

T.C.
EGE ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

SOĞUK ORTAM ŞARTLARININ, TERCİH EDİLEN KADANS VE HAREKET
EKONOMİSİNE ETKİLERİ

Hareket ve Antrenman Bilimleri Anabilim Dalı Programı

Yüksek Lisans Tezi

Yasin YÜZBAŞIOĞLU

DANIŞMAN

Prof. Dr. B. Muzaffer ÇOLAKOĞLU

İZMİR

(2015)

T.C.

EGE ÜNİVERSİTESİ

SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

SOĞUK ORTAM ŞARTLARININ, TERCİH EDİLEN KADANS VE HAREKET
EKONOMİSİNE ETKİLERİ

Hareket ve Antrenman Bilimleri Anabilim Dalı Programı

Yüksek Lisans Tezi

Yasin YÜZBAŞIOĞLU

DANIŞMAN

Prof. Dr. B. Muzaffer ÇOLAKOĞLU

İZMİR

(2015)

DEĞERLENDİRME KURULU ÜYELERİ

(Adı Soyadı)
(İmza)

Başkan : Prof. Dr. B. Muzaffer ÇOLAKOĞLU



.....

(Danışman)

Üye : Prof. Dr. Cem Şeref BEDİZ


.....

Üye : Doç. Dr. Özgür ÖZKAYA


.....
.....

Yüksek Lisans Tezinin kabul edildiği tarih: 06.07.2015.....

ÖZSÖZ

Tez çalışmamda bana yol gösteren, tez konum ve tüm eğitimim süresince yardımlarını esirgemeyen tez danışmanım, çok değerli hocam Prof. Dr. Muzaffer ÇOLAKOĞLU'na,

Tez çalışmam sürecindeki tüm yardımlarından dolayı değerli hocam Doç. Dr. Özgür ÖZKAYA'ya, istatistik ve analiz konusunda değerli fikirleriyle beni geliştiren sevgili hocam Doç. Dr. Sevcan DEMİR ATALAY'a, değerli desteklerinden dolayı arkadaşlarım Arş. Gör. Dr. Ekim PEKÜNLÜ, Arş. Gör. Dr. Bülent YAPICIOĞLU, Arş. Gör. Görkem Aybars BALCI ve Okt. Ramazan AYDINOĞLU'na,

Çalışmaya gönüllü olarak katılan tüm sporculara,

Son olarak hayatım boyunca hep yanımda olan ve tez sürecindeki tüm ilgisizliğime katlanan sevgili AİLEME,

En içten Teşekkürlerimi Sunarım...

Yasin YÜZBAŞIOĞLU

SOĞUK ORTAM ŞARTLARININ, TERCİH EDİLEN KADANS VE HAREKET EKONOMİSİNE ETKİLERİ

ÖZET

Literatürde farklı ortam koşullarında kas aktivasyonu, akut metabolik yanıtlar, bisiklet performansında optimal kadans, mekanik verim vb. konularda çalışmalar taranmış olsa da soğuk ortam şartlarının tercih edilen bireysel kadans ve mekanik verimlilik (MV) üzerine etkilerini ortaya koyarak sonuçları etraflıca tartışan bir çalışma bulgusuna rastlanmamıştır. Bu tez çalışması soğuk ortam şartlarında tercih edilen bireysel kadans değerleri ve bu değerlerin mekanik verimlilik üzerine etkilerini ortaya koymak amacıyla yapıldı. Çalışmaya, orta düzey antrene 10 erkek triatlet ve bisikletçi ($\dot{V}O_{2maks}$; $57,3 \pm 4,2 \text{ ml} \cdot \text{dk}^{-1} \cdot \text{kg}^{-1}$) gönüllü olarak katıldı. Adaptasyon seanslarının ardından, katılımcılar submaksimal ve maksimal testlerden sonra $\dot{V}O_{2maks}$ 'ın %60'ına denk gelen sabit yüklerle 20 dakikalık üç farklı egzersiz seansına 24 saat aralarla katıldılar. Bu egzersizler; i) Normal ortam koşullarında ($20.1 \pm 0.6^\circ\text{C}$, $60.8 \pm 8.5\%$ bağıl nem), bireysel tercih edilen kadansla ($N_{serbest}$), ii) Soğuk ortamda ($8.1 \pm 0.3^\circ\text{C}$, $66.9 \pm 2.4\%$ bağıl nem), bireysel tercih edilen kadansla ($S_{serbest}$), iii) Soğuk ortam koşullarında ($8.4 \pm 0.5^\circ\text{C}$, $64.9 \pm 4.7\%$ bağıl nem), $N_{serbest}$ testinde tercih edilen bireysel kadans ortalamasının sabitlenmesiyle (S_{sabit}) her gün bir seans şeklinde düzenlenerek gerçekleştirildi. MV; bisiklet ergometresinden elde edilen mekanik güç değerleri ve Garby ve Astup (1987)'un metabolik güç formülünden elde edilen değerlerden "brüt" olarak hesaplandı. Deri sıcaklığı (T_{deri}) termal kamerayla, vücut iç sıcaklığı ($T_{iç}$) termisitörlü yutulabilir kapsüllerle ölçüldü. Ortam sıcaklığı, nem, oksijen ve karbondioksit düzeyleri sürekli kontrol altında tutuldu. Çalışmanın ana bulguları, sporcuların bireysel kadans tercihlerinin soğuk ortam şartlarında ($104,4 \text{ devir} \cdot \text{dk}^{-1}$) normal ortama ($97,8 \text{ devir} \cdot \text{dk}^{-1}$) göre %7 arttığını gösterdi ($p=0,002$). Normal ortam koşullarında ($97,8 \text{ devir} \cdot \text{dk}^{-1}$) tercih edilen kadans değeri soğuk ortam şartlarında yapılan ölçümlerde ($97,3 \text{ devir} \cdot \text{dk}^{-1}$) sabit tutulduğunda, soğuk ortamdaki MV (%17,6) normal ortam şartlarına (%18,8) kıyasla %6,4 oranında azaldı ($p=0,002$). Fakat soğuk ortam koşullarında $97,3 \text{ devir} \cdot \text{dk}^{-1}$ 'ya sabitlenen kadans sporcuların bireysel

tercihlerine bırakıldığında, $104,4 \text{ devir} \cdot \text{dk}^{-1}$,ya kadar yükseldi ($p=0,002$). Sporcuların bireysel kadans tercihlerinde görülen bu artış, MV'yi %17,6'dan %18,4'e yükselterek %4,4'lük bir artışa neden oldu ($p=0,024$). Ek olarak tüm ortam koşullarında $T_{iç}$ egzersiz süresince lineer olarak arttı ($p \leq 0,05$). T_{deri} ise S_{sabit} ve $S_{serbest}$ seansları süresince benzer düşüş paternleri gösterdi fakat $N_{serbest}$ 'in ilk 6 dakikasında düşüş görülmesine karşın devam eden sürede lineer bir artış trendi gösterdi ($p \leq 0,05$).

Çalışmanın sonuçları olarak, soğuk ortam koşullarında kadansın sabit tutulmaya çalışılmasının bisiklet performansını bozduğunu buna karşın sporcuların bireysel kadans tercihlerinin kullanımıyla submaksimal iş yükünde verimin arttığı ortaya kondu.

Anahtar Kelimeler: Bisiklet, kadans, mekanik verimlilik, performans, soğuk

EFFECTS OF COLD AMBIENT ON SELF-SELECTED CADENCE AND EFFICIENCY

ABSTRACT

Although there are limited studies focused on metabolic and physiological adaptations on different ambient, muscle activations, optimal cadence or efficiency, there is no any study interested in freely choosing cadence (FCC) and mechanical efficiency (ME). Thus, the aim of the present study was to observe the effects of cold ambient (CA) on FCC and ME.

10 male moderately trained cyclists and triathletes volunteered for this study ($\dot{V}O_{2max}$: 57.3 ± 4.2 mL \cdot min $^{-1}\cdot$ kg $^{-1}$). Following familiarization session, athletes performed submaximal and maximal graded exercise tests, and then, three constant-load submaximal exercise bouts continued 20 minutes were conducted at wattages corresponding to 60% of $\dot{V}O_{2max}$ by using electromagnetically braked cycle ergometer in a climatic chamber. The submaximal exercise bouts consisted of i) normal ambient-FCC (N_{FCC} ; $20.1 \pm 0.6^{\circ}C$, $60.8 \pm 8.5\%$ rh), ii) cold ambient-individually fixed to cadence used at N_{FCC} (C_{FIXED} , $8.4 \pm 0.5^{\circ}C$, $64.9 \pm 4.7\%$ rh) and iii) cold ambient-FCC (C_{FCC} , $8.1 \pm 0.3^{\circ}C$, $66.9 \pm 2.4\%$ rh) were conducted with one day intervals. ME was calculated by external power output (Wattages) and the formula of metabolic power described by Garby and Astrup (1987). Skin temperature (T_{skin}) was measured by thermal camera while T_{core} was recorded the ingestible core temperature sensor. Ambient temperature, humidity, oxygen and carbon-dioxide were automatically under-control by a climatic chamber.

Main results showed that C_{FCC} was 7% increase, when compared to N_{FCC} (104.4 vs. 97.8 rpm, respectively; $p=0.002$). This change was 2.1% decrease in ME. When the N_{FCC} was fixed to evaluate C_{FIXED} , ME was 6.4% decrease from 18.8% to 17.6% ($p=0.002$). When cadence was allowed to participants' individual chose in cold ambient condition, it increased from 97.3 to 104.4 rpm with a concomitant increase in 4.4% of ME (17.6% vs. 18.4%, respectively; $p=0.024$). In addition, while T_{core} linearly increased till the end of the exercise bouts in C_{FCC} , N_{FCC} and C_{FIXED} ($p=0.05$), T_{skin}

decreased throughout the exercises in C_{FCC} and C_{FIXED} ($p=0.05$); however, T_{skin} decreased in the first 6 minutes, and then gradually increased in N_{FCC} ($p=0.05$).

In conclusion, it should be allowed self-selected and relatively higher cadence rates in cold ambient conditions may increase cycling performance when compare to try to fix it.

Keywords: Cadence, cold, cycling, gross mechanic efficiency, performance



İÇİNDEKİLER

ÖZET	1
ABSTRACT	3
ŞEKİL DİZİSİ	7
GRAFİK DİZİSİ.....	7
TABLolar DİZİSİ.....	8
DENKLEM DİZİSİ.....	8
FOTOĞRAF DİZİSİ.....	8
KISALTMALAR	9
BÖLÜM I	11
1. GİRİŞ VE GENEL BİLGİLER	11
1.1. Giriş.....	11
1.1.1. Araştırmanın Amacı.....	13
1.1.2. Hipotezler	13
1.1.3. Sayıtlar	13
1.1.4. Araştırmanın Önemi	14
1.1.5. Sınırlılıklar ve Karşılaşılan Güçlükler	14
1.1.6. Tanımlamalar	15
1.1.6.1. Kadans:.....	15
1.1.6.2. Metabolik Güç:.....	15
1.1.6.3. Mekanik Güç:	16
1.1.6.4. Mekanik Verimlilik:	17
1.1.6.5. Hava Sıcaklığı:	17
1.1.6.6. Bağıl Nem:.....	17
1.1.6.7. Normal ve Soğuk Ortam Koşulları:.....	17
1.1.6.8. Termoregülasyon Sistemi:	18
1.2. Genel Bilgiler.....	18
1.2.1. Egzersiz Sırasında Enerji Verimliliği	18
1.2.2. Bisiklet Egzersizinde Kadansın Önemi	20
1.2.3. Vücut Sıcaklık Dengesi.....	22
1.2.4. Soğuk ve Egzersiz.....	23
1.2.5. Maksimum O ₂ kullanım Kapasitesi (Aerobik Güç)	24
BÖLÜM II	26
2. GEREÇ VE YÖNTEM	26
2.1. Araştırmanın Tipi	26
2.2. Kullanılan Gereçler.....	26

2.2.1.	Cihazlar	26
2.2.2.	İklimlendirme Odası	27
2.3.	Kullanılan Yöntemler	28
2.3.1.	Çalışma Yöntemi.....	28
2.3.1.1.	Test Protokolü Egzersiz Uygulamaları.....	30
2.3.2.	Ölçüm Yöntemleri	33
2.4.	Araştırmanın Yeri ve Zamanı	36
2.5.	Araştırmanın Evreni	37
2.6.	Çalışma Grubunun Belirlenmesi	37
2.7.	Bağımlı ve Bağımsız Değişken	38
2.8.	Veri Toplama Süreci.....	38
2.9.	İstatistiksel Analizler ve Değerlendirme	38
2.10.	Süre ve Olanaklar.....	39
2.11.	Araştırma Etiği	39
BÖLÜM III	.....	40
3.	BULGULAR.....	40
BÖLÜM IV	.....	52
4.	TARTIŞMA	52
5.	SONUÇ VE ÖNERİLER	56
6.	YARARLANILAN KAYNAKLAR.....	HATA! YER İŞARETİ TANIMLANMAMIŞ.
7.	EKLER.....	62
EK-1	ETİK KURUL RAPORU	62
EK-2	BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ OLUR FORMU	63
ÖZGEÇMİŞ	.....	68

ŞEKİL DİZİSİ

Şekil 1: Vücut Sıcaklık Dengesi	23
Şekil 2: Test protokolünün zamansal akışı.....	29
Şekil 3: Ortam testlerinin zamansal akışı.....	30

GRAFİK DİZİSİ

Grafik 1 : Normal ortam şartlarında yapılan submaksimal egzersizlerdeki zamana göre mekanik verimlilik (MV) ve serbest kadans değişimi.....	43
Grafik 2 : Soğuk ortam şartlarında yapılan submaksimal egzersizlerdeki zamana göre mekanik verimlilik (MV) ve kadans değişimi.	44
Grafik 3 : Soğuk ortam şartlarında yapılan submaksimal egzersizlerdeki zamana göre mekanik verimlilik (MV) ve serbest kadans değişimi.....	44
Grafik 4: Farklı ortam şartlarında gerçekleştirilen egzersizlerdeki zamana göre kadans değişimi.....	45
Grafik 5: Farklı ortam şartlarında gerçekleştiren egzersizlerdeki katılımcılara ait tercih edilen ortalama kadans değerleri.	45
Grafik 6 : Farklı ortam şartlarında gerçekleştirilen egzersizlerdeki zamana göre MV değişimleri.....	46
Grafik 7: Farklı ortam şartlarında gerçekleştirilen egzersizlerdeki katılımcılara ait ortalama MV değerleri.	46
Grafik 8 : Farklı ortam şartlarında gerçekleştirilen egzersizlerdeki SDO değişimleri.....	47
Grafik 9 : Farklı ortam şartlarında gerçekleştirilen egzersizlerdeki katılımcılara ait ortalama SDO değerleri.	47
Grafik 10 : Farklı ortam şartlarında gerçekleştirilen egzersizlerdeki zamana göre solunum gazlarındaki değişim değerleri.....	48
Grafik 12 : Farklı ortam şartlarında gerçekleştirilen egzersizlerdeki katılımcılara ait ortalama CO ₂ değerleri.....	48
Grafik 13 : Farklı ortam şartlarında gerçekleştirilen egzersizlerdeki katılımcılara ait ortalama O ₂ değerleri.	49
Grafik 14: Farklı ortam şartlarında gerçekleştirilen egzersizlerdeki zamana göre T _{iç} değişimleri.....	50
Grafik 15 : Farklı ortam şartlarında gerçekleştirilen egzersizlerdeki katılımcılara ait ortalama T _{iç} değerleri.	50
Grafik 16: Farklı ortam şartlarında gerçekleştirilen egzersizlerdeki zamana göre T _{deri} değişimleri.....	51
Grafik 17 : Farklı ortam şartlarında gerçekleştirilen egzersizlerdeki katılımcılara ait ortalama T _{deri} değerleri.	51

TABLULAR DİZİSİ

Tablo 1: Katılımcıların Tanımlayıcı İstatistikleri (n = 10)	40
Tablo 2: Testler sırasındaki hava sıcaklığı ve bağıl nem değerleri	41
Tablo 3: Farklı ortam koşullarında gerçekleştirilen submaksimal egzersizlerin solunum gaz değişkenleri üzerindeki etkisi	41
Tablo 4: Farklı ortam koşullarında gerçekleştirilen submaksimal egzersizlerin incelenen bağımlı değişkenler üzerindeki etkisi	42

DENKLEM DİZİSİ

Eşitlik 1: Metabolik güç eşitliği	15
Eşitlik 2: Güç Eşitliği.....	16
Eşitlik 3: Güç Hız Bağıntısı.....	16
Eşitlik 4: Mekanik Verimlilik Hesaplaması	16
Eşitlik 5: Mekanik Verimlilik Hesaplaması	17
Eşitlik 5: Brüt Verimlilik Hesaplaması	18
Eşitlik 6: Net Verimlilik Hesaplaması	19
Eşitlik 7: Fark Verimlilik Hesaplaması	20
Eşitlik 8: Maksimum Oksijen Kullanımının Eşitliği.....	24
Eşitlik 9: Deri Sıcaklığı Eşitliği.....	35

FOTOĞRAF DİZİSİ

Fotoğraf 1: İklimlendirme Odası Dıştan Görünüm.....	27
Fotoğraf 2: İklimlendirme Odası İçten Görünüm.....	27
Fotoğraf 3: Deneysel çalışma anından bir görüntü.....	29
Fotoğraf 4: İklimlendirme Otomasyon Sistemi	33
Fotoğraf 5: Deri ve iç sıcaklık ölçüm donanımları	34
Fotoğraf 6: Deri sıcaklığının tespit edilmesinde kullanılan analiz yöntemi	35

KISALTMALAR

$(a-v) O_{2-farkı}$	: Dokuya ulaşan ve ayrılan kandaki O_2 miktarının farkıdır.
$\dot{V}CO_2$	: Karbondioksit üretim düzeyi
$\dot{V}O_2$	: Oksijen kullanım düzeyi
$\dot{V}O_{2maks}$	: Vücudun kilogramı başına maksimal oksijen tüketim miktarı
$\dot{V}O_{2pik}$	: Zirve oksijen kullanım düzeyi
AZD	: Algılanan Zorluk Düzeyi
CO_2	: Karbondioksit
$G_{mekanik}$	: Bisiklet performansında mekanik güç çıktısı
G_{met}	: Metabolik Hız
$Güç_{\%60}$	: $\dot{V}O_{2maks}$ 'ın %60 şiddetine denk gelen güç çıktısı
$Güç_{maks}$	: Maksimum üretilen güç çıktısı
HK-MU	: Hızlı kasılan motor ünite
KAH	: Kalbin dakikadaki atım sayısı (atım hızı)
MV	: Mekanik Verimlilik
$N_{serbest}$	: Normal ortam koşullarında serbest kadanslı seans
FV	: Fark Verimlilik
NV	: Net Verimlilik
O_2	: Oksijen

SDO	: Solunum değişim oranının
S_{sabit}	: Soğuk ortam koşullarında sabit kadanslı seans
$S_{serbest}$	: Normal ortam koşullarında serbest kadanslı seans
SV	: Kalbin tek seferde pompaladığı kan hacmi (atım volümü)
T_{deri}	: Deri yüzey sıcaklığı
$T_{göğüs}$	: Göğüs bölgesinin yüzey sıcaklığı
$T_{iç}$	: Vücut iç sıcaklık
$T_{istirahat}$	: İstirahat iç sıcaklığı
T_{sirt}	: Sırt bölgesinin yüzey sıcaklığı
YK-MU	: Yavaş kasılan motor ünite

BÖLÜM I

1. GİRİŞ ve GENEL BİLGİLER

1.1. Giriş

Bisiklet, 1000 m'lik sürat yarışları (veledrom) ya da 5–9 km'lik dağ parkurlarından, triatlon ya da bisikletli koşu yarışları, İspanya Bisiklet Turu (Vuelta a España), İtalya Bisiklet Turu (Giro d'Italia) ve toplamda 5000 km'ye varan 23 günlük Fransa Bisiklet Turu (Tour de France)'na kadar geniş bir yelpazede karşımıza çıkar. Dolayısıyla sporcular, bu çeşitlilikte ve fizyolojik uyumun en yüksek seviyede olması gereken bir spor dalında eşli, bireysel ve takım olarak zorlu yarışma etaplarıyla karşı karşıya kalırlar.

Bisikletçiler, yüksek kadanslarda attıkları sprintlerde anaerobik kapasitelerini yoğun olarak kullanırken, görece düşük kadanslarda aerobik kapasitelerini uzun süreyle devam ettirdikleri etaplarda yarışır. Bisiklet sporcularının özel koşullara olan adaptasyonu, beceri düzeylerindeki fark ve ortama olan uyumları sportif başarıya ulaşmada önemli etkenlerdir. Bu uyumları gerçekleştiren sporcular, gerekli enerjiyi mümkün olan en verimli şekilde kullanmaya adapte olmuşlardır. Mekanik verimlilik (MV), uzun süreli aerobik dayanıklılık gerektiren egzersizlerde performansı etkileyen önemli faktörlerden biridir (1, 2). MV yapılan işe ait güç çıktısının harcanan toplam enerjiye oranı olarak ifade edilir (3). Metabolik değer yapılan iş için solunum gaz değişimlerinin kalorik eş değeri varsayımıyla elde edilirken (4), üretilen güç, direnci yenmek için uygulanan kuvvet ve kat edilen yol üzerinden hesaplanır. Maksimal oksijen kullanım düzeyinin ($\dot{V}O_{2maks}$) %60–%70'ine denk gelen, sabit yüklerin kullanıldığı submaksimal bisiklet egzersizlerinde hesaplanan verimlilik genellikle %10,0 – %28,8 aralığında değişir (3, 5, 6). A. E. Jeukendrup ve arkadaşları (7), 70 kg kütleyle sahip bir sporcunun 40 km'lik ve yaklaşık olarak 1 saat süren performansında, MV' de %1'lik artışın performans derecesini 48 sn. iyileştirdiğini hesaplamışlardır.

