



CELAL BAYAR
ÜNİVERSİTESİ

TÜRKİYE CUMHURİYETİ
MANİSA CELAL BAYAR ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**ZİRVE KALP ATIM HACMI VE CİVARINA GELEN EGZERSİZ
ŞİDDETLERİNİN KARDİYOVASKÜLER SAPMA ÜZERİNE
ETKİLERİ**

SİNAN SEYHAN

DOKTORA TEZİ

ANTRENÖRLÜK EĞİTİMİ ANABİLİM DALI

DANIŞMAN

Prof. Dr. MUZAFFER ÇOLAKOĞLU

MANİSA- 2016



CELAL BAYAR
ÜNİVERSİTESİ

TÜRKİYE CUMHURİYETİ
MANİSA CELAL BAYAR ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ZİRVE KALP ATIM HACMI VE CİVARINA GELEN EGZERSİZ
ŞİDDETLERİNİN KARDİYOVASKÜLER SAPMA ÜZERİNE
ETKİLERİ

SİNAN SEYHAN

DOKTORA TEZİ

ANTRENÖRLÜK EĞİTİMİ ANABİLİM DALI

Prof. Dr. Muzaffer ÇOLAKOĞLU	(Tez Danışmanı)
Prof. Dr. Cem Şeref BEDİZ	(Jüri Üyesi)
Prof. Dr. Metin SAYIN	(Jüri Üyesi)
Prof. Dr. Niyazi ENİSELER	(Jüri Üyesi)
Doç. Dr. Özgür ÖZKAYA	(Jüri Üyesi)

MANİSA- 2016

DOKTORA TEZ SAVUNMA TUTANAĞI

Celal Bayar Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Antrenörlük Eğitimi Anabilim Dalı DOKTORA öğrencisi Sinan SEYHAN'ın DOKTORA tezi olarak hazırladığı 'ZİRVE KALP ATIM HACMI VE CİVARINA GELEN EGZERSİZ ŞİDDETLERİNİN KARDİYOVASKÜLER SAPMA ÜZERİNE ETKİLERİ' başlıklı bu çalışma, jürimizce Lisansüstü Eğitim Öğretim Yönetmeliğinin ilgili maddeleri uyarınca değerlendirilerek "KABUL" kararı verilmiştir. 15./02/2016

Jüri Üyesi:

Prof. Dr. Muzaffer ÇOLAKOĞLU

(Tez Danışmanı)

Prof. Dr. Cem Şeref BEDİZ

(Öğretim Üyesi)

Prof. Dr. Metin SAYIN

(Öğretim Üyesi)

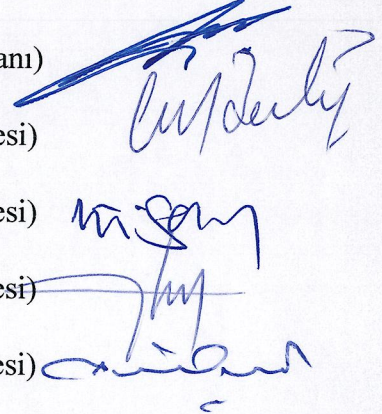
Prof. Dr. Niyazi ENİSELER

(Öğretim Üyesi)

Doç. Dr. Özgür ÖZKAYA

(Öğretim Üyesi)

İmza



Celal Bayar Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun 24./02/2016 tarih ve....52.... sayılı kararı ile onaylanmıştır.

Prof. Dr. Ayşe AKTAŞ

Enstitü Müdürü

T.C
YÜKSEKÖĞRETİM KURULU
ULUSAL TEZ MERKEZİ

TEZ VERİ GİRİŞİ VE YAYIMLAMA İZİN FORMU

Referans No	10104961
Yazar Adı / Soyadı	SİNAN SEYHAN
Uyruğu / T.C.Kimlik No	TÜRKİYE / 44299766254
Telefon	5377737049
E-Posta	sinanseghan@gmail.com
Tezin Dili	Türkçe
Tezin Özgün Adı	ZİRVE KALP ATIM HACMI VE CİVARINA GELEN EGZERSİZ ŞİDDETLERİNİN KARDİOVASKÜLER SAPMA ÜZERİNE ETKİLERİ
Tezin Tercümesi	EFFECTS OF EXERCISE INTENSITY AT AND AROUND PEAK STROKE VOLUME ON CARDIOVASCULAR DRIFT
Konu	Spor = Sports ; Fizyoloji = Physiology
Üniversite	Celal Bayar Üniversitesi
Enstitü / Hastane	Sağlık Bilimleri Enstitüsü
Anabilim Dalı	Antrenörlük Eğitimi Anabilim Dalı
Bilim Dalı	Spor Bilimleri Bilim Dalı
Tez Türü	Doktora
Yılı	2016
Sayfa	48
Tez Danışmanları	PROF. DR. BEKİR MUZAFFER ÇOLAKOĞLU 16631384990
Dizin Terimleri	
Önerilen Dizin Terimleri	
Kısıtlama	12 ay süre ile kısıtlı

Tezimin, Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi Veri Tabanında arşivlenmesine izin veriyorum. Ancak internet üzerinden tam metin açık erişime sunulmasının 14.03.2017 tarihine kadar ertelenmesini talep ediyorum. Bu tarihten sonra tezimin, bilimsel araştırma hizmetine sunulması amacı ile Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi tarafından internet üzerinden tam metin erişime açılmasına izin veriyorum.

NOT: Erteleme süresi formun imzalandığı tarihten itibaren en fazla 3 (üç) yıldır.

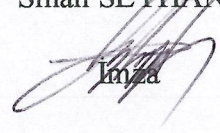
14.03.2016

İmza:.....

BEYAN

Bu tez çalışmasının kendi çalışmam olduğunu, tezin planlanmasından yazımına kadar bütün safhalarda etik dışı davranışımın olmadığını, bu tezdeki bütün bilgileri akademik ve etik kurallar içinde elde ettiğimi, bu tez çalışmayla elde edilmeyen bütün bilgi ve yorumlara kaynak gösterdiğimi ve bu kaynakları da kaynaklar listesine aldığımı, yine bu tezin çalışılması ve yazımı sırasında patent ve telif haklarını ihlal edici bir davranışımın olmadığı beyan ederim.

Öğrencinin Adı, Soyadı
Sinan SEYHAN


İmza

TEŞEKKÜR/ÖNSÖZ

Bu çalışmanın gerçekleştirilmesinde, başta danışman hocam Prof. Dr. Muzaffer ÇOLAKOĞLU'na, Doç. Dr. Özgür ÖZKAYA'ya, Arş. Gör. Dr. Bülent YAPICIOĞLU'na ve Arş. Gör. Görkem Aybars BALCI'ya,

Antrenörlük Eğitimi Bölüm Başkanı Prof. Dr. Metin SAYIN'a,

Proje kapsamında maddi destek sağlayan Akhisar Belediye Başkanı Sn. Salih HIZLI'ya ve Belediye Başkan Yardımcısı Sn. Ömer İŞÇİ'ye,

Ayrıca her zaman yanımda olan ve desteklerini bir an olsun üzerimden eksik etmeyen çok değerli aileme,

En içten teşekkürlerimi sunarım...

Bu tez, Manisa Celal Bayar Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyonu Başkanlığı tarafından 2015/04 numaralı proje ile desteklenmiştir.

2016 Sinan SEYHAN

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ	i
İÇİNDEKİLER	ii
KISALTMALAR VE SİMGELER LİSTESİ	iv
ŞEKİLLER LİSTESİ	vi
RESİMLER LİSTESİ	vii
TABLolar LİSTESİ	viii
1. TÜRKÇE ÖZET	1
2. İNGİLİZCE ÖZET	2
3. GİRİŞ ve AMAÇ	3
4. GENEL BİLGİLER	5
4.1. Kalp Atım Hacmi (Stroke Volüme)	5
4.2. Kalp Debisi (Cardiac Output)	8
4.3. Kalp Atım Hızı (Heart Rate).....	9
4.4. Kardiyovasküler Sapma (Cardiovascular Drift).....	10
4.4.1. Kardiyovasküler Sapma'ya Dehidratasyon ve Hiperterminin Etkisi	11
5. GEREÇ ve YÖNTEM	13
5.1. Araştırma Hipotezi	13
5.2. Araştırmanın Evreni ve Örneklemi	13
5.2.1. Katılımcı Adayların Çalışmaya Dahil Edilme Kıstasları	13
5.2.2. Katılımcı Adayların Çalışmadan Dışlama Kıstasları	13
5.2.3. Katılımcı Adayların Çalışmadan Çıkarılma Kıstasları	13
5.3. Araştırmanın Yapıldığı Yer ve Süresi	14

5.4. Araştırmanın Tipi ve Veri Toplama Araçları.....	15
5.4.1. Veri Toplama Araçları	15
5.4.2. Deneysel İzleklerin Detayları.....	20
5.4.3. Verilerin Analiz Biçimi.....	23
6. BULGULAR	24
7. TARTIşMA	33
8. SONUÇ VE ÖNERİLER	38
9. KAYNAKLAR	39
EK 1. ETİK KURUL ONAY KARARI	47
EK 2. ÖZGEÇMİş	48

KISALTMA VE SİMGELER LİSTESİ

CV-Drift	: Kardiyovasküler Sapma (Cardiovascular Drift)
SV	: Kalp Atım Hacmi (Stroke Volume)
SV _{pik}	: Zirve Kalp Atım Hacmi
P@SV _{pik}	: Zirve Kalp Atım Hacmi Düzeyindeki Güç Çıktısı
Qc	: Kalp Debisi (Cardiac Output)
HR	: Kalp Atım Hızı (Heart Rate)
O ₂	: Oksijen
VO ₂	: Oksijen Kullanımı (ml/dk)
CO ₂	: Karbondioksit
VCO ₂	: Karbondioksit Üretimi (ml/dk)
VO _{2max}	: Maksimal Oksijen Kullanımı (ml/dk)
$\dot{V}O_{2max}$: En Yüksek Oksijen Kullanım Düzeyi (ml/dk/kg)
P@VO _{2maks}	: Maksimal Oksijen Kullanımı Düzeyindeki Güç Çıktısı
VO _{2pik}	: Zirve Oksijen Kullanımı (ml/dk)
$\dot{V}O_{2pik}$: Zirve Oksijen Kullanım Düzeyi (ml/dk/kg)
RER	: Solunumsal Değişim Oranı (Respiratory Exchange Ratio)
VT	: Solunumsal Eşik (Ventilatory Threshold)
a-vO ₂	: Arterio-Venöz Oksijen Farkı
EDV	: Diastol Sonu Hacim (End Diastolic Volume)
ESV	: Sistol Sonu Hacim (End Systolic Volume)
LV	: Sol Ventrikül (Left Ventricular)
RPE	: Algılanan Yorgunluk Düzeyi (Rated Perceived Exertion)

RPM : Dakikadaki Devir Sayısı (Revolution Per Minute)

kg : Kilogram

ml : Mililitre

L : Litre

°C : Sıcaklık

dk : Dakika

cm : Santimetre

ppm : Milyonda Bir (Parts Per Million)

VYO : Vücut Yağ Oranı

VKİ : Vücut Kütle İndeksi

%RH : Bağıl Nem (Relative Humidity)

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1: Frank-Starling Kanunu	5
Şekil 2: Bireysel SV_{pik} Belirleme Testlerinde 3 ve 6. Dakikalarda Alınan Ölçümler İçin Yük Yüzdelerine Göre Ortalama Kalp Atım Hacmi (SV) Değerlerinin Değişimleri.....	25
Şekil 3: Bireysel SV_{pik} Belirleme Testlerinde 5 ve 8. Dakikalarda Alınan Ölçümler İçin Yük Yüzdelerine Göre Ortalama Kalp Atım Hacmi (SV) Değerlerinin Değişimleri.....	26
Şekil 4: Bireysel SV_{pik} Belirleme Testlerinde Egzersiz Yük Yüzdelerine Göre Ortalama Kalp Debisi (Qc) Değerlerinin Değişimi	27
Şekil 5: $P@SV_{pik}$ ile $P@SV_{pik}\%90$ 'ı ve $P@SV_{pik}\%110$ 'una Denk Gelen Yükler İçin Zamana Bağlı Ortalama HR, SV, Qc Değerlerinin Değişimi.....	28

RESİMLER LİSTESİ

Resim 1: İklimlendirme Odasının Dıştan Görünümü.....	14
Resim 2: İklimlendirme Odasının İçten Görünümü.....	15
Resim 3: Bisiklet Ergometresi.....	16
Resim 4: Qc Ölçüm Cihazı.....	16
Resim 5: Deneysel Çalışma Anından Bir Görüntü.....	21



TABLolar LİSTESİ

Tablo 1: Çalışma Metodunun Ayrıntıları.....	18
Tablo 2: Katılımcıların tanımlayıcı istatistikleri.....	24
Tablo 3: İş Yüklerine Göre VO_{2maks} 'a Karşılık Gelen Tüketilen Oksijen Düzeyleri.....	24
Tablo 4: Tek Yönlü Varyans (Anova) Analizi Sonuçları.....	30
Tablo 5: Tukey Çoklu Karşılaştırma Analizi Sonuçları.....	30
Tablo 6: $P@SV_{pik}$ 'in %90'ına Denk Gelen Yükler İçin Sürelere Göre Varyans Analizi Sonuçları.....	31
Tablo 7: $P@SV_{pik}$ 'e Denk Gelen Yükler İçin Sürelere Göre Varyans Analizi Sonuçları.....	31
Tablo 8: $P@SV_{pik}$ 'in %110'una Denk Gelen Yükler İçin Sürelere Göre Varyans Analizi Sonuçları.....	32
Tablo 9: %90, %100 ve %110 $P@SV_{pik}$ Egzersiz Yüklerinde Kalp Atım Hacmi, Kalp Debisi ve Kalp Atım Hızı Arası Korelasyon Analizi Sonuçları.....	32

Zirve Kalp Atım Hacmi ve Civarına Gelen Egzersiz Şiddetlerinin CV-Drift Üzerine Etkileri

Öğrencinin Adı: Sinan SEYHAN

Danışmanı: Prof. Dr. Muzaffer ÇOLAKOĞLU

Anabilim Dalı: Antrenörlük Eğitimi Anabilim Dalı

1. ÖZET

Bu çalışmanın amacı, zirve kalp atım hacmi düzeyindeki güç çıktısı ($P@SV_{pik}$) ile $P@SV_{pik}\%90$ ve $P@SV_{pik}\%110$ düzeylerindeki egzersizlerin kardiyovasküler sapma (CV-Drift) üzerine etkilerini incelemektir. Çalışmaya orta ve iyi düzey antrenmanlı, altı erkek bisikletçi katıldı (VO_{2maks} : $63,2\pm 5,21$ ml/dk⁻¹/kg⁻¹; yaş: $21,7\pm 2,42$ yıl; boy: $176,8\pm 5,3$ cm; vücut kütlesi: $69,1\pm 5,8$ kg; vücut kütle indeksi: $22,1\pm 1,3$; vücut yağ oranı: $\%8,9\pm 1,9$). VO_{2maks} düzeyinin $\%40-100$ 'ü arasındaki yükler, nitroz-oksit tekrar soluma (N_2O_{RB}) methodu kullanılarak bireysel zirve kalp atım hacmi (SV_{pik}) değerleri belirlendi. $P@SV_{pik}\%90$, $P@SV_{pik}$ ve $P@SV_{pik}\%110$ yüklerinde 30 dakikalık kesintisiz egzersizlerin 6., 9., 12., 15., 20., 25. ve 30. dakikalarında yapılan kalp debisi (Q_c) ölçümlerinde 6. dakikaya kıyasla 9-30. dakikalar arasında CV-Drift; kalp atım hızında (HR) anlamlı bir yükseliş ve kalp atım hacminde (SV) anlamlı bir düşüş kriterleri gözlemlendi. $P@SV_{pik}\%90$ yükünde 6. dakikaya ait SV değeri 143,5 ml'den 9. dakikada 136,7 ml'ye ($p<0.05$); $P@SV_{pik}$ yükünde 6. dakikaya ait SV değeri 148,4 ml'den 15. dakikada 142,7 ml'ye ($p<0.05$) ve $P@SV_{pik}\%110$ yükünde 6. dakikaya ait SV değeri 143,6 ml'den 30. dakikada 138 ml'ye ($p<0.05$) düşmesi CV-Drift göstergesi olarak değerlendirildi. SV'nin anlamlı düşüş gösterdiği dakikalarda, CV-Drift saptanan tüm yüklerde HR anlamlı düzeyde arttı ($p<0.05$) ve Q_c sabit kaldı ($p>0.05$). Sporcuların bireysel $P@SV_{pik}$ yüklerinde tüm ölçüm zamanlarına ait ortalama SV yanıtları, $P@SV_{pik}\%90$ ve $P@SV_{pik}\%110$ 'a kıyasla daha yüksekti ($p<0.05$). Sonuç olarak bu çalışmada egzersiz yükü SV_{pik} 'e denk gelen yükten saptıkça, CV-Drift paterninin değiştiği gösterilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Kalp debisi, kardiyovasküler sapma, kalp atım hacmi, kalp atım hızı

