9 \pm 46,1$ saniye; SİT30'a karşı SİT15: $p=0,008$, SİT30'a karşı SİT10: $p=0,013$ ve SİT15'e karşı SİT10: $p=0,408$), SİT30 protokolünden istatistiksel olarak anlamlı düzeyde sırasıyla, daha yüksek ve daha uzundu. Kümeleme yöntemi kullanarak oluşturulan SİT10 ve SİT15 protokolü, $\dot{V}O_{2maks}$ gelişimini tetikleyen üç yanıtı da olumlu yönde maksimize ederek geleneksel şekilde uygulanan SİT30 protokolüne kıyasla $\dot{V}O_{2maks}$ 'ı geliştirmede daha avantajlı bir uygulama sunabilir.

Anahtar Sözcükler: Aerobik kapasite, Laktat yanıtı, Maksimal oksijen tüketimi, Zirve güç

ABSTRACT

ACUTE CARDIOVASCULAR, RESPIRATORY AND METABOLIC EFFECTS OF INTRA-REPETITION REST METHOD AND TRADITIONAL SPRINT INTERVAL TRAINING

Refik ÇABUK

Ondokuz Mayıs University

Institute of Graduate Studies

Department of Coaching Education Programme

Ph.D., August/2023

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Yıldırım KAYACAN

II. Supervisor: Prof. Dr. Bettina KARSTEN

The aim of this thesis was to develop a novel Sprint Interval Training protocol (SIT) that achieves a higher peak oxygen uptake ($\dot{V}O_{2peak}$) response and longer time spent at a high percentage of maximal oxygen uptake ($\% \dot{V}O_{2max}$) values and higher peak power output (PPO) values by splitting repetitions into clusters. Twelve male trained athletes participated (age: 19.58 ± 1.44 years; height: 176 ± 473 cm; weight: 65.9 ± 5.68 kg; $\dot{V}O_{2max}$: 53.2 ± 6.05 ml·kg⁻¹·min⁻¹) in this study. Firstly, participants were familiarised with the testing protocol. During their second visit to the laboratory participants performed an exhaustive graded test protocol in order to $\dot{V}O_{2max}$ test. During visits 3 to 5 and in a randomised order, participants performed SIT30 (4 × (30-s work-bout (w) + 240-s recovery (r))), SIT15 (4 × (15-s w + 15-s w + 15-s w + 225-s r)) and a SIT10 (4 × (10-s w + 10-s r + 10-s w + 10-s r + 10-s w + 220-s r)) training protocol using a Wingate type exercise against 7.5% of body mass. Blood lactate responses were obtained before the start of the SIT protocols and during minute one, three and five post completion. PPO values (SIT30=697±70.9 watt, SIT15=732±63.1 watt, SIT10=752±75 watt; SIT30 vs. SIT15: p=0.001, SIT30 vs. SIT10: p=0.001 and SIT15 vs. SIT10: p=0.084), $\dot{V}O_{2peak}$ response (SIT30=46.5±6.55 ml·kg⁻¹·min⁻¹, SIT15=51.9±4.78 ml·kg⁻¹·min⁻¹, SIT10=50.9±5.63 ml·kg⁻¹·min⁻¹; SIT30 vs. SIT10: p=0.012, SIT30 vs. SIT15: p=0.039 and SIT15 vs. SIT10: p=0.622) and time spent at ≥80% of $\dot{V}O_{2max}$ (SIT30=27.9±28.4 seconds, SIT15=76.6±36.8 seconds, SIT10: 62.9±46.1 seconds; SIT30 vs. SIT15: p=0.008, SIT30 vs. SIT10: p=0.013 and SIT15 vs. SIT10: p=0.408) obtained through the SIT15 and SIT10 protocols were statistically significantly higher and longer respectively than those obtained from the SIT30 protocol. The SIT10 and SIT15 protocol using the clustering method may therefore offer a more advantageous training application in triggering $\dot{V}O_{2max}$ adaptations.

Keywords: Aerobic capacity, Lactate response, Maximal oxygen consumption, Peak power

ÖN SÖZ VE TEŞEKKÜR

Sprint interval protokollerinden (SİT) maksimal oksijen tüketimi ($\dot{V}O_{2maks}$) gelişimi için kazanılacak adaptasyonun büyüklüğü üç akut yanıtla bağlıdır ve bu akut yanıtlar; i) yüksek bir zirve güç çıktısına, ii) yüksek $\dot{V}O_{2pik}$ yanıtına ve iii) $\dot{V}O_{2maks}$ 'a yakın düzeyde geçirilen uzun bir zaman olarak değerlendirilir. Literatürdeki mevcut SİT protokolleri ile üç yanıtında eş zamanlı olarak elde edilebildiği bir SİT protokolün eksikliği, SİT protokollerinin halen etkinliğini ve verimliliğini artırma potansiyeline işaret etmektedir. Bu nedenle, bu tez çalışması, $\dot{V}O_{2maks}$ gelişimi için kazanılacak adaptasyonu arttırabilmek hedefiyle bu üç yanıtında eş zamanlı olarak elde edilebildiği ve maksimize edilebildiği yeni bir SİT protokolü oluşturmayı amaçladı. $\dot{V}O_{2maks}$ düzeyini geliştiren antrenman yöntemleriyle ilgili kapsamlı okumalar sonucunda tespit edilen eksiklik ile bu tez çalışması ortaya çıkmıştır. Doktora tezinin özgünlüğü ve kalitesi, lisans ve yüksek lisans eğitim sürecine de bağlı olduğu aşikârdır. Bu nedenle, lisans ve yüksek lisans eğitimim boyunca tecrübe ve bilgileriyle akademik kariyerime katkı sağlayan sayın hocam Prof. Dr. Muzaffer ÇOLAKOĞLU'na ve Yüksek lisans tez danışmanım sayın hocam Prof. Dr. Özgür ÖZKAYA'ya teşekkürü bir borç bilirim. Doktora eğitimime başladığımda yüksek lisans tez danışmanım kadar tecrübe ve bilgileriyle akademik kariyerime katkı sağlayabilecek bir doktora tez danışman ile çalışmak en büyük temennilerimden biriydi. Bu temennimi gerçek kılan sayın hocam Doç. Dr. Yıldırım KAYACAN'a minnettarım ve tez çalışmasını katkılarıyla değerli kıldığı için teşekkür ederim. İkinci doktora tez danışmanım Prof. Dr. Bettina KARSTEN'e çok önemli katkıları için teşekkür ederim. Bu tez çalışmasına "YO.YDS.1904.22.003" proje numarası ile finansal destek sağlayan Ondokuz Mayıs Üniversitesi'ne teşekkür ederiz. Doktora tez sürecinde katkılarından dolayı Doç. Dr. Faruk TURGAY'a, Doç. Dr. Eser AĞGÖN'e, Doç. Dr. Öztürk AĞIRBAŞ'a ve Öğr. Gör. Dr. Bülent TATLISU'ya teşekkür ederim. Ayrıca görüş ve bilgi alışverişinde bulunduğum hocalarıma ve arkadaşlarıma teşekkür ederim. Araştırmamıza gönüllü olarak katılarak, ilk test ölçümlerinden son test ölçümlerine kadar aynı özeni ve çabayı gösteren isimlerini sayamadığım tüm sporculara teşekkür ederim. Doktora tezimin ölçümlerinin alınma, verilerin analizi ve yazım sürecinde anlayışı ve destekleri için çok değerli eşim Merve ÇABUK'a teşekkür ederim. Her zaman arkamda olduklarını hissettiren aileme en içten ve derin minnet duygularıyla teşekkür ederim.

Refik ÇABUK

İÇİNDEKİLER

TEZ KABUL VE ONAYI	i
BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK BEYANI	ii
TEZ ÇALIŞMASI ÖZGÜNLÜK RAPORU BEYANI	ii
ÖZET	iii
ABSTRACT	iv
ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR	v
İÇİNDEKİLER.....	vi
SİMGELER VE KISALTMALAR	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ	vii
TABLOLAR DİZİNİ	ix
1. GİRİŞ	1
2. KURAMSAL TEMELLER.....	4
2.1. Dayanıklılık Performansı.....	4
2.2. Maksimal Oksijen Tüketimi ve Belirleme Protokolü	4
2.3. İnterval Antrenmanlar.....	5
2.3.1. Aerobik İnterval.....	6
2.3.2. Yüksek Şiddetli İnterval Antrenman	6
2.3.3. Sprint İnterval Antrenmanlar	7
2.4. İnterval Antrenmanlar ve VO_{2maks} 'a Yakın Düzeyde Geçirilen Zaman	8
2.5. Anaerobik Kapasite	9
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	10
3.1. Araştırma Grubu	10
3.2. Deneyisel Tasarım	10
3.3. Pilot Çalışmalar	11
3.4. Veri Toplama Yöntemleri ve Prosedürler.....	11
3.4.1. Boy ve Kilo Ölçümleri.....	11
3.4.2. Egzersiz Uygulamaları.....	11
3.4.3. Oksijen Tüketimi ve Kalp Atım Yanıtlarının Ölçümü	12
3.4.4. Sprint İnterval Protokollerine Verilen Kan Laktat Yanıtlarının Ölçümü ..	12
3.4.5. Algılanan Zorluk Düzeyinin Puanlanması ve Egzersiz Tercihlerinin Sıralanması	12
3.5. Standardize Edilmiş Isınma Protokolü	12
3.6. Alıştırma Oturumları	13
3.7. Kademeli Test.....	13
3.8. Sprint İnterval Protokolleri.....	14
3.8.2. SİT Protokollerinden Elde Edilen Mekanik Güç Göstergeleri ve Toplam Yapılan İş.....	15
3.8.3. Oksijen Tüketimi ve Nabız Yanıtlarının Maksimal ve Zirve Düzeylerinin Belirlenmesi.....	16
3.8.4. SİT Protokolleri Sırasında Maksimal Oksijen Tüketiminin Yüksek Düzeylerinde Geçirilen Zamanın Hesaplanması	16
3.8.5. SİT Protokolleri Sırasında Toplam Oksijen Tüketim Miktarının Hesaplanması.....	17
3.8.6. SİT Protokollerinden Elde Edilen Kan Laktat Yanıtlarının Belirlenmesi .	17
3.9. Algılanan Zorluk Düzeyinin Puanlanması ve Egzersiz Tercih Sıralaması	17
3.10. İstatistiksel Analiz	18
4. BULGULAR.....	19
4.1. Nabız, Oksijen Tüketimi ve Kan Laktat Yanıtları.....	19
4.1.1. Nabız Yanıtları.....	19
4.1.2. Kan Laktat Yanıtları	23
4.2. Algılanan Zorluk Düzeyinin Puanlanması ve Egzersiz Tercih Sıralaması	23
4.2.1. Algılanan Zorluk Düzeyinin Puanlanması.....	23

4.2.2. Egzersiz Tercih Sıralaması	24
4.3. Mekanik Güç Göstergeleri.....	24
4.3.1. Zirve Güç Çıktısı	24
4.3.2. Ortalama Güç Çıktısı	24
4.3.3. Minimum Güç Çıktısı.....	25
4.3.4. Güç Kaybı.....	25
4.3.5. Yorgunluk İndeksi	25
4.3.6. Maksimal Kadans	25
4.3.7. Toplam Yapılan İş	25
5. TARTIŞMA	27
5.1. Sonuç ve Öneriler	34
KAYNAKLAR	36
EKLER	43
EK-1. Etik Kurul Raporu.....	43
ÖZGEÇMİŞ	44



SİMGELER VE KISALTMALAR

~	: Yaklaşık
ATP	: Adenozin trifosfat
AZD	: Algılanan zorluk düzeyi
CrP	: Kreatin fostat
EB	: Etki büyüklüğü
GK	: Güç kaybı
HIIT	: Yüksek şiddetli interval antrenman
Kadans _{maks}	: Maksimal kadans
MG	: Minimum güç çıktısı
OG	: Ortalama güç çıktısı
Pi	: İnorganik fosfat
RST	: Tekrarlı sprint interval
SİT	: Sprint interval
VO _{2maks}	: Maksimal oksijen tüketimi
VO _{2pik}	: Zirve oksijen tüketimi
Yİ	: Yorgunluk indeksi
ZG	: Zirve güç çıktısı

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3.1. Bir katılımcının sprint interval protokolü sırasında $\dot{V}O_{2\text{maks}}$ 'ın %80 ve üzerinde geçirdiği zamanın analizi.....	17
--	----



TABLÖLAR DİZİNİ

Tablo 4.1. Sprint interval protokollerine verilen fizyolojik yanıtlar	21
Tablo 4.2. SİT30 protokolünde her tekrara ait yüklenme ve toparlanma kısımlarından elde edilen en yüksek $\dot{V}O_2$ yanıtları	21
Tablo 4.3. SİT15 protokolünde her tekrardaki kümelerin yüklenme ve toparlanma periyotlarından elde edilen en yüksek $\dot{V}O_2$ yanıtlarının karşılaştırılması.....	22
Tablo 4.4. SİT10 protokolünde her tekrardaki kümelerin yüklenme ve toparlanma kısımlarından elde edilen en yüksek $\dot{V}O_2$ yanıtlarının karşılaştırılması	22
Tablo 4.5. SİT protokollerinin her tekrarındaki yüklenme ve toparlanma kısımlarından elde edilen en yüksek $\dot{V}O_2$ yanıtları.....	23
Tablo 4.6. Sprint interval protokolleri öncesi ve sonrasında elde edilen kan laktat yanıtları	23
Tablo 4.7. Üç SİT protokolünün dört tekrarın ortalamasından elde edilen algılanan çaba düzeyleri ve egzersiz tercih sıralamaları	24
Tablo 4.8. SİT protokollerindeki dört yüklenme tekrarından elde edilen mekanik güç göstergelerinin ortalaması	26

1. GİRİŞ

Sprint interval antrenman (SİT), 5-sn ile 30-sn süren yüklenmeler arasında göreceli olarak kısa süren aktif veya pasif toparlanma aralıkları verilerek uygulanan antrenman yöntemlerinden biridir (Hazell et al., 2010; Gillen et al., 2014; Gist et al., 2014a; Schulhauser et al., 2021). Wingate-temelli SİT (SİT30) protokolü, SİT protokolleri arasında geleneksel ve en yaygın olarak kullanılan modeldir (Gibala, 2006; Vollaard et al., 2017). SİT30 protokolü, wingate tipi bisiklet ergometresinde, vücut ağırlığının %7,5'una karşılık gelen yükte 30-sn maksimal pedal çevirme eforunun 4 dakika toparlanma periyotlarıyla 4-8 tekrar uygulanmasıyla gerçekleşir (Burgomaster et al., 2005). SİT antrenmanlarına kesintisiz-geleneksel dayanıklılık antrenmanlarına kıyasla toplam antrenman süresi daha kısa olmasına rağmen aerobik dayanıklılık ve sağlıkla ilişkili adaptasyonları benzer hatta daha yüksek düzeyde oranda geliştirmektedir (Burgomaster et al., 2008; Gibala, 2006; Gillen et al., 2016; Vollaard et al., 2017). Bu nedenle, oldukça yaygın ve popüler olarak kullanılan bir antrenman modelidir (Gillen et al., 2014; Gist et al., 2014a). SİT30 protokolü avantajlarına rağmen birtakım dezavantajlara sahiptir. Baştan sona maksimal yüklenmeli bir efor (all-out) olan geleneksel SİT30 protokolü sırasında ilk 5-10 saniyeden sonraki 20-25 saniyelik efor süresince üretilen güç çıktılarında dramatik düşüşler meydana gelmektedir (McCartney et al., 1986; Hazel et al., 2010; Spriet et al., 1989). Bunun yanı sıra, birinci 30-sn'lik sprint tekrarından son 30-sn'lik sprint tekrarına kadar üretilen güç çıktılarında (zirve güç; ZG, ortalama güç; OG ve minimum güç çıktısı; MG) giderek artan dramatik düşüşler de gözlemlenmektedir (Burgomaster et al., 2005 and 2008). Halbuki, SİT sırasında yüklenmelerin ilk saniyelerinde üretilen ZG çıktısının kazanılan adaptasyonlar için de önemli bir uyarıcı olduğu gösterilmiştir (Hazell et al., 2010; Zelt et al., 2014). SİT sonucu kazanılan aerobik adaptasyonların antrenman hacminden daha çok (toplam yapılan iş) yüklenmenin ilk saniyelerinde üretilen zirve gücün büyüklüğüne bağlı olduğu gösterilmiştir (Hazell et al., 2010; Lloyd Jones et al., 2017; Zelt et al., 2014; Shephard et al., 1968; Ross et al., 2016). Hatta, ZG çıktısının daha yüksek elde edildiği SİT protokollerinin maksimum oksijen tüketim düzeylerinde ($\dot{V}O_{2maks}$) daha fazla adaptasyona yol açabileceği gösterilmiştir (Shephard et al., 1968; Ross et al., 2016). Diğer yandan, SİT protokolleri sırasında yüksek bir $\dot{V}O_2$ yanıtı ve $\dot{V}O_{2maks}$ 'ın yüksek yüzdelerinde geçirilen zamanın aerobik adaptasyonları tetiklemek için önemli

akut yanıtlar olduğu bilinmektedir (Midgley et al., 2006; Wakefield and Glaister, 2009; Qingde Shi et al., 2018).

Bazı araştırmalar, SİT sırasında fonksiyonel aerobik kapasitenin en üst düzeyde kullanılmasının, toparlanma süresinin uzunluğuna bağlı olduğunu ifade etmiştir (Barnett et al., 2004; Hazell et al., 2010; Shi et al., 2018). Bu araştırmalar, SİT içerisindeki toparlanma süresinin kısaltılmasının $\dot{V}O_{2maks}$ düzeyinin yüksek yüzdelerinde geçirilen zamanı artırmak için önemli bir yaklaşım olduğunu vurgulamıştır (Barnett et al., 2004; Hazell et al., 2010; Shi et al., 2018). Örneğin, Shi ve arkadaşları da üç farklı toparlanma periyoduyla oluşturan (15, 30 ve 60 saniye) 40 tekrarlı 6 saniye süren “maksimal eforlu” SİT protokollerini geleneksel SİT30 protokolü ile kıyaslayarak farklı toparlanma sürelerinin etkinliğini incelemiştir (Shi, et al., 2018). Bulgularında, toparlanma süresi kısaltıldıkça $\dot{V}O_{2maks}$ ’ın %80 ve üzerinde geçirilen zamanın arttığını ancak ZG, OG gibi mekanik güç çıktılarında ise daha fazla düşüş olduğunu göstermiştir (Shi, et al., 2018).

SİT protokolünün etkinliği ve kazanılacak olan aerobik adaptasyonların büyüklüğü, SİT sırasında üretilen ZG çıktısının yüksek olmasına, $\dot{V}O_{2maks}$ ’a yakın düzeylerin elde edilmesi ve $\dot{V}O_{2maks}$ ’ın yüksek yüzdelerinde geçirilen zamana bağlı olduğu ifade edilmektedir (Shi et al., 2018; Vardarli et al., 2021; Glaister et al., 2005). Şu ana kadar literatürdeki çalışmalar sonucunda, bir SİT protokolü akut olarak yüksek bir $\dot{V}O_2$ yanıtı ve $\dot{V}O_{2maks}$ ’a yakın düzeylerde geçirilen zaman açısından avantajlı ise düşük bir ZG çıktısı ve üretilen güç çıktısının korunamamasından dolayı dezavantajlıdır (Shi et al., 2018; Vardarli et al., 2021; Glaister et al., 2005; Jones et al., 2019). Bu nedenle, SİT yüklenmeleri sırasında daha yüksek ZG çıktısına eşlik eden daha yüksek bir $\dot{V}O_2$ yanıtı ve $\dot{V}O_{2maks}$ ’ın yüksek yüzdelerinde geçirilen zamanın daha uzun olduğu SİT protokollerinin oluşturulması, kazanılacak olan adaptasyonları maksimize edebilmek için önemli bir yaklaşım olabilir.

