

T.C.
ESKİŞEHİR
OSMANGAZİ ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
FİZYOLOJİ ANABİLİM DALI

**SPORCULAR VE SPOR YAPMAYAN KİŞİLERDE
UYKUSUZLUĞUN DİNLENİM, MAKSİMAL EGZERSİZ VE
EGZERSİZDEN SONRA DİNLENİM DEĞERLERİNE DÖNME
PERİYODUNDA KARDİYORESPIRATUVAR PARAMETRELERE
ETKİSİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

OZAN ŞİRİKCİ

Danışman: Prof.Dr.Ziya Kaygısız

Ocak 2006

KABUL VE ONAY YAZISI

Ozan Şirikci'nin yüksek lisans tezi olarak hazırladığı “Sporcular ve spor yapmayan kişilerde uykusuzluğun dinlenim, maksimal egzersiz ve egzersizden sonra dinlenim değerlerine dönme periyodunda kardiyorespiratuvar parametrelere etkisi” başlıklı bu çalışma, jurimizce Lisansüstü eğitim öğretim ve sınav yönetmeliğinin ilgili maddesi uyarınca değerlendirilerek “KABUL” edilmiştir.

07.02.2006

Prof. Dr. Ziya KAYGISIZ

JURİ BAŞKANI

Prof. Dr. Kubilay UZUNER

ÜYE

Prof. Dr. Sinan ERGİNEL

ÜYE

Doç. Dr. Yasemin AYDIN

ÜYE

Doç. Dr. Nilüfer ERKASAP

ÜYE

Osmangazi üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Yönetim kurulunun

Tarih ve Sayılı kararıyla onaylanmıştır.

Prof. Dr. Ferruh Yücel

Sağ. Bil. Enst. Müdürü

İÇİNDEKİLER

İÇİNDEKİLER	i
ÖZET	iii
SUMMARY	v
ŞEKİLLER DİZİNİ	vii
TABLolar DİZİNİ	ix
SİMGE VE KISALTMALAR DİZİNİ	x

1. GİRİŞ VE AMAÇ	
2. GENEL BİLGİLER	1
2.1. SOLUNUM SİSTEMİ	1
2.1.1. Solunum mekaniği	2
2.1.2. Pulmoner Ventilasyon	2
2.1.3. İspirasyon	3
2.1.4. Ekspirasyon	3
2.1.5. Ventilasyonun Kontrolü	3
2.1.6. Medulla Oblangatanın Respiratuvar Komponentleri	4
2.1.7. Santral Kemoreseptörler	5
2.1.8. Periferik Kemoreseptörler	5
2.2. KARDİYORESPIRATUVAR PARAMETRELER	6
2.2.1. Kalp Atım Sayısı	6
2.2.2. Maksimal Oksijen Tüketimi	7
2.2.3. Solunumsal Gaz Değişim Oranı	8
2.2.4. Tidal Hacim	8
2.2.5. Dakika Solunum Sayısı	8
2.2.6. Solunum Dakika Hacmi	9
2.2.7. Kan Basıncı	9
2.2.8. Yorulma Zamanı	10

2.3.	EGZERSİZİN SOLUNUM VE KARDİYOVASKÜLER SİSTEME ETKİSİ	11
2.3.1.	Egzersizin Solunum Sistemine Olan Etkisi	11
2.3.1.1.	Egzersizin Oksijen Tüketimine Etkisi	12
2.3.1.2.	Egzersizin Karbondioksit Çıkışına Etkisi	13
2.3.2.	Egzersizin Kardiyovasküler Sisteme Etkisi	13
2.3.2.1.	Egzersizin Arteriyel Kan Basıncına Etkisi	14
2.3.2.2.	Egzersizin Kalp Atım Sayısı Üzerindeki Etkisi	15
2.4.	UYKU FİZYOLOJİSİ	16
2.4.1.	Uykunun Fizyolojik Etkileri	17
2.4.2.	Uykusuzluğun Fizyolojik Etkileri	17
2.4.3.	Uykusuzluğun Egzersiz Üzerine Etkisi	18
3.	GEREÇ VE YÖNTEM	20
3.1.	GEREÇLER	
3.2.	YÖNTEM	21
3.2.1.	Uygulama Yöntemi	
3.2.2.	Egzersiz Yöntemi	22
3.2.3.	İstatiksel Yöntem	25
4.	BULGULAR	26
5.	TARTIŞMA VE SONUÇ	48
	KAYNAKLAR DİZİNİ	51
	ÖZGEÇMİŞ	59

ÖZET

SPORCULAR VE SPOR YAPMAYAN KİŞİLERDE UYKUSUZLUĞUN DİNLENİM, MAKSİMAL EGZERSİZ VE EGZERSİZDEN SONRA DİNLENİM DEĞERLERİNE DÖNME PERİYODUNDA KARDİYORESPIRATUVAR PARAMETRELERE ETKİSİ

Bu çalışmanın amacı basketbol oyuncularında ve spor yapmayan bireylerde bir gece uykusuzluğun kardiyorespiratuvar parametreler üzerinde etkisini incelemektir.

Yaşları 20-25 arası 10 erkek basketbol oyuncusu ve 10 sağlıklı erkek sedanter bireye bir gece normal uykusunu almış olarak ve bir gece uykusuzluk sonrası bisiklet ergometresinde gittikçe şiddeti artan maksimal egzersiz testi uyguladı. HR, VO₂, VCO₂, RQ, VE, VT, RR, SKB, DKB dahil olmak üzere kardiyorespiratuvar parametreler egzersiz öncesi dinlenimde, maksimal egzersizde ve toparlanmada 30, 60,120,180 ve 240.dakika aralıklarla ölçüldü.

Dinlenim HR, VE ve VT uykusuz kalmış sedanter bireylerde azaldı ($p<0.05$). Bununla birlikte basketbol oyuncularının kardiyorespiratuvar dinlenim parametreleri, oyuncuların ve sedanter bireylerin maksimal egzersiz kardiyorespiratuvar değişkenleri uyku kaybı ve normal şartlar arasında farklılık göstermedi. Normal bir gece uyku süreci ile karşılaştırıldığında egzersizden sonra 30. dakikada uykusuzluk sonrası sedanterlerde HR düşük ($p<0.05$) bulunurken oyunculara VO₂, VCO₂ ve VE yüksek seviyede ($p<0.05$) bulunmuştur.

Egzersizden 60 dakika sonra oyuncuların VO_2 , VCO_2 ve RR değerleri normal uyku sonrası ile karşılaştırıldığında yüksek bulunmuştur ($p<0.05$). Oyuncularında ve sedanterlerde her iki durumda toparlanmanın 120 ve 240. dakikalarında kardiyorespiratuvar parametreler benzerdir.

Sporcularda toparlanmanın 180.dakikasında uykusuzluk sonrası RR değeri yüksek bulunmuştur ($p<0.05$), fakat diğer parametrelerde bir değişiklik yoktur. Sedanterlerde de toparlanma 180. dakikada uykusuzluk ve normal uyku süreci sonrasında kardiyorespiratuvar değişkenler aynı bulunmuştur.

Bu sonuçlar bir gece uyku kaybının sedanterlerde dinlenme ventilasyonunu azaltabileceğini, sedanterlerde ve basketbol oyuncularında maksimal egzersize kardiyorespiratuvar cevapları etkilemediğini göstermiştir. Bulgularımız uyku kaybının basketbol oyuncularında toparlanma sürecinin ilk 60 dakikası içerisinde solunumsal ve metabolik performansı arttırabileceği izlenimini vermektedir.

Anahtar Kelimeler: Uykusuzluk, Kardiyorespiratuvar Parametreler, Egzersiz, Toparlanma

SUMMARY

THE EFFECT OF SLEEP LOSS ON CARDIORESPIRATORY PARAMETERS AT REST, MAXIMAL EXERCISE AND RECOVERY PERIOD AFTER EXERCISE IN SEDENTARY SUBJECTS AND ATHLETES

The purpose of this study was to investigate the effect of one night sleep deprivation on cardiorespiratory parameters in basketball players and sedentary subjects.

10 male players and 10 male healthy sedentary subjects aged 20-25 performed an incremental exercise test to maximum on a bicycle ergometer following one night normal sleep and one night sleeplessness. The cardiorespiratory parameters including heart rate (HR), oxygen consumption (VO_2), carbon dioxide output (VCO_2), respiratory quotient (RQ), minute ventilation (VE), tidal volume (VT), respiratory rate (RR), systolic blood pressure (SBP) and diastolic blood pressure (DBP) have been measured at rest, at maximal exercise and at 30, 60, 120, 180 and 240 min intervals during recovery.

The resting HR, VE and VT were lower ($p < 0.05$) in sleep deprived sedentary subjects. However, the resting values of the cardiorespiratory parameters of the players and the maximal exercise values of cardiorespiratory variables of the players and the sedentary subjects were not different between the sleep deprivation and normal sleep conditions. 30 min after the exercise VO_2 , VCO_2 and VE were higher ($p < 0.05$) in the players while HR was lower ($p < 0.05$) in the sedentaries following sleep deprivation when compared to a normal night sleep conditions.

60 min after the exercise VO_2 , VCO_2 and RR values of the players were higher ($p<0.05$) in sleep deprived state when compared with the normal sleep state. In the players and the sedentaries the cardiorespiratory parameters at 120 and 240 min of recovery were similar in both situations.

RR in the athletes at 180 min of recovery was also greater ($p<0.05$) in sleep deprivation, whereas other parameters were not different. The cardiorespiratory variables of the sedentaries at 180 min of recovery were also similar in sleep-deprived and normal sleep conditions.

These results suggest that sleep loss of one night may reduce resting ventilation in the sedentaries and not affect cardiorespiratory responses to maximal exercise in the sedentaries and the basketball players. Sleep loss may increase ventilatory and metabolic performance in the basketball players during first 60 min of recovery period.

Key words: Sleep Deprivation, Cardiorespiratory Parameters, Exercise, Recovery

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 4.1-a.	Dinlenim HR, VO ₂ , VCO ₂ , RQ ve VE parametrelerinin karşılaştırılması	34
Şekil 4.1-b.	Dinlenim VT, RR, SKB ve DKB parametrelerinin karşılaştırılması	35
Şekil 4.2-a.	Maksimal egzersiz HR, VO ₂ , VCO ₂ , RQ ve VE parametrelerinin karşılaştırılması	36
Şekil 4.2-b.	Maksimal egzersiz VT, RR, SKB ve DKB parametrelerinin karşılaştırılması	37
Şekil 4.3-a.	Toparlanmanın 30.dakikasında HR, VO ₂ , VCO ₂ , RQ ve VE parametrelerinin karşılaştırılması	38
Şekil 4.3-b.	Toparlanmanın 30.dakikasında VT, RR, SKB ve DKB parametrelerinin karşılaştırılması	39
Şekil 4.4-a.	Toparlanmanın 60.dakikasında HR, VO ₂ , VCO ₂ , RQ ve VE parametrelerinin karşılaştırılması	40
Şekil 4.4-b.	Toparlanmanın 60.dakikasında VT, RR, SKB ve DKB parametrelerinin karşılaştırılması	41
Şekil 4.5-a.	Toparlanmanın 120.dakikasında HR, VO ₂ , VCO ₂ , RQ ve VE parametrelerinin karşılaştırılması	42

Şekil 4.5-b.	Toparlanmanın 120.dakikasında VT, RR, SKB ve DKB parametrelerinin karşılaştırılması	43
Şekil 4.6-a.	Toparlanmanın 180.dakikasında HR, VO ₂ , VCO ₂ , RQ ve VE parametrelerinin karşılaştırılması	44
Şekil 4.6-b.	Toparlanmanın 180.dakikasında VT, RR, SKB ve DKB parametrelerinin karşılaştırılması	45
Şekil 4.7-a.	Toparlanmanın 240.dakikasında HR, VO ₂ , VCO ₂ , RQ ve VE parametrelerinin karşılaştırılması	46
Şekil 4.7-b.	Toparlanmanın 240.dakikasında VT, RR, SKB ve DKB parametrelerinin karşılaştırılması	47

TABLULAR DİZİNİ

Tablo 3.1.	Deneklerden alınan ölçüm sayıları ve ölçüm durumları	21
Tablo 3.2.	CPX-25 Egzersiz Protokölü	24
Tablo 4.1.	Deneklerin yaş, boy, vücut ağırlığı, BSA ve BMI değerleri	26
Tablo 4.2.	Sporcuların ve spor yapmayanların normal bir gece uykusu ve bir gece uykusuzluk sonrası dinlenim parametrelerinin karşılaştırılması	27
Tablo 4.3.	Maksimal egzersizde kardiyorespiratuvar parametrelerin karşılaştırılması	27
Tablo 4.4.	Yorulma zamanlarının karşılaştırılması	28
Tablo 4.5.	Toparlanmanın 30.dakikasında kardiyorespiratuvar parametrelerin karşılaştırılması	29
Tablo 4.6.	Toparlanmanın 60.dakikasında kardiyorespiratuvar parametrelerin karşılaştırılması	30
Tablo 4.7.	Toparlanmanın 120.dakikasında kardiyorespiratuvar parametrelerin karşılaştırılması	31
Tablo 4.8.	Toparlanmanın 180.dakikasında kardiyorespiratuvar parametrelerin karşılaştırılması	32
Tablo 4.9.	Toparlanmanın 240.dakikasında kardiyorespiratuvar parametrelerin karşılaştırılması	33

SİMGE VE KISALTMALAR

KISALTMALAR

AÇIKLAMALAR

HR	Kalp Atım Sayısı
HR max	Maksimum Kalp Atım Sayısı
VO ₂	Oksijen Tüketimi
VCO ₂	Karbondioksit Çıkışı
RQ	Solunumsal Gaz Değişim Oranı
VE	Solunum Dakika Hacmi
VT	Tidal Hacim
RR	Dakika Solunum Sayısı
BSA	Vücut Yüzey Alanı
BMI	Vücut Kitle İndeksi
Max VO ₂	Maksimal Oksijen Tüketimi
CSF	Serebrospinal Sıvı
PaO ₂	Arteriyel Kanda Parsiyel oksijen Basıncı
PaCO ₂	Arteriyel Kanda Parsiyel Karbondioksit Basıncı
pH	H ⁺ iyonlarının Molar Konsantrasyonunun (-) logaritması
DRG	Dorsal Respiratuvar Grup
VRG	Ventral Respiratuvar Grup
EKG	Elektrokardiografi
SKB	Sistolik Kan Basıncı
DKB	Diyastolik Kan Basıncı
dk	Dakika

L

ml

kg

W

Litre

Millilitre

Kilogram

Watt

1. GİRİŞ VE AMAÇ

Gerek sağlıklı yaşam için yapılan sportif faaliyetlerde gerekse fiziksel performansın geliştirilmesi için branşa özgü olarak en üst düzeyde yapılan egzersiz çalışmalarında başarı için egzersizin sıklığı ve yoğunluğu kadar diğer bir çok faktörün rol aldığı ortaya koyulmuştur. Özellikle egzersiz fiziyojisi ve antrenman bilimlerinin zaman içerisinde gelişimi ile birlikte egzersizin kendi önemi kadar çalışmanın yoğunluğu, sıklığı, periyodlaması, beslenme ve toparlanma süreçlerinin önemi de her geçen gün artmıştır. Toparlanmanın süresi ve yüzdesi yapılan egzersizin şiddetine, uzunluğuna ve çeşidine bağlı olmakla birlikte toparlanma süreci yaşa ve cinsiyete göre de değişiklik gösterir. Yaşlı bireylerin egzersiz sonrası toparlanması daha uzun sürmektedir (17). Yüksek performans elde etmek, istenilen kuvvet ve kondisyon düzeyine ulaşmak için kişiye özgü değerlendirilmesi gereken toparlanma sürecinde, egzersizden hemen sonra egzersizde artan arteriyel basıncın normale dönmesi, kalp hızının yavaşlaması, asit-baz dengesinin yeniden sağlanması, dolaşımın ve solunumun tekrar düzenlenmesi önemli rol oynar. Egzersiz sonrası uzun sürede toparlanmada ise glikojen depolarının tekrar dolması, ATP ve fosfokreatinin yeniden sentezi, kasların ve sinir sisteminin egzersize adaptasyonu gözlenir (38,69). Bütün bu toparlanma süreçlerinde otonom sinir sisteminin sempatik etkinliği baskılanır ve parasempatik etkinlik artar (28).

Uyku insan organizmasında parasempatik etkilerin arttığı ve anabolik süreçlerin aktif olduğu bir bilinçsizlik durumudur. Uyku sürecinde kalp hızı yavaşlamakta, solunumun hızı düşmekte ve bazal metabolizma hızı çok azalmaktadır. Dolayısı ile uyku egzersiz sonrası toparlanma için çok önemli bir süreçtir. Egzersiz süresince vücutta yıkıma uğrayan protein ve glikoz egzersiz sonrası, özellikle uyku sürecinde tekrar sentezlenmektedir. Uyanıklık ise bütün bu parasempatik ve anabolik süreçlerin aksine katabolizmanın ve sempatik etkilerin aktif olduğu bir dönemdir. Uyanıklık sırasında sempatik sistem aktivasyonu sonucu metabolizma hızı artar, arteriyel kan basıncında, kalp atım sayısında, solunum hızında ve kasların tonusunda yükselme gözlenir (21). Artan

uyanıklık süresi boyunca kas glikojen depolarınının boşalmasıyla birlikte bütün bu faktörler egzersiz sonrası toparlanma ile zıt bir ilişki içindedir (7,65).

Bir gece uykusuzluğun maksimum egzersizdeki solunum parametrelerine, psikolojik faktörlere, hafızaya, kavrama ve algı fonksiyonlarına etkisi bir çok çalışmada incelenmiştir (10,12,36,37,43,49,59,65). Uykusuzluk ve egzersiz sonrası toparlanma ile ilgili literatürde sadece bir çalışma vardır. McMurray ve Brown (39) uyku kaybının yüksek şiddetteki maksimal egzersize ve toparlanmaya etkisini incelemiş, solunumsal parametrelerin uyku kaybindan etkilenmediğini fakat toparlanma sürecinde oksijen kullanımının ve ventilasyonun normal dinlenme değerlerine göre daha yüksek olduğunu ileri sürmüşlerdir. Bir gece uykusuzluğun maksimal egzersiz sonrası toparlanmada solunumsal parametrelere etkisi araştırılması gereken bir konudur. Bugüne kadar yapılan çalışmalar egzersiz-sonrası fazla oksijen kullanımı üzerine yoğunlaşmış ve bu değerlerin bireyin kondisyon seviyesi, yaşı, cinsiyeti ve egzersizin çeşidine göre değişiklik gösterdiği ileri sürülmüştür (38,53,69). Sporcularda bir gece uykusuzluğun maksimal egzersizden sonra toparlanma sürecinde kardiyorespiratuvar parametrelere etkisi konusunda literatürde çalışmaya rastlanılmamıştır.