Verimin yükselmesi ve aynı submaksimal işi daha uzun sürdürmede termoregülasyon önemli bir etkidir. Isı transfer mekanizmaları, ısı konforu sağlamak, değişikliklere uyum göstermek ve iç sıcaklığı sabit tutmak için sürekli değişen koşullara yanıtlar oluştururlar (8). Ortam şartlarına uyum davranışsal, biyokimyasal, morfolojik ve fiziksel adaptasyon şeklinde gelişir ve uyum sağlanan çevresel koşullarda daha uzun süreli egzersizlerin gerçekleştirilebilmesine olanak sağlar (8). Soğukun etkisiyle iç sıcaklığı dengelemek için titreme mekanizması devreye girerek metabolik hızı artırır (9-12). Bu durumda üretilen enerjinin büyük kısmı, iç sıcaklığın dengelenmesi için mekanik enerjiye dönüşmeden ısı enerjisine dönüşerek çevreye salınır. İç sıcaklık ve uzun süreli dayanıklılık performansı üzerine yapılan güncel çalışmalarda, aynı iş yükünde iç sıcaklık artışı daha düşük olan bireylerin, egzersizleri daha uzun sürdürebildikleri ortaya konmuştur (13, 14).

Güç çıktısının sabitlendiği ancak pedal hızının (kadans) yükseldiği egzersizlerde, hızlı kasılan motor ünite katılımının arttığı bilinmektedir. Buna bağlı olarak metabolik değer de artar (15, 16). Geleneksel olarak metabolik değerdeki bu artışın, mekanik verimliliğin düşmesine neden olduğu kabul edilir. Suzuki 1979 yılında yaptığı bir çalışmada, düşük kadansta ($60 \text{ devir} \cdot \text{dk}^{-1}$) daha yüksek verimlilik değerleri elde ederken, yüksek kadansta ($100 \text{ devir} \cdot \text{dk}^{-1}$) verimliliğin düştüğünü ortaya koymuştur. Suzuki'ye göre verimlilikteki bu düşüş, yavaş kasılan kas fibrillerinin daha uzun süren çapraz köprülerin bağlantı süresinden kaynaklanmaktadır (17). Ancak, I. Faria ve arkadaşları (6), yüksek güç çıktılılarıyla gerçekleştirilen egzersizler sırasında güç çıktısını sabit tutmak için değişen kadansın mekanik verimliliği anlamlı bir şekilde değiştirmedini ortaya koymuşlardır. Yine aynı yıllarda, Hagberg ve arkadaşları (18), en verimli kadansın yaklaşık $90 \text{ devir} \cdot \text{dk}^{-1}$ olduğunu belirtmişlerdir. Ancak, müsabakalarda parkur genelinde yüksek kadansları ($>100 \text{ devir} \cdot \text{dk}^{-1}$) tercih etmeleriyle bilinen Miguel Indurian ve Lance Armstrong'un Fransa Bisiklet Turu'ndaki üstün performansları, yüksek kadans tercihi ile verimlilik arasındaki ilişkinin yeniden sorgulanmasına sebep olmuştur. Lucia ve arkadaşları (19), $90 \text{ devir} \cdot \text{dk}^{-1}$ 'nin üzerindeki yüksek kadansları tercih eden elit bisikletçilerle yaptıkları çalışmalarında, yüksek kadanslarda daha yüksek verimlilik düzeyleri ortaya koymuşlardır.

Soğuk ortam şartlarında gerçekleştirilen egzersizlerde, soğüğün metabolik hızı arttırıcı etkisinin mekanik verimliliği azaltma potansiyeli olduğu bilinmektedir. Diğer yandan soğukta sabit güç çıktısıyla yapılan egzersizlerde tercih edilen yüksek kadansa bağlı olarak inersinin etkisiyle azalan pedal direnci kasılma şiddetini düşürebilir. Bu düşüş soğuk ortam şartlarına rağmen mekanik verimliliğin artmasına neden olabilir. Ancak soğuk ortam ya da kadans tercihinin mekanik verimliliği hangi oranda etkilediğiyle ilgili bir çalışma bulgusuna rastlanmamıştır.

1.1.1. Araştırmanın Amacı

Bu çalışmanın amacı, bisiklet ve triatlon sporcularının soğuk (8°C sıcaklık, %50 - 65 bağıl nem) ve normal (20°C sıcaklık, %50 - 65 bağıl nem) ortam şartlarındaki bireysel kadans tercihlerini ve bu tercihin mekanik verimlilik üzerine etkilerini incelemektir.

1.1.2. Hipotezler

- 1) Soğuk ortam şartlarında ve sabit yüklü egzersizlerde herhangi bir yönlendirme olmaksızın sporcuların tercih ettikleri kadans değerleri artış gösterir.
- 2) Kadans değerlerindeki değişim egzersiz sırasındaki mekanik verimliliği etkiler.

1.1.3. Sayıtlar

- Soğuk ortam testleri sırasında iklimlendirme odasının ortam koşullarının $8 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ ve $\%60 \pm 10$ bağıl neme sabitlenerek tüm ölçümler süresince korunduğu kabul edildi.
- Normal ortam testleri sırasında iklimlendirme odasının ortam koşullarının $20 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ ve $\%60 \pm 10$ bağıl neme sabitlenerek tüm ölçümler süresince korunduğu kabul edildi.
- Katılımcıların tamamladıkları tüm performans testlerini aynı standartlarda ve aynı şekilde motive edilerek gerçekleştirdiği kabul edildi.

- Sirkadyen ritim değişimleri, merkezi sinir sisteminin egzersize hazır bulunuşluk düzeyi gibi faktörlerin çalışma sonuçlarındaki etkilerini en aza düşürmek için, tüm katılımcıların testlere günün aynı saat dilimlerinde katıldığı kabul edildi.

1.1.4. Araştırmanın Önemi

Sıcak ortam koşullarının etkilerinin bisiklet egzersizi araştırmalarında yaygın olarak çalışılmasına karşın, soğuk ortam koşullarının bisiklet egzersiz yanıtları daha az incelenmiş bir konudur. Bu tez çalışması, soğuk ortam şartlarının kadans tercihine ve egzersiz sırasındaki mekanik verimliliğe odaklanan ilk araştırmadır. Araştırmada, farklı ortam sıcaklıklarında tercih edilecek kadans değerlerinde saptanacak olası farklar belirlenmeye çalışılarak, soğuk ortamın mekanik verimlilik üzerine etkileri incelenecektir. Bu çalışmadan elde edilecek bulgular, antrenman planlamalarının farklı ortam sıcaklıklarına göre yapılandırılması konusunda literatüre katkı sağlayabilir.

1.1.5. Sınırlılıklar ve Karşılaşılan Güçlükler

- Çalışmaya dahil edilme kriteri olarak kabul edilen $50 \text{ ml} \cdot \text{dk}^{-1} \cdot \text{kg}^{-1} \dot{V}O_{2\text{maks}}$ düzeyine sahip aktif yarışmacı sporcuların taranması,
- Katılımcıların soğuk ortama olan adaptasyon eksiklikleri,
- Testler sırasında katılımcıların hissettikleri hafif düzeydeki eklem ağrıları vb. rahatsızlıklar,
- Soğuk ortam ölçümleri sırasında solunum yoluyla kaybedilen sıvının yoğunlaşarak çalışmada kullanılan analizör valfinin filtresi ve diğer ölçüm aparatlarını nemlendirmesi nedeniyle ölçümlere ara vermek zorunda kalmak,
- İklimlendirme laboratuvarının otomasyon sisteminde oluşan bir takım problemler nedeniyle oluşan gecikmeler,
- Ortam koşullarının araştırma ekibi üzerindeki olumsuz etkileri,

- Isıl kamera yöntemiyle ölçülen deri sıcaklık analizlerinin uzun süren veri derleme ve değerlendirme süreçleri, vb. gecikme ya da olumsuzluklar çalışma ekibimizin karşılaştığı güçlükler olarak kabul edilebilir.

1.1.6. Tanımlamalar

1.1.6.1. Kadans:

Sporcunun bisiklet egzersizi sırasında performansını en yüksek seviyede tutabilmek için kişisel olarak değişiklik yapabildiği önemli bir bileşendir ve pedalın dakikadaki devir sayısı ($\text{devir} \cdot \text{dk}^{-1}$) olarak ifade edilir. Kadans; hareket ekonomisini, güç çıktısını, algılanan gücü ve yorgunluğun oluşumunu etkileyen anahtar faktördür (20).

1.1.6.2. Metabolik Güç:

Metabolik güç (G_{met}), tüketilen oksijenin ölçümü ile hesaplanan enerji üzerinden hesaplanmaktadır. G_{met} , Garby ve Astrup (21)'un submaksimal yüklü egzersizlerde solunum değişim katsayısıyla, solunum değişim oranının (SDO) eşit olduğu varsayımı üzerinden yola çıkılarak, oksijen tüketimi ve oksijen eşdeğerinin çarpımıyla hesaplanmıştır (Eşitlik 1). İlgili hesaplama için SDO'nun 1,00'den küçük olduğu koşullar hesaplama katılmaktadır. (21).

Eşitlik 1: Metabolik güç eşitliği

$$G_{\text{met}}(\text{kJ} \cdot \text{dk}^{-1}) = \left(\frac{[4,94(\text{kJ} \cdot \text{l}^{-1}) \times \text{SDO} + 16,04(\text{kJ} \cdot \text{l}^{-1})]}{60} \right) \times \text{VO}_2 (\text{l} \cdot \text{dk}^{-1}) \times 1000$$

$$1\text{W} = 1\text{J} \cdot \text{sn}^{-1}$$

1.1.6.3. Mekanik Güç:

Enerji birim zamandaki işi yapabilme kapasitesi ve kabiliyeti olarak tanımlanırken, güç; işi yapmanın hızıdır (Eşitlik 2). İşin ne kadar hızlı ya da yavaş gerçekleştirildiğinin bir ölçüsüdür.

Eşitlik 2: Güç Eşitliği

$$\text{Güç (j} \cdot \text{sn}^{-1}) = \frac{\text{İş(Joule)}}{\text{Zaman (sn)}}$$

İşin tanımı üzerinden, bağıntı kuvvet cinsinden ele alındığında, ortalama kuvvet ve hızın çarpımı olan yeni güç bağıntısı elde edilir (Eşitlik 3).

Eşitlik 3: Güç Hız Bağıntısı

$$\text{Güç (Watt)} = \text{Kuvvet (N)} \times \text{Hız (m} \cdot \text{sn}^{-1})$$

Bisiklet performansında mekanik güç çıktısı kadans ve gidilen mesafe üzerinden (G_{mekanik}) hesaplanabilir (Eşitlik 4). Çalışmamızda kullanılan elektromanyetik dirençli bisiklet ergometresi kadans değişimine bağlı olarak güç çıktısını sabitleyebildiği için hesaplanan güç çıktıları sabit olarak ergometre yazılımı üzerinden elde edildi.

Eşitlik 4: Mekanik Verimlilik Hesaplaması

$$\text{Yol (m)} = \text{Kadans (devir} \cdot \text{dk}^{-1}) \times \text{Volanın Çevresi(m} \cdot \text{devir}^{-1}) \times \text{Zaman(dk)}$$

$$\text{Hız (m} \cdot \text{sn}^{-1}) = \frac{\text{Yol(m)}}{\text{Zaman(sn)}}$$

1.1.6.4. Mekanik Verimlilik:

Performans sırasında üretilen mekanik gücün, harcanan metabolik enerjiye karşılık gelen güce oranıyla elde edildi (21). MV, O₂ kullanım düzeylerinin istikrarlı duruma geçmesi ardından, ilk dakika hesaba katılmadan, egzersizin sonuna kadar geçen sürede her dakika için hesaplandı (Eşitlik 5).

Eşitlik 5: Mekanik Verimlilik Hesaplaması

$$MV (\%) = \left(\frac{G_{\text{mekanik}}}{G_{\text{met}}} \right) \times 100$$

1.1.6.5. Hava Sıcaklığı:

Hava sıcaklığı, insan vücudunu çevreleyen havanın ortalama sıcaklığı olarak tanımlanmaktadır. Sıcaklık, insan vücudu ile hava arasındaki ısı akışını ve yönünü belirler (22).

1.1.6.6. Bağıl Nem:

Ortamdaki havada su buharı olarak tutulan mutlak nemin, aynı ortamdaki sıcaklık ve basınç koşullarında tutulabilen azami su miktarına olan oranı olarak tanımlanabilmektedir. Hissedilen sıcaklık, buharlaşma ile ısı transferinde etken bir parametredir. %100 bağıl nemin olduğu bir ortamda buharlaşma oluşmazken, katılan su buharı yoğunlaşarak sıvı hale döner (22).

1.1.6.7. Normal ve Soğuk Ortam Koşulları:

Normal ortam, kapalı bir ortamda hareketsiz bir birey için yaklaşık 20 – 21 °C sıcaklık %50 – 60 bağıl nem şartlarıdır (23). 10 °C ve altı genellikle soğuk ortam koşulları (hipotermik ortam) olarak kabul edilmektedir.

1.1.6.8. Termoregülasyon Sistemi:

Organizmanın iç ısı dengesini fizyolojik (merkezi reseptörler, periferik reseptörler, vücut derin reseptörleri, termal dengeleyici organları) ve davranışsal (pozitif veya negatif yönlü ısı transferi, davranışsal kıyafet değişikliği, istemli veya istemsiz hareket ve ortamdaki korunma) yollarla dengelemeye çalıştığı sistemler bütünüdür. İnsan, hücrelerin yaşamsal faaliyetleri ve yapısal bütünlüğü için iç ısını 37°C civarında korumaya çalışır. İç sıcaklığın 37 °C altına düşmesi beyin hücre aktivitelerinde oluşan yavaşlamayla performansı olumsuz etkiler (22). Diğer yandan iç sıcaklığın aşırı yükselmesi de yorgunluk oluşumunda önemli bir etken olarak karşımıza çıkar.

1.2. Genel Bilgiler

1.2.1. Egzersiz Sırasında Enerji Verimliliği

Verimlilik aerobik dayanıklılık performansının değerlendirilmesinde önemli bir değişkendir. Literatürde verimlilik için kullanılan farklı hesaplama ve tanımlamalar bulunmaktadır.

Brüt verimlilik (BV) yaygın olarak kullanılır ve egzersiz sırasında yapılan toplam üretilen gücün, harcanan toplam enerjiye karşılık gelen güce oranı olarak tanımlanmaktadır (3, 24) (Eşitlik 5).

Eşitlik 6: Brüt Verimlilik Hesaplaması

$$\text{Brüt Verimlilik (\%)} = \frac{\text{Üretilen Güç Çıktısı}}{\text{Harcanan Toplam Enerji}} \times 100$$

Bisiklet performansında üretilen güç kadans (devir·dk⁻¹) ve direncin çarpımıdır. Bu değer laboratuvar ortamında birim zamanda kolaylıkla hesaplanabilirken, müsabaka ortamındaki performans sırasında analizi daha zordur. Laboratuvarda

kullanılan bisiklet ergometreleri, birim zaman başına uygulanan kuvvete karşılık yapılan işin, mesafe, uygulanan kuvvet, direnç, hız vb. diğer parametrelerin elde edilmesinde kolaylık sağlamaktadır. Formülün paydasını oluşturan harcanan metabolik enerji ise besin öğelerinin vücuttaki kimyasal tepkimelerinden elde edilir. Bu enerjinin işe dönüşümü kas kasılmasıyla gerçekleşir. Diğer yandan üretilen fakat kasılmada kullanılmayan enerji, ısı enerjisiye dönüşerek çevreye transfer edilir. Kasın kasılması sırasında harcanan oksijen ve üretilen karbondioksit miktarları indirekt ölçüm yöntemleri kullanılarak hesaplanır.

Verimlilik için kullanılan bir diğer tanımlama ise bazal enerji ve harcanan toplam enerji farkı kullanılarak yapılan net verimlilik (NV) hesaplamasıdır. NV için bazal enerji istirahat sırasında enerji tüketiminin ölçülmesiyle ya da yüksüz bisiklet ergometresinde tüketilen enerjinin hesaplanmasıyla yapılabilir (2, 3, 25). NV, üretilen gücün delta (Δ) enerjiye oranıdır.

Eşitlik 7: Net Verimlilik Hesaplaması

$$\text{Net Verimlilik (\%)} = \frac{\text{Üretilen Güç Çıktısı}}{\text{Harcanan Toplam Enerji} - \text{Bazal Enerji}} \times 100$$

Kullanılan bir diğer hesaplama yöntemi fark verimliliğidir (FV). FV, egzersiz sırasında değişen performansa bağlı olarak üretilen güç farkının harcanan enerjinin değişimine oranı (3) ya da harcanan enerji ile üretilen güç arasındaki çift taraflı doğrusal eğimin hesaplanmasıyla bulunur (2, 15). FV egzersiz performansının anlık tamamlanan bölümü için hesaplanır. Coyle ve arkadaşları (15), kassal verimliliği açıklarken, FV'nin BV'den daha etkili olduğunu ortaya koymuşlardır.

Eşitlik 8: Fark Verimlilik Hesaplaması

$$\text{Fark Verimlilik (\%)} = \frac{\Delta\text{Üretilen Güç Çıktısı}}{\Delta\text{Harcanan Enerji}} \times 100$$

Buna ek olarak ekonomi; verimliliği ifade etmede kullanılırken, her birim güç çıktısına karşılık ölçülen oksijen miktarı olarak tanımlanır (2). Dolayısıyla ekonomi genellikle verimle aynı anlamda kullanılıyor olsa da MV'den farklı bir verim göstergesidir.

Bisiklet egzersizi sırasında üretilen enerjinin, %10,0 – %28,8'lik bir kısmı egzersizin sürdürülebilmesini sağlarken, %71,2 – %90'lık kısmı ısı enerjisine dönüşerek vücuttan uzaklaştırılır (3, 5, 6, 15).

Verimliliği beden kütlesi, cinsiyet, beceri, tecrübe ve antrenman düzeyi, genetik, işe katılan kas fibril tiplerinin oranı, beslenme, kadans tercihi gibi faktörler etkiler (20, 26-31). Yavaş kasılan fibril tiplerinin (YK-MU) katılım oranları ne kadar yüksek olursa MV artar. Yani hızlı kasılan fibril tipleri (HK-MU) oldukça düşük bir verim düzeyine sahiptir (15, 17, 27, 32).

1.2.2. Bisiklet Egzersizinde Kadansın Önemi

Kadans bisiklet performansında başarıyı belirleyen önemli bileşenlerden biri olarak kabul edilirken, performansın belirleyici öğeleri olan yorgunluk, güç çıktısı ve verimlilik ile doğrudan ilişkilidir (20, 33-36). Yarışlarda sporcuların izlediği kadans stratejileri, şartlara göre maksimum verimliliği yakalamak için, düşük yüklerde yüksek kadans veya yüksek yüklerde düşük kadans tercihleri gibi farklılıklar içerir (31, 37). Bu farklılıklar sporcunun başarısını ve performansını etkileyen önemli faktörlerdir. Sporcuların doğrudan müdahale edebildikleri kadans tercihleri, kendileri için en etkin hızın belirlenmesi açısından da önemlidir. Aynı fizyolojik özelliklere sahip ve benzer donanımları kullanan sporcuların kadans tercihlerindeki küçük değişiklikler, müsabaka performansında büyük farklar yaratarak başarıyı etkiler.

En uygun kadansı belirlemeye odaklanan araştırmalarda en verimli kadans değeri kadans seğimini etkileyen metabolik değerler, verimlilik, biyomekanik parametreler, uygulanan kuvvet, g¼¼ ¼ıktısı, kas fibril tipleri vb. fakt¼¼rler incelenerek belirlenmeye ¼alıřılmıřtır. Yapılan ¼alıřmaların genelinde sabit ya da değişken y¼¼klerle yapılan egzersizlerde en uygun kadans değeri, daha ¼ok t¼¼ketilen toplam enerji üzerinden değerlendirilmeye ¼alıřılmıřtır (3, 21, 24, 30, 38-40).

Optimal kadans, g¼¼¼ ¼ıktısının artışına karşın $\dot{V}O_2$ değerindeki y¼¼kselmenin en d¼¼ř¼¼k olduğu kadans değerini ifade eder (30). Dolayısıyla karbonhidrat ekonomisiyle yakından ilişkili bir kavramdır. Yapılan ¼alıřmalarda en uygun kadans, submaksimal sabit y¼¼klerde $\dot{V}O_2$ kullanımına bağlı olarak ≤ 60 devir·dk⁻¹ olarak g¼¼sterilmektedir (3, 30, 41). Ancak, Hagberg ve arkadaşları (18), antrenmanlı yarışmacı bisiklet¼ilerin, %80 $\dot{V}O_{2maks}$ 'a karşılık gelen sabit y¼¼kle yapılan egzersizlerde, 70 – 120 devir·dk⁻¹ aralığındaki kadans değerlerini tercih etmelerine rağmen, en verimli kadans değerinin 91 devir·dk⁻¹ olduğunu ortaya koymuşlardır (18). Bisiklet¼i olmayan bireylerde 100 – 200 watt'lık (W) sabit y¼¼klerle yapılan ¼alıřmalarda da tercih edilen kadans değerinin (70 – 90 devir·dk⁻¹) 60 devir·dk⁻¹'ya g¼¼re daha verimli olduğu ifade edilmektedir (42, 43).

