

OSMANGAZI ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
FİZYOLOJİ ANABİLİM DALI

11504'

**SPORCULARDA UYKUSUZLUĞUN
DİNLENİM SPIROMETRİK PARAMETRELERE VE
EGZERSİZE KARDİYORESPIRATUVAR CEVAPLARA ETKİSİ**

115042

YÜKSEK LİSANS TEZİ

T.C. YÜKSEKÖĞRETİM BAKANLIĞI
ULUSLARARASI YÜKSEK LİSANS ENSTİTÜSÜ

ORHAN AZBOY

Danışman : Prof. Dr. Ziya KAYGISIZ

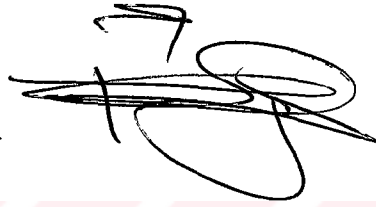
Nisan 2002

KABUL VE ONAY SAYFASI

Orhan Azboy'un YÜKSEK LİSANS Tezi olarak hazırladığı "Sporcularda Uykusuzluğun Dinlenme Spirometrik Parametrelere Ve Egzersize Kardiyorespiratuvar Cevaplara Etkisi" başlıklı çalışma, jürimizce Lisansüstü Öğretim Yönetmeliği'nin ilgili maddeleri uyarınca değerlendirilerek kabul edilmiştir.

17.04.2002

ÜYE:
Prof. Dr. Ruhi UYAR



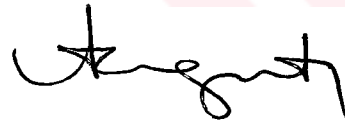
ÜYE:
Prof. Dr. Ziya KAYGISIZ



ÜYE:
Doç. Dr. Kubilay UZUNER



ÜYE:
Doç. Dr. Akın TURGUT

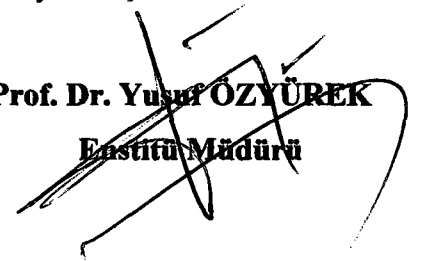


ÜYE:
Doç. Dr. Sinan ERGİNEL



Osmangazi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun 09/05/2002 tarih ve 542/1496 sayılı kararı ile onaylanmıştır.

Prof. Dr. Yusuf ÖZYÜREK
Enstitü Müdürü



İÇİNDEKİLER

İÇİNDEKİLER	i
ÖZET	iv
SUMMARY	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ	vii
TABLolar DİZİNİ	viii
SİMGE VE KISALTMALAR DİZİNİ	ix
1. GİRİŞ VE AMAÇ	1
2. GENEL BİLGİLER	4
2.1. SOLUNUM SİSTEMİ	4
2.1.1. Akciğer Ventilasyonu	4
2.1.2. İspirasyon	6
2.1.3. Ekspirasyon	7
2.1.4. Ventilasyonun Düzenlenmesi	7
2.1.4.1. Santral kemoreseptörler	8
2.1.4.2. Periferik kemoreseptörler	9
2.1.4.3. Akciğerlerin gerilim reseptörleri	9
2.1.4.4. Eklem ve kas reseptörleri	10
2.1.5. Egzersizin Solunum Sistemine Etkisi	11
2.2. AKCİĞER HACİMLERİ	13
2.2.1. Statik Akciğer Hacimleri	14
2.2.2. Dinamik Akciğer Hacimleri ve Akım Zamanları	16
2.2.3. Akciğer Volümlerini Etkileyen Faktörler	18
2.3. DOLAŞIM SİSTEMİ	19
2.3.1. Kalp Debisi	20
2.3.1.1. Kalp atım hacmi	20
2.3.1.2. Kalp atım hızı	21
2.3.2. Kan Akımı ve Düzenlenmesi	21
2.3.3. Egzersizin Kardiyovasküler Sisteme Etkisi	22
2.4. MAKSİMAL OKSİJEN TÜKETİMİ	24

2.5. SOLUNUMSAL GAZ DEĞİŞİM ORANI	25
2.7. UYKU VE UYKUNUN OLUŞUMU	26
2.8. UYKU VE UYKUSUZLUĞUN FİZYOLOJİK ETKİLERİ	27
2.9. UYKUSUZLUĞUN SOLUNUMSAL VE KARDİYAK PARAMETRELERE ETKİLERİ	27
3. GEREÇ VE YÖNTEM	29
3.1. GEREÇLER	29
3.2. YÖNTEM	29
3.2.1. Uygulama Yöntemi	29
3.2.2. Akciğer Hacimleri Ölçüm Yöntemi	31
3.2.2.1. Statik Akciğer Hacimleri Ölçümü	31
3.2.2.2. Dinamik Akciğer Hacimleri Ölçümü	31
3.2.2.3. Maksimal İstemli Ventilasyon Ölçümü	32
3.2.3. Egzersiz Yöntemi	32
3.2.4. İstatistiksel Yöntem	34
4. BULGULAR	36
4.1. VOLEYBOLCU BULGULARI	36
4.1.1. Voleybolcularda Uykusuzluğun Dinlenim Kardiyorespiratuvar Parametrelere Etkisi Bulguları	36
4.1.2. Voleybolcularda Uykusuzluğun Egzersiz Kardiyorespiratuvar Parametrelere Etkisi Bulguları	38
4.1.3. Voleybolcularda Egzersizin Kardiyorespiratuvar Parametrelere Etkisi Bulguları	39
4.1.4. Voleybolcularda Uykusuzluğun Spirometrik Parametrelere Etkisi Bulguları	40
4.2. ATLET BULGULARI	40
4.2.1. Atletlerde Uykusuzluğun Dinlenim Kardiyorespiratuvar Parametrelere Etkisi Bulguları	40
4.2.2. Atletlerde Uykusuzluğun Egzersiz Kardiyorespiratuvar Parametrelere Etkisi Bulguları	42

4.2.3. Atletlerde Egzersizin Kardiyorespiratuvar Parametrelere Etkisi Bulguları	43
4.2.4. Atletlerde Uykusuzluğun Spirometrik Parametrelere Etkisi Bulguları	44
4.3. YORULMA ZAMANI BULGULARI	44
4.4. SPORCU GRUPLARININ KARŞILAŞTIRILMASI BULGULARI	45
5. TARTIŞMA VE SONUÇ	56
KAYNAKLAR DİZİNİ	61
ÖZGEÇMİŞ	67



ÖZET

Bu çalışmada bir gecelik uykusuzluğun, dinlenme spirometrik parametrelere ve egzersize kardiyorespiratuvar cevaplara etkisi 10 voleybol, 10 atlet sporcu ile çalışıldı. Sporcular biri 8 saatlik normal uyku sonrasında diğeri ise bir gece en az 24 saatlik uykusuzluktan sonra olmak üzere 2 defa deneye alındı. Spirometrik ölçümler egzersiz deneyinden hemen önce yapıldı. Egzersiz testi ergobisiklette CPX-25 protokolü ile gerçekleştirildi.

Her iki sporcu grubunda egzersiz normal uykudan ve uyku kaybından sonra HR, VO₂, VCO₂, RQ, VE, V_T ve RR parametrelerinde anlamlı artmaya (p<0.001) neden oldu. SpO₂ normal uyku ve uyku kaybından sonra egzersizle atletlerde anlamlı olarak azaldı (p<0.05) Voleybolcularda da normal uykudan sonra egzersizde anlamlı olarak azaldı (p<0.01).

Spirometrik değerlerde uykusuzlukla birlikte çeşitli düşme ve yükselmeler görülmesine rağmen bu değişiklikler istatistiksel olarak anlamlılık göstermedi. Yorulma zamanlarında her iki sporcu grubunda da uykusuzlukla birlikte azalmalar görüldü ve sadece voleybolcu grubunda p<0.01 düzeyinde anlamlı azalma bulundu. Her iki sporcu grubunda uyku kaybı sonrasında yapılan egzersizde elde edilen en yüksek VO₂, VCO₂, HR, RQ, ve SpO₂ değerleri normal uyku sonrasındaki değerlere göre istatistiksel olarak anlamlı olmayan VE değeri ise anlamlı olan azalmalar gösterdi. Uyku kaybı Voleybol sporcularının RR değerlerinde anlamlı azalma (p<0.05), V_T'de anlamlı yükselme (p<0.05), atletlerin V_T değerinde anlamlı azalmaya (p<0.01) neden oldu. Spor branşı farklılığı açısından baktığımızda ise voleybolcu ve atletler arasında normal ve uykusuz dinlenme HR değerlerinde, normal ve uykusuz egzersiz en yüksek VE değerlerinde ve uykusuz egzersiz en yüksek RR değerinde p<0.05 düzeyinde anlamlı farklılıklar bulundu.

Bulgularımız uyku kaybının kardiyorespiratuvar değerlere olan etkisinin istatiksel olarak anlamlı olmasa da var olduğunu özellikle egzersiz en yüksek VE değerlerini ve yorulma zamanını azalttığı izlenimini vermektedir.

Anahtar kelimeler: Uykusuzluk, egzersiz, kalp solunum yanıtları, spirometrik değerler



SUMMARY

THE EFFECT OF SLEEP DEPRIVATION ON RESTING SPIROMETRIC PARAMETERS AND CARDIORESPIRATORY RESPONSES TO EXERCISE ON SPORTSMEN

In this study the effects of sleep deprivation, resting and cardiorespiratory responses to exercise has been investigated in ten volleyball players and athletes. Sportsmen performed spirometric tests at rest and then exercise testing following one night sleep (8 hours) and 24 hours sleeplessness. Subjects made an incremental exercise with increments in work rate as 25 watt/per minute.

Exercise significantly ($p < 0.001$) increased HR, VO_2 , VCO_2 , RQ, VE, V_T and RR following normal sleep and sleep deprivation in both groups. Exercise significantly ($p < 0.05$) decreased SpO_2 in athletes after normal sleep and sleep deprivation. Exercise also significantly rised ($p < 0.01$) SpO_2 in volleyball players after normal sleep.

Spirometric variables showed no significant change following sleep deprivation Tiredness time was reduced by sleep deprivation in both volleyball players and athletes and a significant ($p < 0.01$) decrease in this parameter was seen in volleyball players, Sleep loss insignificantly decreased the peak exercise values of VO_2 , VCO_2 , HR, RQ and SpO_2 , and it significantly ($p < 0.05$) decline in RR of volleyball players. V_T value was significantly ($p < 0.05$) lower in athletes by sleep deprivation. There were $p < 0.05$ diffrences between the resting HR and peak exercise VE values of volleyball players and athletes after normal sleep and sleep deprivation. There was also a significant ($p < 0.05$) difference between RR values of volleyball players and athletes after sleep deprivation.

Our results suggest that sleep loss may decrease peak exercise VE and tiredness time.

Key words: Sleep deprivation, exercise, cardiorespiratory responses, spirometrics parameters

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1.	Egzersiz sırasında ventilasyonun düzenlenmesi	10
Şekil 2.2.	Egzersizle birlikte akciğer volümlerinde oluşan farklılıklar	11
Şekil 2.3.	Egzersizle birlikte solunum dakika volümünde olan değişiklikler	12
Şekil 2.4.	Sporcu ve sporcu olmayan erkek ve bayanlarda diffüzyon kapasitesi	13
Şekil 2.5.	Antrenmanlı ve antrenmansız bireylerin, akciğer volüm ve kapasitelerindeki farklılıklar	16
Şekil 2.6.	Egzersiz sırasında kardiyovasküler sistemin kontrolü	23
Şekil 4.1.	Uykusuzlukla gerçekleşen HR'deki değişimler	48
Şekil 4.2.	Uykusuzlukla gerçekleşen VO_2 'deki değişimler	48
Şekil 4.3.	Uykusuzlukla gerçekleşen VCO_2 'deki değişimler	48
Şekil 4.4.	Uykusuzlukla gerçekleşen RQ'daki değişimler	49
Şekil 4.5.	Uykusuzlukla gerçekleşen SpO_2 'deki değişimler	49
Şekil 4.6.	Uykusuzlukla gerçekleşen VE'deki değişimler	49
Şekil 4.7.	Uykusuzlukla gerçekleşen V_t 'deki değişimler	50
Şekil 4.8.	Uykusuzlukla gerçekleşen RR'deki değişimler	50
Şekil 4.9.	Uykusuzluğun VC'ye olan etkisi	51
Şekil 4.10.	Uykusuzluğun MVV'ye olan etkisi	51
Şekil 4.11.	Uykusuzluğun FVC'ye olan etkisi	51
Şekil 4.12.	Uykusuzluğun FEV1'e olan etkisi	52
Şekil 4.13.	Uykusuzluğun % FEV1/FVC'ye olan etkisi	52
Şekil 4.14.	Uykusuzluğun FEF %25'e olan etkisi	52
Şekil 4.15.	Uykusuzluğun FEF %50'ye olan etkisi	53
Şekil 4.16.	Uykusuzluğun FEF %75'e olan etkisi	53
Şekil 4.17.	Uykusuzluğun FEF %25-75'e olan etkisi	53
Şekil 4.18.	Uykusuzluğun FEF %75-85'e olan etkisi	54
Şekil 4.19.	Uykusuzluğun PEF'e olan etkisi	54
Şekil 4.20.	Uykusuzluğun FET %25-75'e olan etkisi	54
Şekil 4.21.	Uykusuzluğun FET %100'e olan etkisi	55