Biz bu noktada hem spor yapmayan bireylerde hem de elit düzeyde bulunan sporcularda, bir gece uykusuzluğun gittikçe artan şiddette yapılan maksimum egzersiz sonrası toparlanmada kardiyorespiratuvar parametrelere etkisi olup olmadığını inceledik. Ayrıca bir gece uykusuzluğun dinlenme ve maksimal egzersizde kardiyorespiratuvar parametrelere etkisini de araştırdık.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. SOLUNUM SİSTEMİ

Solunum sistemi başlıca vücutta atmosfer ile organizma arasındaki gaz değişimini sağlayan yaklaşık 1200 gr. ağırlığındaki akciğerlerden ve bu akciğerlerin ventilasyonundan sorumlu bir pompa mekanizmasından oluşmuştur (65). Bu pompa mekanizması içerisinde göğüs duvarı, akciğerlerin elastiki yapısı, solunum kasları ve solunum kontrol sistemi rol oynamaktadır (6,21,23,65).

Solunumun amacı akciğer ventilasyonu sonucu organizmaya alınan hücrelerin metabolik ihtiyacı olan oksijeni dokulara taşımak ve dokularda metabolizma sonucu oluşan karbondioksiti organizmadan uzaklaştırmaktır. Bu sistem sayesinde vücutta hidrojen iyon konsantrasyonu sabit tutularak asit-baz dengesi sağlanmaktadır (71). Bütün bu işlemleri gerçekleştirirken solunum iki genel başlık halinde özetlenebilir (70).

- Dış solunum
- İç solunum

Dış solunum havanın atmosfer ile akciğerler arasındaki akımını ifade eden pulmoner ventilasyonu ve akciğerler ile kan arasındaki oksijen-karbondioksit değişimini yani pulmoner difüzyonu içermektedir. İç solunum ise bu iki aşamadan sonra oksijenin kanda taşınmasını ve doku kapillerlerinde kan ile doku arasında meydana gelen oksijen- karbondioksit gaz değişimini ifade etmektedir (71).

2.1.1. SOLUNUM MEKANİĞİ

2.1.2. Pulmoner Ventilasyon

Çoğu zaman nefes alma ve verme olarak ifade edilen pulmoner ventilasyon otomatik, ritmik ve santral olarak kontrol edilen bir süreci ifade eder. Bu süreç atmosfer havasını akciğerler içine alma ve geri verme aşamalarını kapsamaktadır (6,23,70). Solunum sistemi anatomisine baktığımızda hava ağız ve burun boşluğundan içeri alındıktan sonra sırasıyla farinks, larinks, trakea, bronş, bronşiol ve son olarak da alveollere ulaşır (15).

Havanın akciğerlerde içeri ve dışarı hareketi diaframın hareketi ile birlikte değişen basınç farklarından kaynaklanır. Bu mekanizma oksijeni atmosferden alveollere, karbondioksiti de alveollerden atmosfere taşımaktadır. Alveoler ventilasyon akciğerlere alınan havanın alveollere ulaşan kısmını ifade etmektedir ve alveollerden sonra gerçekleşen gaz değişimi basit difüzyon yoluyla meydana gelir (28).

Burun veya oral kaviteden başlayarak respiratuvar bronşiollelere kadar olan bölümde kan ile hava arasında gaz değişimi yapılmaması nedeniyle bu bölgeye anatomik ölü boşluk adı verilmektedir. Bu bölüm alınan havanın kan ile gaz değişiminin yapıldığı alveollere ulaştırıldığı aracı bölümdür (39). Anatomik ölü boşluk cinsiyet, yaş ve postüre göre değişiklik gösterir (67).

Pulmoner ventilasyon inspirasyon ve ekspirasyon olmak üzere iki aşamadan oluşmaktadır ;

2.1.3. İnspirasyon

İnspirasyon diafram ve dış interkostal kasların harekete katıldığı aktif bir süreçtir. Dış interkostal kasların kaburgaları, sternumu yukarı kaldırması ve aynı anda diaframın kasılarak abdomene doğru inmesi göğüs kafesini genişletir ve içindeki basıncın azalmasını sağlayarak havanın akciğerlere girmesine olanak verir (21). Egzersizde olduğu gibi zorlu bir solunumda ise scalen kaslar, pectoral kaslar ve sternokleidomastoid kaslar devreye girerler (65).

2.1.4. Ekspirasyon

Dinlenme sırasında ekspirasyon genellikle pasif bir süreçtir. Bu sürece akciğer dokusunun elastik yapısı ve inspiratuvar kasların tekrar gevşemesi eşlik etmektedir (28). Diafram kasının gevşemesiyle bu kas yukarı tekrar eski pozisyonuna, dış interkostal kasların gevşemesiyle de göğüs kafesi ve sternum aşağı inerek tekrar dinlenme durumuna geçerler. Bu durumda göğüs içi basınç dışarıdaki atmosfer basıncını aşar ve hava dışarı atılır (6). Egzersizde olduğu gibi zorlu bir ekspirasyonda ise bu süreç aktif bir duruma geçer ve iç interkostal kaslar, sırt bölümünün en geniş kası olan latissimus dorsi, quadratus lumborum ve abdominal kaslar bu sürece katılır (65).

2.1.5. Ventilasyonun Kontrolü

Solunumun intrinsek düzenlenmesi ve ritmi temel olarak beyinin medulla oblongata ve pons bölgelerinin retiküler yapısında yerleşmiş özel nöronlar tarafından sağlanmaktadır (42,44,53,63,65). Bu nöral bölgeler spesifik metabolik ihtiyaçları

sağlamak için sürekli olarak ventilasyon üzerinde stimülasyon ve inhibisyon işlemlerini gerçekleştirirler (28).

2.1.6. Medulla Oblongatanın Respiratuvar Komponentleri

Bu konu ile ilgili çalışmaların henüz tam olarak tamamlanmamış olmasına rağmen medulla oblongata'nın retiküler formasyonunda bulunan 3 grup respiratuvar nöronun solunumun koordinasyonunu düzenlediğine inanılmaktadır. Bu gruplar 1) Dorsal respiratuvar grup (DRG), 2) Ventral respiratuvar grup (VRG) ve 3) Pnömotaksik merkezdir. Bu nöronların hepsi medullanın solunum merkezi olarak kabul edilir (42).

DRG başlıca inspiratuvar nöronlardan oluşmaktadır. DRG bütün vücut içerisinde özelleşmiş bir çok sistemden inspiratuvar sinyaller alır. Bunlar arasında santral ve periferik kemoreseptörler, gerilme reseptörleri, periferik proprioseptörler ve yukarı beyin merkezleri yer alır. DRG gelen sinyalleri değerlendirir ve solunumsal ihtiyaçlara göre diyafram ve dış interkostal kaslar gibi solunum kaslarına 2-3 saniyede bir inspiratuvar impulslar gönderir (21,63). Solunumun temel ritminden sorumlu nöronlar DRG nöronlardır.

Medulla oblongata'nın iki farklı yerinde yerleşen VRG içerisinde hem inspiratuvar hem de ekspiratuvar nöronlar vardır. Normal sakin bir solunumda VRG nöronlar aktif durumda değildir çünkü akciğerler elastik geri çekilme özelliği sayesinde tekrar eski orijinal boyutuna dönerler (26). Fakat ağır egzersizde ve stres durumlarında VRG nöronları ekspirasyon kaslarına aktif olarak impuls gönderirler ve ekspirasyona yardımcı olurlar (65).

Pnömotaksik merkez ise ponsun dorsal üst kısmında nukleus parabrachialis'de bilateral şekilde yer almakta ve solunumun hızının ve tipinin belirlenmesine yardım etmektedir. Pnömotaksik merkez sinyallerini esas olarak inspirasyon ile ilgili alanlara ileterek inspirasyonu sınırlandırdığı gibi solunumun sayısını da arttırmaktadır (21,28).

DRG, VRG ve Pnömotaksik merkez solunumu düzenlemek için her an vücudun çeşitli özel yapılarından bilgi alırlar. Bunlardan en önemli iki bölge santral kemoreseptörler ve periferik kemoreseptörlerdir (42).

2.1.7. Santral Kemoreseptörler

Medullada respiratuvar komponentleri etkileyen en güçlü uyarı serebrospinal sıvı içerisindeki hidrojen iyon konsantrasyonudur (28). Medulla bölgesinde bilateral ve ventral olarak yerleşim gösteren santral kemoreseptörler serebrospinal sıvı içerisindeki hidrojen iyonunu ile uyarılırlar. Aslında santral kemoreseptörlerden bir kısmı direkt olarak CSF ile temas halindedirler (53). Santral kemoreseptörlerin uyarılması alveoler ventilasyonun arttırılmasını sağlar (23).

2.1.8. Periferik Kemoreseptörler

Şimdiye kadar en büyük sayıda periferik kemoreseptörün iki taraflı olarak arteria karotis kommunislerin çatallanma bölgesinde bulunan karotis cisimciğinde yer aldığı belirlenmiştir (53). Bununla beraber önemli oranda da aort kavisi boyunca yerleşim gösteren aort cisimciklerinde ve az miktarda vücudun torasik ve abdominal bölgelerine yerleşmişlerdir. Arteriyel kanda hidrojen iyonu ve karbondioksitin artması, oksijen parsiyel basıncının düşmesiyle uyarılan bu reseptörler medulladaki respiratuvar komponentlere afferent sinyaller gönderir ve ventilasyonu arttırır (53,57).

2.2. KARDİYORESPIRATUVAR PARAMETRELER

2.2.1. Kalp Atım Sayısı

Kalp atım sayısı hücrelerin oksijen ve besin ihtiyaçlarını karşılamak, aynı zamanda dokularda oluşan metabolik atıkların dokulardan kan yoluyla uzaklaştırılması için kalbin belirli bir zamanda yapması gereken işi tanımlar ve genelde dakika üzerinden hesaplanır (1,18,21,24,39,70). Orta yaşlı, spor yapmayan bir bireyde bu değer sinüs ritmi ile aynı yani ortalama 60 ile 80 vuru / dk'dır. Yaşlanma ile birlikte bu değer düşmektedir (44).

Kalbin pompa gücünü ve hızını arttırmak otonom sinir sistemi işlevleri arasındadır. Sempatik ve parasempatik sinir lifleri kalbin kasılma gücünü ve hızını kontrol eder. Sempatik sinir liflerinden gelen uyarılar kalbin kasılma gücünü ve hızını dolayısı ile kalp debisini arttırırken, parasempatik sinir liflerinden gelen uyarılar tam tersi etki gösterir (21). Kalp debisi kalbin bir dakika da perifere gönderdiği kan miktarıdır ve şu şekilde hesaplanmaktadır:

$$\text{Kalp Debisi} = \text{Kalp atım sayısı} \times \text{Atım hacmi} \quad (1,6,21,23,28,39,70).$$

Kalp atım sayısının veya kalbin atım hacminin artması kalp debisinin artmasına sebep olur. Egzersiz sırasında kalp atım sayısı ve atım hacmi arasında uygun bir denge kurularak kalp debisinin maksimum olması sağlanır. Yüksek düzeyde kondisyona sahip dayanıklılık sporcularında dinlenim kalp atım sayısı değeri 28-40 vuru / dk 'ya kadar düşebilir. Düşmüş kalp atım sayısının nedeni olarak egzersizin plazma miktarında artışa yol açarak kalbe dönen kan miktarını arttırması ve bunun da kalp sayısını düşürmesi, ayrıca egzersizin kalpte sempatik sinir sistemi aktivitesini azaltıp parasempatik aktiviteyi arttırması gösterilebilir (39,70). Bu faktörlere bağlı olarak

dakika kalp atım hacmi artmakta ve kalp atım sayısı düşmektedir. Vücut pozisyonu, ısı, nem ve günün değişik zamanları için farklılık gösterebilen kalp atım sayısının ölçümü bize kardiovasküler kondisyon hakkında bilgi veren önemli ölçüm metotlardan biridir (17,39). Kalp atım sayısı ölçümü genellikle radial veya karotid bölgeden yapılır (70).

2.2.2. Maksimal Oksijen Tüketimi

Yapılan iş veya egzersiz ile birlikte kullanılan oksijen miktarı da işin şiddet ve süresine göre artış göstermektedir. Belirli bir noktadan sonra bu iş yükü artsa bile kullanılan oksijen miktarı artış gösteremez. Bu noktada oksijen tüketimi maksimaldir. Maksimal oksijen tüketimi maksimal veya tüketici bir egzersiz sırasında ulaşılabilen en yüksek oksijen tüketim seviyesini yani bireyin kardiyorespiratuvar dayanıklılığını ifade eder (39). Eğer yapılan egzersiz bu kapasitenin üzerindeyse oksijen kullanımı sabit kalır yada az miktarda düşüş gösterir (1). Bu düzleşme erişmek egzersizin sonunun yaklaştığını gösterir çünkü artık kasların ihtiyacı olan oksijen yeterli hızda ve miktarda sağlanamaz. Max VO_2 değeri maksimum kalp debisi, alveoler ventilasyon, arteriyel kanın oksijen içeriği, dokuların oksijen kullanma kapasitesi, çalışan kaslara kan dağılımı tarafından belirlenir (47,67). Ayrıca bireyden beklenen oksijen sarfiyatı tepe değeri yaşa, cinsiyete, bireyin kondisyon seviyesine, yapılan egzersize, vücutta bulunan yağlı dokunun yağsız doku oranına, vücut büyüklüğüne, coğrafi bölgeye ve belirlenemeyen klinik durumlara göre de değişiklik gösterir (1).

Maksimum oksijen tüketimi L / dk olarak ölçülebildiği gibi kg başına düşen oksijen kullanımı şeklinde de ölçülebilmektedir. 70 kg olan genç bir bireyde bu değer yaklaşık 0.3 ml / kg / dk kadardır. Max VO_2 değerinin normal şartlar altında düşüş göstermesi kas hücresi ve atmosfer arasında oksijen ve karbondioksitin taşınmasını gerektiren organ sistemlerinde veya iskelet kas fonksiyonlarını etkileyen bir hastalık nedeniyle görülür. Bir çok çalışma Max VO_2 'nin yaşla birlikte düştüğünü ve bu düşüşün

kadınlarda daha az olduğunu ortaya koymuştur. Kadınların Max VO₂ değeri erkeğin maksimum MaxVO₂ değerinin yaklaşık %77'si kadardır (67).

2.2.3. Solunumsal Gaz Değişim Oranı

Solunumsal gaz değişim oranı metabolizma sırasında açığa çıkan karbondioksitin kullanılan oksijene oranını ifade eder ve enerji kaynağı olarak hangi substratın kullanıldığını gösterir (23,37). Metabolik işlem sırasında kullanılan oksijenin toplam miktarı okside edilen besinin çeşidine bağlıdır. Vücutta enerji için kullanılan karbonhidrat, protein ve yağın oksidasyonu için gerekli olan oksijen miktarı birbirinden farklıdır. Eğer karbonhidratlar kullanılırsa her bir molekül oksijenden 1 molekül karbondioksit oluşur ve RQ değeri 1 olur. Yağlar kullanılırsa RQ değeri 0.7 olur. Eğer kişi ortalama miktarlarda karbonhidrat, yağ ve protein içerikli besleniyorsa RQ değeri 0.825 olarak ölçülmektedir (18,21).

2.2.4. Tidal Hacim

Tidal hacim her normal solunum hareketi ile akciğerlere alınan veya akciğerlerden çıkarılan hava hacmidir ve miktarı ortalama genç insanlarda 500 ml kadardır (18,21,28,39,52,70).

2.2.5. Dakika Solunum Sayısı

Normal sağlıklı bir insan bir dakika boyunca ortalama olarak 12-15 defa soluk alıp verir. Bu dakika solunum sayısı medulla da bulunan DRG 'tan çıkan ve solunum kaslarına ulaşan inspiratuvar sinyallerle doğru orantılıdır. Solunumun sayısı yapılan

aktiviteye, belirlenen yada belirlenemeyen herhangi bir patolojik duruma göre bireysel olarak farklılık gösterebilir (44).

2.2.6. Solunum Dakika Hacmi

Solunum dakika hacmi bir dakikada solunum yollarına giren yeni havanın toplam miktarıdır. Bu değer tidal hacim ve dakika solunum sayısının çarpımına eşittir. Normal soluk hacmi 500 ml ve normal solunum sayısı ortalama 12'dir. Bu yüzden ortalama solunum dakika hacmi 6 L / dk'dır (18).

2.2.7. Kan Basıncı

Kan basıncı kanın damar duvarına yapmış olduğu lateral basınçtır. Bu basınç sabit bir basınç değildir ve kalp atımına, strese, yaşa, beslenme faktörlerine, kullanılan ilaçlara ve oluşan hastalık durumlarına göre farklılık gösterir. Kan basıncının uygun bir seviyede korunması organizmanın hayatını devam ettirebilmesi için gereken doku perfüzyonunun en iyi biçimde yapılmasını sağlar (2). Kalpte sol ventrikül kasıldığı zaman ventrikül basıncı aort kapağını açmaya kadar hızla yükselir ve yeterli basınca ulaştıktan sonra kan aort içine akmaya başlar. Arterlere giren kan arter duvarının genişlemesine ve damar içi basıncın yükselmesine neden olur. Bu ventrikül kasılması sırasında aortta meydana gelen yüksek basınca sistolik kan basıncı adı verilir ve yetişkin bir insanda ortalama değeri 90 mmHg ile 135 mmHg arasındadır (6,21,23,28,39,70). Sistol aşamasından sonra aorttaki basınç aort kapağı kapandıktan sonra diastol evresi boyunca yavaş yavaş düşmeye başlar çünkü gerilen esnek arterlerde birikmiş olan kan sürekli çevre damarlar yolu ile venlere akar. Aort basıncı ventrikül yeniden kasılmadan önce yaklaşık 80 mmHg' kadar düşer. Bu düşük basınca ise diyastolik kan basıncı adı verilir (21,28,70,39).

Kan basıncı bazı fiziksel faktörlere göre değişiklik gösterir. Daha fazla kalp atımı daha yüksek kan basıncına sebep olur (2). Vücutta dolaşım sisteminde bulunan kan miktarı da kan basıncını belirler. Dolaşımında bulunan fazla kan daha fazla kan basıncına neden olur (9).

Kan damarlarında meydana gelen direncin artması kan basıncının da yükselmesine neden olur. Ayrıca vücutta bulunan damar genişletici ve damar daraltıcı maddeler bu basıncı değiştirebilir (2,9,21). Damar içinde ilerleyen kanın viskozitesi yani sürtünme derecesi kan basıncını belirler. Daha yoğun bir kan basıncın yükselmesine sebep olur (2,9). Ayrıca yaşlanmanın kan basıncı kontrol mekanizmaları üzerindeki etkisi sonucunda yaşlanmayla birlikte kan basıncında giderek artış meydana gelmektedir (9,17).