Literat¼¼rde değişken y¼¼kl¼¼ bisiklet egzersizinde en verimli kadans tercihinin g¼¼¼ ¼ıktısının gereksinimine g¼¼re değişkenlik g¼¼stereceęi ifade edilmektedir (20, 29, 40, 44, 45). Sidossis ve arkadaşları (40), %80 – 90 $\dot{V}O_{2maks}$ (280 – 300 W) y¼¼klerle yaptıkları ¼alıřmada 60, 80 ve 100 devir·dk⁻¹ kadanslardaki verimlilik değerlerini yakın, d¼¼ř¼¼k y¼¼klerde (%50 – 60 $\dot{V}O_{2maks}$) ise 100 devir·dk⁻¹ kadansın verimliliğinin daha d¼¼ř¼¼k olduğunu rapor etmişlerdir (40). D¼¼ř¼¼k kadans tercihlerinin (≤ 60 devir·dk⁻¹), y¼¼ksek kadans tercihlerine (80 – 120 devir·dk⁻¹) g¼¼re daha verimli olduğunu g¼¼steren başka ¼alıřmalar (35, 41) olmasına karşın, Lucia ve arkadaşları (19) ¼alıřmalarında elit bisiklet¼ilerin y¼¼ksek y¼¼klerde (366 ± 37 W) 100 devir·dk⁻¹ kadans ile daha verimli olduğunu g¼¼stermiřtir (19).

Bu sonu¼lar bize en uygun kadans değerinin sabit bir değer olamayacağını, aksine bu değerin aktif kas k¼¼tlesinin b¼¼y¼¼kl¼¼ę¼¼, fibril tiplerinin yoğunluğu, $\dot{V}O_2$ kullanım yeteneği, vb. farklı değişkenlere bağlı olarak her birey i¼in farklılık

göstereceğini düşündürmektedir (20, 30, 39, 46). Bu nedenle tercih edilen bireysel kadans, bu farklılıklar açısından önemli olacaktır.

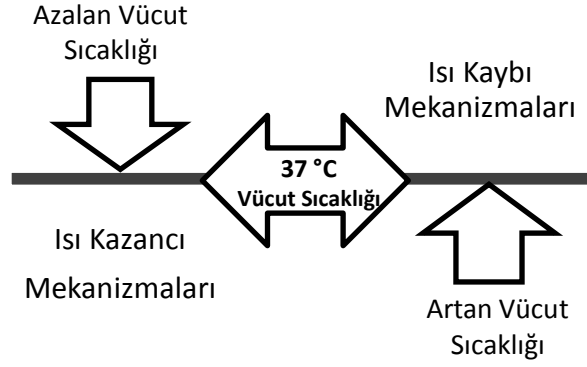
1.2.3. Vücut Sıcaklık Dengesi

İnsanlar, çevre sıcaklığı değiştiği halde vücut iç sıcaklığı sabit (homeotermik) canlılardır. Isıl düzenleme merkezi olan hipotalamusun perioptik alanı ile vücut iç sıcaklığı 37 °C (set point)'de sabit tutulmaya çalışılır. Ayrıca deri, omurilik ve iç organlarda bulunan termoreseptörler sayesinde herhangi bir uyarana karşı, iç sıcaklık düzenlemesi bu merkez tarafından yönetilir. Vücut ısı korunumu; ısı oluşumu (termogenezis) ve ısı kaybı (termolizis) dengesi ile oluşur.

İç sıcaklık sirkadiyen ritme bağlı olarak $\pm 0,6$ °C'lik değişkenlik gösterir. Isı kaybını önleyici kıyafetler olmadan, kişi kuru havada 12,5 – 55,0 °C arasındaki hava sıcaklıklarında vücut iç sıcaklığını sabit tutabilirken, özel kıyafetler ile – 40 °C gibi uç noktalara da ulaşabilir (8, 22, 47).

Isı kaybı mekanizması; yüksek sıcaklıklarda oluşabilecek metabolizma hasarlarına karşı sistemi korumak için gelişmiş bir mekanizmadır. Vücut, ısı üretiminden daha düşük hızda ısı kaybederse mekanizma devreye girerek ısı transferini hızlandırır. Isı mekanizmalarında ısı transferi; temas durumunda iletimle, taşınım (buharlaşma dahil) ve ışınım ile deri üzerinden gerçekleştirilir. Bu mekanizmalar genellikle hep birlikte aktif hale gelmektedir. Deri yüzeyinden yapılan ısı transferi, ısı kaybı mekanizmasında en önemli ve aktif rol oynayan sistemdir. Deri altı damarlarında oluşan genişleme ile bölgesel göllenme oluşarak, ısı transferi gerçekleşir. Kan ile taşınan ısı çevreye iletim, terleme, ışınım ve taşınım yoluyla transfer edilmektedir (8, 10, 22, 47).

Vücutta ısı kaybı üretilen ısıdan daha yüksek olduğu durumlarda ısı üretim mekanizması devreye girer. Bu mekanizmalar metabolik, hormonal, davranışsal yanıtlar, istemli ve istemsiz kas aktiviteleri şeklinde gerçekleşebilir.



Şekil 1: Vücut Sıcaklık Dengesi

1.2.4. Soğuk ve Egzersiz

Yıl boyu dış ortamlarda yapılan antrenmanlar ve yarışmalar her zaman normal ortam koşulları sağlanmadığı için soğuk – sıcak etkisi altında kalmaktadır. Soğuk ortamlarda yapılan egzersizlerde hipotermi oluşumu sportif performansın düşmesinin yanında hayati risk oluşturmaktadır. İngiltere’de 1982 yılında 12 °C hava sıcaklığı ve 32 km.sa⁻¹ rüzgâr eşliğinde koşulan Fernham maratonunda altı sporcuya hipotermi tanısı konmuştur. Yüksek nem, düşük ortam sıcaklığı ve rüzgâr etkisi hipotermi oluşumunun etkisini yükseltir. Necati Akgün’ ün “Egzersiz ve Spor Fizyolojisi” kitabında bahsedildiği üzere, Maughan 10 – 12°C sıcaklıkta koşan 59 maratoncuda yaptığı incelemede, sporcuların dördünün vücut iç sıcaklığını 37 °C’nin altında bulmuş ve iç sıcaklık ile koşunun ikinci yarısındaki ortalama koşu sürati arasında anlamlı bir ilişki olduğunu ortaya koymuştur (8).

Rüzgâr soğuk etkisini arttırarak hissedilen soğuğu ve tanışım yoluyla gerçekleşen ısı kaybını yükselten bir etkidir. Her 5 km·sa⁻¹ rüzgâr hızındaki değişiklik 2 – 3°C soğuk etkisi oluşturmaktadır. Su, havaya göre 25 kat daha fazla iletici yapıya

sahiptir. Bu nedenle ısı kaybı havaya göre suda 4 kat hızlı gerçekleşir. Akıntıda ısı kabına etki eden önemli bir faktördür (12).

İnsan sıcağa oranla soğuk şartlara daha zor uyum sağlar. Soğuğa adaptasyon ısı kazanım mekanizmalarının daha etkili kullanımı ve fizyolojik değişimlerin de ısıyı izole edecek şekilde gerçekleşir. Isı kaybını azaltmak için deri damarlarında vazokonstriksiyon gerçekleşir ve kişi büzülerek yüzey alanını daraltmaya çalışır. İnsanda çok etkili olmasa da piloereksiyon gerçekleşir. Isı oluşumunda en etkili mekanizma titremedir. Titreme iskelet kaslarının istemsiz olarak küçük kasılmaları ile metabolizma hızını arttırarak ısı oluşumuna katkı sağlar. van Ooijen ve arkadaşları (48) yaptıkları çalışmalarında, normal koşullarda ölçtükleri 76,8 W olan metabolik değer soğuk ortamda titreme başlamadan önce 87,7 W'a ve titreme başladıktan sonra 96,3 W'a kadar yükseldiğini göstermişlerdir. En şiddetli titreme ile vücut ısı üretimi 4 – 5 kat artabilir (8, 9, 22). Parsons (22), "Human Thermal Physiology and Thermoregulation" kitabında; Toner ve McArdle (1988) istirahat koşullarında maksimal titreme ile metabolizma hızının normalden 4,2 kat arttığı ve bu metabolik hızın da %40 $\dot{V}O_{2maks}$ düzeyinde bir egzersize denk geldiği doğrultusundaki bulgularına dikkat çekmektedirler (22).

1.2.5. Maksimum O₂ kullanım Kapasitesi (Aerobik Güç)

Maksimal O₂ kullanımı ($\dot{V}O_{2maks}$), bireyin dakikada vücut kütlelerinin kilogramı başına mililitre cinsinden tükettiği en yüksek oksijen miktarını (O₂·mL·dk⁻¹·kg⁻¹) ifade etmektedir. Hill ve Lupton tarafından 1923'de ortaya atılmıştır. $\dot{V}O_{2maks}$ 'ın denklemsel ifadesi aşağıdaki gibidir (Eşitlik 8).

Eşitlik 9: Maksimum Oksijen Kullanımının Eşitliği

$$\dot{V}O_{2maks} = SV \times KAH \times (a - v)O_{2-farkı}$$

SV: Kalbin tek seferde pompaladığı kan hacmi (atım volümü)

KAH: Kalbin dakikadaki atım sayısı (atım hızı)

$(a-v)O_2\text{-farkı}$: Dokuya ulaşan ve ayrılan kandaki O_2 miktarının farkıdır. Genelde vücudun tüm dokularının kullandığı O_2 miktarını gösterir.

Aerobik güç, dayanıklılık sporlarında performansı etkileyen en önemli faktördür. Yüksek şiddetli bir egzersizi sürdürebilmek için yüksek bir aerobik güce ihtiyaç vardır. Uygun antrenmanlar ile bu kapasite geliştirilebilir (8).



BÖLÜM II

2. GEREÇ VE YÖNTEM

2.1. Araştırmanın Tipi

Bu araştırma, belirlenen farklı ortam koşullarının dış ortamdan yalıtılmış olarak sağlandığı iklimlendirme odasında, farklı egzersiz yüklerinde, tekrarlanan ölçümlerden elde edilen verilerin karşılaştırılarak sonuca varılması amacıyla gerçekleştirilen deneysel bir çalışmadır.

2.2. Kullanılan Gereçler

2.2.1. Cihazlar

Bisiklet Ergometresi	Lode Excalibur Sport, Grunningen, Hollanda
Gaz Analizörü	Innocor Inn00500, Innovision A/S, Danimarka
Telemetrik Nabız Ölçer	Polar RS 400, Polar Electro Oy, Finlandiya
İç Sıcaklık Ölçer	Vital Sense, Philips Respironics, Hollanda
Termal Kamera	Trotec IC080-L, Almanya
Baskül	Seca 767, Hamburg, Almanya
Otomasyon Sistemi	Schneider-Electric, Türkiye
Hava Akım Hızı Ölçer	Testo 400-H1, Almanya
Sıcaklık ve Nem Ölçer	İklimlendirme Otomasyon Sistemi, Türkiye
Dijital Barometre	TFA Dostmann, Almanya

2.2.2. İklimlendirme Odası



Fotoğraf 1: İklimlendirme Odası Dıştan Görünüm



Fotoğraf 2: İklimlendirme Odası İçten Görünüm

İklimlendirme odası 6 m · 4 m · 3 m (uzunluk × genişlik × yükseklik) boyutlarındadır (Fotoğraf 1, Fotoğraf 2). Odanın nemlendirilmesi sisteme dahil edilen buharlı bir nemlendirici ile, neminin oranının azaltılması ise oda üzerine yerleştirilmiş elektrikli bir ısıtıcı ile gerçekleşmektedir. Kapalı devre sistemle yapılan soğutma, ısıtma ve nemlendirmeden bağımsız olarak, içerideki hassas O₂ ve CO₂ sensörleriyle aktif olan taze hava besleme ünitesi ve geri kazanım ünitesi yine odanın üzerine yerleştirilmiştir. Sistem – 5 °C ile + 40°C sıcaklık, %25 – 95 bağıl nem, > %20 O₂ ve ≤ 450 ppm CO₂ şartlarına uygun dış koşullar sağlayarak, yapılan otomasyon ile şartları koruyabilmektedir (Fotoğraf 3).

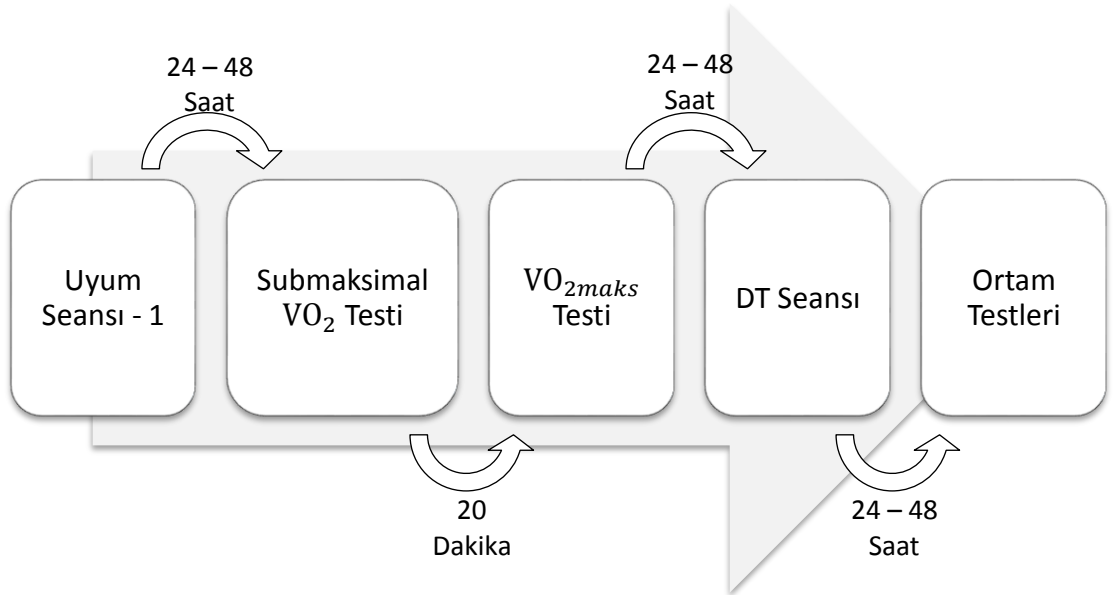
2.3. Kullanılan Yöntemler

2.3.1. Çalışma Yöntemi

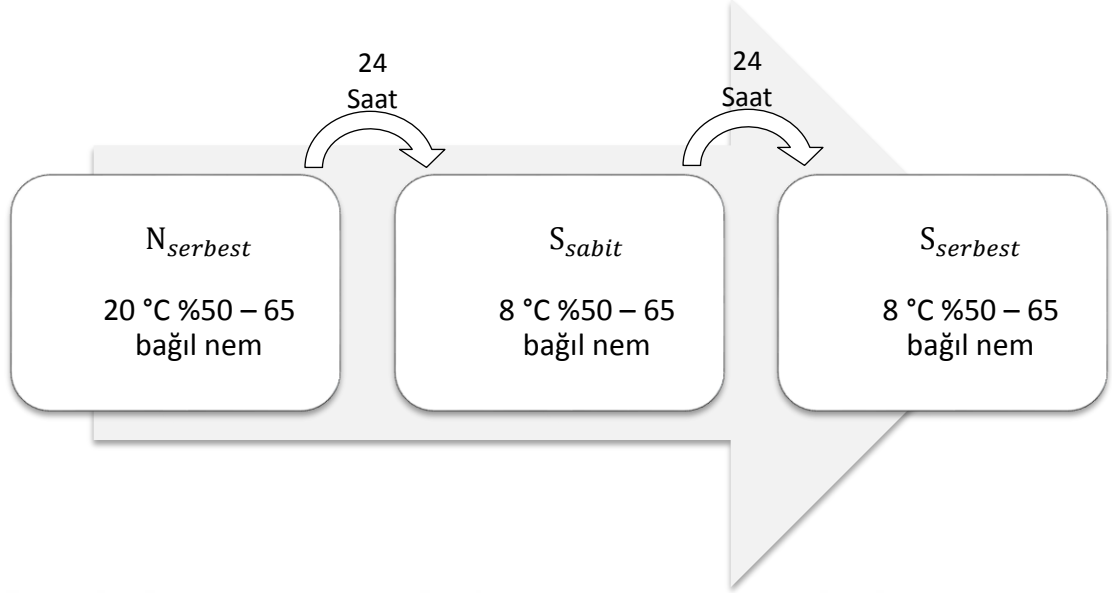
Çalışmada ilk olarak tüm katılımcıların testler süresince kullanılacak elektromanyetik dirençli bisiklet ergometresi, gaz analizörü ve iklimlendirme odasına alışabilmeleri için uyum seansı gerçekleştirilmiştir. Katılımcıların, uyum seansını takiben 24 – 48 saat sonrasında, öncelikle boy ile kütle ölçümleri yapıldı. Ardından submaksimal $\dot{V}O_2$ testi gerçekleştirildi. Bu testten 20 dakika sonra $\dot{V}O_{2maks}$ test edildi. Bu testlerden 24 – 48 saat sonra, katılımcıların $\dot{V}O_{2maks}$ testini sonlandırdıkları basamak yükünde bir doğrulama testi (DT) seansı gerçekleştirildi. DT seansından 24 – 48 saat sonra katılımcı laboratuvara tekrar çağırılarak, $\dot{V}O_{2maks}$ 'ın %60'ına denk gelen yük ile normal ortam koşullarında serbest kadans ($N_{serbest}$) ile 20 dakikalık sabit yüklü submaksimal egzersiz (SE) uygulandı. $N_{serbest}$ egzersizden 24 saat sonra katılımcılara soğuk ortamda sabit kadans (S_{sabit}) ile 20 dakikalık sabit yüklü SE uygulandı. Son olarak, S_{sabit} egzersizden 24 saat sonra soğuk ortamda serbest kadans ($S_{serbest}$) ile 20 dakikalık sabit yüklü SE uygulandı. Katılımcılar toplam altı test günü iklimlendirme odasına davet edildi (Şekil 1, Şekil 2). Katılımcılar laboratuvar testlerine sadece şort, kısa çorap ve dağ bisikleti pedal ayakkabısı ile alındı (Fotoğraf 4).



Fotoğraf 3: Deneysel çalışma anından bir görüntü



Şekil 2: Test protokolünün zamansal akışı



Şekil 3: Ortam testlerinin zamansal akışı

2.3.1.1. Test Protokolü Egzersiz Uygulamaları

a) Uyum Seansı:

Katılımcıların kütle ve boy ölçümüyle birlikte, tahmini 60 – 80 W yüklerde başlanarak sabit 90 devir·dk⁻¹ hızında, yük artışlarının 20 – 30 W olduğu beşer dakikalık dört basamaklı kademeli bir testtir. Bu seansta ana amaç solunum gazları analizörüne adaptasyon ve submaksimal testin başlangıç yükünün tahmin edilmesidir. Test süresince, oksijen tüketimi ($\dot{V}O_2$), karbondioksit üretimi ($\dot{V}CO_2$), solunumsal değişim oranı (SDO), kalp atım hızı (KAH) ve algılanan zorluk derecesi (AZD) sürekli kaydedildi.

b) Sumaksimal $\dot{V}O_2$ Testi:

Submaksimal testlere maksimal KAH'nın yaklaşık %50'sine denk gelen ve uyum seansından hesaplanan yüklerle başlandı. Beş dakikalık dört basamaklı kademeli testin her kademesinde 20 – 40 W yük artışı yapıldı. Karvonen yedek nabız formülüyle hesaplanan, maksimal kalp atım yedeğinin %80'ini geçmeyen ve yaklaşık anaerobik

eşik seviyesine ulaşılma hedefine göre yük artışları düzenlendi. Test öncesi ve süresince kesintisiz olarak $\dot{V}O_2$, $\dot{V}CO_2$, SDO ve KAH kaydedildi. Kademe geçişlerinden önceki son 15 saniyede AZD belirlendi.

c) Maksimal $\dot{V}O_2$ Testi:

Submaksimal $\dot{V}O_2$ testinden elde edilen verilerden hesaplanan, en yüksek KAH'nın %70'ine denk gelen yük, $\dot{V}O_{2maks}$ testinin ilk kademe yükü olarak kullanıldı. $\dot{V}O_{2maks}$ testin dördüncü dakikası tamamlandığında 40 W, altıncı, sekizinci, onuncu, on birinci dakikalarının sonunda 25 – 35 W yük artışları olan bir protokolle, kademeler şeklinde bitkinlik oluşana kadar uygulandı. 11. dakikadan sonra sonlandırma kriterlerine ulaşılan kadar her dakika sonunda yük artışına devam edildi. Testin öncesinde ve test süresince kesintisiz olarak $\dot{V}O_2$, $\dot{V}CO_2$, SDO ve KAH kaydedildi, kademelerin son 30 sn ortalamaları tüm parametreler için hesaplandı. Katılımcıların bitkinliğe dayalı olarak protokollerini sonlandırdıkları düzeyin doğruluğu; a) $\dot{V}O_2$ 'de 30 saniye süresince $150 \text{ ml}\cdot\text{dk}^{-1}$ değerinden düşük fark (plato), b) en yüksek KAH değerinin %90 ve üzerinde nabız yanıtı ($\text{vuru}\cdot\text{dk}^{-1}$), c) 1,1 ya da üzerinde SDO, d) AZD ≥ 19 yanıt ve e) 60 devir $\cdot\text{dk}^{-1}$ hızının altında 5 saniyeden uzun kalma gibi kriterlerle kontrol edildi. 30 saniye süreyle ölçülen en yüksek $\dot{V}O_2$ değeri, zirve oksijen kullanım düzeyi ($\dot{V}O_{2pik}$) olarak kaydedildi.