TABLULAR DİZİNİ

Tablo 3.1.	Deneklerden alınan ölçüm sayıları, ölçüm durumları.	30
Tablo 3.2.	CPX – 25 egzersiz protokolü.	34
Tablo 4.1.:	Atlet ve voleybol sporcularının Yaş, Boy, Vücut ağırlığı, Vücut Yüzey Alanı (BSA) ve Vücut kütle İndeksleri (BMI) arasındaki farklılık	36
Tablo 4.2.:	Voleybolcularda uykusuzluğun dinlenme kardiyorespiratuvar parametrelere etkisi	36
Tablo 4.3.:	Voleybolcularda uykusuzluğun egzersiz 11'inci dakikadaki kardiyorespiratuvar parametrelere etkisi	38
Tablo 4.4.:	Voleybolcularda yapılan egzersizin yarattığı değişikliklerin karşılaştırılması	39
Tablo 4.5.:	Voleybolcu erkeklerde uykusuzluğun spirometrik değerlere etkisi	40
Tablo 4.6.:	Atletlerde uykusuzluğun dinlenme kardiyorespiratuvar parametrelere etkisi	40
Tablo 4.7.:	Atletlerde uykusuzluğun egzersiz 11'inci dakikadaki kardiyorespiratuvar parametrelere etkisi	42
Tablo 4.8.:	Atletlerde yapılan egzersizin yarattığı değişikliklerin karşılaştırılması	43
Tablo 4.9.:	Atlet erkeklerde uykusuzluğun spirometrik değerlere etkisi	44
Tablo 4.10.:	Normal ve uykusuz durumda yapılan egzersizde voleybolcu ve atletlerin yorulma zamanları	45
Tablo 4.11.:	Egzersiz öncesinde dinlenme durumunda oluşan kardiyorespiratuvar parametre değerlerinin spor branşlarına göre karşılaştırılması	45
Tablo 4.12.:	Egzersiz sonucunda oluşan kardiyorespiratuvar parametrelerin en yüksek değerlerinin spor branşlarına göre karşılaştırılması	46
Tablo: 4.13.:	Deneylerden önce gerçekleştirilen kalibrasyon değerleri	46

SİMGE VE KISALTMALAR

KISALTMALAR

AÇIKLAMALAR

HR	Kalp atım sayısı
VO ₂	Oksijen tüketimi
VCO ₂	Karbondiosit tüketimi
RQ	Solunumsal gaz değişim oranı
SpO ₂	Arteriyel oksijen saturasyonu
VE	Solunum dakika volümü
V _T	Tidal volüm
RR	Dakikadaki solunum sayısı
BSA	Vücut yüzey alanı
BMI	Vücut kütle indeksi
BTPS	Su buharına doymuş, vücut sıcaklığı ve basıncı
NE	Norepinefrin
ACh	Asetilkolin
SA	Sinoatriyel düğüm
max VO ₂	Maksimal oksijen tüketimi

1. GİRİŞ VE AMAÇ

Sağlıklı yaşam, performans artışı, karşısındaki rakibi yenme yada en iyi dereceyi elde etme isteği insanoğlunu tarih boyunca meşgul etmiş ve bunları elde etmek için çeşitli çalışma metotları içine girmiştir. 18. yüzyıldaki bilimsel gelişmeler, özellikle fizyolojik bilimlerdeki ilerlemeler organizmanın egzersize uyumu ile ilgili sorulara cevaplar bulmaya başlamıştır. 19. yüzyılda özellikle 1883 yılında Dr. Speck'in bisiklet ergometresini dizayn etmesi ile egzersiz fizyolojisi konusundaki çalışmalar ivme kazanmış ve konuya ilginin boyutları büyümüştür (1). Yapılan çalışmalar açıkça göstermiştir ki başarıya ancak, yapılacak dengeli ve sistemli antrenmanların sonucunda ulaşılabilecektir. Bunun için de antrenmanlarda amaca uygun egzersizler şiddeti giderek artacak şekilde tekrarlayarak yapılarak organizmanın kuvvet, kardiyovasküler - kassal dayanıklılık, esneklik, nöromusküler koordinasyon gibi çeşitli fonksiyonel özellikleri geliştirilmelidir. Özellikle kardiyovasküler dayanıklılık, çalışan dokulara ihtiyaç duyulan oranda oksijen götürülmesi ve çalışan dokularda meydana gelen metabolik atıkların ve ısının dokulardan uzaklaştırılmasındaki yeterlilik düzeyini ifade etmektedir (4). Aerobik kaynaklı enerji oluşumu için gerekli olan oksijeni dokulara taşıyacak olan solunum ve dolaşım sisteminin kusursuz çalışması ve mükemmelliği, elde edilmek istenen başarı için ilk şarttır.

Yarışmalarda iyi derece elde etmek için sporcuların iyi antrene olmasının yanında, yeterince dinlenmiş olması da gerekmektedir. Çok iyi antrene olmuş elit düzeydeki atletler dahi genellikle yarışma programları ve yarışma yerine ulaşım yüzünden uyku düzenlerinin bozulduğunu ve yarışmaya uykusuz olarak girdiklerini bildirmektedirler. Özellikle yarışmadan bir gece öncesinde; yarışma yerine yapılan seyahat yada çeşitli faktörlerin neden olduğu yorgunluk, yarışmanın önemine göre veya sporcunun kişisel psikolojik özelliklerinden kaynaklanan yarışma stresi, yarışmaya motivasyonun sağlanması ve iyi bir dinlenimin kontrolü amacıyla yapılan kamplar, sporcuların yarışma gecesini uykusuz geçirmesine neden olabilmekte, bunun da yarışma sonucunu etkileyeceği düşünülmektedir. Performansın uyku kaybından sonra düşmesi; bu düşüşün uyku kaybının doğal bir sonucu mu, yoksa sporcuların uykusuzluğun

performansı etkileyeceğini düşündüklerinden dolayı mı gerçekleştiği, yanıtlanması gereken bir sorudur.

Uykusuzluğun kavrama ve algı fonksiyonları üzerindeki etkileri bu güne kadar yapılan çalışmalarla iyi bir şekilde belgelenmiştir (5,7,11,36,43). Ancak egzersiz sırasında kardiyorespiratuvar fonksiyonlara olan etkisini irdeleyen çalışma çok sınırlı sayıda ve sonuçları da çok çelişkilidir. Örneğin Martin ve Gaddis 'in (24) 1981 yılında yayınlanan bir çalışmasında uykusuzluk sonrası yapılan egzersizde oksijen tüketimi (VO_2), karbondioksit üretimi (VCO_2), ve solunum dakika volümü (VE) değerlerinde bir değişiklik olmadığını gösterilirken Bond ve arkadaşlarının (6) 1986 yılında yayınlanan çalışmasında bu değerlerin azaldığı bildirilmiştir. Literatürde Martin ve Gaddis 'in çalışmasına paralel olarak, kardiyorespiratuvar dayanıklılığın bir göstergesi kabul edilen VO_2 'nin değişmediğini gösteren 6 çalışma (23,25,26,28,31,38), Bond ve arkadaşlarının çalışmasına paralel olarak VO_2 'nin azaldığını gösteren 4 çalışma (9,29,30,34) vardır. Daha önceki çalışmalarda uykusuzluktan sonra deneklere ya aerobik (6,9,14,24,25,28,29,30,33,34) ya da anaerobik nitelikte (19,31,38) egzersizler yaptırıldığı gibi aynı kişilere iki ayrı zamanda hem aerobik hem de anaerobik nitelikte egzersizler yaptırılmış (26), hangi tür egzersizin uykusuzluktan nasıl etkilendiği incelenmiştir. Ancak hiçbir çalışmada spor branşı farklı iki ayrı sporcu grubuyla çalışılmamış olup uyku kaybından sonra yapılan egzersize verilen kardiyorespiratuvar cevapların spor branşı farklılığından etkilenip etkilenmediği ayrıca sporcularda uykusuzluğun spirometrik parametrelere etkisi olup olmadığı araştırılmamıştır.

Bu nedenle biz bu çalışmada aktif sporculuk yaşantısı devam eden gerek şehiriçi, gerekse şehirdışı ulusal spor yarışmalarına katılan voleybolcu ve 400 m koşucusu olan atletlerin, uykusuzluk karşısındaki egzersizde kardiyorespiratuvar yanıtlarını tekrar incelemek, bir gecelik uykusuzluğun ardından yapılan egzersize verilen cevaplarda spor branşı farklılığının kardiyorespiratuvar değerler açısından etkisini irdelemek ve ayrıca bu iki sporcu grubunda uykusuzlukla birlikte dinlenim durumunda spirometrik parametrelerin değişip değişmediğini araştırmak istedik.

Çalışmamızın sonuçlarının, aktif sporculuk yaşantısı devam eden sporcuların kamp ve deplasmana gidiş programlarına yardımcı olabileceği ümidindeyiz.



2. GENEL BİLGİLER

2.1. SOLUNUM SİSTEMİ:

Solunum sistemi kan ile atmosfer havası arasında gaz değişimi oluşturabilecek şekilde özelleşmiş bir sistemdir. Bu sistem ile hücrelerde metabolizma sonucu oluşan karbondioksit atmosfer havasına verilirken dokuların ihtiyacı olan oksijen atmosfer havasından kana alınmaktadır (12,17,40). Bu olay 4 büyük fonksiyonel olaylar dizisi halinde gerçekleştirilir.

- 1- Havanın atmosfer ve akciğer alveolleri arasında içe ve dışa akımı; akciğer ventilasyonu (17,45).
- 2- Alveoller ile kan arasında oksijen ve karbondioksitin diffüzyonu (17,45).
- 3- Gerekli oksijeni hücrelere taşımak ve oluşan karbondioksiti hücrelerden uzaklaştırmak üzere kanda ve beden sıvılarında oksijen ve karbondioksitin taşınması (17,45).
- 4- Metabolik olayları artmış aktif dokular ile kılcal damarlarda bulunan kan arasında oksijen ve karbondiosit gazlarının yer değiştirmesi; kılcal (kapiller) gaz değişimi (45).

Akciğerlere atmosfer havasının alınması ve bu hava ile kan arasındaki oksijen ve karbondioksit alışverişini kapsayan ilk iki adıma “eksternal solunum” (dış solunum), hücre düzeyinde kan ile hücreler arasındaki oksijen ve karbondioksit alışverişini kaplayan 4’üncü adıma “internal solunum” (iç solunum) adı verilir (18,40,45).

2.1.1. Akciğer Ventilasyonu (Pulmoner Ventilasyon ve Alveoler Ventilasyon):

Akciğer ventilasyonu daha öncede söylenildiği gibi havanın atmosfer ile alveoller arasında içe ve dışa akımını ifade etmektedir. Hava dış ortamdan ağız, burun

ve farinks yolunu izleyerek larinks, trekea, bronş ve bronşiyollerden geçerek alveollere gelir. Bu işleme inspirasyon yada solukalma denir.

Havanın yukarıda saydığımız yolları tersine kat ederek akciğerlerden atmosfere doğru akmasına ekspirasyon yada solukverme denir.

Hava yolları akciğerin derinliklerine gidildikçe dallanıp sayıları artan, boyları kısalan ve çapları daralan tüp dizilerini meydana getirirler ve alveol adı verilen kapalı keselerde sona ererler (18,40,44).

Havayollarının ağız ve burun bölümlerinden başlayıp respiratuvar bronşiyoller bölümüne kadar olan ve kanla gaz değişiminin yapılmadığı bölgeye anatomik ölü boşluk denir. Bu bölgede her hangi bir gaz değişimi olmamakta ve hava bu bölgeler sayesinde alveollere iletilmektedir (18,40,44).

İnspire edilen havanın alveollere ulaşan kısmı alveoler ventilasyonu sağlar (9). Akciğerlerde gaz alışverişinin olduğu respiratuvar bronşiyol, alveoler duktus ve alveoler sakkulus bölgelerine solunum bölgesi denir ve gaz alışverişi bu bölgelerde olmaktadır (20,40,44).

Alveoler ventilasyon miktarı, pulmoner ventilasyon miktarından daha düşük değerdedir. Dakika pulmoner ventilasyonun diğer adı ile solunum dakika volümünü soluk volümü ve dakikadaki solunum sayısı belirlerken alveoler ventilasyon için soluk volümünün anatomik ölü boşluk dışında kalan bölümü kullanılır (12,18).

$$\text{Alveoler Ventilasyon} = \left(\text{Soluk Hacmi} - \text{Anatomik Ölü Boşluk} \right) \times \text{Dakikada Solunum Sayısı}$$

Anatomik ölü boşluk hacmi yaş, cinsiyet ve postüre göre değişiklik gösterir (18). Normal yetişkin bir erkekte ölü boşluk hacmi 150 ml, kadınlarda ise 100 ml

kadardır (12,18). Soluk hacmi 500 ml, dakikadaki solunum sayısı 12 olan yetişkin bir erkeğin alveoler ventilasyonu;

$$\begin{aligned}\text{Alveoler ventilasyon} &= (500 \text{ ml} - 150 \text{ ml}) \times 12 \\ &= 350 \text{ ml} \times 12 \\ &= 4200 \text{ ml} \quad \text{olacaktır (17,18).}\end{aligned}$$

Alveoler ventilasyonun artışı solunum sayısı ve solunum hacminin artışına bağlıdır. Ancak soluk hacmi artmamış yüzeysel bir solunumda solunum sayısı fazla olsa dahi normal oksijen ihtiyacı karşılanamaz (12,18) fakat artmış bir soluk hacmi ile solunum sayısı az olsa dahi oksijen ihtiyacı fazlasıyla karşılanabilecektir (18). Örneğin anatomik boşluk hacmi 150 mililitre olan bir erkeğin soluk hacmi 300 mililitre, dakikadaki solunum sayısı 20 olursa, alveoler ventilasyonu 3000 mililitre olacaktır. Ancak aynı kişi soluk hacmini 700 mililitreye çıkartırsa dakika solunum sayısı 8 olsa bile yinede 4400 mililitrelik alveoler ventilasyona sahip olacaktır.