2.2.8. Yorulma Zamanı

Genellikle kassal performansın düşmesi olarak tanımlanan yorgunluk yapılan aktivitenin çeşidine ve bireyin kondisyon seviyesine göre değişiklik gösterir. Yorgunluk hakkında bir çok sorunun cevapsız kalması ile birlikte tükenme zamanının enerji sistemlerinin yetersizliği, metabolik atık ürünlerin birikmesi, kas kasılma mekanizmasındaki başarısızlık ve sinir sistemi ile ilişkili olduğu düşünülür. Bütün bu faktörlerin yorulma zamanını tek başına belirlememesine rağmen glikojen depolarının tükenmesinin egzersiz performansını sınırlandırdığı bilinmektedir (16,39,70).

2.3. EGZERSİZİN SOLUNUM VE KARDİYOVASKÜLER SİSTEME ETKİSİ

2.3.1. Egzersiz Solunum Sistemine Olan Etkisi

Egzersize verilen solunumsal tepkiler daha önce Wasserman ve arkadaşları tarafından 1986 da ortaya koyulmuştur (53,67). Bilindiği gibi fiziksel aktivitenin başlaması ile birlikte ventilasyonun üç aşamalı bir artışı gözlenmektedir (19). İlk gözlenen ve oldukça belirgin olan ventilasyon artışını ventilasyonun derinliğinde ve hızında meydana gelen ikinci bir artış ve son olarakda ventilasyonun stabil bir düzeye ulaştığı üçüncü artış takip eder.

Egzersiz başlamadan ve herhangi bir kimyasal uyarılma olmadan önce motor korteks daha aktif bir duruma geçerek solunum merkezine sinyaller gönderir ve solunum artırılır. Aynı zamanda aktif iskelet kaslarından ve eklemlerden geri gelen proprioseptif bilgiler de ek olarak solunum merkezinin aktivitesinin düzenlemesine katkıda bulunurlar (39,70).

Ventilasyonda daha aşamalı olarak gerçekleşen ikinci artış ise arteriyel kanın kimyasal durumu ve ısısına bağlı olarak meydana gelen artıştır. Egzersiz ilerledikçe artmış olan metabolizma daha fazla ısı, CO₂ ve hidrojen üretmektedir. Bu durum vücudun kimyasal reseptörleri tarafından algılanmakta ve inspirasyon merkezinden solunumun hızı ve derinliği arttırılmaktadır (19). Buna ek olarak kalbin sağ ventrikülünde bulunan gerilme reseptörleri inspiratuvar merkeze sinyaller göndermektedir. Yani artmış bir kalp debisi egzersizin ilk dakikalarında solunumu uyarmaktadır (70).

Üçüncü ve son aşamada ise ventilasyon sabit bir seviyeye ulaşır ve egzersiz bitiminde normale döner. Bu geri dönüş aşamasında egzersizin şiddeti, süresi ve kişinin kondisyon seviyesi önemli rol oynar (28).

Egzersizle birlikte solunum dakika hacminde bir artış gözlenir (4). Fiziksel aktivitenin başlaması ile dakika solunum sayısı ve tidal hacim artışı egzersizin gerektirdiği metabolik ihtiyaçları karşılamak için önemlidir. Spor yapmayan bir bireyde maksimum efor sırasında bu artış ortalama 120 L / dk ölçülürken, yüksek kondisyona sahip bir kişide bu değer 180 L / dk'ya kadar çıkabilir (70). Normal olarak tidal hacim egzersiz sırasında artış gösterir fakat bu artış nadiren inspirasyon kapasitesinin % 80 'ini aşar. Maksimum egzersiz sırasında tidal hacimde meydana gelen artış, vital kapasite ve diğer akciğer kapasitelerinde olduğu gibi olduğu gibi bireyin boyuna, yaşına ve cinsiyetine göre değişir. Düşük şiddette yapılan egzersizde solunum dakika hacmi birincil olarak tidal hacmin artışı ile sağlanırken, tidal hacmin yaklaşık olarak vital kapasitenin % 50-60'ına ulaşmasından sonra ventilasyonun işinin daha fazla artması dakika solunum sayısının da artması ile yapılır (67).

2.3.1.1. Egzersiz Oksijen Tüketimine Etkisi

Normal dinlenme sırasında oksijen tüketimi yaklaşık 250 ml / dk'dır ve iskelet kasları bu değer tahminen % 35-40 kadarını kullanırlar. Fakat egzersiz sırasında iskelet kaslarının oksijen kullanımı dakikada total oksijen sarfiyatının % 95 'ine ulaşabilir (50). Dinlenme ve aktivite arasında PaO₂, PaCO₂ ve pH değerlerinde belirgin bir değişme olmamasına rağmen oldukça ağır egzersizlerde laktik asidin birikmesi ile birlikte pH değeri düşmektedir. Fakat PaO₂ hafif, orta ve şiddetli egzersizlerde bile sabit kalmaktadır. Egzersizle birlikte görülen belirgin artışlardan biri oksijen difüzyon kapasitesindeki meydana gelen artıştır. Egzersizde artmış oksijen tüketimine cevap olarak oksijen difüzyon kapasitesi doğrusal bir artış gösterir.

Çalışmalar bu artışın nedeni olarak artmış bir kalp debisi, buna bağlı olarak meydana gelen intravasküler basınç artışı, normale yaklaşmış bir ventilasyon perfüzyon oranı, genişlemiş pulmoner kapillerler ve kapalı durumda bulunan pulmoner kapillerin açılmasını göstermektedir (28).

2.3.1.2. Egzersiziz Karbondioksit Çıkışına Etkisi

Dokularda metabolizma sonucu oluşan CO₂ pulmoner kapillerden alveollere ve alveollerden de atmosfer havasına sürekli olarak ventilasyon yolu ile uzaklaştırılır (1,6,18,24,26,28,39,70) . CO₂ difüzyon katsayısı oksijene göre 20 kat daha fazla olduğu için CO₂ için difüzyon kapasitesi dinlenimde 400-450 ml / dk / mmHg, egzersizde ise bu değer 1200-1300 ml / dk / mmHg' dır (20). Egzersiz sırasında ise CO₂ oluşum hızı sıklıkla normalin 20 katı kadar artabilmektedir (21,39,70). Santral kemoreseptörlere göre CO₂'e yaklaşık beş kat daha duyarlı olan periferik kemoreseptörlerin artmış CO₂ ile uyarılması pulmoner ventilasyonu artırır. Bu nedenle PaO₂, PaCO₂ ve pH hemen hemen tamamıyla normal seviyede kalır (53,65).

2.3.2. Egzersiziz Kardiyovasküler Sisteme Etkisi

Şiddetli bir egzersiz kardiyovasküler sistemin karşılaştığı en stresli durumlardan birisidir. Toplam kalp debisi artışı 8 kat kadar, çalışan kaslara kan akımı 25 kat kadar artış gösterebilir (3). Üç temel fizyolojik cevap egzersiz sırasında çalışan kaslara yeterli miktarda kan sağlar.

- 1) Sempatik deşarj
- 2) Kalp debisi artışı
- 3) Arteriyel kan basıncının artması (45).

Egzersiz başlanması ile birlikte çalışan kaslar beyin sapında medulla oblongatada bulunan vazomotor merkeze sinyaller gönderir ve sempatik deşarjı tetikler. Bu sempatik deşarj kalbin hızını, kontraksiyon gücünü artırır ve aynı zamanda beyin, kalp ve kaslarda bulunan damarlar haricindeki diğ er periferik damarlarda daralmaya neden olur. Egzersiz sırasında sempatik aktivite artarken parasempatik etki baskılanmaktadır (4). Buna bağı lı olarak meydana gelen net etki çalışan kaslara kan akımının artmasıdır (58). Bu etki sempatik kolinerjik liflerin uyarılması ile gerçekleşir (21).

Egzersiz sırasında artmış oksijen ihtiyacı neredeyse tamamen artmış bir kalp debisi sayesinde sağ lanmaktadır. Artan bir kalp debisi kalbin atım hacminin, kalbin atım sayısının ya da bunların her ikisinin birden artışı ile sağlanır (67).

2.3.2.1. Egzersiz Arteriyel Kan Basıncına Etkisi

Egzersizde meydana gelen kan basıncı artışı (a) sempatik deşarj, (b) artmış bir kalp debisi ve (c) çalışan kas bölgeleri dışındaki bölgelerde oluşan damar daralması nedeniyle oluşmaktadır. Sinir sistemi egzersiz sırasında arteriyel kan basıncının sadece düşmesini engellemez aynı zamanda basıncı artırır. Bunun başlıca nedeni egzersizin başında beyinden periferik kaslara gönderilen sinyallerin yanında beyinden otonom merkezlere dolaşım aktivitesini uyan sinyallerin gönderilmesi ve bu sinyallerin de venlerde daralmaya, kalp sayısında ve kasılma gücünde artışa neden olmasıdır. Bütün bu değışiklikler birlikte etki gösterir ve arteriyel basıncı normalin üzerine çıkarak dokulara daha fazla kan gitmesini sağlar (30).

Fiziksel kondisyona, egzersizin şiddetine ve süresine bağı lı olarak sistolik kan basıncı 20 mmHg kadar artabildiğı gibi 80 mmHg kadar bir artış gösterebilir. Özellikle

sağlıklı ve antrenmanlı atletlerde maksimal egzersiz sırasında sistolik kan basıncının 240-250 mmHg'ya kadar çıktığı bildirilmiştir (61,4). Egzersizde oluşan kan basıncı artışı sistolik kan basıncı ve diyastolik kan basıncı için farklılık gösterir. Sistolik kan basıncı egzersizin şiddetine oranla direkt olarak artış gösterirken, diyastolik kan basıncı yok denecek kadar az bir değişim göstermektedir (70).

2.3.2.2. Egzersiz Kalp Atım Sayısı Üzerindeki etkisi

Kalp atım sayısı egzersiz için ölçümü kolay bir kardiyovasküler parametredir. Dinlenimdeki kalp atım sayısı ile egzersizdeki kalp atım sayısı farklılık gösterir (1,4,21,28,39,61,70). Egzersiz başlamadan önce kalp atım sayısı artmaktadır. Bu artışa sempatik sinir sisteminden salınan bir nörotransmitter olan norepinefrin ve böbrek üstü besinden salınan epinefrin aracılık eder.

Egzersize başlanıldığında egzersiz şiddetinin artışı ile birlikte kalp atım sayısı da artış gösterir ve bu artış maksimum noktaya ulaşıncaya kadar devam eder (61). Maksimum kalp hızı şu şekilde hesaplanır ;

$$HR \max = 220 - \text{yaş} \quad (1,67).$$

Maksimum kalp atım sayısının belirlenmesinde kullanılan bu formül için standart sapma ± 10 'dur. Maksimum kalp atım sayısı yaşla birlikte düşüş gösterir. Bu düşüş cinsiyete bağlı farklılık göstermez fakat vücut kitle indeksine göre farklılık gösterir. Spor yapmayan bireylerde olduğu gibi şişman bireylerde de HR max değeri düşüktür (67).

2.4. UYKU FİZYOLOJİSİ

Yıllar boyunca bilincin pasif bir durumu olarak kabul edilen insanın uyku sürecinin 20 yüzyılın yarısında içsel ve dışsal faktörlerden etkilenen, kişinin duysal veya diğer uyarılarla uyanabileceği karmaşık bir süreç olduğu anlaşılmıştır (60). Gerçekten yaşamın çok önemli bir parçası olan uykunun bugün fiziksel ve mental olarak yenilenme üzerinde kesin bir rolü olduğu bilinmektedir (11). Uyku sürekli bir formda değildir, bunun yerine kişi her gece birbirini ardarda izleyen uykunun iki değişik döneminden geçer. Bunlar ; beyin dalgaları çok yavaşladığı için yavaş dalga uykusu (slow wave sleep veya NON-REM sleep) ve kişi uykuda olmasına rağmen gözlerde hızlı göz hareketleri olduğu için REM (rapid eye movement) uykusu olarak adlandırılır (6,12,21,39,56,60,70). Uykunun temel şekli yavaş dalga uykusudur ve uykunun derinliği arttıkça bu tip uyku gözlenmektedir. Uyanıklığa daha yakın bir uyku olan REM uykusu ise ortalama bütün gece 90 dakikada bir tekrarlanmaktadır ve bir gecede yaklaşık 4 defa gözlenmektedir.

Uyku sırasında beyinin aktivitesi uyanıklıkta olduğu kadar komplekstir ve beyin uyku sırasında hiçbir zaman dinlenmemektedir (43). Uykuyu ve uykunun süresini belirleyen beyinin en önemli bölgesi hipotalamus olarak bilinir (56,70). Uyku ve uyanıklık döngüsü anterior hipotalamus'un suprakiazmatik nukleus'undan kaynaklanan sirkadiyen ritim tarafından düzenlenir. Suprakiazmatik nukleus ışıktan ve karanlıktan etkilenmektedir. Dolayısı ile insan geceleri uyumaya ve aydınlıkta ise uyanmaya meyilli olmaktadır (60). Ayrıca nörokimyasal farklı bir çok sistem uyku ve uyanıklık döngüsünü düzenler. Uyanıklık süreci hipotalamus ve beyin sapındaki nöronlar tarafından salınan asetilkolin, norepinefrin, dopamin, serotonin, histamin ve oreksin (hipokretin) aracılığı ile kortikal aktivasyon sağlanarak düzenlenmektedir (14,56). Bununla birlikte hipotalamus ve bazal ön-beyindeki bir grup komşu nöronun salgılandığı Gama-aminobutirik asit uyanıklık sürecine katılan eksitator hücrelerin

inhibisyonunu gerçekleştirmekte ve histamin, norepinefrin, serotonin, hipokretin, ve glutamat içeren nöronlar da dahil olmak üzere bir çok farklı grup nöronun inhibisyonuna sebep olarak uykunun oluşumuna yardım etmektedir (56).

2.4.1. Uykunun Fizyolojik Etkileri

Uyku başlıca iki tip fizyolojik etkiye sahiptir. Bunlardan ilki uykunun santral sinir sistemi üzerine olan etkisi ve ikincisi de uykunun vücudun diğer yapıları üzerine olan etkisidir.

Uyku hem periferik damar tonusunda hem de diğer bir çok vejetatif vücut işlevlerinde yavaşlamaya veya azalmaya neden olur. Uyku sırasında parasempatik sinir sistemi aktivasyonu aracılığı ile kalp atım sayısı ve arteriyel kan basıncı düşmektedir. Uykunun derinliğinin artması ile birlikte kalp debisi azalır. Solunumun hızı uyku sırasında azaldığı için VE yaklaşık % 10 kadar bir dşuş gösterir (12). Ayrıca kas tonusu ve vücudun bazal metabolik hızının azalması bu duruma eşlik eder. Uyku sırasında tüm vücutta kas tonusunun azalması beyin sapının eksitatör alanlarından medulla spinalise uzanan liflerin güçlü inhibisyonunu gösterir. Uyku sırasında gastrointestinal sistemin etkinliğinin arttığı ve cilt damarlarının dilate olduğuna dair çalışmalar da vardır. Aksine uyanıklıkta sempatik sistem aktivasyonu sonucu metabolizma hızında, arteriyel kan basıncında, kalp atım sayısında, solunum hızında ve kasların tonusunda yükselme gözlenir (21).

2.4.2. Uykusuzluğun Fizyolojik Etkileri

Uyku-uyanıklık döngüsünün ortadan kalkması beyin dışında herhangi bir seviyedeki vücut yapılarına bir zarar getirmemekte fakat vücudumuzda çok önemli

fonksiyona sahip olan santral sinir sistemi uyku yoksunluğundan etkilenmektedir (10,13,21). Daha önce deneysel bir çok çalışma uyku yoksunluğu sonrası hafızanın azaldığını, psikomotor ve sensorimotor becerilerin bozulduğunu, dikkat kaybının arttığını, genel olarak fizyolojik performans kaybıyla birlikte artan sinirlilik ve moral bozukluğu olduğunu göstermiştir (12,37,38,44,50,60).

2.4.3. Uykusuzluğun Egzersiz Üzerine Etkisi

Uyku eksikliği veya uyku yoksunluğunun performans üzerindeki etkisini inceleyen araştırmalar çoğunlukla submaksimal aerobik performans ve Max VO₂ üzerinde durmuştur (7,10,32,33,34,41,66,68). Fakat uyku yoksunluğunun sinir sistemi üzerinde reaksiyon oluşturma ve anaerobik kuvvete olan etkisi üzerine yapılan çalışmalar da vardır (7,32,66,68). Uykusuzluk hem atlet hem de atlet olmayan kişiler arasında genel bir stres kaynağı olarak görülmektedir. Uyku yoksunluğunun mental ve psikomotor performans üzerindeki etkileri nispeten açıklanmıştır. Egzersizde performans düşüklüğü; bireylerde hafıza azalması, düşünsel yavaşlama, motivasyon ve düşünce karmaşası gibi çoklu bir dizi faktöre bağlanmıştır (26,37).

Yapılan çalışmalarda 30 ile 72 saat arasında uykusuz kalmak değişen egzersiz şiddeti uygulamalarında kardiyovasküler ve respiratuvar cevapları veya bireyin aerobik ve anaerobik performansını etkilememektedir (66). Uyku kaybı sonrası performansta meydana gelen azalmanın nedenleri olarak bozulmuş psikolojik durum (10,26,37), egzersiz süresince termoregülasyondaki değişim (10), algılama gayretindeki artış (66), kortikal uyarılmanın azalması, kaslardaki glikojen tükenmesi ve yorgunluk (7,66), oksijen yetersizliğine ve karbondioksite karşı solunumsal reflekslerin azalması gösterilebilir (10).

Uykusuzluk üzerine yapılan çalışmalarda ölçülen değişik hormonal ve metabolik parametreler insanlarda uykusuzluğa eşlik eden önemli metabolik durumların insülin direncinin artması ve glikoz toleransının azalması olduğunu ortaya koymuştur. Bu durum aynı zamanda azalmış yorulma zamanı gözlemini açıklamaktadır (66). Egzersizde gözle görülen bir çaba artışı (7,32,66) ve yorulma zamanındaki % 20'ye varan azalma uyku kaybının aerobik performansın düşmesi üzerindeki en belirgin nedenleri olarak kabul edilir (7,32,41,66).

Uyku kaybının kalp atım sayısına etkisi üzerinde çalışmalar ikiye ayrılmaktadır. Bu konuda bazı araştırmalar uzun süre uyku yoksunluğunun kalp atım sayısı üzerine belirgin bir etkisi olmadığını ileri sürerken (34,51), diğer üç çalışma farklı egzersiz yüklerinde yapılan egzersizlerde uyku yoksunluğunun kalp hızını düşürdüğünü bildirmiştir (7,33,41). Yukarıda gösterilen çalışmalar dışında uyku yoksunluğunun aerobik performans ve solunumsal parametreler üzerindeki sonuçları da tartışmalıdır. Bond ve arkadaşları (7) ile Montelpare ve arkadaşları (41) uyku kaybının maksimal oksijen kullanımını azalttığını bildirirken Martin ve arkadaşları (35) maksimal oksijen tüketiminde herhangi bir değişim gözlememiştir. Ayrıca uyku kaybının VCO_2 ve solunum dakika hacmini arttırdığını ve azalttığını gösteren çalışmalar vardır (7,10). Solunumsal gaz değişim oranı uyku yoksunluğundan etkilenmemektedir (32).