SİT protokollerinde, güç çıktısının toparlanması çoğunlukla kreatin fosfat’ın (CrP) yeniden sentezlenme hızına bağlıdır ve sprintin ardından CrP’nin yarısı için toparlanma zamanı yaklaşık (~) 20-30 saniyedir (Bogdanis et al., 1995). Bu bilgiler temel alınarak, 30-sn süren maksimal eforlu yüklenme içerisinde CrP’nin bir kısmının toparlanabilmesine izin verecek kadar kısa bir aranın verilmesi daha yüksek ZG çıktısı elde edilmesine ve güç çıktısının korunmasını sağlayabilir. Diğer yandan

yüklenme içerisinde verilen kısa toparlanma araları daha yüksek $\dot{V}O_2$ yanıtlarının elde edilmesine ve $\dot{V}O_{2maks}$ düzeylerinde geçirilen zamanın daha uzun olmasına imkan verebilir. SİT'i oluşturan yüklenme ve toparlanma süresi, şiddeti, sayısı ve toparlanma tipi değişkenleri manipüle edilerek oluşturulan bir SİT protokolünün ZG çıktısı ve $\dot{V}O_2$ ile ilişkili akut yanıtları eş zamanlı olarak maksimize edecek şekilde yapılandırılmasına olanak verememektedir. Bu eksiklik, SİT uygulamalarının halen etkinliğini ve verimliliğini artırma potansiyeline işaret etmektedir. Bu tez çalışmasında, daha yüksek ZG çıktısı, daha yüksek zirve oksijen tüketim ($\dot{V}O_{2pik}$) yanıtı ve $\dot{V}O_{2maks}$ 'ın yüksek düzeylerinde geçirilen zamanın uzun olmasını sağlayabilecek SİT protokolünün oluşturulabilmesi amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda, SİT protokolü içerisindeki her bir tekrarın kümelerine ayrılması (kümeleme) ile oluşturulan SİT10 ve SİT15 protokolleri $\dot{V}O_{2maks}$ gelişimini tetikleyici üç akut yanıtı da maksimize ederek geleneksel şekilde uygulanan SİT30 protokolüne kıyasla daha avantajlı bir uygulama sunabilir.

Çalışmamızda, geleneksel olarak kullanılan SİT30 protokolünde yer alan her bir yüklenme tekrarı 1:1 yüklenme dinlenme oranları kullanarak iki (SİT15) ve üç (SİT10) yüklenme kümelerine (tekrarlarına) ayrılarak SİT15 ve SİT10 protokolleri oluşturuldu. Böylece, SİT30, SİT15 ve SİT10 protokollerinin fizyolojik ve mekanik güç göstergelerine olan akut etkilerinin karşılaştırılması hedeflendi. SİT30 protokolüyle karşılaştırıldığında, SİT15 ve SİT10 protokolünde; daha yüksek ZG çıktısı, daha yüksek $\dot{V}O_2$ düzeyi ve $\dot{V}O_{2maks}$ 'ın yüksek düzeylerinde geçirilen zamanın daha uzun olacağını varsaydık.

2. KURAMSAL TEMELLER

2.1. Dayanıklılık Performansı

Egzersiz fizyolojisindeki temel bir ilke, yapılan işin enerji gerektirmesidir (Basset and Howley, 2000; Winter et al., 2016). Yapılan bir iş olarak dayanıklılık performansı büyük ölçüde vücudun veya daha spesifik olarak kas mitokondrilerinin yağ ve karbonhidratta depolanan enerjiyi hareket oluşturmak için kas lifleri tarafından kullanılabilen adenosin trifosfata (ATP) dönüştürme yeteneği tarafından belirlenir (Alghannam et al., 2021; Nilsson and Tarnopolsky, 2019). Mitokondri, aerobik, yani oksijene (O_2) bağımlı bir enerji sistemi olduğundan, O_2 'nin kullanılma hızı, uzun süreli submaksimal şiddetteki egzersiz sırasında gerçekleştirilebilen toplam işin bir ölçüsüdür (Basset and Howley, 2000; Nilsson and Tarnopolsky, 2019). Dolayısıyla dayanıklılık performansı, $\dot{V}O_{2maks}$ 'ın fraksiyonel kullanımına ($\% \dot{V}O_{2maks}$) ve egzersiz etkinliğine ek olarak, öncelikle $\dot{V}O_{2maks}$ tarafından belirlenir (Ranković et al., 2010; Joyner and Coyle, 2008).

2.2. Maksimal Oksijen Tüketimi ve Belirleme Protokolü

$\dot{V}O_{2maks}$, vücudun uzun bir süre boyunca maksimum egzersiz şiddetinde, O_2 temin etme ve kullanma yeteneğini yansıtır. Aerobik güç ve kapasitenin değerlendirilmesin en önemli performans göstergesi olarak kabul edilir (Alp et al., 2022; Özkaya et al., 2022). $\dot{V}O_{2maks}$ 'ı belirleyen birçok faktör bulunur. Bu faktörler arasında ventilasyon, hemoglobin konsantrasyonu, kalp debisi (Q), pulmoner difüzyon kapasitesi ve kas difüzyon kapasitesi bulunur (Lee and Zhang, 2021; Wagner, 1996). Fick denkleminin türetilmesine göre ($\dot{V}O_{2maks} = \text{kardiyak çıktı} \times \text{arterio-venöz } O_2 \text{ farkı}$), kardiyak çıktı veya arterio-venöz O_2 farkı değişimlerinde, $\dot{V}O_{2maks}$ düzeyinde de değişiklikler görülür (Beltz et al, 2016; Le Meur et al., 2014). Deniz seviyesindeki koşullarda, sağlıklı ve antrene bireylerde, kardiyak çıktının $\dot{V}O_{2maks}$ düzeyinin ana sınırlayıcı faktörü olduğu kabul edilir (Helgerud et al., 2007; Astrand et al., 1964; Ferguson et al., 2001; Wang et al., 2012; Wagner, 1996; Ekblom and Hermansen, 1968). Kardiyak çıktı, atım hacmi ve kalp atım hızının (nabız) çarpımını ifade eder. Nabız düzeyi, antrenmanlarla önemli ölçüde değişmediğinden, atım hacmindeki değişimlerinin kardiyak çıktıyı belirleyen ana faktör olduğu düşünülmektedir (Helgerud et al., 2007; Saltin, 1968). Kalp kaslarının

kasılma kuvveti, kalbin hacmi ve kalbi yeniden kanla doldurma kapasitesi, atım hacmini belirler (Astrand et al., 1964; Ferguson et al., 2001; Pollock et al., 1977).

$\dot{V}O_{2maks}$ testi, pek çok farklı spor dalında elit sporcularda dayanıklılık performansının belirlenmesi için yaygın olarak kullanılan bir test yöntemi olmuştur (McDermott et al., 2022; Lee and Zhang, 2021; Rønnestad et al., 2022; Rundell & Pripstein 1995). $\dot{V}O_{2maks}$ testi, birçok farklı laboratuvar tipi ergometrede yapıldığı gibi saha veya pistte de yapılabilmektedir (Miller, 2023; Aandstad, 2021). Örneğin, bisiklet ergometresinde uygulanan $\dot{V}O_{2maks}$ test protokolünde, test sırasında 60-90 rpm arasındaki kadanslar kullanılır (Alp et al., 2022; Alp et al., 2023; Özkaya et al., 2019). Her kademedeki egzersiz şiddeti aşamalı şekilde kadans korunamayana kadar devam ettirilir (Alp et al., 2022; Alp et al., 2023; Özkaya et al., 2019; Alp et al., 2021). Egzersiz şiddeti her iki veya üç dakikada bir 20 ile 50 watt arasında değişen iş oranlarında sürekli olarak arttırılır. Başlangıçtaki egzersiz şiddeti ve her kademedeki iş yükü artışları test edilen sporcuların bireysel özelliklerine bağlıdır. Maksimal aerobik güç ve kapasite, solunumsal gaz analizörü aracılığıyla doğrudan ya da maksimal üretilen güç çıktısı ve zamana dayalı denklemlerle dolaylı olarak tahmin edilir (Buttar et al., 2019; Miller, 2023).

2.3. İnterval Antrenmanlar

İnterval antrenmanlar, maksimal laktat dengesine karşılık gelen veya üzerindeki şiddetteki yüklenmeler arasında toparlanma aralıklarının uygulandığı bir antrenman yöntemidir (Burgomaster et al., 2008; Daniels and Scardina, 1984; Laursen, and Buchheit, 2019). Bu tip antrenmanların ilk örnekleri yüksek şiddetli interval antrenmanlardır (HIIT) ve egzersiz şiddetinin yüksek olmasıyla öne çıkar (Özkaya et al., 2022, Alp et al., 2022). İnterval antrenman olarak HIIT, orta ve uzun mesafe koşucular tarafından ilk olarak 1910 ve 1930 yılları arasında kullanılmaya başlanmıştır. 1952 Helsinki Olimpiyatlarında altın madalya kazanan koşucu Emil Zapotek antrenman programında HIIT'leri kullandığını açıklamasından sonra, 1950'li yıllardan itibaren bu tip antrenmanlar popülerliği artarak yaygınlaşmaya başlamıştır (Billat, 2001). 1950'li yıllardan bu yana HIIT antrenmanlarının fizyolojik, metabolik ve nöromüsküler yanıtları üzerine yapılan çalışmalar halen devam etmektedir. İnterval antrenman programlarının bir parçası olarak 1952 ile 1956 yılları arasında günde iki defa uygulayan István Rózsavölgyi ve László Tabori, 1956 yılında orta mesafe rekorlarını kırmıştır. 1950'li yıllardan bu yana HIIT antrenmanlarının

fizyolojik, metabolik ve nöromüsküler yanıtları araştırılmaya devam edilmektedir. 1970'li yıllardan itibaren ise HIIT antrenmanları, takım sporlarına uyarlanarak kullanılmaya başlanmıştır (Billat, 2001; Laursen and Buchheit, 2019). Bilimsel çalışmalar, bisiklet temelli HIIT antrenmanlarının olumlu etkilerini göstermiştir ve bu nedenle bisiklet alanında da kullanımı artmıştır. HIIT antrenmanlarının bilimsel açıdan incelenmesi ve sahada çeşitli branşlarca benimsenmesinin sebepleri arasında, yüklenmenin süresi, toparlanmanın süresi ve şiddetinin değiştirilerek fizyolojik, kardiyopulmoner, nöromüsküler ve metabolik yanıtların bireysel ya da takım sporlarının ve sporcuların ihtiyaçlarına göre şekillendirilebilmesi bulunmaktadır (Alp et al., 2022; Buchheit and Laursen, 2013a and 2013b). 1980 ve 2000'li yıllardan sonra akut ve kronik fizyolojik yanıtlar ile birlikte farklı tipteki HIIT uyarlamalarının kavranması ve anlaşılması önemli ölçüde hız kazanmıştır. HIIT'ler modifiye edilmeye oldukça elverişlidir. HIIT içerisinde dokuz farklı değişkenle (yüklenme şiddeti, yüklenme süresi, toparlanma şiddeti, toparlanma süresi, toparlanmanın tipi, yüklenme ve toparlanma oranı (y/t), set sayısı, tekrar sayısı ve setler arasındaki toparlanma süresi) bireysel ve sportif anlamda belirli fizyolojik ve metabolik yanıtları elde edebilecek şekilde değiştirilebilir (Alp et al., 2022; Billat, 2001; Laursen and Buchheit, 2019). Bu değişkenlerin manipüle edilerek oluşturulan interval antrenman tiplerinin akut yanıtları ve buna bağlı olarak adaptasyonları farklılaşacağı için interval antrenmanların sınıflandırılması önem kazanmaktadır.

2.3.1. Aerobik İnterval

Submaksimal bir iş yükünün ~4-10 dakika sürdürüldüğü yüklenmeler arasında toparlanma aralarının verildiği bir interval antrenmanıdır. Y/t oranları 1:0,2 ile 1:1 arasında değişiklik gösterir (Daussin et al., 2007; Seiler et al., 2013). Aerobik interval antrenman, kesintisiz yüklenme yöntemine benzer hatta daha yüksek düzeyde aerobik kapasiteyi geliştirebilmektedir (Haram et al., 2009; Rognmo et al., 2004). Aerobik interval antrenmanlar, kesintisiz yüklenme yöntemiyle kıyaslandığında, kardiyak performansı bozan kardiyovasküler sapmayı (Fritzsche et al., 1999) önlemede daha etkili bir yöntemdir (Vella et al., 1999).

2.3.2. Yüksek Şiddetli İnterval Antrenman

Maksimal ya da supramaksimal şiddetteki yüklenme tekrarları arası verilen kısa toparlanma aralıklarının uygulandığı bu interval modeli yüksek şiddetli interval

antrenman olarak tanımlanır (Buchheit & Laursen, 2019; Burgomaster et al., 2005 and 2008). HIIT'ler yüklenme süresine göre kategorize edilerek uzun süreli ve kısa süreli HIIT olarak iki kısımda incelenir (Akmali et al., 2019; Bahmanbeglou et al., 2019)

Yüklenme süresinin 1 ve 4 dakika arasında olan uzun süreli HIIT modelinde $\dot{V}O_{2maks}$ 'a karşılık gelen şiddetin %85-120'si arasında uygulanır (Alp et al., 2022; Buchheit and Laursen, 2013a). Uzun süreli HIIT, yüklenme şiddeti ve süresine bağlı olarak 1:0,3 ile 1:2 y/t oran arasında değişiklik gösterir (Alp et al., 2022; Buchheit and Laursen, 2013b). Kısa süreli HIIT modelinde yüklenme şiddeti $\dot{V}O_{2maks}$ 'a karşılık gelen şiddetin %120-170'i arasında değişiklik göstermektedir (Hazell et al., 2010; Shi et al., 2018). Yüklenme süresi ise 30 ve 60 saniye arasındadır. Kısa süreli HIIT, yüklenme ve toparlanma oranı 1:1 ile 1:8 oranında değişebilir (Buchheit and Laursen, 2013b; Gillen et al., 2014; Gist et al., 2014a). Antrenman hacimleri eşitlenmiş devamlı yüklenme yöntemlerine kıyasla $\dot{V}O_{2maks}$ 'a karşılık gelen ya da yakındaki şiddetlerdeki HIIT antrenmanlarda $\dot{V}O_{2maks}$ düzeyinde daha büyük kazanımlar elde edilmiştir (Bacon et al., 2013; Ní Chéilleachair et al., 2017; Driller et al., 2009; Helgerud et al., 2007; Koral et al., 2018; Mallol et al., 2018; Milanović et al., 2015). Bazı çalışma grupları, kardiyovasküler sistem üzerinde daha fazla strese neden olan daha uzun süren interval antrenmanların kısa süreli interval antrenmanlara kıyasla (Åstrand et al., 1960; Bacon et al., 2013; Buchheit & Laursen, 2013; Helgerud et al., 2007; Milanović et al., 2015; Seiler et al., 2013; Seiler and Sjursen, 2004) $\dot{V}O_{2maks}$ düzeyinde daha yüksek adaptasyonlar sağladığını önermiştir (Bacon et al., 2013; Milanović et al., 2015; Wen et al., 2019). Ayrıca, egzersiz etkinliğine katılımın önündeki yaygın engellerden birinin "egzersiz yapmak için zaman olmaması" olduğu bilinmektedir (Anshel, 1948; Gaston and Cramp, 2011). HIIT'lerin toplam egzersiz süresi 4-30 dakika arasında olduğundan egzersize katılım için önemli avantajlar sunmaktadır (Gibala, 2006; Gillen et al., 2016). Genellikle 60 dakika süren kesintisiz dayanıklılık egzersizleri yaparken karşılaştırıldığında dayanıklılık, kardiyovasküler, sağlık ve vücut kompozisyonunda benzer veya bazen daha büyük değişiklikler elde etmenin etkili bir yöntemi olarak ön plana çıkmaktadır (Burgomaster et al., 2005 and 2008).

2.3.3. Sprint İnterval Antrenmanlar

SİT, $\dot{V}O_{2maks}$ 'a karşılık gelen şiddetin %170 ve üzerinde, pasif veya aktif toparlanma periyotlarıyla tekrarlanan kısa aralıklı yüklenmeler ile karakterize edilir (Burgomaster et al., 2005 and 2008). Sprintlerin süresine bağlı olarak, kısa (≤ 10 sn; bazı kaynaklarda tekrarlanan sprint antrenmanı (RST) olarak ifade edilir) veya uzun (10 ila 30 sn) sprint interval antrenman olarak kategorize edilebilir (Buchheit and Laursen, 2013b; Kong et al., 2022). Farklı sürelerdeki SİT'in periferik (kas) ve merkezi (kardiyovasküler, solunum, nöral ve hormonal) adaptasyonları olumlu yönde tetiklediğini gösteren ikna edici bir literatür vardır (Gibala et al., 2006; Burgomaster et al., 2008; MacPherson et al. 2011; Hazell et al., 2014). SİT içerisinde birçok farklı değişken olmasına rağmen adaptasyonları belirleyen en kritik değişkenlerden biri yüklenme şiddetidir (Shi et al., 2018; Vardarli et al., 2021). Yüklenme şiddeti, kardiyovasküler, solunumsal yanıtlar, metabolik değişiklikler ve mekanik stres dahil olmak üzere homeostatik bozulmaların büyüklüğünü belirler (Black et al., 2017). Spesifik olarak, kısa sprint intervaller ile karşılaştırıldığında uzun sprint intervallerin ardından daha yüksek kas içi laktat, H^+ birikimi ve daha düşük glikoliz seviyeleri dahil olmak üzere daha yüksek derecede periferik yorgunluk gözlemlenmektedir (Bogdanis, 1996; Boullousa et al., 2021). Hem kısa hem de uzun SİT'ler benzer derecelerde merkezi yorgunluğa sebebiyet vermektedir (Laursen and Buchheit, 2019; Schmitz et al., 2018). Uzun süreli sprintleri takiben daha fazla periferik yorgunluk gelişimi, sonraki yüklenme tekrarlarında bisiklet performansında daha büyük düşüşlere yol açabilme eğilimindedir (Fiorenza et al., 2019; Laursen and Buchheit, 2019).

2.4. İnterval Antrenmanlar ve $\dot{V}O_{2maks}$ 'a Yakın Düzeyde Geçirilen Zaman

İnterval antrenmanlar, $\dot{V}O_{2maks}$ 'ı geliştirme amacıyla yapılan antrenmanlar arasında en etkili yöntemlerden biri olarak kabul edilirler (Alp et al., 2022; Buchheit and Laursen, 2013a and 2013b). Bu nedenle, interval antrenmanları, atletlerin veya diğer sporcularda performansı artırmak amacıyla sıklıkla tercih edilirler. Ayrıca, bu tip antrenmanların kardiyovasküler sağlık üzerinde olumlu etkileri de bulunmaktadır (Crozier et al., 2018; Way et al., 2020). Birçok araştırma grubu, interval antrenmanlardan elde edilecek aerobik dayanıklılık kazancını artırma amacıyla yüklenme ve toparlanma değişkenlerinin manipüle edilerek $\dot{V}O_{2maks}$ 'ın yüksek yüzdelinde geçirilen zamanı maksimize etmeyi önermişlerdir (Alp et al., 2022; Shi et al., 2018).