2.1.2. İnspirasyon:

İnspirasyon yani solukalma işlemi kasların kasılması ile oluşan ve gerçekleşmesi için enerjinin gerektiği aktif bir olaydır (20,40,45). Normal sakin bir solunumda inspirasyon yalnızca diyafram kasının kasılıp akciğerlerin alt bölümlerini aşağıya doğru çekmesi ile gerçekleşebilir (18). Fakat daha derin ve daha hızlı soluk almanın gerektiği durumlarda, İnspirasyon kasları olarak adlandırılan M. Sternocleomasteodeus, M. Serratur anterior, M. Scalenı gibi kaslar devreye girer ve göğüs kafesini yükselterek göğüs boşluğunu daha da artırırlar (12,17). Sakin inspirasyonda hava akımının olmadığı durumda 0 cmH₂O olan intraalveoler basınç -1 cmH₂O ya iner ve bu durumda atmosferden alveollere hava hareket eder. Böylelikle inspirasyon olayı gerçekleşmiş olur (12,18,20,40,45).

Solukla alınan hava terminal bronşiollelerin yakınına kadar kütle akımı ile gelir. Bu noktanın ötesinde çok sayıda dallanmalar nedeni ile hava yollarının enine kesit alanının ileri derecede artmasından gazın ileriye akış hızı çok azalır. Bu bakımdan solunum bölgesindeki hava yollarında ventilasyon gaz moleküllerinin diffüzyonu ile sağlanır (44).

2.1.3. Ekspirasyon:

İnspirasyonda kasılan diyafram ve inspirasyon kasları normal ve sakin bir ekspirasyonda gevşer ve akciğerler göğüs kafesi elastik özellikleri nedeni ile büzülme durumuna geçer. Bu yüzden ekspirasyon pasif bir olaydır (20). Zorlu ekspirasyonun gerektiği bazı durumlarda sadece diyaframın, inspirasyon kaslarının gevşemesi ve elastik güçlerin etkisi, gerekli hızda ekspirasyon meydana getirecek güçte değildir (17). Bunun için gerekli olan güç, göğüs kafesini aşağı ve içeri doğru çeken internal interkostal kaslar, kasıldıklarında diyaframı toraks kafesi içine yükselten internal ve eksternal oblik kaslar, transversus abdominus ve rectus abdominus kaslarının kasılması ile sağlanır (17,20,44,46). Bu kaslar şiddetli ekspirasyon yapmak için kasıldıklarında akciğer hacmini küçültürler. Böylelikle alveoliçi basınç artar ve akciğerler içindeki hava dışarıya itilir (20) ve ekspirasyon gerçekleşmiş olur.

2.1.4. Ventilasyonun Düzenlenmesi:

Sinir sistemi, alveoler ventilasyon hızını organizmanın gereksinmelerine göre (12,17,18) arteriyel oksijen ve karbondioksit basınçlarını aşırı egzersiz ve çeşitli solunum güçlüklerinde bile sabit tutulacak şekilde düzenler (17). Ventilasyon kontrolü vücut içinde meydana gelen değişikliklerin çeşitli reseptörler tarafından algılanması, elde edilen bilgilerin ilgili merkez tarafından değerlendirilip koordine edilmesi ve uygun cevabın oluşması için uygulayıcı kaslara uyarıların gönderilmesi ile gerçekleştirilir (44). İnspirasyon ve ekspirasyon; solunum merkezi olarak adlandırılan, beyin sapının medulla oblongata ve pons bölgelerinde bilateral olarak yerleşim gösteren çeşitli nöron grupları tarafından kontrol edilir (12,20). Aynı zamanda istemli kontrolde

beyin korteksi, korku kızgınlık gibi duygusal durumlarda beyin limbik sistemi ve hipotalamus gibi bölümler solunum şeklini etkileyebilir (44,46).

Solunum kontrolünde;

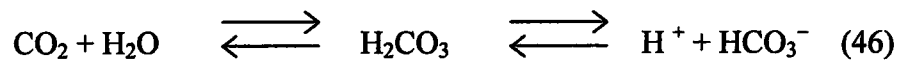
- Santral kemoreseptörler
- Periferik kemoreseptörler
- Akciğerlerin gerilim reseptörleri
- Eklem ve kas reseptörleri

etkin şekilde rol alan algılayıcılardır (44). Kemoreseptörler çevresinde bulunan kanın ve ekstrasellüler sıvının kimyasal bileşimindeki değişimle uyarılan reseptörlerdir (44).

2.1.4.1. Santral kemoreseptörler:

Santral kemoreseptörler beyinde medullanın ventrolateral yüzeyinde, kemoduyar alan olarak adlandırılan bölgesinde bulunup beyin interstisyel sıvısı ile çevrelenmiştir. Bu sıvının bileşimi serebrospinal sıvı, bölgesel kan akımı ve bölgesel metabolizmada oluşan değişikliklerle belirlenir (17,44,46).

Kemoduyar alandaki santral kemoreseptörler, özellikle H^+ iyonları ile uyarılırlar. Gerçekte bu nöronlar için muhtemelen tek önemli direkt uyarının hidrojen iyonları olduğuna inanılmaktadır (17,44,46). Bununla birlikte H^+ iyonları kan-beyin engelini yada kan-serebrospinal sıvı engelini kolayca geçemezler (17,44). Bu nedenle engelden kolayca diffüze olan CO_2 iyonlarının aşağıdaki denklemde de görüldüğü gibi serebrospinal H^+ iyon konsantrasyonunu değiştirerek santral kemoreseptörleri uyardığı bilinmektedir (17,44). Fakat kan H^+ konsantrasyonunda değişiklikler de kemoduyar alandaki reseptörleri uyarmada az da olsa etkilidir (17).

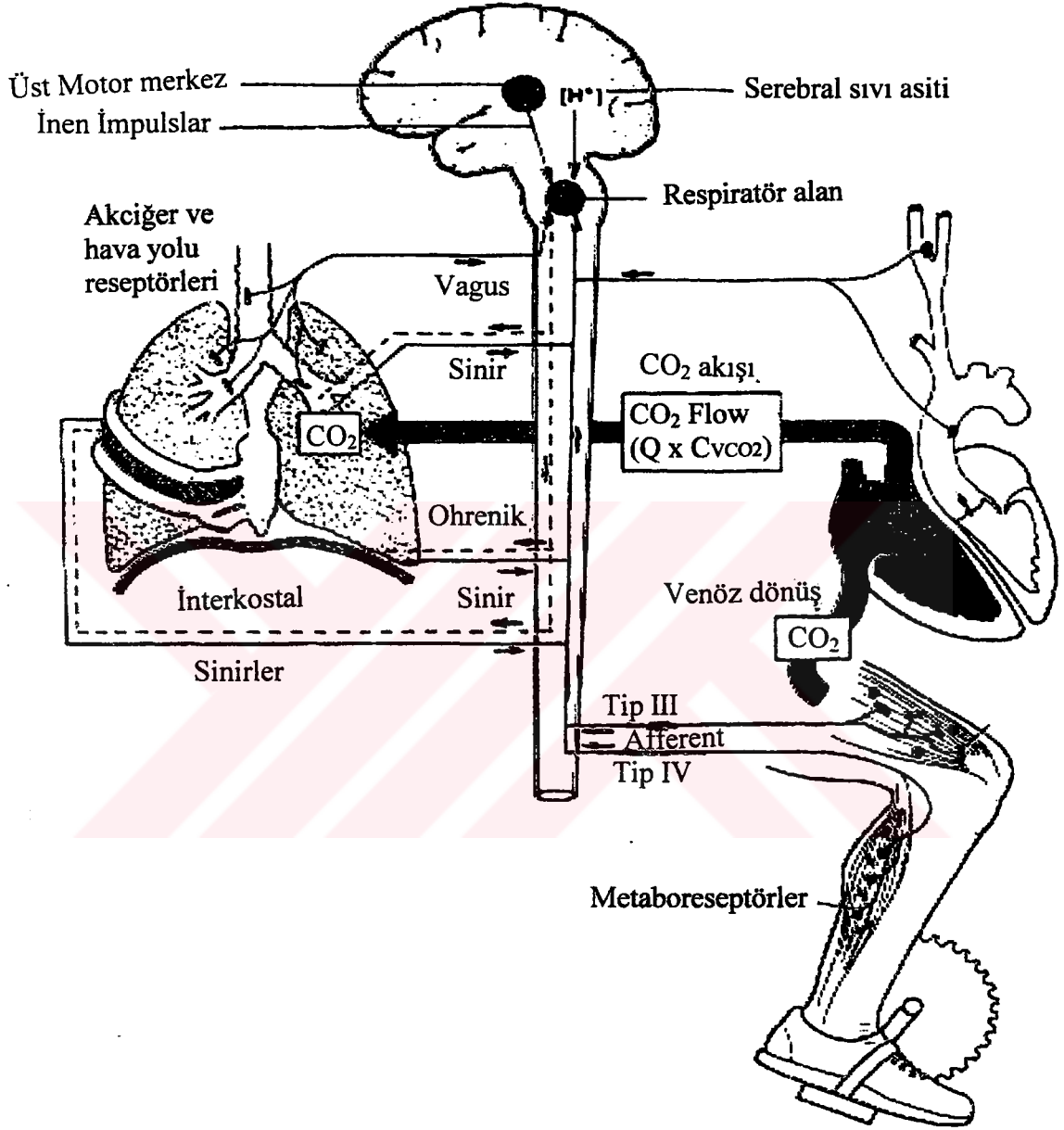


2.1.4.2. Periferik kemoreseptörler:

Periferik kemoreseptörler arteria karotis kommunisin iki taraflı olarak çatallanma bölgesine yerleşen karotis cisimciklerinden ve aort kavisi boyunca yerleşim gösteren aort cisimciklerinden oluşur. (17,44,46) Aynı zamanda bedenin torasik ve abdominal bölgelerindeki arterlerle yakın ilişkili birkaç kemoreseptörde vardır (17). Karotis cisimciklerinin duysal sinir lifleri Hering siniri ile glassofarengal sinire, aort cisimciklerinin duysal sinir lifleri ise vagus sinirine katılarak medüllada dorsal solunum alanına ulaşırlar (17,20,46). Periferik kemoreseptör cisimciklerinin her biri direkt olarak yakınındaki bir arterden küçük bir dal yolu ile özel bir kan akımına sahiptir (17). Bu reseptörler özellikle arteriyel kanda PO_2 azalması, H^+ ve PCO_2 artması ile uyarılır (17,44,45,46). İnsanda arter hipoksemisine bir yanıt olarak meydana gelen tüm ventilasyon artışlarından bu cisimcikler sorumludur (44). Aslında karotis ve aortik cisimciklerin PCO_2 ve H^+ iyon konsantrasyonlarındaki artışa verdiği cevaplar, santral kemoreseptörlerin verdiği cevaptan yaklaşık olarak 7 kat daha az güçtedir. Ancak olaya cevap verme hızı yönünden bakıldığında periferik kemoreseptörler merkezi kemoreseptörlere göre 5 kat daha hızlı bir şekilde yanıt verebilirler. Bu yüzden periferik kemoreseptörler egzersizin başında oluşan karbondioksit artışına verilen hızlı cevaptan sorumludurlar (17).

2.1.4.3. Akciğerlerin gerilim reseptörleri:

Akciğer gerilim reseptörlerinin havayollarındaki düz kaslarda bulunduğu inanılmaktadır. İspirasyonda alveollerin çok fazla gerilmesine bir yanıt olarak bu reseptörlerden çıkan uyarılar inspirasyon işlemi durdurur ve akciğer şişkin kaldığı sürece aktivitelerini muhafaza ederler. İspirasyonu durduran bu refleks mekanizmaya Hering Breuer genişleme refleksi denir. İnsanda soluk hacmi ancak 1,5 litreden daha büyük değerlere ulaşıncaya bu refleks ortaya çıkar (17,44,46).



Şekil 2.1: Egzersiz sırasında ventilasyonun düzenlenmesi (13)

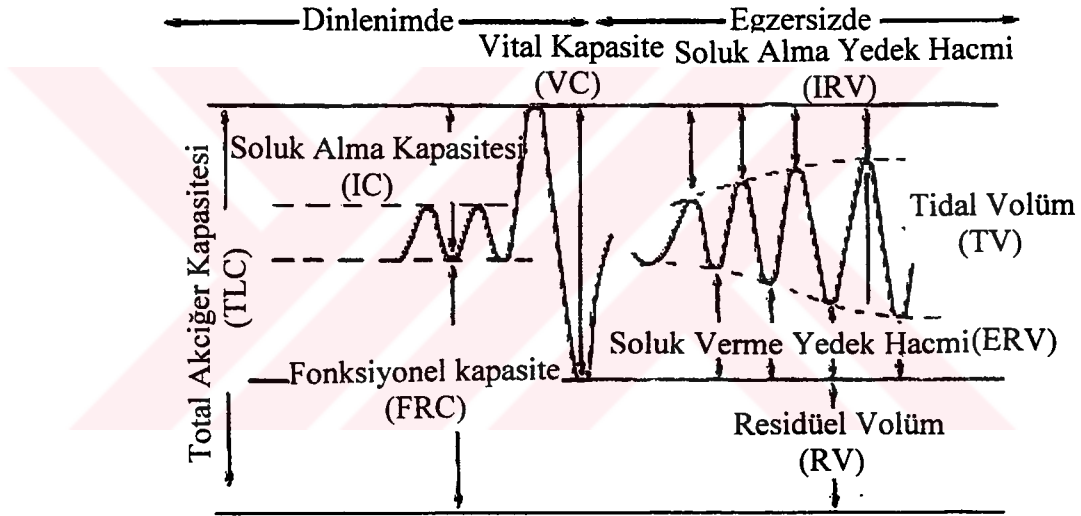
2.1.4.4. Eklemler ve kas reseptörleri:

Egzersiz sırasında özellikle egzersizin başlangıcında ekstremitelerin hareketlerinin, solunum merkezine uyarıcı uyarılar gönderen eklemler ve kas proprioreseptörlerini uyardığı ve akciğer ventilasyonunu arttırdığına inanılmaktadır.