3. GEREÇ VE YÖNTEM

3.1. GEREÇLER

- Boy ve kilo ölçüm aleti (Seca)
- Ergobisiklet (Ergoline 900)
- Windows 95 işletim sistemli bilgisayar
- Vmax bilgisayar programı
- Analizör (Sensormedics Vmax 29 C)
- Analizör –Mass Flow sensör bağlantı boruları ve kablosu
- Mass Flow sensör (Sensormedics Vmax 29C)
- 3 litrelik Akım- Hacim kalibrasyon pompası (Sensormedics Vmax29C)
- Tek kullanımlık ağızlık
- Maske
- Burun kısıkaçı
- EKG takibi için tek kullanımlık yapıştırma elektrotlar
- % 16 O₂, % 4 CO₂ ve denge N₂ karışımı kalibrasyon tüpü (Cal₁)
- % 26 O₂, % 0 CO₂ ve denge N₂ karışımı kalibrasyon tüpü (Cal₂)

3.2. YÖNTEM

3.2.1. Uygulama Yöntemi

Bu çalışma Eskişehir Anadolu Üniversitesi deplasmanlı bölgesel lig erkek basketbol takımı oyuncularını ve spor yapmayan erkek üniversite öğrencileri ile Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Tıp Fakültesi Fizyoloji Ana Bilim Dalı Egzersiz Fizyolojisi Laboratuvarında gerçekleştirildi. Denekler bu çalışmaya gönüllü olarak katıldılar. Bunun için kendilerinden yazılı izin alındı ve kendilerine deneyleri istedikleri zaman bırakabilecekleri bildirildi. Bu çalışma ile ilgili olarak Osmangazi Üniversitesi Tıp Fakültesinden Etik Kurul raporu alındı. Çalışma yaşları 20-25 arasında değişen 10 erkek sporcu ve 10 erkek spor yapmayan bireyler olmak üzere toplam 20 kişi ile gerçekleştirildi. Deneklerin herhangi bir sağlık problemi olmamasına dikkat edildi. Her gün fiziksel egzersiz yapan ve kondisyon derecesi üst düzeyde bulunan sporcular çalışmaya alındı. Deneklerin boy, kilo, doğum tarihi, cinsiyet, ırk ve deneyin yapılacağı günün tarihi deneye başlamadan önce bilgisayara girildi. Bu çalışmada denekler biri normal gece uykusundan ve diğeri de bir gece uykusuzluktan sonra olmak üzere toplam iki ayrı zamanda gittikçe şiddeti artan maksimum egzersiz testine alındı. Deneklerde yapılan ölçüm sayıları tablo 3.1. de gösterilmiştir.

Tablo 3.1. Deneklerden alınan ölçüm sayıları ve ölçüm durumları

	Gece uykusunu almış	Uykusuzluk sonrası
Dinlenim	1 Ölçüm	1 Ölçüm
Maksimal Egzersiz	1 Ölçüm	1 Ölçüm
Toparlanma 30.dk	1 Ölçüm	1 Ölçüm
Toparlanma 60.dk	1 Ölçüm	1 Ölçüm
Toparlanma 120.dk	1 Ölçüm	1 Ölçüm
Toparlanma 180.dk	1 Ölçüm	1 Ölçüm
Toparlanma 240.dk	1 Ölçüm	1 Ölçüm

Bütün denekler deneylerin gerçekleştirileceği gün öncesinde ve uyumadan geçirilecek gece sırasında sinir sistemi aktivasyonunu etkileyeceği için kafein benzeri uyarıcı etkiye sahip yiyecek ve içecek almamaları konusunda uyarıldı ve denekler izlendi. Aynı şekilde herhangi bir hipoglisemi durumu ile karşı karşıya kalınmaması için deneklerin yiyecek ve içecek almaları egzersiz testine son 2.5 saat kalana kadar serbest bırakıldı. Egzersiz testi yapılmadan son 2.5 saat içerisinde sadece sıvı tüketimine izin verildi.

Uykusuzluk deneyi için denekler üç kişilik gruplar halinde önceden kararlaştırılan bir evde göz altında tutuldu. Denekler bütün geceyi herhangi bir fiziksel aktivite yapmadan, televizyon izleyerek ve kitap okuyarak geçirmeye çalıştı. Saat 06.30 da kahvaltı yapan denekler deneye saat 09.00 da alındı. Kahvaltı sırasında deneklerin ne fazla ne de az karbonhidrat yüklü yiyecekler tüketilmesine izin verildi. Uygulanan bütün işlemler deneklerin hem bir gece uykusunu aldıktan sonra hem de en az bir gece uykusuz kaldıktan sonra da aynı şekilde yapıldı.

3.2.2. Egzersiz Yöntemi

Deneklerin egzersiz sırasında performansları etkilenmesin diye egzersiz testi öncesi rahat eşofman, şort gibi spor kıyafetler giymesi sağlandı. Yapılacak deney deneklere anlatıldı ve deneyde kullanılacak sistem gösterildi. Deney başlamadan önce üç litrelik akım-hacim kalibrasyon pompası kullanılarak Mass Flow Sensör kalibrasyonu yapıldı. Bu işlem için “mass flow calibration” komutu verildi ve ekrana çıkan işlem menüsüne göre 5 defa kalibrasyon pompasıyla hava pompalaması yapıldı. Bu uygulama başarıyla gerçekleştirildikten sonra kalibrasyon pompasıyla tekrar 10 defa hava pompalanarak kalibrasyon işlemi tamamlandı. Bundan sonra egzersiz testi için deneyde kullanılacak olan analizörün kalibrasyon işlemi gerçekleştirildi. Bu işlem için % 16 O₂, % 4 CO₂ ve denge N₂ karışımı içeren Cal₁ tüpü ve % 26 O₂, % 0 CO₂ ve

denge N₂ karışımı içeren Cal₂ tüpü açıldı ve Mass Flow Sensöre bağlı beyaz renkli hava akım bağlantı borusu sensörden çıkarılarak analizörün sol yanındaki kalibrasyon girişi soketine takıldı. Bilgisayarda V_{max} programı ana menüsünden Egzersiz Metabolik Test seçildi. Ekranı çıkan alt menüden CPX-25 protokolü ve F₁ tuşuna basıldı. Bu işlemden sonra F₁ kalibrasyon başlatma komutundan kalibrasyon işlemi başlatıldı ve sistem kendi kalibrasyon işlemini tamamladı. Kalibrasyon tamamlandıktan sonra ekranda çıkan yeşil renkli “calibration complete” yazısı görüldü ve beyaz renkli hava akım bağlantı borusu analizörden çıkarılarak tekrar mass flow sensöre takıldı.

Deneyde kullanılacak olan bisiklet ergometresinin oturma yüksekliği kişiye özel olarak ayarlandı ve denek ergometre üzerindeyken kalça ile gövde açısının yaklaşık 150° olmasına dikkat edildi. Bu sırada egzersiz testinin deneğin sağlığına zarar verecek bir boyuta gelmesi olasılığına karşı testi önceden durdurabilmek amacı ile EKG ölçümü için kişinin sağ ve sol kol bileğine, sağ ve sol ayak bileğine olmak üzere toplam 4 adet EKG elektrodu yerleştirildi ve egzersizle birlikte eş zamanlı olarak dakika kalp atım sayısı ve EKG sürekli ölçüldü.

Egzersiz testi ile ilgili olarak bütün solunumsal veriler deneğin yüzüne takılan bir maske ve bu maskenin ağız kısmına yerleştirilen mass flow sensör aracılığı ile elde edildi. Maske rahatsızlık vermemesi için deneye katılan bireyin yüzüne göre ayarlandı ve herhangi bir hava kaçağı olmamasına özen gösterildi. Dinlenimde, egzersiz testinde ve toparlanma sırasında her solukta VO₂, VCO₂, VE, VT, RQ, RR değerleri ölçüldü. Kan basıncı değerleri deneğin sol koluna bağlanan ve otomatik olarak ölçüm yapan bir tansiyon aleti ile egzersizin başında, ortasında, sonunda ve toparlanma sırasında ölçüldü. HR ise her dakika ölçüldü.

Denek ergobisiklet üzerine oturtulduktan sonra bisiklet üzerinde bulunan program mөнüsüne bireyle ilgili olarak ilgili veriler girildi ve deneyde egzersiz

protokolü olarak CPX-25 protokolü uygulandı. Tablo 3.2.'de gösterildiği üzere ısınma, esnetme periyodu hariç 99 saniye süresince 25 W yük uygulandı. Daha sonra egzersiz sırasında yüklemeye 50 W'tan başlayarak dakikada bir 25 W arttırılarak maksimuma ulaşıncaya kadar devam edildi. Rekabeti engellemek için deneklerin birbirlerinin egzersiz sürelerini görmelerine izin verilmedi.

Tablo 3.2. CPX-25 Egzersiz Protokolü

	Isınma	EGZERSİZ										
Yük(W)	25	50	75	100	125	150	175	200	225	275	300	25
Zaman(sn)	99	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	Nabız normale Dönene kadar

Egzersizden beklenen maksimum seviyeyi elde etmek için deney başlamadan ve deney sırasında bireye sözlü olarak motivasyon verildi. Deneyi sonlandırmak için maksimum oksijen tüketiminin egzersiz devam etse bile bir artış göstermediği düzeye erişmesi ve RQ değerinin 1.1'e ulaşmasına dikkat edildi. Ayrıca deneklerin kalp atım sayısının kendileri için hesaplanan maksimum değere ulaşması sağlandı (39). Böylece bireyden beklenen Max VO_2 kriterlerine ulaşıncaya egzersiz sonlandırıldı. Deney sonlandırıldıktan sonra bireyden 30.dk, 60.dk, 120.dk, 180.dk ve 240.dk'da kardiyorespiratuvar parametreler ölçüldü ve kayıt edildi.

Olabilecek bir sağlık problemine karşı deneylerin tamamı doktor kontrolünde gerçekleştirildi. Laboratuarda acil yardım malzemeleri olarak oksijen tüpü, ambu, steril eldiven, enjektör ve noradrenalin flakonları bulunduruldu.

3.2.3. İstatiksel Yöntem

Yapılan bu çalışmada İstatistiksel değerlendirme Osmangazi Üniversitesi Tıp Fakültesi Biyoistatistik Anabilim Dalının yardımlarıyla gerçekleştirildi. Uykusuzluğun dinlenim, maksimum egzersiz ve toparlanmaya etkisi sonucu elde edilen değerler spor yapmayanlarda ve sporcularda ayrı ayrı normal uykudan sonra elde edilen değerlerle karşılaştırıldı. Sporcular ve spor yapmayan bireylerde bir gece uykusuzluğun dinlenimde, maksimum egzersizde ve toparlanmada kardiyorespiratuvar parametrelere etkisi incelenirken “Bağımlı tek örneklem *t*-testi uygulandı. Sonuçlar ortalama \pm standart hata ve p değerleriyle birlikte verildi ve $p < 0.05$ anlamlı olarak kabul edildi. Deneklerin yaş, boy, kilo, BSA ve BMI değerleri arasında anlamlı farklılık olup olmadığının gösterilmesinde homojenite testi uygulandı.

4. BULGULAR

Sporcu ve sporcu olmayan bireylerin yaş, boy, vücut ağırlığı, vücut yüzey alanı (BSA) ve vücut kitle indeksi (BMI) tablo 4.1.'de gösterilmiştir. İki grup arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamamıştır.

Tablo 4.1. Deneklerin yaş, boy, vücut ağırlığı, BSA ve BMI değerleri

	Sporcu (n=10)	Sedanter (n=10)	t değeri	p değeri
Yaş (yıl)	20.9 ± 0.23	21.5 ± 0.26	1.686	0.109
Boy (cm)	177.7 ± 0.77	176.9 ± 1	-0.626	0.539
Vücut ağırlığı(kg)	74 ± 1.37	76.7 ± 1.28	1.436	0.168
BSA (m ²)	1.9 ± 0.1	1.9 ± 0.2	0.83	0.417
BMI (kg/m ²)	23.7 ± 0.3	24.4 ± 0.17	2.083	0.056

Dinlenme Bulguları

Bir gece uykusuzluktan sonra sporcuların dinlenimde ölçülen kardiyorespiratuvar parametrelerinin değerleri normal gece uykusundan sonra dinlenimde ölçülen değerlere göre anlamlı bir değişiklik göstermemiştir. Spor yapmayanlarda bir gece uykusuzluktan sonra dinlenme HR, VE, VT değerleri anlamlı olarak azalmış diğer parametrelerde bir değişiklik görülmemiştir (Tablo 4.2., Şekil 4.1-a ve 4.1-b).

Tablo 4.2. Sporcuların ve spor yapmayanların normal bir gece uykusu ve bir gece uykusuzluk sonrası dinlenme parametrelerinin karşılaştırılması

	SPORCU			SEDANTER		
	NORMAL (N=10)	UYKUSUZ (n=10)	ANLAMLILIK	NORMAL (n=10)	UYKUSUZ (n=10)	ANLAMLILIK
HR (Atım/dk)	68.9 ± 3.2	70.2 ± 2.4		78.7 ± 2.24	75.8 ± 2.11	*
VO ₂ (ml/kg/dk)	3.2 ± 0.30	2.8 ± 0.21		3.32 ± 0.17	2.95 ± 0.4	
VCO ₂ (L/dk)	0.20 ± 0.16	0.17 ± 0.01		0.22 ± 0.01	0.18 ± 0.02	
RQ	0.85 ± 0.01	0.83 ± 0.02		0.86 ± 0.02	0.83 ± 0.02	
VE (L/dk)	9.11 ± 0.62	10 ± 1.25		11.35 ± 0.61	9.18 ± 0.6	*
VT (L)	0.62 ± 0.02	0.59 ± 0.03		0.79 ± 0.03	0.65 ± 0.05	*
RR (Soluk/dk)	14.4 ± 0.63	16 ± 1.39		14.5 ± 0.68	14.4 ± 1.03	
SKB (mmHg)	118.5 ± 1.97	118.5 ± 1.67		115.5 ± 1.57	114.5 ± 1.57	
DKB (mmHg)	74 ± 1.79	73.5 ± 2.36		74 ± 2.44	74 ± 2.16	

* p<0.05

Maksimal Egzersiz Bulguları

Sporcularda ve spor yapmayan bireylerde bir gece uykusuzluktan sonra yapılan maksimal egzersizde kardiyorespiratuvar parametrelerde normal bir gece uykusundan sonra ölçülenlere göre anlamlı bir değişiklik görülmemiştir (Tablo 4.3., Şekil 4.2-a ve 4.2-b).

Tablo 4.3. Maksimal egzersizde kardiyorespiratuvar parametrelerin karşılaştırılması.

	SPORCU			SEDANTER		
	NORMAL (n=10)	UYKUSUZ (n=10)	ANLAMLILIK	NORMAL (n=10)	UYKUSUZ (n=10)	ANLAMLILIK
HR (Atım/dk)	192 ± 1.01	197.4 ± 3.11		193.6 ± 2.6	192.2 ± 2.8	
VO ₂ (ml/kg/dk)	41.9 ± 2.36	38.52 ± 1.33		30.65 ± 1.5	26.74 ± 1.83	
VCO ₂ (L/dk)	3.42 ± 0.25	3.1 ± 0.13		2.59 ± 0.15	2.21 ± 0.19	
RQ	1.11 ± 0.01	1.08 ± 0.01		1.12 ± 0.01	1.1 ± 0.01	
VE (L/dk)	105.8 ± 7.06	104.1 ± 4.53		82 ± 6.57	71.82 ± 5.33	
VT (L)	2.48 ± 0.15	2.37 ± 0.16		2.07 ± 1.98	2.32 ± 0.13	
RR (Soluk/dk)	43.6 ± 3.09	45.7 ± 3.77		35.6 ± 4.1	31.1 ± 2.05	
SKB (mmHg)	197.2 ± 11.06	199.8 ± 12.75		175.3 ± 0.16	169.1 ± 13.57	
DKB (mmHg)	70.5 ± 5.97	70.4 ± 5.56		75.9 ± 6.77	67.9 ± 4.48	

Yorulma Zamanı Bulguları

Gerek sporcularda gerekse spor yapmayan bireylerde bir gece uykusuzluk sonrası yapılan maksimal egzersizde yorulma zamanı değerleri normal gece uykusu sonrası maksimal egzersizdeki yorulma zamanı değerlerine göre değişiklik göstermemiştir (Tablo 4.4.).

Tablo 4.4. Yorulma zamanı değerlerinin karşılaştırılması

	SPORCU			SEDANTER		
	Normal (n=10)	Uykusuz (n=10)	Anlamlılık	Normal (n=10)	Uykusuz (n=10)	Anlamlılık
Yorulma zamanı (dk)	11 ± 0.55	9.9 ± 0.52	0.057	9 ± 0.44	8.3 ± 0.26	0.191

Egzersizden Sonra Toparlanmanın 30. Dakikasında Bulgular

Sporcularda uykusuzluk sonrası toparlanmanın 30. dakikasında VO_2 , VCO_2 ve VE normal gece uykusundan sonra toparlanmada 30. dakika değerlerine göre anlamlı olarak artmıştır. Diğer parametrelerde anlamlı bir değişiklik görülmemiştir. Spor yapmayanlarda uykusuzluktan sonra toparlanmanın 30. dakikasında HR normal gece uykusundan sonra toparlanmanın 30. dakikasındaki değerine göre anlamlı olarak azalmıştır (Tablo 4.5., Şekil 4.3-a ve 4.3-b).