d) Doğrulama Seansı:

$\dot{V}O_{2maks}$ testinin son kademesindeki yük ile tek kademeli $\dot{V}O_{2maks}$ testinin sonlandırma kriterlerinin kabul edildiği tek bir oturum olarak gerçekleştirildi. Bu test öncesi ısınma protokolü ise 80 W ile dört dakika, 100 W ile üç dakikadan oluşan iki kademeli ve 90 devir $\cdot\text{dk}^{-1}$ sabit hızla gerçekleştirildi. Testin öncesinde ve test süresince kesintisiz olarak $\dot{V}O_2$, $\dot{V}CO_2$, SDO ve KAH kaydedildi, kademelerin son 30 sn ortalamaları tüm parametreler için hesaplandı. $\dot{V}O_{2maks}$, 30 saniye süreyle ölçülen en yüksek $\dot{V}O_2$ değeri olarak kaydedildi.

e) Normal ortam koşullarında, serbest kadans seansı:

$N_{serbest}$ ortam koşulları 20 °C ve %50 – %65 bağıl nem aralığına sabitlendi. Yük olarak bireysel olarak hesaplanan $G_{mekanik}$ kullanıldı. Egzersizden önce sporcular, beş dakika süreyle hareketsiz olarak test ortamında oturtuldular. Bu sırada VO_2 , VCO_2 , SDO ve KAH değerleri istirahat değerleri olarak kayıt altına alındı. Sonrasında ısınma protokolü 80 W ile dört dakika, 100 W ile üç dakika süren toplam yedi dakikalık bir protokolle, 90 devir·dk⁻¹ sabit hızla gerçekleştirildi. Bu oturumda, kadans saati kapatılarak sporcunun bireysel olarak tercih ettiği kadans ile 20 dakikalık sabit yüklü bir egzersiz gerçekleştirildi. İç sıcaklık ($T_{iç}$) verisi, sporculara oturumdan 60 dakika öncesinde yutturulan termistörlü kapsüllerden bir el monitörü yoluyla alındı. Test süresince solunum gazları yoğunluk değişimleri, kadans ve KAH anlık olarak, $T_{iç}$ her dakika, deri sıcaklığı (T_{deri}) ise her iki dakikada bir kaydedildi.

f) Soğuk ortam koşullarında, sabit kadans seansı:

S_{sabit} ortam koşulları 8 °C ve %50 – %65 bağıl nem aralığına sabitlendi. $N_{serbest}$ oturumunda katılımcının tercih ettiği kadans değerinin ortalaması ile kadans saati açılarak sabit kadanslı 20 dakikalık sabit yüklü bir egzersiz gerçekleştirildi. Yük olarak bireysel olarak hesaplanan $G_{mekanik}$ kullanıldı. Egzersizden önce sporcular, beş dakika süreyle hareketsiz olarak test ortamında oturtuldular. Bu sırada VO_2 , VCO_2 , SDO ve KAH değerleri kayıt altına alındı. Sonrasında ısınma protokolü 80 W ile dört dakika, 100 W ile üç dakika süren toplam yedi dakikalık bir protokolle, 90 devir·dk⁻¹ sabit hızla gerçekleştirildi. $T_{iç}$ verisi, sporculara oturumdan 60 dakika öncesinde yutturulan termistörlü kapsüllerden bir el monitörü yoluyla alındı. Test süresince solunum gazları yoğunluk değişimleri, kadans ve KAH anlık olarak, $T_{iç}$ her dakika, T_{deri} ise her iki dakikada kaydedildi.

g) Soğuk ortam koşullarında, serbest kadans seansı:

$S_{serbest}$ ortam koşulları 8 °C ve %50 – %65 bağıl nem aralığına sabitlendi. Yük olarak bireysel olarak hesaplanan $G_{mekanik}$ kullanıldı. Egzersizden önce sporcular, beş dakika hareketsiz olarak test ortamında oturdular, VO_2 , VCO_2 , SDO ve KAH değerleri kayıt altına alındı. Sonrasında ısınma protokolü 80 W ile dört dakika, 100 W ile üç

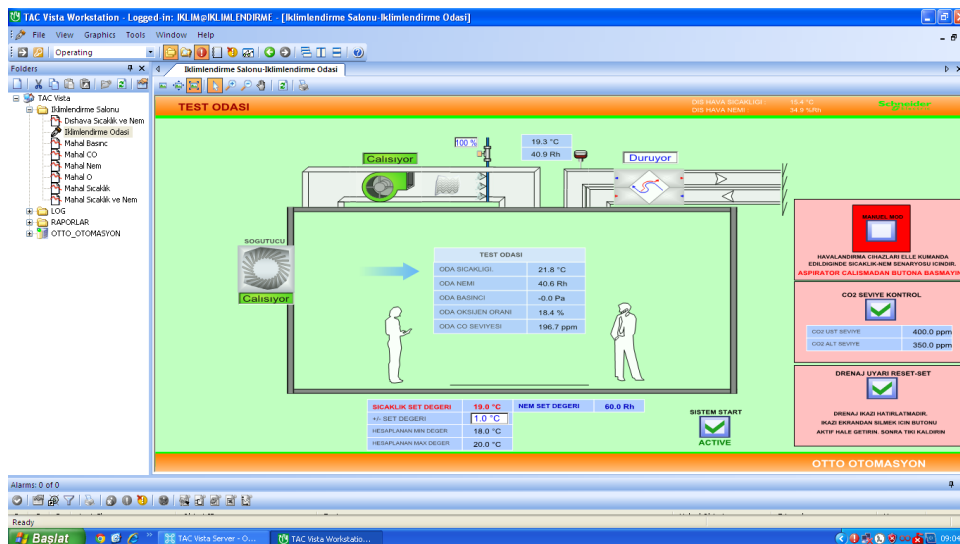
dakika süren toplam yedi dakikalık ve 90 devir-dk⁻¹ sabit hızla gerçekleştirildi. Bu oturumda, kadans saati kapatılarak sporcunun kendi belirlediği kadans ile 20 dakikalık sabit yüklü bir egzersiz gerçekleştirildi. T_{iç} verisi, sporculara oturumdan 60 dakika öncesinde yutturulan termistörlü kapsüllerden bir el monitörü yoluyla alındı. Test süresince solunum gazları yoğunluk değişimleri, kadans ve KAH anlık olarak, T_{iç} her dakika, T_{deri} ise her iki dakikada kaydedildi.

2.3.2. Ölçüm Yöntemleri

a) **Boy ve Vücut Kütlesi:** Katılımcıların ölçümleri, Seca 767 (Hamburg, Almanya) hassas baskül yardımıyla şort ile ayakkabısız olarak yapıldı.

b) Ortam Sıcaklık ve Nem Ölçümü:

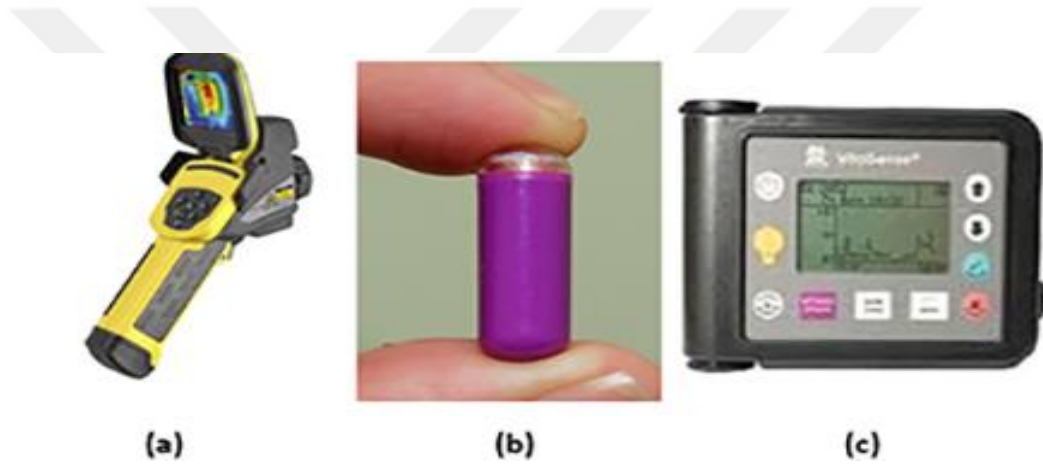
Deney süresince iklimlendirme odasında sabit olarak bulunan sıcaklık ve nem sensörlerinden gelen veriler otomasyon sistemiyle anlık olarak kaydedildi. Otomasyon, girilen hedef sıcaklık ve nem değerlerini sırasıyla ± 1 °C ve \pm %15 hassasiyetle, O₂ fraksiyonunu > %20 düzeylerinde ve CO₂ konsantrasyonunu \leq 450 ppm düzeylerinde sabitleyecek şekilde kontrol altında tuttu. O₂ fraksiyonunu ve CO₂ konsantrasyonunu istenilen düzeyde tutmak için, otomasyon uygun taze hava beslemesini dış ortamdan gerçekleştirdi. Parametreler kesintisiz olarak kayıt altına alındı (Fotoğraf 4).



Fotoğraf 4: İklimlendirme Otomasyon Sistemi

c) Deri ve İç Sıcaklık Ölçümü:

Deri sıcaklığı (T_{deri}) ölçümleri için 384×288 piksel çözünürlüğünde, $-20 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ile $600 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ölçüm aralığında, geometrik çözünürlük $1,1 \text{ mrad}$ ve $0,05 \text{ }^{\circ}\text{C}$ termik hassasiyet değerlerine sahip kızılötesi bir ısı kamera kullanıldı (Fotoğraf 5a). Ölçümler testler sırasında bisiklet ergometresine önden ve arakadan $1,5 \text{ m}$ mesafeden iki dakikadalık intervallerle alındı. Termal kamera ölçümleri için $0,95$ emisyon oranı ile bilgisayar yazılımı kullanılarak sıcaklık analizleri yapıldı.



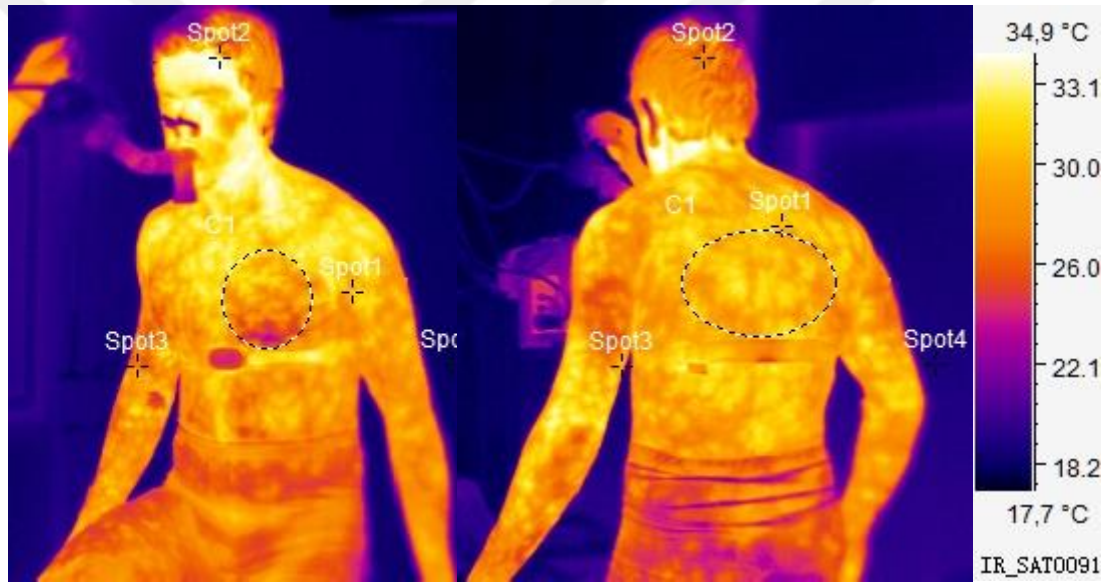
Fotoğraf 5: Deri ve iç sıcaklık ölçüm donanımları

Göğüs ($T_{\text{göğüs}}$) bölgesinde işaretlenen oval alan için dört adet referans noktası belirlendi. İlk referans noktası ikinci kostanın ön orta bölgesi üzerine, ikinci referans noktası dördüncü kostanın sternum ile birleştiği nokta üzerine, üçüncü referans noktası altıncı kostanın ön orta bölgesi üzerine konumlandırıldı ve dördüncü referans noktası ise tam karşısına şekilde yerleştirilerek $T_{\text{göğüs}}$ için oval alan belirlendi. Bu alan içerisindeki ortalama sıcaklık hesaplandı. Sırt ($T_{\text{sırt}}$) bölgesinde ise işaretlenen elips alan için de dört adet referans noktası belirlendi. Elips için İlk referans noktası omurganın T2 çıkıntısı üzerine, ikinci referans noktası T6 üzerine konumlandırıldı. Üçüncü ve dördüncü referans noktaları ise katılımcı dik pozisyonda ve kolları öne fleksiyon

durumundayken, sağ ve sol skapula arasında T4'leri yatayda birleştiren hat üzerinde belirlendi. (Fotoğraf 6). Elips alan içerisindeki ortalama sıcaklık hesaplandı. T_{deri} 'yi belirlemek için T_{sirt} ve $T_{\text{göğüs}}$ değerlerinin aritmetik ortalaması alındı (Eşitlik 9).

Eşitlik 10: Deri Sıcaklığı Eşitliği

$$T_{\text{deri}} = (T_{\text{göğüs}} + T_{\text{sirt}}) / 2$$



Fotoğraf 6: Deri sıcaklığının tespit edilmesinde kullanılan analiz yöntemi

İç sıcaklık ölçümleri sürekli olarak telemetrik yöntemle veri aktarabilen, yutulabilir sıcaklık sensörleri (Fotoğraf 5b) ve transfer edilen verinin kayıt altına alındığı el monitörü (Fotoğraf 5c) ile gerçekleştirildi. Katılımcılar laboratuvara ulaştıklarında sensörler yutturularak, en az 60 dakika sonra egzersize başlandı.

d) Solunum Gaz Analizi ve Kadans:

Çalışmada tüm testler sırasında solunum gazlarının (O_2 ve CO_2) yoğunluk değişimleri nefesten nefese kayıt altına alındı (Innocor Inn00500). Testler öncesinde sisteminin kalibrasyon, üreticinin belirlediği talimatlar doğrultusunda gerçekleştirildi. Kadans gaz analiz sistemine entegre olan bisiklet ergometresinin (Lode Excalibur Sport) yazılımı kullanılarak kayıt altına alındı

e) Metabolik Güç Hesaplaması:

G_{met} hesaplamasında: Garby ve arkadaşları (21)'nin submaksimal yüklü egzersizlerde solunum değişim katsayısıyla, solunum değişim oranının eşit olduğu varsayımı üzerinden oksijen tüketimi ve oksijen eşdeğerinin çarpımı hesaplaması kullanılmıştır (Eşitlik 1). İlgili hesaplama için SDO değerinin 1,00'den küçük olması gerekmektedir (21).

f) Mekanik Güç Hesaplaması:

$G_{mekanik}$ için önce elde edilen $\dot{V}O_{2maks}$ değerinin %60'ına denk gelen VO_2 değeri hesaplandı. Submaksimal VO_2 testinin kademelerinde bu değere karşılık gelen kademe yükü üzerinden, interpolasyon yöntemiyle sabit güç çıktısı cinsinden hesaplandı.

g) Mekanik Verimlilik (MV):

Performans sırasında üretilen mekanik gücün metabolik güce oranından elde edildi (21). MV, ilgili değerler denge (steady-state) durumuna ulaştıktan sonra (yaklaşık 1. dakikadan sonra) egzersizin sonuna kadar kaydedildi ve MV hesaplandı (Eşitlik 4).

2.4. Araştırmanın Yeri ve Zamanı

Araştırma Ege Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulu İklimlendirme laboratuvarında, Ağustos 2014 tarihine kadar ölçüm testleriyle veri toplama,

sonrasında veri analizleri ve yazımı yapılarak tamamlandı. Araştırmada kullanılan veriler 20 haftalık bir sürede, araştırmacı tarafından toplandı.

2.5. Araştırmanın Evreni

İzmir ilinde bulunan yarışmacı bisikletçiler araştırmanın evrenini oluşturdu. Çalışmaya en az beş yıllık bisiklet sporu geçmişine sahip ve haftada en az 8 saat üzeri bisiklet antrenmanı yapan, halen aktif yarışan 10 erkek sporcu kabul edildi. Bu sporcular araştırmanın örneklem grubunu oluşturdu.

2.6. Çalışma Grubunun Belirlenmesi

Çalışmaya katılan kişilerde istenen özellikler:

- Erkek olmak,
- 18-35 yaş aralığında olmak,
- En az beş yıllık spor geçmişine sahip bisiklet sporcusu olmak,
- Haftada en az üç gün, düzenli bisiklet antrenmanı (6-8 saat/hafta) yapıyor olmak,
- $50 \text{ ml} \cdot \text{dk}^{-1} \cdot \text{kg}^{-1} \dot{V}O_{2maks}$ düzeyi ve üzerinde aerobik güce sahip olmak,
- Sigara ve alkol alışkanlığı olmamak,
- Herhangi bir sistemik hastalık veya sakatlığı bulunmamak,
- Fiziksel performansı, enerji metabolizmasını etkileyebilecek yasal veya yasal olmayan ergojenik yardımcı ya da ilaç kullanmıyor olmak.

Yukarıdaki kısıtlara uygun katılımcı adaylarına gönüllü olur formu okundu, testleme süreçlerinin detayları, bu süreçlerde oluşabilecek olası zararlar, kendilerine sağlayacağı yararlar açıklandı, katılımcılardan metni tam olarak okumaları istendi ve ilgili sorular cevaplandı. Gönüllü olur formu imzalayanlar çalışmaya dahil edildi (Ek-2).

Pilot çalışmaların ve iklimlendirme odası otomasyonunun tamamlanmasının ardından testler başlatıldı. Katılımcıların spor geçmişi $6,35 \pm 1,6$ yıldır. Katılımcılardan, ölçümlerden en az iki gün öncesine kadar ağır egzersizler yapmamaları ve testlerden en az 2,5 saat önce yemek yememeleri istendi.

2.7. Bağımlı ve Bağımsız Değişken

Çalışmada kullanılan bağımsız değişkenler VO_2 , VCO_2 , VE, SDO, AZD, KAH, Kadans, $G_{mekanik}$, T_{deri} ve $T_{iç}$ 'tir. Normal ve soğuk ortam koşulları ise çalışmanın bağımlı değişkenleriydi.

2.8. Veri Toplama Süreci

Her bir katılımcı iklimlendirme odasını toplam 6 – 7 kez ziyaret etti. Bu ziyaretlerinde gerçekleştirilen veri toplama süreleri her bir katılımcı için 60 – 75 dakikalık süre aralığında gerçekleştirildi. Böylece katılımcıların tüm verileri toplam 360 – 525 dakikalık süre aralığında gerçekleştirildi.

2.9. İstatistiksel Analizler ve Değerlendirme

Verilerin analizinde fiziksel özelliklere ait tanımlayıcı istatistikler hesaplandı. Shapiro-Wilk normallik testi sonrasında, elde edilen veriler arası olası istatistiksel farklar, eşli Student t-testiyle, ilişkiler basit ikili korelasyon ve basit doğrusal regresyon analiziyle değerlendirildi.

İstatistiksel analizler için Statistical Package for Social Sciences (version 20.0; SPSS Inc., Chicago, IL) kullanılarak, sonuçlar $p \leq 0,05$ anlamlılık düzeyinde değerlendirildi.

2.10. Süre ve Olanaklar

Araştırma 2013 yılında planlanmış olup 09.04.2014 tarihinde etik kurul raporu alındı. Etik kurul onayı sonrası 10.09.2014 tarihine kadar veriler araştırmacı tarafından toplandı. Geriye kalan sürede ise verilerin analiz ve tez yazımı için kullanıldı.

2.11. Araştırma Etiği

Araştırma Celal Bayar Üniversitesi Tıp Fakültesi Yerel Etik Kurulu'ndan (09.04.2014 tarih ve 20478486 – 157 karar no) (Ek-1) gerekli onay alındıktan sonra yapıldı.

BÖLÜM III

3. BULGULAR

Tablo 1: Katılımcıların Tanımlayıcı İstatistikleri (n = 10)

	Ort. \pm SS	Min.	Maks.
Yaş (yıl)	24,4 \pm 5,0	18,0	33,0
Boy (cm)	178,6 \pm 5,2	170,0	188,0
Kilo (kg)	73,5 \pm 7,3	60,0	83,6
Güç_{maks} (W)	351,0 \pm 38,9	290,0	410,0
Güç_{%60VO_{2maks}} (W)	165,9 \pm 19,0	137,0	200,0
Maksimum Bağlı Güç (W·kg⁻¹)	4,8 \pm 0,3	4,07	5,2
$\dot{V}O_{2maks}$	57,3 \pm 4,2	50,0	64,9
Spor Yaşı (yıl)	6,4 \pm 1,6	5,0	10,0

Güç_{maks} (W) : Üretilen maksimum güç, Güç_{%60} (W) : %60 $\dot{V}O_{2maks}$ değerine denk gelen güç miktarı, Maksimum Bağlı Güç: Vücudun kilogramı başına üretilen güç miktarı (W/kg), $\dot{V}O_{2maks}$: Vücudun kilogramı başına tüketilen oksijen miktarı (mL·dk⁻¹·kg⁻¹).

Çalışmaya katılan gönüllü sporcuların tanımlayıcı istatistikleri Tablo 1’de sunulmaktadır.