2.5. Anaerobik Kapasite

Anaerobik kapasite, fosfokreatin yoluyla ATP'yi ve glikoliz yoluyla karbonhidratları yenileme kapasitesini yansıtır (Astrand, 2003; Gastin, 2001). Supramaksimal yoğunlukta egzersiz yapmak, çalışan kaslarda laktat asidinin birikmesine ve artan hidrojen konsantrasyonuna (düşük pH) yol açar (Nakamaru and Schwartz, 1972; Katz and Sahlin, 1988). Bu faktörler, çalışan iskelet kaslarının nispeten yüksek bir kuvvet üretimi ve üretilen kuvvet oranını sürdürme yeteneğini sınırlamaktadır.



3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Araştırma Grubu

Bu tez çalışması, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Klinik Araştırma Etik Kurulu tarafından onaylandı (etik kurul karar no; 2020/477). Doktora tez çalışmasına ait tüm deneysel uygulamalar, Helsinki Deklarasyonu standartlarına ve tavsiyelerine göre tasarlandı. Deneysel uygulamalara başlamadan önce, çalışmanın prosedürleri, potansiyel riskleri ve bu çalışmada yer almanın yararları açıklandıktan sonra her katılımcıdan gönüllü olarak çalışmaya katılmak için yazılı bilgilendirilmiş onay alındı. Çalışmamıza çeşitli spor branşlarından (atletizm, bisiklet ve futbol) antrene on iki erkek sporcu katıldı (yaş: $19,58 \pm 1,44$ yıl; boy: $176 \pm 4,73$ cm; vücut kütlesi: $65,9 \pm 5,68$ kg; $\dot{V}O_{2maks}$: $53,2 \pm 6,05$ mL·kg⁻¹·dk⁻¹; $\dot{V}O_{2maks}$ 'a karşılık gelen güç çıktısı: $304 \pm 17,0$ watt). Katılımcıların herhangi kardiyovasküler ya da solunumsal hastalık geçmişleri yoktu ve kardiyovasküler veya solunumsal ilaç kullanmıyorlardı. Ayrıca, hiçbirinin ergojenik takviye kullanma deneyimi yoktu. Katılımcılar ölçümlerinin sürdüğü dönem boyunca gün içerisinde 60 mg'dan daha fazla kafein içeren herhangi bir içecek, alkol veya ergojenik takviye tüketmemeleri konusunda uyarıldı. Azaltılmış kalori alımının egzersiz performansı üzerindeki potansiyel etkisini en aza indirmek için katılımcılar çalışma boyunca rutin diyetlerini sürdürmeleri konusunda teşvik edildi. Test verilerinin geçerliği ve güvenilirliği için sporcular, testlere katılmadan en az 2 saat önce yemek yemeleri ve en az 24 saat öncesinde şiddetli aktiviteden kaçınmaları konusunda uyarıldı. Antrenman etkisini kontrol altına alabilmek için herhangi bir sebepten dolayı ölçümleri 3 hafta içerisinde tamamlamayan katılımcılar çalışmadan çıkarıldı.

3.2. Deneysel Tasarım

Her katılımcı, 3 hafta içinde laboratuvarında toplam 5 egzersiz oturumuna katıldı. Her egzersiz oturumu en az 72 saat ara ile gerçekleştirildi. Deneysel uygulamaları yapan araştırmacı değişkeninin test ve SİT protokolleri üzerindeki etkisini en aza indirebilmek için tüm deneysel uygulamalar aynı araştırmacı kontrolünde uygulandı. Sirkadiyen ritim değişimlerinin etkisini önlemek için katılımcılar günün aynı saatinde (± 1) laboratuvarı ziyaret etti (Souissi et al., 2004). Sporcuların, laboratuvarındaki ilk oturumlarında boy ve kilo ölçümlerinin (Seca 767, Almanya) alınmasını takiben daha sonraki oturumlarda uygulanacak SİT

protokollerinden hem geçerli hem de güvenilir sonuçlar alınması için sporcular alıştırmaya oturumlarına tâbi tutuldu (Özkaya, 2013). Alıştırma oturumlarına başlamadan önce konfor ve pedal çevirme verimliliği için sele, gidon yüksekliği ve konumu her katılımcıya özgü optimize edildi (Priego Quesada et al., 2017) ve kaydedildi. Sporcular laboratuvarındaki 2. oturumlarında, $\dot{V}O_{2maks}$, $\dot{V}O_{2maks}$ 'a karşılık gelen güç çıktısı ve maksimal nabız yanıt ($Nabız_{maks}$) düzeylerinin belirlenmesi için yükü kademeli olarak artan bir test protokolünü tamamladı (Midgley et al., 2008). Sporcular laboratuvarındaki 3., 4. ve 5. egzersiz oturumlarında SİT protokollerinden birini randomize sırayla uyguladı. Tüm egzersiz oturumları aynı mekanik frenli bisiklet ergometresinde gerçekleştirildi (Peak Bike 894, Monark, Vansbro, İsveç). Tüm egzersizler sırasında ve sonrasında solunumsal gaz ve nabız yanıtları takip edildi. SİT protokollerine başlamadan önce, tamamlandıktan sonra 1., 3., ve 5. dakikalarda kan laktat yanıtları alındı. Algılanan zorluk düzeyine (AZD) ait veriler SİT içerisindeki her bir yüklenme tekrarı başlamadan hemen önce ve bittikten hemen sonra toplandı. Katılımcılar tüm SİT protokollerini tamamladıktan sonra “Sadece size bağlı olsaydı, hangi tür egzersizi seçerdiniz” diye sorularak “en iyi” olan 1’den “en kötü” olan 3’e doğru SİT protokol tercihlerini sıralaması istendi (Jung et al., 2014).

3.3. Pilot Çalışmalar

SİT protokollerinde uygulanacak yüklenme şiddetleri, yüklenme süreleri, tekrar sayıları, yüklenme dilimleri ve yüklenmeler arasındaki toparlanma tipi ve süresi değişkenleri pilot çalışmalarda test edildi. Pilot çalışmalar sayesinde asıl test ölçümlerinde görülebilecek eksiklikler ve SİT protokollerinden kaynaklanabilecek olası problemler ön görüldü. Böylece, gerekli düzenlemeler yapılarak SİT protokolleri oluşturuldu.

3.4. Veri Toplama Yöntemleri ve Prosedürler

3.4.1. Boy ve Kilo Ölçümleri

Katılımcıların boy ve kilo ölçümleri Seca marka elektronik boy ve kilo ölçüm cihazı ile belirlendi (Seca 767, Almanya).

3.4.2. Egzersiz Uygulamaları

Tüm egzersiz uygulamaları aynı mekanik frenli bisiklet ergometresinde (Peak Bike 894, Monark, Vansbro, İsveç) uygulandı.

3.4.3. Oksijen Tüketimi ve Kalp Atım Yanıtlarının Ölçümü

Kademeli test ve sprint interval antrenmanlar sırasındaki solunumsal gaz ve nabız yanıtları, polar göğüs bandıyla (T31, Polar Electro, Kemple, Finlandiya) eşleştirilmiş otomatik nefesten nefese ölçüm sistemi (PNOE, ENDO Medical, Palo Alto, CA) kullanılarak toplandı. Her testten önce, solunumsal gaz analizörü üretici firma tarafından tavsiye edildiği gibi kalibre edildi.

3.4.4. Sprint İnterval Protokollerine Verilen Kan Laktat Yanıtlarının Ölçümü

SİT protokollerine verilen anaerobik metabolizma yanıtlarını değerlendirebilmek için katılımcıların kan laktat yanıtları ölçüldü (Plisk, 1991). Kan laktat yanıtlarının ölçülebilmesi için 25-µL (mikro litre) kan numuneleri, heparinli hematokrit kapiler tüpler ile parmak ucundan alındı. Alınan kan numuneleri glikolizi ve pıhtılaşmayı önleyen kimyasal maddeler içeren laktat koruyucu özel tüplere konularak analizi yapılana kadar dondurucuda -20 derece de saklandı. Bu tüplerdeki kan numuneleri daha sonra YSI 1500 Sports marka laktat analizöründe analiz edildi (Yellow Springs Inst., Yellow Springs, Ohio, USA).

3.4.5. Algılanan Zorluk Düzeyinin Puanlanması ve Egzersiz Tercihlerinin Sıralanması

15-dereceli Borg ölçeği, AZD puanlanmasını ölçmek için kullanıldı. Borg ölçeği, "Zorluk hissi yok" olan 6 puan ile başlar ve "maksimum zorluk" olan 20 puan ile sona erer (Borg, 1982). AZD, SİT protokolleri içerisindeki, her yüklenme sonrası ve yüklenmeye başlamadan hemen önce kaydedildi. Katılımcılar tüm SİT protokollerini tamamladıktan sonra "Sadece size bağlı olsaydı, hangi tür egzersizi seçerdiniz" diye sorularak "en iyi" olan 1'den "en kötü" olan 3'e doğru SİT protokol tercihlerini sıralaması istendi (Jung et al., 2014).

3.5. Standardize Edilmiş Isınma Protokolü

Katılımcılar, bisiklet ergometresinde 1 kg yüke karşı 70-80 pedal devir hızında (rpm) beş dakika boyunca pedal çevirdi ve beş dakika süren pedal çevirmenin 3., 4., ve 5. dakikaların son 5 saniyesinde 2 kg yüke karşı maksimal hızda pedal çevirdiler

(Castañeda-Babarro, 2021). Tüm sporcular, iş yükü kademeli artan test protokolü (kademeli test) ve sprint interval antrenman protokollerinden önce standardize edilmiş bir ısınmayı tamamladı.

3.6. Alistırma Oturumları

Bisiklet ergometresinde gerçekleştirilen maksimal yüklenmeli eforlar öncesi alıştırma oturumlarının yapılması daha geçerli ve güvenilir sonuçlar alınmasını sağladığı için (Özkaya, 2013) tüm katılımcılar standart ısınmalarını tamamladıktan sonra alıştırma oturumlarına alındı. Çalışmamızdaki alıştırma oturumlarının amacı sporcuların gaz analizörü ve maskeyle birlikte gerçekleştirilecek olan sprint hızlarına aşına olmalarını sağlamaktır. Bu amaç ile alıştırma oturumları iki kısımdan oluşturuldu. Birinci kısımda; sporcular, vücut ağırlıklarının %7,5'ine karşı 8 tekrarlı 5 saniye süren maksimal eforlu yüklenmeleri 40 saniye aktif toparlanma (yüksüz dirence karşı 50 rpm'de) araları ile gerçekleştirdi. Birinci kısım tamamlandıktan beş dakika sonra sporcular alıştırma oturumlarının ikinci kısmında; sporcular vücut ağırlıklarının %7,5'ine karşılık gelen yüke karşı 30 saniye boyunca maksimal eforla pedal çevirdiler. Bu egzersiz seanslarının her ikisinde sporcular pedal devir hızlarını 120 rpm düzeyine çıkardıklarında bisiklet ergometresinin kefesinden yük otomatik olarak düştü ve yüklenme süresi başlatıldı. Böylece tüm katılımcılar, veri toplamadan önce test koşullarına aşına hale getirildi. Katılımcıların postüral değişikliklerinden kaynaklı olası etkisinden kaçınmak için seanslar boyunca oturma pozisyonlarını korumaları talimatı verildi (McLester et al., 2004).

3.7. Kademeli Test

Kademeli test protokolüyle sporcuların $\dot{V}O_{2maks}$, $\dot{V}O_{2maks}$ 'a karşılık gelen güç çıktısı ve $Nabız_{maks}$ düzeyleri belirlendi. Kademeli test, 85 watt düzeyinde bir dirence karşı iki dakika pedal çevirerek başlatıldı. İlk iki dakikayı takiben yük dakikada 25 watt düzeyinde arttırıldı. Dakikada 25 watt düzeyindeki yük artışları, sporcular tükenene kadar devam ettirildi (Shi et al., 2018). Kademeli test boyunca kadans ve kas aktivasyonu arasındaki etkileşimi önlemek için katılımcılardan testler boyunca 85 rpm'de sabit bir kadansta pedal çevirmeleri istendi (Marsh and Martin, 1995; Neptune et al., 1997; Sarre et al., 2003). Kademeli test sırasında rpm hızları araştırmacı tarafından izlendi ve 85 rpm hızının altına veya üzerine çıktıklarında uyarıldı. Kademeli test sırasında güçlü sözel desteğe rağmen 80 rpm hız düzeyinin

altında 10 saniyeden daha uzun süre pedal çevirmeleri durumunda test sonlandırıldı (Ozkaya et al., 2022). Kademeli testten elde edilen verilerin doğruluğunu kontrol etmede kullanılan test kriterleri; güçlü sözel desteğe rağmen yorgunluk kaynaklı pedal çevirmede gözlemlenebilen zorluk, sporcuların 220-yaş formülünden elde edilen tahmini maksimal kalp atım sayısının %90%'ından daha yüksek kalp atım sayısı yanıtı, kademelerdeki iş yükü artışına rağmen $<2,1 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{dk}^{-1}$ düzeyinden daha az bir $\dot{V}\text{O}_2$ artışı 1,15 ve üzerinde bir solunum değişim oranı değeri ve 19-20 dolaylarında algılanan yorgunluk düzeyi skoru temel alındı (Midgley et al., 2007 and 2009).

3.8. Sprint İnterval Protokolleri

Katılımcılar laboratuvarı 3., 4. ve 5. ziyaretlerinde SİT protokollerinden birini randomize sırayla mekanik frenli bisiklet ergometresinde uyguladı. Sporcular standart ısınma protokolünü tamamladıktan 5 dakika sonra SİT protokollerinden birini uygulamaya başladı. SİT protokollerinin her biri için yüklenme (2 dakika) ve toparlanma (12 dakika) sürelerinin hacimleri birbirine eşitlenecek şekilde oluşturuldu. Katılımcılar, pedal devir hızlarını 120 rpm'e çıkarır çıkarmaz bisiklet ergometresinin kefesinden yük otomatik olarak düştü (Martin et al., 1997; Ozkaya, 2013) ve toparlanma periyodunu takiben yüklenme tekrarı başlatıldı. SİT protokolleri içerisindeki her bir yüklenme tekrarının başlayabilmesi için sporcuların pedal devir hızlarının 120 rpm'e ulaşması zorunluluktan (Martin et al., 1997). Sporcular, her bir yüklenme tekrarının başlangıcından sonuna kadar maksimal efor ile sprint hızlarında pedal çevirmeleri istenirken toparlanma periyotları sırasında yüksüz dirence karşı 50 rpm'de pedal çevirmeleri istendi. Katılımcılar, her yüklenme tekrarı maksimum çabayı göstermeleri için sözel destekle motive edildi. SİT protokolleri aşağıda detaylı olarak açıklanmıştır.

3.8.1.1. SİT30 Protokolü (4 × 30-s yüklenme + 240-sn toparlanma)

SİT30 protokolü daha önceki çalışmalarda sıklıkla uygulandığı gibi 4 dakikalık aktif toparlanma ile ayrıştırılmış 4 × 30 saniyelik maksimal eforlu sprintlerden oluşturuldu. Sporcular, 4 dakikalık toparlanma periyodunda direnç olmaksızın 50 rpm'de pedal çevirdiler.

3.8.1.2. SİT15 Protokolü (4 × 15-sn y + 15-sn t + 15-sn y + 225-sn t)

SİT15 protokolünde, vücut ağırlığının %7,5'i yüke karşı 30-sn süren yüklenme, 15 saniyelik iki yüklenme kümesine ayrıldı. İki yüklenme kümesi arasında 15 saniye süren kısa bir toparlanma periyodu uygulandı (15-sn y + 15-sn t + 15-sn y).

Katılımcılar 4 defa 15-sn y + 15-sn t + 15-sn y tekrarını uyguladılar (4 x 15-sn y + 15-sn t + 15-sn y). Her 15-sn y + 15-sn t + 15-sn y tekrarını tamamladıktan sonra 225-sn toparlanma periyodu verildi. Katılımcılar hem 15-sn süren toparlanma periyodunda hem de 225-sn süren toparlanma periyodunda yüksüz dirence karşı 50 rpm'de pedal çevirdiler.

3.8.1.3. SİT10 Protokolü (4 × 10-sn y + 10-sn t + 10-sn y + 10-sn t + 10-sn y + 220-sn t)

SİT10 protokolünde, vücut ağırlığının %7,5'i yüke karşı 30-sn süren yüklenme, 10 saniyelik üç yüklenme kümesine ayrıldı. Üç yüklenme kümesi arasında 10 saniye süren kısa bir toparlanma arası uygulandı. Katılımcılar, 4 defa 10-sn y + 10-sn t + 10-sn y + 10-sn t + 10-sn y tekrarını uyguladılar (4 × 10-sn y + 10-sn t + 10-sn y + 10-sn t + 10-sn y). Her 10-sn y + 10-sn t + 10-sn y + 10-sn t + 10-sn y tekrarı tamamlandıktan sonra 220 saniye toparlanma arası verildi. Katılımcılar hem 10-sn süren toparlanma periyodunda hem de 220-sn süren toparlanma periyodunda yüksüz dirence karşı 50 rpm'de pedal çevirdiler.

3.8.2. SİT Protokollerinden Elde Edilen Mekanik Güç Göstergeleri ve Toplam Yapılan İş

SİT protokolleri sonucunda anaerobik güç ve kapasite performansı ile ilişkili altı farklı mekanik gösterge elde edildi. SİT protokolü içerisindeki her yüklenme tekrarı için mekanik göstergeler hesaplandı. Bu mekanik göstergelere ek olarak katılımcıların toplam yapılan iş miktarı her SİT protokolü için ayrı şekilde belirlendi. Bunlar sırasıyla aşağıda detaylı olarak belirtilmiştir.

- i. Yüklenme sırasında herhangi bir zaman dilimi içerisinde elde edilen en yüksek güç çıktısı olarak tanımlanan ZG (Dotan, R. and Bar-Or 1983),
- ii. Yüklenme sırasında elde edilen güç çıktıının ortalaması olarak kabul edilen OG (Dotan, R. and Bar-Or 1983),
- iii. Yüklenme boyunca herhangi bir zaman dilimi içerisinde elde edilen en düşük mekanik güç olarak tanımlanan MG (Ozkaya et al., 2018),

iv. Yükleme süresince ZG çıktısı ve MG çıktısının arasındaki fark olarak tanımlanan güç kaybı (GK) (Ozkaya et al., 2018),

v. Yükleme sırasında herhangi bir zaman diliminde en yüksek pedal devir hızı olarak kabul edilen maksimal kadans ($kadans_{maks}$) (Ozkaya et al., 2018),

vi. Yükleme sırasında ZG çıktısı ile MG arasındaki farkın ZG değerine yüzdelik oranı yorgunluk indeksi (Yİ) olarak tanımlandı. Yİ belirtilen formülle hesaplandı: $Yİ = [(ZG - MG) / ZG] \times 100$ (Vandewalle et al., 1987).