Tablo 4.5. Toparlanmanın 30. dakikasında kardiyorespiratuvar parametrelerin karşılaştırılması

	SPORCU			SEDANTER		
	NORMAL (n=10)	UYKUSUZ (n=10)	ANLAMLILIK	NORMAL (n=10)	UYKUSUZ (n=10)	ANLAMLILIK
HR (Atım/dk)	78.8 ± 2.04	76.1 ± 2.7		87 ± 2.09	82 ± 1.52	*
VO ₂ (ml/kg/dk)	5.77 ± 1	8.24 ± 0.64	*	5.92 ± 0.79	6.37 ± 0.56	
VCO ₂ (L/dk)	0.39 ± 0.07	0.54 ± 0.05	*	0.42 ± 0.09	0.45 ± 0.05	
RQ	0.89 ± 0.03	0.88 ± 0.03		0.96 ± 0.05	0.95 ± 0.03	
VE (L/dk)	14.7 ± 2.67	23.14 ± 2.76	*	20.1 ± 2.97	19.1 ± 1.96	
VT (L)	0.99 ± 0.18	1.05 ± 0.1		1.13 ± 0.18	1.13 ± 0.12	
RR (Soluk/dk)	15.2 ± 1.06	23.2 ± 4.02		19.4 ± 2.5	17.2 ± 1.36	
SKB (mmHg)	118.1 ± 1.83	119 ± 1.79		118 ± 1.1	117.5 ± 1.34	
DKB (mmHg)	73 ± 2.13	77 ± 1.52		78 ± 1.33	75.5 ± 1.57	

* p<0.05

Toparlanmanın 60. Dakikasında Bulgular

Sporcularda uykusuzluktan sonra toparlanmanın 60. dakikasında VO₂, VCO₂ ve RR normal gece uykusundan sonra toparlanmanın 60. dakikasındaki değerlere göre anlamlı olarak yüksek bulunmuştur. Spor yapmayanlarda anlamlı bir değişiklik görülmemiştir (Tablo 4.6., Şekil 4.4-a ve 4.4-b).

Tablo 4.6. Toparlanmanın 60. dakikasında kardiyorespiratuvar parametrelerin karşılaştırılması

	SPORCU			SEDANTER		
	NORMAL (n=10)	UYKUSUZ (n=10)	ANLAMLILIK	NORMAL (n=10)	UYKUSUZ (n=10)	ANLAMLILIK
HR (Atım/dk)	71.2 ± 2.58	71.5 ± 2.37		78.7 ± 1.52	78.7 ± 1.77	
VO ₂ (ml/kg/dk)	4.05 ± 0.39	5.7 ± 0.64	*	4.71 ± 0.48	4.6 ± 0.34	
VCO ₂ (L/dk)	0.26 ± 0.03	0.37 ± 0.04	*	0.31 ± 0.02	0.3 ± 0.02	
RQ	0.89 ± 0.03	0.88 ± 0.02		0.87 ± 0.03	0.88 ± 0.02	
VE (L/dk)	12.5 ± 1.21	17.41 ± 2.2		15.5 ± 1.33	15.6 ± 1.13	
VT (L)	0.84 ± 0.06	0.9 ± 0.08		0.85 ± 0.09	0.94 ± 0.11	
RR (Soluk/dk)	14.9 ± 0.52	19 ± 1.67	*	19.4 ± 2.19	18.2 ± 1.84	
SKB (mmHg)	118 ± 2	118 ± 2		115.5 ± 1.57	115.5 ± 1.57	
DKB (mmHg)	73 ± 2.13	74.5 ± 1.89		76 ± 1.63	75.5 ± 1.57	

* p<0.05

Toparlanmanın 120. Dakikasında Bulgular

Sporcularda ve spor yapmayan bireylerde uykusuzluk toparlanmanın 120. dakikasında kardiyorespiratuvar parametreleri anlamlı olarak etkilememiştir (Tablo 4.7., Şekil 4.5-a ve 4.5-b).

Tablo 4.7. Toparlanmanın 120. dakikasında kardiyorespiratuvar parametrelerin karşılaştırılması

	SPORCU			SEDANTER		
	NORMAL (n=10)	UYKUSUZ (n=10)	ANLAMLILIK	NORMAL (n=10)	UYKUSUZ (n=10)	ANLAMLILIK
HR (Atım/dk)	71.1 ± 2.7	70.3 ± 2.39		78.4 ± 1.7	77.9 ± 1.67	
VO ₂ (ml/kg/dk)	3.37 ± 0.27	4.28 ± 0.42		4.08 ± 0.34	3.83 ± 0.82	
VCO ₂ (L/dk)	0.22 ± 0.01	0.28 ± 0.03		0.27 ± 0.02	0.25 ± 0.01	
RQ	0.9 ± 0.02	0.86 ± 0.02		0.88 ± 0.02	0.89 ± 0.01	
VE (L/dk)	10.6 ± 0.75	13.7 ± 1.59		13.8 ± 0.6	14.03 ± 0.69	
VT (L)	0.74 ± 0.05	0.82 ± 0.08		0.82 ± 0.07	0.81 ± 0.05	
RR (Soluk/dk)	14.9 ± 0.6	16.7 ± 1.26		17.4 ± 1.5	18.3 ± 1.67	
SKB (mmHg)	118 ± 2	118 ± 2		115.5 ± 1.57	115.5 ± 1.57	
DKB (mmHg)	73 ± 2.13	75 ± 1.66		76 ± 1.63	75.5 ± 1.57	

Toparlanma 180. Dakikasında Bulgular

Sporcularda uykusuzluktan sonra toparlanmanın 180. dakikasında RR değerleri normal uykudan sonra toparlanmanın 180. dakikasındaki RR değerlerine göre anlamlı olarak artmıştır. Diğer parametrelerde değişiklik görülmemiştir. Spor yapmayanlarda uykusuzluk toparlanmanın 180. dakikasında kardiyorespiratuvar parametrelerde değişiklik yapmamıştır (Tablo 4.8., Şekil 4.6-a ve 4.6-b).

Tablo 4.8. Toparlanmanın 180. dakikasında kardiyorespiratuvar parametrelerin karşılaştırılması

	SPORCU			SEDANTER		
	NORMAL (n=10)	UYKUSUZ (n=10)	ANLAMLILIK	NORMAL (n=10)	UYKUSUZ (n=10)	ANLAMLILIK
HR (Atım/dk)	70.9 ± 2.7	70.6 ± 2.53		78.9 ± 1.84	77.6 ± 1.62	
VO ₂ (ml/kg/dk)	3.1 ± 0.19	3.49 ± 0.19		3.44 ± 0.21	3.49 ± 0.2	
VCO ₂ (L/dk)	0.19 ± 0.01	0.23 ± 0.01		0.23 ± 0.01	0.21 ± 0.01	
RQ	0.86 ± 0.01	0.88 ± 0.02		0.85 ± 0.01	0.88 ± 0.01	
VE (L/dk)	10.14 ± 0.52	12.04 ± 1.13		11.57 ± 0.76	13.4 ± 0.53	
VT (L)	0.73 ± 0.04	0.67 ± 0.04		0.72 ± 0.05	0.78 ± 0.05	
RR (Soluk/dk)	13.9 ± 0.52	17.5 ± 1.16	*	15.46 ± 2.01	17.6 ± 1.28	
SKB (mmHg)	118 ± 2	118 ± 2		116 ± 1.45	115.5 ± 1.57	
DKB (mmHg)	73 ± 2.13	75 ± 1.66		76 ± 1.63	75.5 ± 1.57	

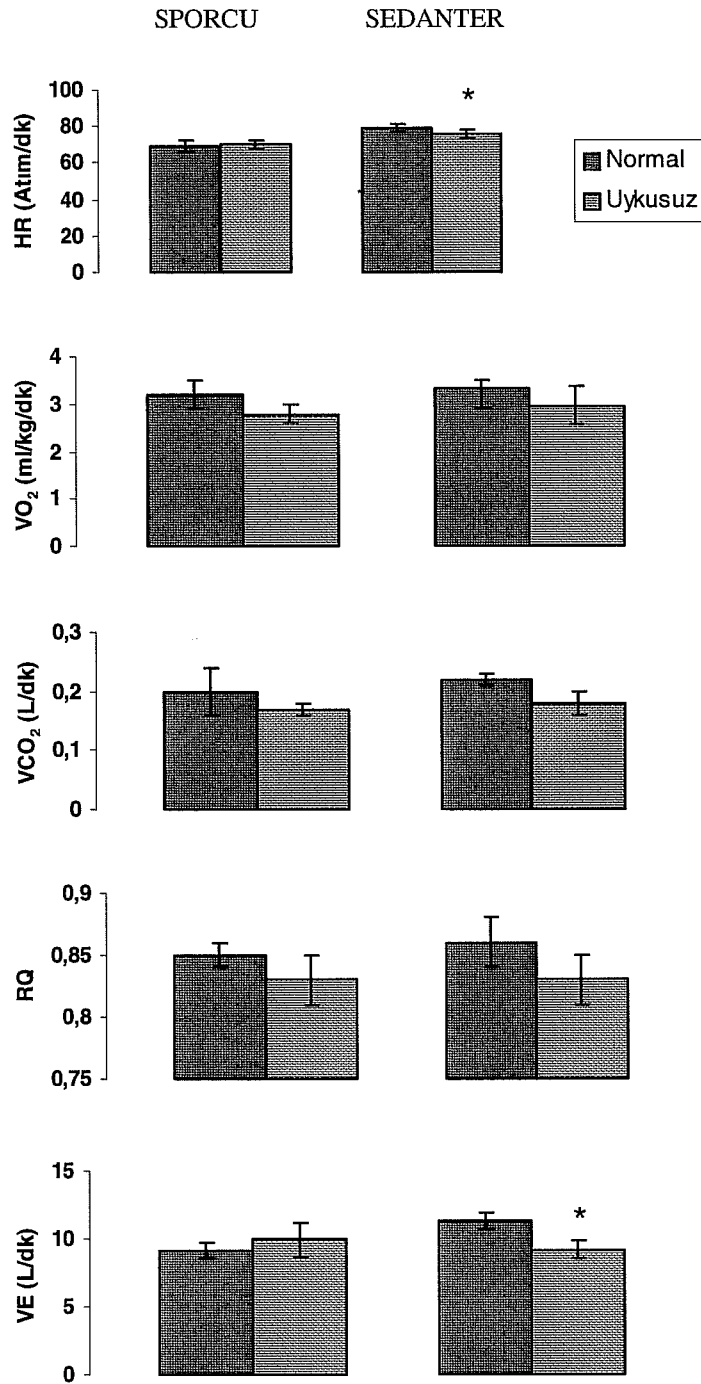
* p<0.05

Toparlanmanın 240. Dakikasında Bulgular

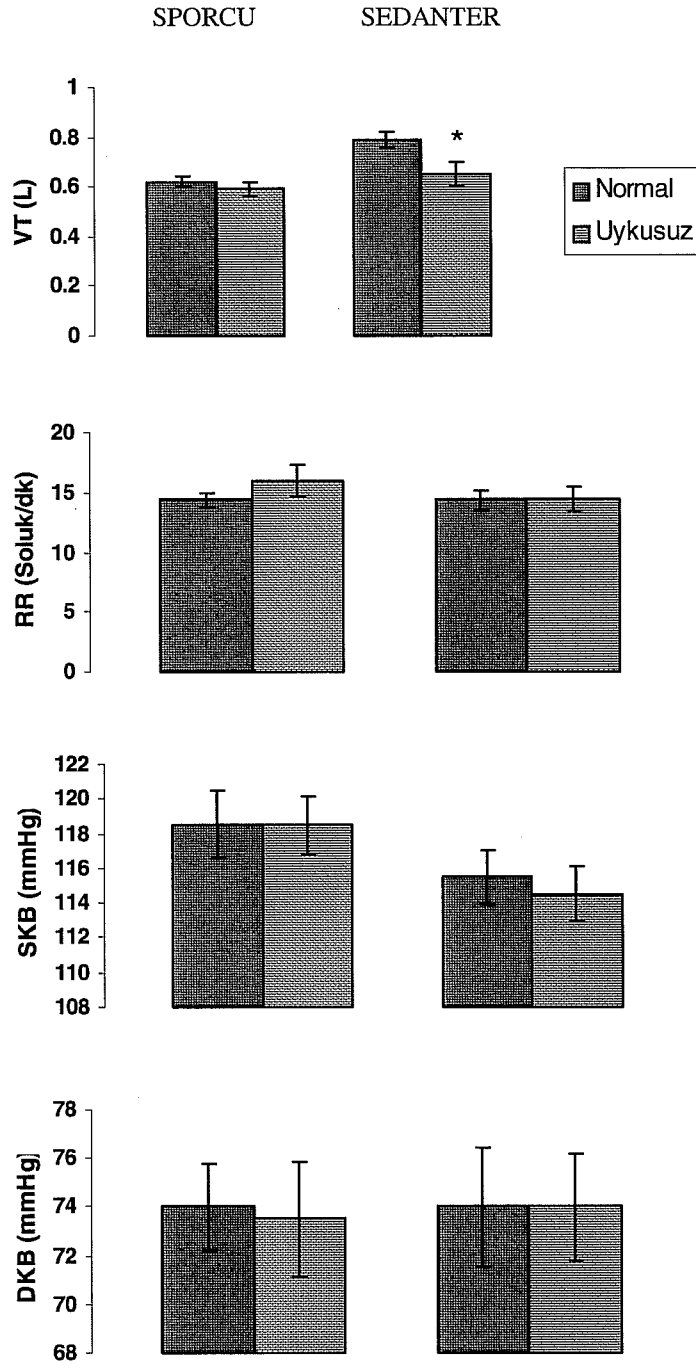
Sporcularda ve spor yapmayanlarda uykusuzluk toparlanmanın 240. dakikasında kardiyorespiratuvar parametreleri etkilememiştir (Tablo 4.9. , Şekil 4.7-a ve 4.7-b).

Tablo 4.9. Toparlanmanın 240. dakikasında kardiyorespiratuvar parametrelerin karşılaştırılması

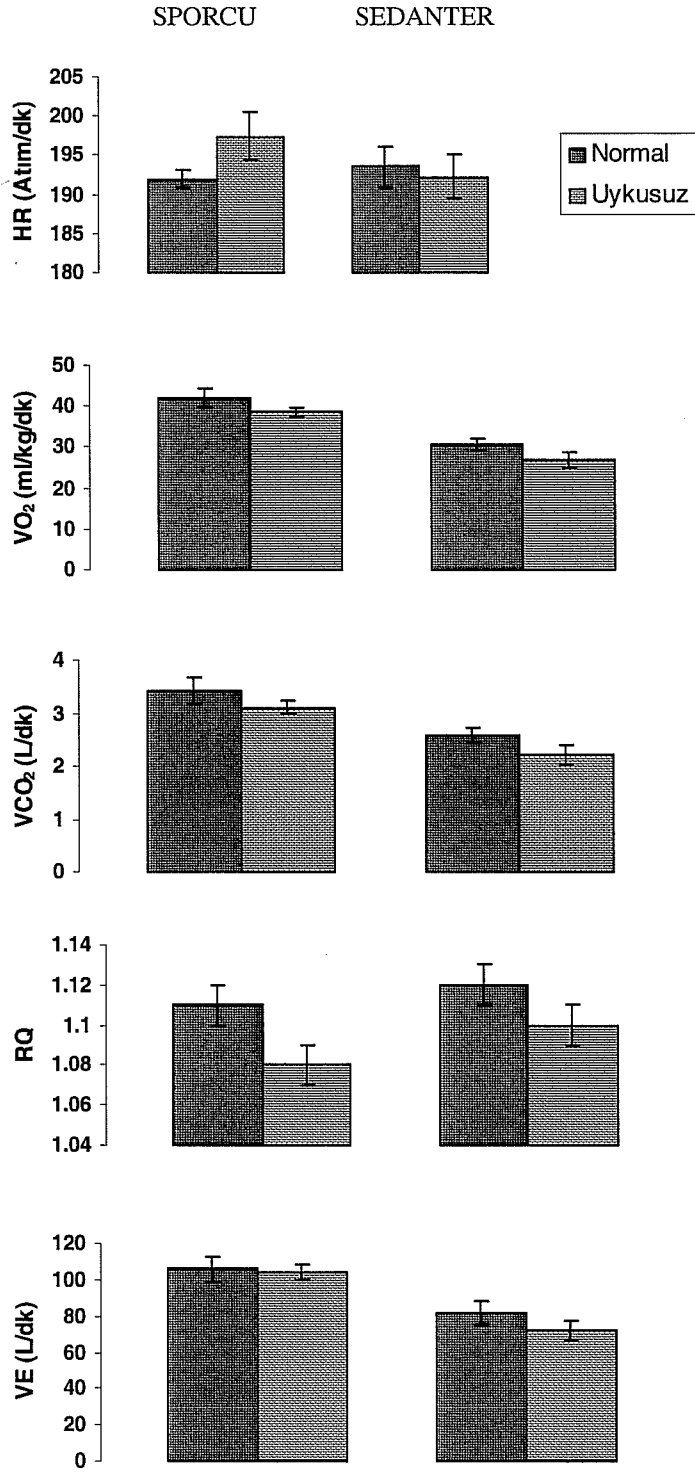
	SPORCU			SEDANTER		
	NORMAL (n=10)	UYKUSUZ (n=10)	ANLAMLILIK	NORMAL (n=10)	UYKUSUZ (n=10)	ANLAMLILIK
HR (Atım/dk)	70.4 ± 2.69	70.6 ± 2.44		78.6 ± 2.09	77.7 ± 1.64	
VO ₂ (ml/kg/dk)	2.95 ± 0.18	2.93 ± 0.19		3.05 ± 0.14	3.05 ± 0.23	
VCO ₂ (L/dk)	0.18 ± 0.01	0.18 ± 0.01		0.2 ± 0.01	0.19 ± 0.01	
RQ	0.85 ± 0.01	0.84 ± 0.02		0.88 ± 0.02	0.85 ± 0.02	
VE (L/dk)	9.67 ± 0.38	10.36 ± 0.8		11.15 ± 0.4 9	12.28 ± 0.5	
VT (L)	0.7 ± 0.3	0.65 ± 0.03		0.63 ± 0.03	0.71 ± 0.58	
RR (Soluk/dk)	13.8 ± 0.6	15.9 ± 1.06		18 ± 1.37	18.2 ± 1.53	
SKB (mmHg)	118 ± 2	118 ± 2		115.5 ± 1.57	115 ± 1.57	
DKB (mmHg)	73 ± 2.13	74 ± 1.6		76 ± 1.63	75.5 ± 1.5	