Çünkü yapılan çalışmalarda kol ve bacakların pasif hareketleri ile akciğer ventilasyonunun genellikle birkaç kat arttığı görülmüştür. Ayrıca bu artmanın kol ve bacaklardan gelen duysal sinirler bloke edildiğinde oluşmadığı bildirilmiştir (17,44).

2.1.5. Egzersiz Solunum Sistemine Etkisi:

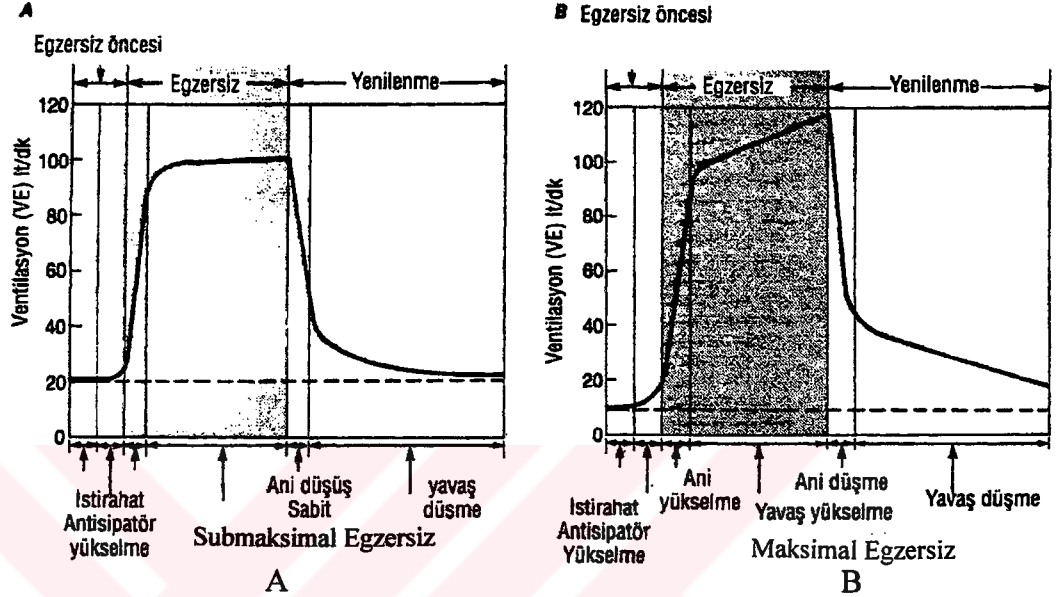
Fiziksel egzersizlerde aktif dokuların O_2 ihtiyaçlarının karşılanabilmesi ve oluşan CO_2 fazlası ile ısının uzaklaştırabilmesi için kardiovasküler ve solunum sisteminin birbiri ile entegre şekilde çalışması gerekmektedir (3,18,21).



Şekil 2.2.: Egzersizle birlikte akciğer volümlerinde oluşan farklılıklar (12)

Egzersizle birlikte artan metabolik ihtiyaçların karşılanabilmesi için dakikadaki solunum sayısı ve soluk volümü artar. Bu artış solunum dakika volümünde artmasına neden olur. Antrenmanlı bireylerde maksimal bir efor sırasında oluşan solunum dakika volümü antrenmansız olanlara göre daha yüksektir. Örneğin sedanterlerde maksimal bir efor sırasında 100 L/dak olan solunum volümü antrene olanlarda 200 L/dak.'ya kadar çıkabilir(3). Solunum dakika volümünde oluşan değişiklikler 3 safhada incelenir. Egzersiz öncesinde, egzersiz sırasında ve egzersiz sonrasındaki değişiklikler.

Egzersizin başlamasından hemen önce solunum dakika volümü hafif bir artış gösterir. Bu artışın nedeninin serebral korteksten çıkan uyarılar olduğu sanılmaktadır(12,13,18).



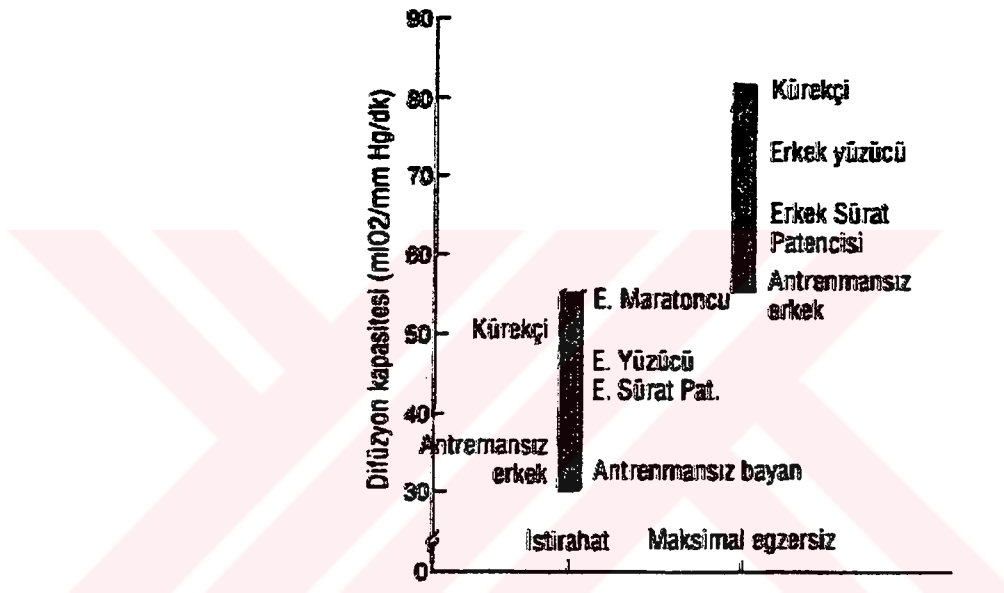
Şekil 2.3.: Egzersizle Birlikte Solunum Dakika Volümünde Olan Değişiklikler(13)

Egzersizin başlamasından hemen sonra birkaç saniye içinde hızlı bir artış olur (3,12,13,21). Bunun çalışan kasların oluşturduğu harekete bağlı olarak eklem reseptörlerinden kalkan sinir uyarıları ile ilgili olduğu düşünülmektedir (12,13,18,20,44). Submaksimal egzersizlerde bu artışın sonunda şekil 2.4.A'da görüldüğü gibi yavaş yavaş bir artış gözlenir ve egzersizin belli bir seviyesinde sabitlenir. Maksimal egzersizlerde ise şekil 2.4.B'de görüldüğü gibi submaksimale göre daha hızlı bir artış gözlenir ve submaksimalde gözlenen sabitlenme burada görülmez. Solunum dakika volümünde görülen artış egzersiz sonlandırılana kadar devam eder. Bu olaydan başlıca, egzersiz sırasında üretilen karbondioksit, hidrojen iyon konsantrasyonundaki artış ve pH düşmesi gibi kimyasal uyarılar sorumludur.

Egzersiz sonrasında solunumda hızlı bir düşme görülür. Bu kas ve eklem reseptörlerindeki motor aktivitenin kesilmesinden kaynaklanmaktadır. Ani düşüşün ardından yavaş ve dereceli düşüş gerçekleşir. Yavaş yavaş olan bu düşüşün dinlenme

değerlerine geri dönme zamanında; yapılan eforun şiddeti, süresi ve kişinin kondisyon durumu önemli etkenlerdendir (3,12,13,18,21).

Antremanın en belirgin etkisi sporcularda oksijen difüzyon kapasitesini artırmaya yöneliktir. Oksijen difüzyon kapasitesi, oksijenin alveollerden kana difüzyon hızının bir göstergesidir. Egzersizlerde sedanterlerde 50 ml/dk/mmHg olan difüzyon kapasitesi atletlerde 70 – 80 ml/dk/mmHg'ye kadar yükselebilir (18).



Şekil 2.4.:Sporcu ve Sporcu Olmayan Erkek Ve Bayanlarda Diffüzyon Kapasitesi (3)

Spor yapanlarda oksijen difüzyon kapasitesi Şekil 2.5’de görüldüğü gibi hem dinlenme durumunda hem de egzersiz sırasında spor yapmayanlara göre daha yüksektir. Bu fark özellikle dayanıklılık sporu yapanlarda daha belirgindir (3,12,13,45). Egzersiz sırasında alveol yüzey alanının genişlemesi, kalp debisinin ve pulmoner kan akımının artması, zar geçiş direncinin azalması difüzyon kapasitesinin artmasına neden olan faktörlerdir (3,13,17,45).

2.2. AKCİĞER HACİMLERİ:

Solunum sisteminin normal konumunu belirlemede ve akciğer hastalıklarının teşhisi ve derecesini belirlemede akciğer fonksiyon testlerinden

yararlanılır (41,46). Bu ölçümler Spirometre adı verilen cihazlar sayesinde gerçekleştirilir. Basit bir spirometre su dolu bir silindirin üzerine ters çevrilmiş bir başka silindirden ve buna bağlı bir kalemde oluşmaktadır. Ölçümü yapılacak kişi bu silindirin içindeki havadan soluk alıp verir. İspirasyon sırasında ters çevrilmiş silindir aşağıya, buna bağlı olan kalem yukarı ve ekspirasyon sırasında ters çevrilmiş silindir yukarı, buna bağlı olan kalem aşağıya doğru hareket eder. Kayıtlar sabit hızla dönen bir silindir üzerindeki kağıda çizdirilir (10,44). Günümüzde teknolojinin gelişmesi ile birlikte bilgisayar sistemli spirometreler üretilmiş ve daha çok kullanılır hale gelmiştir. Genel olarak spirometrede elde edilen değerler cinsiyet, yaş, boy ve kilo gibi özelliklerin farklılığından etkilenmektedir.

2.2.1. Statik Akciğer Hacimleri:

Statik akciğer hacimlerinin ölçümü sonucunda elde edilen değerler Litre (l) yada mililitre (ml) olarak ifade edilir.

Soluk Volümü (Hacmi): Sakin bir solunum sırasında akciğerlere giren yada akciğerlerden çıkan hava miktarına denir. V_T şeklinde sembolize edilip tidal volüm olarak da isimlendirilir. Normal sağlıklı yetişkin bir insandaki değeri 500 mililitre/soluk kadardır (13,17,18,20,21,37,40,46).

İspirasyon Yedek Hacmi: Normal bir soluk almanın ardından akciğerlere fazladan alınan maksimum düzeyde hava miktarıdır. IRV şeklinde sembolize edilirken normal sağlıklı yetişkin bir insandaki değeri 3000 mililitre/soluk kadardır (12,17,18,21,20,40,46).

Ekspirasyon Yedek Hacmi: Sakin bir solunum sırasında normal soluk vermeden sonra, zorlayarak akciğerlerden çıkarılan maksimum hava miktarıdır. ERV olarak sembolize edilir, yetişkin bir insandaki ortalama değeri 1100 mililitre/soluk'tur (12,17,18,21,20,37,40,46).

Rezidüel Hacim: Kan ve alveoller arasındaki gaz alış verişinin kesintisiz olarak devamına olanak sağlayan rezidüel hacim (8,9) en zorlu soluk vermeden sonra bile akciğerden çıkarılamayan hava miktarıdır. RV şeklinde sembolize edilip, yetişkin bir insandaki ortalama değeri 1200 mililitre/soluk'tur (12,17,18,21,20,37,40,46).

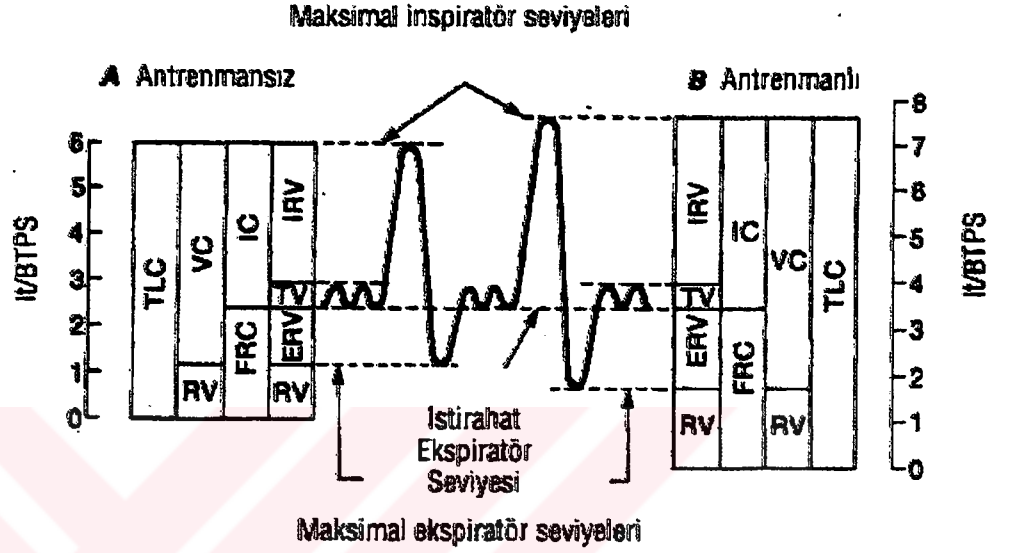
İnspirasyon Kapasitesi: Normal bir soluk vermeden sonra, akciğerlere alınabilecek maksimum düzeydeki hava miktarına denir. IC olarak sembolize edilen ve yetişkin bir insandaki ortalama değeri 3500 mililitre/soluk olan bu hacim inspirasyon yedek hacmi ile soluk hacminin toplamına eşittir. $V_T + IRV$ (12,18,17,20,37).