Effects of Exercise Intensity at and Around Peak Stroke Volume on Cardiovascular Drift

Student Name: Sinan SEYHAN

Supervisor: Prof. Dr. Muzaffer ÇOLAKOĞLU

Department: Coaching Education Department

2. ABSTRACT

The purpose of this study was to evaluate the effects of workloads corresponding to peak stroke volume ($P@SV_{peak}$), its 10% above and 10% below ($P@SV_{peak}\%90$ and $P@SV_{peak}\%110$) on cardiovascular drift (CV-Drift). Six moderate to well-trained cyclists were participated in this study (VO_{2max} : $63.2\pm 5.21\text{ml}/\text{min}^{-1}/\text{kg}^{-1}$; age: 21.7 ± 2.42 year; height: 176.8 ± 5.3 cm, body mass: 69.1 ± 5.8 kg; BMI: 22.1 ± 1.3 ; body fat percentage: $8.9\pm 1.9\%$). Individual peak SV levels (SV_{peak}) of participants were determined at cycling workloads ranged from 40% to 100% of VO_{2max} by using nitrous-oxide rebreathing (N_2O_{RB}) method. 30-min constant-load and continuous bouts of exercises were performed by $P@SV_{peak}\%90$, $P@SV_{peak}$, and $P@SV_{peak}\%110$. CV-Drift was analyzed by cardiac output (Q_c) measurements taken at 6th, 9th, 12th, 15th, 20th, 25th and 30th minutes of exercise bouts. Significant differences in heart rate (HR) increase and stroke volume (SV) decrease between 6th and 9-30th minutes accepted as time of inception for CV-Drift. CV-Drift observed during all cycling intensities. Drops in SVs were significant in $P@SV_{peak}\%90$ (from 143.5 ml at 6th minute to 136.7 ml at 9th; $p<0.05$) in $P@SV_{peak}$ (from 148.4 ml at 6th minute to 142.7 ml at 15th; $p<0.05$) and in $P@SV_{peak}\%110$ (from 143.6 ml at 6th minute to 138 ml at 30th; $p<0.05$). At time of CV-Drift inception, HR was significantly increased ($p<0.05$), while Q_c was remained stable during all exercise interventions ($p>0.05$). Mean SV response to cycling with $P@SV_{peak}$ was higher than $P@SV_{peak}\%90$ ($p<0.05$) and $P@SV_{peak}\%110$ ($p<0.05$). In conclusion, CV-Drift pattern was changed as long as exercise intensity deviated from the workload corresponding to SV_{peak} .

Keywords: Cardiac output, cardiovascular drift, stroke volume, heart rate

3. GİRİŞ ve AMAÇ

Egzersiz sırasında oksijen kullanım düzeyi (VO_2) egzersizin tipine, süresine, yoğunluğuna ve işe katılan kas kütlesi artışına bağlı olarak artar. Egzersizde yükselen VO_2 ihtiyacı, bu değeri oluşturan komponentler olan kalp atım hacmi (SV), kalp atım sayısı (HR) ve arteriyo-venöz oksijen farkı (a- vO_2 farkı) artışıyla ilişkilidir. Kardiyak debiyi (Qc) oluşturan SV ve HR, VO_2 'nin merkezi boyutuyken, a- vO_2 ise bu değerlin periferik kısmını oluşturur (Gonzalez-Alonso ve Calbet 2003). Dolayısıyla dokularda O_2 'e olan ihtiyaç arttıkça, dokuların kanlanması da artar. İstirahat durumunda kaslara kan akışı genellikle dakikada 2-4 ml (100 gr iskelet kası⁻¹) dolaylarındayken, submaksimal dayanıklılık tipi egzersizler sırasında bu değer dakikada yaklaşık 100 ml'ye (100 gr iskelet kası⁻¹) kadar artabilir (Sullivan ve ark. 1988, Burton ve ark. 2004).

Egzersiz sırasında artan sıvı kaybı (dehidratasyon) sonucunda kan hacminde görülen azalma (hipovolemi), ısı üretimine bağlı olarak vücut sıcaklığındaki artış ve HR'nin artışının diyastol sonu basıncı (EDV) azalttığı bilinir. Bu durum özellikle submaksimal egzersizlerin ilerleyen safhalarında VO_2 'nin en önemli bileşeni olarak kabul edilen SV değerini düşürebilir (Fortney ve ark. 1981, Fortney ve ark. 1983). Bu da literatürde kardiyovasküler sapma (CV-Drift) olarak tarif edilir (Coyle ve Gonzalez-Alonso 2001). CV-Drift, egzersiz sırasında O_2 dolaşımında ve dolayısıyla kullanımında bozulmalara neden olabilir. CV-Drift'in oluşma zamanı ve sapmanın derinliği yine yapılan egzersizin tipine, süresine, yoğunluğuna, aktif kas kütlesine, vb. durumlara göre değişir (Wingo ve ark. 2012, Kounalakis ve ark. 2008, Trinity 2009).

Aerobik dayanıklılık gelişiminde halen en çok kullanılan geleneksel antrenman yöntemi, sabit yüklü kesintisiz submaksimal antrenman modeli olduğundan, CV-Drift ve buna bağlı olarak oluşabilecek VO_2 bozulmaları, aerobik dayanıklılık gelişimini de olumsuz etkileyebilir. Böyle bir egzersiz modelinde CV-Drift nedeniyle egzersizin büyük bir bölümünde SV'nin %20'ye varan oranlarda azalabildiği rapor edilmiştir (Gonzalez-Alonso ve Ricardo 1995).

Antrenman seansı süresince sporcuların bireysel SV zirvesi (SV_{pik}) değerlerine yakın değerlerde daha uzun zaman geçirmenin, VO_{2maks} gelişimi için önemli bir faktör

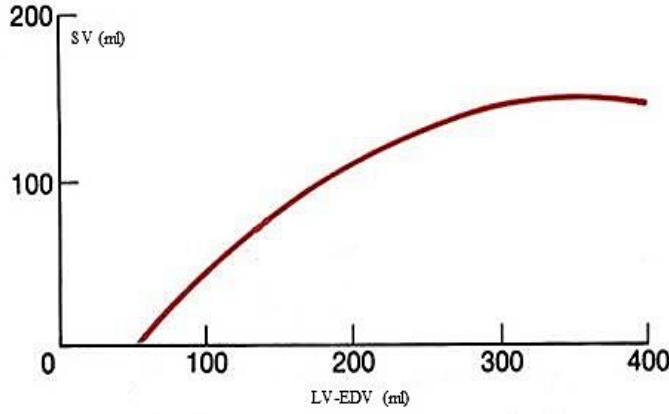
olduğu bilinir (Trinity 2009, Stanley ve Buchheit 2014). Ancak az sayıda elit dayanıklılık sporcusu dışında, orta ve iyi düzeye atletlerin kişisel SV_{pik} değerlerinin VO_{2maks} 'ın %40–80'leri dolaylarında denk gelir (Vella ve Robergs 2005). Bu nedenle, SV_{pik} değerleri fiziksel olarak aktif insanların pek çoğunda %75'in altındaki submaksimal yüklerde ortaya çıkar ve bu şiddette yapılan sabit yüklü kesintisiz egzersizler CV-Drift riski taşır.

Bu çalışmanın amacı; sporcuların bireysel SV_{pik} değerlerinde ($P@ SV_{pik}$) ve yükler dolaylarında (%10 altına ($P@SV_{pik}\%90$) ve %10 üstüne ($P@SV_{pik}\%110$) karşılık gelen g  çıktılarında) yapılan submaksimal kesintisiz egzersizlerde CV-Drift fenomenini araştırarak sapma paternlerini incelemektir. Çalışmanın bulguları ile hem dayanıklılık sporlarında performansın daha etkili bir şekilde gelişimine hem de önleyici hekimlik ve kardiyak rehabilitasyon alanında daha uygun egzersiz programlarının düzenlenmesine önemli katkılar sağlanabileceği düşünülmektedir.

4. GENEL BİLGİLER

4.1. Kalp Atım Hacmi (SV)

İstirahat ve egzersiz sırasında kalbin bir atımda vücuda gönderdiği kan miktarıdır. SV değerinin büyüklüğü kalbe dönen kanın miktarı ile ilişkilidir. Kardiyak fonksiyonların en etkili bir şekilde devam etmesi için gerekli olan Qc ile sol ventrikül diastol sonu hacmi (LV-EDV) arasında kuvvetli bir ilişkinin olması gerekir (Şekil 1). Bu ilişki LV dolum basıncı ile birlikte EDV'nin artmasını (Frank-Starling Yasası) ve SV değerlerinde bir artışı beraberinde getirecektir (Higginbotham ve ark. 1986).



Şekil 1. Frank-Starling Kanunu

VO_{2maks} 'ı oluşturan parametreler; SV, HR ve $a-vO_2$ farkı'dır. Elit dayanıklılık sporcuların VO_{2maks} değerleri, sporcu olmayanlardan çok daha fazla (Levine 2008). Şimdiye kadar rastlanan en yüksek VO_{2maks} değeri $97,5 \text{ ml/dk}^{-1}/\text{kg}^{-1}$ ile Oskar Svendsen'e aittir (Hutchinson 2014). 2012 yılında bu değer ölçüldüğünde Oskar Svendsen 18 yaşında profesyonel bir yol bisikletçisiydi. Sporcu olmayanlarda ise bu değer $35 \text{ ml/dk}^{-1}/\text{kg}^{-1}$ seviyesinin altında olduğu kabul edilir. Maksimal nabız elit dayanıklılık sporcularında genellikle sporcu olmayanlardan daha düşüktür. Elit dayanıklılık sporcuları ile sporcu olmayanlar arasındaki zirve $a-vO_2$ farkı ise o kadar fazla değildir (Levine 2008). Gonzalez-Alonso ve ark. (2003), antrene yetişkin erkek sporcularda, ısı stres altında maksimal egzersiz sırasında $a-vO_2$ farkının 190 ml/L değerinin üstüne çıktığı, termo-nötral koşullarda maksimal egzersizlerde ise 180 ml/L civarında olduğunu gözlemişlerken, Mortensen ve ark. (2005), da erkek

dayanıklılık sporcularının zirve a-vO₂ farkı'nı termonötral koşullarda 180 ml/L olarak tespit etmişlerdir. Winsley ve ark., (2009) puberte öncesi erkek çocukların (10 yaş) zirve VO₂ (VO_{2pik}) değerini yaklaşık 45 ml/dk⁻¹/kg⁻¹, zirve a-vO₂ farkı'nı 148 ml/L ve VO_{2pik}'e denk gelen egzersiz yükünde SV değerlerini ise 53 ml olarak saptamışlardır. Bu bilgileri göz önünde bulundurduğumuzda puberte öncesinden elit dayanıklılığa giden süreçte maksimal nabzın artmayacağı, a-vO₂ farkı'nın yaklaşık %22 (148 ml/L'ye karşın / 180 ml/L) ve VO_{2maks} değerinin ise yaklaşık %120 oranında arttığı söylenebilir (45 ml/dk⁻¹/kg⁻¹'ya karşın 97,5 ml/dk⁻¹/kg⁻¹). Yine bu verilerle Oskar Svendsen'in ulaştığı bu VO_{2maks} değerinin (97,5 ml/dk⁻¹/kg⁻¹) hangi SV seviyesinde sağlanmış olabileceğini hesaplırsak oldukça yüksek bir değer karşımıza çıkmaktadır. Yukarıda yetişkin sporculara ait verilerle birlikte Oskar Svendsen'in vücut kütlesi 75 kg olarak varsayıldığında VO_{2maks}¹'a denk gelen SV değerinin 220 ml civarında olduğu görülmektedir. Bu da puberte öncesinden elit sporculuğa giden süreçte VO_{2maks}'a denk gelen SV değerinin %300'den fazla artabileceği anlamına gelir². Buna göre VO_{2maks} gelişiminin en önemli etkeni SV gelişimidir. SV değerinin büyüklüğü EDV ile sistol sonu hacim arasındaki fark ile hesaplanır. Sistol sonu hacimde sporcular ve sporcu olmayanlar arasında bir fark rapor edilmemiştir. Sporcu ile sporcu olmayan arasındaki SV değeri farklılığı EDV'den kaynaklanmaktadır (Levine 2008).

SV değerlerinde bu artış daha yüksek ve daha güçlü venöz dolaşıma katkı sağlar. Fakat egzersizin süresi uzadıkça iş yüküne oranla HR değerleri artar, SV ve ortalama arteriyel basınç genellikle azalır (Vanaoverschelde ve ark. 1991, Coyle ve Gonzalez-Alonso 2001). Sıcak ortam koşullarında dehidrasyonun neden olduğu hipovolemi ile birlikte distolik dolum miktarının azalması, dolum basıncını azaltmakta ve vücut ısısında düzensizliklerin oluşması sonucunda da SV ile birlikte EDV büyük oranda düşüş göstermektedir. Kalpte karıncıklar kasılma sürecinde kanın hepsini boşaltamazlar. Bu yüzden egzersiz sırasında EDV'nin esnekliği ile birlikte kanın tekrar karıncıklara dolması için yeterli zamanın olması daha fazla kanın

¹ Çocukların yükü kademelei olarak artan test sırasında gerçek VO_{2maks} değerine ulaştığından emin olunamadığından (Rowland 1993) VO_{2pik} ifadesi kullanılmıştır. VO_{2pik} kişinin herhangi bir test sırasında ölçülen en yüksek (zirve) VO₂ değeridir. VO_{2maks} ise kişinin bütün zamanlarda ölçülmüş en yüksek (maksimum) VO₂ değeridir.

² Yukarıda Winsley ve ark.'nın (2009) bulgusu olarak sunduğumuz çocukların VO_{2pik}'e denk gelen SV değeri olan 53 ml'den, hesaplama ile bulduğumuz Oskar Svendsen'in VO_{2maks}'a denk gelen 200 ml'lik SV değerine artış oranıdır.

pompalamasını sağlar. Yeterli zamanın ve kasılmanın olmaması SV değerlerini düşürür (Gledhill ve ark. 1994).

Submaksimal, sabit yüklü, fizyolojik olarak sabit durum (steady state) veren egzersiz şiddetlerinde SV değerleri 26-43°C ortam koşullarında yaklaşık olarak 20 ml düşmektedir (Rowell ve ark., 1969). Bu da termonötral ortam koşulları (~20-22°C, ~%50 nem) ile sıcak havada yapılan egzersizler karşılaştırıldığında SV değerlerinde %20'lik bir düşüşe denk gelmektedir (Cheatham ve ark. 2000). Bu düşüşün sebebi olarak deri kan akımının artışı ve bunun sonucu olarak ventriküler dolum basıncının azalması gösterilir (Johnson ve Rowell 1975).

Anaerobik eşiğin altında kısa süreli egzersizlerde VO_2 , sabit duruma (steady state) ulaşana kadar (2-3 dakikada) artar (Ajisaka ve ark. 2000). Benzeri sabit yüklü submaksimal egzersiz şiddetlerinde ($\leq 70\% VO_{2maks}$) yapılan bir çalışmada SV, HR ve Q_c değerleri sabit yüklü egzersiz şiddetlerinde 5. dakikasında HR ve SV değerlerinin o egzersiz şiddetinde ulaşabileceği zirve değere ulaştığı gözlenmiştir (Çolakoğlu ve ark. yayınlanmamış veri). Bu özellikte egzersizlerde SV'nin, zirve değerlere ulaştıktan sonra, 10. ve 15. dakikasından itibaren HR ve SV değerlerinde anlamlı değişimler gözlenir. Egzersiz yükü ve süre ilerledikçe hipertermi, HR değerlerinin artması ile eşlik eden sol ventrikül EDV'nin azalması ve sol ventrikül dolum zamanında kısıtlanma, SV değerlerinde bir düşüşü beraberinde getirir (Mortensen ve ark. 2005).