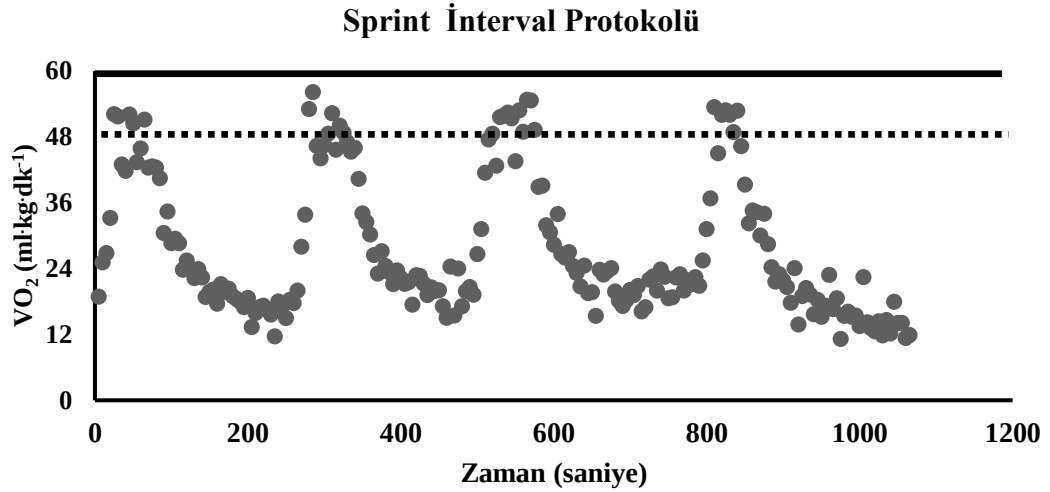
ZG, OG, MG, GK ve $kadans_{maks}$ bisiklet ergometresinin yazılımı (Anaerobic Test Software; Monark Exercise) ile otomatik olarak hesaplandı. Toplam yapılan iş miktarı ($OG \times$ yükleme süresi) kilojoule (kJ) olarak hesaplandı.

3.8.3. Oksijen Tüketimi ve Nabız Yanıtlarının Maksimal ve Zirve Düzeylerinin Belirlenmesi

Kademeli test ve SİT protokolleri sırasındaki nefesten nefese alınan $\dot{V}O_2$ ve nabız yanıtları beş saniyelik ortalamalara çevrildi. Kademeli test sırasında $\dot{V}O_2$ ve nabız verilerine ait en yüksek hareketli 30 saniye ortalamalar sırasıyla $\dot{V}O_{2maks}$ ve $nabız_{maks}$ olarak kabul edildi. SİT protokollerinin her biri için en yüksek $\dot{V}O_2$ ve nabız verilerinin zirve düzeyleri en yüksek hareketli 10 saniye ortalamalar temel alınarak hesaplandı ve sırasıyla $\dot{V}O_{2pik}$ ve $nabız_{pik}$ olarak kabul edildi. SİT protokollerinde yükleme periyotlarından elde edilen en yüksek $\dot{V}O_2$ yanıtı $\dot{V}O_{2pik@yükleme}$ ve toparlanma periyotlarından elde edilen en yüksek $\dot{V}O_2$ yanıtı $\dot{V}O_{2pik@toparlanma}$ olarak tanımlandı.

3.8.4. SİT Protokolleri Sırasında Maksimal Oksijen Tüketiminin Yüksek Düzeylerinde Geçirilen Zamanın Hesaplanması

$\dot{V}O_{2maks}$ 'ın %80 ve üzerinde geçirilen zamanı hesaplayabilmek için SİT protokolleri içerisindeki $\dot{V}O_{2maks}$ 'ın %80 ve üzerindeki 5 saniyelik zamanlar toplanarak geçirilen toplam zaman hesaplandı (Alp et al., 2022; Qingde Shi et al., 2018). Kademeli testlerden elde edilen $\dot{V}O_{2maks}$ düzeyinin %80 ve üzerinde geçirilen zaman her bir SİT protokolü için hesaplandı (Şekil 3.1).



Şekil 3.1. Bir katılımcının sprint interval protokolü sırasında $\dot{V}O_{2maks}$ 'ın %80 ve üzerinde geçirdiği zamanın analizi. Düz çizgi katılımcının $\dot{V}O_{2maks}$ düzeyini ($60,0 \text{ mL} \cdot \text{dk}^{-1} \cdot \text{kg}^{-1}$) ve kesik çizgi katılımcın $\dot{V}O_{2maks}$ düzeyinin %80'ini ($48,0 \text{ mL} \cdot \text{dk}^{-1} \cdot \text{kg}^{-1}$) göstermektedir.

3.8.5. SİT Protokolleri Sırasında Toplam Oksijen Tüketim Miktarının Hesaplanması

SİT protokolleri içerisindeki 5 saniyelik zaman periyotları toplanarak toplam $\dot{V}O_2$ miktarı litre cinsinden belirlendi. SİT protokollerinde yüklenme periyotlarından elde edilen toplam $\dot{V}O_2$ miktarı $\dot{V}O_{2toplam@yüklenme}$, toparlanma periyotlarından elde edilen toplam $\dot{V}O_2$ miktarı $\dot{V}O_{2toplam@toparlanma}$, tüm SİT protokolü boyunca (hem yüklenme hem de toparlanma) $\dot{V}O_{2toplam@tümegzersiz}$ olarak kabul edildi.

3.8.6. SİT Protokollerinden Elde Edilen Kan Laktat Yanıtlarının Belirlenmesi

Sporcuların istirahat kan örnekleri, standardize edilmiş ısınmaya başlamadan hemen önce, SİT protokollerine verilen laktat yanıtları SİT oturumu tamamlandıktan sonra 1., 3. ve 5. dakikada parmaktan alındı (Beneke et al., 2002). Kan alımları sırasında sporcuların ve araştırmacıların olası sağlık risklerine karşı korunmaları için gerekli önlemler alındı. Sporculardan toplanan kan numuneleri Biyokimya laboratuvarında analiz edildi. SİT protokolü sonrası 1., 3. ve 5. dakikalardaki kan laktat değerlerinin en yükseği maksimal kan laktat düzeyi olarak kabul edildi. Maksimal kan laktat düzeyi ile istirahat kan laktat düzeyinden elde edilen fark delta kan laktatı olarak kaydedildi.

3.9. Algılanan Zorluk Düzeyinin Puanlanması ve Egzersiz Tercih

Sıralaması

AZD, SİT protokolleri içerisinde her yüklenme sonrası ve yüklenmeye başlamadan hemen önce katılımcılara soruldu ve kaydedildi. Egzersiz tercih sıralaması üç SİT protokolü tamamlandıktan sonra katılımcılardan en iyiden en kötüye doğru tercih sıralamaları alındı.

3.10. İstatistiksel Analiz

Verilerin normallik testi shapiro-wilk ile sınıandı. Değişkenler arasındaki farklılıklar tekrarlı ölçümler ANOVA (LSD) analiziyle belirlendi. Alfa değeri $p < 0,05$ olarak kabul edildi. Değişkenler arasındaki farklılıkların etki büyüklüğü (EB) Cohen d'sine göre hesaplandı. Cohen d'sine ait sınıflandırmaya göre; 0,2 değeri: önemsiz; 0,2-0,5 arasındaki değer: düşük; 0,5-0,8 arasındaki değer: orta ve $> 0,8$ değeri: geniş etki olarak sınıflandırıldı (Cohen, 1988). Ortalamalar arasındaki fark için %95 güven aralığı (%95 GA) uygulandı (Wassertheil and Cohen, 1970).

4. BULGULAR

4.1. Nabız, Oksijen Tüketimi ve Kan Laktat Yanıtları

4.1.1. Nabız Yanıtları

Uygulanan üç SİT protokolünden elde edilen nabız_{pik} yanıtları istatistiksel olarak birbirine benzer düzeyde elde edildi ($p=0,054-0,394$; $EB=0,25-0,62$) (Tablo 4.1). SİT30 (Nabız_{maks} ve SİT30 için $p=0,000$; $EB=1,73$; %95 GA= 9,44 ve 20,4), SİT15 (Nabız_{maks} ve SİT15 için $p=0,000$; $EB=1,63$; %95 GA= 7,99 ve 18,1) ve SİT10 (Nabız_{pik} ve SİT10 için $p=0,000$; $EB=1,58$; %95 GA= 8,33 ve 19,5) protokollerinden elde edilen nabız_{pik} yanıtları kademeli testten elde edilen nabız_{maks} ($195\pm10,9$ atım $\cdot$ dk⁻¹) düzeyinden anlamlı düzeyde daha düşüktü.

4.1.1.1. En Yüksek Oksijen Tüketim Yanıtları

SİT30, SİT15 ve SİT10 protokollerinden elde edilen $\dot{V}O_{2pik}$ sırasıyla, $\dot{V}O_{2maks}$ 'ın ($\dot{V}O_{2maks}$: $53,2\pm6,05$ ml $\cdot$ kg $\cdot$ dk⁻¹) %87,4'ü ($\dot{V}O_{2maks}$ ve SİT30 için $p=0,007$; $EB=0,96$; %95 GA= 2,28 ve 11,1), %97,6'sı ($\dot{V}O_{2maks}$ ve SİT15 için $p=0,595$; $EB=0,16$; %95 GA= -3,74 ve 6,22) ve %95,8'ine ($\dot{V}O_{2maks}$ ve SİT10 için $p=0,171$; $EB=0,42$; %95 GA= -1,12 ve 5,61) karşılık geldi. SİT protokolleri arasındaki en düşük $\dot{V}O_{2pik}$ yanıtı, SİT30 protokolünden elde edilirken (SİT30'a karşı SİT15 için; $p=0,012$; $EB=-0,87$; %95 GA= -9,41 ve -1,46 ve SİT30'a karşı SİT10 için; $p=0,039$; $EB=-0,68$; %95 GA= -8,58 ve -0,28) en yüksek $\dot{V}O_{2pik}$ yanıtı, SİT15 ve SİT10 protokollerinden elde edildi (SİT15'e karşı SİT10 için; $p=0,622$; $EB=-0,96$; %95 GA= 2,28 ve 11,1) (Tablo 4.1).

SİT30, SİT15 ve SİT10 protokollerinin yüklenme periyotlarından elde edilen $\dot{V}O_{2pik@yüklenme}$ yanıtları istatistiksel olarak birbirine benzer olmasına rağmen ($p=0,052-0,582$; $EB=0,16-0,63$) toparlanma periyotlarından elde edilen en düşük $\dot{V}O_{2pik@toparlanma}$ yanıtı, SİT30 protokolünden (SİT30'a karşı SİT15: $p=0,003$; $EB=1,07$; %95 GA= -11,9 ve -3,03 ve SİT30'a karşı SİT10: $p=0,008$; $EB=0,93$, %95 GA= -9,96 ve -1,90) en yüksek $\dot{V}O_{2pik@toparlanma}$ yanıtı ise SİT15 ve SİT10 protokollerinden elde edildi (SİT15'e karşı SİT10: $p=0,563$; $EB=0,17$, %95 GA= -4,08 ve 7,11) (Tablo 4.1). SİT protokollerinin kendi içerisindeki $\dot{V}O_{2pik@yüklenme}$ ve $\dot{V}O_{2pik@toparlanma}$ yanıtları karşılaştırıldığında SİT15 protokolüne ait $\dot{V}O_{2pik@yüklenme}$ ve $\dot{V}O_{2pik@toparlanma}$ yanıtları (SİT15 protokolünde $\dot{V}O_{2pik@yüklenme}$ 'ye karşı $\dot{V}O_{2pik@toparlanma}$: $p=0,897$; $EB=0,04$; %95 GA= -3,75

ve 3,32) ve SİT10 protokolüne ait $\dot{V}O_{2pik}@yüklenme$ ve $\dot{V}O_{2pik}@toparlanma$ düzeyleri (SİT10 protokolünde $\dot{V}O_{2pik}@yüklenme$ 'ye karşı $\dot{V}O_{2pik}@toparlanma$: $p=0,997$; $EB=0,0003$; %95 GA= -2,73 ve 2,72) istatistiksel olarak birbirine benzer iken SİT30 protokolünde $\dot{V}O_{2pik}@yüklenme$ yanıtı, $\dot{V}O_{2pik}@toparlanma$ yanıtından istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha yüksekti (SİT30 protokolünde $\dot{V}O_{2pik}@yüklenme$ 'ye karşı $\dot{V}O_{2pik}@toparlanma$: $p=0,002$; $EB=1,15$, %95 GA= 1,60 ve 5,50) (Tablo 4.1).

4.1.1.2. Maksimal Oksijen Tüketiminin Yüksek Düzeyinde Geçirilen Zaman

SİT protokollerinden elde edilen $\dot{V}O_{2maks}$ 'ın %80 ve üzerinde geçirilen zaman, SİT30'a kıyasla SİT15 (SİT30'a karşı SİT15: $p=0,008$; $EB=0,93$; %95 GA= -81,8 ve -15,6) ve SİT10 (SİT30'a karşı SİT10: $p=0,013$; $EB=0,86$; %95 GA= -60,8 ve -9,15) protokolünde anlamlı düzeyde daha uzundu (Tablo 4.1). SİT15 ve SİT10 protokollerinden elde edilen $\dot{V}O_{2maks}$ 'ın %80 ve üzerinde geçirilen zamanlar istatistiksel olarak birbirine benzer düzeydeydi (SİT15'e karşı SİT10: $p=0,408$; $EB=0,25$; %95 GA= -21,2 ve 48,9) (Tablo 4.1). Ek olarak, $\dot{V}O_{2maks}$ 'ın %80 ve üzerinde geçirilen zamanın yüklenme süresine oranı incelendiğinde SİT30, SİT15 ve SİT10 için sırasıyla $23,3\pm23,7$, $63,9\pm30,7$ ve $52,4\pm38,5$ 'ine karşılık geldi (Tablo 4.1).

4.1.1.3. Toplam Tüketilen Oksijen Miktarı

SİT protokollerinin yüklenme periyotlarından elde edilen $VO_{2toplam}@yüklenme$ miktarları karşılaştırıldığında istatistiksel olarak birbirine benzer düzeydeydi ($p=0,427-0,799$; $EB=0,07-0,23$) (Tablo 4.1). Toparlanma periyotlarından elde edilen $VO_{2toplam}@toparlanma$ miktarları en yüksek SİT15 protokolünden (SİT15'e kıyasla SİT10 için $p=0,031$; $EB=0,71$, %95 GA= 1,94 ve 33,8) en düşük ise SİT30 protokolünden (SİT30'a kıyasla SİT15 için $p=0,000$; $EB=3,76$, %95 GA; -118 ve -84; SİT30'a kıyasla SİT10 için $p=0,015$; $EB=0,83$, %95 GA=-41,6 ve -5,60) elde edildi (Tablo 4.1). SİT protokollerinden elde edilen $VO_{2toplam}@tümegzersiz$ düzeyleri karşılaştırıldığında SİT15 protokolü, SİT30 ve SİT10 protokollerine kıyasla sırasıyla %14 (SİT30'a kıyasla SİT15 için $p=0,000$; $EB=1,56$, %95 GA; -61,1 ve -25,8; SİT30'a kıyasla SİT10 için $p=0,030$; $EB=0,72$, %95 GA=-45,5 ve -2,90) ve %6

(SİT15'e kıyasla SİT10 için $p=0,047$; $EB=0,64$, %95 $GA= 0,25$ ve $38,3$) kadar daha yüksekti (Tablo 4.1).

Tablo 4.1. Sprint interval protokollerine verilen fizyolojik yanıtlar

Değişken	SİT30	SİT15	SİT10
$Nabı_{pik}$ (atım $\cdot$ dk $^{-1}$)	180 $\pm$ 8,1	182 $\pm$ 9,56	181,0 $\pm$ 8,76
$\dot{V}O_{2pik}$ (ml $\cdot$ kg $\cdot$ dk $^{-1}$)	46,5 $\pm$ 6,55 ^b	51,9 $\pm$ 4,78 ^a	50,9 $\pm$ 5,63 ^a
$\dot{V}O_{2pik}@yüklenme$ (ml $\cdot$ kg $\cdot$ dk $^{-1}$)	46,1 $\pm$ 6,53	49,75 $\pm$ 5,63	48,4 $\pm$ 6,62
$\dot{V}O_{2pik}@toparlanma$ (ml $\cdot$ kg $\cdot$ dk $^{-1}$)	42,5 $\pm$ 6,63 ^b	50,0 $\pm$ 5,03 ^a	48,5 $\pm$ 8,10 ^a
$\dot{V}O_{2topl}@yüklenme$ (L)	57,4 $\pm$ 7,65	59,3 $\pm$ 6,28	57,9 $\pm$ 5,76
$\dot{V}O_{2topl}@toparlanma$ (L)	219 $\pm$ 26,3 ^b	260 $\pm$ 33,0 ^b	243 $\pm$ 31,3 ^b
$\dot{V}O_{2topl}@tümegzersiz$ (L)	276 $\pm$ 31,9 ^b	320 $\pm$ 38,7 ^b	300 $\pm$ 36,0 ^b
$\dot{V}O_{2maks}$ 'ın %80 ve üzerinde geçirilen zaman (saniye)	27,9 $\pm$ 28,4 ^b	76,6 $\pm$ 36,8 ^a	62,9 $\pm$ 46,1 ^a
$\dot{V}O_{2maks}$ 'ın %80 ve üzerinde geçirilen relatif zaman (%)	%23,3 $\pm$ 23,7 ^b	%63,9 $\pm$ 30,7 ^a	%52,4 $\pm$ 38,5 ^a

^a istatistiksel olarak diğerlerinden anlamlı düzeyde daha yüksek; ^b istatistiksel olarak diğerlerinden anlamlı düzeyde farklı

SİT30 protokolünün her tekrara ait yüklenme ve toparlanma kısımlarının en yüksek $\dot{V}O_2$ yanıtları Tablo 4.2'de belirtilmiştir. SİT30 protokolünde ilk tekrara ait yüklenme ve toparlanma periyotlarından elde edilen en yüksek $\dot{V}O_2$ yanıtları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark yoktu (Tablo 4.2) ancak diğer tekrarlara ait yüklenmeye ait $\dot{V}O_2$ yanıtları toparlanmaya ait $\dot{V}O_2$ yanıtlarından istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha yüksekti ($p=0,001-0,009$; $EB= 0,92-1,36$) (Tablo 4.2).

Tablo 4.2. SİT30 protokolünde her tekrara ait yüklenme ve toparlanma kısımlarından elde edilen en yüksek $\dot{V}O_2$ yanıtları

Tekrar	Yüklenme	Toparlanma	P değeri	EB değeri	%95 GA
1. tekrar	39,6 $\pm$ 6,57	37,3 $\pm$ 5,39	0,173	0,42	-1,20 ve 5,92
2. tekrar	45,3 $\pm$ 9,61	38,3 $\pm$ 8,20	0,001	1,36	3,73 ve 10,3
3. tekrar	44,3 $\pm$ 7,07	37,0 $\pm$ 6,90	0,009	0,92	2,25 ve 12,3
4. tekrar	42,2 $\pm$ 8,19	34,7 $\pm$ 6,51	0,006	0,99	2,67 ve 12,3

SİT15 protokolünde her tekrardaki kümelerin yüklenme ve toparlanma periyotlarından elde edilen en yüksek $\dot{V}O_2$ yanıtları Tablo 4.3'te gösterilmiştir. SİT15 protokolünün 1., 2. ve 3. tekrarlarının 1. kümesindeki toparlanma periyodundan elde edilen en yüksek $\dot{V}O_2$ yanıtları yüklenme periyodundan elde edilen en yüksek $\dot{V}O_2$ yanıtlarından istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha yüksek iken 1., 2., 3. ve 4. tekrarların 2. kümesindeki yüklenmelerin periyodundan elde edilen $\dot{V}O_2$ yanıtları

toparlanma periyodundan elde edilen en yüksek $\dot{V}O_2$ yanıtlarından istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha yüksekti (Tablo 4.3).