Fonksiyonel Residual Kapasite: Normal bir soluk vermenin sonunda akciğerlerde kalan hava miktarıdır. FRC olarak sembolize edilip yetişkin bir insandaki ortalama değeri 2300 mililitre/soluk kadardır. Ekspirasyon yedek hacmi ile rezidüel hacmin toplamına eşittir (17,18,20,37,46).

Vital Kapasite: Bir kişinin akciğerlerini maksimum düzeyine kadar hava ile doldurduktan sonra maksimal bir soluk verme ile akciğerlerden çıkabilen toplam hava miktarıdır. Ortalama değeri yetişkin bir insanda yaklaşık olarak 4500 – 5000 mililitre/soluk arasındadır. İnspirasyon yedek hacmi, soluk volümü ve ekspirasyon yedek hacmi toplamına yada İnspirasyon kapasitesi ile ekspirasyon yedek hacminin toplamına eşittir. VC ile sembolize edilir (12,17,18,20,37,41,46). Vital kapasite yaşa, boya, cinsiyete ve akciğer hastalık çeşidine göre değişiklikler gösterir. Yatar durumda ölçülen değer ayakta ölçülen değere göre daha azdır. Hatta aynı cinsiyet ,boy ve kiloda olanlar da bile \pm %20 kadar değişiklik normal kabul edilir (41). İstirahat halinde iken solunum volümü vital kapasitenin % 10'u kadar iken egzersizde ise bu oran % 50'ya kadar çıkar. Bu açıdan baktığımızda bireyin vital kapasitesinin yüksek oluşu egzersiz açısından bir avantaj gibi görülebilir ancak hiçbir zaman vital kapasitesi yüksek bir sporcunun çok iyi bir sporcu olduğunu söyleyemeyiz (3).

Total Akciğer Kapasitesi: Mümkün olan en derin inspirasyondan sonra akciğerlerde bulunan havanın toplam miktarına denir. Vital kapasite ile rezidüel hacminin toplamına

veya İnspirasyon kapasitesi ile fonksiyonel residual kapasitenin toplamına eşittir. TLC ile sembolize edilir (17,18,20,21,37,46). Normal olarak yetişkin bir insanda 5800 ml/soluk'tur (17)



Şekil 2.5.: Antrenmanlı ve Antrenmansız Bireylerin, Akciğer Volümü ve Kapasitelerindeki Farklılıklar (13)

2.2.2. Dinamik Akciğer Hacimleri ve Akım Zamanları:

Zorlu Vital Kapasite (FVC): Efor kullanarak zorlu bir soluk almayı takiben, zorlu ve hızlı bir soluk verme ile akciğerden boşaltılan hava hacmidir (18,46). Bir başka deyişle vital kapasitenin mümkün olduğu kadar hızlı yapılmasıdır (41). Normal bir kişide yavaş yapılan VC ölçümü ile FVC değeri birbirine eşit (41) yada çok az bir miktar FVC değeri VC'den küçüktür (10). Klinikte spirometrik değerlerden en çok kullanılanıdır. Zaman ile volüm arasındaki ilişkiyi en iyi şekilde ifade eder (46). Vital kapasiteyi etkileyen pek çok etkenden etkilendiği gibi özellikle kronik obstrüktif akciğer hastalığında (KOA) bu değer bariz bir şekilde düşük çıkar (41).

Birinci Saniyedeki Zorlu Ekspirasyon Volümü (FEV₁): Zorlu vital kapasitenin ölçümü sırasında ilk 1 saniye içinde akciğerlerden çıkarılan hava hacmidir (12,18,37,41).

Volüm ile zaman arasındaki ilişkiye dayanır. Genel olarak solunum yolu obstrüksiyonunun basit fakat iyi bir göstergesi olup (46) FVC'nin % 75'i kadardır.

% FEV₁ / FVC: Birinci saniyedeki zorlu ekspirasyon volümünün zorlu vital kapasiteye oranlanıp 100 'le çarpılması ile elde edilir (37,46). Buna Tiffeneau İndeksi de denir. Sağlıklı kişilerde %75 ve üstünde olmalıdır (46).

Zorlu Vital Kapasitenin Yüzde 25 'inde Zorlu Ekspirasyon Akımı (FEF % 25): Zorlu vital kapasitenin %25 'i çıkarıldıktan sonra ani zorlu ekspirasyon akımı olup litre/saniye olarak ifade edilir (37).

Zorlu Vital Kapasitenin Yüzde 50 'sinde Zorlu Ekspirasyon Akımı (FEF %50): Zorlu vital kapasitenin %50 'si çıkarıldıktan sonra ani zorlu ekspirasyon akımı olup litre/saniye olarak ifade edilir (37).

Zorlu Vital Kapasitenin Yüzde 75 'sinde Zorlu Ekspirasyon Akımı (FEF %75): Zorlu vital kapasitenin %75 'i çıkarıldıktan sonra ani zorlu ekspirasyon akımı olup litre/saniye olarak ifade edilir (37).

Zorlu Vital Kapasitenin Yüzde 25-75 'inden Zorlu Ekspirasyon Akımı (FEF %25-75): Zorlu vital kapasitenin orta yarısı sırasında ortalama zorlu ekspirasyon akımıdır. Litre/saniye olarak ifade edilir (37).

Zorlu Vital Kapasitenin Yüzde 75-85 'den Zorlu Ekspirasyon Akımı (FEF %75-85): Zorlu vital kapasitenin %75 ile %85 arasında kalan zorlu ekspirasyon akımıdır. Litre/saniye olarak ifade edilir(37).

Zorlu Vital Kapasitenin Yüzde 25-75 'için Zorlu Ekspirasyon Zamanı (FET %25-75): Zorlu ekspirasyon akımı FEF 25-75'i çıkartmak için gerekli olan zaman (sec) (37).

Zorlu Vital Kapasitenin Yüzde 100 'de Zorlu Ekspirasyon Zamanı (FET %100): Zorlu vital kapasitenin %100 'üne varıldığında zorlu ekspirasyon zamanı saniye olarak ifade edilir (37).

Tepe Ekspirasyon Akımı (PEF): Derin bir inspirasyondan sonraki maksimum zorlu ekspirasyon sırasında hava akımı ekspirasyonun başında hızla yükselerek bir tepe noktasına ulaşır. Ulaşılan en yüksek zorlu ekspirasyon akımına denir. Litre/saniye olarak ifade edilir(37,41).

Maksimal İstemli Ventilasyon (MVV): Mümkün olduğu kadar hızlı ve derin bir solunum sırasında 15 saniyelik bir periyod içinde ekspire edilen hava hacmi 4 ile çarpılarak MVV hesaplanır.(12,18,21). Sonuç litre/dakika olarak hesaplanır Erkeklerde 140-180 arası bayanlarda 80-120 arasında olan bu değer maksimal egzersizde alınacak havadan yaklaşık olarak % 25 daha büyüktür (12). MVV kişinin solunum kasları kuvveti, hava yolları direnci, nöromüsküler koordinasyon derecesi, bireyin deneye motivasyon derecesi, teste alışma öğrenme derecesi gibi faktörlerden etkilenir. Bu test kişinin akciğerleri ile çevresi arasındaki hava alış verişi kapasitesinin belirlenmesi bakımından total performans araştırmalarında yararlı görülmüştür. FEV₁ ile sıkı ilişki gösterir. Bu nedenle;

Erkeklerde FEV₁ × 34

Bayanlarda FEV₁ × 40

olarak hesaplanabilir. MVV'nin FEV₁ üzerinden hesaplanan değerden düşük olması MVV eforunun iyi olmadığını gösterir (3,41).

2.2.3. Akciğer Volümlerini Etkileyen Faktörler:

Yerleşmiş bir kanı olarak, sporcuların solunum kapasitelerinin diğer mesleklerden olan insanlara oranla daha üstün kabul edilir. Oysa sporcular ile üflemeli çalgı aleti çalan müzisyenler arasında yapılan kıyaslamalarda müzisyenlerin vital kapasitelerinin sporcularinkine oranla daha büyük olduğu görülmüştür (1). Akciğer hacim kapasiteleri insandan insana, yaş, cinsiyet, genetik özellikler, vücut yüzeyi,

antrenmanlı olup olmamasına (sporcu ve sedanter) göre farklılık göstermektedir (1,10,12,13,18). Dinlenme durumunda yapılan değişik akciğer hacim ölçüm sonuçları antrenmanlı erkeklerde antrenmansız olanlara oranla daha büyüktür (tidal hacim dışında). Aynı gerçek bayanlar içinde geçerlidir (13). Vital kapasite 30 yaşına kadar artarken, 30 yaşını takiben rezidüel volüm artar ve vital kapasitede azalma meydana gelir (1). Yüzme, su topu ve suya dalma ile uğraşan sporcularda göğüs kafesine suyun baskısı nedeniyle ek bir dirençle karşılaştıklarından vital kapasite artmıştır (3,12,13). Bu artışın inspiratuvar kapasitenin artması ve rezidüel volümün azalmasından kaynaklandığı düşünülmektedir (3,12). Aynı zamanda vital kapasite vücut pozisyonundan, solunum kaslarının kuvvetinden, akciğer ve göğüs kafesinin uyumundan da etkilenir (13). Yatar durumda bütün hacimler düşer, bu durum abdominal kasların yerçekimi gücünün etkisinde kalarak, diyaframa karşı baskı yapmasından ve pulmoner kan hacminde artış görülmesinden kaynaklanmaktadır (13).

2.3. DOLAŞIM SİSTEMİ:

Dolaşım sistemi kan, kalp kası, ve kan damarları tarafından oluşturulmuştur. Bedenin gereksinim duyduğu oksijen, besin maddeleri ve çeşitli hormonların dokulara taşınmasını sağlayan bu sistem aynı zamanda metabolik artıkların dokulardan uzaklaştırılması ve vücut ısısının sabit tutulması ile görevlidir (18,21). İnsan bedeninde dolaşım sistemi iki ana kısımda incelenmektedir. Bunlar;

- Sistemik dolaşım veya büyük dolaşım,
- Pulmoner dolaşım veya küçük dolaşımdır.

Büyük dolaşımında kan kalbin sol karıncığı, aort, arterler, kılcal damarlar, doku, venler, ve sağ karıncık yolunu izleyerek dolaşırken küçük dolaşımında, kalbin sağ karıncığı arteria pulmonaris akciğerler, vena pulmonaris ve sol karıncık şeklinde ilerler (18,40). Küçük dolaşım temel olarak CO₂'den zengin olan kanın oksijenlenmesine hizmet ederken, büyük dolaşım oksijence zengin kanın kullanılmak üzere dokulara gönderilmesini ve metabolizma sonucu oluşan artıkların dokulardan uzaklaştırılmasını sağlar.

2.3.1. Kalp Debisi:

Kalbin bir dakika içinde perifere pompalayabildiği kan miktarına kalp debisi denir (12). Kalbin dakikadaki vuruş sayısı ve her vuruşta perifere gönderilen kan hacminin çarpına eşittir. Buna göre 70 atım/ dakika atım hızında ve 70 mililitre atım hacminde olan bir kalp dakikada 4900 mililitrelik bir debiye ulaşabilir. Dolaşımında akan kan miktarı olan kalp debisi, oksijenin ve çeşitli maddelerin dokulara taşınmasından ve dokularda biriken metabolik artıkların uzaklaştırılmasından sorumlu olduğundan dolayı dolaşım ile ilgili olarak gözönünde bulundurulması gereken önemli faktörlerden birisidir (17). Kalbin atım hacmini ve atım hızını etkileyen faktörler dolayısıyla kalp debisini de etkilemektedir. Çünkü;

$$\text{Kalp debisi} = \text{Kalp atım hızı} \times \text{Atım Hacmi}$$

olarak hesaplanmaktadır (12,21,45).

2.3.1.1. Kalp atım hacmi:

Kalbin her bir sistolde perifere gönderebildiği kan miktarı, atım hacmi olarak adlandırılmaktadır. Sağ ve sol ventriküllerin kan ile dolmasında etkili basınç, ventriküllerin diyastol sırasında genişleyebilme yeterliliği, kalbin kasılma gücü ve arteryel kan basıncı değişiklikleri atım hacmini etkileyen faktörler arasındadır (18).

Kalp debisinin özellikle sağ atriyumuna geri dönen venöz kan miktarına göre değişmesi, kalbin kendisine gelen tüm kanı otomatik olarak pompalayabilmesini sağlayan bir mekanizmaya sahip olmasını gerektirmektedir. Frank-Starling yasası denilen bu mekanizma temel olarak kalbe dönen kan miktarı arttığı zaman ventrikül duvarlarının gerilmesini ve bu gerilme ile kalp kasının daha güçlü kasılıp ventrikül içindeki tüm kanı tekrar dolaşıma göndermesini ifade etmektedir (17).

2.3.1.2. Kalp atım hızı:

Bilindiği gibi kalp kası uyarıları oluşturup ileten hücreler ve iletimin yanı sıra uyarılara kasılma ile yanıt veren hücreler olmak üzere iki tip kas hücresinden oluşmaktadır. Normal olarak sağlıklı bir kalpte uyarılar sinoatriyel düğümde oluşturulur ve bu bölgede meydana gelen her aksiyon potansiyeli bir kalp vuruşuna neden olur yani bu bölgeden bir dakika içinde çıkan uyarı sayısı kalp atım hızını belirler (10). Kalbin atım hızı fonksiyonunu etkileyebilen efferent kardiyak sinirler, vagusun parasempatik lifleri ve sempatik sinirlerdir. Parasempatik vagal sinirlerin aktivitesi ile kalp atım hızı azalırken, β_1 adrenerjik sempatik sinir liflerinin aktivitesi ile kalp atım hızı artar (17). Yaş, cinsiyet, vücut duruş pozisyonu, yiyecek alımı, vücut ısısı değişiklikleri çevresel değişkenler ve egzersiz gibi faktörler kalp atım hızını değiştirebilmektedir (18).