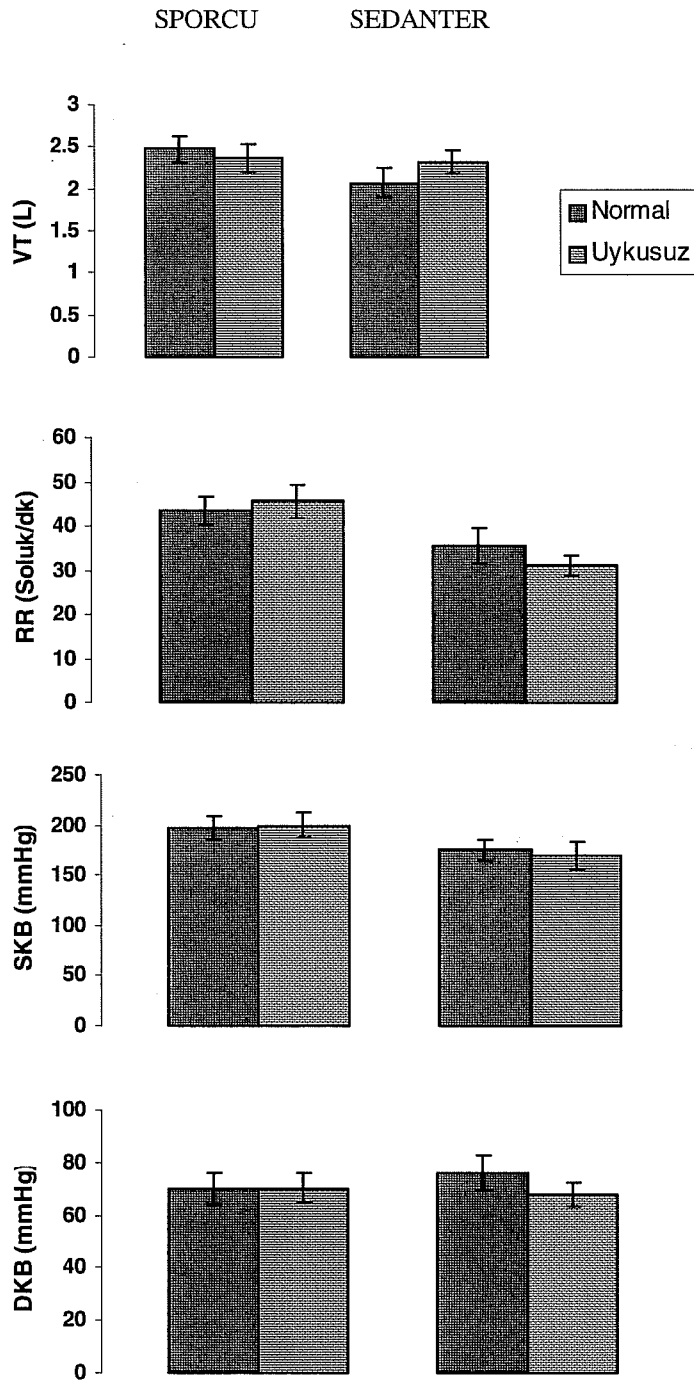
Şekil 4.1-a. Dinlenme HR, VO₂, VCO₂, RQ ve VE parametrelerinin karşılaştırılması



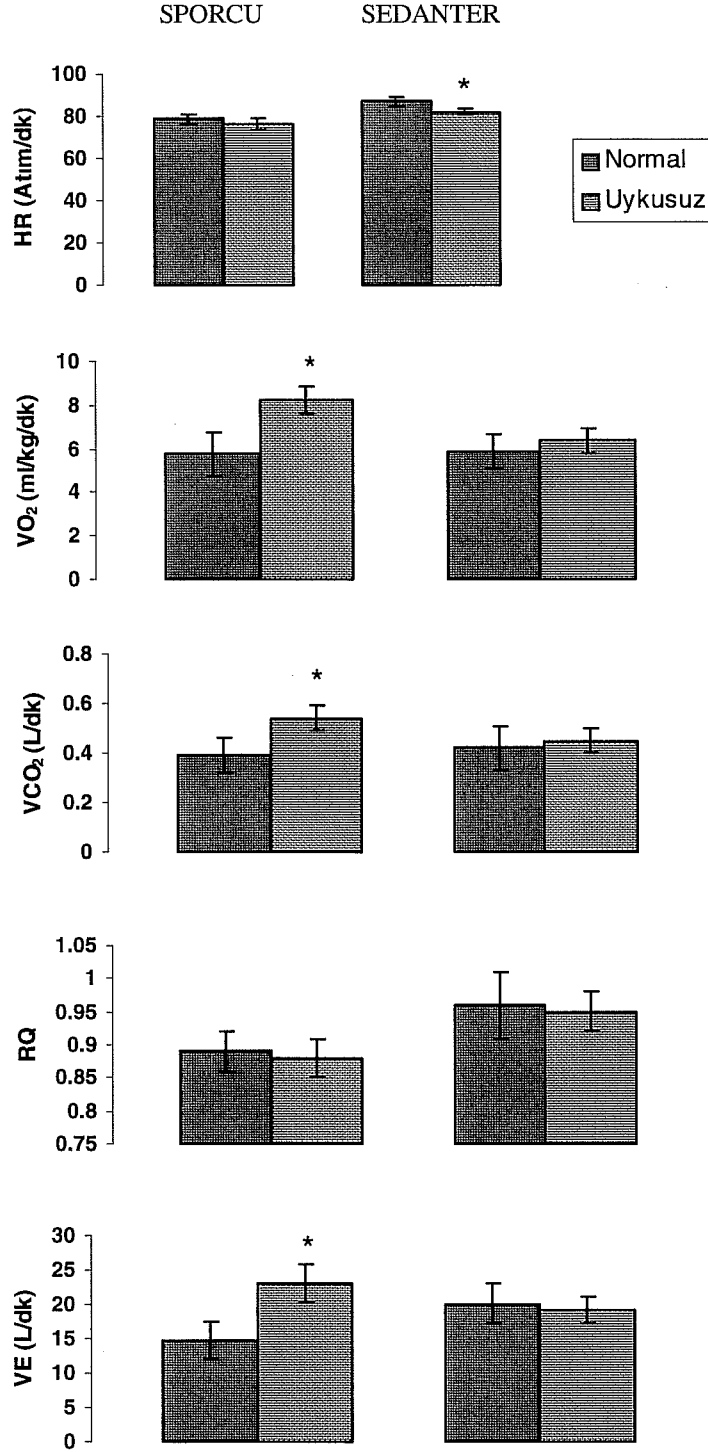
Şekil 4.1-b. Dinlenme VT, RR, SKB ve DKB parametrelerinin karşılaştırılması



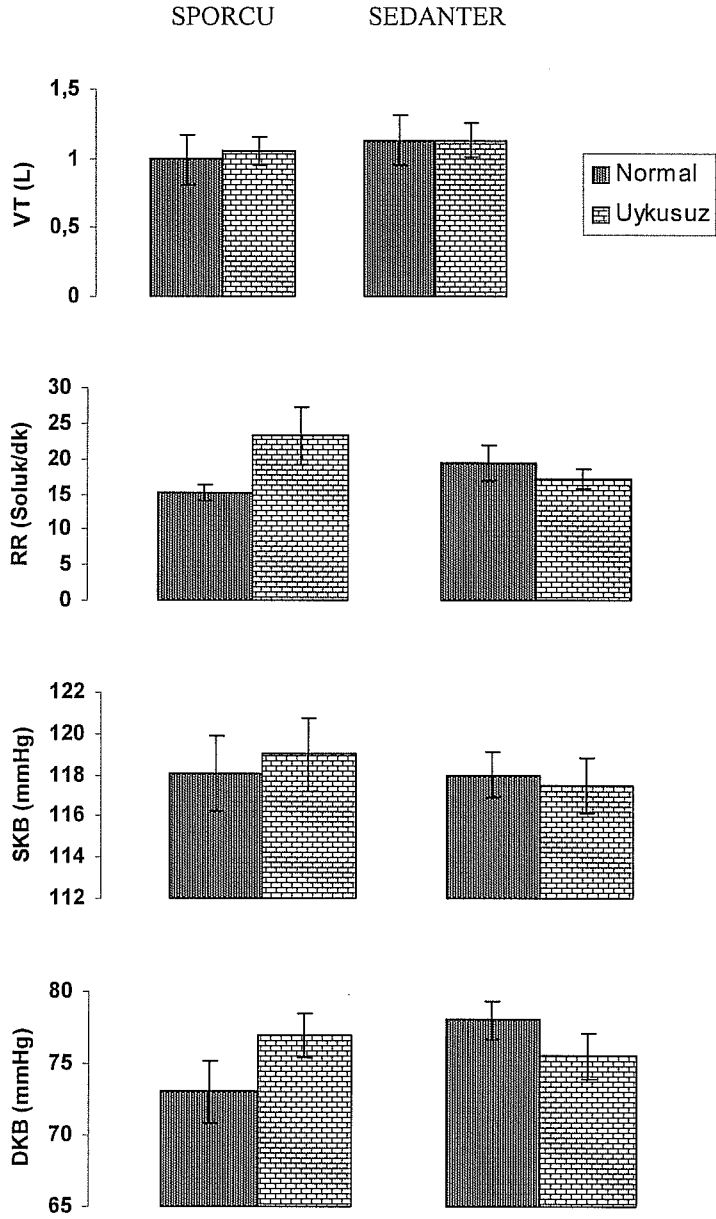
Şekil 4.2-a. Maksimal egzersiz HR, VO₂, VCO₂, RQ ve VE parametrelerinin karşılaştırılması



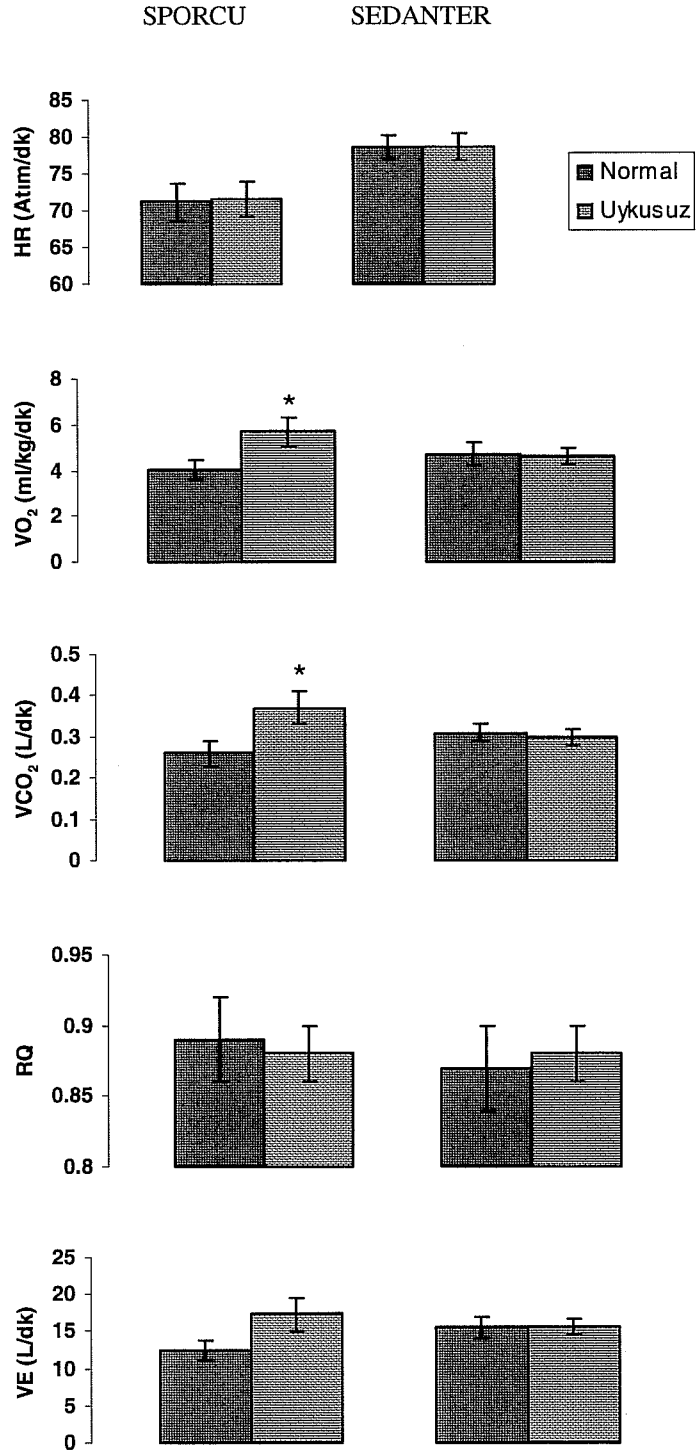
Şekil 4.2-b. Maksimal egzersizsiz VT, RR, SKB ve DKB parametrelerinin karşılaştırılması



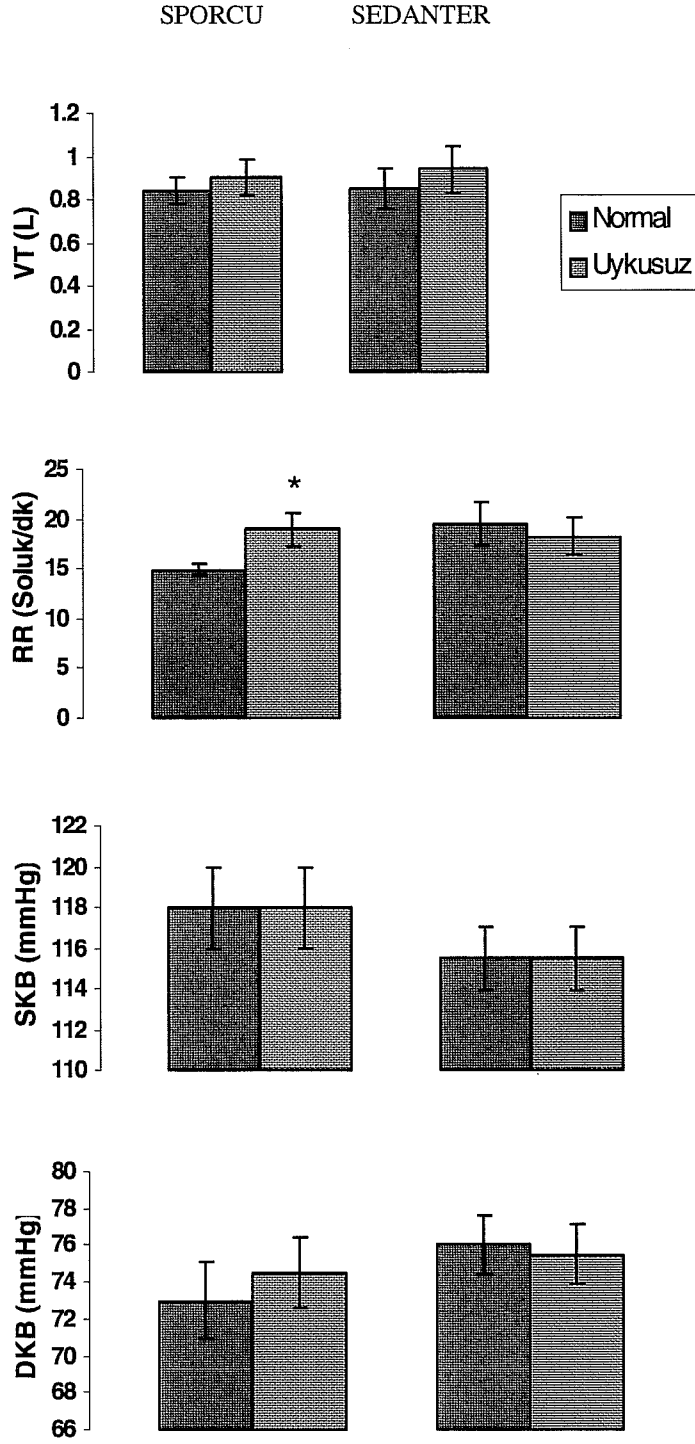
Şekil 4.3-a. Toparlanmanın 30.dakikasında HR, VO₂, VCO₂, RQ ve VE parametrelerinin karşılaştırılması



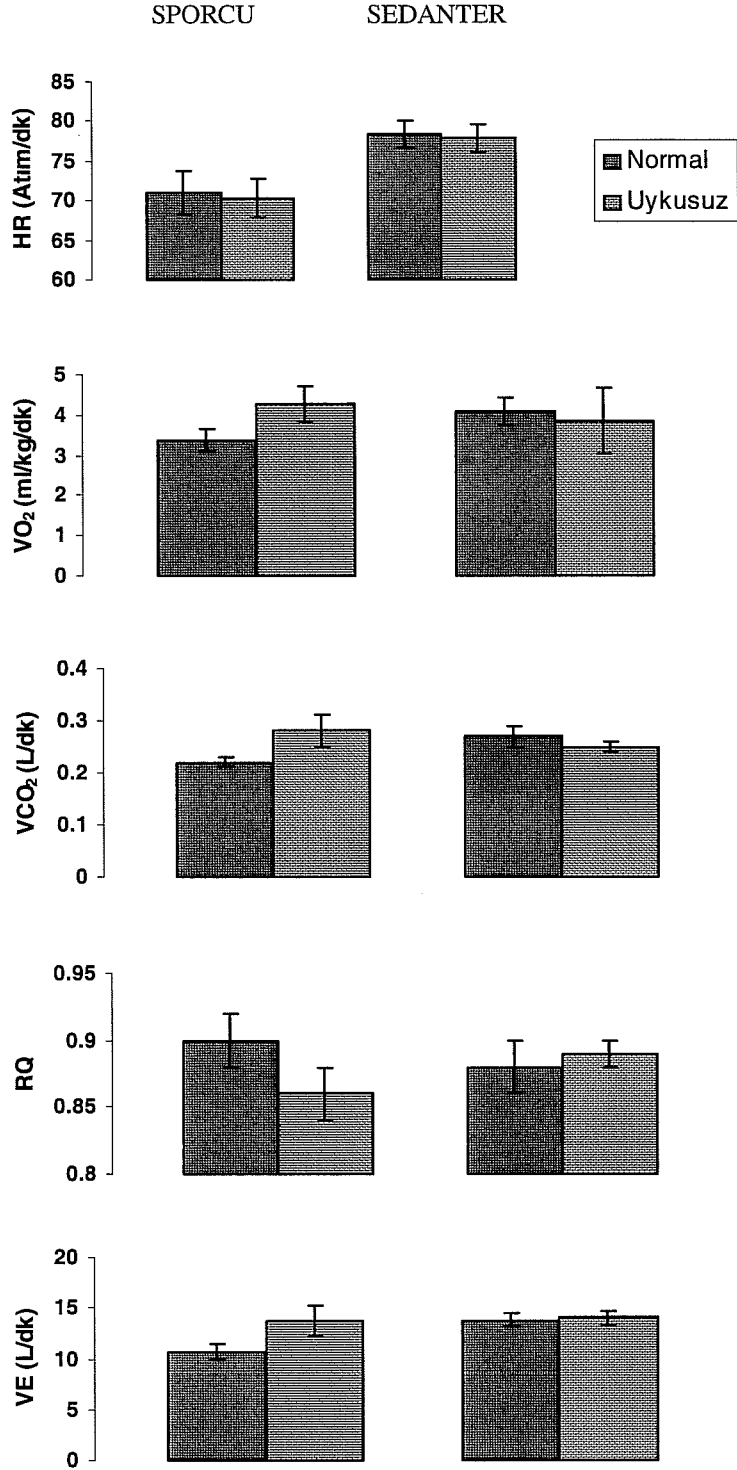
Şekil 4.3-b. Toparlanmanın 30.dakikasında VT, RR, SKB ve DKB parametrelerinin karşılaştırılması