Kişisel performansı belirleyen ve dayanıklılık sporlarında önemli olan VO_{2maks} düzeyleri, bireysel SV_{pik} değerleri ile egzersizi uzun bir süre devam ettirerek SV_{pik} değerlerinin korunması ile etkili bir şekilde gelişir (Stanley ve Buchheit, 2014). Son zamanlarda yayınlanmış, bireysel SV_{pik} değerlerine denk gelen egzersiz şiddetlerinde yapılan fiziksel aktivitenin kesintili olarak tekrarlanan (interval) modellerle uygulanmasının SV_{pik} 'e yakın değerlerin korunmasında etkili olabileceğini gösteren bir çalışmada, literatürde ilk kez, kısa süreli (30 sn yüklenme; 30 saniye dinlenme) interval antrenmanların uzun süreli (3 dakika yüklenme; 3 dakika dinlenme) interval antrenmanlara göre antrenman seansı boyunca çok daha yüksek SV değerleri verdiği, uzun intervallerin ilk yüklenmesinden sonra yapılan tekrarlarda SV değerlerinin giderek azaldığı ve SV_{pik} veren egzersiz şiddeti ile yapılan kısa veya uzun intervallerin VO_{2maks} düzeyine denk gelen egzersiz şiddeti ile gerçekleştirilene göre

daha yüksek SV değerlerini daha düşük fizyolojik stres ile sağladığı bildirilmiştir. Bahsi geçen çalışmada, kısa interval uygulamasında SV değerlerinin yüklenme fazlarında zirve değerlere, yüklenmeler arası toparlanma fazlarında ise istirahat değerlerine yakın seyrettiği, tekrarlanan yüklenmeler sırasında egzersiz seti sonuna kadar zirve değerlere çok yakın SV değerleri sağladığı rapor edilmiştir (olakoğlu ve ark. 2014). olakoğlu ve ark.'nın bu bulguları kısa intervallerin SV gelişimi sağlamada daha uygun olduğunu göstermektedir.

Çevresel faktörlerin de SV değerlerine etki ettiği bilinmektedir. Sıcak çevrede aynı hızda yapılan submaksimal egzersizler sırasında dehidratasyon, hipertermi ve egzersiz sonrasında oluşan diğer değişiklikler kardiyovasküler zorlanmanın artması ile ilişkili olup, bireysel SV değerlerinde bir azalmayı beraberinde getirir (Ganio ve ark. 2006).

4.2. Kalp Debisi (Qc)

Kalbin sol ventrikülünden (LV) bir dakikada ana atardamara pompalanan kan miktarı Qc değerini verir (Lavdaniti M. 2008). Qc'nin ölçümü egzersiz fizyolojisi çalışmalarında anahtar rol oynamaktadır. Ayrıca kalbin güçlü bir kan pompalama kapasitesinin olabilmesi için kalp kasının egzersize uyumu, antrenman sonrası görülen fiyolojik gelişmeler için gereklidir (Warburton ve ark. 1999).

Normal şartlar altında bir dakikalık venöz dönüş ile Qc eşit olmalıdır. Sinirsel, hormonal ve fiziksel faktörlerin dolaşım sistemi üzerindeki karmaşık etkileşimleri, akım hızının ortalama 5 L/dk⁻¹'da kalmasını sağlar. Kalbin her kasılması ile kan, dolaşımın venöz kısmından arterlere doğru yüksek bir basınç altında fırlatılır. Qc'nin artması, kanın venöz sistemden arteriyel sisteme transferine neden olmakta; bu da arteriyel basıncın artmasına ve venöz basıncın azalmasına yol açmaktadır. Böylece artmış venöz dönüş, Qc'de ki artışın da olaya eklenmesiyle, venöz basıncın azalması ile sonuçlanır. Egzersiz sırasında, kardiyovasküler sistemde ortaya çıkan bu değişiklere bağlı olarak Qc artmaktadır. Bu değişimlerin etkilerine ilave olarak sempatik sistem aktivasyonu ve damarların genişlemesi de gösterilir. Sempatik uyarılar venöz düz kas kasılmasını sağlayarak, ortalama dolaşım basıncını arttırır. Damarların genişlemesi ise kan akımını arttırarak, daha çok oksijeni iskelet kaslarına taşır ve total periferik direnci azaltır (Bullock ve ark. 1994).

Bütün bu etkilerin yanında Qc'nin VO₂ ile ilişkili olduğu da bilinmektedir. Bu ilişki ile, Qc dinlenik durumdan maksimal egzersize geçerken dakikada her 1 L VO₂ için 4-6 L artmaktadır (Trinity 2009).

4.3. Kalp Atım Hızı (HR)

Egzersiz yoğunluğunun ve VO₂ miktarının belirlenmesi için gerekli olan HR değerlerinin bilinmesi oldukça önemlidir. HR, Qc ile genellikle orantılı olup dayanıklılık egzersizlerinde, en az 20. dakikadan sonra maksimal HR'nin %60-%80 oranında bir artış gösterir (Carter ve ark. 2003). Egzersiz sırasında HR değerlerinin artması sempatik sinir sisteminin devreye girmesi ve parasempatik sistemin devre dışı kalmasından kaynaklanmaktadır. HR değerlerinin egzersiz sonrasında hemen düşmesi ise parasempatik sinir sisteminin tekrar devreye girmesiyle açıklanabilir (Cole ve ark. 1999).

HR değerlerindeki değişikliklerin, kişinin sağlık durumu, psikolojik durumu, VO_{2maks} düzeyi, egzersiz yoğunluğu ve kişinin antrenmanlılık düzeyi ile ilişkili olduğu bilinir. Antrenmanlı dayanıklılık sporcularının dinlenik HR değerleri antrenman yapmayanlardan genellikle düşüktür. Hareket ekonomisi (aynı işin daha düşük VO₂ ile gerçekleştirilmesi) ve diğer performans kıstasları benzer kişilerde, aynı fiziksel aktivite düzeyi için daha düşük HR değeri, daha yüksek bir SV değeri ile çalışıldığını gösterir. Bu durumda dolaşım sistemi daha verimlidir (Fox ve ark. 2011).

Antrenörlerin belirlemiş oldukları egzersiz yoğunluğu ile erken yorgunluğu önlemek, fizyolojik zorlanma artışına karşı koymak için hedeflenen HR değerlerini muhafaza etmek ve bu durumun sıcak havada sıklıkla düzenlenmesi sağlanır (Coyle ve Gonzalez-Alonso 2001). Sıcak havada uzun süreli egzersiz sırasında HR ve VO_{2maks} yüzdesi ilişkisi sürdürülse de, sıcak havada uzun süreli egzersiz sırasında HR ile birlikte CV-Drift arttığı zaman egzersiz yoğunluğu düşürülerek artış kısıtlanmaktadır. VO₂'nin ve egzersiz yoğunluğunun azaltılması, HR'nin sürekli muhafaza edilmesini böylelikle CV-Drift'in azalmasını sağlar (Wingo ve Cureton 2006).

İyi programlanmış dayanıklılık antrenmanlarından sonra kan hacmi artar, SV ve merkez ven basıncı artarak istirahat HR değerleri azalabilir. Ayrıca benzer submaksimal iş yüklerinde denge durumuna ulaştıktan sonra HR değerlerinin azaldığı ile ilgili yaygın bir görüş vardır. Egzersiz sırasında HR değerlerinin azalması

SV değerlerinin artışına katkı sağlayabilir. Dayanıklılık antrenmanlarından sonra submaksimal egzersizler sırasında SV değerlerinde artış, antrenman ile oluşan kan hacminin artışının sonucudur. Fakat egzersizin 20. dakikasından sonra deri kan akımı sabit duruma geçerek, bireysel SV değerlerinde azalma ileri boyuta taşınır. Bu da egzersiz süresinin artmasıyla HR değerlerinde oluşan artışın sonucudur (Lambert ve ark. 1998, Gonzalez-Alonso 2001).

Uzun süren egzersizler sırasında SV düşüşünü HR değerlerinin artmasına bağlayan Fritzsche ve arkadaşları tarafından yapılan çalışmada, termonötral ortam koşullarında bir gruba beta blokör verilip diğer grupla birlikte 60 dakikalık bisiklet egzersizi yaptırılarak sporcuların HR ve SV değerleri analiz edildi. İlk 15 dakikada iki grupta SV ve HR değerleri bakımından benzer sonuçlar sergiledi. Fakat 15. dakikadan sonra beklenildiği gibi kontrol grubunda HR artışı ile birlikte SV değerleri azalarak deri kan akımı ve Qc değerlerinin sabit kaldığı görüldü. Beta blokör verilen grupta ise HR değerlerinin sabit kaldığı bununla birlikte SV ile Qc değerlerinin değişmediği aynı zamanda deri kan akımının arttığı tespit edildi. Bu sayede Fritzsche ve arkadaşları tarafından uzun süreli egzersizlerde SV değerlerindeki azalmaya HR değerlerinin etki ettiği ve deri kan akımının da SV değerlerindeki azalmada rol oynamadığı açıklanmıştır (Fritzsche ve ark. 1999).

4.4 Kardiyovasküler Sapma

Şiddeti giderek artan egzersizlerde Qc'de artışın devam etmesi HR ve EDV'de artma, ESV'de azalma ile gerçekleşir (Coyle ve Gonzalez-Alonso 2001). Uzun süreli sabit yüklü, submaksimal (≤ 70 VO_{2maks}) egzersizlerin ilk dakikalarında arttıktan sonra, 8 – 15. dakikalara kadar bir plato gösterdikten sonra HR'de artış ve bu artışa yanıt olarak SV'de düşme (Astrand 1960) gözlenirken Qc sabit kalır (Rowell 1986). Bu durum CV-Drift (Cardiovascular Drift) fenomeni olarak adlandırılır. Bu fenomene neden olan çok sayıda etken 1960'lı yıllardan itibaren test edilmiştir. CV-Drift, termo-nötral ya da sıcak ortamda yapılan, uzun süren, VO_{2maks}'a denk gelen hızın %75'inden düşük şiddetli egzersizlerin yaklaşık 10. dakikasından sonra gerçekleşir (Ekelund 1966; Ekelund 1967; Ekelund ve Holmgren 1964; Johnson ve Rowell 1975 Coyle ve Gonzalez Alonso 2001).

Termonötral ortamda ya da sıcak çevrede yapılan egzersizlerde ventriküler dolum merkezinde kan hacminin azalması ve vücut kan akımının artmasıyla SV

değerlerinde ciddi bir azalmanın olacağı bilinir (Cheatham ve ark. 2000). CV-Drift sırasında HR değerlerinin artmasıyla SV değerlerinin azalmasına neden olduğu gösterilen çok sayıda etken vardır. Bunlar; vücut iç sıcaklığında küçük bir artış (Johnson ve Rowell 1975), buna bağlı olarak deri kan akımı artışı, dehidratasyonun neden olduğu total kan hacmi azalması (Gonzalez-Alonso ve ark. 1995), ventriküler dolum basıncında, EDV'de ve venöz kan basıncında azalma (Johnson ve Rowell 1975, Dawson ve ark. 2005) olarak sıralanabilir. Düşük kapasiteli venöz dolaşımı artırmak, CV-Drift'in önlenmesi ile ilişkili olduğu (Aardenburg ve ark. 2005), egzersizin ilk 20 dakikasından sonra vücut iç sıcaklığının ve deri kan akımının sabit duruma geçmesiyle bu andan itibaren görülen CV-Drift'in SV değerlerinin azalmasından kaynaklanmadığı, HR değerlerindeki artışın bu değişime neden olduğu bilinmektedir (Coyle ve Gonzalez-Alonso 2001, Fritzsche ve ark. 1999).

CV- Driftin sebebi olarak gösterilen iki hipoteze göre CV-Drift, geleneksel hipotezde deri kan akımında artışı nedeniyle SV de azalma, güncel hipoteze göre ise HR değerlerinin artmasına bağlı olarak ventriküler dolum zamanının kısalma azalması nedeniyle SV azalması olarak tanımlanır (Wingo ve ark. 2012). CV-Drift'e etki eden etkenlerden bir tanesi de egzersiz şiddetidir. Bu durum CV-Driftin büyüklüğüne doğrudan etki eder. SV ve HR değerlerinde ortalama değişiklikler CV-Drift ve VO_{2maks} ile orantılıdır. VO_{2maks} 'ın düşük olması tek başına CV-Drift'e etki etmemekle birlikte dehidratasyon ve hipertermi gibi faktörlere de bağlıdır. Egzersiz sırasında, soğuk ortam koşullarına kıyasla, sıcak ortamda VO_{2maks} düzeylerinde gözlenen azalmanın CV-Drift ile ilişkili olabileceğini gösteren çalışmalar vardır. Sıcak ortam koşullarında (35°C ve %40 nem) CV-Drift ile beraber gözlenen performans azalmasının da VO_{2maks} 'ın %15-19 arasında, VO_{2maks} 'ta üretilen kassal güç düzeyinin ($P@VO_{2maks}$) ise %15-17 arasında olabileceği gösterilmiştir (Wingo ve ark. 2005, Wingo ve Cureton 2006a, 2006b). Wingo ve ark. (2005), ısıl stres altında gözlenen CV-Drift'in VO_{2maks} ile ilişkili olduğunu rapor etmişlerdir.

4.4.1. CV Drift'e Dehidratasyon ve Hiperterminin Etkisi

Dehidratasyon dayanıklılık gerektiren spor branşlarında egzersiz sırasında kardiyovasküler fonksiyonu önemli derecede etkiler. Sıcak havada sıvı dengesi önemli bir sorundur. Çünkü sıcak havada sıvı gereksinimi önemli derecede artar ve sıvı kaybının olumsuz etkileri egzersiz sırasında sıcak havanın etkisi ile birlikte daha

büyük olur. Dehidratasyon sonucunda azalan kan akımı ve basınç dağılımında düşüş ile birlikte dokulara yeterli miktarda oksijen gidemez. Bu da CV-Driftin oluşmasına etki ederek bireysel performansı olumsuz yönde etkiler (Montain ve ark. 1998, Gozalez-Alonso ve ark. 1998).

Vücut sıcaklığının artışı ile birlikte zamanla çevresel ve merkezi faktörlerin sebep olduğu fizyolojik bozulmalar ortaya çıkar. Sıcak havada yapılan egzersizler kas glikojen kullanımını artırır, potansiyel yorgunluğu hızlandır (Murray 1996). Aynı şekilde hipertermik durum da, dehidratasyonun neden olduğu deri kan akımının artması ve deride kan dolaşımının yer değiştirmesi gibi faktörler de SV değerlerinin düşmesine sebep olur (Gozalez-Alonso ve ark. 1995). Böylelikle sıcak havada yapılan egzersizlerin fizyolojik yanıtlarından olan SV değerlerinde azalma, dehidratasyonun ve hiperterminin etkileri gözlenir (Hamilton ve ark. 1991).

Uzun süre aerobik egzersiz sırasında dehidratasyonun da etkisiyle plazma hacmi %10-%20, hatta daha fazla azalabilir. Bu değişikliğin egzersiz yoğunluğu ile ilişkili olduğu bilinmektedir (Roy ve ark. 2000). Plazma hacminin korunması ve artışı önemlidir. Bunun sebebi Qc, SV ve EDV kazanımlarına neden olur (Kraemer ve ark. 2011). Egzersiz esnasında yeterli miktarlarda sıvı alımı ile plazma hacminde bir artış olur. Ayrıca sıvı alımı ile aerobik aktivite performansın ve VO₂'nin geliştirilmesi, deri kan akımının sürdürülmesi, hiperterminin azalması, serum osmolaritesinin, sodyum konsantrasyonunun ya da bazı diğer maddelerin artışının hafifletilmesi ve böylelikle dehidratasyon etkilerinin ortadan kaldırılması mümkün olur (Montain ve Coyle 1992, Hargreaves 1996). Bu artış sabit yüklü submaksimal yüklerde yapılan egzersizlerde Qc, SV değerlerinde artışı ve HR değerlerinde ise bir azalmayı beraberinde getirir (Von Duvillard ve ark. 2004).

5. GEREÇ ve YÖNTEM

5.1. Araştırmanın Hipotezi

Bu tez çalışması $P@SV_{pik}$ yüklerinde yapılacak submaksimal sabit yüklü kesintisiz egzersizlerde oluşacak CV-Drift'in, $P@SV_{pik}\%90$ ve $P@SV_{pik}\%110$ 'e karşılık gelen egzersizlere kıyasla CV-Drift derinliğini, ortaya çıkış zamanını ve sapma paternini farklılaştıracağı varsayımıyla kurgulandı.

5.2. Araştırmanın Evreni ve Örneklemi

5.2.1. Katılımcı adayların çalışmaya dâhil edilme kriterleri: Bu çalışmaya gönüllü olur formunu imzalayan (18-35 yaş aralığı) orta ve iyi düzey antrenmanlı, VO_{2maks} seviyesi $45-60 \text{ ml/dk}^{-1}/\text{kg}^{-1}$ olan ve $P@SV_{pik}$ değeri $\%70 P@VO_{2maks}$ düzeyinden küçük olan altı erkek bisiklet sporcusu katıldı. Testlerden önce sporculara bu çalışmanın amacı ve yöntemi hakkında bilgi verildi. Ayrıca çalışma ile ilgili gerekli olan etik kurul raporu alındı.