Tablo 2: Testler sırasındaki hava sıcaklığı ve bağıl nem değerleri

		Ort. \pm SS	Min.	Maks.
N_{serbest}	Hava (°C)	20,1 \pm 0,7	18,6	23,1
	Bağıl Nem (%rh)	60,8 \pm 8,5	30,7	79,8
S_{sabit}	Hava (°C)	8,1 \pm 0,3	7,7	8,8
	Bağıl Nem (%rh)	66,9 \pm 2,4	61,8	72,2
S_{serbest}	Hava (°C)	8,4 \pm 0,5	7,7	9,8
	Bağıl Nem (%rh)	64,9 \pm 4,7	49,8	74,5

$N_{serbest}$ -Hava (°C): $N_{serbest}$ 'deki hava sıcaklık değeri; S_{sabit} -Hava (°C): S_{sabit} 'deki hava sıcaklık değeri; $S_{serbest}$ -Hava (°C): $S_{serbest}$ 'deki hava sıcaklık değeri; $N_{serbest}$ -Bağıl Nem (%rh): $N_{serbest}$ 'deki % bağıl nem miktarı; S_{sabit} -Bağıl Nem (%rh): S_{sabit} 'deki % bağıl nem miktarı; $S_{serbest}$ -Bağıl Nem (%rh): $S_{serbest}$ 'deki % bağıl nem miktarı.

Testler sırasında ölçülen ortalama ortam koşullarına ait değerler tablo 2'de gösterilmiştir. Sonuçlar ortam koşullarının istenen ve hedef değerlerde olduğunu gösterdi. Hava akım hızı tüm oturumlarda $1 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ hızından küçük ölçüldü.

Tablo 3: Farklı ortam koşullarında gerçekleştirilen submaksimal egzersizlerin solunum gaz değişkenleri üzerindeki etkisi

	N_{serbest}	S_{sabit}	S_{serbest}
VO₂	2,66 \pm 0,38 [†]	2,83 \pm 0,43 [†]	2,73 \pm 0,41
VCO₂	2,22 \pm 0,40 [†]	2,40 \pm 0,43 ^{†‡}	2,25 \pm 0,41 [‡]
SDO	0,83 \pm 0,49	0,84 \pm 0,26	0,82 \pm 0,47

Aynı üst indise sahip ortalamalar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmaktadır ($p \leq 0,05$). [†]: $N_{serbest}$ ile S_{sabit} arası. [‡]: $S_{serbest}$ ile S_{sabit} arası. VO₂ (l·dk⁻¹): Tüketilen O₂ Miktarı, VCO₂ (l·dk⁻¹): Üretilen CO₂ Miktarı, SDO: Solunumsal Değişim Oranı.

Farklı ortam koşullarında gerçekleştirilen testlerin, ortalama solunum gazlarının değişim değerleri tablo 3'te gösterilmektedir. S_{sabit} testinde ölçülen VO_2 tüketim ve VCO_2 üretim değerlerinde, $N_{serbest}$ testine göre istatistiksel olarak farklılık görülmektedir ($p = 0,010$; $p = 0,002$). $S_{serbest}$ testinde ise VCO_2 üretim değerlerinde istatistiksel fark bulunurken ($p = 0,008$), VO_2 tüketim değerlerinde anlamlı bir fark görülmemektedir.

Tablo 4: Farklı ortam koşullarında gerçekleştirilen submaksimal egzersizlerin incelenen bağımlı değişkenler üzerindeki etkisi

	$N_{serbest}$	S_{sabit}	$S_{serbest}$
Kadans (devir·dk⁻¹)	97,8 ± 10,4 [†]	97,3 ± 10,2 [‡]	104,4 ± 10,6 ^{†‡}
MV (%)	18,8 ± 1,6 [†]	17,6 ± 1,5 ^{†‡}	18,4 ± 1,8 [‡]
AZD	11,5 ± 1	11,8 ± 1,3	11,6 ± 1,3
T_{deri}(°C)	30,7 ± 0,8 ^{†‡}	26,4 ± 1,2 [†]	27,2 ± 1,3 [‡]
T_{iç}(°C)	37,7 ± 0,3 [†]	37,8 ± 0,3 [‡]	38,0 ± 0,3 ^{†‡}
T_{istirahat}(°C)	37,2 ± 0,2	37,1 ± 0,4	37,1 ± 0,3

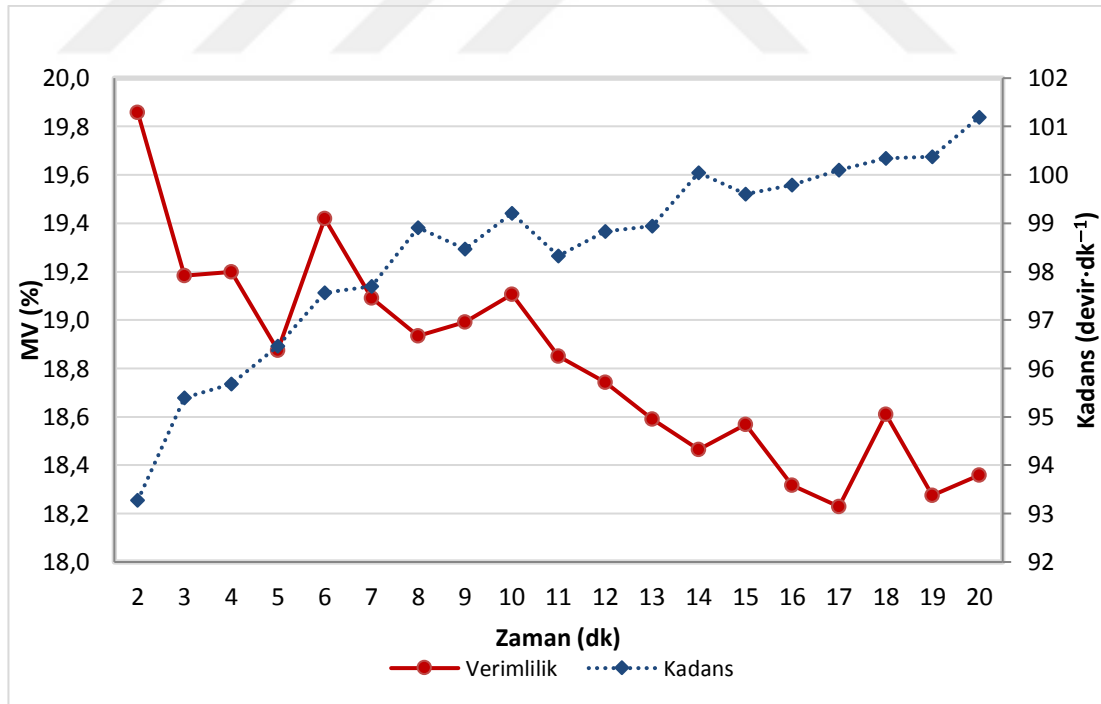
Aynı üst indise sahip ortalamalar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmaktadır ($p \leq 0,05$). †: $N_{serbest}$ ile S_{sabit} arası. ‡: $S_{serbest}$ ile S_{sabit} arası. †‡: $N_{serbest}$ ile $S_{serbest}$ arası. Mekanik Verimlilik (MV), Algılanan Zorluk Derecesi (AZD), Deri Sıcaklığı (T_{deri}), İç Sıcaklık (T_{iç}), İstirahat İç Sıcaklığı (T_{istirahat}).

Tablo 4'te farklı ortam koşullarında gerçekleştirilen testlerden elde edilen ortalama değerlerin karşılaştırılması verilmektedir. MV değerlerinde S_{sabit} 'te, $S_{serbest}$ ve $N_{serbest}$ 'e göre istatistiksel olarak anlamlı bir fark görülmektedir ($p \leq 0,05$). Ayrıca T_{deri} için $N_{serbest}$ 'te, $S_{serbest}$ ile S_{sabit} 'te göre istatistiksel olarak anlamlı bir fark elde edilirken ($p \leq 0,01$), S_{sabit} 'te $S_{serbest}$ 'e göre anlamlı bir fark elde edilememiştir. Kadans ve T_{iç} ortalama değerlerinde $S_{serbest}$ 'te, $N_{serbest}$ ve S_{sabit} 'e göre istatistiksel olarak

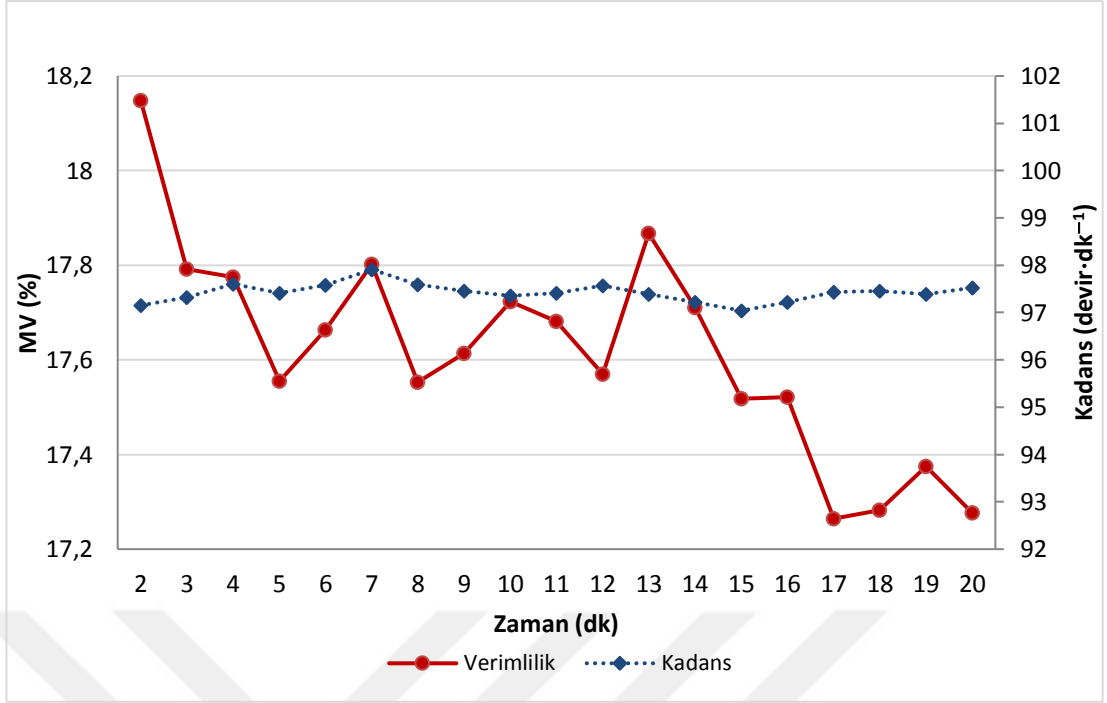
anlamli bir fark görülmemektedir ($p \leq 0,05$). AZD ve $T_{\text{istirahat}}$ ait ortamlar arası değerlerde bir fark bulunmadı.

Farklı ortam koşullarında uygulanan testlerin dakikalık kadans ve verimlilik değişimleri N_{serbest} için Grafik 1'de, S_{sabit} için Grafik 2'de ve S_{serbest} için Grafik 3'te gösterildi.

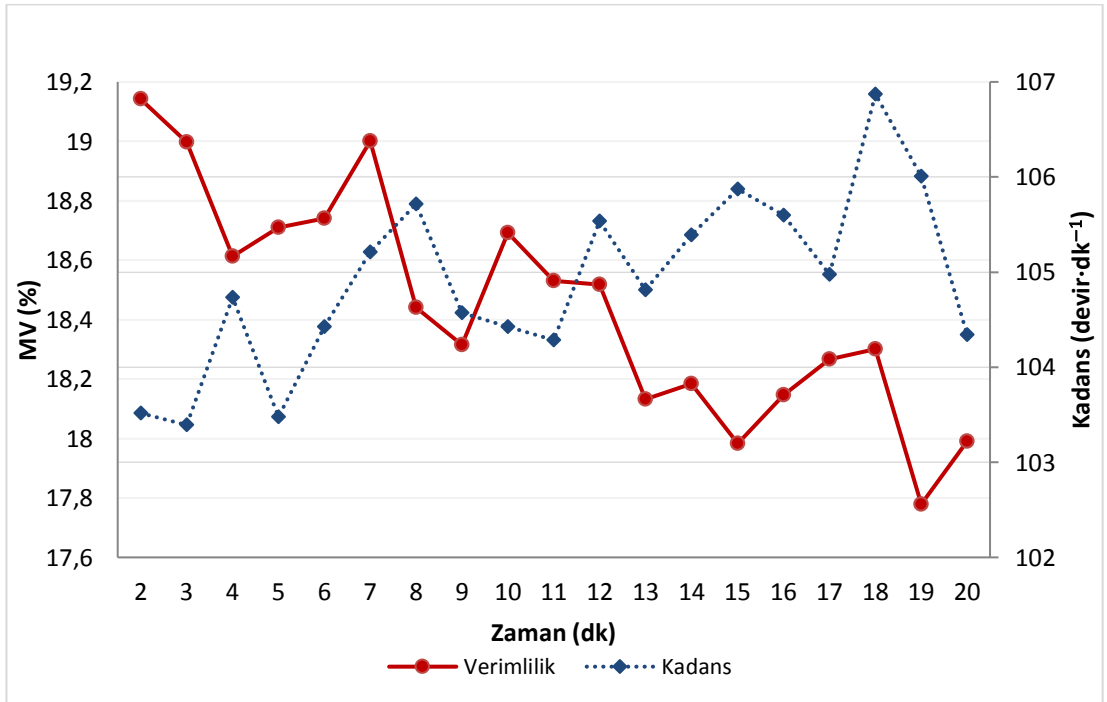
Farklı ortam koşullarında uygulanan testlerin dakikalık kadans değişimleri Grafik 4'te, verimlilik değişimleri Grafik 5'te, SDO değişimleri Grafik 6'da gösterildi. Farklı ortam koşullarında uygulanan testlerin dakikalık VO2 tüketim ve VCO2 retim değişimleri Grafik 7'de verildi. $T_{\text{iç}}$ değişimi Grafik 8'de ve T_{deri} değişimleri Grafik 9'da gösterildi. Grafik 10'da N_{serbest} ve S_{serbest} submaksimal egzersizlere ait MV ve kadans korelasyonu gösterildi.



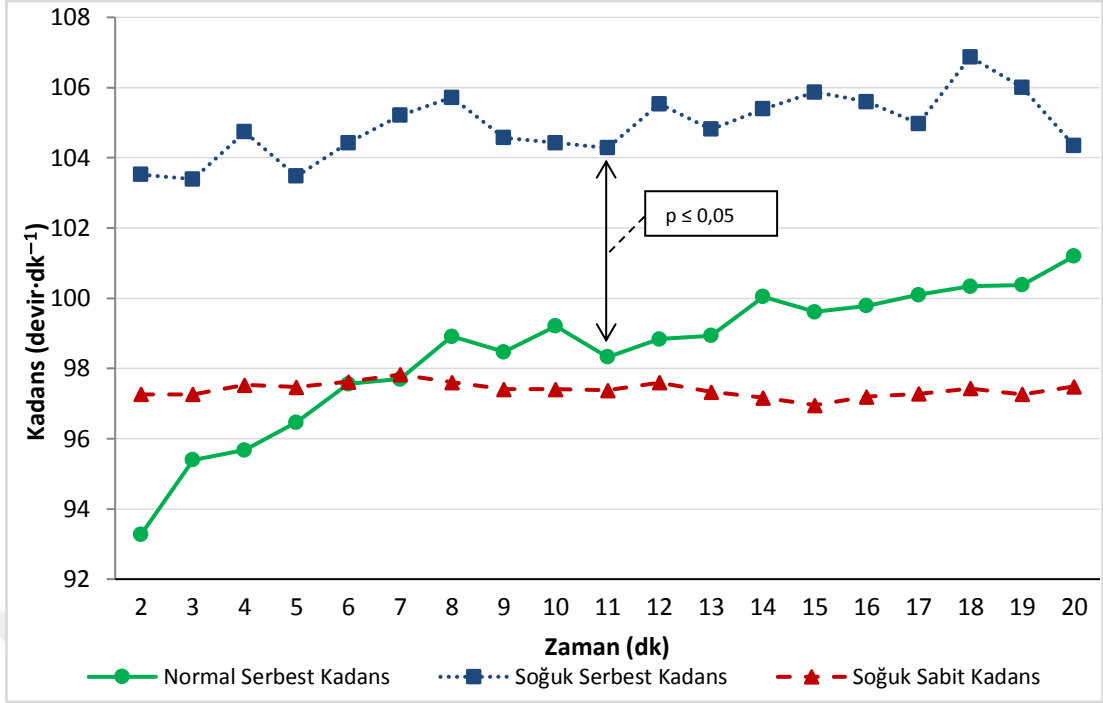
Grafik 1 : Normal ortam şartlarında yapılan submaksimal egzersizlerdeki zamana göre mekanik verimlilik (MV) ve serbest kadans değişimi.



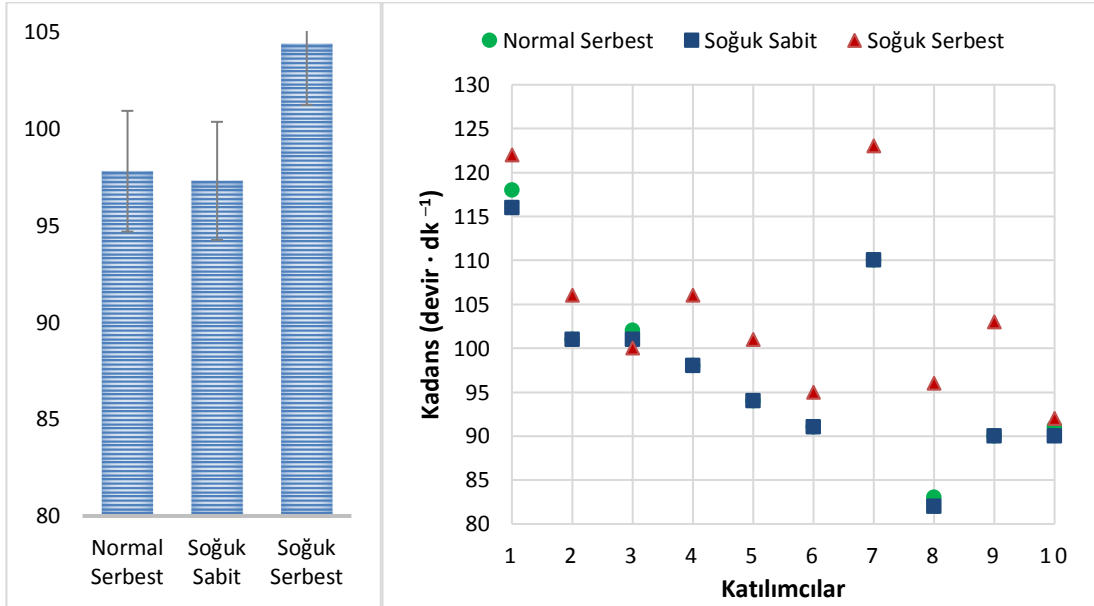
Grafik 2 : Soğuk ortam şartlarında yapılan submaksimal egzersizlerdeki zamana göre mekanik verimlilik (MV) ve kadans değişimi.



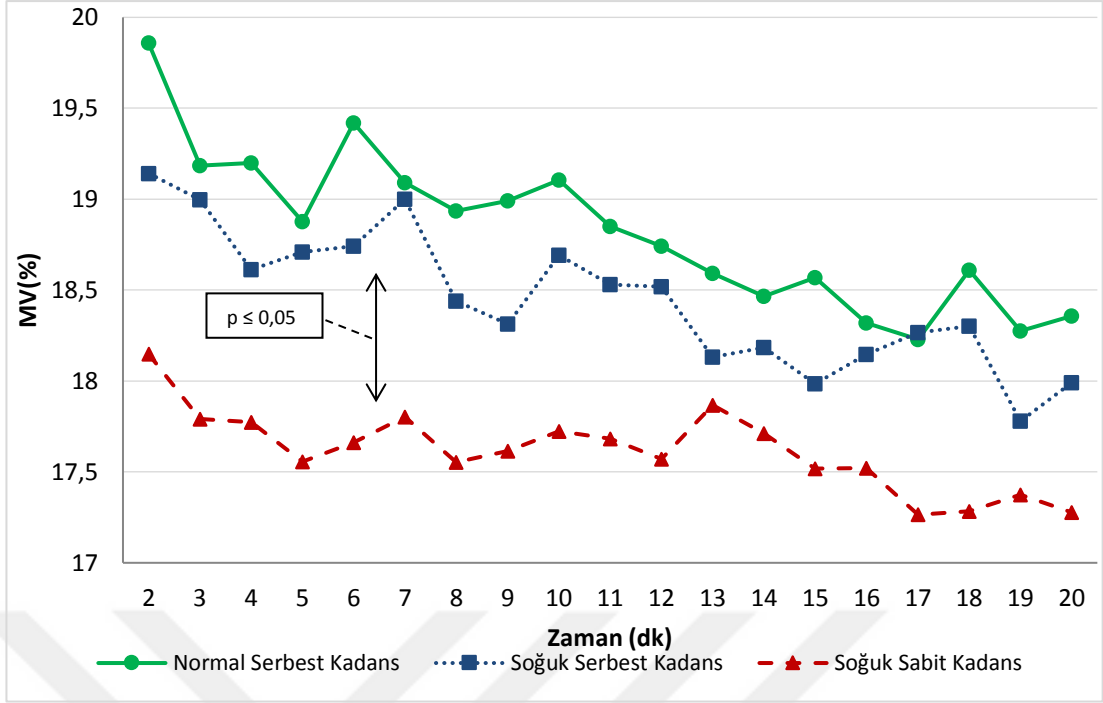
Grafik 3 : Soğuk ortam şartlarında yapılan submaksimal egzersizlerdeki zamana göre mekanik verimlilik (MV) ve serbest kadans değişimi.