Tablo 4.3. SİT15 protokolünde her tekrardaki kümelerin yüklenme ve toparlanma periyotlarından elde edilen en yüksek $\dot{V}O_2$ yanıtlarının karşılaştırılması

Tekrar	Küme	Yüklenme	Toparlanma	P değeri	EB değeri	%95 GA
1	1	32,0±6,34	43,2±7,89	0,000	1,43	-16,1 ve -6,20
	2	43,5±5,38	39,7±6,56	0,010	0,90	1,10 ve 6,50
2	1	39,8±5,23	45,1±4,65	0,035	0,70	-10,05 ve -0,45
	2	45,8±6,72	40,7±6,55	0,015	0,83	1,19 ve 8,81
3	1	39,8±5,77	47,0±6,36	0,001	1,21	-11,0 ve 3,45
	2	46,4±7,22	40,3±6,88	0,001	1,36	3,30 ve 9,06
4	1	41,1±6,73	44,3±8,19	0,200	0,39	-8,50 ve 2,0
	2	44,4±7,82	39,7±7,36	0,003	1,1	1,99 ve 7,45

SİT10 protokolünde her tekrardaki kümelerin yüklenme ve toparlanma periyotlarından elde edilen en yüksek $\dot{V}O_2$ yanıtları Tablo 4.4'te gösterilmiştir. Yüklenmeye ait en yüksek $\dot{V}O_2$ yanıtının toparlanmaya ait en yüksek $\dot{V}O_2$ yanıtından yüksek olduğu küme sadece 1. tekrarın 2. kümesinde iken toparlanmaya ait en yüksek $\dot{V}O_2$ yanıtının yüklenmeye ait en yüksek $\dot{V}O_2$ yanıtından yüksek olduğu küme sadece 2. tekrarın 1. kümesine aitti. Diğer tekrarlara ait kümelerdeki yüklenme ve toparlanmaya ait en yüksek $\dot{V}O_2$ yanıtları istatistiksel olarak birbirine benzerdi (Tablo 4.4).

Tablo 4.4. SİT10 protokolünde her tekrardaki kümelerin yüklenme ve toparlanma kısımlarından elde edilen en yüksek $\dot{V}O_2$ yanıtlarının karşılaştırılması

Tekrar	Küme	Yüklenme	Toparlanma	P değeri	EB değeri	%95 GA
1	1	36,0±6,78	36,2±8,21	0,942	0,02	-7,09 ve 6,63
	2	42,5±5,46	38,4±7,35	0,021	0,78	0,75 ve 7,43
	3	37,6±9,10	35,7±7,19	0,188	0,41	-1,09 ve 4,95
2	1	34,7±7,37	42,8±8,92	0,041	0,67	-15,7 ve -0,37
	2	43,7±7,23	40,9±6,25	0,147	0,45	-1,16 ve 6,79
	3	42,4±6,25	40,7±6,66	0,207	0,39	-1,13 ve 4,66
3	1	36,3±4,55	42,7±9,93	0,051	0,63	-12,73 ve 0,04
	2	42,8±7,62	42,4±5,44	0,801	0,07	-3,08 ve 3,90
	3	39,0±6,94	39,4±7,39	0,772	0,09	-3,76 ve 2,87
4	1	38,3±5,13	38,6±6,08	0,829	0,06	-2,92 ve 2,39
	2	42,6±7,59	42,3±8,07	0,864	0,05	-4,12 ve 4,83
	3	37,6±4,90	36,6±6,76	0,608	0,15	-3,29 ve 5,36

Üç SİT protokolünün kendi içerisinde her tekrara ait yüklenme ve toparlanma kısımlarından elde edilen en yüksek $\dot{V}O_2$ yanıtları Tablo 4.5'de gösterilmiştir. SİT15

ve SİT10 protokollerinde tekrarların her biri sırasıyla iki ve üç kümeye bölünmesine rağmen tek bir tekrar olarak kabul edilerek en yüksek $\dot{V}O_2$ yanıtları belirtilmiştir.

Tablo 4.5. SİT protokollerinin her tekrarındaki yüklenme ve toparlanma kısımlarından elde edilen en yüksek $\dot{V}O_2$ yanıtları

Tekrar	SİT30		SİT15		SİT10	
	Yüklenme	Toparlanma	Yüklenme	Toparlanma	Yüklenme	Toparlanma
1	39,6±6,57	37,3±5,39	44,3±4,60	45,5±5,66 ^a	43,8±5,95	40,4±5,66
2	45,3±9,61	38,3±8,20 ^b	46,4±6,83	46,1±3,20	45,4±6,90	44,6±7,64
3	44,3±7,07	37,0±6,90 ^c	47,3±6,16	47,2±6,55	43,4±7,58	45,8±8,16
4	42,2±8,19 ^e	34,7±6,51 ^d	47,7±6,63 ^e	45,6±6,87	43,8±6,74	43,5±7,0

^a SİT protokollerinin 1. toparlanmalarına ait $\dot{V}O_2$ yanıtlarında SİT15 protokolü diğer protokollerden istatistiksel olarak anlamlı düzeyde farklı; ^b SİT protokollerinin 2. toparlanmalarına ait $\dot{V}O_2$ yanıtlarında SİT30 protokolü diğer protokollerden istatistiksel olarak anlamlı düzeyde farklı; ^c SİT protokollerinin 3. toparlanmalarına ait $\dot{V}O_2$ yanıtlarında SİT30 protokolü diğer protokollerden istatistiksel olarak anlamlı düzeyde farklı; ^d SİT protokollerinin 4. toparlanmalarına ait $\dot{V}O_2$ yanıtlarında SİT30 protokolü diğer protokollerden istatistiksel olarak anlamlı düzeyde farklı; ^e SİT protokollerinin 4. yüklenmelerine ait $\dot{V}O_2$ yanıtları sadece SİT30 ve SİT15 arasında istatistiksel olarak anlamlı düzeyde farklı

4.1.2. Kan Laktat Yanıtları

SİT protokolleri öncesinde ve sonrasında elde edilen kan laktat yanıtları Tablo 4.6'da gösterilmektedir. Üç SİT protokolünden elde edilen istirahat laktatı (üç SİT protokolü için; $p=0,689-0,857$; $EB=0,053-0,12$), delta laktat yanıtları (üç SİT protokolü için; $p=0,266-0,763$; $EB=0,09-0,34$) ve maksimum laktat yanıtları (üç SİT protokolü için; $p=0,273-0,773$; $EB=0,08-0,33$) bakımından birbirine benzer düzeydeydi (Tablo 4.6).

Tablo 4.6. Sprint interval protokollerinden elde edilen istirahat, delta ve maksimal laktat yanıtları

Değişken	SİT30	SİT15	SİT10
İstirahat laktat ($\text{mmol}\cdot\text{L}^{-1}$)	1,40±0,25	1,40±0,27	1,41±0,26
Delta Laktat ($\text{mmol}\cdot\text{L}^{-1}$)	15,0±3,22	15,2±2,49	15,7±3,42
Maksimal Laktat ($\text{mmol}\cdot\text{L}^{-1}$)	16,4±3,08	16,6±2,39	17,1±3,28

4.2. Algılanan Zorluk Düzeyinin Puanlanması ve Egzersiz Tercih Sıralaması

4.2.1. Algılanan Zorluk Düzeyinin Puanlanması

Hem yüklenme (Üç SİT protokolü arasındaki $p=0,187-1$; $EB=0,0-0,40$) hem de toparlanma (Üç SİT protokolü arasındaki $p=0,405-0,906$; $EB=0,03-0,25$) periyotlarından elde edilen algılanan zorluk düzeylerinin ortalamaları bakımından protokoller arasında herhangi bir istatistiksel farklılık yoktu ve birbirine benzer düzeylerdeydi (Tablo 4.7).

4.2.2. Egzersiz Tercih Sıralaması

SİT protokollerine ait egzersiz tercih sıra ortalamaları istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermedi ($p=0,560-0,658$; $EB=0,13-0,17$) (Tablo 4.7). Katılımcılar, tüm SİT protokollerini bitirdikten sonra en iyiden (1) en kötüye (3) doğru sıraladıklarında 12 katılımcının 6'sı SİT10'u, 5'i SİT30'u ve 1'i SİT15'i birinci tercihi olarak, 10'u SİT15'i ve 2'si SİT10'u ikinci tercihi olarak, 7'si SİT30'u, 1'i SİT15'i ve 4'ü SİT10'u üçüncü tercih olarak belirtti (Tablo 4.7).

Tablo 4.7. Üç SİT protokolünün dört tekrarın ortalamasından elde edilen algılanan zorluk düzeylerinin puanlanması ve egzersiz tercih sıralamaları

Değişken	SİT30	SİT15	SİT10
AZD _{yüklenme}	17,3±1,52	16,7±1,51	16,7±1,32
AZD _{toparlanma}	12,7±2,12	12,6±2,97	12,4±1,92
Egzersiz tercih sıra ortalaması	2,16±1,02	2,0±0,42	1,83±0,93
1. tercih kişi sayısı	5	1	6
2. tercih kişi sayısı	-	11	1
3. tercih kişi sayısı	7	-	5

4.3. Mekanik Güç Göstergeleri

4.3.1. Zirve Güç Çıktısı

SİT30 protokolünden elde edilen ZG değeri, SİT15 ve SİT10'dan elde edilenlere kıyasla sırasıyla %5 ($p=0,001$; $EB=1,38$; %95 GA= -50,2 ve -18,6) ve %7,5 ($p=0,001$; $EB=1,29$; %95 GA= -81,7 ve -27,8) kadar anlamlı düzeyde daha düşüktü. SİT15'e kıyasla SİT10 protokolünden %2,5 ($p=0,084$; $EB=0,55$; %95 GA= -44,0 ve 3,24) kadar daha yüksek ZG değeri elde edilmesine rağmen bu istatistiksel olarak anlamlı değildi (Tablo 4.8).

4.3.2. Ortalama Güç Çıktısı

SİT10 protokolünden elde edilen OG, SİT15'den %2,5 ($p=0,002$; $EB=1,20$; %95 GA= 6,45 ve 21), SİT30'dan %5 ($p=0,002$; $EB=1,15$; %95 GA= 11,2 ve 38,7) oranında daha yüksekti. SİT15, SİT30'a kıyasla %2,5 ($p=0,078$; $EB=0,56$; %95 GA=

-1,51 ve 24) kadar daha yüksek OG değerine sahip olmasına rağmen bu fark anlamlı değildi (Tablo 4.8).

4.3.3. Minimum Güç Çıktısı

MG parametresine bakıldığında SİT10 protokolü hem SİT30 ($p=0,000$; $EB=3,70$; $\%95\ GA= -160$ ve 226) hem de SİT15 ($p=0,000$; $EB=3,43$; $\%95\ GA= -155$ ve -226) protokolünden $\sim\%40$ daha yüksekti. SİT30 ve SİT15 protokollerinden elde edilen MG değerleri birbirine benzer düzeydeydi ($p=0,793$; $EB=0,077$; $\%95\ GA= -21,7$ ve $17,0$) (Tablo 4.8).

4.3.4. Güç Kaybı

SİT10 protokolüne ait GK değeri SİT30 ($p=0,000$; $EB=1,99$; $\%95\ GA= -182$ ve 94) ve SİT15 ($p=0,000$; $EB=2,43$; $\%95\ GA= -215$ ve 126) protokollerinden elde edilenlerden sırasıyla $\%40$ ve $\%36$ oranında daha yüksekti (Tablo 4.8).

4.3.5. Yorgunluk İndeksi

Yİ parametresi incelendiğinde, SİT10 protokolü SİT30 (SİT10'a karşı SİT30 için $p=0,000$; $EB=3,0$; $\%95\ GA= -27,7$ ve $-18,1$) ve SİT15 (SİT10'a karşı SİT15 için $p=0,000$; $EB=2,88$; $\%95\ GA= -30,5$ ve $-19,4$) protokollerine kıyasla en düşük Yİ oranını verirken SİT30 ve SİT15 protokolü en yüksek Yİ oranını verdi ve SİT30 ve SİT15 protokolleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık yoktu (SİT30'a karşı SİT15 için $p=0,197$; $EB=0,40$; $\%95\ GA= -5,38$ ve $1,24$) (Tablo 4.8).

4.3.6. Maksimal Kadans

$Kadans_{maks}$ değeri en yüksek SİT15 ve SİT10 protokolünden elde edilirken (SİT15'e karşı SİT10 için $p=0,000$; $EB=0,15$; $\%95\ GA= -3,67$ ve $-2,28$) en düşük SİT30 (SİT30'a karşı SİT15 için $p=0,000$; $EB=1,70$; $\%95\ GA= -5,90$ ve $-2,69$; SİT30'a karşı SİT10 için $p=0,012$; $EB=0,87$; $\%95\ GA= -8,66$ ve $-1,32$) protokolünden elde edildi (Tablo 4.8).

4.3.7. Toplam Yapılan İş

SİT10 protokolünden SİT15 ve SİT30 protokollerine kıyasla sırasıyla $\%2,57$ (SİT10'a karşı SİT15 için $p=0,002$; $EB=1,20$; $\%95\ GA= 0,77$ ve $2,51$) ve $\%4,93$ (SİT10'a karşı SİT30 için $p=0,002$; $EB=1,15$; $\%95\ GA= 1,34$ ve $4,64$) kadar daha yüksek toplam yapılan iş düzeyi elde edildi (Tablo 4.8).

Tablo 4.8. SİT protokollerindeki dört yüklenme tekrarından elde edilen mekanik güç göstergelerinin ortalaması

Değişken	SİT30	SİT15	SİT10
ZG (watt)	697±70,9	732±63,1 ^a	752±75 ^a
OG (watt)	507±35,7	518±43,3	532±44,7 ^a
MG (watt)	304±45,7	307±48,5	498±71,4 ^a
GK (watt)	393±80,1	424,80±58,1	254±75,2 ^b
Yİ (%)	55,9±7,67	57,9±5,97	33±7,72 ^b
Kadans _{maks} (rpm)	135±6,85	140±6,72 ^a	140±6,29 ^a
Toplam Yapılan İş (kj)	60,8±4,28	62,2±5,20	63,8±5,3 ^a

^a istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha yüksek; ^b istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha düşük

5. TARTIŞMA

SİT protokollerinden $\dot{V}O_{2maks}$ gelişimi için kazanılacak adaptasyonun büyüklüğü; yüksek ZG çıktısına, yüksek $\dot{V}O_{2pik}$ yanıtına ve $\dot{V}O_{2maks}$ 'ın yüksek yüzdelisinde geçirilen uzun bir zamana bağlıdır (Midgley et al., 2006; Wakefield and Glaister, 2009; Shi et al., 2018). Literatürdeki mevcut SİT protokolleri ile üç yanıtın eş zamanlı olarak elde edilebildiği bir SİT protokolün eksikliği, SİT protokollerinin halen etkinliğini ve verimliliğini artırma potansiyeline işaret etmektedir. Bu tez çalışması, daha yüksek ZG çıktısı, daha yüksek zirve oksijen tüketim ($\dot{V}O_{2pik}$) yanıtı ve $\dot{V}O_{2maks}$ 'ın yüksek düzeylerinde geçirilen zamanın uzun olmasını sağlayabilecek SİT protokolünün oluşturulabilmesini amaçlamıştır. Bu amaç doğrultusunda geleneksel SİT30 protokolüne kıyasla kümeleme yöntemi ile oluşturulan SİT15 ve SİT10 protokollerinden elde edilen aerobik ve anaerobik akut yanıtlar karşılaştırılarak aerobik güç ve kapasite gelişimi üzerine olan potansiyel etkileri değerlendirildi.

Çalışmadaki ana bulgulara göre, en yüksek ZG değeriyle tamamlanan protokol SİT15 ve SİT10 protokolleri olarak belirlendi. SİT30 protokolü, SİT15 protokolünden 35 watt (%4,8), SİT10 protokolünden ise 55 watt (%7,3) kadar daha düşük ZG değeri verdi (Tablo 4.8). ZG bulgularına benzer olarak yüksek $kadans_{maks}$ değeri, SİT15 ve SİT10 protokolünden elde edilirken en düşüğü SİT30 protokolünden elde edildi (Tablo 4.8). Bilindiği gibi, SİT tipi bir interval egzersizi sırasında ZG ve kadanstaki ani düşüş, kastaki CrP depolarındaki düşüşten kaynaklanmaktadır (Bogdanis et al., 1995 and 1996). SİT15 ve SİT10 protokollerindeki yüklenme süresinin SİT30 protokolüne kıyasla kısa olmasından dolayı ve göreceli olarak CrP depolarında daha fazla azalma olmadan 1:1 y/t oranı (SİT15 ve SİT10 protokolleri için sırasıyla 15 ve 10 saniye) ile toparlanma zamanı verilmesi CrP depolarının bir miktar rejenerasyonunu sağlayabilir. Nitekim, maksimal eforlu yüklenme sonrası ilk ~20 saniyede CrP depolarının %50'sinin rejenerasyonu sağlanmış olur (Bogdanis et al., 1995, Harris et al., 1976). Bu nedenle, mevcut çalışmada, SİT30 protokolüne kıyasla SİT15 ve SİT10 protokollerinde daha yüksek ZG ve $kadans_{maks}$ değeri elde edildiği tahmin edilebilir. CrP varlığı ve rejenerasyonu, protokoller arasındaki ZG gibi anaerobik güç ile ilişkili mekanik güç göstergelerindeki farklılıklar için olası bir açıklama sağlasa da, hücre içi inorganik

fosfat (Pi) birikimindeki farklılıklarla da açıklanabilir. Pi, sarkoplazmik retikulumdan kalsiyum salınımı üzerindeki inhibitör etkisinin bir sonucu olarak yüksek şiddetli egzersizler sırasında yorgunluğun ana nedeni olarak gösterilmektedir (Duke ve Steele, 2001; Westerblad et al., 2002; Allen et al., 2002). SİT protokolleri sırasında biriken hücre içi Pi'nin adenosin difosfat ve kreatin fosforilasyonu yoluyla uzaklaştırılması oksijene bağımlı bir süreçtir (Idstrom et al., 1985). Bu durum, SİT10 ve SİT15 protokollerinin yapısından kaynaklı olarak SİT30 protokolüne kıyasla daha yüksek ZG ve $kadans_{maks}$ değeri elde edilmesini sağlayabilir. Ayrıca, SİT10 protokolünün SİT15 protokolüne kıyasla daha sık toparlanma periyotlarına sahip olması, CrP'nin daha yüksek oranda rejenerasyonunu ve Pi'nin daha fazla uzaklaştırılmasına imkan vermesi muhtemeldir. Hazel ve arkadaşları (2010), SİT uygulamalarından kazanılan adaptasyonların tamamlanan toplam işten (antrenman hacmi) ziyade her yüklenmenin ilk saniyeleri arasındaki yüksek bir ZG düzeyinin üretilmesinin muhtemelen daha sorumlu olduğunu öne sürmüştür. Çalışmamızda SİT10 protokolünden elde edilen hem toplam yapılan iş miktarı hem de ZG çıktısı diğer protokollerden anlamlı düzeyde daha yüksekti (Tablo 4.8). Hazel ve arkadaşlarından (2010) farklı bir bulgu elde etmemizin en önemli nedeni çalışmamızdaki SİT protokol yapısından kaynaklanmaktadır.