5.2.2. Katılımcı adayların çalışmadan dışlama kriterleri:

Sistemik bir rahatsızlığı olan, kardiyovasküler performansı etkileyebilecek herhangi bir ilaç veya ergojenik yardımcı kullanmakta olan adaylar çalışmaya dâhil edilmedi. Ayrıca performans testlerinden 48 saat önce yorgunluk ilişkili etkilerden sakınmak için sporculardan fiziksel aktivitelerde bulunmamaları, testlerden 3 saat öncesinde yemek yememeleri istendi.

5.2.3. Katılımcı adayların çalışmadan çıkarılma kriterleri:

Testler sırasında gittikçe artan göğüs ağrısı, ciddi nefes darlığı, aşırı yüksek kan basıncı değerleri, kalp atım sayısında öngörülmeleyen ani artışlar, aşırı yorgunluk hali, baş dönmesi, baygınlık, koordinasyon bozukluğu görüldüğünde adaylar çalışmaya dahil edilmedi. Sağlık problemlerine ek olarak; seanslar arasında bir haftadan fazla bir süre geçmesine rağmen takip eden seansa katılmayan adaylar çalışmadan çıkarıldı.

5.3. Araştırmanın Yapıldığı Yer ve Süresi

Tüm test ölçümleri Ege Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulu İklimlendirme Laboratuvarında yapıldı. İklimlendirme Odası 6 m uzunluk, 4 m genişlik ve 3 m yükseklik boyutlarındadır. Odanın soğutması oda içerisindeki buharlaştırıcı ile ısıtması ise odanın üstüne yerleştirilmiş elektrikli ısıtıcı ile gerçekleştirilmektedir. Aynı zamanda buharlı bir nemlendirici de mevcuttur. Isıtma, soğutma ve nemlendirme süresince taze hava beslemesi yoktur. Bunun için ayrıca bir enerji geri kazanım ünitesi yine odanın üzerindedir (Resim 1 ve 2). Testler termonötral ortam koşullarında (~%55 bağıl nem; ~20-21°C sıcaklık ~ %20,8 O₂, <500 ppm CO₂) gerçekleşti. Her bir test protokolü sonrası 24-48 saatlik dinlenme arası verilerek, 6 ayda tamamlandı.



Resim 1: İklimlendirme odasının dıştan görünümü



Resim 2: İklimlendirme odasının içten görünümü

5.4. Araştırmanın Tipi ve Veri Toplama Araçları

Çalışmaya katılan sporcuların uyum seanslarının ardından, submaksimal ve VO_{2maks} testleri ile istirahat değerlerinin belirlenmesi, VO_2 , karbondioksit üretimi (VCO_2), solunumsal değişim oranı (RER) ve solunumsal eşik (VT), HR, Q_c ve SV parametreleri takip edildi. Tüm uyum, test ve antrenman seanslarında ortam koşulları sistemin otomasyonu ile sabitlendi.

5.4.1. Veri toplama araçları

- Deneklerin vücut ağırlıkları ve boyları için; şort-tişört ile ve ayakkabısız olarak Baskül (Seca 767 Germany) kullanıldı.
- Vücut Kütle İndeksi (VKİ) aşağıda belirtilen formüle göre hesaplandı.

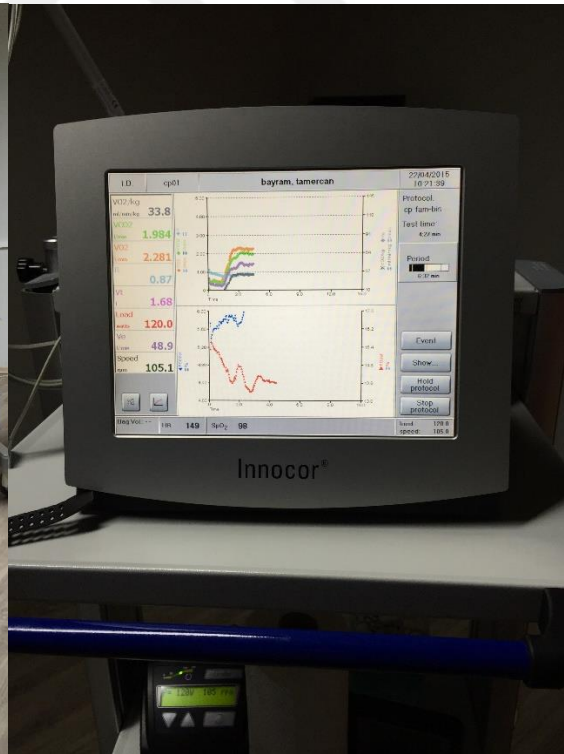
$$VKİ = \text{Ağırlık (kg)} / (\text{boy, m})^2$$

- Yağ oranı için; Skinfold Kaliperi (Holtain Ltd. Crosswell/Wales), deri kıvrım kalınlığı ölçümleri iki kez yapılmış ve göğüs, midaksillar, triseps, subskapula, suprailiak, abdomen ve uyluk bölgelerinden alınan deri kıvrım kalınlığı ölçümlerinin ortalaması Jackson ve Pollock formülü kullanılarak vücut yağ oranı (VYO) hesaplanmıştır (Jackson ve Pollock, 2004)

- 1 adet elektromanyetik frenli bisiklet ergometresi (Lode Excalibur Sport, Grunningen, Holland), (Resim 3).
- VO_2 , VCO_2 , Qc , SV ve solunum gaz analizi ölçümlerinin yapılması için; 1 adet Non-Invaziv Qc ölçüm cihazı (Innocor Inn00500, Innovision A/S, Odense, Denmark), (Resim 4).
- İstirahat, egzersiz ve egzersiz sonrası HR takipleri için; 4 adet telemetrik HR ölçer (Polar RS 400, Polar Electro Oy, Kempele, Finlandiya),
- Dijital barometre,
- Bağıl nem ölçüm aralığı (%0-100) sıcaklık ölçüm aralığı (0-60°C) ve çığ oluşum noktası sıcaklığı ölçümleri için; iklim veri kaydedicisi (Trotec DL200P, Germany),
- Dene odasındaki hava hızı ölçümü ve hava hızı ölçüm aralığı (0.1-25 m/s) ölçümleri için; hava akım hızı ölçme cihazı (Trotec TA300, Germany)
- Son olarak Qc ve SV analizlerini gerçekleştirmek için; 5 adet N_2O_{RB} tüpü, Innocor Test Seti (Gaz silindiri, gaz ve silikon valfinden oluşan set) bulunmaktadır.



Resim 3. Bisiklet Ergometresi



Resim 4. Qc Ölçüm Cihazı

İnnocor performans tespiti ve egzersiz fizyolojisi çalışmalarında kullanılan yöntemlerden biridir. Bu yüzden Qc ve SV ölçümleri, geçerli ve güvenilir bir metot olan asal gaz tekrar soluma (N_2O_{RB}) yöntemi ile yapıldı (Innocor Inno-0500, Innovision A/S, Odense, Denmark). Tekrar soluma yöntemi uygulamasında, torba içerisinde düşük konsantrasyonlu bir karışım olan bir asal (sülfür hekzaflorid SF_6) ve bir asal olamayan (nitroz oksit; N_2O) gaz konsantrasyonunun ortam havası ile karıştırılmış hali bulunmaktadır (Fontana P. 2009, Fontana P. 2010). Torba içerisindeki bu gazların konsantrasyonu ve miktarı, egzersizdeki tüketilen oksijen miktarına ve vital hacime bağlı olarak sistem tarafından otomatik olarak ayarlanmaktadır. Qc ölçümlerinde testler yaklaşık 5-6 nefes olup bu süreç içerisinde diğer metabolik parametreler takip edilememektedir. Qc, SF_6 gazının akciğer hacmi ve torba içerisindeki konsantrasyonunun dengelenmesi sonrası pulmoner dolaşımdaki kan miktarının belirlenmesi ve N_2O gazının dolaşıma her bir nefesteki karışma oranından hesaplandı. Ayrıca tekrar eden ölçümlerde gazların solunum yoluyla tamamen atılmasını garanti altına almak amacıyla, testlerde hemen önce solunum sırasında N_2O ve SF_6 değerlerinin % 0,001 düzeyinin altında olduğu kontrol edildi. Eğer istenilen seviyeye düşmediyse bu düzeye düşene kadar bekletildi. Qc ölçümü sonrasında bulunan değer HR değerlerine bölünerek SV yanıtları elde edildi. Çalışmamızda uygulanan testler ayrıntılı olarak detaylandırıldı (Tablo 1).

Tablo 1. Çalışma Metodunun Ayrıntıları

Aşama	Amaç	İstirahat, test egzersizleri öncesi ve sonrasında bakılacak parametreler
Uyum-1 ve Uyum-2 (2 gün aralı)	Test izlekleri, malzemeleri ve ortamına katılımcıların ve araştırma ekibinin uyumu	Solunumsal (VO_2 , VCO_2 , RER), HR ve antropometrik ölçümler.
24-48 Saatlik Dinlenme		
Test seansı -1 Submaksimal ve Zirve VO_2 testi	Submaksimal yük ile takip eden VO_{2pik} ölçüm seansları için başlangıç yükünü belirleme	a) Deney odasının ortam sıcaklığı, nemi ve hava hızının kaydedilmesi b) Solunumsal VO_2 , VCO_2 , RER ve VT değerlerinin kaydedilmesi. c) HR değerlerinin kaydedilmesi.
	20 dakika dinlenme	
	Submaksimal testte elde edilen verilerden hesaplanan test yükleriyle katılımcıların kademeli kesintisiz VO_{2pik} testlerinin gerçekleştirilmesi.	a) Deney odasının ortam sıcaklığı, nemi ve hava hızının kaydedilmesi b) Solunumsal VO_2 , VCO_2 ve RER değerlerinin kaydedilmesi. c) HR değerlerinin kaydedilmesi. d) VO_{2pik} testi sonlandırma kriterlerinin takip edilmesi e) SV ve Qc ölçümü
24-48 Saatlik Dinlenme		
Test seansı-2 Aerobik Güç (VO_{2maks}) testleri	$P@VO_{2pik}$ % 97-109'u arasında 30'ar dk dinlenme aralı üzer dakikalık yükler test edilerek VO_{2maks} değerinin saptanması.	a) Deney odasının ortam sıcaklığı, nemi ve hava hızının kaydedilmesi b) Solunumsal VO_2 , VCO_2 ve RER değerlerinin kaydedilmesi. c) Algılanan yorgunluk değerinin (RPE) belirlenmesi. d) HR değerlerinin kaydedilmesi.

<p>Test seansı-3 VO_{2maks} doğrulama testi</p>	<p>VO_{2maks} 'e denk gelen güç çıktısı (P@VO_{2maks}) ile sabit yüklü, kesintisiz, bitkinliğe kadar bisiklet egzersizi ile VO_{2maks} değerinin doğrulanması.</p>	<p>a) Deney odasının ortam sıcaklığı, nemi ve hava hızının kaydedilmesi b) Solunumsal VO₂, VCO₂ ve RER değerlerinin kaydedilmesi. c) RPE belirlenmesi. d) HR değerlerinin kaydedilmesi</p>
<p>24-48 Saatlik Dinlenme</p>		
<p>Test seansı-4 Bireysel SV_{pik} testi ilk kademe</p>	<p>Bireysel SV_{pik} değerlerinin tespiti</p>	<p>a) Deney odasının ortam sıcaklığı, nemi ve hava hızının kaydedilmesi b) Solunumsal VO₂, VCO₂ ve RER değerlerinin kaydedilmesi. c) RPE belirlenmesi. d) HR değerlerinin kaydedilmesi. e) SV ve Qc ölçümü</p>
<p>24-48 Saatlik Dinlenme</p>		
<p>Test seansı-5 Bireysel SV_{pik} testi 2. kademe</p>	<p>Bireysel SV_{pik} değerlerinin tespiti</p>	<p>a) Deney odasının ortam sıcaklığı, nemi ve hava hızının kaydedilmesi b) Solunumsal VO₂, VCO₂ ve RER değerlerinin kaydedilmesi. c) RPE belirlenmesi. d) HR değerlerinin kaydedilmesi. e) SV ve Qc ölçümü</p>
<p>24-48 Saatlik Dinlenme</p>		
<p>Test seansı-6 Bireysel SV_{pik} testi son kademe</p>	<p>Bireysel SV_{pik} değerlerinin tespiti</p>	<p>a) Deney odasının ortam sıcaklığı, nemi ve hava hızının kaydedilmesi b) Solunumsal VO₂, VCO₂ ve RER değerlerinin kaydedilmesi. c) RPE belirlenmesi. d) HR değerlerinin kaydedilmesi. e) SV ve Qc ölçümü</p>
<p>24-48 Saatlik Dinlenme</p>		

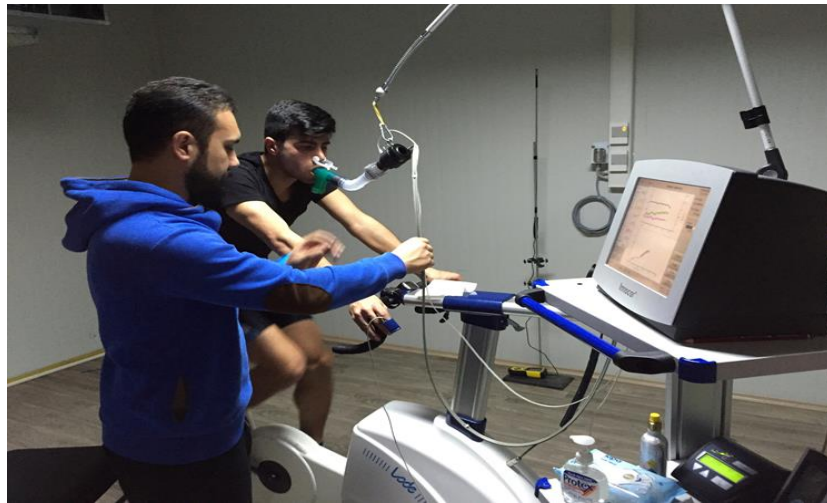
<p>Test seansı-7 P@SV_{pik}%90 ile 30 dk. submaksimal kesintisiz egzersiz</p>	<p>SV_{pik} 'ten düşük egzersiz şiddetinde CV-Drift paterni gözlemi</p>	<p>a) Deney odasının ortam sıcaklığı, nemi ve hava hızının kaydedilmesi b) Solunumsal VO₂, VCO₂ ve RER değerlerinin kaydedilmesi. c) RPE belirlenmesi. d) HR değerlerinin kaydedilmesi. e) SV ve Qc ölçümü</p>
<p>24-48 Saatlik Dinlenme</p>		
<p>Test seansı-8 P@SV_{pik} ile 30 dk. submaksimal kesintisiz egzersiz</p>	<p>SV_{pik} 'e denk gelen güç çıktısı ile egzersizde CV-Drift paterni gözlemi</p>	<p>a) Deney odasının ortam sıcaklığı, nemi ve hava hızının kaydedilmesi b) Solunumsal VO₂, VCO₂ ve RER değerlerinin kaydedilmesi. c) RPE belirlenmesi. d) HR değerlerinin kaydedilmesi. e) SV ve Qc ölçümü</p>
<p>24-48 Saatlik Dinlenme</p>		
<p>Test seansı-9 P@SV_{pik}%110 ile 30 dk. submaksimal kesintisiz egzersiz</p>	<p>SV_{pik} 'ten yüksek egzersiz şiddetinde CV-Drift paterni gözlemi</p>	<p>a) Deney odasının ortam sıcaklığı, nemi ve hava hızının kaydedilmesi b) Solunumsal VO₂, VCO₂ ve RER değerlerinin kaydedilmesi. c) RPE belirlenmesi. d) HR değerlerinin kaydedilmesi. e) SV ve Qc ölçümü</p>

5.4.2. Deneysel izleklerin detayları:

1. İstirahat değerlerinin tespiti: Test seanslarında bakılacak tüm parametreler, istirahat koşullarında ve deney odasının ortam koşullarında kaydedildi.
2. Uyum Seansları ve Isınma Yüklerinin Belirlenmesi: Katılımcılar testlerin gerçekleşeceği iklimlendirme laboratuvarına, deney düzenine, bisiklet ergometresine, solunum gazları analizörünün ağızlık, burun klipsi gibi parçalarına uyum sağlayabilmesi için ilk deney gününden 2-7 gün önce iki kez uyum seanslarına alındı. Katılımcı sporculara uyum seanslarından 48 saat

sonrasında ilk test günü için geldiklerinde, öncelikle tüm antropometrik ölçümler yapıldı. Deney odasının değişken ortam koşullarında, 75 - 150 watt yükünde 20 dakika boyunca HR, VO_2 , VCO_2 ve RER, Q_c , HR ve SV saptanarak takip eden günlerde submaksimal VO_2 testlerinde kullanılacak ergometrik yükler (watt) tahmin edildi. Böylece bir taraftan katılımcılar bisiklet ergometresinde alışmaya ve gerçekleştirilecek deney izleklerine uyum sağlarken diğer taraftan egzersiz testleri seanslarının test yükleri saptandı (Tablo 1).