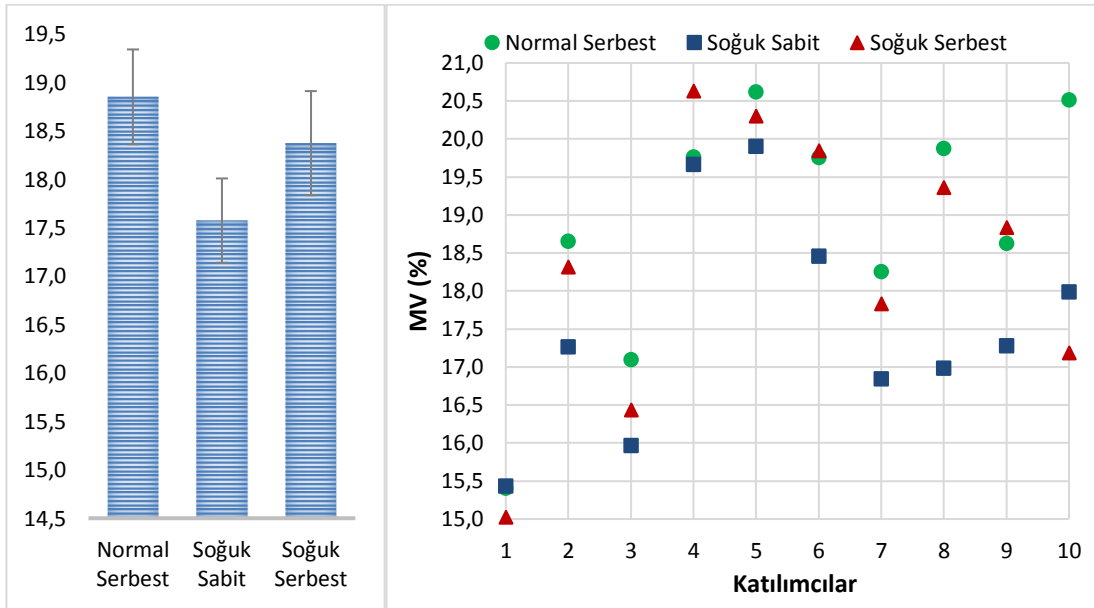
Grafik 4: Farklı ortam şartlarında gerçekleştirilen egzersizlerdeki zamana göre kadans değişimi.



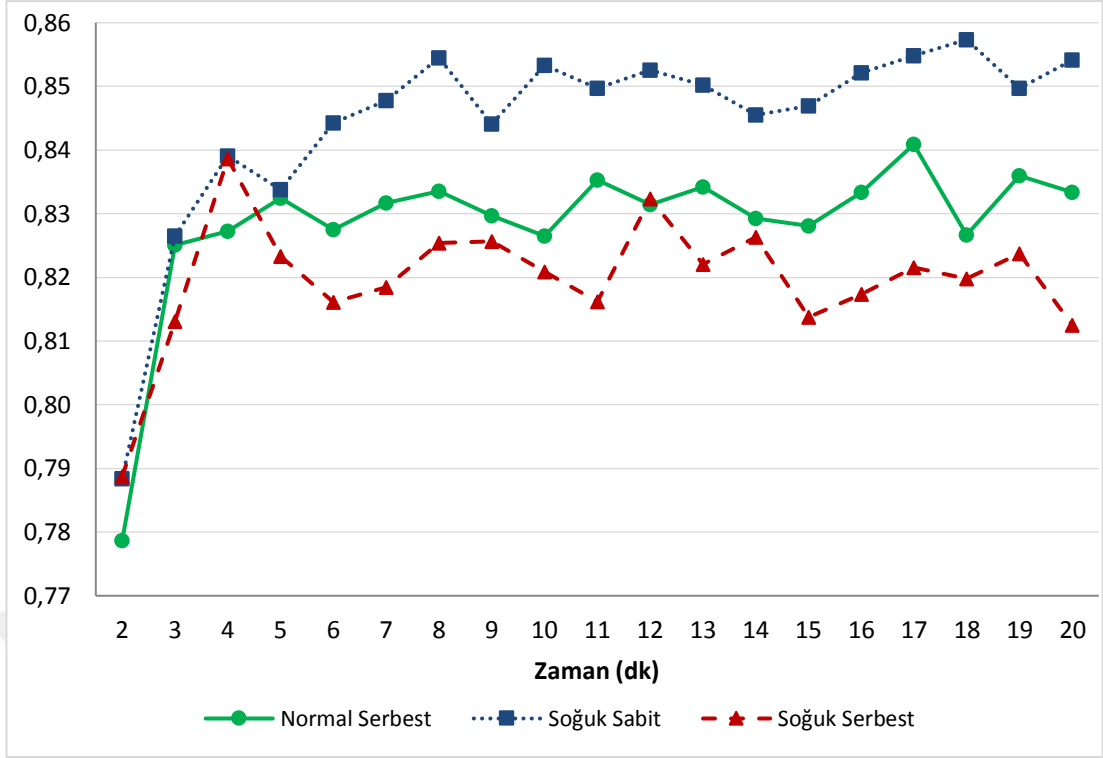
Grafik 5: Farklı ortam şartlarında gerçekleştiren egzersizlerdeki katılımcılara ait tercih edilen ortalama kadans değerleri.



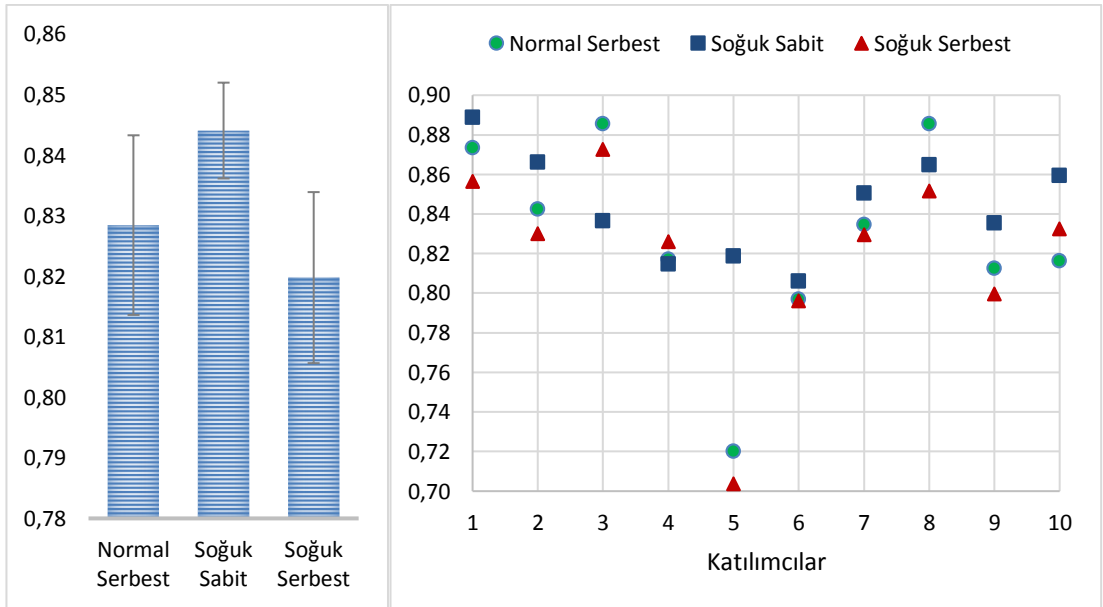
Grafik 6 : Farklı ortam şartlarında gerçekleştirilen egzersizlerdeki zamana göre MV değişimleri.



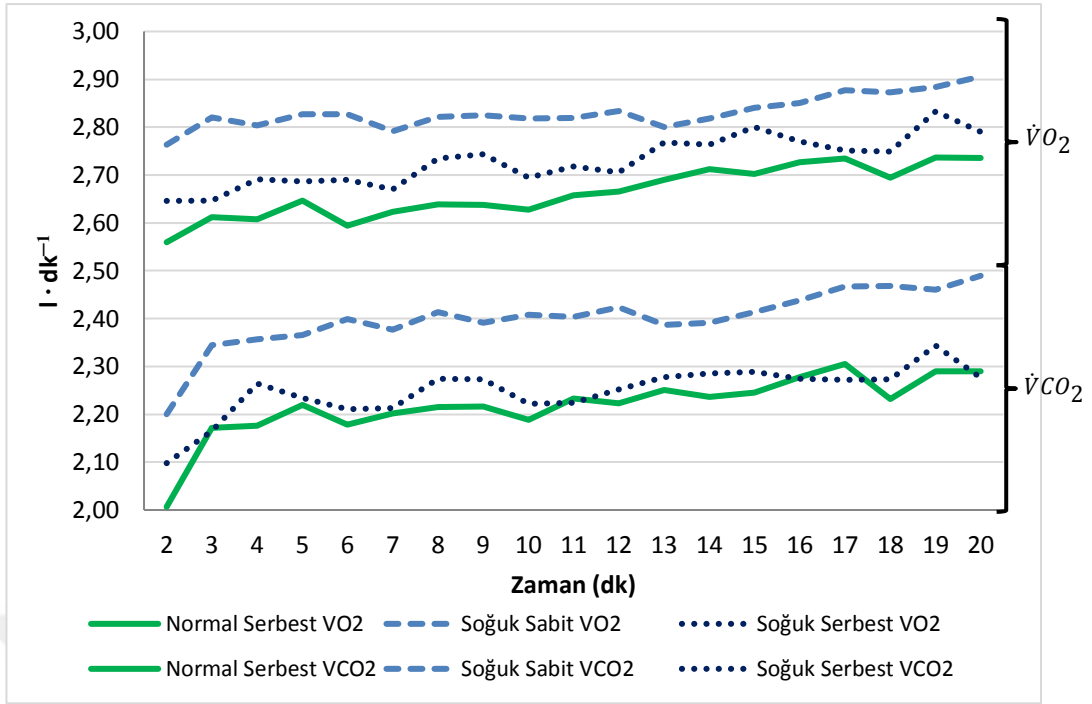
Grafik 7: Farklı ortam şartlarında gerçekleştirilen egzersizlerdeki katılımcılara ait ortalama MV değerleri.



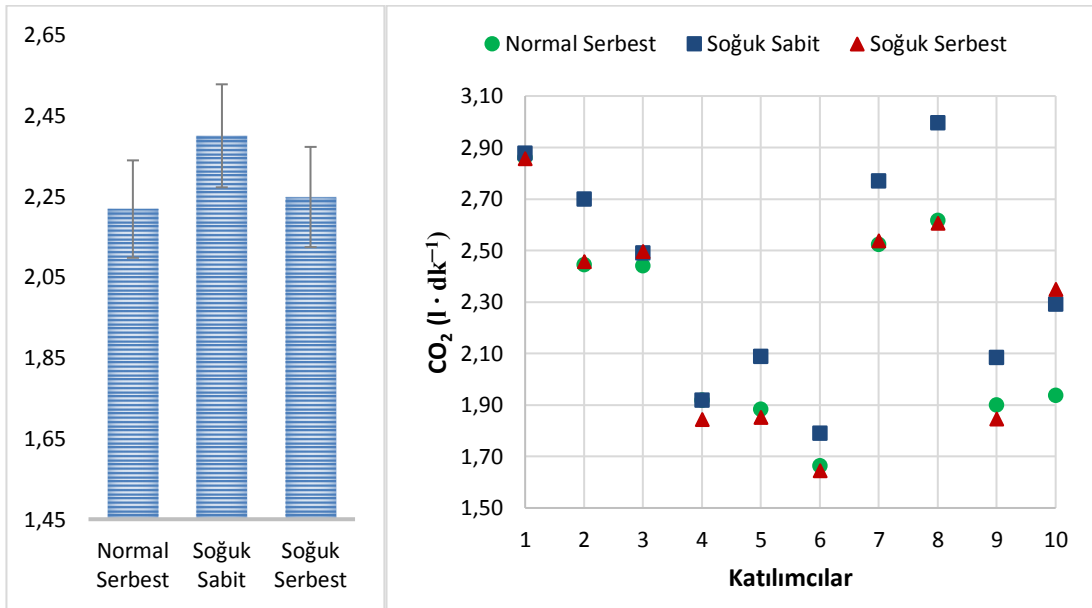
Grafik 8 : Farklı ortam şartlarında gerçekleştirilen egzersizlerdeki SDO değişimleri.



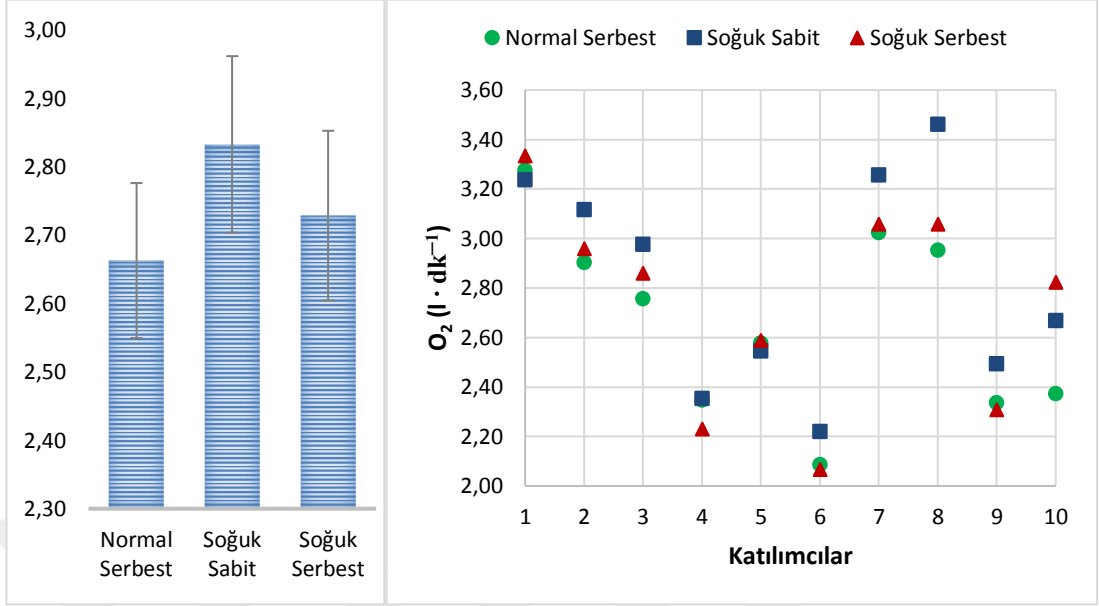
Grafik 9 : Farklı ortam şartlarında gerçekleştirilen egzersizlerdeki katılımcılara ait ortalama SDO değerleri.



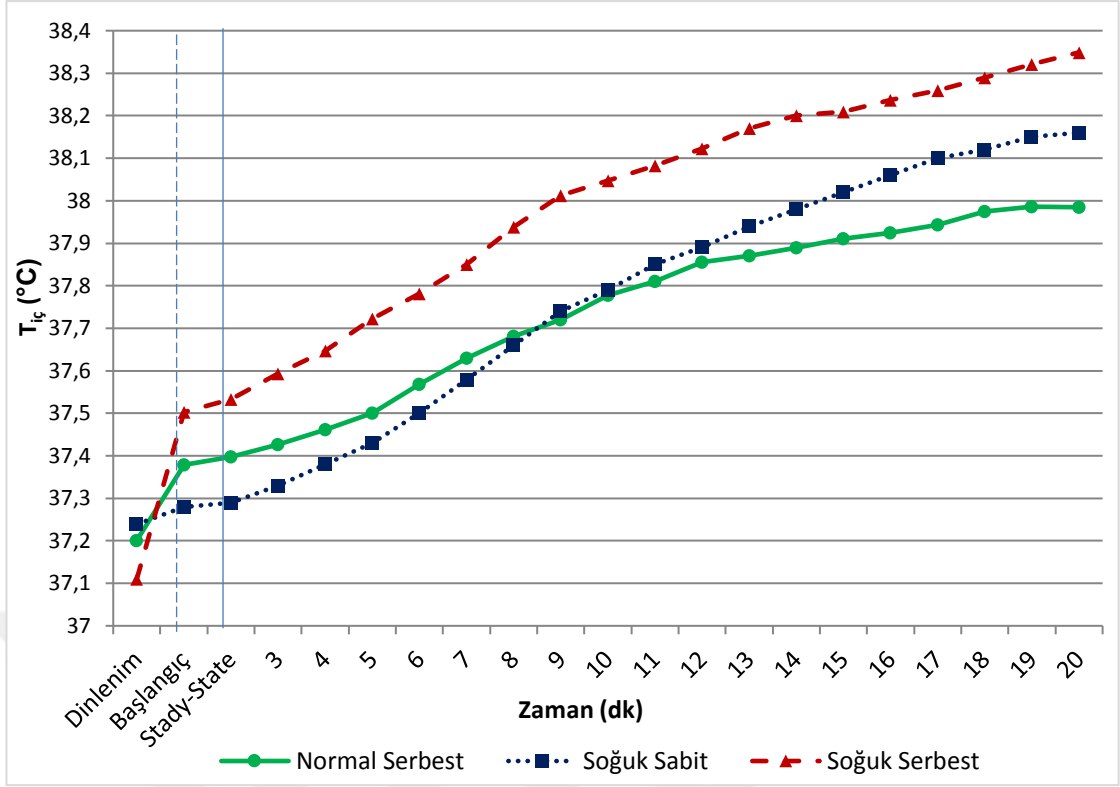
Grafik 10 : Farklı ortam şartlarında gerçekleştirilen egzersizlerdeki zamana göre solunum gazlarındaki değişim değerleri.



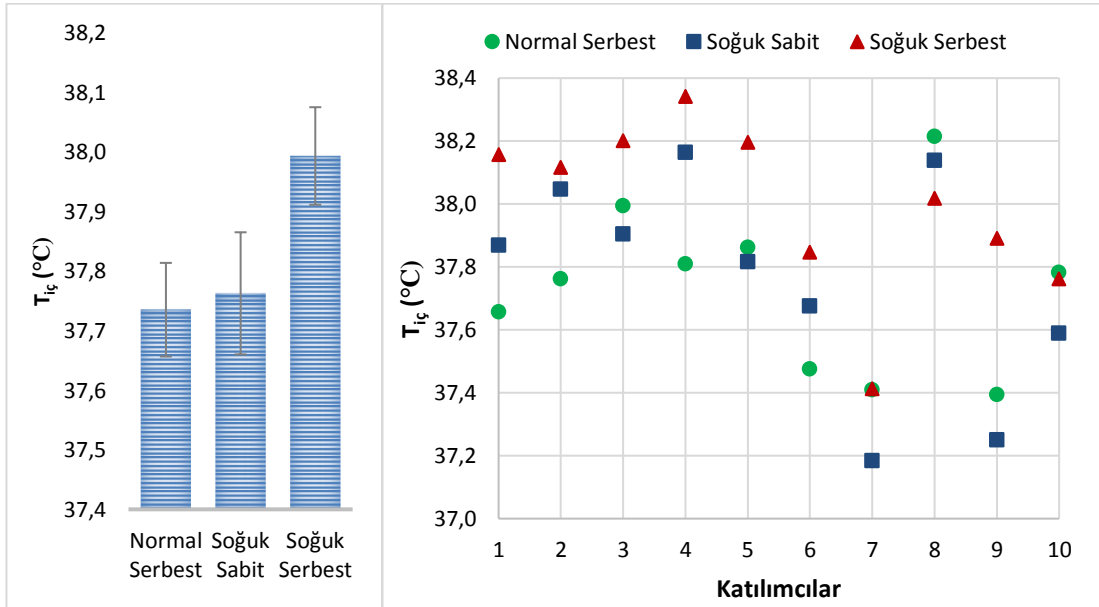
Grafik 11 : Farklı ortam şartlarında gerçekleştirilen egzersizlerdeki katılımcılara ait ortalama CO₂ değerleri.



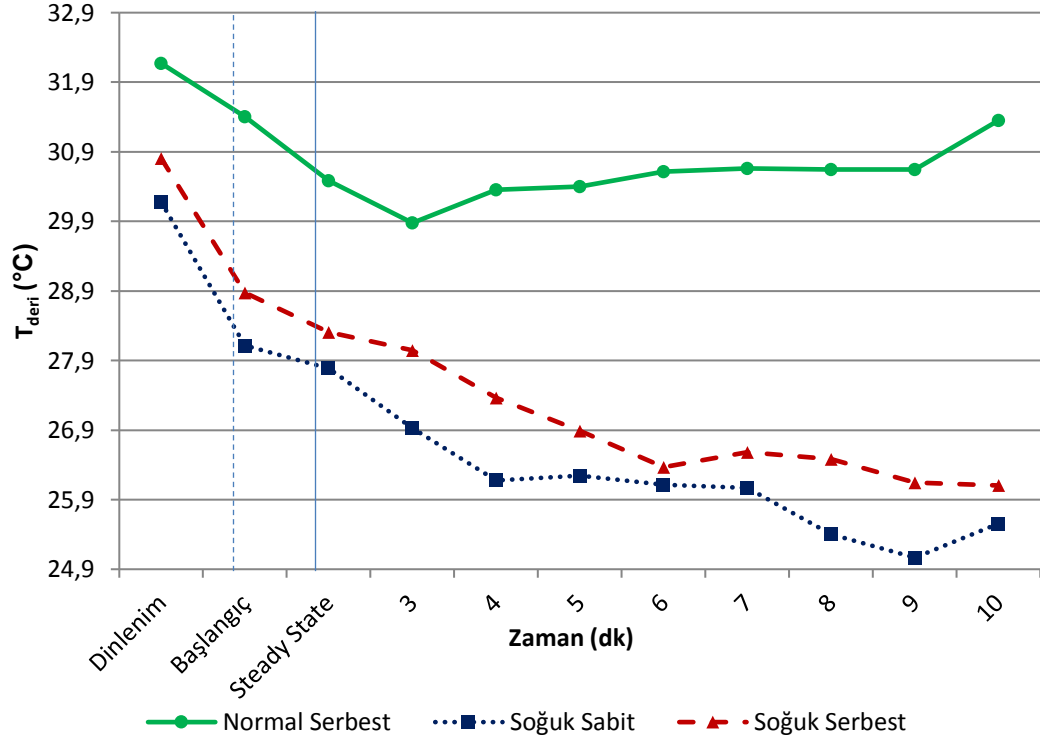
Grafik 12 : Farklı ortam şartlarında gerçekleştirilen egzersizlerdeki katılımcılara ait ortalama O₂ değerleri.