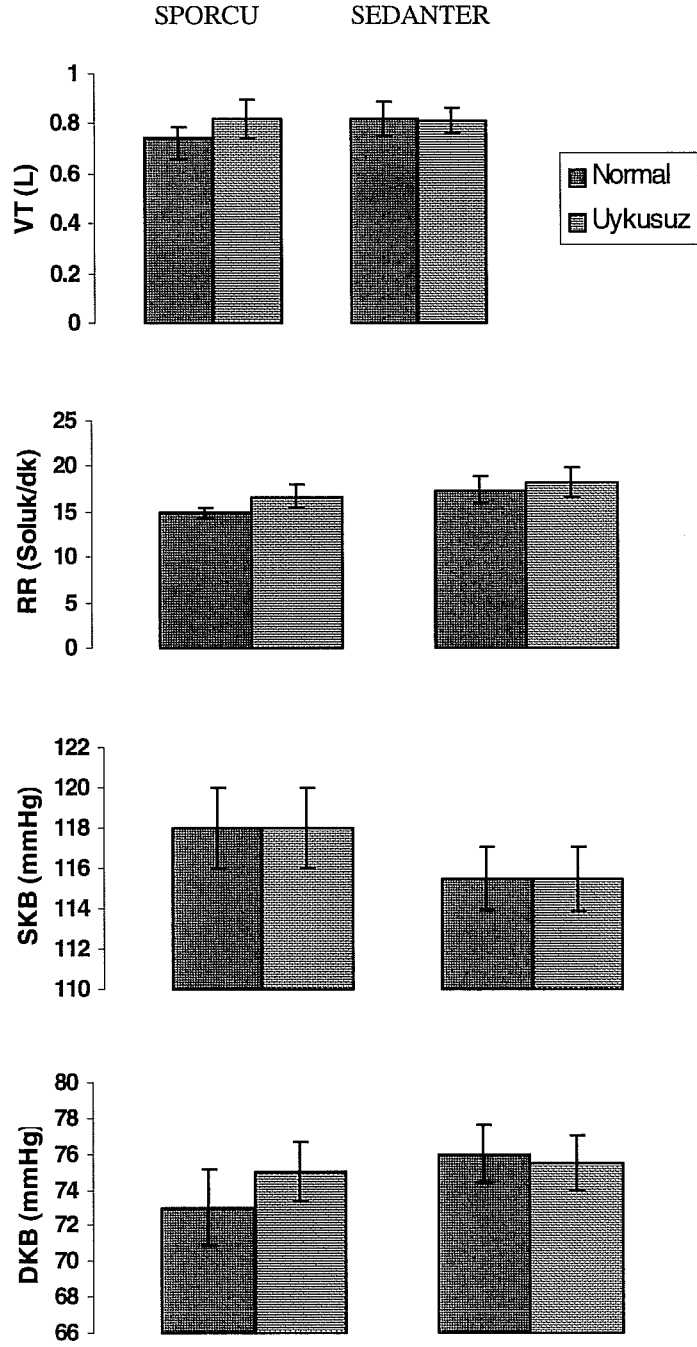
Şekil 4.4-a. Toparlanmanın 60.dakikasında HR, VO₂, VCO₂, RQ ve VE parametrelerinin karşılaştırılması



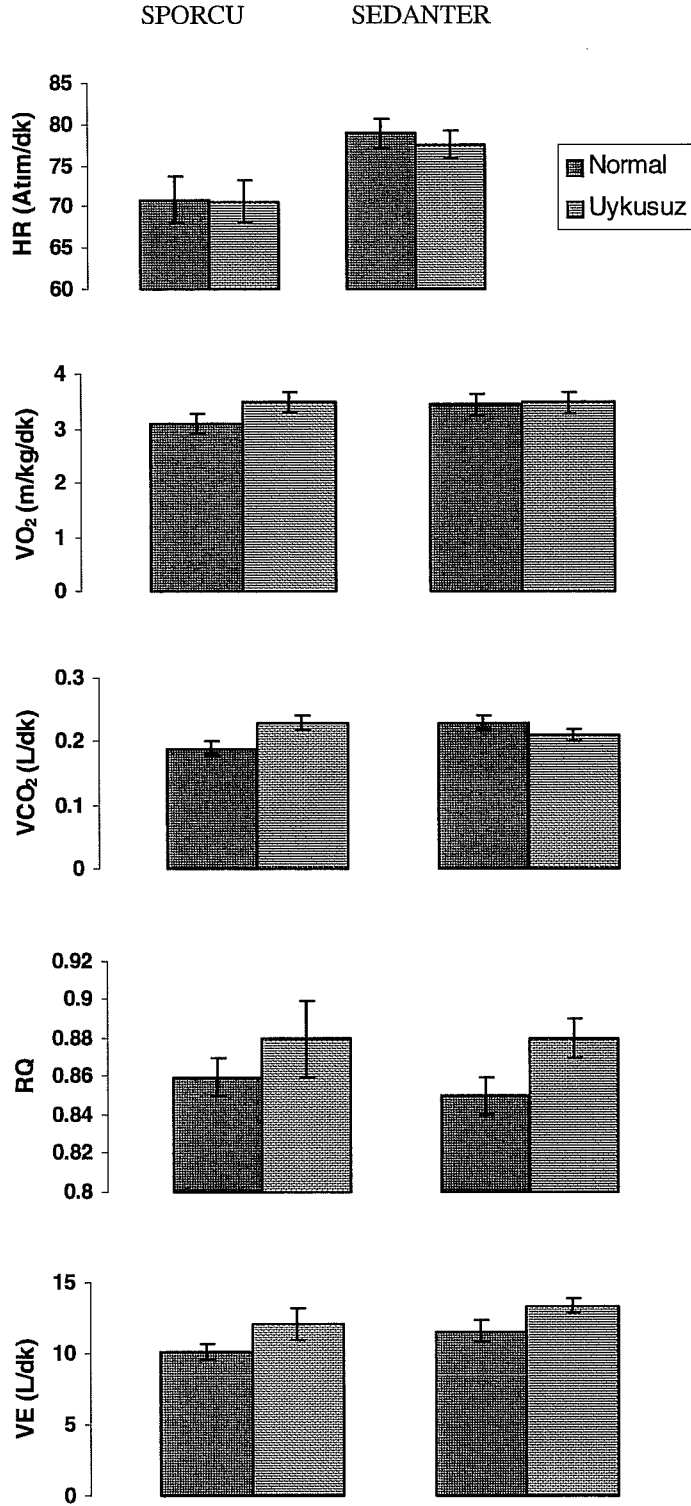
Şekil 4.4- b. Toparlanmanın 60.dakikasında VT, RR, SKB, DKB değerlerinin karşılaştırılması



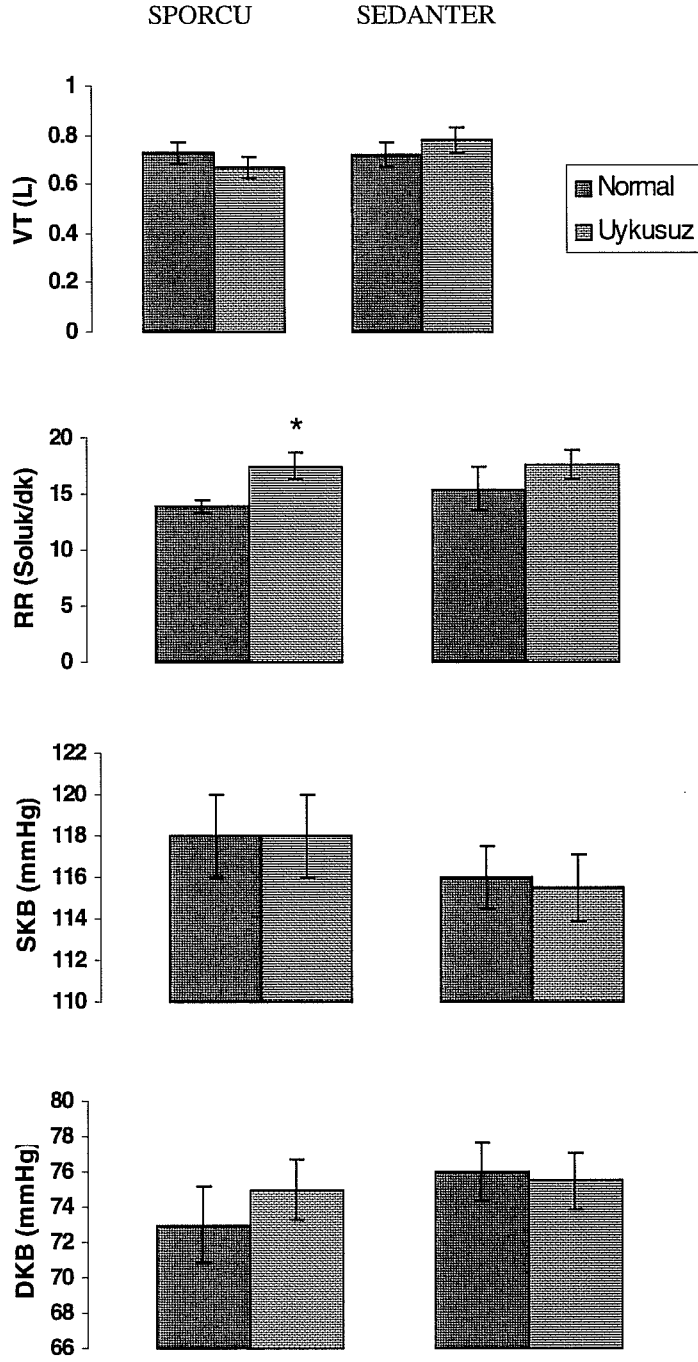
Şekil 4.5-a. Toparlanmanın 120.dakikasında HR, VO₂, VCO₂, RQ ve VE parametrelerinin karşılaştırılması



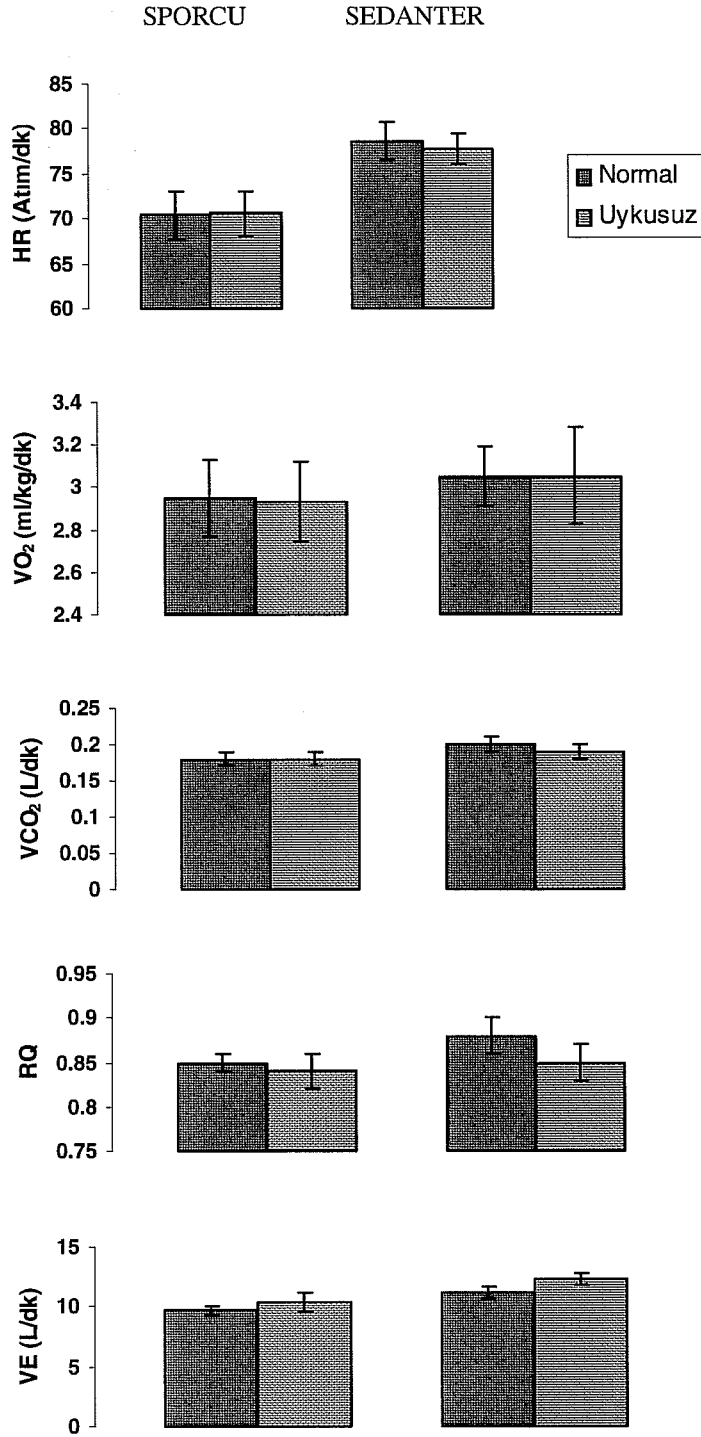
Şekil 4.5-b. Toparlanmanın 120.dakikasında VT, RR, SKB ve DKB değerlerinin karşılaştırılması



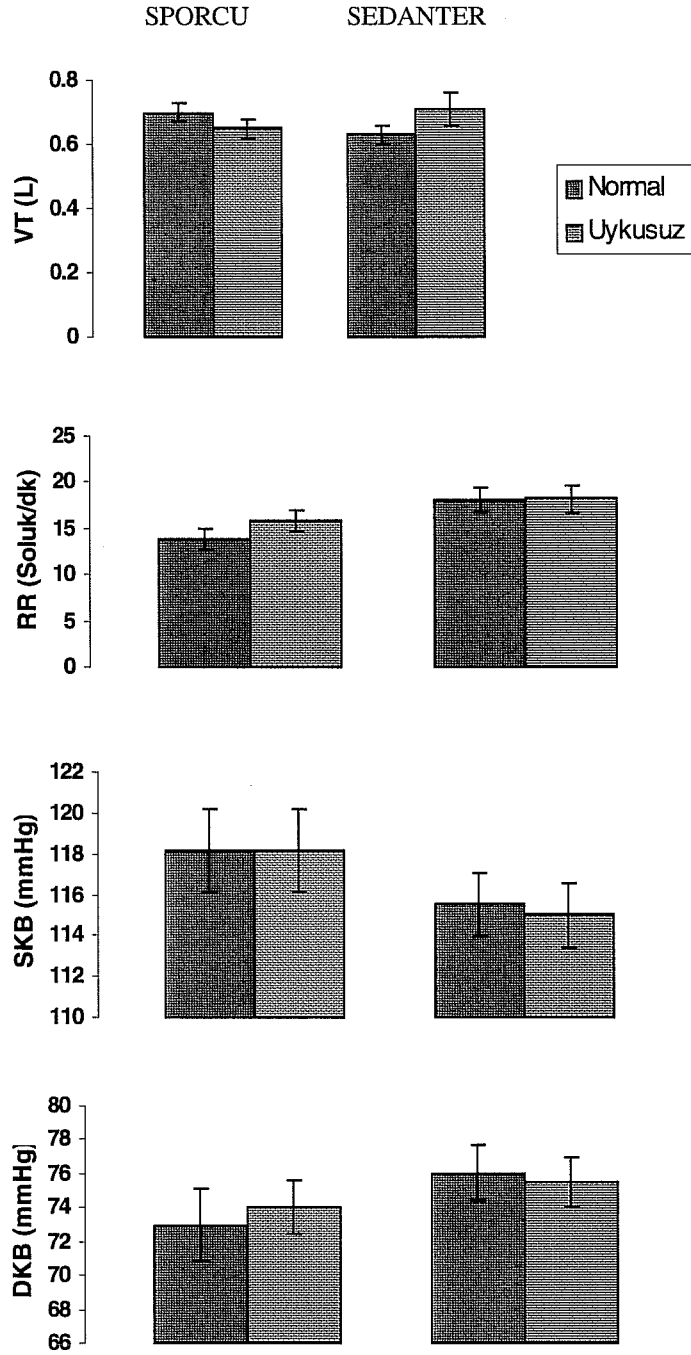
Şekil 4.6-a. Toparlanmanın 180.dakikasında HR, VO₂, VCO₂, RQ ve VE parametrelerinin karşılaştırılması



Şekil 4.6 –b. Toparlanmanın 180.dakikasında VT, RR, SKB ve DKB değerlerinin karşılaştırılması



Şekil 4.7-a. Toparlanmanın 240.dakikasında HR, VO₂, VCO₂, RQ ve VE parametrelerinin karşılaştırılması



Şekil 7-b. Toparlanmanın 240.dakikasında VT, RR, SKB ve DKB değerlerinin karşılaştırılması

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Bulgularımız bir gece uykusuzluğun sporcu ve sporcu olmayan bireylerde dinlenme parametreleri üzerinde aynı etkiyi oluşturmadığını göstermiştir. Spor yapmayan bireylerde uykusuzluk sonrası dinlenme HR, VE ve VT değerleri normal değerlere göre anlamlı olarak azalmıştır. Uykusuzluk sonrası HR değerlerinin değişmediğini (32,34,35) veya düştüğünü (7,10) gösteren çalışmalar vardır. Chen (10) spor yapmayan bireylerde 30 saat uykusuzluk sonrasında dinlenme katekolamin düzeylerinde azalma bulmuştur ve dinlenme kalp hızının düşmesini uykusuzluk sonrası sempatik etkinliğin azalmasına bağlamıştır. Biz de çalışmamızda sporcu olmayan grupta dinlenme kalp hızının düştüğünü gözledik. Dinlenme durumunda kanda katekolaminleri ölçemedik. Gözlediğimiz HR'deki azalma yine de uykusuzluktan sonra dinlenme durumunda katekolamin düzeylerinin azalması ile açıklanabilir. Diğer taraftan VE değerinde azalma egzersiz öncesi dinlenimde VT değerindeki düşmeden kaynaklanabilir. Çünkü $VE = VT \times RR$ 'dir. Bu nedenle VT azalması, RR değişmediğine göre, VE azalmasına götürür. Spor yapmayan sağlıklı bireylerde uykusuzluktan sonra dinlenme durumunda kan pH'ında azalma bildirilmiştir (10). H^+ iyon konsantrasyonunda artma VT azalmasından sorumlu olamaz.