3. Submaksimal (VO_2) Test Prosedürü: Test, beş dakikalık dört kademedden oluşmaktadır. Başlangıç yükü, uyum seansları ve ısınma protokollerinde elde edilen verilerden tahmin edilerek aerobik eşik düzeyindedir. Testin başlangıcından itibaren yük artışları test sonunda katılımcıların Karvonen yedek HR formülüne göre maksimal HR yedeğinin %80'ini geçmeyecekleri şekilde ayarlandı. Test başlamadan önce ve test sırasında HR, VO_2 , VCO_2 , RER ve VT kaydedilip, her kademenin son 30 saniyesinde RPE tespit edildi.
4. VO_{2pik} Test Prosedürü: Submaksimal VO_2 testinden sağlanan verilerden hesaplanan, V-slope methodu (Sue ve ark. 1988) kullanılarak, aerobik eşik ile anaerobik eşik arasına denk gelen bir yük ile VO_{2pik} testine başlandı. Test, üç dakikalık 4 kademedden oluştu. Testin başlangıcından itibaren yük artışları üçüncü, altıncı ve dokuzuncu dakikalarda yapıldı. Test sırasında HR, VO_2 , VCO_2 ve RER değerlerine bakılmış olup HR, VO_2 , VCO_2 ve RER değerleri için her kademenin son 15 saniyesindeki ortalamaları dikkate alındı. Her kademenin son 30 saniyesinde RPE saptandı (Resim 5).



Resim 5: Deneysel çalışma anından bir görüntü

5. VO_{2maks} ve VO_{2maks} Doğrulama Testleri: İki seans halinde uygulandı ve ilk VO_{2maks} doğrulama testi seansında, VO_{2pik} değeri veren güç çıktısının %100'ünden başlamak üzere her kademede yük %3 artırılarak (%100, 103, 106) üçer dakikalık 20 dakika dinlenme arası ile kesintili egzersiz yükleri uygulandı. İkinci VO_{2maks} doğrulama test seansında ise, sporculardan ilk kademede tespit edilen $P@VO_{2maks}$ ile tek kademeli olarak bitkin duruma kadar sürdürülmesi istendi. Böylece ilk kademede saptanan VO_{2maks} değerinin önceki egzersiz yüklerinin olası yorgunluk etkisi ortadan kaldırılarak tekrar test edildi. VO_{2pik} testinde gözlenecek parametrelerin tamamı, aynı süreçler takip edilerek VO_{2maks} doğrulama testlerinde de uygulandı.
6. Bireysel SV_{pik} Düzeyine Denk Gelen Egzersiz Yükünün (Watt) SV Değerlerinin (ml) Belirlenmesi: Üç ayrı seansta $P@VO_{2maks}$ %40 ile %100'ü arasında kesintisiz sabit yüklü egzersizlerden elde edilen verilerden, bireysel SV_{pik} değerlerinin hangi ergometrik güç çıktısına ($P@SV_{pik}$) denk geldiği saptandı. Toplam üç seansta %40-50-60-70-80-90-100 $P@VO_{2maks}$ yükünde egzersize SV yanıtları kaydedildi. SV_{pik} belirleme süreci üç güne yayıldı. İlk SV_{pik} belirleme seansında (gününde) VO_{2maks} 'ın %40, %50 ve %100'üne, ikinci seansında %60, %90'ına, son seansta ise %70 ve %80'ine denk gelen güç çıktılarında sabit yüklü bisiklet egzersizleri yaptırıldı. VO_{2maks} 'ın %70'ine kadar olan yüklerde egzersiz süresi 8 dakika olup, 4:30-5:00, 7:30-8:00 dakikaları arasında Qc saptandı. Daha yüksek yüklerde ise yüklenme süresi 6 dakika ve yukarıdaki ölçümler 2:30-3:00, 5:30-6:00 dakikaları arasında gerçekleştirildi. Bu testler sırasında HR, VO_2 , VCO_2 ve RER test süresince kesintisiz olarak, Qc , SV ve RPE kaydedilerek; HR, VO_2 , VCO_2 ve RER değerleri için egzersiz testlerinin tamamında 15 saniyelik ortalamaları kaydedildi.
7. %90, %100 ve %110 SV_{pik} Egzersiz Şiddetlerinde Kesintisiz Sabit Yüklü Bisiklet Egzersizleri: Egzersiz süresi 30 dakikadır. Bu egzersizler öncesinde ve sırasında HR VO_2 , VCO_2 ve RER değerlerinin 15 saniyelik ortalamaları alındı ve RPE değerleri egzersiz yüklerinin her beş dakikası sonunda kaydedildi. Qc ve SV ölçümleri test yüklenmelerinin altıncı dakikasından başlayarak üçer dakika aralarla, on beşinci dakikasından sonra ise beşer dakikalık aralarla gerçekleştirildi. Hipertermik durumun ve sıvı kaybının bireysel SV değerlerinin düşüşüne doğrudan etki etmemesi için sporcuların

egzersiz sırasında sıvı almalarına müsaade edildi. Egzersize katılan sporculara 30 dk'lık egzersiz süresince 300 ml. sıvı almaları sağlandı.

5.4.3. Verilerin istatistiksel analizi:

Bu tez çalışmasının istatistik analizlerinde SPSS 21 programı kullanıldı. Çalışmadan elde edilen açıklayıcılar ortalama ve standart sapmalara ait değer şeklinde (ortalama \pm standart sapma) sunuldu. Ortalama değerlerin normalden sapma ölçütleri çarpıklık ve basıklık (Skewness ve Kurtosis) testleri kullanılarak bakıldı. Bu analizlerde sıfıra yakınlık ölçüt olarak alındı. Yine ortalama değerlerin normalliğinin sağlanıp sağlanmadığını analitik yöntemlerle test etmek için, katılımcı grup sayısı 30'un altında ($n < 30$) olduğundan Shapiro-Wilk uygulandı. Alınan sonuçların istatistiksel analizlerinde $p < 0.05$ önem düzeyi kabul edilerek, $p > 0.05$ değeri normal dağılıma uygunluk, $p < 0.05$ ise normal dağılıma uygun değil şeklinde yorumlandı. Varyans analizi (ANOVA) değerlendirmelerinin ardından, farkın hangi gruptan kaynaklandığını göstermek için post-hoc analizinde Tukey testi yapıldı. CV-Drift taramalarında aynı egzersiz şiddetlerine ait ölçümler Repeated Measures yöntemiyle analiz edildi, post-hoc olarak eşleştirilmiş örneklem t-test uygulandı. İkili gruplar arasındaki farklar eşleştirilmiş örneklem t-testi kullanılarak değerlendirildi. Korelasyon düzeylerinin analizinde Pearson korelasyon analizi gerçekleştirildi. Bu analizler için de %95 güven aralığında anlamlılık için $p < 0.05$ önem düzeyi kabul edildi.

6. BULGULAR

Çalışmaya katılım gösteren sporcuların tanımlayıcı istatistikleri Tablo 2' de sunulmuştur.

Tablo 2. Katılımcıların Tanımlayıcı İstatistikleri (n=6)

	Ort. ± SS	Min.	Maks.
Yaş (yıl)	21.7±2.42	18	25
Boy (cm)	176.8±5.3	173	185
Kilo (kg)	69.1±5.8	63.1	76.6
VYO (%)	8.9±1.9	6.1	12.8
VKİ	22.1±1.3	20.6	24.2
$\dot{V}O_{2maks}$ (ml/dk ⁻¹ /kg ⁻¹)	63.2±5.21	57.3	70.8

VYO: Vücut yağ oranı, VKİ: Vücut kütle indeksi, $\dot{V}O_{2maks}$: Vücudun kilogram başına tüketilen maksimum oksijen miktarı (ml/dk⁻¹/kg⁻¹)

Sporcuların SV_{pik} düzeyine karşılık gelen SV ortalamaları 150±15.6 ml olarak tespit edildi. Ayrıca P@ SV_{pik} %90 yüküyle egzersiz yaparken ulaşılan güç çıktısı 153±20.1 watt, P@ SV_{pik} yükü için 171.2±23.4 watt ve P@ SV_{pik} %110 yükü içinse 188.3±25.7 watt idi.

Tablo 3. İş Yüklerine Göre VO_{2maks} 'a Karşılık Gelen Tüketilen Oksijen Düzeyleri

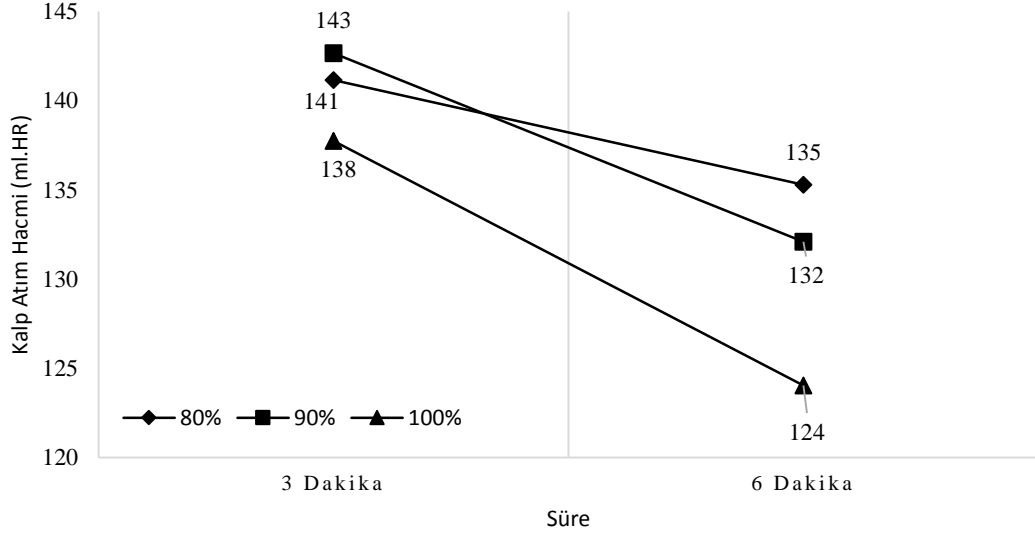
Güç Çıktıları (ml)	$\dot{V}O_{2maks}$ (ml/dk ⁻¹ /kg ⁻¹) Ort. ± SS
P@ SV_{pik} %90	%51.4±5.7
P@ SV_{pik}	%56.3±6.5
P@ SV_{pik} %110	%61.1±9

$\dot{V}O_{2maks}$: Vücudun kilogram başına tüketilen maksimum oksijen miktarı (ml/dk⁻¹/kg⁻¹)

Yine bu iş yüklerinde tüketilen oksijen düzeyleri $\dot{V}O_{2maks}$ 'ın sırasıyla %51.4±5.7; %56.3±6.5 ve %61.1±9 (ml/dk⁻¹/kg⁻¹) karşılık gelmektedir.

Şekil 2'ye bakıldığında egzersizlere katılan 6 sporcunun egzersiz yüklerine göre VO_{2pik} ortalama SV miktarlarının değişimi görülmektedir.

Şekil 2. Bireysel SV_{pik} Belirleme Testlerinde 3 ve 6. Dakikalarda Alınan Ölçümler İçin Yük Yüzdelerine Göre VO_{2pik} Ortalama SV Değerlerinin Değişimi

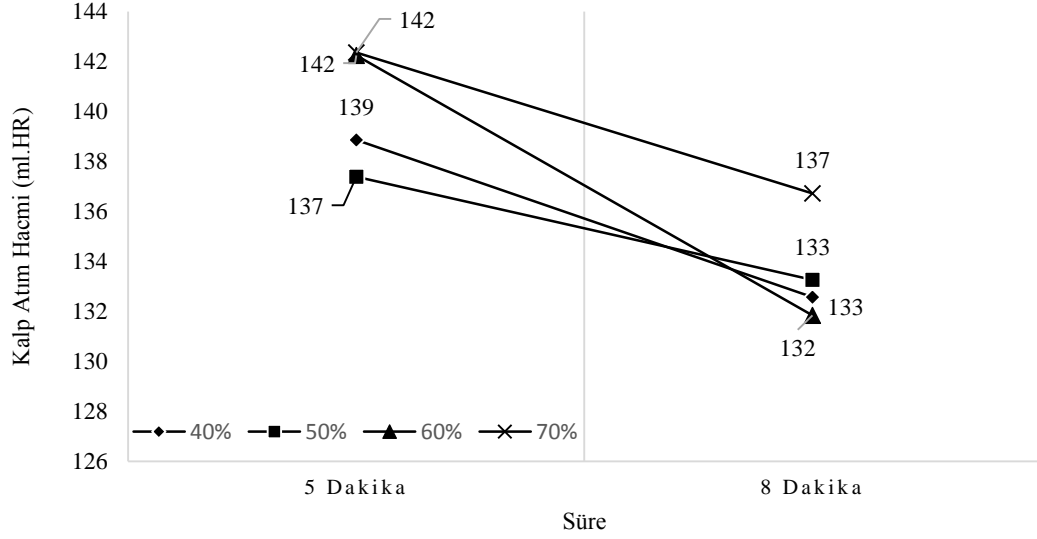


Şekil 2 incelendiğinde, VO_{2maks} düzeyinin %80, %90 ve %100'üne denk gelen güç çıktıları ile uygulanan testlerdeki SV ölçümleri görülmektedir. Bu testler sonucunda her güç çıktısı için 3. ve 6. dakikalarında yapılan SV ölçümlerinde, 6. dakikada bir azalma vardır. Fakat bu azalma anlamlı değildir (p>0.05).

3. dakikada yapılan ölçümlerde VO_{2maks}'ın %90'nına denk gelen güç çıktısı noktasında SV değerlerinin en yüksek seviyeye ulaştığı söylenebilir. Ayrıca bu noktadan sonra SV miktarının sürekli bir düşüş gösterdiği görülmektedir. SV ortalaması en düşük değeri VO_{2maks}'ın %100'üne denk gelen güç çıktısı ile uygulanan testin 6. dakikasında gösterdi.

Şekil 3, yine egzersizlere katılan 6 sporcunun egzersiz yük yüzdelerine göre VO_{2pik} ortalama SV miktarlarının değişimini göstermektedir.

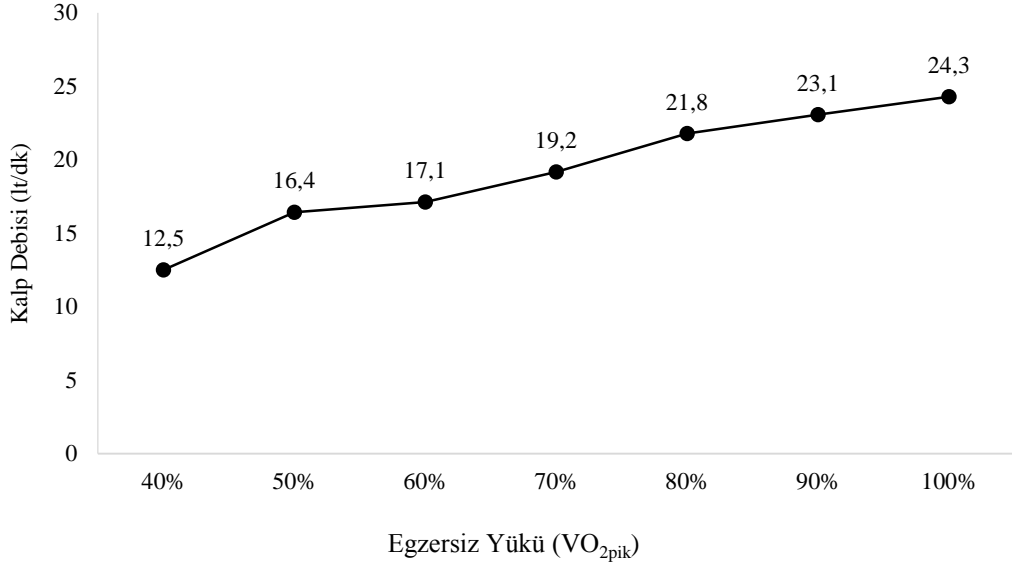
Şekil 3. Bireysel SV_{pik} Belirleme Testlerinde 5 ve 8. Dakikalarda Alınan Ölçümler İçin Yük Yüzdelerine Göre VO_{2pik} Ortalama SV Değerlerinin Değişimi



Aynı egzersizin 5. ve 8. dakikalarında VO_{2maks} düzeyinin %40, %50, %60 ve %70'ine denk gelen güç çıktıları ile uygulanan testlerde SV ölçümlerinde düzensiz değişimler gösterdi. Ancak SV düşüşünün özellikle 8. dakika da yapılan ölçümlerde daha belirgin olduğu görülmekle birlikte 5. dakikaya göre anlamlı bir fark bulunmadı ($p>0.05$). VO_{2maks} düzeyinin %70'ine denk gelen güç çıktısında yapılan bisiklet egzersizinin 5. dakikasında ortalama SV değerleri en yüksek değerine ulaştı. VO_{2maks} düzeyinin %60'ına denk gelen güç çıktısında yapılan egzersizin 8. dakikasında ise en düşük SV değerleri gözlemlendi (Şekil 3).