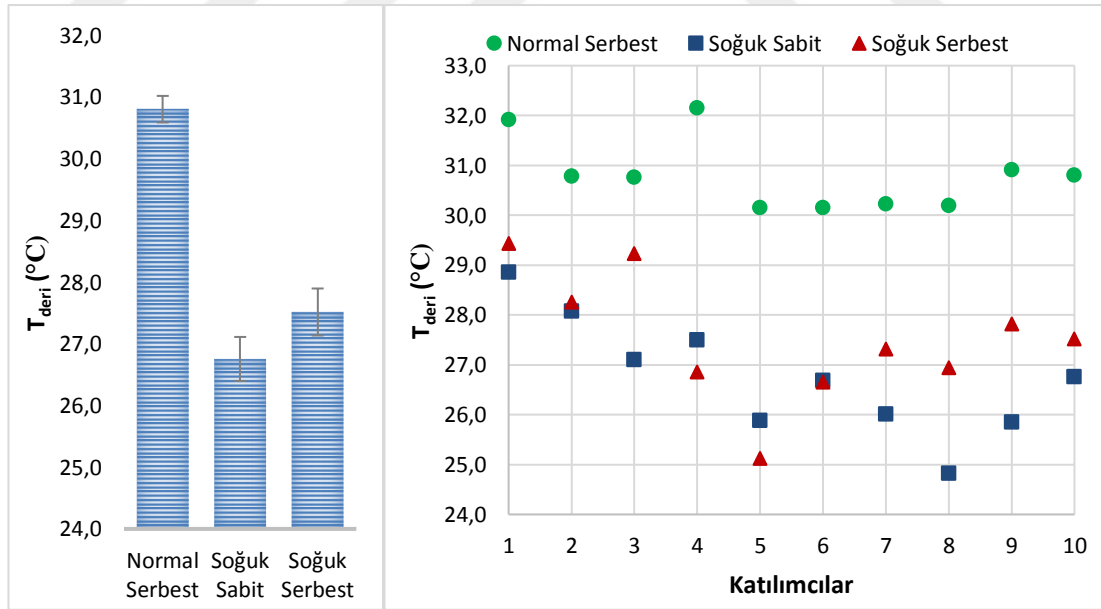
Grafik 13: Farklı ortam şartlarında gerçekleştirilen egzersizlerdeki zamana göre T_{ic} değişimleri.



Grafik 14 : Farklı ortam şartlarında gerçekleştirilen egzersizlerdeki katılımcılara ait ortalama T_{ic} değerleri.



Grafik 15: Farklı ortam şartlarında gerçekleştirilen egzersizlerdeki zamana göre T_{deri} değişimleri.



Grafik 16 : Farklı ortam şartlarında gerçekleştirilen egzersizlerdeki katılımcılara ait ortalama T_{deri} değerleri.

BÖLÜM IV

4. TARTIŞMA

Literatürde farklı ortam koşullarında kas aktivasyonu, akut metabolik yanıtlar, bisiklet performansında en uygun kadans, mekanik verim vb. konularda çalışmalar yapılmış olsa da soğuk ortam şartlarının tercih edilen bireysel kadans ve mekanik verimlilik üzerine etkilerini ortaya koyarak sonuçları etraflıca tartışan bir çalışma bulgusuna rastlanmamıştır. Bu tez çalışması soğuk ortam şartlarında tercih edilen bireysel kadans değerleri ve bu değerlerin mekanik verimlilik üzerine etkilerini ortaya koymak amacıyla yapıldı. Çalışmadan elde edilen veriler, sporcuların bireysel kadans tercihlerinin soğuk ortam şartlarında ($104,4 \text{ devir} \cdot \text{dk}^{-1}$) normal ortama ($97,8 \text{ devir} \cdot \text{dk}^{-1}$) göre %7 arttığını gösterdi ($p=0,002$; Tablo 2; Grafik 4). Normal ortam koşullarında ($97,8 \text{ devir} \cdot \text{dk}^{-1}$) tercih edilen kadans değeri soğuk ortam şartlarında yapılan ölçümlerde ($97,3 \text{ devir} \cdot \text{dk}^{-1}$) sabit tutulduğunda, soğuk ortamdaki MV (%17,6) normal ortam şartlarına (%18,8) kıyasla %6,4 oranında azaldı ($p=0,002$; Grafik 5). Fakat soğuk ortam koşullarında $97,3 \text{ devir} \cdot \text{dk}^{-1}$ 'ya sabitlenen kadans sporcuların bireysel tercihlerine bırakıldığında, $104,4 \text{ devir} \cdot \text{dk}^{-1}$ 'ya kadar yükseldi ($p=0,002$). Sporcuların bireysel kadans tercihlerinde görülen bu artış, soğuk ortam koşullarında MV'yi %17,6'dan %18,4'e yükselterek %4,4'lük bir artışa neden oldu ($p=0,024$).

Coyle (49) tarafından 2005 yılında yayımlanan bir araştırmada, Tour de France'ı 7 kez üst üste kazanan bisikletçi Lance Armstrong'un oksidatif enzim içeriği yüksek tip I özellikli fibril bulunuşluk oranının ortalama bireylerin çok üzerinde olduğu rapor edilmiştir. Ek olarak, yüksek kadansları tercih eden elit bisikletçilerde daha oksidatif özellikteki tip II a oranları da daha yüksek bulunmuştur. Bu bilgi motor ünite senkronizasyonunun hem tip I ve tip II hem de tip II a ve tip II b arasında en uygun olacağı kadansların tercih edilmesinin dayanıklılık performansında anahtar rol oynayacağı şeklinde yorumlanabilir. Gerçekten de MV'yi etkileyen önemli faktörlerden biri kadans tercihinin bağlı olarak değişen kuvvet üretimidir. Pedal tekniği

doğru kuvvetin doğru açılarda ve doğru hızlarda uygulanmasıyla benzer niteliklerdeki sporcuların performanslarında önemli değişikliklere neden olabilmektedir (15-17, 27, 50). Krank koluna uygulanan bileşke kuvvetin, direnci yenerek işin yapılmasını sağlayan bileşeni etkin kuvvet olarak tanımlanır (36). Yapılan iş için direncin yenilmesine bağlı olarak üretilen kuvvet, kadans tercihiyle değişkenlik gösterir. Submaksimal iş yükünde yakalanan optimal etkin kuvvet süreleri ve en yüksek verim arasında oldukça yüksek bir ilişki vardır (36). 110-120 üzeri kadanslarda ve düşük dirençlerde inersi etkisine bağlı olarak pedala uygulanan etkin kuvvette azalma, 300 W'ın üzerindeki yüklerde ve 90'dan düşük kadanslarda düşük inersi etkisine bağlı olarak pedala uygulanan etkin kuvvette aşırı artışlar nedeniyle MV'nin bozulduğu rapor edilmiştir (19). Dolayısıyla en yüksek MV'yi yakalamak için optimal etkinlikte kuvvet uygulamaya imkan sağlayacak bir inersi etkisinin oluşması gerekir. Çalışmamızda kullandığımız elektromanyetik dirençli bisiklet ergometresi yükselen kadans değerine karşılık güç çıktısını sabitlemek için yenilmesi gereken direnci düşürdüğünden, yükselen kadanslarda inersi etkisi artmakta ve etkin kuvvet düşmektedir. Çalışmamızın sonuçları; bireylerin soğuk ortam koşullarında yüksek kadansları tercih etmek suretiyle inersiyi arttırarak etkin kuvveti düşürdüklerini ve buna bağlı olarak da tip I-II ve tip II a-b fibril katılımlarını değiştirerek MV'de soğuğa bağlı bozulmaların önüne geçmeye çalıştıkları şeklinde yorumlanabilir. Geleneksel bilgiye göre en yüksek MV değeri alınan kadans ortalamaları, dakikada 90-100 devir aralığı olarak rapor edilmiştir (20). Çalışmamızda normal ortam koşullarında serbest bırakılan kadans ortalamaları dakikada 97,8 devir dolaylarında kaydedildi. Bu değerler soğuğ ortamda sabit tutulmaya çalışıldığında MV %6,4 düşerek performansı olumsuz etkiledi. Bulgular değişen ortam koşullarında iyi antrene bisikletçilerin kadans tercihlerine müdahalenin yarış performansını bozabileceğini işaret etti. Gerçekten de soğuğ ortam koşullarında kadans yine sporcuların bireysel tercihlerine bırakıldığında MV %4,5 yükseldi. Dolayısıyla soğuğ ortam şartlarında serbest bırakılan kadans değerleri normal ortam şartlarına göre MV'deki düşüşü minimize etti. A. E. Jeukendrup ve arkadaşları (7), 70 kg kütleyle sahip ve 400 W güç çıktısını 40 km'lik zamana karşı performansında bir saat koruyabilen bir sporcunun MV'sinde %1'lik artışın, müsabaka performansında 48 sn'lik bir iyileşmeyle sonuçlanabileceğini hesaplamışlardır. Bu bulgu zamana dayalı değerlendirmelerin yapıldığı sporlarda

MV'deki küçük değişikliklerin, performans için ne kadar önemli olduğunu ve soğuk ortamda sporcuların kadanslarındaki artışın MV'yi koruyabilmekteki öneminin ne denli büyük olabileceğini düşündürmektedir.

Soğuk ortamda termoregölasyon mekanizmaları metabolik hızı otonomik faktörler yoluyla yükseltmeye çalışır. İç sıcaklığın kontrolü hipotalamusta konumlanmış perioptik alan tarafından sağlanır. Soğuk ortamda vücut iç sıcaklığını dengelemede en etkili yöntem sempatik uyarınlardan yoluyla metabolik hızı arttırmaktır. EMG'ye dayalı çalışma bulguları, soğukta kas aktivasyonunun artışına bağlı olarak metabolik hızın 4-5 kat artabileceğini ve bu noktada iskelet kaslarının veriminin önemli düzeylerde düştüğünü göstermiştir (48). Çalışmamızda, sabit kadansla normal ortam koşulları için hesaplanan MV değeri %18,8 iken, bu değeri soğuk ortamda %17,6'ya düştü. Ancak soğuk ortamın kadansı bireylerin tercihlerine bırakıldığında dakikada 98 devirden 104'e yükselerek MV'yi tekrar anlamlı düzeylerde yükselterek %18,4'e çıkardı.

Soğuk ortamda farklı yüklerle yapılan çalışmalarda substrat kullanımının etkilenimi için bir genelleme yapılamazken, egzersizin yoğunluğunun substrat kullanımını paternine etkili olduğu söylenebilir (51, 52). Soğuk ortam koşullarında yapılan testlerde daha yüksek bir $\dot{V}O_{2maks}$ düzeyi yakalanamamasına karşın, kademe artışları süresince kullanılan $\dot{V}O_2$ düzeylerinde önemli bir artış olduğu rapor edilmiştir (53). Yine soğuk ortamda aynı submaksimal iş yükünde artan metabolik ısı üretimi nedeniyle normal ortam koşullarına göre daha yüksek bir $\dot{V}O_2$ düzeyine çıkıldığı bilinir (52). Karbonhidrat (k-h) ve lipid kullanımı arasındaki dengenin iş yükü, genel dayanıklılık durumu, ortam koşulları vb. faktörlere göre değişkenlik göstermesi durumu "Crossover" konsepti olarak bilinir (52, 54). Brooks ve arkadaşları (54) crossover eşiğinin $\dot{V}O_{2maks}$ 'ın yaklaşık %65'i dolaylarında geçildiğini ve bu düzey aşıldıktan sonra k-h metabolizmasındaki artışa bağlı olarak SDO ve total kan laktatı konsantrasyonunda ciddi bir artış olduğunu göstermişlerdir. $\dot{V}O_2$ normal ortam şartlarında dakikada 2,66 litrelik tüketim değerinden, kadans tercihinin sabit tutulduğu soğuk egzersizinde dakikada 2,83 litreye çıktı ($p=0,010$; Tablo3). Diğer yandan soğuk ortamda kadansın serbest bırakılmasıyla bu tüketim dakikada 2,73

litreye geriledi. $\dot{V}CO_2$ ise kadans tercihinin serbest bırakıldığı normal ve soğuk ortam koşullarında sırasıyla dakikada 2,22 ve 2,25 litre olarak ölçüldü. Fakat kadans tercihinin sabitlendiği soğuk ortamda dakikada 2,40 litre ile anlamlı derecede yüksek ölçüldü ($p \leq 0,05$). Bu bulgular k-h metabolizmasının soğuk ortamda kadansın sabit tutulduğu egzersizlerde daha etkin rol aldığını, dolayısıyla termoregülasyon sisteminin daha aktif çalıştığını göstermektedir. Bu da soğuk ortam koşullarında kadans sabit tutulduğunda MV'nin neden daha düşük bulunduğunu açıklayabilir. Gerçekten de soğuk ortamda kadans bireylerin tercihine bağlı olarak yükseldiğinde termoregülasyon sisteminin aktif kaslardaki metabolik ısı üretimi ihtiyacı karşılanarak MV tekrar yükseldi.

Vücut iç sıcaklığında artışın total kan laktatı birikiminde artış, aktif kasların kanlanması ve kardiyak çıktıda önemli düzeylerde düşüş olmaksızın egzersizin sonlanmasında etkili olduğu bilinmektedir (55). Parkin ve arkadaşları (13) farklı ortam şartlarının ($3^\circ C$, $20^\circ C$ ve $40^\circ C$) submaksimal bisiklet egzersizinde yorgunluk metabolizması üzerine etkilerini araştırdıkları bir çalışmada, egzersiz öncesi iç sıcaklık farkı olmayan katılımcıların, sıcak ortamda kan laktatı ve iç sıcaklık artışlarının yorgunluk oluşumunda daha yüksek değerler izlemesine karşın kreatin ve fosfokreatin düzeylerinde anlamlı bir fark olmadığını göstermişlerdir. Sonuç olarak yazarlar, sıcak ortam koşullarında gerçekleştirilen submaksimal egzersizlerde glikojenolitik süreçlerin toplam enerji üretiminde rölatif katkı payını arttırarak yorgunluğu öne çektiğini fakat soğuk ortamda gerçekleştirilen egzersizlerin daha uzun sürdürülebildiğini belirtmişlerdir. Yine aynı araştırma sonuçlarına göre; $\%70 \dot{V}O_{2maks}$ 'a karşılık gelen bir egzersizde $T_{iç}$ artışının kritik düzeylere ulaşarak egzersizin sonlanmasında dominant olduğu süreler; soğuk ortam koşullarında > 80 dakika, normal ortam koşullarında > 55 dakika iken sıcakta yaklaşık 30 dakikalar civarında olmuştur. Bu tez çalışmasında ise 20 dakikalık submaksimal egzersizde ölçülen $T_{iç}$ değerleri; normal ortamda $37,7^\circ C$ ve kadansın sabit tutulduğu soğuk ortamda $37,8^\circ C$ iken soğuk ortamda kadans serbest bırakıldığında anlamlı derece artarak $38,0^\circ C$ olarak ölçüldü ($p \leq 0,05$; Tablo 4; Grafik 6). Bu çalışmanın sonuçları 20 dakikalık sürelerde $T_{iç}$ artışının dominant bir yorgunluk kriteri olamayacağını tekrar göstermiş

olsa da tüm ortam koşulları için $T_{iç}$ 'in genel seyri egzersiz süresince lineer bir artış paterni içindeydi.

Aktif iskelet kası bölgesinde deri sıcaklığının ilk 10 dakika civarında istirahat değerinin altına inerek etkin bir termoregülasyon sağladığı ve sonrasında yükselmeye başladığı bilinir. Bu tez çalışmasında, T_{deri} kadansın sabit tutulduğu soğuk ortamda 26,4°C, normal ortamda 30,7°C ve kadansın serbest bırakıldığı soğuk ortamda 27,2°C ölçüldü. Tüm ortam koşullarında egzersizin ilk 6 dakikasında deriden ortama ısı transferinin azaldığını gösterecek şekilde deri sıcaklığında düşüş gerçekleşirken, normal ortam da deri sıcaklığı 8. dakikadan itibaren yükselme paterni gösterdi. Soğuk ortamda ise egzersiz süresince düşme paterni devam etti ($p \leq 0,05$; Tablo 4; Grafik 7).

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışma soğuk ortam şartlarında tercih edilen bireysel kadans değerleri ve bu değerlerin mekanik verimlilik üzerine etkilerini ortaya koymak amacıyla yapılan ilk çalışmaydı. Elde edilen bulgular literatürde en yüksek MV değerinde kalmada en uygun olduğu iddia edilen 90 devir·dk⁻¹lık kadans değerinin soğuk ortam koşullarında MV'de önemli bir bozulmaya neden olacağını, buna karşın kadans sporcuların tercihlerine bırakıldığında 104 devir·dk⁻¹'ya yükselen değerlerin termoregülasyon için gereken ısı üretimini hızlandırarak MV'deki bozulmayı en aza indirdiğini göstermiştir. İleriki çalışmalarda farklı ortam koşullarının sporcuların kadans tercihleri ve mekanik verim düzeylerine etkilerinin araştırılacağı çalışmalarda elde edilecek bulguların, sporcuların aynı güç çıktısını sabitleyerek bitkinlikleriyle sonuçlanacak zamana karşı testlerle sınanarak tükenme sürelerinin tartışmaya açılması literatür için önemli bir katkı sunabilir. Bu tez çalışmasının ana bulguları sporcuların soğuk ortam koşullarında kendileri için en uygun ve nispeten normal ortam koşullarına kıyasla anlamlı derecede daha yüksek kadansları tercih etmelerinin müsabaka performanslarını arttıracığı şeklinde yorumlanabilir.

6. YARARLANILAN KAYNAKLAR

1. Lucia A, Hoyos J, Perez M, Santalla A, Chicharro JL. Inverse relationship between VO₂max and economy/efficiency in world-class cyclists. *Med Sci Sport Exer* 2002;34(12):2079-84.
2. Moseley L, Jeukendrup AE. The reliability of cycling efficiency. *Med Sci Sport Exer* 2001;33(4):621-7.
3. Gaesser GA, Brooks GA. Muscular efficiency during steady-rate exercise: effects of speed and work rate. *J Appl Physiol* 1975;38(6):1132-9.
4. Whipp BJ, Wasserman K. Efficiency of muscular work. *J Appl Physiol* 1969;26(5):644-8.
5. Merrill EG, White JA. Physiological efficiency of constant power output at varying pedal rates. *Journal of sports sciences* 1984;2(1):25-34.
6. Faria I, Sjojaard G, Bonde-Petersen F. Oxygen cost during different pedalling speeds for constant power output. *The Journal of sports medicine and physical fitness* 1982;22(3):295-9.
7. Jeukendrup AE, Martin J. Improving cycling performance: how should we spend our time and money. *Sports medicine (Auckland, NZ)* 2001;31(7):559-69.
8. Akgün N. *Egzersiz ve Spor Fizyolojisi*: Ege Üniversitesi Basımevi; 1994.
9. Lichtenbelt W, Kingma B, van der Lans A, Schellen L. Cold exposure--an approach to increasing energy expenditure in humans. *Trends Endocrin Met* 2014;25(4):165-7.
10. Cabanac M. Temperature regulation. *Annual review of physiology* 1975;37:415-39.
11. Nielsen B. Metabolic reactions to changes in core and skin temperature in man. *Acta Physiol Scand* 1976;97(1):129-38.
12. Nimmo M. Exercise in the cold. *Journal of sports sciences* 2004;22(10):898-915; discussion -6.

13. Parkin JM, Carey MF, Zhao S, Febbraio MA. Effect of ambient temperature on human skeletal muscle metabolism during fatiguing submaximal exercise. *Journal of applied physiology* 1999;86(3):902-8.
14. Gonzalez-Alonso J, Teller C, Andersen SL, Jensen FB, Hyldig T, Nielsen B. Influence of body temperature on the development of fatigue during prolonged exercise in the heat. *Journal of applied physiology* 1999;86(3):1032-9.
15. Coyle EF, Sidossis LS, Horowitz JF, Beltz JD. Cycling Efficiency Is Related to the Percentage of Type-I Muscle-Fibers. *Med Sci Sport Exer* 1992;24(7):782-8.
16. Umberger BR, Gerritsen KG, Martin PE. Muscle fiber type effects on energetically optimal cadences in cycling. *Journal of biomechanics* 2006;39(8):1472-9.
17. Suzuki Y. Mechanical efficiency of fast- and slow-twitch muscle fibers in man during cycling. *J Appl Physiol* 1979;47(2):263-7.
18. Hagberg JM, Mullin JP, Giese MD, Spitznagel E. Effect of pedaling rate on submaximal exercise responses of competitive cyclists. *Journal of applied physiology: respiratory, environmental and exercise physiology* 1981;51(2):447-51.
19. Lucia A, San Juan AF, Montilla M, CaNete S, Santalla A, Earnest C, et al. In professional road cyclists, low pedaling cadences are less efficient. *Med Sci Sport Exer* 2004;36(6):1048-54.
20. Abbiss CR, Peiffer, J., Laursen, P.B. Optimal cadence selection in cycling. *International SportMed Journal* 2009;10(1):1-15.
21. Garby L, Astrup A. The relationship between the respiratory quotient and the energy equivalent of oxygen during simultaneous glucose and lipid oxidation and lipogenesis. *Acta Physiol Scand* 1987;129(3):443-4.
22. Parsons KC. Human thermal physiology and thermoregulation. *Human Thermal Environments: CRC Press; 2002.*
23. Glossary of terms for thermal physiology. Second edition. Revised by The Commission for Thermal Physiology of the International Union of Physiological Sciences (IUPS Thermal Commission). *Pflugers Arch - Eur J Physiol* 1987;410(4-5):567-87.