2.3.2. Kan Akımı ve Düzenlenmesi:

Dolaşımın en temel kurallarından birisi her dokunun kendi kan akımını metabolik gereksinimlere göre yine kendisinin belirlemesidir. Dokudaki oksijen ve besin maddelerinin azalması, karbondioksit, hidrojen iyonu ve diğer atık maddelerin birikmesi dokuya olan kan akımının artmasına neden olabileceği gibi bu durumun tam tersi yani dokudaki oksijen konsantrasyonunun ve besin maddelerinin yeterli olup atık ürünlerin az olması kan akımının azalmasına sebep olabilir (17). Egzersizde olduğu gibi iskelet kaslarının oksijen ihtiyacının çok fazla arttığı yeni bir duruma uyum sağlamak için;

- İç organlar ve deri gibi aktif olmayan vücut kısımlarına ait ince damar yapılarının refleks olarak vazokonstriksiyonu,
- Egzersizin başından itibaren aktif kas gruplarının arteriyollerinin refleks yolla vazodilatasyonu,
- Egzersiz devam ettikçe lokal sıcaklık, karbondioksit ve laktik asit, düzeylerinin yükselip oksijen düzeyinin düşmesi ile aktif kaslarda vazodilatasyon olması

kas kan akımını artırır (12).

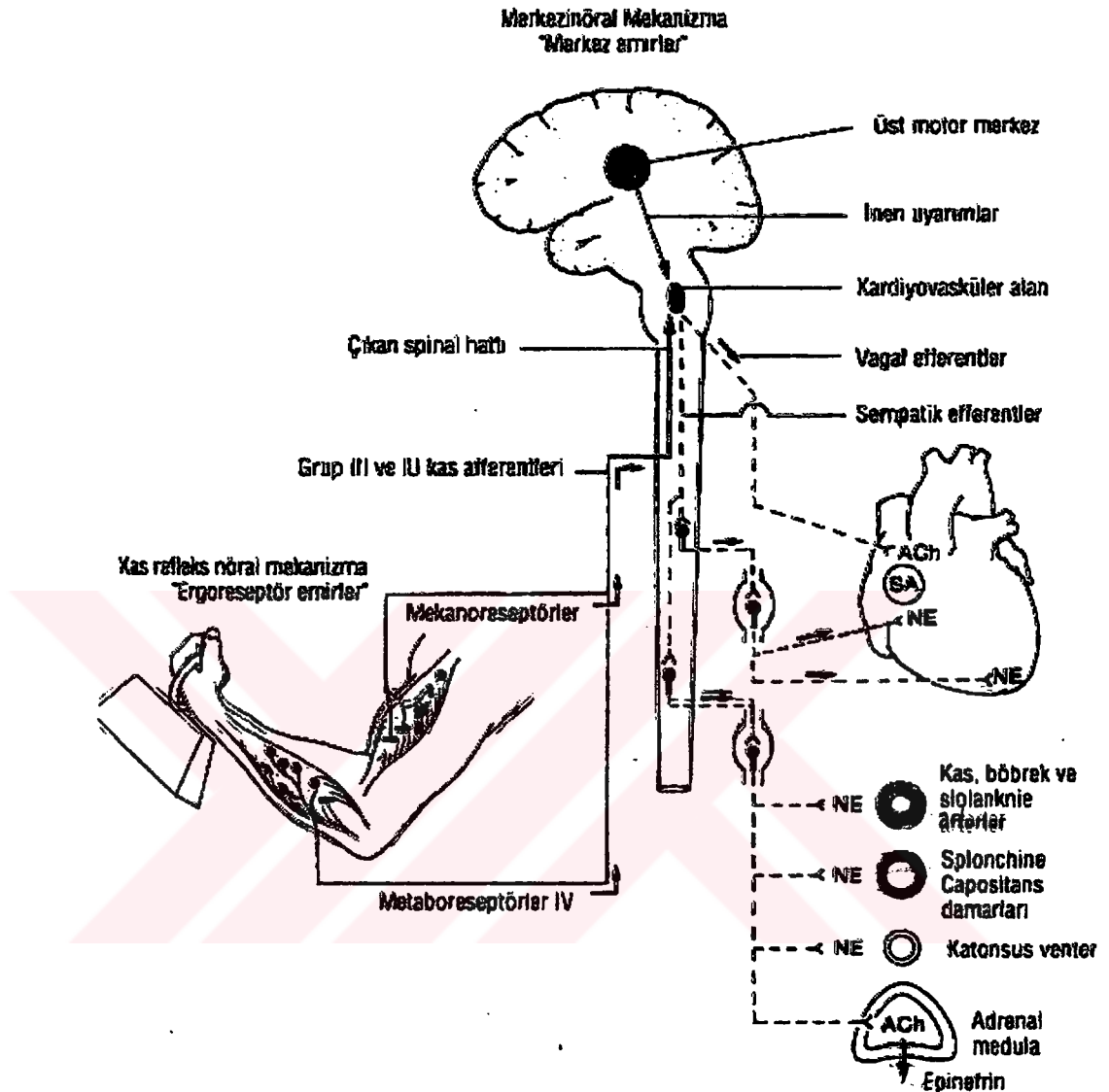
2.3.3. Egzersiz Kardiyovasküler Sisteme Etkisi:

Egzersiz sırasında artan ihtiyaçlar dolaşım sisteminde ek yükler getirmektedir. Özellikle kalp atım hızının, atım volümünün kalp debisinin ve kas kan akımının artması ve kan basıncının yükselmesi dolaşım sisteminin egzersize uyum cevabı olarak gözlenmektedir (3,17,18,21,45). Kalp atım hızı ilk olarak sinir sisteminin sempatik kitle deşarjı sonucunda artmaktadır. Egzersiz başlamadan önce bireyin serebral korteksinden çıkan impulslar aşağı inerken medulladaki kardiyak merkezleri uyarır. Kalpte sinoatriyel düğümünde asetilkolin salgısı azalır. Sempatik sinir uçlarında norepinefrin nörotransmitteri serbestlenir. Bu nörotransmitter kalbin hem atım hızını hemde kasılma kuvvetini artırır (3,12,13,17).

Kitle sempatik deşarjının diğer bir etkisi olarak venöz dönüş artar ve venöz dönüşün artması, kalbin sağ ventrikülüne dolan kan miktarının artması ve sağ ventrikül kasının gerilmesine yol açarak daha büyük bir kasılma gücünü doğurmaktadır. Böylece sistol ile birlikte periferde daha fazla miktarda kan pompalanabilmektedir. Bu sol ventrikül için de geçerlidir (12). Özellikle maksimal kapasitenin % 40 ile % 60 arasındaki yoğunlukta yapılan egzersizlerde kalp atım hacmi maksimum olmaktadır (13,45). Egzersiz sırasında yukarıda saydığımız atım hacmi ve kalp atım hızını arttıran etkenler dolayısıyla kalp debisini de arttırmaktadır.

Egzersiz dolaşım sistemi üzerindeki bir diğer etkisi hem sistolik hem de diyastolik kan basıncı üzerinde yarattığı artışlardır (3,21). Bu durumu etkileyen pek çok etkenden bir kaçısı şu şekilde sıralanabilir.

- Aktif kas dokusundaki ve vücuttaki dokuların çoğunda arteriyol ve küçük arterlerin daralması
- Kalbin pompa etkinliğinin artması
- Temel olarak venöz daralmasına bağlı olarak sistemik doluş basıncındaki büyük artış (17).



Şekil 2.6.:Egzersiz Sırasında Kardiyovasküler Sistemin Kontrolü (13)

Sistolik basınçtaki artış daha belirgin bir şekilde izlenirken yapılan egzersizin şiddeti ve süresi ile doğrusal bir ilişki gösterir. Diastolik kan basıncındaki artış ise çok daha azdır. Diastolik basıncın dinlemindeki, değerine göre 10 – 15 mmHg'dan daha fazla yükselmesi normal olmayan bir bulgu olarak kabul edilmelidir (3,21,45).

Dinlenim durumunda kaslara dağılan kan miktarı yaklaşık olarak toplam kan miktarının % 20'si kadardır. Ancak egzersiz sırasında aktive olan iskelet kaslarına giden

kan miktarı toplam kan debisinin %80 – 85'ini oluşturmaktadır, aktif olmayan diğer bazı organlara giden kan miktarında ise belirgin bir azalma vardır (3,12,13,21,45).

2.4. MAKSİMAL OKSİJEN TÜKETİMİ:

Bir kişinin yapabileceği maksimum iş veya egzersiz miktarı yine o kişinin kullandığı oksijen miktarı ile orantılıdır. Oksijen tüketim miktarı sınırlı kaldıkça, yapılan egzersizin şiddet ve süresini artırma olanağı yoktur (21). Artan iş yükü ile yapılan bir egzersizde, egzersizin şiddeti ve süresi ile birlikte kullanılan oksijen miktarı doğrusal bir şekilde artar. Egzersizde öyle bir noktaya gelinir ki bu noktadan itibaren iş artsa bile oksijen kullanımını artık daha fazla bir artış göstermez, aynı düzeyde kalır. İşte bu noktada kişinin kullandığı oksijen miktarı maksimaldir. Bireyin kardiyorespiratuar dayanıklılık kapasitesinin ve kondisyonunun en iyi kriteri olarak kabul edilen bu düzeye maksimal aerobik kapasite veya maxVO_2 adı verilir (1,4,21,45). MaxVO_2 değeri dakikada litre cinsinden ifade edildiği gibi kişinin beden ağırlığının kilogramı başına düşen mililitre cinsinden oksijen tüketim miktarı olarak da ifade edilebilir. Dakikada kilogram başına mililitre cinsinden gösterilen ifade şekli daha doğru ve gerçekçi bir değerlendirme şekli olarak kabul edilip daha çok tercih edilmektedir(2,4,45).

Maksimal oksijen tüketimi dokulara gönderilen oksijen miktarı ve gönderilen bu oksijenin dokularda kullanılma miktarına bağlı olarak artış gösterir (13). Bu temel fikirden hareket edecek olursak;

$$\text{MaxVO}_2 = \text{Kalp Atım Sayısı} \times \text{Kalp Atım Hacmi} \times \text{Arterio- Venöz Oksijen Farkı}$$

şeklinde formüle edilebilir (2,4,12,13,18,21,45). MaxVO_2 aktiviteye katılan kas kitlesine, oksijen taşıyan solunum- dolaşım sistemlerinin fonksiyonel düzeyine, kanın oksijenin taşıma kapasitesine, akciğerlerde oksijenin alveollerden kana diffüzyonuna, periferik dolaşımın etkinliğine, dokularda oksijenin kılcal damarlardan hücreye diffüzyonuna ve oksijenin hücre içindeki kullanılma düzeyine bağlıdır. Ayrıca kişinin yaşı, cinsiyeti, kondüsyon düzeyi ve spor branşı maxVO_2 'nin düzeyini etkileyen diğer

etkenlerdir (4). Sporcu olmayan kişilerde maxVO_2 'nin değeri yaklaşık olarak 35 ml/kg/dk iken antrenmanlılarda bu değer 40 ile 75 ml/kg/dk arasında değişir (45). Bu güne kadar erkekler arasında rastlanan en büyük maxVO_2 değeri Norveçli bir mukavemet kayakçısına ait olup 94 ml/kg/dk iken bayanlarda rastlanan en büyük değer 77 ml/kg/dk ile bir Rus mukavemet kayakçısına aittir.

2.5. SOLUNUMSAL GAZ DEĞİŞİM ORANI:

Bedende kullanılan enerjinin miktarını bilmek için o anda beden içinde okside olan yiyeceğin çeşidinin bilinmesi gereklidir. Bilindiği gibi beden içinde enerji kaynağı olarak kullanılan glikoz, serbest yağ asidi ve amino asidin karbon ve oksijen içerikleri çok farklıdır (45). Metabolik işlem sırasında kullanılan oksijenin toplam miktarı okside olan besinin çeşidine bağlıdır. Solunum işlemi sırasında vücuttan dışarıya atılan CO_2 miktarının, tüketilen oksijen miktarına oranı (VCO_2/VO_2) solunumsal gaz değişim oranı olarak adlandırılıp RER, R yada RQ olarak gösterilir. Bu oran vücutta kullanılan besin çeşidinin belirlenmesini ve açığa çıkan enerji miktarının dolaylı yoldan hesaplanmasını sağlar. Eğer vücutta sadece yağ enerji kaynağı olarak kullanılıyorsa RQ değeri 0.71, sadece karbonhidrat enerji kaynağı olarak kullanılıyorsa RQ değeri 1 olur (13,45).

Besinlerin parçalanması dışında RQ'yi etkileyen başka etkenler de vardır. Bunlar;

- İsteyerek veya istem dışı hiperventilasyon (Psikolojik stress altındayken olduğu gibi).
- Submaksimal aerobik antrenmanların ilk dakikalarında bir takım uyarıcı etkiler kişinin tükettiği oksijen oranından fazla karbondioksit üretilmesine neden olabilir. Yapılan egzersizin çeşidine göre yaklaşık 3 dakikadan sonra RQ normal sınırlarına iner.
- Aralıklarla yapılan kısa, yoğun yüklemeler üretilen karbondioksit miktarını artırır.