SİT adaptasyonları için ZG ve ZG ile yüksek düzeyde ilişkili olan $kadans_{maks}$ önemli olsa da güç üretimini sürdürme becerisi ve daha az güç çıktısı kayıpları SİT protokollerinin ne kadar amacına uygun gerçekleştiği bakımından da önemlidir. Bulgularımıza göre SİT10 protokolünde, SİT30 ve SİT15'e kıyasla sırasıyla %5, %2,5 kadar daha yüksek OG değeri elde edildi. Bu bulgumuz, güç çıktısını sürdürebilme becerisi bakımından diğer SİT protokollerine kıyasla SİT10 protokolünün daha elverişli olduğunu göstermektedir. OG değerinin yanı sıra yüksek MG ve düşük GK ve düşük Yİ değerleri de güç çıktısını sürdürme becerisini yansıtan önemli mekanik güç göstergeleridir. SİT10 protokolü hem SİT15 hem de SİT30 protokolüne kıyasla sırasıyla %38 ve %39 oranında daha yüksek MG değerine sahipti. Aynı zamanda GK ve Yİ göstergeleri, SİT30 ve SİT15 protokollerine kıyasla SİT10 protokolünde oldukça anlamlı düzeyde daha düşüktü (Tablo 4.8). SİT30 protokolünde kullanılan 30 saniyelik yüklenme süresi, sprint antrenmanların da geleneksel olarak yaygın şekilde kullanılmakta ve ilk 10 saniyesi, ZG çıktısının elde edildiği periyot sonraki 20 saniye ise bu çıktının korunması için bir çaba olarak kabul

edilir (Hazell et al., 2010). İlk 10 saniyelik periyodun tamamlanmasını takiben güç çıktısını sürdürme çabalarından dolayı azalan CrP ve sonraki yüklenmelerde ZG oluşturmaya yönelik olan yapılan iş hem glikoliz hem de oksidatif fosforilasyonu yüksek düzeyde tetikler (McCartney et al., 1986; Spriet et al., 1989). Bununla birlikte 30 saniyelik maksimal eforlu bir yüklenme de ilginç olarak glikojenolizin yalnızca sprintin ilk 15 saniyesinde aktive olması ve ardından son 15 saniyede güçlü bir şekilde zayıflamasına dayalı olarak glikojenolizin aktivasyonu sonraki tekrarlanan sprintlerde inhibe edilir (Parolin et al., 1999). Bu durum, SİT30 ve kısmen SİT15 protokolünde sonraki tekrarlarda gereksiz yere glikojenolizinin aktivasyonunu azaltarak veya inhibe ederek SİT10'a kıyasla sırasıyla SİT15 ve özellikle SİT30 protokolünde oksidatif fosforilasyonu daha fazla tetikleyebilir. Bu nedenden dolayı, SİT30 ve SİT15 protokollerinin SİT10'a kıyasla daha düşük OG, daha düşük MG, yüksek GK ve yüksek Yİ elde edilmesiyle sonuçlanmasını sağlamış olabilir. Zelt ve arkadaşları (2014) çalışmalarında, 2 farklı katılımcı grubuna 4 hafta boyunca 4-6 tekrar 4,75 dakika toparlanma periyotlarıyla 15 saniyelik maksimal eforlu yüklenme ya da 4,5 dakika periyotlarıyla 30 saniyelik maksimal eforlu yüklenme uygulamış ve bir grubun azaltılmış yüklenme sürelerinden oluşan SİT protokolü uygulamasına rağmen her iki grubun ZG ve OG göstergelerinde benzer oranda pozitif gelişimler elde edilmesi (Zelt et al., 2014) bu varsayımlarımızı desteklemektedir.

SİT protokolleri sırasında yüksek ZG çıktısının yanı sıra yüksek bir $\dot{V}O_2$ yanıtı ve $\dot{V}O_{2maks}$ 'ın yüksek yüzdelerinde geçirilen zamanın da aerobik adaptasyonları tetiklemek için önemli akut yanıtlar olduğu bilinmektedir (Midgley et al., 2006; Wakefield and Glaister, 2009; Qingde Shi et al., 2018). Mevcut çalışma bulgularında, SİT protokollerinden elde edilen en yüksek $\dot{V}O_{2pik}$ yanıtları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edildi (Tablo 4.1). SİT15 ve SİT10 protokollerinde, SİT30 protokolüne kıyasla sırasıyla %10,4 ve %8,6 kadar daha yüksek $\dot{V}O_{2pik}$ yanıtları elde edildi. Diğer yandan SİT15 ve SİT10 protokollerinde $\dot{V}O_{2maks}$ 'ın %80 ve üzerinde geçirilen zaman SİT30 protokolünden sırasıyla 2,74 ve 2,25 kat daha uzundu (Tablo 4.1). 30 saniyelik yüklenme süreleri aerobik metabolizma bakımından 15 ve 10 saniyelik yüklenme sürelerine kıyasla daha baskın olmasına rağmen $\dot{V}O_{2pik}$ yanıtı ve $\dot{V}O_{2maks}$ 'a yakın düzeylerde geçirilen zaman bakımından SİT15 ve SİT10 protokolleri SİT30'a kıyasla daha başarılıydı. Bu durumun ana sebebi, SİT15 ve SİT10 protokollerinde 1:1 y/t oranları

kullanılmasından kaynaklanabilir. Çalışmamızda, SİT15 ve SİT10 protokollerinde yüklenme kümeleri arasında 1:1 oranındaki (SİT15 için 15 saniye ve SİT10 için 10 saniye ara) kısa toparlanmalar $\dot{V}O_2$ 'nin toparlanmasına izin vermeyecek kadar kısaydı. Çalışmamızdaki üç SİT protokolünün yüklenmeleri sırasında elde edilen en yüksek $\dot{V}O_{2pik}@yüklenme$ yanıtları birbirine benzer düzeyde olmasına rağmen toparlanma sırasındaki en yüksek $\dot{V}O_{2pik}@toparlanma$ yanıtları, SİT30'a kıyasla SİT15 ve SİT10 protokollerinde sırasıyla %15 ve %12,4 kadar anlamlı düzeyde daha yüksekti (Tablo 4.1). Diğer yandan, SİT30 protokolünün yüklenmeleri sırasındaki en yüksek $\dot{V}O_{2pik}@yüklenme$ yanıtı toparlanma sırasındakinden %7,8 kadar daha yüksek iken hem SİT15 hem de SİT10 protokollerinin yüklenme sırasındaki $\dot{V}O_{2pik}@yüklenme$ ve toparlanma sırasındaki $\dot{V}O_{2pik}@toparlanma$ yanıtları birbirine oldukça benzer düzeydeydi (Tablo 4.1).

Hem SİT10 hem de SİT15 yüklenme kümeleri arasındaki 10-15 saniyelik kısa toparlanma periyodunda da $\dot{V}O_2$ tüketiminin toparlanamaması ve hatta bazı toparlanma tekrarlarındaki $\dot{V}O_2$ tüketim yanıtlarının yüklenme sırasındaki $\dot{V}O_2$ tüketim yanıtlarından bile daha yüksek olması (Tablo 4.3, 4.4 ve 4.5), $\dot{V}O_{2maks}$ 'ın %80 ve üzerinde geçirilen zamanın SİT30'a kıyasla çok daha uzun olmasını açıklayabilir (Tablo 4.1). Mevcut tez çalışmamızda, üç SİT protokolünden elde edilen en yüksek $\dot{V}O_{2pik}$ yanıtlarında, SİT15 ($\dot{V}O_{2maks}$ 'ın %97,6'sı) ve SİT10 ($\dot{V}O_{2maks}$ 'ın %95,8'ine) protokolünden elde edilen $\dot{V}O_{2pik}$ yanıtları SİT30 protokolünden ($\dot{V}O_{2maks}$ 'ın %87,4'ü) sırasıyla %10,4 ve %8,6 kadar daha yüksekti (Tablo 4.1). Üç SİT protokolündeki egzersiz şiddetleri, yüklenme ve toparlanma süreleri birbirine eşitlenerek oluşturulmasına rağmen bu farklılıklar SİT15 ve SİT10 protokollerindeki yüklenme kümeleri arasındaki kısa toparlanma periyotlarının yapısından kaynaklanmaktadır. Nitekim, Hazell ve arkadaşları (2014) çalışmalarında vücut ağırlığının %10'una karşı 30 saniye maksimal eforlu yüklenmeleri 4 dakika toparlanma araları ile 4 tekrar uyguladılar. Çalışmalarında, toparlanma periyodunun ilk 30 saniyesindeki $\dot{V}O_2$ yanıtlarının yüklenme sırasındaki $\dot{V}O_2$ yanıtlarından daha yüksek olduğunu ve $\dot{V}O_{2maks}$ 'ın %88-99'a karşılık geldiğini bulgulamışlardır. (Hazell et al., 2014). Hazel ve arkadaşlarının (2014) bulguları mevcut çalışmamızda SİT30 protokolüne kıyasla SİT15 ve SİT10 protokollerinde $\dot{V}O_{2maks}$ 'ın %80 ve üzerinde geçirilen zamanın daha uzun olmasını ve daha yüksek $\dot{V}O_{2pik}$ yanıtlarını açıklayabilir

(Hazell et al., 2014). Mevcut çalışma bulgusunu destekleyebilecek bir çalışma olarak La Monica ve arkadaşları 2016 yılında, 10×6 saniye süren “maksimal eforla” pedal çevirmeye dayalı olarak 1:2 (12 saniye ara), 1:3 (18 saniye ara) ve 1:4 (24 saniye ara) yüklenme toparlanma oranlarıyla oluşturulan üç farklı SİT protokolünde 12 saniye toparlanma ile oluşturulan SİT uygulamasının 18 saniye ve 24 saniye toparlanma ile oluşturulan protokollere kıyasla toparlanma sırasındaki $\dot{V}O_2$ yanıtları sırasıyla %12 ve %20 daha yüksek elde edilmiştir (La Monica et al., 2016). Çalışmalarında 1:2 y/t oranı ile oluşturulan SİT protokolü aerobik adaptasyonlar için önemli akut yanıtlar (toparlanma periyodundaki $\dot{V}O_2$ yanıtı) sağlarken anaerobik kapasitedeki adaptasyonlar için önemli akut yanıtlardan olan toplam yapılan iş ve OG en düşük 1:2 y/t ile oluşturulan SİT uygulamasından elde edilmiştir (La Monica et al., 2016). Toplam yapılan iş ve OG değerinin diğer protokollerine kıyasla düşük olmasının sebebi 1:2 y/t oranlarının CrP rejenerasyonu ve Pi'nin uzaklaştırılması için yeterli bir süre olmamasından kaynaklanmış olabilir. Benzer şekilde, Shi ve arkadaşları da (2018), 40 tekrarlı 6 saniye süren “maksimal eforlu” yüklenmeleri 1:2,5 (15 saniye ara), 1:5 (30 saniye ara) ve 1:10 (60 saniye ara) y/t oranları ile uygulayarak farklı toparlanma sürelerinin etkinliğini incelemiştir (Shi, et al., 2018). Araştırmacılar bulgularında toparlanma süresi kısaldıkça, $\dot{V}O_{2maks}$ 'ın %80 ve üzerinde geçirilen zamanın arttığını ve ZG ile OG göstergelerinde ise düşüşlerin daha fazla olduğunu ortaya koymuştur (Shi, et al., 2018). Diğer yandan, Hazell ve arkadaşları (2010), SİT protokollerini karşılaştırdığı çalışmada 4 dakika toparlanma aralıklarıyla 4 adet 10 saniyelik sprint ve 4 adet 30 saniyelik sprint protokollerinin $\dot{V}O_{2maks}$ düzeyini geliştirmede benzer düzeyde etkili olduğunu göstermiştir (Hazell et al., 2010). Çalışmalarında, 30 saniyelik SİT protokolü aerobik metabolizma bakımından 10 saniyelik SİT protokolüne kıyasla çok daha baskın olmasına rağmen $\dot{V}O_{2maks}$ düzeyinde benzer kazanımlar sağlamasındaki ana sebebin 10 saniyelik SİT protokolünün daha yüksek ZG çıktısı üretebilmesinden kaynaklandığını öne sürmüşlerdir. Zelt ve arkadaşları da (2014) iki farklı katılımcı grubuna 4 hafta boyunca 4-6 tekrar boyunca 4,75 dk aralar ile 15 saniyelik maksimal eforlu yüklenme ya da 4,5 dk aralar ile 30 saniyelik maksimal eforlu yüklenme uygulamıştır (Zelt et al., 2014). 15 saniyelik yüklenme grubunun yüklenme süresi 30 saniyelik yüklenmeye kıyasla oldukça kısa olmasına rağmen 4 haftanın sonunda ön test sonuçlarına kıyasla $\dot{V}O_{2maks}$ düzeyinde, %8'e karşı %5 kadar anlamlı düzeyde

gelişimler elde edildi. Bu çalışma sonuçlarıyla, SİT protokollerinden elde edilen adaptasyonlar tamamlanan toplam işten ziyade her yüklenme tekrarının ilk 10 saniye sırasında en yüksek ZG çıktısı üretilmesinin daha fazla sorumlu olduğu net olarak anlaşılmaktadır (Hazell et al., 2010). SİT'in mitokondriyal biyogenezin güçlü bir düzenleyicisi olan peroksisom proliferatör-aktive edici reseptör-koaktivatör-1a'yı (PGC-1 α) arttırdığı gösterilmiştir (Burgomaster et al., 2008; Gibala et al., 2009). SİT protokolleri sırasında mitokondriyal biyogenezin güçlü bir düzenleyicisi olan PGC-1 α aktivasyonunun (Gibala, 2009), SİT'in yüklenme sırasında üretilen ZG seviyesine bağlı olabileceği öne sürüldü (Hazell et al., 2010). Bu bağlamda, SİT15 ve SİT10 protokolleri, SİT30 protokolüne kıyasla PGC-1 α 'yı arttırmada daha etkili bir uyarıcı oluşturabilir.

ZG ve sonraki yüklenmeler sırasında ZG düzeyini sürdürebilme, SİT adaptasyonlarından birincil derecede sorumlu olmasından dolayı SİT adaptasyonlarını maksimize edebilmek amacı ile 10 saniye $\geq$ kadar süren SİT protokollerinin daha etkili olduğu önerilmektedir (Vollaard et al., 2017). Kısa süreli yüklenmelerle (10 saniye $\geq$) oluşturulan SİT protokollerinde ATP-CrP yoluyla daha fazla enerji üretildiği (Bogdanis et al., 1996) için glikolitik aktivite ve periferik yorgunluk daha uzun SİT yüklenmelerine kıyasla daha azdır (Boullosa et al., 2021). Ancak, çalışmamızdaki SİT protokollerinde 10, 15 ve 30 saniyeden oluşan farklı yüklenme süreleri kullanılmasına rağmen üç SİT protokolünden de benzer düzeyde maksimal ve delta kan laktat yanıtları elde edildi (Tablo 4.6). Schmitz ve arkadaşları (2018), 63 katılımcıyı cinsiyet ve egzersiz kapasitelerine göre iki antrenman grubuna ayırarak 4 haftalık antrenman programına tâbi tuttular. Performans düzeyleri temel alınarak homojen şekilde ayrılan iki grup koşu bandında 30 saniye toparlanma aralarıyla 4 tekrar 30 saniyelik maksimal eforlu yüklenme veya 15 saniye toparlanma periyotlarıyla 8 tekrar 15 saniyelik maksimal eforlu yüklenmeyi gerçekleştirdiklerinde maksimal laktat yanıtları birbirine oldukça benzer düzeydeydi (sırasıyla ön test için 12,7 mmol·L⁻¹ ve 12,9 mmol·L⁻¹ ve son test için 12,9 mmol·L⁻¹ ve 12,6 mmol·L⁻¹). Glaister ve arkadaşları (2005), vücut ağırlığının %7,5 yüküne karşı 20 tekrarlı 5 saniyelik sprintleri 10 ve 30 saniye toparlanma periyotlarıyla uyguladıklarında kısa toparlanma süresinin (14 mmol·L⁻¹) uzun toparlanma süresine (10 mmol·L⁻¹) kıyasla interval sonrasında daha yüksek laktat yanıtlarına neden olduğunu göstermiştir. Bu çalışma bulguları SİT uygulamalarında farklı yüklenme ve

toparlanma süreleri kullanılsa bile yüklenme şiddeti, toplam yüklenme/toparlanma oranı, toplam yüklenme ve toparlanma süreleri eşitlenmiş ise benzer maksimal laktat yanıtları elde edilebileceğini ve aynı yüklenme şiddetleri, süreleri ve tekrar sayısı kullanılsa bile interval seansındaki toplam toparlanma süreleri farklı ise maksimal laktat yanıtlarının farklılaşacağını göstermektedir.

Benzer kan laktat yanıtlarının elde edildiği egzersizlerde algılanan zorluk düzeylerinin de benzer olacağı vurgulanmıştır (Gist et al., 2014b). Nitekim, bulgularımızda $AZD_{yüklenme}$ ve $AZD_{toparlanma}$ düzeylerinin SİT30, SİT15 ve SİT10 protokollerinde benzer düzeyde olması (Tablo 4.7) üç SİT protokolünden de elde edilen laktat yanıtlarının benzer olmasından kaynaklı olabilir (Tablo 4.8). Çalışmamızda kan laktat yanıtları ve AZD'nin üç SİT protokolünde de benzer olmasından kaynaklı egzersiz tercihlerinde SİT protokolleri arasında anlamlı bir farklılık elde edilememiş olabilir (Tablo 4.7). Egzersiz tercihlerinde istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık elde edilememesine rağmen katılımcıların yarısı 1. tercihlerinde (en iyi tercih) SİT10 protokolünü tercih ettiler (Tablo 4.7). Bu bulgumuza uyumlu olarak daha kısa sprintlerin daha fazla tekrarlar yapılması egzersize daha olumlu psikolojik algılar oluşturduğunu ve modifiye edilmiş SİT protokollerine katılmaya teşviki arttırdığı daha önce belirtilmiştir (Townsend et al., 2017). Bu argümanla uyumsuz olarak katılımcıların dördü 3. tercihi (en kötü tercih) olarak SİT10 protokolünü tercih etmiştir. Çalışmamızda bunun tersi çıkmasının sebeplerinden biri olarak SİT10 protokolünde çok kısa sürede hızlanma ve yavaşlama nedeniyle nöromusküler sistem üzerinde SİT15 ve SİT30 protokollerine kıyasla bazı katılımcılarda daha büyük bir stres oluşturabilmesinden kaynaklı olabilir. Nöral yorgunluğun, kuvvet üretimi ve itme ile ilişkili olan refleks duyarlılığındaki azalmadan kaynaklanabileceğine dair bulgular da bunu desteklemektedir (Ross and Leveritt, 2001; Dietz, 1979). Bu nedenle, nöral yorgunluk, SİT protokollerinin tercih edilmesinde de önemli bir faktör olabilir.