Şekil 4, bireysel SV_{pik} belirleme testi sonuçlarında egzersiz yükü yüzdelerine göre ortalama Q_c değerlerinin değişimlerini göstermektedir.

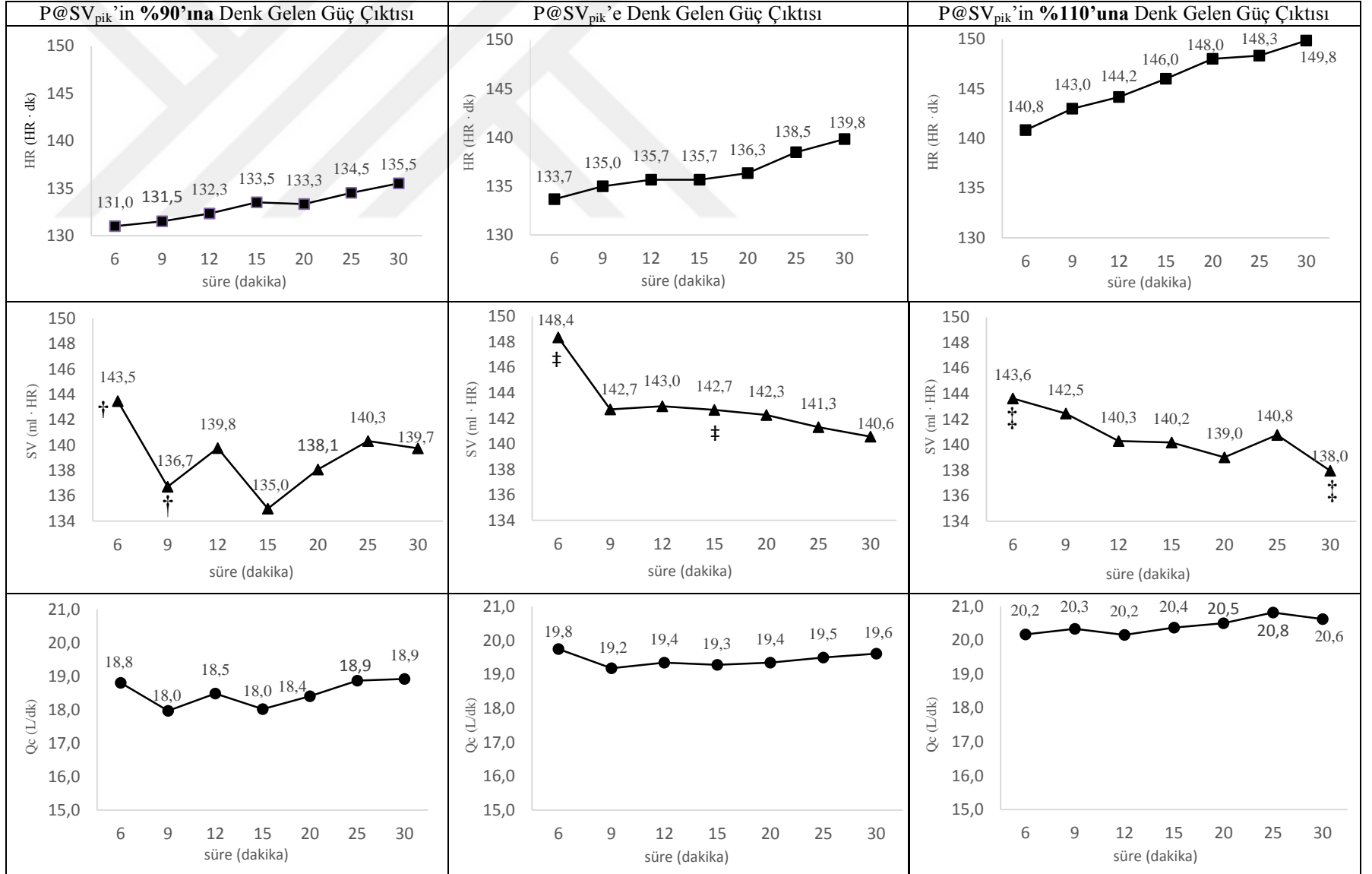
Şekil 4. Bireysel SV_{pik} Belirleme Testlerinde Egzersiz Yük Yüzdelerine Göre Ortalama Qc Değerlerinin Değişimi



Egzersiz yükü arttıkça Qc miktarının da arttığı görülmektedir. Egzersizlere katılan sporcuların bireysel SV_{pik} belirleme testlerinde ölçülen Qc miktarının egzersiz yükündeki artışa bağlı olarak arttığı yapılan grafiksel incelemeler sonucunda görüldü (Şekil 4).

Şekil 5, $P@SV_{pik}$ ile $P@SV_{pik}\%90$ 'ı ve $P@SV_{pik}\%110$ 'una denk gelen Yükler için zamana bağlı ortalama SV, Qc ve HR değerlerinin değişimlerini göstermektedir.

Şekil 5. P@SV_{pik} ile P@SV_{pik}%90'ı ve P@SV_{pik}%110'una Denk Gelen Yükler İçin Zamana Bağlı Ortalama HR, SV, Qc Değerlerinin Değişimi



HR değerlerinin zamana bağlı olarak arttığı görülürken SV ve Qc'de düzensiz değişimler görülmektedir. Qc 15. dakikadan itibaren düzenli olarak artarken, SV değerlerinin en yüksek değere 6. dakikada en düşük değere ise 15. dakikada ulaştığı görülmektedir. SV değerlerinde görülen bu değişimler istatistiksel olarak anlamlı değildir ($p>0.05$). Fakat $P@SV_{pik}\%90$ 'da yapılan egzersizlerde 6. dakikaya ait SV değerleri 143,5 ml'den, 9. dakikada 136,7 ml'ye ($p<0.05$) gerileyerek anlamlı bir düşüş gösterdi († Şekil 5).

Bunun yanında Qc'nin $P@SV_{pik}$ 'in %90'ına denk gelen yüklerde olduğu gibi $P@SV_{pik}$ 'e denk gelen yüklerde de 15. dakikadan sonra sürekli bir artış, SV ise 12. dakikadan itibaren düşüş gözlemlendi. SV değerlerinin en düşük olduğu 30. dakikada Qc en yüksek 2. değere ulaştı. SV değerlerinde görülen bu değişimler istatistiksel olarak anlamlı değildir ($p>0.05$). Sadece $P@SV_{pik}$ 'de yapılan egzersizlerin 6. dakikaya ait SV değerleri 148,4 ml'den, 15. dakikada 142,7 ml'ye ($p<0.05$) gerileyerek anlamlı bir düşüş sergiledi (‡Şekil 5).

Aynı zamanda $P@SV_{pik}\%110$ 'una denk gelen yükler için, SV değerlerinin en yüksek değere 6.dakikada Qc'nin ise 25.dakikada ulaştığı görülmektedir. SV değerlerinde en düşük değere 30. dakikada ulaşıldı. Qc için en düşük değerler ise 12. dakikada ölçüldü. SV değerlerinde görülen bu değişimler hem çalışmaya katılan sporcuların az olması hem de ölçüm yapılan sürelerin toplamda az olması da istatistiksel olarak anlamlı bir fark oluşturmadı ($p>0.05$). Aynı şekilde $P@SV_{pik}\%110$ yapılan egzersizlerin 6. dakikaya ait SV değerleri 143,6 ml'den 30. dakikada 138 ml'ye ($p<0.05$) geriledi (‡Şekil 5).

SV'nin anlamlı düşüş gösterdiği dakikalarda, CV-Drift saptanan tüm yüklerde HR anlamlı düzeyde arttı ($p<0.05$) ve Qc sabit kaldı ($p>0.05$) (Şekil 5)

$P@SV_{pik}$ ile $P@SV_{pik}\%90$ ve $P@SV_{pik}\%110$ 'una denk gelen yükler için SV ortalama değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olup olmadığının araştırıldığı tek yönlü varyans analizi sonuçları Tablo 4'de gösterildi.

Tablo 4. Tek Yönlü Varyans (Anova) Analizi Sonuçları

Kalp Atım Hacmi (SV)	Kareler Toplamı	S.D.	F	p	Levene Testi
Gruplar Arası Hatalar	56.043	2	4.775	0.022*	0.724
Grup İçi Hatalar	105.628	18			
Toplam Hatalar	161.671	20			

S.D: Serbetslik Derecesi, F: Varyans Analizi İçin F istatistiği değeri, p: F istatistiğine ait olasılık değeri

Tablo incelendiğinde, yük gruplarına göre SV değerlerinin güç çıktılarındaki değişimlere göre farklılık göstermediğini iddia eden ($H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \dots = \mu_n$) hipotezinin %95 güvenilirlikle reddedileceği, dolayısı ile ölçülen sürelerde SV değerlerinin aksine güç çıktılarının sporcuların SV değerleri üzerinde istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar oluşturduğu söylenebilir ($p < 0.05$).

Bu farklılığın hangi güç çıktısı grupları arasındaki farklılıklardan meydana geldiğini araştıran Tukey çoklu karşılaştırma testi sonuçları ise aşağıdaki tablodadır.

Tablo 5. Tukey Çoklu Karşılaştırma Analizi Sonuçları

	Güç Çıktıları (ml)	Ort±SS	Ortalama Fark	Standart Hata	P
P@SV_{pik}%90	P@SV _{pik}	143±2,53	-3.977*	1.294	0.017*
	P@SV _{pik} %110	140,6±1,93	-1.608	1.294	0.445
P@SV_{pik}	P@SV _{pik} %90	139±2,74	-3.977*	1.294	0.017*
	P@SV _{pik} %110	140,6±1,93	2.369	1.294	0.188

Ort.Fark: İki uygulama türü için SV değeri ortalama farklarını göstermektedir, Std.Hata: Standart Hata, P. : Dunnett Type3 İkili karşılaştırma testi için hesaplanan test istatistiğini göstermektedir eğer belirlenen anlamlılık düzeyinden küçük ise ortalamalar arasındaki farkın önemsiz olduğunu savunan sıfır hipotezi reddedilir.

**%95 güvenilirlikle ortalamalar arasındaki farklılıkları anlamlı grupları göstermektedir.*

Tablo incelendiğinde $P@SV_{pik}\%90$ 'ı ile $P@SV_{pik}$ 'e denk gelen yüklerin ortalamaları arasındaki farklılıkların istatistiksel olarak anlamlı olduğunu söylemek mümkündür ($p<0.05$).

Daha sonra güç çıktılarına göre süre bazında SV değerlerinin istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık gösterip göstermediğini test eden varyans analizi uygulandı ve sonuçlar aşağıdaki tablodadır.

Tablo 6. $P@SV_{pik}\%90$ 'ına Denk Gelen Yükler İçin Sürelere Göre Varyans Analizi Sonuçları

Kalp Atım Hacmi (SV)	Kareler Toplamı	S.D.	F	p	Levene Testi
Gruplar Arası Hatalar	269.720	6			
Grup İçi Hatalar	6497.321	35	0.242	0.959	0.952
Toplam Hatalar	6767.041	41			

S.D: Serbetslik Derecesi, F: Varyans Analizi İçin F istatistiği değeri, p: F istatistiğine ait olasılık değeri

Tablo 7. $P@SV_{pik}$ 'e Denk Gelen Yükler İçin Sürelere Göre Varyans Analizi Sonuçları

Kalp Atım Hacmi (SV)	Kareler Toplamı	S.D.	F	p	Levene Testi
Gruplar Arası Hatalar	229.940	6			
Grup İçi Hatalar	10422.447	35	0.129	0.992	0.985
Toplam Hatalar	10652.388	41			

S.D: Serbetslik Derecesi, F: Varyans Analizi İçin F istatistiği değeri, p: F istatistiğine ait olasılık değeri

Tablo incelendiğinde $P@SV_{pik}\%90$ 'ına denk gelen yükler için süreler bazında ortalamalar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farkın olmadığı görüldü. Aynı şekilde $P@SV_{pik}$ 'e denk gelen yükler için süreler bazında ortalamalar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farkın olmadığı görüldü (Tablo 7).

Tablo 8. P@SV_{pik}'in %110'una Denk Gelen Yükler İçin Sürelere Göre Varyans Analizi Sonuçları

Kalp Atım Hacmi (SV)	Kareler Toplamı	S.D.	F	p	Levene Testi
Gruplar Arası Hatalar	134.106	6			
Grup İçi Hatalar	8155.101	35	0.096	0.996	0.973
Toplam Hatalar	8289.207	41			

S.D: Serbetslik Derecesi, F: Varyans Analizi İçin F istatistiği değeri, p: F istatistiğine ait olasılık değeri

P@SV_{pik}%110'una denk gelen yükler için süreler bazında ortalamalar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farkın olmadığı görüldü. Tüm tablolar dikkate alındığında güç çıktıları SV değerleri ortalamaları üzerinde anlamlı bir etki oluştururken, güç çıktılarına göre sürelerin anlamlı bir fark oluşturmadığı bulundu (Tablo 8).

Tablo 9. P@SV_{pik} ile P@SV_{pik}%90 ve P@SV_{pik}%110'una Denk Gelen Yükler İçin Kalp Atım Hacmi, Kalp Debisi ve Kalp atım hızı Arasındaki Korelasyon Analizi Sonuçları

		Kalp Atım Hacmi (SV)	Kalp Debisi (Qc)	Kalp Atım Hızı (HR)
P@SV _{pik} %90	SV	1	0.81*	-0.08
	Qc	0.81*	1	0.52*
	HR	-0.08	0.52*	1
P@SV _{pik}	SV	1	0.76*	-4.24*
	Qc	0.76*	1	0.27*
	HR	-4.24*	0.27*	1
P@SV _{pik} %110	SV	1	0.81*	-0.58*
	Qc	0.81*	1	0
	HR	-0.58*	0	1

**%95 güvenilirlikle anlamlı Pearson korelasyon katsayılarını göstermektedir.*

Her üç güç çıktısı grubu içinde SV ve Qc arasında pozitif yönlü güçlü bir ilişkinin olduğu görülmüştür. P@SV_{pik}'e ve P@SV_{pik}%110'una denk gelen yüklerde HR ile Qc arasında negatif yönlü orta şiddetli bir ilişkiden bahsedilebilir (Tablo 9).

7. TARTIŞMA

Bu çalışmada, $P@SV_{pik}$ 'e karşılık gelen iş yükünde yapılan egzersizlerde SV düşüşü ve HR artışı ile karakterize edilen CV-Drift daha derindi. $P@SV_{pik}$ 'de seans süresince saptanan SV yanıtları sporcuların bireysel SV_{pik} değerlerine daha yakın seyretti. Sporcuların bireysel SV_{pik} farklılıkları, egzersizler sırasında oluşan CV-Drift derinliğini, zamanını ve sapma paternini değiştirdi.