Uyku kaybının fiziksel performansı kişinin enerji oluşturma veya enerji kullanma etkinliğini azaltarak etkileyebileceği ve bu etkilerin egzersiz sırasında ölçülen kardiyovasküler, solunumsal ve metabolik parametrelerde değişiklikler şeklinde kendisini gösterebileceği ileri sürülmektedir (62). Çalışmamızda maksimum egzersizde kardiyorespiratuvar parametrelerin uykusuzluk sonrası hem sporcularda hem de spor yapmayan grupta değişmediği görülmüştür. Bir gece uykusuzluk sonrası maksimum egzersizde kardiyorespiratuvar parametrelerin değişmediği bazı çalışmalar tarafından ileri sürülmüştür (32,34,35,37,40,62). Bulgularımız bu çalışmalardaki bulgular ile uyum sağlamaktadır. Uykusuzluğun max VO_2 ye etkisi uykusuzluk süresi, egzersiz süresi ve max VO_2 nin ergometre veya treadmill'de ölçülmesi gibi faktörlere bağlı olarak değişir (20). Genç bayanlarda yapılan bir çalışmada uykusuzluğun plazma

volümünü arttırdığı fakat max VO₂ yi değiştirmedeği bulunmuştur. Max VO₂ de değişme olmaması plazma volümü artışı nedeni ile kalp debisindeki artma ile açıklanmıştır. Bu araştırmacıların uyguladıkları uykusuzluk süresi (60 saat) bizimkinden çok uzundur (20). Çalışmamızdaki uykusuzluk süresinin plazma volümünü etkileyebileceğini düşünmüyoruz. Bu nedenle uykusuzluğun deneylerimizde maxVO₂ yi değiştirmemesini açıklamak için başka çalışmalara ihtiyaç vardır. HR'de değişme olmaması uykusuzluğun egzersiz sırasında plazma noradrenalin, adrenalin ve dopamin düzeylerini değiştirmemesine bağlı olabilir. Çünkü uykusuzluğun egzersiz sırasında plazma noradrenalin, adrenalin ve dopamin düzeylerini değiştirmedeği bulunmuştur (53). RQ metabolize edilen karbonhidrat ve yağlara göre değişir (71). Egzersizde RQ değerleri spor yapmayanlarda ve sporcularda uykusuzluktan sonra değişmedi. Bu bulgumuz uykusuzluğun değişik metabolik substratların egzersiz sırasında kullanımında önemli bir değişme yapmadığını göstermektedir. Uykunun vücut doku onarımından çok sinir hücre onarımı için gerekli olabileceği ileri sürülmüştür (27). Bu nedenle uyku kaybından sonra mental performansta azalmaya rağmen kas performansında azalma olmaması uykunun doku onarımından çok sinir hücre onarımı için gerekli olabileceği görüşünün ortaya atılmasına neden olmuştur (37). Deneylerimizde uykusuzluktan sonra yapılan egzersizde kardiyorespiratuvar parametrelerde normal uykudan sonra ölçülen değerlere göre azalma olmaması bu görüşle de uyum içindedir.

Bir gece uykusuzluk sonrası maksimum egzersizden sonra toparlanma döneminde kardiyorespiratuvar parametreler bakımından sporcu ve sporcu olmayan grup arasında farklılık görülmüştür. Sporcu grup toparlanmanın ilk saati içinde uykusuzluktan etkilenmiş ve 30. dk içerisinde VO₂, VCO₂ ve VE değerlerinde ayrıca 60.dk'da VO₂, VCO₂ ve RR değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı artışlar görülmüştür. Egzersize başlanıldığında kardiyorespiratuvar sistem aktif kaslara gerekli olan oksijeni hemen sağlayamaz ve aerobik süreçlerin oksijen gereksinimini tam olarak karşılayabilmesi için belirli bir zaman gerekir. Fakat vücudun oksijen gereksinimi egzersizle birlikte artar. Bu da egzersiz boyunca vücudumuzda bir oksijen açığının oluşmasını sağlar. Egzersiz bitiminde kaslar daha fazla aktif olmamasına rağmen

oksijen kullanımının yüksek seviyede kalmasına EPOC adı verilir (1,17,39,70). Çalışmamızda sporcu grupta toparlanma sürecinde gözlenen artan oksijen tüketimi ve karbondioksit çıkışı metabolizma artışının bir göstergesidir. Toparlanmada gözlenen VCO_2 ve RR'deki artma VE artışına götürür. Bizim bulgumuzdan farklı olarak McMurray ve Brown (40) sedanterlerde uykusuzluğun toparlanmada ventilasyon ve oksijen alımını arttırdığını bulmuşlardır. Bu araştırmacıların deneylerinde uyanıklı süresi, egzersiz şiddeti ve süresi bizim çalışmamızdakinden farklıdır. Bu nedenle bulgulardaki farklılık protokol farklılığına bağlı olabilir. Çalışmamızda uykusuzluktan sonra toparlanmada RR, VE, VO_2 , VCO_2 'de görülen artışların aynı şekilde sporcu olmayan bireylerde görülmemesi uykusuzluğun sporcu grupta toparlanma evresinde solunumsal etkinliği arttırdığını göstermektedir. Uykusuzluk sporcularda oksijen açığını arttırabilir. Fakat bu konuyla ilgili olarak daha detaylı ve kapsamlı çalışmalara ihtiyaç vardır. Toparlanmanın 120. ve 240.dakikasında her iki grupta da bir değişim gözlenmemiştir. Her ne kadar 180.dakikada sporcularda RR değerinde artış olsa da, VE'de anlamlı bir artış gözlenmemiştir.

Çalışmamızda her iki grupta da uykusuzluk sonrası yorulma zamanlarında düşüş gözlenmemiştir. Bu düşüşü görmememizin nedeni olarak deneklerde uykusuzluk sonrası yapılan egzersizde normale göre gözle görülür bir çaba artışının (The rate of perceived exertion) olması gösterilebilir. Uykusuzluk sonrası gözle görülür çaba ve gayretin arttığını gösteren literatürde çalışmalara rastlanmıştır (10,25,36,49).

Bulgularımız bir gece uykusuzluğun spor yapmayanlarda dinlenimde ventilasyonu azalttığı, spor yapmayan bireylerde ve basketbolcularda maksimal egzersizde kardiyorespiratuvar parametreleri etkilemediği ve basketbolcularda toparlanmanın ilk 60 dakikasında solunumsal ve metabolik performansı arttırdığı izlenimini vermiştir.

KAYNAKLAR DİZİNİ

1. AKGÜN N., Egzersiz ve Spor Fizyolojisi, 6. Baskı, 2.cilt, Ege Üniv, Basımevi İzmir, 1996
2. ALLEN WC, COWLEY J.R., Long term control of arterial blood pressure, *Physiological Reviews*, 72(1): U.S.A., 1992
3. BANGSBO J, HELLSTEN Y, Muscle blood flow and oxygen uptake in recovery from exercise, *Acta Physiol Scand*, 162(3): 305-12, 1998
4. BARTELS MN, JELIC S, NGAI P, GATES G, NEWANDEE D, REISMANN SS, BASNER RC, DE MEERSMAN RE, The effect of ventilation on spectral analysis of heart rate and blood pressure variability during exercise, 144(1) : 91-98, 2004
5. BEHNKE BJ, BARSTOW TJ, KINDIG CA, McDONOUGH P, MUSH IT, POOLE CD, Dynamics of oxygen uptake following exercise onset in rat skeletal muscle, *Respiratory Physiology & Neurobiology*, 133(3): 229-239,2002
6. BERNE RM, LEVY MN, *Physiology*, 4.ed., United States of America, 1998
7. BOND V, BALKISSON B, FRANKS D, BROWNLOW R, CAPRAROLA M, BARTLEY D, BANKS M, Effects of sleep deprivation on performance during submaximal and maximal exercise , *J Sport Med*, 26, 169-174, 1986
8. BORSHEIM E, BAHR R, Effect of exercise intensity , duration and mode on post-exercise oxygen consumption, *Sport Med.*, 33(14): 1037-60, 2003

9. BROOKS LV, OSBORN WJ, Homonal- sympathetic interactions in long-term regulation of arterial pressure: an hypothesis, American Physiological Society, 1343-1357, U.S.A.,1995
10. CHEN HI, Effects of 30-h Sleep Loss on Cardiorespiratory Functions at Rest and in Exercise, Med Sci Sport Exercise, 23(2), 193-8, 1991
11. CLUYDTS R, Comparing The Effects of Sleep Loss After Experimental Sleep Deprivation and in Clinical Patients, Sleep Medicine Reviews, 7(4): 293-295, 2003
12. DODDS J, The Physiology of Sleep , Current Anaesthesia & Critical Care, 13, 2-5, 2002
13. DRIVER HS, TAYLOR SR, Exercise and Sleep, Sleep Med Rev, 4(4): 387-402, 2000
14. ESPAANA RA, SACAMMEL TE, Sleep Neurobiology for The Clinician, Sleep, 27(4): 811-20, 2004
15. EWALD RW, SAPOVAL B, FILOCHE M, Desing of Peripheral Airways for Efficient gas exchange , Respiratory Physiology & Neurobiology , 1-25, 2005
16. FITTS RH, Muscle Fatigue: The Celluler aspects, 24(6): 9-13, 1996
17. FLECK SJ, KRAEMER WJ, Designing Resistance Training Programs, 2. ed. Human Kinetics, U.S.A.,1997
18. FOX FB, CERİT M, Beden Eğitimi ve Sporum Fizyolojik Temelleri, 2.baskı, Bağırğan Yayımevi, Ankara, 1999

19. FRANK BW, JASON PM, Age Associated declines in Exercisetime to exhaustion and ventilatory parameters in trained cyclists, *Journal of Exercise Physiology*, 6(1): 12-20, 2003
20. GOODMAN JM, RODOMSKI M, HART L, PLYLEY M, SHEPHARD RJ, Maximal aerobic exercise following prolonged sleep deprivation, *Int J Sports Med*, 10 (6): 419-423, 1989
21. GUYTON AC, HALL JE, *Textbook of Medical Physiology*, 9.Ed., W.B. Saunders Company, Philadelphia ,1996
22. GUYTON AC, HALL JE, Transport of oxygen and carbondioxide in the blood and body fluids, *Textbook of Medical Physiology*, W.B. Saunders Company, Philadelphia, 472: 2000
23. GANONG WF, *Review of Medical Physiology*, 18.Ed., A Simaon & Schuster Company, Connecticut , 1997
24. GÜNAY MJ, *Spor Fizyolojisi*, 1.Baskı, Gazi Kitabevi, Ankara, 2001
25. HIMASHREE G, BANERJE PK, SELVAMURTY W, Sleep and performance , *Indian J Physiol Pharmacol*, 46(1): 6-24, 2002
26. HOLE JW, *Human Anatomy and Physiology*, 6.ed., Editor Wheatley Ch. Wm.C.Brown Communications, Inc U.S.A., 1993
27. HORNE JA, Human sleep and tissue restitution: some qualifications and doubts. *Clin Sci* 65: 569-578, 1983
28. JARDINS TD, *Cardiopulmonary Anatomy & Physiology*, 4.Ed.,U.S.A., 2002

29. JAVORKA M, ZILA I, BALHAREK T, JAVORKA K, Heart Rate Recovery after exercise: Relation to heart rate variability and complexity , *Braz J Med Biol Res*, 35(8): 991-100, 2002
30. JERRY FG, *Cardiovascular and Pulmonary Physiology*, Lea & Febiger, U.S.A., Philadelphia, 1982
31. JEUKENDRUP A, VAN DIEMEN A, Heart rate monitoring during training and competition in cyclists, *Journal of Sport Sciences* , 16, 91-99, 1998
32. MARTIN B, GADDIS G, Exercise after sleep deprivation , *Medicine and Science in Sports and Exercise* , 13(4): 220-223, 1981
33. MARTIN B, HANEY R, Self selected exercise intensity is unchanged by sleep loss, *Eur J Apply Physiol*, 49, 79-86,1982
34. MARTIN B, CHEN H, Sleep loss and the sempathoadrenal response to exercise , *Medicine And Science in Sports and Exercise* , 16(1): 56-69, 1984
35. MARTIN B, BENDER R.P, CHEN H, Stress hormonal response to exercise after sleep loss, *Eur J Appl Physiol*, 55, 210-4,1986
36. MARTIN B, Sleep deprivation and the exercise , *Exerc Sport Sci Rev*, 14.cilt, 213-229, 1986
37. MAUGIN F, BOURDIN H, REGAUD-SIMON ML, DIDIER JM, TAUBIN G, KANTELIP JP, Effects of selective sleep deprivation on subsequent anaerobic performance , *Int j Sports Med*, 17(2),115-119, 1996

38. MATSUMOTO Y, MISHIMA K, SATOH K, SHIMIZU T, HISHIKAWA Y, Physical activity increases the dissociation between subjective sleepiness and objective performance levels during extended wakefulness in human, *Neuroscience Letters*, 326,133-136,2002
39. MCARDLE WD, KATCH FL, KATCH VL, *Essentials of Exercise Physiology*, 2.Ed, Lippicott Williams & Wilkins, U.S.A., 2002
40. MCMURRAY RG, BROWN CF, The effect of sleep loss on high intensity exercise and recovery, *Aviat Space Environ Med*, 55(11): 1031-5, 1984
41. MONTELPARE W, PLYLEY M, SHEPHARD R, Evaluating the influence of sleep deprivation upon circadian rhythms of exercise metabolism, *Can J Spt Sci*, 17(2): 94-97, 1992
42. MULKEY DK, STORNETTA RL, WESTON MC, SIMMONS JR, PARKER A, BAYLISS DA, GUYENET PG, Respiratory control by ventral surface chemoreceptor neurons in rats , *Nat Neurosci*, 7(12): 1360-9, 2004
43. MURALLI NS, SVATIKOVA A, SOMERS VK, Cardiovascular physiology and sleep, *Front Biosci*, 1(8): 636-52, 2003
44. NESTEROV SV, NESTEROV VP, BURDYGIN IA, The effect of respiratory frequency on heart rate variability, *Doklady Biological Sciences*, 400, 25-27, 2005
45. O'SULLIVAN S, BELL C, The effects of exercise and training on human cardiovascular reflex control, *Journal of the Autonomic Nervous System*, 81(1-3): 16-24, 2000

46. PLYLEY MJ, SHEPHARD RJ, DAVIS GM, GOODE R, Sleep deprivation and cardiorespiratory function: influence of intermittent submaximal exercise, *Eur J Appl Physiol* 56, 338-344, 1987
47. PRAMPERO PE, A Brief comment on the factors limiting maximal oxygen consumption in humans, *Eur J Appl Physiol*, 80:116-117, 1999
48. RASMUSSEN J, HANEL B, SAUNAMAKI K, SECHER NH ,Recovery of pulmonary diffusing capacity after maximal exercise , *J Sport Sci*, 10(6): 525-31, 1992
49. RODGERS CD, PETERSON DH, CUNNINGHAM DA, NOBLE EG, PETTIPREW F, MYLES WS, TAYLOR AW, Sleep deprivation: effect on work capacity, Self-Paced Contractile Properties and Perceived Exertion, *Sleep*, 18(1): 30-8, 1995
50. ROBERT GS, RONALD JH, MILES MS, Effect of prolonged sleep deprivation, with and without chronic physical exercise on mood and performance, *Psychophysiology*, 22(3): 276-282, 1985
51. SAVIS J, Sleep and the athletic performance : Overview and implications for sport psychology, *The Sport Psychologist*, 8, 111-125, 1994
52. SENSORMEDICS REFERENCE MANUEL, Sensormedics Corporation, U.S.A., 1997
53. SHEA SS, Life without ventilatory chemosensitivity, *Respiration Physiology*, 110(2-3): 199-210, 1997

54. SHORT KR, SEDLOCK DA, Excess postexercise oxygen consumption and recovery rate in trained and untrained subjects, *J Appl Physiol*, 89(1): 153-9, 1997
55. SIEGEL J, Barin mechanisms that control sleep and waking, *Naturwissenschaften*, 91(8): 355-65, 2004
56. SIEGEL JM, The neurotransmitters of sleep , *J Clin Psychiatry*, 16, 4-7, 2004
57. SONG G, POON CS, Functional and structural models of pontine modulation of mechanoreceptor and chemoreceptor reflexes, *Respir Physiol Neurobiology*, 143 (2-3): 281-92, 2004
58. SORENSEN VB, WROBLEWSKI H, GALATIUS S, HAUNSO S, KASTRUP J, Assesment of continuous skeletal muscle blood flow during exercise in humans , *Microvascular Research*, 59, 301-309, 2000
59. SOUISSI N, SESBOUE B, GAUTHIER A, LARUE J, DAVENNE D, Effects of one night's sleep deprivation on anaerobic performance the following day, *Eur J Appl Physiology*, 89, 359- 366, 2003
60. STANLEY N, The physiology of sleep and the impact of aging , *European Urology Supplements*, 3(6): 17-23, 2005
61. STICKLAND MK, WILLIAM DA, HAYKOWSKY MJ, WELSH R.C, STEWARD RP, RICHARD LJ, Effect of prolonged exercise to exhaustion on left-ventricular function and pulmonary gas exchange, *Respiratory Physiology&Neurobiology*, 142(2-3): 197-209, 2004
62. SYMONS CD, VANHELDER T, MYLES WS, Physical performance and physiologic responses following 60 hours of sleep deprivation , *Medicine and Science In Sports and Exercise*, 20, 374-80, 1988

63. TEHRANI FT, Function of brainstem neurons in optimal control of respiratory mechanics, *Biol Cybern*, 89(3): 163-9, 2003
64. TOMLIN DL, WENGER HA, The Relationship between aerobic fitness and recovery from high intensity intermittent exercise, *Sport Med*, 31(1): 1-11, 2001
65. URSINO M, MAGOSSO E, Interaction among humoral and neurogenic mechanism in ventilation control during exercise , *Ann Biomed Eng*, 32(9): 1286-99, 2004
66. VAN HELDER T, RADOMSKI MW, Sleep deprivation and the effect on exercise performance , *Sport Med*, 7(4): 235- 47, 1989
67. WASSERMAN K, HANSEN EJ, SUE YD, CASABURI R, WHIPP JB, Principles of exercise testing and interpretation, Lippincott Williams & Wilkins.U.S.A., 3.Ed, 1999
68. WEBB W, KAUFMANN D, DEVY C, Sleep deprivation and physical fitness in young and older subjects, *J Sport Med*, 21, 198- 202, 1981
69. WHITE DP, DOUGLAS NJ, PICKETT CK, ZWILLICH CW, WEIL CV, Sleep deprivation and the control of ventilation, *Am Rev Respir Dis*, 128(6): 984-6, 1983
70. WILMORE JH, COSTIL DL, Physiology of Sport and Exercise , 2.Ed, U.S.A., 1999
71. ZOLADS JA, DUDA K, MAJERCZAK J, KULPA J, Gas exchange, Blood acid-base balance and mechanical muscle efficiency during incremental levels of exertion in young healthy individuals , *Pneumol Alergo Pol.*, 66(3-4): 163-72, 1998

ÖZGEÇMİŞ

T.C. vatandaşı olan Ozan Şirikci 31.05.1977 yılında K. Maraş'ta doğdu. 2000 yılında Anadolu Üniversitesi Beden eğitimi ve Spor Yüksek okulundan mezun oldu. Osmangazi Üniversitesi Tıp Fakültesi Fizyoloji Anabilim Dalında fizyoloji üzerine yüksek lisans eğitimine devam etmekte olan Ozan Şirikci özel bir kurumda Fitness ve Yoga eğitmenliği yapmaktadır.