Literatürdeki çalışmalarda maksimal efor ile oluşturulan bir SİT protokolü akut anlamda, $\dot{V}O_{2pik}$ yanıtı ve $\dot{V}O_{2maks}$ 'a yakın düzeylerde geçirilen zaman açısından avantajlı ise üretilen düşük bir ZG çıktısı bakımından dezavantajlı olduğu görülmektedir (Shi et al., 2018; Vardarli et al., 2021; Glaister et al., 2005; La Monica et al., 2016; Jones et al., 2019). Mevcut çalışma bulguları incelendiğinde, SİT15 ve SİT10 protokolleri daha yüksek ZG ve $\dot{V}O_2$ yanıtları ($\dot{V}O_{2pik}$ ve $\dot{V}O_{2maks}$ 'a

yakın düzeylerde geçirilen zaman uzunluğu) bakımından SİT30 protokolüne kıyasla oldukça etkili bir uygulama olmuştur.

SİT'in merkezi (kardiyovasküler) ve periferik (kas) adaptasyonları kazandıran fizyolojik etkileri birçok araştırmada iyi bir şekilde vurgulanmıştır. Bu adaptasyonlar hem aerobik (Gibala et al., 2006; Burgomaster et al., 2008; MacPherson et al. 2011; Hazell et al., 2014) hem de anaerobik (Hazell et al., 2010; Zelt et al., 2014) performansta artışa yola açar. SİT'i oluşturan değişkenler manipüle edilerek SİT protokolleri amaca yönelik aerobik ya da anaerobik adaptasyonları farklı düzeylerde tetikleyecek şekilde uygulanabilir. Toparlanma aralıkları kısaltıldıkça SİT protokollerinden daha yüksek $\dot{V}O_{2pik}$ yanıtları ve $\dot{V}O_{2maks}$ düzeylerinde geçirilen zaman daha uzun olduğu için aerobik dayanıklılık gelişimi için önemli bir uyarıcı olarak kullanılmaktadır. Ancak, kullanılan toparlanma aralıklarının CrP'nin rejenerasyonu için yeterince uzun olmaması, ZG çıktısı ve güç çıktısı koruyabilme açısından etkili bir SİT protokolü sunmamaktadır. ZG çıktısı ve güç çıktısını korumaya imkan veren uzun toparlanma periyotlarına sahip SİT protokolleri sadece anaerobik güç ve kapasite gelişiminde değil $\dot{V}O_{2maks}$ 'ı geliştirme de çok etkili bir rol oynadığı bilinmektedir (Hazell et al., 2010). Akut bağlamda değerlendirildiğinde, SİT protokolü içerisinde toparlanma aralıkları uzadıkça ZG çıktısı ve güç çıktısı koruyabilme açısından daha etkili olurken (Shi et al., 2019; Vardarli et al., 2021; Glaister et al., 2005; Jones et al., 2019), $\dot{V}O_2$ tüketimi azalmakta (Shi et al., 2019; Vardarli et al., 2021; Glaister et al., 2005; La Monica et al., 2016; Jones et al., 2019) ve $\dot{V}O_{2maks}$ düzeylerinde geçirilen zaman kısalmaktadır (Shi et al., 2019).

5.1. Sonuç ve Öneriler

Üç SİT protokolü de benzer maksimal laktat yanıtları sunmasına rağmen SİT30 protokolü yüksek $\dot{V}O_2$ tüketimi, $\dot{V}O_{2maks}$ düzeyinde geçirilen zamanın uzunluğu, yüksek ZG çıktısı ve güç çıktısını koruyabilme açısından hem SİT15 ve hem de SİT10'a kıyasla başarısız oldu. SİT15 ve SİT10 protokolleri, yüksek $\dot{V}O_2$ tüketimi, $\dot{V}O_{2maks}$ düzeyinde geçirilen zamanın uzunluğu, yüksek ZG çıktısı ve güç çıktısını koruyabilme bakımından SİT30 protokolüne kıyasla daha başarılı oldu. SİT15 ve SİT10 protokolleri kendi içinde karşılaştırıldığında, SİT10 protokolü SİT15'e kıyasla güç çıktısını sürdürebilme becerisini daha çok maksimize eden bir uygulama olması açısından ön plana çıkmaktadır.

SİT10 ve SİT15 protokolü hem aerobik hem de anaerobik adaptasyonlarla ilişkili akut yanıtları olumlu yönde maksimize ederek geleneksel şekilde uygulanan SİT30 protokolüne kıyasla aerobik güç ve kapasiteyi geliştirme de daha avantajlı bir uygulama sunabilir. Çalışmamızda kümeleme ile oluşturulan iki SİT protokolü de 1:1 yüklenme/toparlanma oranları kullanılarak incelendi. Kümeleme yöntemiyle farklı yüklenme süreleri, şiddetleri ve y/t oranları kullanılarak hem aerobik hem de anaerobik akut yanıtları maksimize edecek şekilde SİT protokolleri oluşturulabilir. Daha yüksek $\dot{V}O_{2pik}$ yanıtı, $\dot{V}O_{2maks}$ düzeyinde geçirilen daha uzun zaman ve yüksek ZG çıktısının $\dot{V}O_{2maks}$ gelişiminden sorumlu ana uyaranlar olduğu için SİT15 ve SİT10 protokolü bu anlamda öne çıkan bir SİT yapısı olarak karşımıza çıkmaktadır. Kümeleme yöntemi esas alınarak oluşturulan SİT protokolleri tekrar sayıları ve tekrarın kümelere ayrıldığı sayı, yüklenme ve toparlanma süresi gibi değişkenler gelişmiş bir antrenman uyarısı sağlamak için manipüle edilebilir. Sonraki çalışmalar kümeleme yöntemiyle oluşturulan farklı interval protokollerinin hem akut hem de kronik etkilerini incelemelidir.

KAYNAKLAR

- Aandstad, A. (2021). Estimation of maximal oxygen uptake from the 3,000 m run in adult men and women. *Journal of Sports Sciences*, 39(15), 1746-1753.
- Akmali, A., & Saghebjo, M. (2019). High-intensity interval training with long duration intervals is more effective than short duration intervals for improving glycolytic capacity in the rats' gastrocnemius muscle. *Hormone molecular biology and clinical investigation*, 41(2), 20190035.
- Alghannam, A. F., Ghaith, M. M., & Alhussain, M. H. (2021). Regulation of energy substrate metabolism in endurance exercise. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(9), 4963.
- Allen, D. G., Kabbara, A. A., & Westerblad, H. (2002). Muscle fatigue: the role of intracellular calcium stores. *Canadian journal of applied physiology*, 27(1), 83-96.
- Alp, E., Cabuk, R., Balci, G. A., As, H., & Ozkaya, O. (2022). Assessing Acute Responses to Exercises Performed Within and at the Upper Boundary of Severe Exercise Domain. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 1-7.
- Alp, E., Çabuk, R., As, H., Balci, G. A., & Özkaya, Ö. (2023). Şiddetli Egzersiz Alanının Üst Sınırını Belirlemede Kullanılan Bir Yöntemin Maksimal Laktat Dengesini Belirleyebilme Başarısının Değerlendirilmesi: Deneysel Çalışma. *Türkiye Klinikleri Journal of Sports Sciences*, 15(1).
- Åstrand, P. O., Cuddy, T. E., Saltin, B., & Stenberg, J. (1964). Cardiac output during submaximal and maximal work. *Journal of applied physiology*, 19(2), 268-274.
- Åstrand, P. O., Rodahl, K., Dahl, H., & Ström, S. B. (2003). Textbook of work physiology: physiological bases of exercise. *Human kinetics*.
- Bahmanbeglou, N. A., Ebrahim, K., Maleki, M., Nikpajouh, A., & Ahmadizad, S. (2019). Short-duration high-intensity interval exercise training is more effective than long duration for blood pressure and arterial stiffness but not for inflammatory markers and lipid profiles in patients with stage 1 hypertension. *Journal of cardiopulmonary rehabilitation and prevention*, 39(1), 50-55.
- Barnett, C., Carey, M., Proietto, J., Cerin, E., Febbraio, M. A., & Jenkins, D. (2004). Muscle metabolism during sprint exercise in man: influence of sprint training. *Journal of science and medicine in sport*, 7(3), 314-322.
- Bassett, D. R., & Howley, E. T. (2000). Limiting factors for maximum oxygen uptake and determinants of endurance performance. *Medicine and science in sports and exercise*, 32(1), 70-84.
- Beltz, N. M., Gibson, A. L., Janot, J. M., Kravitz, L., Mermier, C. M., & Dalleck, L. C. (2016). Graded exercise testing protocols for the determination of VO₂ max: historical perspectives, progress, and future considerations. *Journal of sports medicine*, 2016.
- Beneke, R., Pollmann, C. H., Bleif, I., Leithäuser, R., & Hütler, M. (2002). How anaerobic is the Wingate Anaerobic Test for humans?. *European journal of applied physiology*, 87, 388-392.
- Billat, L. V. (2001). Interval training for performance: a scientific and empirical practice: special recommendations for middle-and long-distance running. Part I: aerobic interval training. *Sports medicine*, 31, 13-31.
- Black, M. I., Jones, A. M., Blackwell, J. R., Bailey, S. J., Wylie, L. J., McDonagh, S. T., ... & Vanhatalo, A. (2017). Muscle metabolic and neuromuscular determinants of fatigue

- during cycling in different exercise intensity domains. *Journal of Applied Physiology*, 122(3), 446-459.
- Bogdanis, G. C., Nevill, M. E., Boobis, L. H., & Lakomy, H. K. (1996). Contribution of phosphocreatine and aerobic metabolism to energy supply during repeated sprint exercise. *Journal of applied physiology*, 80(3), 876-884.
- Bogdanis, G. C., Nevill, M. E., Boobis, L. H., Lakomy, H. K., & Nevill, A. M. (1995). Recovery of power output and muscle metabolites following 30 s of maximal sprint cycling in man. *The Journal of physiology*, 482(2), 467-480.
- Borg, G. A. (1982). Psychophysical bases of perceived exertion. *Medicine & science in sports & exercise*.
- Boullosa, D., Dragutinovic, B., Deutsch, J. P., Held, S., Donath, L., Bloch, W., & Schumann, M. (2021). Acute and delayed effects of time-matched very short “All Out” efforts in concentric vs. eccentric cycling. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(15), 7968.
- Buchheit, M., & Laursen, P. B. (2013a). High-intensity interval training, solutions to the programming puzzle: Part I: cardiopulmonary emphasis. *Sports medicine*, 43(5), 313-338.
- Buchheit, M., & Laursen, P. B. (2013b). High-intensity interval training, solutions to the programming puzzle: Part II: Anaerobic energy, neuromuscular load and practical applications. *Sports medicine*, 43(10), 927-954.
- 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.
- 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*.
- Buttar, K. K., Saboo, N., & Kacker, S. (2019). A review: Maximal oxygen uptake (VO₂ max) and its estimation methods. *Ijpes*, 6(6), 24-32.
- Castañeda-Babarro, A. (2021). The Wingate Anaerobic Test, a narrative review of the protocol variables that affect the results obtained. *Applied Sciences*, 11(16), 7417.
- Cohen, J. (1998). Statistical power analysis for the behavioural sciences, xxi. Hillsdale, NJ: L Erlbaum Associates.
- Crozier, J., Roig, M., Eng, J. J., MacKay-Lyons, M., Fung, J., Ploughman, M., ... & Tang, A. (2018). High-intensity interval training after stroke: an opportunity to promote functional recovery, cardiovascular health, and neuroplasticity. *Neurorehabilitation and neural repair*, 32(6-7), 543-556.
- Daniels, J., & Scardina, N. (1984). Interval training and performance. *Sports Medicine*, 1, 327-334.
- Daussin, F. N., Ponsot, E., Dufour, S. P., Lonsdorfer-Wolf, E., Doutreleau, S., Geny, B., ... & Richard, R. (2007). Improvement of by cardiac output and oxygen extraction adaptation during intermittent versus continuous endurance training. *European journal of applied physiology*, 101(3), 377-383.
- Dietz, V. (1979). Schmidtbleicher D, and Noth J. Neuronal mechanisms of human locomotion. *J Neurophysiol*, 42, 1212-1222.
- Dotan, R., & Bar-Or, O. (1983). Load optimization for the Wingate anaerobic test. *European journal of applied physiology and occupational physiology*, 51(3), 409-417.

- Duke, A. M., & Steele, D. S. (2001). Mechanisms of reduced SR Ca²⁺ release induced by inorganic phosphate in rat skeletal muscle fibers. *American Journal of Physiology-Cell Physiology*, 281(2), C418-C429.
- Ferguson ST, Gledhill NO, Jamnik VK, Wiebe CO, Payne NA (2001). Cardiac performance in endurance-trained and moderately active young women. *Medicine and science in sports and exercise*, 33(7), 1114-1119.
- Fiorenza, M., Hostrup, M., Gunnarsson, T. P., Shirai, Y., Schena, F., Fiorenza, M., Hostrup, M., Gunnarsson, T. P., Shirai, Y., Schena, F., Iaia, F. M., & Bangsbo, J. (2019). Neuromuscular fatigue and metabolism during high-intensity intermittent exercise. *Medicine and science in sports and exercise*, 51(8), 1642-1652.
- Fritzsche, R. G., Switzer, T. W., Hodgkinson, B. J., & Coyle, E. F. (1999). Stroke volume decline during prolonged exercise is influenced by the increase in heart rate. *Journal of Applied Physiology*, 86(3), 799-805.
- Gastin, P. B. (2001). Energy system interaction and relative contribution during maximal exercise. *Sports medicine*, 31, 725-741.
- Gaston, A., & Cramp, A. (2011). Exercise during pregnancy: a review of patterns and determinants. *Journal of science and medicine in sport*, 14(4), 299-305.
- Gibala, M. (2009). Molecular responses to high-intensity interval exercise. *Applied physiology, nutrition, and metabolism*, 34(3), 428-432.
- Gibala, M. J., Little, J. P., Van Essen, M., Wilkin, G. P., Burgomaster, K. A., Safdar, A., ... & Tarnopolsky, M. A. (2006). Short-term sprint interval versus traditional endurance training: similar initial adaptations in human skeletal muscle and exercise performance. *The Journal of physiology*, 575(3), 901-911.
- Gibala, M. J., McGee, S. L., Garnham, A. P., Howlett, K. F., Snow, R. J., & Hargreaves, M. (2009). Brief intense interval exercise activates AMPK and p38 MAPK signaling and increases the expression of PGC-1 α in human skeletal muscle. *Journal of applied physiology*, 106(3), 929-934.
- Gillen, J. B., Martin, B. J., MacInnis, M. J., Skelly, L. E., Tarnopolsky, M. A., & Gibala, M. J. (2016). Twelve weeks of sprint interval training improves indices of cardiometabolic health similar to traditional endurance training despite a five-fold lower exercise volume and time commitment. *PloS one*, 11(4), e0154075.
- Gillen, J. B., Percival, M. E., Skelly, L. E., Martin, B. J., Tan, R. B., Tarnopolsky, M. A., & Gibala, M. J. (2014). Three minutes of all-out intermittent exercise per week increases skeletal muscle oxidative capacity and improves cardiometabolic health. *PloS one*, 9(11), e111489.
- Gist, N. H., Fedewa, M. V., Dishman, R. K., & Cureton, K. J. (2014a). Sprint interval training effects on aerobic capacity: a systematic review and meta-analysis. *Sports medicine*, 44, 269-279.
- Gist, N. H., Freese, E. C., & Cureton, K. J. (2014b). Comparison of responses to two high-intensity intermittent exercise protocols. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 28(11), 3033-3040.
- Glaister, M., Stone, M. H., Stewart, A. M., Hughes, M., & Moir, G. L. (2005). The influence of recovery duration on multiple sprint cycling performance. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 19(4), 831-837.
- Haram, P. M., Kemi, O. J., Lee, S. J., Bendheim, M. Ø., Al-Share, Q. Y., Waldum, H. L., ... & Wisløff, U. (2009). Aerobic interval training vs. continuous moderate exercise in the metabolic syndrome of rats artificially selected for low aerobic capacity. *Cardiovascular research*, 81(4), 723-732.

- Harris, R. C., Edwards, R. H. T., Hultman, E., Nordesjö, L. O., Nylind, B., & Sahlin, K. (1976). The time course of phosphorylcreatine resynthesis during recovery of the quadriceps muscle in man. *Pflügers Archiv*, 367, 137-142.
- Hazell, T. J., MacPherson, R. E., Gravelle, B. M., & Lemon, P. W. (2010). 10 or 30-s sprint interval training bouts enhance both aerobic and anaerobic performance. *European journal of applied physiology*, 110(1), 153-160.
- Hazell, T. J., Olver, T. D., Macpherson, R. E., Hamilton, C. D., & Lemon, P. W. (2014). Sprint interval exercise elicits near maximal peak VO₂ during repeated bouts with a rapid recovery within 2 minutes. *J Sports Med Phys Fitness*, 54(6), 750-6.
- Helgerud, J., Høydal, K., Wang, E., Karlsen, T., Berg, P., Bjerkaas, M., ... & Hoff, J. (2007). Aerobic high-intensity intervals improve V̇O₂max more than moderate training. *Medicine & science in sports & exercise*, 39(4), 665-671.
- Idstrom, J. P., Subramanian, V. H., Chance, B., Schersten, T., & Bylund-Fellenius, A. C. (1985). Oxygen dependence of energy metabolism in contracting and recovering rat skeletal muscle. *American Journal of Physiology-Heart and Circulatory Physiology*, 248(1), H40-H48.
- Jones, M. C. L., Morris, M. G., & Jakeman, J. R. (2017). Impact of time and work: rest ratio matched sprint interval training programmes on performance: A randomised controlled trial. *Journal of science and medicine in sport*, 20(11), 1034-1038.
- Jones, M. C. L., Morris, M. G., & Jakeman, J. R. (2019). Effect of Work: Rest Ratio on Cycling Performance Following Sprint Interval Training: A Randomized Control Trial. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 33(12), 3263-3268.
- Joyner, M. J., & Coyle, E. F. (2008). Endurance exercise performance: the physiology of champions. *The Journal of physiology*, 586(1), 35-44.
- Jung, M. E., Bourne, J. E., & Little, J. P. (2014). Where does HIT fit? An examination of the affective response to high-intensity intervals in comparison to continuous moderate- and continuous vigorous-intensity exercise in the exercise intensity-affect continuum. *PloS one*, 9(12), e114541.
- Kong, Z., Lei, O. K., Sun, S., Li, L., Shi, Q., Zhang, H., & Nie, J. (2022). Hypoxic repeated sprint interval training improves cardiorespiratory fitness in sedentary young women. *Journal of Exercise Science & Fitness*, 20(2), 100-107.
- La Monica, M. B., Fukuda, D. H., Beyer, K. S., Hoffman, M. W., Miramonti, A. A., Riffe, J. J., ... & Stout, J. R. (2016). Altering work to rest ratios differentially influences fatigue indices during repeated sprint ability testing. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 30(2), 400-406.
- Laursen, P., & Buchheit, M. (2019). Science and application of high-intensity interval training. *Human Kinetics*.
- Le Meur, Y., Louis, J., Aubry, A., Guéron, J., Pichon, A., Schaal, K., ... & Hausswirth, C. (2014). Maximal exercise limitation in functionally overreached triathletes: role of cardiac adrenergic stimulation. *Journal of applied physiology*, 117(3), 214-222.
- Lee, J., & Zhang, X. L. (2021). Physiological determinants of VO₂max and the methods to evaluate it: A critical review. *Science & Sports*, 36(4), 259-271.
- Macpherson, R. E., Hazell, T. J., Olver, T. D., Paterson, D. H., & Lemon, P. W. (2011). Run sprint interval training improves aerobic performance but not maximal cardiac output. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 43(1), 115-122.