- Antrenman sonrasında dinlenme sırasında CO₂ korunur ve RQ değeri düşer (13).

2.7. UYKU VE UYKUNUN OLUŞUMU:

Uyku kişinin duysal ve diğer uyarılarla uyurabileceği bir bilinçsizlik durumu olarak tanımlanmaktadır. Ancak bu durum kişinin uyandırılmadığı bilinçsizlik durumu olan komadan farklı tutulmalıdır (17). Merkezi sinir sistemi fonksiyonlarını tam onarıcı bir süreç olduğu ileri sürülen (9) uykunun oluşum mekanizması hakkında pek çok görüş bulunmaktadır. Uyku düzeninin merkezi sinir sisteminin çok farklı bölgelerinden etkilenmesi uykunun başlangıç ve bitişinin belirli bir beyin merkezinden değil pek çok sinir ağından gelen girdilerle düzenlenmesi, uykunun kendisinin tek bir aşamadan oluşmayıp kontrol ve biyolojik önem çerçevesinde birbirinden farklılık gösteren bir çok durumun bir karışımı olduğunun bir göstergesidir (27). Beynin çeşitli spesifik alanlarının uyarılması, doğal uykuya benzer özelliklere sahip bir duruma neden olmaktadır. Bu alanların bazıları şunlardır :

- a-) Ponsun alt yarısı ve medullada yer alan rafe çekirdekleri,
- b-) Medulla ve ponsun duysal bölgesi olan nucleus tractus solitarius içindeki bazı alanlar,
- c-) Hipotalamusun rostral kısmını özellikle supkiazmatik alan ve talamusun yaygın çekirdeklerindeki bazı alanlar (17).

Doğal uykuya neden en belirgin stimülasyon alanı olan rafe çekirdeklerinin nöron sonlanmalarının çoğundan serotonin salgılandığının bilinmesi uyku ile serotonin nörotransmitteri arasında bir ilişki olduğunu düşündürmüştür. Gerçektende serotonin oluşumunu engelleyen ilaçların verildiği hayvanlar ilaç verilmesini takiben birkaç gün boyunca uyuyamamaktadır. Ayrıca muramil peptid de uykuya ilişkili diğer olası transmitterdir (17).

2.8. UYKU VE UYKUSUZLUĞUN FİZYOLOJİK ETKİLERİ:

Uyku başlıca iki tipte fizyolojik etkiye sahiptir. Bunlardan ilki, sinir sistemi üzerine olan etkisi, ikincisi vücudun diğer yapıları üzerine olan etkileridir. Bunlardan ilki çok daha önemlidir. Uykudan yoksunluk, merkezi sinir sistemi fonksiyonlarını etkiler (9,17). Şüphesiz uyku kaybının pek çok psikolojik etkiyi harekete geçirdiği konusunda bir fikir birliği söz konusudur. Bunlar kötüleşen ruh hali ve artan sinirlilik halleridir (17,27). Uyku kaybının kavrama fonksiyonları üzerindeki etkisi daha önceki araştırmacılar tarafından araştırılmış ve iyi bir şekilde belgelenmiştir (19). Genellikle uykusuzluğun zihinde uyku kaybı ile orantılı olarak ilerleyen bir işlev bozukluğuna neden olduğu bildirilmektedir (17). Uykunun işlevsel anlamı kesin olarak ortaya konmasa da hem santral sinir sisteminin normal etkinlik düzeyinin korunmasına yardımcı olduğu, hem de yine santral sinir sisteminin farklı bölümleri arasındaki normal dengeyi sağladığı ileri sürülebilir (17).

Daha önce de belirtildiği gibi uyku ve uyanıklılığın vücudun somatik işlevleri üzerine zararlı bir etkisi görülmemiş olmakla birlikte, uyanıklılık sırasında sempatik etkinliğin yükseldiği ve iskelet kaslarına ulaşan sinir uyarılarının sayısının kas tonusunu arttırdığı bildirilmiştir. Bunun aksine yavaş dalga uykusu sırasında sempatik etkinlik azalırken parasempatik etkinlik artar ve arteriyel kan basıncı düşer, nabız sayısı azalır, cilt damarları dilate olur, bazen gastrointestinal sistem etkinliği artar, kaslar genellikle gevşer, vücudun bazal metabolizma hızı %10 – 30 oranında azalır (17).

2.9. UYKUSUZLUĞUN SOLUNUMSAL VE KARDİYAK PARAMETRELERE ETKİLERİ:

Uykusuzluğun neden olduğu fonksiyonel rahatsızlıklar performans düşüklüğüne neden olduğu iddiasıyla antrenörlerin ve sporcuların ilgisini çekmiştir (6). Uyku kaybından sonra çalışma verimindeki olası azalma aşağıdaki şu faktörlere bağlanabilir :

a-) Kortikal uyarılmanın azalması (6,34)

- b-) Bozulmuş psikolojik durum (9,17,27)
- c-) Algılama gayreti oranında artış (6,9,17,19)
- d-) Psikomotor performansında azalma (9)
- e-) Glikojeni tükenen postür kaslarının aşırı yorgunluğu (6,33)
- f-) Mevcut kan hacminin periferik dağılımı (6)
- g-) Egzersiz süresince termoregülasyondaki değişim (9)
- h-) Oksijen yetersizliğine ve karbondioksit'e karşı ventilatör tepkilerdeki azalma (9).

Uyku kaybının kalp atım sayısını düşürdüğünü ilk kez Hollad 1968 yılında yaptığı çalışmada öne sürmüştür (27). Bu etkinin değişen sempatik aktiviteden kaynaklanabileceğini düşünen Chen (9), yaptığı çalışmasında uykusuzluktan sonraki dinlenme durumunda plazma katekolamin seviyelerinin normal uykulu olana göre daha düşük seviyelerde olduğunu gösterdi.

Kardiyorespiratuvar değişkenler arasından performans için en önemli faktör olan maksimal oksijen tüketimi hakkında literatürde çelişkili ifadeler vardır. Uykusuzluğun plazma volümünü arttırdığı ve bununla max VO₂ 'nin değişmesine neden olduğu bildirilmektedir (14,27).

Uykusuzluğun neden olduğu bir diğer olay ise hiperkapniye neden olan ventilatör tepkideki azalmadır. Bu durum orta derecede bir solunumsal asidoza ve H⁺ konsantrasyonunun artmasına neden olur (34), bu da kas yorgunluğunu artırıp dayanıklılığın azalması ile sonuçlanır (9). Ancak çok dikkatli yürütülmüş solunumla ilgili çalışmalarda bile solunumsal asidozun oluştuğunu destekleyen hiçbir bilgi yoktur (27).

Uyku kaybının getirdiği psikolojik halin egzersiz üzerindeki etkilerini araştıran araştırmacılar bir çok çalışmada uyku kaybının sonrasında yapılan egzersizde bir çaba artışı olduğunu gözlemlemiştir. Gözlenen çabadaki bu artış, normal uykudan sonra yapılan deneyde ulaşılan performansa ulaşmak için sarf edilmiştir (27).

3. GEREÇ VE YÖNTEM

3.1. GEREÇLER:

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

3.2. YÖNTEM:

3.2.1. Uygulama Yöntemi:

Bu çalışma Eskişehir Atletizm Spor Klübü adına yarışan Erkek Atletler ve Eskişehir D.S.İ. Erkek Voleybol takımında voleybol oynayan sporcular arasından gönüllü olanlar ile Osmangazi Üniversitesi Tıp Fakültesi Fizyoloji Anabilim Dalı Egzersiz Fizyolojisi Laboratuvarında gerçekleştirildi. Denekler normal gece uykusunu almış ve en az bir gece uykusuzluktan sonra olmak üzere iki ayrı zamanda deneye alındı. Deneyde spirometrik ölçümlerden sonra egzersiz testi yapıldı.

Çalışmanın her iki bölümüne yaşları 16 ile 20 arasında olan aktif sporculuk yaşantısı devam eden 10 erkek Atlet 10 erkek Voleybolcu olmak üzere toplam 20 sporcu katıldı. Seçilen sporcuların sağlıklı ve antrene olmasına ve herhangi bir uyku problemi olmamasına dikkat edildi. Sporcuların boy, vücut ağırlığı ölçümleri, yaş, cinsiyet ve ırk bilgileri deney başlamadan hemen önce bilgisayara girildi.

Bütün sporcular deneyin yapılacağı tarihin 15 gün öncesinden itibaren herhangi bir ilaç almamaları, en az 1 gün öncesinden çay, kahve, kola gibi içecekleri içmemeleri için uyarıldı. Hiçbir deneğin aç olarak deneye girmesine izin verilmedi. Deney başlangıcının en az iki saat öncesinden ve deneyin bitimine kadar sporcuların herhangi bir gıda almalarına engel olundu. İhtiyaç duyduklarında yalnızca su içmelerine izin verildi.

Çalışma aynı denekler tarafından 2 ayrı zamanda gerçekleştirildi. Deneklerden alınan ölçümlerin sayısı ve şekli Tablo 3.1. gösterilmiştir.

Tablo 3.1.: Deneklerden alınan ölçüm sayıları ve ölçüm durumları.

	Gece Uykusunu Almış	Bir Gece Uykusuzluktan sonra
Akciğer Hacim Ölçümü	1. ölçüm	2. ölçüm
Egzersiz Testi	1.ölçüm	2. ölçüm

Uykusuzluk deneyi için sporcular, 2 yada 3 kişilik gruplar halinde 1 gece boyunca kararlaştırılan bir evde gözetim altında tutuldu. Denekler bütün geceyi televizyon seyretmek, gazete okumak gibi fiziksel aktivite gerektirmeyen etkinliklerle geçirdiler. Uykusuz geçirilen gecenin sonunda sabah saat: 5:00'te kahvaltı yapan deneklerden ilk kişi saat: 8:00'de deneye alındı. Sabah saat: 5:00'de yapılan kahvaltıda deneklerin bütün gece olduğu gibi çay, kahve ve kola gibi içecekleri içmesine izin verilmedi. Kahvaltıda ekmek, tereyağı, peynir ve vişne suyu gibi gıdaları almalarına izin verildi.

3.2.2. Akciğer Hacimleri Ölçüm Yöntemi:

Denekler oturma yüksekliği yerden itibaren 60 cm olan bir sandalyeye oturtuldu. Ölçümler alınırken diyafram ve göğsü baskılayarak solunumu kısıtlayıcı herhangi bir pozisyonu engellemek için vücut pozisyonunun dik olması sağlandı. Tablo 3.1.'de görülen akciğer hacimlerinin 1'inci ve 2'inci ölçümü sol el aşağıda vücudun sol yanında, sağ kol dirsek ekleminde 150° – 160° fleksiyonda iken Mass Flow Sensörü ağızda tutar pozisyonda yapıldı. Tablo 3.1.'de akciğer hacim ölçümleri sütununda görülen 1. ölçüm gece uykusunu almış şekilde, 2. ölçüm ise bir gece uykusuzluk sonucunda gerçekleştirilmiştir. Spirometrik ölçümlerde VC, MVV, FVC, FEV1, % FEV1/FVC, FEF%25, FEF%50, FEF%75, FEF%25-75, FEF%75-85, PEF, FET%25-75, FET%100, gibi parametreler değerlendirilmiştir. Ölçüm sırasında denegin burnunun bir burun kaskacı yardımı ile kapatılmasına ve ağzının içine aldığı tek kullanımlık ağızlıkların yanlarından herhangi bir hava kaçağı olmamasına dikkat edildi. Ölçümler en az 3 kez tekrarlandı.

3.2.2.1. Statik Akciğer Hacimleri Ölçümü:

Bilgisayarda Vmax programının ana menüsünden Pulmoner Fonksiyon testi seçilip ekranda çıkan alt menü seçeneklerinden Enhanced Spirometri bölümüne girildi. Deneğe yapması gerekenleri anlattıktan sonra, Mass Flow Sensörü ağızlık vasıtası ile ağza alması söylendi. Daha sonra ekrandan F₁ tuşuna basılarak denekten en az 3 - 4 kez normal soluk alıp vermesi istendi. Ekranda tidal volüm sonunda X eksenine paralel kırmızı çizgi çıktığında yavaş ve tam bir solukalma yapması sonra solukalmanın daha fazla yapılamadığı yerden itibaren de yavaş ve tam bir solukverme yapması söylendi. Tam solukvermenin bitiminde ekrandaki End tuşu ile deney sonlandırıldı.

3.2.2.2. Dinamik Akciğer Hacimleri Ölçümü:

Bilgisayarda Vmax programının ana menüsünden Pulmoner Fonksiyon testleri seçilerek ekranda çıkan alt menü seçeneklerinden Flow Volüm Loop bölümüne

girildi. Deneğe yapması gerekenleri anlattıktan sonra, Mass Flow Sensörü ağızlık vasıtası ile ağza alması söylendi. Ekrandaki F_1 tuşuna basılarak denekten en az 3 - 4 kez normal soluk alıp vermesi istendi. 4'üncü solunumdan sonra çok hızlı, derin, tam bir solukalma yapması ve solukalmanın en üst kısmında hiç beklemeden çok hızlı, derin ve tam bir solukverme yapması söylendi. Solukvermeye X eksenine dik şekilde çıkan yeşil çizginin geçilmesine kadar devam etmesi gerektiği ve ancak bizim komutumuzla birlikte tekrar solukalma yapması gerektiği bildirildi. Deney ekrandaki End tuşu ile sonlandırıldı.