CV-Drift, submaksimal kesintisiz sabit yüklü egzersizlerin ilk 10-15 dakikası aşıldıktan sonra SV'nin anlamlı şekilde düşmesi ve HR'nin o iş yükünde ihtiyaç duyulan Q_c 'yi sabit tutabilmek için anlamlı bir şekilde artması ile tanımlanır (Astrand 1960). Termonötral koşullarda yapılan çalışma bulguları ile CV-Drift olgusunda SV değerlerinin düşüşünden ziyade HR artışının çok daha önemli olabileceği iddia edilmiştir (Fritzsche ve ark. 1999). Günümüzde halen CV-Drift nedenleri ve bu olguyu oluşturan parametrelerin hangisinin bir diğerine yanıt olarak arttığı ya da azaldığı tartışmaya açık konulardır. Yine de SV'de söz konusu yanıtın oluşmasında en önemli etkenler; dehidratasyonun neden olduğu total kan hacmi azalması (González-Alonso ve ark. 1995), vücut iç sıcaklığı artışına bağlı olarak (Johnson ve Rowell 1975) artan deri kan akımı, venöz kan basıncının düşmesi ile birlikte artan HR, ventriküler dolum basıncındaki azalma ve buna bağlı olarak EDV'nin düşmesi (Johnson ve Rowell, 1975; Dawson ve ark. 2005) olarak sıralanabilir. Fritzsche ve arkadaşlarının (1999) yaptığı bir araştırma sonucuna göre, VO_{2maks} 'ın ~%60'ı ile yaptırılan kesintisiz sabit yüklü submaksimal egzersiz sırasında oluşan CV-Drift'in, HR'de %11 artış ile SV'de %13 oranında azalmasıyla oluştuğu ifade edilmiştir. Bu tez çalışmasının bulguları ışığında ise $P@SV_{pik} \%90$, $P@SV_{pik}$ ve $P@SV_{pik} \%110$ yüklerinde, ortalama $VO_{2maks} \%56$ değeri ile 30 dakikalık kesintisiz egzersizlerin 6., 9., 12., 15., 20., 25. ve 30. dakikalarında yapılan Q_c ölçümlerinde 6. dakikaya kıyasla 9-30. dakikalar arasında CV-Drift paterni; HR değerlerinde anlamlı bir yükseliş ve SV değerlerinde anlamlı bir düşüş kriterleri gözlenerek analiz edildi. Genel kanı CV-Drift görülen egzersiz şiddetlerinin VO_{2maks} 'ın %75'i ve daha düşük iş yüklerine karşılık geldiğidir (Ekelund 1966; Ekelund 1967; Ekelund ve Holmgren 1964; Johnson ve Rowell 1975; Coyle ve Gonzalez Alonso 2001). Ancak dayanıklılık performansına dönük bir konu olarak

VO_{2maks} 'ın belli %'leriyle ifade edilen iş yüklerinin, sporcuların bireysel SV_{pik} yüklerinin hangi güç düzeylerine karşılık geldiği belli değildir. Bu çalışmadan çıkan sonuçlar doğrultusunda, ölçümlere katılan sporcuların $P@SV_{pik}\%90$, $P@SV_{pik}$ ve $P@SV_{pik}\%110$ yüklerde tükettikleri oksijen düzeyleri $\dot{V}O_{2maks}$ 'ın ($ml/dk^{-1}/kg^{-1}$) sırasıyla %51, %56 ve %61'ne karşılık geldiği görüldü (Tablo 3). Güncel literatürde farklı ortam koşullarının egzersiz şiddetlerinin ve aktivite paternlerinin CV-Drift'e etkileri değerlendirilmiş olsa da, sporcuların bireysel SV_{pik} düzeylerinde yaptıkları egzersizlerde CV-Drift'i araştıran bir çalışma bulgusuna rastlanmamıştır (Coyle ve Gonzalez-Alonso 2001, Wingo ve ark. 2005, Kounalakis ve ark. 2008, Lafrenz ve ark. 2008, Ganio ve ark. 2006, Fritzsche ve ark. 1999, Vella ve Robergs 2005) Bu tez çalışmasında sporcuların SV_{pik} düzeyleri ve bu değerlerin %10 altı ve üzerindeki yakın yüklerle yaptıkları egzersizlerde CV-Drift fenomeni ilk kez araştırıldı. Elde edilen bulgular sporcuların bireysel SV_{pik} dolaylarına karşılık gelen egzersiz şiddetleri için de CV-Driftin oluştuğunu gösterdi.

VO_{2maks} gelişiminde SV_{pik} dolaylarında geçirilen zamanın önemli olduğu bilinir. Yüksek yoğunluklu interval antrenmanların (HIIT) toparlanma stratejilerini pasif bir dinlenmeye kıyasla VO_{2maks} 'ın %30'u ve %60'ına karşılık gelen yüklerle aktif kalmayı inceleyen bir çalışma, tüm HIIT seansı süresince SV ve Qc yanıtlarını analiz etmiştir (Stanley ve Buchheit, 2014). Ondört iyi düzey antrene bisiklet sporcusunun katıldığı testlerde; VO_{2maks} 'ın açığa çıktığı güç üretim düzeyinin %90'ına denk gelen yüklerle yapılan 3x3 dakikalık yüksek yoğunluklu yüklenmelerin aralarında 2 dakikalık toparlanmalar verilerek, üç ayrı toparlanma stratejisi uygulanan sporcuların SV ve Qc zirvelerine ne kadar yakın kalabildikleri araştırılmıştır. Çalışmanın bulgularında, toparlanma stratejilerinden doğan farkın anlamlı olmadığını rapor etmiş olsa da, antrenman seansı süresince SV zirvesi dolaylarında geçirilen sürenin VO_{2maks} gelişiminde anahtar rol oynayabileceği speküle edilmiştir. Dayanıklılık tipi antrenmanlarda SV ve Qc yanıtlarına odaklanan pek çok araştırma olsa da (Warburton Darren ve Gledhill 2008, Fritzsche ve ark. 1999, Gledhill ve ark. 1994, Coyle ve Gonzalez-Alonso 2001) daha etkili bir VO_{2maks} gelişimi sağlayabilmek için sporcuların SV_{pik} yükünde antrenman yapmasının daha yararlı olabileceğini ilk kez Çolakoğlu ve arkadaşları (2014) ortaya atmıştır. Bu çalışmada SV_{pik} yükleriyle yapılan yaygın ve tempo intervaller sırasında sporcuların SV_{pik} dolaylarında geçirdikleri zamanlar ve egzersizlere SV yanıtlarının büyüklükleri analiz edilmiştir.

Çalışmanın sonuçlarında yazarlar, geleneksel uygulamalarda VO_{2maks} gelişimi için sıklıkla kullanılan ve yine VO_{2maks} yüklerinde yapılan yaygın interval antrenmanların SV_{pik} yükleriyle yapılan uygulamalarında çok daha yüksek SV yanıtı alınabileceğini göstererek bunun daha büyük bir VO_{2maks} geliştirme potansiyeli yaratabileceğini speküle etmişlerdir. Literatürde interval tarzı yüklenmelerde sporcuların SV zirve yüklerinin kullanıldığı bir çalışma olmasına rağmen, kesintisiz sabit yüklü egzersizlerde yine SV_{pik} yüklerinin kullanıldığı bir çalışma bulgusu bulunmamaktadır. Bu tez çalışmasından elde edilen bulgular ile SV_{pik} yüküyle yapılan submaksimal kesintisiz sabit yüklü egzersiz seansları boyunca SV yanıtlarının zirve değerlere çok daha yakın seyrettiği gösterildi. Bu bilgi kesintisiz egzersiz modellerinde SV_{pik} yüküyle yapılacak antrenmanların daha büyük bir VO_{2maks} gelişimi sağlayabileceği şeklinde yorumlanabilir.

Bu tez çalışmasının diğer hipotezi, SV_{pik} yükünde yapılacak sabit yüklü kesintisiz submaksimal egzersizlerde daha derin bir SV düşüşüne bağlı olarak belirecek CV-Drift'in daha derin olacağıydı. Sporcuların bireysel $P@SV_{pik}$ yüklerinde tüm ölçüm zamanlarına ait ortalama SV yanıtları, $P@SV_{pik}\%90$ ve $P@SV_{pik}\%110$ 'a kıyasla daha yüksekti. Elde edilen bulgular $P@SV_{pik}$ ile yapılan egzersizlerde saptanan sapmanın %10 altı ve üzeri yükleriyle yapılan egzersizlerden bile daha derin oluştuğunu gösterdi. Bu bulgu sporcuların egzersize artan SV yanıtı açısından zaten zirve değerleri verdiği iş yükü ile egzersize başlamalarının daha erken bir kardiyak yorgunluğa neden olabileceğini ve dolayısıyla oluşan CV-Driftin anlamlı ölçüde daha derin olacağı şeklinde yorumlanabilir. Ancak yinede daha derin bir CV-Drift oluşmasına rağmen, sporcuların ölçüm zamanlarına ait SV yanıtlarında zirve değerlere %5 kadar yakın olma kistası gözetilerek yapılan analizlerde, seans süresince SV_{pik} dolaylarına daha yakın SV yanıtları verdikleri unutulmamalıdır.

Çalışmamızda da $P@SV_{pik}\%90$ yükü ile yapılan 30 dakikalık kesintisiz sabit yüklü egzersizin 6. dakikasında saptanan CV-Drift öncesi SV değerlerine göre, 9. dakika SV değerleri anlamlı olarak %5 azaldı. Ancak 9. dakikadan itibaren sonrasındaki dakikalarda SV değerleri dalgalanma gösterdi ve bu zaman diliminde 6. dakikaya göre anlamlı bir düşüş gözlenmedi. $P@SV_{pik}$ yükünde 6. dakikaya ait SV değerlerinde 15. dakika SV değerlerine oranla %7,5'luk bir düşüş ile CV-Drift gözlemlendi. Sonrasında ise SV değerlerinin benzer seviyelerde seyretmesi ve ortalamalarının istikrarlı bir CV-Drift göstermesine rağmen SV farkları 6. dakika

değerlerine göre anlamlı değildi. $P@SV_{pik}\%110$ yükünde 6. dakikaya ait SV değerlerinde 30. dakika SV değerlerine kıyasla %4,1'lik düşüşün olması CV-Drift göstergesi olarak değerlendirildi. Bu zaman diliminin öncesinde ve sonrasındaki dakikalarda görülen dalgalanmalardaki farklılıklar anlam ifade etmemektedir. Bulgular SV_{pik} yükünde yapılacak antrenmanlarda daha derin bir sapma gösterse de, bu yükün daha büyük bir dayanıklılık geliştirme potansiyeline sahip olduğunu işaret etmektedir.

Bu çalışmada kullanılan “yüklenme süresince SV_{pik} dolaylarında kalmada, SV_{pik} 'e %5 kadar yakın olması” kıstas olarak kabul edildi. SV_{pik} değerine uzaklığı bu kıstas sınırları içinde kalan egzersizlerin SV_{pik} geliştirmede daha etkili olabileceği Stanley ve Bucheit'in (2014) değerlerinin oluşturulmasında kullanılan literatür, SV'nin bir çarpanı olduğu VO_2 , diğer komponentleri olan HR ve a- vO_2 için yıllardır kabul gören oransal değerlere dayandırılmıştır. VO_{2maks} 'ı veren minimum hız çalışmalarından aktarılan bilgiye göre, orta düzey antrenmanlı bireylerde tek bir yüklenme ile VO_{2maks} 'a %10 kadar yakın olmak VO_{2maks} 'a ulaşmak olarak kabul edilir. Elit sporcular için bu değer çok net olmasa da genellikle %5'den küçüktür (Gonzalez-Alonso, 2003). Maksimal kademeli VO_{2maks} testlerinde yıllardır kullanılan sonlandırma kriterlerinden biri de, sporcuların en yüksek HR değerlerine %10'dan daha yakın olmak olarak kabul görür (Mattsson ve ark. 2010). Bu bilgi kademeli testlere daha temkinli yaklaşan birkaç araştırmada %95'in üzerine çıkmak yani %5 kadar yakınlık şeklinde uygulanır (Mortensen ve ark. 2005). SV dışında kalan diğer bir kıstas olan a- vO_2 farkı için yaygın olarak kabul gören bir ölçüte rastlanmadı. İyi antrenmalı dayanıklılık sporcuları için bir dayanıklılık aktivitesi sırasında sıklıkla rapor edilen maksimal a- vO_2 farkı değerleri ~19 – 20 ml (100 ml kan⁻¹) civarındadır. Bu değerler için %5 yakınlık kıstası için, ~18 – 19 ml değeri uygun olacaktır. Ancak hem SV_{pik} değerine hem de a- vO_2 farkı değerine yakınlık seviyesi, kişisel SV_{pik} ve kişisel maksimal a- vO_2 farkı değerleri üzerinden hesaplanmalıdır.

Bu tez çalışması sporcuların VO_{2maks} 'ın %40'ından %100'üne kadar değişen sabit yüklü test kademeleriyle SV_{pik} yüklerinin analiz edildiği ender çalışmalardan biridir. Yapılan araştırmalar orta ve iyi düzey antremanlı bireylerde SV_{pik} değerlerinin %40'dan %70'e kadar değişen düzeylerde açığa çıkabileceğini, elitlerde ise bu egzersiz yüklerinin %100 VO_{2maks} dolaylarında olabileceği gösterilmiştir. Bu nedenle bu araştırmada SV_{pik} taranan yükler için %40 VO_{2maks} 'ın altında kalan egzersiz

şiddetleri kullanılmamıştır. Gerçekten de elde edilen bulgular her sporcu için ayrı ayrı değerlendirildiğinde hiçbir sporcunun SV_{pik} 'i, VO_{2maks} 'ın %40'da ya da %50'de bile vermediği ve grup ortalamasının da %56,2'ye denk geldiği görülmüştür. Bu bilgiye dayanarak, özellikle SV_{pik} yükü VO_{2maks} 'dan uzak olan performans sporcularında SV_{pik} yüküyle antrenman yapmanın çok daha önemli olabileceği söylenebilir.



8. SONUÇ VE ÖNERİLER

Aerobik dayanıklılık gelişiminde halen en çok kullanılan klasik antrenman yöntemleri, submaksimal kesintisiz ve sabit yüklü antrenman modelleridir. Ancak uzun süren kesintisiz sabit yüklü egzersizlerde yüklenme süresi uzadıkça CV-Drift oluşmakta ve bu da VO_2 'de bir düşüşle birlikte hedeflenen antrenmanın etkisini olumsuz etkileyebilmektedir. Dolayısıyla bu yüklenme modellerinde SV, Qc ve VO_2 'nin yanında sapma paterninin analizi önemlidir. Bu tez çalışmasının sonucunda sporcuların SV_{pik} değerlerindeki farklılığın CV-Drift'in derinliğini, süresini ve yapısını değiştirdiği gösterilmiştir. Bu bilgi sporcu ve antrenörlerin dayanıklılık antrenmanlarının etkinliğini arttırmada kullanabilecekleri önemli bir veri sağlayabilir. Sporcuların SV_{pik} analizleri, SV_{pik} değerlerinin VO_{2maks} 'dan uzaklığı, CV-Drift yapısının ve olduğu sürelerin analizi, antrenman VO_2 'ni ve SV_{pik} değerlerine yakın geçirilen zamanı arttırarak antrenmana adaptasyon niteliğini arttırılabilir. Dayanıklılık tipi sporlarda CV-Drift'ten kaçınmak ya da antrenmanlarda sapma yaşayarak ilgili merkezi adaptasyonların iyileşmesini sağlamak gibi olası antrenman hedeflerini planlamada da, CV-Drift analizleri oldukça önemli olacaktır. Dahası, ilk kez SV_{pik} değerlerine denk gelen egzersiz yükleri dolaylarında sapma analiz edilerek en derin CV-Drift'in SV zirvesinde oluşabileceği saptanmıştır. Bu çalışmada ayrıca, bireysel SV_{pik} 'e denk gelen egzersiz yüklerinin kullanılmasının, bu şiddette yapılacak olan egzersizler süresince daha yüksek SV yanıtları oluşturabileceği gösterilmiştir. Bu da sporcu ve antrenörlerin dayanıklılık antrenmanlarını planlamada göz önünde bulundurması gereken önemli bir husustur. Bu ve benzer çalışma bulguları önleyici hekimlik ve kardiyak rehabilitasyon alanında da daha uygun egzersiz programlarının düzenlenmesine önemli katkılar sağlayabilir.

9. KAYNAKLAR

- Astrand I. Aerobic work capacity in men and women with special reference to age. *Acta Physiologica Scandinavica*. 1960; 49: 1-92.
- Ajisaka R., Watanabe S., Eda K., Sakamoto K., Saitou T., Yamaguchi I. and Sugishita Y. Hemodynamic and thermal responses to a 30-minute constant-workload aerobic exercise in middle-or old-aged patients with cardiovascular diseases. *Jpn. Circ. J.* 2000; 64: 370-376.
- Astrand P. O., Cuddy T. E., Saltin B., Stenberg J. Cardiac output during submaximal and maximal work. *J. Appl. Physiol.* 1964; 19: 268-274.
- Bullock J., Boyle J., Wang M. B. *NMS Physiology, The National Medical Series for Independent Study*, Çeviri Editörü: Hariri N., Fizyoloji, 1. Baskı, Saray Tıp Kitap Evleri., İzmir; 1994, s: 118-127.
- Burton D. A., Stokes K., Hall G. M. Physiological effects of exercise continuing education in anesesthesia. *Critical Care& pain.* 2004; 4(6): 185-188.
- Carter J. B., Banister E. W., Blaber A. P., Effect of Endurance Exercise on Autonomic Control of Heart Rate. *Sports Medicine.* 2003; 33(1): 33-46.
- Cheatham C. C., Mahon A. D., Brown J. D. and Bolster D. R., Cardiovascular responses during prolonged exercise at ventilatory threshold in boys and men. *Med. Sci. Sports Exerc.* 2000; 32(3): 1080–1087.
- Colakoglu M., Ozkaya O., Balci G. A., and Yapicioglu B. Shorter intervals at peak SV versus VO_{2max} intensity may yield high SV with less stress. *European Journal of Sports Science.* 2014; 251: 16-23.