24. Jeukendrup AE, Craig NP, Hawley JA. The bioenergetics of world class cycling. *Journal of science and medicine in sport / Sports Medicine Australia* 2000;3(4):414-33.
25. Stainbsy WN, Gladden LB, Barclay JK, Wilson BA. Exercise efficiency: validity of base-line subtractions. *Journal of applied physiology: respiratory, environmental and exercise physiology* 1980;48(3):518-22.
26. Hopker J, Jobson S, Carter H, Passfield L. Cycling efficiency in trained male and female competitive cyclists. *Journal of sports science & medicine* 2010;9(2):332-7.
27. Hansen EA, Sjogaard G. Relationship between efficiency and pedal rate in cycling: significance of internal power and muscle fiber type composition. *Scandinavian journal of medicine & science in sports* 2007;17(4):408-14.
28. Hansen EA, Smith G. Factors affecting cadence choice during submaximal cycling and cadence influence on performance. *International journal of sports physiology and performance* 2009;4(1):3-17.
29. Sparrow WA, Newell KM. Metabolic energy expenditure and the regulation of movement economy. *Psychon B Rev* 1998;5(2):173-96.
30. Marais G, Pelayo P. Cadence and exercise: physiological and biomechanical determinants of optimal cadences--practical applications. *Sports biomechanics / International Society of Biomechanics in Sports* 2003;2(1):103-32.
31. T. Reilly NS, P. Snell & C. Williams, Editor. *Physiology of Sports: E. & F. N. Spon/Chapman & Hall*; 1990.
32. Hansen EA, Andersen JL, Nielsen JS, Sjøgaard G. Muscle fibre type, efficiency, and mechanical optima affect freely chosen pedal rate during cycling. *Acta Physiol Scand* 2002;176(3):185-94.
33. Coyle EF. Integration of the physiological factors determining endurance performance ability. *Exercise and sport sciences reviews* 1995;23:25-63.
34. Emanuele U, Denoth J. Power-cadence relationship in endurance cycling. *European journal of applied physiology* 2012;112(1):365-75.
35. Chavarren J, Calbet JA. Cycling efficiency and pedalling frequency in road cyclists. *European journal of applied physiology and occupational physiology* 1999;80(6):555-63.

36. Candotti CT, Ribeiro J, Soares DP, De Oliveira AR, Loss JF, Guimaraes AC. Effective force and economy of triathletes and cyclists. *Sports biomechanics / International Society of Biomechanics in Sports* 2007;6(1):31-43.
37. Marsh AP, Martin PE. Effect of cycling experience, aerobic power, and power output on preferred and most economical cycling cadences. *Med Sci Sport Exer* 1997;29(9):1225-32.
38. Foss O, Hallen J. The most economical cadence increases with increasing workload. *European journal of applied physiology* 2004;92(4-5):443-51.
39. Foss O, Hallen J. Cadence and performance in elite cyclists. *European journal of applied physiology* 2005;93(4):453-62.
40. Sidossis LS, Horowitz JF, Coyle EF. Load and velocity of contraction influence gross and delta mechanical efficiency. *International journal of sports medicine* 1992;13(5):407-11.
41. Jacobs DR, Berg EK, Slivka DR, Noble JM. The effect of cadence on cycling efficiency and local tissue oxygenation. *Journal of strength and conditioning research / National Strength & Conditioning Association* 2013;27(3):637-42.
42. Marsh AP, Martin PE. The association between cycling experience and preferred and most economical cadences. *Med Sci Sport Exer* 1993;25(11):1269-74.
43. Marsh AP, Martin PE, Sanderson DJ. Is a joint moment-based cost function associated with preferred cycling cadence? *Journal of biomechanics* 2000;33(2):173-80.
44. Atkinson G, Davison R, Jeukendrup A, Passfield L. Science and cycling: current knowledge and future directions for research. *Journal of sports sciences* 2003;21(9):767-87.
45. Sanderson DJ. The influence of cadence and power output on the biomechanics of force application during steady-rate cycling in competitive and recreational cyclists. *Journal of sports sciences* 1991;9(2):191-203.
46. Faria EW, Parker DL, Faria IE. The science of cycling: factors affecting performance - part 2. *Sports medicine (Auckland, NZ)* 2005;35(4):313-37.
47. Guyton AC, Hall JE. *Textbook of Medical Physiology*: Elsevier Saunders; 2006.

48. van Ooijen AM, van Marken Lichtenbelt WD, van Steenhoven AA, Westerterp KR. Cold-induced heat production preceding shivering. *The British journal of nutrition* 2005;93(3):387-91.
49. Coyle EF. Improved muscular efficiency displayed as Tour de France champion matures. *Journal of applied physiology* 2005;98(6):2191-6.
50. Horowitz JF, Sidossis LS, Coyle EF. High efficiency of type I muscle fibers improves performance. *International journal of sports medicine* 1994;15(3):152-7.
51. Shephard RJ. Metabolic adaptations to exercise in the cold. An update. *Sports medicine (Auckland, NZ)* 1993;16(4):266-89.
52. Jett DM, Adams KJ, Stamford BA. Cold exposure and exercise metabolism. *Sports medicine (Auckland, NZ)* 2006;36(8):643-56.
53. Galloway S, Maughan RJ. Effects of ambient temperature on the capacity to perform prolonged cycle exercise in man. *Med Sci Sport Exer* 1997;29(9):1240-9.
54. Brooks GA, Mercier J. Balance of carbohydrate and lipid utilization during exercise: the "crossover" concept. *Journal of applied physiology* 1994;76(6):2253-61.
55. Nielsen B, Hales JR, Strange S, Christensen NJ, Warberg J, Saltin B. Human circulatory and thermoregulatory adaptations with heat acclimation and exercise in a hot, dry environment. *The Journal of physiology* 1993;460:467-85.

7. EKLER

EK-1 ETİK KURUL RAPORU

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

KARAR TARİH / NO	09/04 / 2014 / 20478486 - 157				
ARAŞTIRMANIN ADI	Soğuk ortam şartlarının, tercih edilen kadans ve hareket ekonomisine etkileri				
SORUMLU ARAŞTIRMACI	Prof. Dr. B. Muzaffer ÇOLAKOĞLU - Ege Üniversitesi- BESYO Antrenörlük Eğitimi Bölümü				
ARAŞTIRMA EKİBİ	Araş. Gör. Yasin YÜZBAŞIOĞLU, Araş. Gör. Görkem Aybars BALCI, (Danışman) Dr. Onur ORAL,				
ARAŞTIRMANIN NİTELİĞİ	UZMANLIK TEZİ <input type="checkbox"/>	YÜKSEK LİSANS-DOKTORA TEZİ <input checked="" type="checkbox"/>	AKADEMİK AMAÇLI <input type="checkbox"/>		
KARAR BİLGİLERİ	Araştırma dosyası ile ilgili 08.04.2014/ 157 tarihli; Doç. Dr. Cevad Şekuri, araştırma ekibine dâhil edilmesi Konulu dilekçe incelenmiş; Etik açıdan UYGUN olduğuna oy birliği ile karar verilmiştir				
Ünvanı/Adı/Soyadı	Araştırma ile İlgili Olan Üye	Toplantıya Katılmayan Üye	Ünvanı/Adı/Soyadı	Araştırma ile İlgili Olan Üye	Toplantıya Katılmayan Üye
Prof. Dr. Ercüment ÖLMEZ Farmakoloji AD	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Prof. Dr. Necip KUTLU Fizyoloji AD	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Prof. Dr. Cengiz KIRMAZ Alerji İmmünoloji BD	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Prof. Dr. Ece ONUR Tıbbi Biyokimya AD	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Prof. Dr. Pelin ERTAN Çocuk Sağlığı Hastalıkları AD	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Prof. Dr. Canan TIKIZ F. T. R Algoloji AD	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Prof. Dr. Erhun KASIRGA Çocuk Sağlığı Hastalıkları AD	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Prof. Dr. Gönül Tezcan KELEŞ Anestezi ve Reanimasyon AD	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Prof. Dr. Artuner DEVECİ Psikiyatri AD	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Prof. Dr. F. Sırrı ÇAM Tıbbi Genetik AD	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Doç. Dr. Selda BEREKET Antrenörlük Eğitimi AD	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Doç. Dr. Beyhan Cengiz ÖZYURT Halk Sağlığı AD	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Doç. Dr. Peyker TEMİZ Patoloji AD	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Yrd. Doç. Dr. Tank ULUÇAY Adli Tıp AD	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Yrd. Doç. Dr. Selim ALTAN Tıbbi Etik AD	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Yrd. Doç. Dr. Dilek ÇEÇEN Cerrahi Hemşireliği AD	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Nazlı KÜEY Avukat	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Derviş KILIÇ Sivil Üye	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

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.

Prof. Dr. Ercüment ÖLMEZ
Başkan

EK-2 BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ OLUR FORMU

ÇALIŞMANIN ADI :

SOĞUK ORTAM ŞARTLARININ, TERCİH EDİLEN KADANS VE HAREKET EKONOMİSİNE ETKİLERİ.

Bir araştırma çalışmasına katılmanız istenmektedir. Çalışmaya katılıp katılmama kararı tamamen size aittir. Katılmak isteyip istemediğinize karar vermeden önce araştırmanın neden yapıldığını bilgilerinizin nasıl kullanılacağını çalışmanın neleri içerdiğini ve olası yararlarını risklerini ve rahatsızlık verebilecek konuları anlamanız önemlidir. Lütfen aşağıdaki bilgileri dikkatlice okumak için zaman ayırınız ve eğer istiyorsanız özel veya aile doktorunuzla konuyu değerlendiriniz. Eğer çalışmaya katılmaya karar verirsiniz imzalamanız için size bu Bilgilendirilmiş Gönüllü Olur Formu verilecektir. Çalışmadan herhangi bir zamanda ayrılmakta özgürsünüz. Eğer isterseniz, bu çalışmaya katılımınızla ilgili olarak hekiminiz / aile doktorunuz bilgilendirilecektir. Çalışma amacıyla yapılan normal muayeneniz sırasında istenilen tetkikleriniz dışındaki tüm laboratuvar testleri çalışma destekleyicisi tarafından karşılanacak; size veya bağlı bulunduğunuz özel sigorta veya resmi sosyal güvenlik kurumuna ödetilmeyecektir.

ÇALIŞMANIN KONUSU VE AMACI :

Soğuk ortamda bisiklet kullanırken harcanan enerji normal ortamdaki farklıdır.

Bu çalışmanın amacı; soğuk ortam koşullarının, tercih edilen pedal hızı ve harcanan enerjiye olan etkilerini araştırmaktır.

ÇALIŞMA İŞLEMLERİ:

NASIL BİR UYGULAMA YAPILACAKTIR?

Siz bu çalışmada, farklı günlerde en az altı veya en çok dokuz seansa alınacaksınız. Seans sayılarınız, sizin için ölçümlenecek olan en yüksek oksijen kullanım değeri doğrulama seanslarındaki artma veya azalma durumlarına göre belirlenecektir.

Çalışma, Ege Üniversitesi BESYO-İklimlendirme laboratuvarında yapılacaktır.

Her çalışma öncesi baskül ile kilonuzu kayıt altına aldıktan sonra nabız ölçümünüz için, göğüs kafesinizin üzerinde bedeninize göre ayarlanabilecek elastik bir bant takacaksınız.

Çalışma süresince kendinize ait kısa tayt veya şort ve t-shirt giyeceksiniz. Ortam koşullarını belirlediğimiz egzersizlerde ise termal kamera ile fotoğraflarınızın çekilebilmesi için t-shirt giymeyeceksiniz.

Tüm testler süresince maske ile solunum gazları yoğunluk değişimleriniz ve göğüs bandı ile nabız değişimleriniz monitörde takip edilecektir.

Her seansta aşağıdaki uygulamaları aynı sırada ve aynı şekilde gerçekleştireceksiniz:

1.gün (Uyum Seansı):

Siz bu seansı, çalışma süresince oksijen ölçümünde kullanılacak maskeye, nabız ölçümü için göğüs bandına, sabit laboratuvar bisikletine ve iklimlendirme laboratuvarı koşullarına uyum sağlamanız için yapacaksınız. 20 dakika 90 pedal hızında (rpm) pedal çevireceksiniz.

2.gün (Submaksimal ve Maksimal Aerobik Kapasite Test Seansı):

Bu seansta, öncelikle 5., 10., 15. dakikalarda hafif yük artışlarıyla 90 rpm temposunda 20 dakikalık bir test yapacaksınız. 20-30 dakikalık bir dinlenmenin ardından ilk testinizden elde edilecek başlangıç yükünüz ile başlayan ve kademeli yük artışlarıyla, tükenene kadar devam eden 90 rpm temposunda bir test daha gerçekleştireceksiniz. Seans süresince maske ve göğüs bandı kullanılacaktır. Her periyodun son 30 saniyelik bölümünde, size göstereceğimiz ölçek üzerindeki 6-20 arasındaki sayılardan birini işaretleyerek o an hissettiğiniz yorgunluk düzeyinizi ifade etmeniz istenecektir.

3.gün (Doğrulama Seansı):

Önceki seanstan tespit ettiğimiz en yüksek oksijen kullanım değerinizin sağlamlasını bu seansta yapacaksınız. Başlangıç yükünüz en yüksek oksijen kullanım testinin son basamağındaki yük olacaktır. Bu yük ile 90 rpm temposunda pedal çevirecek ve tükenene kadar teste devam edeceksiniz. Seans süresince maske ve göğüs bandı kullanacaksınız. Buradan elde edeceğimiz oksijen kullanım değerlerinizde artış meydana gelmez ise bir sonraki seansa geçeceksiniz eğer artış meydana gelirse, ertesi gün bu testin tekrarını yapacaksınız. Yükünüz, bu test seansında kullandığımız yükünüzün %5 fazlasına denk gelecektir.

4.gün (Normal Ortam Koşullarında Serbest Kadans ile Egzersiz):

Siz bu seansta; maksimal aerobik kapasite testi sonunda tespit edilen %60'lık oksijen kullanımınıza denk gelen yük ile normal ortamda (20°C, %50-65 bağıl nem) pedal çevrim temponuzu kendinizin belirleyeceği 20 dakikalık bir egzersiz yapacaksınız. Seans öncesi iç sıcaklığı ölçmek için tek kullanımlık vitamin veya mineral hapi büyüklüğünde bir kapsülü su ile yutacaksınız. Kapsül vücudunuzdan 1-5 gün aralığında atılacaktır. Bu kapsül 24 saat arayla yapacağınız testlerde iç sıcaklığınızı takip etmemizi sağlayacaktır. Siz egzersize devam ederken, her iki dakikada bir önden ve arkadan termal kamera ile fotoğraf çekimleri yapılacaktır. Çekilecek termal fotoğraflar nedeniyle, seans süresince kıyafet olarak sadece kısa tayt veya şort giyeceksiniz. Çalışmada maske ve göğüs bandı kullanacaksınız.

5.gün (Soğuk Ortam Koşullarında Serbest Kadans ile Egzersiz):

Siz bu seansta; tespit edilen %60'lık oksijen kullanımınıza denk gelen yük ile soğuk ortamda (8°C %50-65 bağıl nem) pedal çevrim temponuzu kendinizin belirleyeceği 20 dakikalık bir egzersiz yapacaksınız. Vücudunuzdan atılmadıysa seans öncesi iç sıcaklığı ölçmek için tekrar bir kapsülü su ile yutacaksınız. Test için sadece kısa tayt veya şort giyeceksiniz ve termal kamera ile fotoğraf çekimleri yapılacaktır. Çalışmada maske ve göğüs bandı kullanacaksınız.

6.gün (Soğuk Ortam Koşullarında Sabit Kadans ile Egzersiz):

Siz bu seansta; pedal çevirme temponuz daha önce normal ortam koşullarında kendinizin belirlediği pedal çevirme değerlerinin ortalaması olarak belirlenecektir. Önceki egzersizdeki gibi tespit edilen %60'lık oksijen kullanımınıza denk gelen yük ile soğuk ortamda (8°C %50-65 bağıl nem) pedal çevrim temponuzu bizim belirlediğimiz 20 dakikalık bir egzersiz yapacaksınız. Vücudunuzdan atılmadıysa seans öncesi iç sıcaklığı ölçmek için tekrar bir kapsülü su ile yutacaksınız. Test için sadece kısa tayt veya şort giyeceksiniz ve termal kamera ile fotoğraf çekimleri yapılacaktır. Çalışmada maske ve göğüs bandı kullanacaksınız. .

ÇALIŞMAYA KATILMAMIN OLASI YARARLARI NELERDİR?

Bu çalışmaya katılarak, dışarıda ücret karşılığı yaptırabileceğiniz direk yöntem ile maksimum oksijen kullanım kapasitenizi öğrenecek ve performans gelişiminiz için gerekli antrenman programını yeniden oluşturabileceksiniz. Ayrıca spor bilimleri alanında bilimsel bir çalışmanın nasıl yürütüldüğü ile ilgili gözlem yapma şansı bulacaksınız.

ÇALIŞMAYA KATILMAMIN OLASI ZARARLARI NELERDİR?

Fiziksel kondisyon durumunuzla bağlantılı olarak oturumlardan sonra bacak kaslarınızda yorgunluk veya kendiliğinden geçici olan kassal sertleşme durumu gözlenebilir.

Egzersiz sırasında nabzınız aşırı yükselebilir, bu yükselmeye bağlı olarak gelişebilecek kalp krizi ve ölüm riskiniz oluşabilir.

KİŞİSEL BİLGİLERİM NASIL KULLANILACAK?

Size ait tüm test verileriniz ve kimlik bilgileriniz gizli tutulacaktır ve araştırma yayınlansa bile kimlik bilgileriniz verilmeyecektir, ancak araştırmanın izleyicileri, yoklama yapanlar, etik kurullar ve resmi makamlar gerektiğinde test verilerinize ulaşabilir. Testlerinizden elde edilen veriler ve grafikler araştırmanın sonuçlanmasından sonra size e-posta yoluyla ulaştırılacaktır.

SORU VE PROBLEMLER İÇİN BAŞVURULACAK KİŞİLER :

Katılımcı herhangi bir soru için Prof. Fr. B. Muzaffer ÇOLAKOĞLU'na 0232 342 57 147 numaralı telefondan, Arş. Gör. Yasin YÜZBAŞIOĞLU ' na 0532 484 17 32 numaralı telefondan ya da Arş. Gör. Görkem Aybars BALCI ' ya 0507 921 00 31 numaralı telefondan ulaşabilir.

Çalışmaya Katılma Onayı

Yukarıdaki bilgileri doktorumla ayrıntılı olarak tartıştım ve kendisi bütün sorularımı cevapladı. Bu bilgilendirilmiş olur belgesini okudum ve anladım. Bu araştırmaya katılmayı kabul ediyorum ve bu onay belgesini kendi hür irademle imzalıyorum. Bu onay, ilgili hiçbir kanun ve yönetmeliği geçersiz kılmaz. Doktorum saklamam için bu belgenin bir kopyasını çalışma sırasında dikkat edeceğim noktaları da içerecek şekilde bana teslim etmiştir.

Gönüllü Adı Soyadı:		Tarih ve İmza:
Adres ve Telefon:		

Tanık ¹ Adı Soyadı:		Tarih ve İmza:
Adres ve Telefon:		

Araştırmacı ² Adı Soyadı:		Tarih ve İmza:
Adres ve Telefon:		

1: Gönüllünün bilgilendirilme işlemine başından sonuna dek tanıklık eden kişi

2:Gönüllüyü araştırma hakkında bilgilendiren kişi

ÖZGEÇMİŞ

21.05.1982 tarihinde İzmir’de doğdum. İlkokul, ortaokul ve lise eğitimini İzmir’de tamamladım. Ön lisans eğitimine 2001 yılında Ege Üniversitesi Ege Meslek Yüksekokulu Bilgisayar Programcılığı bölümünde başladım ve 2003 yılında mezun oldum. 2003 yılında ilk lisans eğitimine Anadolu Üniversitesi Açık Öğretim Fakültesi İşletme Bölümünde başladım ve halen 4. Sınıf öğrencisiyim. 2007 yılında ikinci lisans eğitimine Ege Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulunda başladım ve 2011 yılında Beden Eğitimi ve Spor Öğretmenliği Bölümünden mezun oldum. 2011 yılında Ege Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Hareket ve Antrenman Bilimleri Anabilim Dalında yüksek lisans eğitime başladım. 2013 yılında Ege Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulu Antrenörlük Bölümü Hareket ve Antrenman Anabilim Dalı’nda araştırma görevlisi olarak çalışmaya başladım.

Türkiye Hentbol Federasyonu (THF) içinde A Milli takım, Avrupa Hentbol Federasyonu (EHF) Avrupa Kupaları, THF Süper Ligi, 1. Liginde çeşitli kulüplerde sporcu olarak yarışmaktayım. Halen Ege Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulu Antrenörlük Bölümü Hareket ve Antrenman Anabilim Dalı’nda araştırma görevlisi olarak çalışmaktayım.