- Marsh, A. P., & Martin, P. E. (1995). The relationship between cadence and lower extremity EMG in cyclists and noncyclists. *Medicine and science in sports and exercise*, 27(2), 217-225.
- Martin, J. C., Wagner, B. M., & Coyle, E. F. (1997). Inertial-load method determines maximal cycling power in a single exercise bout. *Medicine and science in sports and exercise*, 29(11), 1505-1512.
- McCartney, N. E. I. L., Spriet, L. L., Heigenhauser, G. J., Kowalchuk, J. M., Sutton, J. R., & Jones, N. L. (1986). Muscle power and metabolism in maximal intermittent exercise. *Journal of Applied Physiology*, 60(4), 1164-1169.
- McDermott, C. E., Vincent, H. K., Mathews, A. E., Cautela, B. G., Sandoval, M., Tremblay, A., & Langkamp-Henken, B. (2022). Impact of probiotic supplementation on exercise endurance among non-elite athletes: study protocol for a randomized, placebo-controlled, double-blind, clinical trial. *Trials*, 23(1), 603.
- McLester, J. R., Green, J. M., & Chouinard, J. L. (2004). Effects of standing vs. seated posture on repeated Wingate performance. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 18(4), 816-820.
- Midgley, A. W., & Carroll, S. (2009). Emergence of the verification phase procedure for confirming 'true'VO₂max. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 19(3), 313-322.
- Midgley, A. W., Bentley, D. J., Luttikholt, H., McNaughton, L. R., & Millet, G. P. (2008). Challenging a dogma of exercise physiology: does an incremental exercise test for valid VO₂max determination really need to last between 8 and 12 minutes?. *Sports Medicine*, 38, 441-447.
- Midgley, A. W., McNaughton, L. R., & Wilkinson, M. (2006). Is there an optimal training intensity for enhancing the maximal oxygen uptake of distance runners? Empirical research findings, current opinions, physiological rationale and practical recommendations. *Sports medicine*, 36, 117-132.
- Midgley, A. W., McNaughton, L. R., Polman, R., & Marchant, D. (2007). Criteria for determination of maximal oxygen uptake: a brief critique and recommendations for future research. *Sports medicine*, 37, 1019-1028.
- Miller, J. (2023). 10 Aerobic Capacity Testing. Laboratory Manual for *Strength and Conditioning*.
- Nakamaru, Y., & Schwartz, A. (1972). The influence of hydrogen ion concentration on calcium binding and release by skeletal muscle sarcoplasmic reticulum. *The Journal of general physiology*, 59(1), 22-32.
- Neptune, R. R., Kautz, S. A., & Hull, M. L. (1997). The effect of pedaling rate on coordination in cycling. *Journal of biomechanics*, 30(10), 1051-1058.
- Nilsson, M. I., & Tarnopolsky, M. A. (2019). Mitochondria and aging—The role of exercise as a countermeasure. *Biology*, 8(2), 40.
- Norouzi, M., Çabuk, R., Balci, G. A., Hakan, A. S., & Özkaya, Ö. (2021). Farklı Tükenme Aralıkları ve Matematiksel Model Kullanımının Kritik Güç Tahminlerine Etkisi. *Spor Bilimleri Dergisi*, 32(3), 151-166.
- Ozkaya, O. (2013). Familiarization effects of an elliptical all-out test and the wingate test based on mechanical power indices. *Journal of Sports Science and Medicine*, 12(3), 521-525.
- Ozkaya, O., Balci, G. A., As, H., & Vardarli, E. (2018). The test-retest reliability of new generation power indices of Wingate all-out test. *Sports*, 6(2), 31.

- Özkaya, Ö., Balcı, G. A., Hakan, A. S., Çabuk, R., & Alp, E. (2019). Tek Bir Seansta Zirve Oksijen Kullanım Düzeyini Veren En Yüksek Güç Çıktısını Tahmin Etmenin Basit Bir Yöntemi. *Spor Bilimleri Dergisi*, 30(4), 168-176.
- Parolin, M. L., Chesley, A., Matsos, M. P., Spriet, L. L., Jones, N. L., & Heigenhauser, G. J. (1999). Regulation of skeletal muscle glycogen phosphorylase and PDH during maximal intermittent exercise. *American Journal of Physiology-Endocrinology and Metabolism*.
- Plisk, S. S. (1991). Anaerobic metabolic conditioning: A brief review of theory, strategy and practical application. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 5(1), 22-34.
- Pollock, M. L. (1977). Submaximal and maximal working capacity of elite distance runners. Part I: Cardiorespiratory aspects. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 301(1), 310-322.
- Priego Quesada, J. I., Pérez-Soriano, P., Lucas-Cuevas, A. G., Salvador Palmer, R., & Cibrián Ortiz de Anda, R. M. (2017). Effect of bike-fit in the perception of comfort, fatigue and pain. *Journal of sports sciences*, 35(14), 1459-1465.
- Ranković, G., Mutavdžić, V., Toskić, D., Preljević, A., Kocić, M., Nedin-Ranković, G., & Damjanović, N. (2010). Aerobic capacity as an indicator in different kinds of sports. *Bosnian journal of basic medical sciences*, 10(1), 44.
- Rognmo, Ø., Hetland, E., Helgerud, J., Hoff, J., & Slørdahl, S. A. (2004). High intensity aerobic interval exercise is superior to moderate intensity exercise for increasing aerobic capacity in patients with coronary artery disease. *European Journal of Preventive Cardiology*, 11(3), 216-222.
- Rønnestad, B. R., Lid, O. M., Hansen, J., Hamarsland, H., Mølmen, K. S., Nygaard, H., ... & Lundby, C. (2022). Heat suit training increases hemoglobin mass in elite cross-country skiers. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 32(7), 1089-1098.
- Ross, A., & Leveritt, M. (2001). Long-term metabolic and skeletal muscle adaptations to short-sprint training. *Sports medicine*, 31, 1063-1082.
- Ross, R., Blair, S. N., Arena, R., Church, T. S., Després, J. P., Franklin, B. A., ... & Wisløff, U. (2016). Importance of assessing cardiorespiratory fitness in clinical practice: a case for fitness as a clinical vital sign: a scientific statement from the American Heart Association. *Circulation*, 134(24), e653-e699.
- Rundell, K. W., & Pripstein, L. P. (1995). Physiological responses of speed skaters to treadmill low walking and cycle ergometry. *International journal of sports medicine*, 16(05), 304-308.
- Sarre, G., Lepers, R., Maffiuletti, N., Millet, G., & Martin, A. (2003). Influence of cycling cadence on neuromuscular activity of the knee extensors in humans. *European journal of applied physiology*, 88, 476-479.
- Schmitz, B., Rolfes, F., Schelleckes, K., Mewes, M., Thorwesten, L., Krüger, M., ... & Brand, S. M. (2018). Longer work/rest intervals during high-intensity interval training (HIIT) lead to elevated levels of miR-222 and miR-29c. *Frontiers in physiology*, 9, 395.
- Schulhauser, K. T., Bonafiglia, J. T., McKie, G. L., McCarthy, S. F., Islam, H., Townsend, L. K., ... & Hazell, T. (2021). Individual patterns of response to traditional and modified sprint interval training. *Journal of Sports Sciences*, 39(10), 1077-1087.
- Seiler, S., Jøranson, K., Olesen, B. V., & Hetlelid, K. J. (2013). Adaptations to aerobic interval training: interactive effects of exercise intensity and total work duration. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 23(1), 74-83.

- Shephard, R. J., Allen, C., Benade, A. J. S., Davies, C. T. M., Di Prampero, P. E., Hedman, R., ... & Simmons, R. (1968). The maximum oxygen intake: An international reference standard of cardio-respiratory fitness. *Bulletin of the World Health Organization*, 38(5), 757.
- Shi, Q., Tong, T. K., Sun, S., Kong, Z., Chan, C. K., Liu, W., & Nie, J. (2018). Influence of recovery duration during 6-s sprint interval exercise on time spent at high rates of oxygen uptake. *Journal of Exercise Science & Fitness*, 16(1), 16-20.
- Souissi, N., Gauthier, A., Sesboüé, B., Larue, J., & Davenne, D. (2004). Circadian rhythms in two types of anaerobic cycle leg exercise: force-velocity and 30-s Wingate tests. *International journal of sports medicine*, 25(01), 14-19.
- Spriet, L. L., Howlett, R. A., & Heigenhauser, G. J. (2000). An enzymatic approach to lactate production in human skeletal muscle during exercise. *Medicine and science in sports and exercise*, 32(4), 756-763.
- Townsend, L. K., Islam, H., Dunn, E., Eys, M., Robertson-Wilson, J., & Hazell, T. J. (2017). Modified sprint interval training protocols. Part II. Psychological responses. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, 42(4), 347-353.
- Vandewalle, H., Péérès, G., & Monod, H. (1987). Standard anaerobic exercise tests. *Sports medicine*, 4, 268-289.
- Vardarli, E., Satiroglu, R., Allen, J. R., Bjellquist-Ledger, R., Burton, H. M., & Coyle, E. F. (2021). Physiological responses to maximal 4 s sprint interval cycling using inertial loading: the influence of inter-sprint recovery duration. *European Journal of Applied Physiology*, 121(8), 2295-2304.
- Vollaard, N., Metcalfe, R., & Williams, S. (2017). Effect of number of sprints in a SIT session on change in VO₂max: a meta-analysis. *Medicine and science in sports and exercise*, 49(6), 1147-1156.
- Wagner, P. D. (1996). A theoretical analysis of factors determining VO₂max at sea level and altitude. *Respiration physiology*, 106(3), 329-343.
- Wakefield, B. R., & Glaister, M. (2009). Influence of Work-Interval Intensity and Duration on Time Spent at a High Percentage VO₂max During Intermittent Supramaximal Exercise. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 23(9), 2548-2554.
- Wassertheil, S. ve Cohen, J. (1970). Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences. *Biometrics*, 26(3), 588.
- Way, K. L., Sabag, A., Sultana, R. N., Baker, M. K., Keating, S. E., Lanting, S., ... & Johnson, N. A. (2020). The effect of low-volume high-intensity interval training on cardiovascular health outcomes in type 2 diabetes: A randomised controlled trial. *International journal of cardiology*, 320, 148-154.
- Westerblad, H., Allen, D. G., & Lannergren, J. (2002). Muscle fatigue: lactic acid or inorganic phosphate the major cause?. *Physiology*, 17(1), 17-21.
- Winter, E. M., Abt, G., Brookes, F. C., Challis, J. H., Fowler, N. E., Knudson, D. V., ... & Yeadon, M. R. (2016). Misuse of “power” and other mechanical terms in sport and exercise science research. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 30(1), 292-300.
- Zelt, J. G., Hankinson, P. B., Foster, W. S., Williams, C. B., Reynolds, J., Garneys, E., ... & Gurd, B. J. (2014). Reducing the volume of sprint interval training does not diminish maximal and submaximal performance gains in healthy men. *European journal of applied physiology*, 114, 2427-2436.

Ek-1. Etik Kurul Raporu



T.C.
ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ
KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU

Sayı: B.30.2.ODM.0.20.08/494-712

12.11.2020

Sayın Doç. Dr. Yıldırım KAYACAN

Etik Kurulumuza sunmuş olduğunuz **Yüklenme içi toparlanmalı ve geleneksel sprint interval yönteminin akut olarak kardiyovasküler, solunumsal ve metabolik etkileri** başlıklı OMÜ KAEK 2020/477 Karar nolu Sistem model geliştirme çalışması nitelikli araştırma projeniz amaç, gerekçe, yaklaşım ve yöntemle ilgili açıklamaları, Klinik Araştırmalar Etik kurulu yönergesine göre 23.07.2020 tarihli Etik Kurulumuzda incelenmiş etik açıdan uygun bulunmuştur. Ancak araştırma bütçesinin maddi desteği henüz sağlanamadığından projeye bütçe desteği sağlanıp, tarafımıza bildirilmesinden sonra başlanmasına oy birliği ile karar verilmiştir.

Bilgilerinize arz/rica ederim.

ÖZ GEÇMİŞ

İlköğretim ve lise eğitimini Adana’da tamamladı. Lise ve Üniversite yıllarında Atletizm/Uzun atlama branşıyla ilgilendi ve ulusal düzeyde dereceler elde etti. 2011 yılında, Ege Üniversitesi Antrenörlük Eğitimi Bölümü’nde üniversite eğitimine başladı. 2015 yılında yapılan 8. Ulusal Spor Bilimleri Öğrenci Kongresi ve 2019 yılında yapılan 17. Uluslararası Spor Bilimleri Kongresi’nde Hareket ve Antrenman Bilimleri alanında en iyi sözel sunum ödülü bulunmaktadır. Üniversite eğitimini 2015 yılında Ege Üniversitesi Antrenörlük Eğitimi Bölümü’nde tamamladı. 2016 yılında Ege Üniversitesi Hareket ve Antrenman Bilimleri Anabilim Dalı’nda yüksek lisans programına başladı ve 2019 yılında Prof. Dr. Özgür ÖZKAYA danışmanlığında yapılan “Matematiksel kritik gücün geçerliliğinin analizi” isimli yüksek lisans teziyle mezun oldu. 2019 yılında Ondokuz Mayıs Üniversitesi Antrenörlük Eğitimi Anabilim Dalı’nda doktora eğitimine başladı. 2017 yılından beri Bayburt Üniversitesi/Antrenörlük Eğitimi Bölümü’nde Araştırma Görevlisi olarak çalışmaktadır.

İletişim Bilgileri

ORCID ID : 0000-0002-3682-3135

Yayınlar:

1. As, H., Cabuk, R., Norouzi, M., Balci, G. A., & Ozkaya, O. (2023). Comparison of the critical power estimated by the best fit method and the maximal lactate steady state. *Science & Sports* 38 (2), 197-206
2. Norouzi, E., Çabuk, R., As, H., Balci, G. A., & Özkaya, Ö. (2023). Şiddetli Egzersiz Alanının Üst Sınırını Belirlemede Kullanılan Bir Yöntemin Maksimal Laktat Dengesini Belirleyebilme Başarısının Değerlendirilmesi: Deneysel Çalışma. *Türkiye Klinikleri Journal of Sports Sciences*, 15(1).
3. Ozkaya, O., Balci, G. A., As, H., Cabuk, R., & Norouzi, M. (2022). Grey zone: A gap between heavy and severe exercise domain. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 36(1), 113-120.
4. Norouzi, M., Cabuk, R., Balci, G. A., As, H., & Ozkaya, O. (2022). Assessing Acute Responses to Exercises Performed Within and at the Upper Boundary of Severe Exercise Domain. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 1-7.
5. Kul, M., Turkmen, M., Yildirim, U., Ceylan, R., Sipal, O., Cabuk, R., ... & Adatepe, E. (2022). High-Intensity Interval Training with Cycling and Calisthenics: Effects on Aerobic Endurance, Critical Power, Sprint and Maximal Strength Performance in Sedentary Males. *Retos: nuevas tendencias en educación física, deporte y recreación*, (46), 538-544.

6. Egzersiz Alanları ve Eşikler (2022), Çabuk Refik, Yayın Yeri: Akademişyen, Editör: Türker Üstün, Temür H. Bayram, Basım sayısı: 1, Sayfa sayısı: 137, ISBN: 9786256965690, Bölüm Sayfaları: 45 -53.
7. Aerobik Güç ve Kapasite Geliştirici Antrenman Yöntemleri (2022), Çabuk Refik, Yayın Yeri: Akademişyen, Editör: Türker Üstün, Temür H. Bayram, Basım sayısı: 1, Sayfa sayısı: 137, ISBN: 9786256965690, Bölüm Sayfaları: 53 -63.
8. Norouzi, M., Çabuk, R., Balcı, G. A., Hakan, A. S., & Özkaya, Ö. (2021). Farklı Tükenme Aralıkları ve Matematiksel Model Kullanımının Kritik Güç Tahminlerine Etkisi. *Spor Bilimleri Dergisi*, 32(3), 151-166.
9. Cin, M., Savran, N., & Cabuk, R. (2021). Examination of Physical Competence Tests of Member Countries of the International Association of Gendarmeries and Police Forces with Military Status and a Model Proposal for Turkey. *Anatolia Sport Research*, 2(1), 8-15.
10. Cin, M., Cabuk, R., Demirarar, O., & Özçaldıran, B. (2021). Cluster Resistance Training Results Higher Improvements on Sprint, Agility, Strength and Vertical Jump in Professional Volleyball Players. *Türkiye Klinikleri J Sports Sci*, 13(2), 234-40.
11. Egzersizde Sıvı Alımı, Hiponatremi ve Dehidrasyon (2021), Çabuk Refik, Yayın Yeri: Atatürk Üniversitesi Açıköğretim Fakültesi, Editör: Uçan İzzet, Basım sayısı: 1, Sayfa sayısı: 291, ISBN: 978-625-7931-99-1, Bölüm Sayfaları: 163 - 184.
12. Metabolizma Hızı, Vücut Kitle İndeksi ve Vücut Kompozisyonu Ölçüm Yöntemleri (2021), Çabuk Refik, Yayın Yeri: Atatürk Üniversitesi Açıköğretim Fakültesi, Editör: Uçan İzzet, Basım sayısı: 1, Sayfa sayısı: 291, ISBN: 978-625-7931-99-1, Bölüm Sayfaları: 261 -284.
13. Çabuk, R., Çayır, H., Yıldız, M., Onat, T., Cincioğlu, G., Adanur, O., & Kayacan, Y. (2020). Egzersizin fizyolojik sistemler üzerine etkileri: Sistematik Derleme. *Helal Yaşam Tıbbi Dergisi*, 2(1), 21-38.
14. Özkaya, Ö., Balcı, G. A., Hakan, A. S., Çabuk, R., & Norouzi, M. (2019). Tek Bir Seansta Zirve Oksijen Kullanım Düzeyini Veren En Yüksek Güç Çıktısını Tahmin Etmenin Basit Bir Yöntemi. *Spor Bilimleri Dergisi*, 30(4), 168-176.
15. Isbilir, M., Zuşa, A., Oral, O., & Cabuk, R. (2015). Relationship between muscle strength of dominant and non-dominant ankle and dynamic balance in football players. *Baltic Journal of Sport and Health Sciences*, 3(98).
16. Oral, O., Papavasiliou, A., Cabuk, R., Nomikos, G., Ozveren, Y., & Varol, S. R. (2015). A general aspect of platelet rich plasma. *International Journal of Sport Culture and Science*, 3(Special Issue 4), 494-502.
17. Oral, O., Nomikos, G., Bekir, H., Cabuk, R., & Varol, R. (2015). Genetics-based innovation to predict athletic performance and sports talent. *American Academic & Scholarly Research Journal*, 7(3).

Kazanılan Ödüller, Teşvikler ve Burslar

1. 8. Ulusal Spor Bilimleri Öğrenci Kongresi, Hareket ve Antrenman Bilimi alanında “En iyi sözel sunum ödülü”, 14.05.2015, Mersin

2. Uluslararası Spor Bilimleri Kongresi, “En iyi sözel sunum ödülü”, 13.11.2019, Antalya
3. Bayburt Üniversitesi, SSCI-Exp, SSCI ve AHCI Endeksli dergilerde yapılan yayın kategorisinde “Sosyal ve Beşeri Bilimler alanı ilk 10’a giren akademik personel ödülü”, 31.05.2023
4. Bayburt Üniversitesi, Yayın kategorisinde, “Q1 ve Q2 kategorisinde yer alan dergilerde en az iki yayın yapan akademik personel ödülü”, 31.05.2023