- Cole C. R., Blackstone H. E., Pashkow J. F., Snader C. E. and Lauer M. S. Heart rate recovery immediately after exercise as a predictor of mortality. *The New England Journal of Medicine*. 1999; 341(18): 1351-1357.
- Coyle E. F. and Gonzalez-Alonso J. Cardiovascular drift during prolonged exercise: New Perspectives. *Exerc. Sports Sci. Rev.* 2001; 29(2): 88-92.
- Dawson E. A., Shave R., George K., Whyte G., Ball D., Gaze D. and Collinson P. Cardiac drift during prolonged exercise with echocardiographic evidence of reduced diastolic function of the heart. *Eur. J. Appl Physiol*. 2005; (94): 305-309.
- Dunnnett C. W. A Multiple comparison procedure for comparing several treatments with a control. *Journal of the American Statistical Association*. 1955; 50(272): 1096-1121.
- Ekelund L. G., Holmgren A. Circulatory and respiratory adaptation during long-term non-steady state exercise in the sitting position. *Acta Physiol. Scand*. 1964; 62: 240-255.
- Ekelund L. G. Circulatory and respiratory adaptation during prolonged exercise in the supine position. *Acta Physiol Scand*. 1966; 68: 382-396.
- Ekelund L.G. Circulatory and respiratory adaptation during prolonged exercise of moderate intensity in the sitting position. *Acta Physiol Scand*. 1967; 69: 327-340.
- Fontana P., Boutellier U., Toigo M. Reliability of measurements with Innocor during exercise. *Int. J. Sports Med*. 2009; 30(10): 747-753.
- Fontana P. W. Cardiac output and stroke volume dynamics during exercise and their adaptations to different exercise paradigms in healthy subjects. For the degree of doctor of sciences. *Eth Zurich*, 2010; 10-13.

Fortney S. M., Nadel E. R., Wenger C. B. and Bove J. R. Effect of acute alterations of blood volume on circulatory performance in humans, *Exercise Physiol.* 1981; 50(2): 292.

Fortney S. M., Wenger C. B., Bove J. R. and Nadel E. R. Effect of blood volume on forearm venous and cardiac stroke volume during exercise. *Exercise Physiol.* 1983; 55(3): 884-890.

Fox E. L., Bowers R. W. and Foss M. L., The physiological basis of physical education, *Beden eğitimi ve sporun fizyolojik temelleri*, Çeviri: Cerit M., Spor Yayınevi ve Kitapevi, Ankara, 2011; 2: 189-192.

Fritzsche R. G., Switzer T. W., Hodgkinson B. J., and Coyle E. F. Stroke volume decline during prolonged exercise is influenced by the increase in heart rate. *J. Appl. Physiol.* 1999; 86(3): 799–805.

Ganio M. S., Wingo J. E., Carroll C. E., Thomas M. K., and Cureton K. J. Fluid ingestion attenuates the decline in VO_{2peak} associated with cardiovascular drift. *Med. Sci. Sports Exerc.* 2006; 38(5): 901–909.

Gledhill N., Cox D., Jamnik R. Endurance athletes stroke volume does not plateau: major advantage is diastolic function. *Med. Sci. Sports Exerc.* 1994; 26(9): 1116-1121.

Gonzalez-Alonso J., Rodriguez R. M., Below P. R., and Coyle E. F. Dehydration reduces cardiac output and increases systemic and cutaneous vascular resistance during exercise. *J. Appl. Physiol.* 1995; 79(5): 1487- 1496.

Gonzalez-Alonso J, Calbet J. A. L. Reductions in systemic and skeletal muscle blood flow and oxygen delivery limit maximal aerobic capacity in humans. *Circulation.* 2003; 107: 824-830.

- Gonzalez-Alonso J., Point: Counterpoint: Stroke volume does/does not decline during exercise at maximal effort in healthy individuals. *Journal of Applied Physiology* Published. 2008; 104 (1): 275-276.
- Hamilton M. T., Gonzalez-Alonso J., Montain S. J., and Coyle E. F. Fluid replacement and glucose infusion during exercise prevent cardiovascular drift. *J. Appl. Physiol.* 1991; 71(3): 871-877.
- Hargreaves M. Physiological benefits of fluid and energy replacement during exercise. *Australian Journal Nutrition&Dietetics.* 1996; 53(4): 3-5.
- Higginbotham M. B., Morris K. G., Williams R. S., McHale P. A., Coleman E. R. and Cobb F. R. Regulation of stroke volume during submaximal and maximal upright exercise in normal man. From the Department of Medicine Division of Cardiology and the Department of Radiology. Duke University. 1986; 58: 281-291.
- Hutchinson A. Who has the greatest VO_{2max} of them all? Beating the oxygen bottleneck. *Runners World*, (<http://www.runnersworld.com/sweat-science/who-has-the-greatest-vo2max-of-them-all>) February 18, 2014.
- Jackson A. S. and Pollock M. L. Generalized equations for predicting body density of men. 1978. *The British Journal of Nutrition.* 2004; 91(1): 161-168.
- Johnson J. M. and Rowell L. B. Forearm and skin vascular responses to prolonged exercise in man. *J. Appl. Physiol.* 1975; 39(6): 920-924.
- Kounalakis S. N., Keramidas M. E., Nassis G. P., Geladas N.D. The role of muscle pump in the development of cardiovascular drift. *European Journal of Applied Physiology.* 2008; 103(1): 99-107.
- Kraemer W., Fleck S., Deschenes M. *Exercise Physiology: Integrating theory and application.* 2011; 153-154.

- Lafrenz A. J., Wingo J. E., Ganio M. S., and Cureton K. J., Effect of ambient temperature on cardiovascular drift and maximal oxygen uptake. *Med. Sci. Sports Exerc.*, 2008; 40(6): 1065–1071.
- Lambert M. I., Mbambo Z. H. and Clair Gibson A. St. Heart rate during training and competition for longdistance running. *Journal of Sports Sciences*. 1998; 16(1): 85-90.
- Lavdaniti M. Invasive and non-invasive methods for cardiac output measurement. *International Journal of Caring Sciences*. 2008; 1(3): 112–117.
- Levine B. D. VO_{2max} : what do we know, and what do we still need to know? *J. Physiol*. 2008; 586(1): 25–34.
- Mattsson C. M., Enqvist J. K., Brink-Elfegoun T., Johansson P. H., Bakkman L., Ekblom B. Reversed drift in heart rate but increased oxygen uptake at fixed work rate during 24 h ultra-endurance exercise. *Scand J. Med. Sci. Sports*. 2010; 20(2): 298-304.
- Mattsson C. M. Physiology of adventure racing-with emphasis on circulatory response and cardiac fatigue. From the Department of Physiology and Pharmacology, Karolinska Institutet, Stockholm, Sweden 2011; 14-75.
- Montain S. J. and Coyle E. F. Fluid ingestion during exercise increases skin blood flow independent of increases in blood volume. *J. Appl. Physiol*. 1992; 73(3): 903-910.
- Montain S. J., Sawka M. N., Latszka W. A. and Valeri C. R. Thermal and cardiovascular strain from hypohydration influence of exercise intensity. *Int. J. Sports Med*. 1998; 19(2): 87-91.
- Mortensen S. P., Dawson E. A., Yoshiga C. C., Dalsgaard M. K., Damsgaard R., Secher N. H. and Gonzalez-Alonso J. Limitations to systemic and locomotor

- limb muscle oxygen delivery and uptake during maximal exercise in humans. *J. Physiol.* 2005; 566: 273-285.
- Murray R. Dehydration, hyperthermia and athletes: Science and practice. 1996; 31(3): 248–252.
- Rowell L. B., Murray J. A., Brengelmann G. L. and Kraning K. K. Human cardiovascular adjustments to rapid changes in skin temperature during exercise. *Circ. Res.* 1969; 24: 711–724.
- Rowell L. B. Nonthermoregulatory reflex control of skin blood flow. *Human Circulation; Regulation During Physical Stress*. New York, Oxford University Press. 1986; 178-183.
- Rowland T. W. Does peak VO_2 reflect $\text{VO}_{2\text{max}}$ in children?: evidence from supramaximal testing. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 1993; 25(6): 689-693.
- Roy B. D., Green H. J., Grant S. M. and Tarnopolsky M. A. Acute plasma volume expansion alters cardiovascular but not thermal function during moderate intensity prolonged exercise. *Canadian Journal of Physiology and Pharmacology; ProQuest Health & Medical Complete*. 2000; 78(3): 244-250.
- Stanley J. and Buchheit M. Moderate recovery unnecessary to sustain high stroke volume during interval training. A Brief Report, *J. Sports Sci. Med.* 2014; 13(2): 393–396.
- Sue D. Y., Wasserman K., Moricca R. B., Casaburi R. Metabolic acidosis during exercise in patients with chronic obstructive pulmonary disease. Use of the V-slope method for anaerobic threshold determination. *Chest*. 1988; 94(5): 931-938.

- Sullivan M. J., Higginbotham M. B. and Cobb F. R. Exercise training in patients with severe left ventricular dysfunction hemodynamic and metabolic effects. 1988; 78: 506-515.
- Trinity J. D., B.A., Impact of intensity and body temperature on cardiovascular responses to exercise, Dissertation, The University of Texas at Austin, 2009; 58-59.
- Tukey J. W. Comparing individual means in the analysis of variance biometrics. 1949; 99-114.
- Vanaoverschelde J. L., Younis L. T., Melin J. A., Vanbutsele R., Leclergq B., Robert A. R., Cosyns J. R. and Detry J. M. Prolonged exercise induces left ventricular dysfunction in healthy. Subjects. 1991; 1356-1363.
- Vella C. A. and Robergs R. A. A review of the stroke volume response to upright exercise in healthy subjects. Br. J. Sports Med. 2005; 39: 190-195.
- Von Duvillard S. P., Braun W. A., Markofski M., Beneke R., Leithauser R. Fluids and hydration in prolonged endurance performance. Nutrition. 2004; 20: 651-656.
- Warburton Darren E. R., Gledhill N. Counterpoint: Stroke volume does not decline during exercise at maximal effort in healthy individuals. Journal of Applied Physiology Published. 2008; 104(1): 276-278.
- Warburton Darren E. R., Haykowsky Mark J. F., Quinney H. Arthur, Humen Denis P. and Teo Koon K. Reliability and validity of measures of cardiac output during incremental to maximal aerobic exercise. Part 1 conventional techniques. Sports Med. 1999; 1: 23-41.
- Wingo J. E., Cureton K. J. Body cooling attenuates the decrease in maximal oxygen uptake associated with cardiovascular drift during heat stress. Eur. J. Appl. Physiol. 2006a; 98: 97-104.

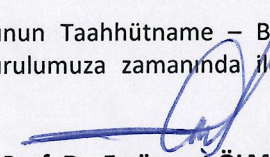
Wingo J. E., Cureton, K. J. Maximal oxygen uptake after attenuation of cardiovascular drift during heat stress. *Aviation, Space, and Environmental Medicine* 2006b; 77(7): 687-694

Wingo J. E., Lafrenz A. J., Ganio M. S., Edwards G. L. and Cureton K. J. Cardiovascular drift is related to reduced maximal oxygen uptake during heat stress. *Med. Sci. Sports Exerc.* 2005; 37(2): 248–255.

Wingo J. E., Ganio M. S. and Cureton K. J. Cardiovascular drift during heat stress: implications for exercise prescription *Exerc. Sport Sci. Rev.* 2012; 40(2): 88-94.

Winsley R. J., Fulford J., Roberts A. C., Welsman J. R., Armstrong N. Sex difference in peak oxygen uptake in prepubertal children. *Journal of Science and Medicine in Sport.* 2009; 12: 647–651.

T.C.
Celal Bayar Üniversitesi
Tıp Fakültesi Yerel Etik Kurulu
Karar Formu

KARAR TARİH / NO	25 / 02 / 2015 / 20478486 - 84						
ARAŞTIRMANIN ADI	Zirve Kalp atım hacmi ve civarına gelen egzersiz şiddetlerinin kardiyovasküler sapma üzerine etkileri						
SORUMLU ARAŞTIRMACI	Prof. Dr. F. Sırrı ÇAM – CBÜ. Tıbbi Genetik Anabilim Dalı						
ARAŞTIRMA EKİBİ	Prof. Dr. Muzaffer Çolakoğlu,- Arş. Gör. Dr. Yasin Yüzbaşıoğlu,- Arş. Gör. Görkem Aybars Balcı,- Arş. Gör. Sinan Seyhan,- Uzman Dr. Onur Oral (Danışman)						
ARAŞTIRMANIN NİTELİĞİ	UZMANLIK TEZİ <input type="checkbox"/>		YÜKSEK LİSANS--DOKTORA TEZİ <input checked="" type="checkbox"/>		AKADEMİK AMAÇLI <input type="checkbox"/>		
DEĞERLENDİRİLEN BELGELER	19.02.2015 / 65 –Tarih ve sayılı dilekçe						
KARAR BİLGİLERİ	Yukarıda açık bilgileri verilen Araştırma dosyası ile ilgili 19.02.2015 / 65 tarihli; Prof. Dr. F. Sırrı ÇAM 'IN Sorumlu Araştırmacı Olarak devam ettirmesi Konulu dilekçe incelenmiş; Etik açıdan UYGUN olduğuna oy birliği ile karar verilmiştir						
Ünvanı/Adı/Soyadı	Araştırma ile ilişkisi Olan Üye	Toplantıya Katılmayan Üye	Ünvanı/Adı/Soyadı	Araştırma ile ilişkisi Olan Üye	Toplantıya Katılmayan Üye		
Prof. Dr. Ercüment ÖLMEZ Farmakoloji AD	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Prof. Dr. Necip KUTLU Fizyoloji AD	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Prof. Dr. Cengiz KIRMAZ Alerji İmmünoloji BD	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Prof. Dr. Ece ONUR Tıbbi Biyokimya AD	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Prof. Dr. Pelin ERTAN Çocuk Sağlığı Hastalıkları AD	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Prof. Dr. Canan TIKIZ F. T. R Algoloji AD	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Prof. Dr. Erhun KASIRGA Çocuk Sağlığı Hastalıkları AD	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Prof. Dr. Gönül Tezcan KELEŞ Anestezi ve Reanimasyon AD	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Prof. Dr. Artuner DEVECİ Psikiyatri AD	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Prof. Dr. F. Sırrı ÇAM Tıbbi Genetik AD	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Doç. Dr. Peyker TEMİZ Patoloji AD	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Doç. Dr. Beyhan Cengiz ÖZYURT Halk Sağlığı AD	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Yrd. Doç. Dr. Selim ALTAN Tıbbi Etik AD	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Yrd. Doç. Dr. Tarık ULUÇAY Adli Tıp AD	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Nazlı KÜEY Avukat	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Yrd. Doç. Dr. Dilek ÇEÇEN Cerrahi Hemşireliği AD	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Derviş KILIÇ Sivil Üye	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
<p>Etik Kurulumuzun kararı yukarıda belirtilmiştir. Araştırma Başvuru Formunun Taahhütname – Bölüm E kısmında belirtilmiş olan hususların dikkate alınarak istenilen bilgilerin Etik Kurulumuza zamanında iletilmesi konusunda bilgilerinizi ve gereğini rica ederim.</p> <p style="text-align: right;"> Prof. Dr. Ercüment ÖLMEZ Başkan</p>							

EK 2. ÖZGEÇMİŞ

ÖZGEÇMİŞ

Adı	Sinan	Soyadı	SEYHAN
Doğum Yeri	ANKARA	Doğum Tarihi	31.07.1982
Uyruğu	T.C	Tel.	0 236 237 84 97
E-mail	sinanseghan@gmail.com		

EĞİTİM DÜZEYİ

	Mezun Olduğu Kurumun Adı	Mezuniyet Yılı
Doktora	Celal Bayar Üniversitesi	2016
Yüksek Lisans	Marmara Üniversitesi	2008
Lisans	Atatürk Üniversitesi	2006
Lise	Akhisar Sağlık Meslek Lisesi	2000

İŞ DENEYİMİ

Görevi	Kurum	Süre (yıl-yıl)
-	-	-

YABANCI DİL

Yabancı Dil	Okuduğunu Anlama	Konuşma	Yazma
İngilizce	Çok İyi	İyi	İyi

YABANCI DİL SINAV NOTU

KPDS	ÜDS	IELTS	YDS	TOEFL IBT	TOEFL PBT	TOEFL CBT	FCE	CAE
61,25	58	4,5						

	Sayısal	Sözel	Eşit Ağırlık
Ales		78	

BİLGİSAYAR BİLGİSİ

Program	Kullanma Becerisi
Microsoft, Word, Excel, Powerpoint, Access	İyi