3.2.2.3. Maksimal İstemli Ventilasyon Ölçümü:

Bilgisayarda Vmax programının ana menüsünden Pulmoner Fonksiyon testi seçilip ekranda çıkan alt menü seçeneklerinden MVV bölümüne girildi. Deneğe yapması gerekenleri anlattıktan sonra, Mass Flow Sensörü ağızlık vasıtası ile ağza alması söylendi. Ekrandan F_1 tuşuna basılarak deneye başlandı. Deneğin en az 4 – 5 kez normal soluk alıp vermesinden sonra tekrar F_1 tuşuna basıldı ve mümkün olduğunca hızlı ve derin soluk alıp verdirildi. Yaklaşık 15 saniye süren hızlı ve derin soluk alıp verme işlemi, 2'inci kez F_1 tuşuna basıldıktan sonra ekranda beliren ve X eksenine dikey olan 2 yeşil çizgi arasında gerçekleştirildi. Bu sırada solunum frekansının dakikada 75 ile 150 arasında olacak şekilde solumun yaptırılmasına dikkat edildi. Deney volüm eğrilerinin 2'inci yeşil çizgiyi geçmesi ile bilgisayar tarafından sonlandırıldı.

3.2.3. Egzersiz Yöntemi:

Egzersiz testine alınan deneğin ilk başta boyuna uygun olarak Ergobisiklete oturma yükseklği ayarlandı. Bu ayar yapılırken kişinin bir bacağı bisiklet pedalı üzerinde iken ve pedalın en aşağıda olduğu pozisyondaki kalça gövde açısının yaklaşık 150° olmasına dikkat edildi. Daha sonra kol ve bacak bileklerine 4 tane EKG elektrodu yerleştirildi. Bu elektrotlarla egzersizin sporcu sağlığına zarar verecek bir boyuta gelmemesi için dakikadaki kalp atım sayısı ve EKG takibi eş zamanlı olarak yapıldı.

Sağ el işaret parmağına arteriyel oksijen satürasyonu için Oksijen pulsmetre cihazının sensörü takıldı. Bu işlemler yapılırken analizörün egzersiz testi için gaz kalibrasyonu gerçekleştirildi. Bu işlem için %16 O₂, %4 CO₂, gazı içeren Cal1 kalibrasyon tüpü ve %26 O₂, %0 CO₂ gazı içeren Cal2 kalibrasyon tüpleri açıldı ve Mass Flow sensöre bağlı beyaz renkli büyük uçlu olan hava akımı bağlantı borusu sensörden çıkarılarak analizörün sol yanındaki kalibrasyon girişi yerine takıldı. Bilgisayarda Vmax programının ana menüsünden Egzersiz Metabolik test seçildi. Ekranı çıkan alt menü seçeneklerinden CPX-25 protokolü ve F1 Start tuşuna basıldı. Karşımıza çıkan Egzersiz Metabolik testi kalibrasyon penceresinin en alt solunda bulunan F1 Start kalibrasyon tuşuna basıldı. Bu dakikadan sonra bilgisayar açık olan kalibrasyon tüplerindeki gazları kullanarak kendi kalibrasyonunu gerçekleştirdi. İşlemin bitiminde ekranın sağ alt köşesinde yeşil renkli “Calibration Complete” yazısı görüldü. Kalibrasyonun gerçekleştirilemediği durumlarda bilgisayar, uyarı mesajı verdi ve kalibrasyon işlemi F1 Start Kalibrasyon tuşuna basılması ile tekrar edildi. Kalibrasyon işlemi tamamlandıktan sonra analizörde kalibrasyon girişinde takılı olan beyaz uçlu hava akımı bağlantı borusu çıkarılarak mass flow sensöre tekrar takıldı.

Egzersiz testi ile ilgili solunumsal veriler başa takılan bir maske ve onun ucuna yerleştirilen Mass Flow Sensör aracılığı ile elde edildi. Maskenin takılması sonrasında maske kenarlarından her hangi bir hava kaçağı olmamasına dikkat edildi.

Kullanılan aletlerden elde edilen sinyaller uygun bağlantı kabloları ile Vmax 29 C cihazına sistem tarafından gönderildi. Oradan da sayısal veriler halinde bilgisayar ekranından izlendi. Egzersiz testinde VO₂ ml/kg/min, VCO₂ L/min, VE BTPS L/min, Vt litre, RQ, HR, SpO₂, Solunum frekansı (RR) değerleri ölçüldü. Hem normal hemde uykusuzluk deneyinde egzersiz testi tamamlandıktan sonra elde edilen 11'inci dakika değerleri egzersiz peak değeri olarak kabul edilip bu değerler egzersiz öncesi dinlenme değerleri ile birlikte istatistiksel analize alındı.

Ergobisiklet, external çalışma modunda, bilgisayarın gönderdiği Protokol üzerinden çalıştırıldı. Deneyde egzersiz protokolü olarak CPX – 25 protokolü

uygulandı. Tablo 3.2.'de de gösterildiği gibi ısınma periyodu 99 saniye süresince 25 W yükü gerçekleştirilir. Daha sonra egzersiz periyodunda yük 50 W'tan başlayarak her bir dakikada 25 W artarak 300 W'a kadar devam etti. İyileşme (geri dönme) periyodu yine 25W yükü dakikadaki kalp atım sayısı normale dönene kadar devam etti.

Tablo 3.2.: CPX – 25 Egzersiz protokolü.

	Isınma	E g z e r s i z											İyileşme
Yük (W)	25	50	75	100	125	150	175	200	225	250	275	300	25
Zaman (Sn)	99	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	Nabız normale inene kadar

Denekler egzersiz testinin başlangıcından itibaren her hangi bir anında deneyi sonlandırabilirlerdi. Ancak kendilerinden dayanabilecekleri en son noktaya kadar egzersize devam etmeleri istendi. Ayrıca deneyin, kalp atım sayısının 200'e yükselmesi ile ergobisiklet tarafından otomatik olarak durdurulması mümkündü. Her an gerçekleşebilecek bir sağlık problemi için deneylerin tamamı doktor kontrolünde gerçekleştirildi. Laboratuvarında acil yardım malzemeleri olarak Oksijen tüpü, ambu, steril eldiven, enjektör ve noradrenalin flakonları bulunduruldu.

3.2.4. İstatistiksel Yöntem:

İstatistiksel çalışma Osmangazi Üniversitesi Tıp Fakültesi Biyoistatistik Anabilim Dalının yardımları ile gerçekleştirildi. Uykusuzluğun kardiyorespiratuar parametrelere etkisini değerlendirirken normal dinlenme parametreleri ile uykusuz dinlenme parametreleri, normal peak parametreleri ile uykusuz peak parametreleri karşılaştırıldı ve çift örneklemlili "t" testi kullanıldı. Egzersizin kardiyorespiratuar parametrelere etkisini değerlendirirken normal dinlenme parametreleri ile normal peak parametreleri uykusuz dinlenme parametreleri ile uykusuz peak parametreleri karşılaştırıldı ve çift örneklemlili "t" testi kullanıldı. Uykusuzluğun dinlenme spirometrik değerlere etkisini değerlendirirken normal ölçümlerle uykusuz ölçümler karşılaştırıldı

ve çift örneklemlı “t” testi kullanıldı. Voleybol ve atletler arasındaki karşılaştırmada independent (bağımsız) “t” testi kullanıldı. Sonuçlar ortalama \pm standart hata olarak t ve p değerleri ile birlikte verildi ve $p < 0.05$ anlamlı olarak kabul edildi.



4. BULGULAR

Deneye katılan Voleybolcu ve Atletlerin yaş, boy, vücut ağırlığı, vücut yüzey alanı (BSA) ve vücut kütle indeksi (BMI) Tablo 4.1.'de gösterilmiştir. İki grup arasında yaş, boy, kilo, BSA, BMI 'da istatistiksel olarak herhangi bir anlamlılık bulunmamıştır.

Tablo 4.1.: Atlet ve voleybol sporcularının Yaş, Boy, Vücut ağırlığı, Vücut Yüzey Alanı (BSA) ve Vücut kütle İndeksleri (BMI) arasındaki farklılık

	Voleybolcu Erkek (n=10)	Atlet Erkek (n=10)	t değeri
Yaş (Yıl)	17.8 ± 0.36	18.1 ± 0.35	-0.6
Boy (cm)	182.4 ± 1.02	179.6 ± 1.2	1.772
Vücut Ağırlığı (kg)	72.8 ± 1.69	71.3 ± 1.13	0.739
BSA (m ²)	1.93 ± 0.02	1.9 ± 0.02	1.244
BMI (kg/m ²)	21.88 ± 0.48	22.12 ± 0.36	-0.405

4.1. VOLEYBOLCU BULGULARI

4.1.1. Voleybolcularda Uykusuzluğun Dinlenme Kardiyorespiratuvar Parametrelere Etkisi Bulguları:

Tablo 4.2.: Voleybolcularda uykusuzluğun dinlenme kardiyorespiratuvar parametrelere etkisi

	Voleybolcu (n=10)			
	Normal	Uykusuz	t değeri	Anlamlılık
HR	82.4 ± 2.14	83.1 ± 1.85	-0.335	
VO ₂ (ml/kg/min)	3.07 ± 0.23	3.84 ± 0.29	-2.219	
VCO ₂ (L/min)	0.21 ± 0.02	0.26 ± 0.02	-2.466	*
RQ	0.94 ± 0.04	0.94 ± 0.04	-0.074	
SpO ₂	94.7 ± 1.2	93.5 ± 0.81	2.092	
VE (BPTS) L/min	10.3 ± 0.65	10.95 ± 0.7	-1.154	
V _T (L)	0.72 ± 0.09	0.87 ± 0.08	-3.046	*
RR	16 ± 1.36	13.2 ± 1.12	2.409	*

p<0.05 için “ * ” kullanılmıştır.

HR Bulguları :

Tablo 4.2. ve Şekil 4.1.'de görüldüğü gibi dinlenme halinde uykusuz durumda alınan HR değerleri normal durumda alınanlara göre çok küçük bir artış göstermiştir. Ancak bu artış istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır.

VO₂ Bulguları:

Tablo 4.2. ve Şekil 4.2.'de görüldüğü gibi dinlenme halinde uykusuz durumda alınan VO₂ değerleri normal durumda alınanlara göre daha yüksek bulunmuştur. Görülen bu artış istatistiksel açıdan anlamlı değildir.

VCO₂ Bulguları:

Tablo 4.2. ve Şekil 4.3.'te görüleceği gibi dinlenme halinde uykusuz durumda alınan VCO₂ değerleri normal durumda alınanlara göre daha yüksek olup istatistiksel olarak $p < 0.05$ düzeyinde anlamlılık göstermiştir.

RQ Bulguları:

RQ değerleri normal ve uykusuz dinlenme durumunda bir değişiklik göstermemiştir. Dinlenme RQ bulguları Tablo 4.2. ve Şekil 4.4.'te gösterilmiştir.

SpO₂ Bulguları:

Uykusuzluk durumu dinlenme SpO₂ değerleri normale göre düşme bir gösterirken bu düşme Tablo 4.2. ve Şekil 4.5.'de görüldüğü gibi istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır.

VE Bulguları:

Dinlenme VE değerleri Tablo 4.2. ve Şekil 4.6.'da görüldüğü gibi uykusuzluk durumunda bir yükselme göstermesine rağmen bu yükselmeler istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır.

V_T Bulguları:

Tablo 4.2. ve Şekil 4.7.'de görüldüğü gibi V_T uykusuzlukta bir artış göstermiş olup bu artış istatistiksel olarak $p < 0.05$ düzeyinde anlamlı bulunmuştur.

RR Bulguları:

RR dinlenme değerleri Tablo 4.2. ve Şekil 4.8.'de görüldüğü gibi uykusuzlukta bir azalma göstermiştir. Bu azalma $p < 0.05$ düzeyinde anlamlı bulunmuştur.

4.1.2. Voleybolcularda Uykusuzluğun Egzersiz Kardiyorespiratuvar Parametrelere Etkisi Bulguları:

Tablo 4.3.: Voleybolcularda uykusuzluğun egzersiz 11'inci dakikadaki kardiyorespiratuvar parametrelere etkisi

	Voleybolcu (n=10)			
	Normal	Uykusuz	t değeri	Anlamlılık
HR	184.1 ± 2.24	180.7 ± 2.89	1.133	
VO ₂ (ml/kg/min)	41.51 ± 1.43	40.79 ± 0.97	0.963	
VCO ₂ (L/min)	3.86 ± 0.12	3.73 ± 0.08	1.117	
RQ	1.28 ± 0.02	1.25 ± 0.02	1.164	
SpO ₂	92.2 ± 0.77	91.4 ± 1.33	0.746	
VE (BPTS) L/min	125.63 ± 4.77	115.49 ± 2.39	2.91	*
V _T (L)	2.6 ± 0.12	2.84 ± 0.12	-2.935	*
RR	48.6 ± 1.44	44.7 ± 2.08	2,394	*

p<0.05 için “ * ” kullanılmıştır.

HR Bulguları :

HR değerleri uykusuzluktan sonra bir azalma göstermiştir. Ancak Tablo 4.3. ve Şekil 4.1. 'de de gösterildiği gibi bu azalma istatiksel olarak anlamlı bulunmamıştır.

VO₂ Bulguları:

VO₂ değerleri Tablo 4.3. ve Şekil 4.2. 'de görüleceği gibi uykusuzluktan sonra bir azalma göstermiş olup bu azalma istatiksel olarak anlamlı bulunmamıştır.

VCO₂ Bulguları:

Tablo 4.3. ve Şekil 4.3 'te görüldüğü gibi egzersizde en yüksek VCO₂ değerleri uykusuzlukla birlikte düşme göstermiş olup bu düşüş istatiksel olarak anlamlı bulunmamıştır.

RQ Bulguları:

RQ değerleri uykusuzluk durumunda bir azalma göstermiş, ancak bu azalmalar Tablo 4.3. ve Şekil 4.4 'te de görüleceği gibi istatiksel olarak anlamlı bulunmamıştır.

SpO₂ Bulguları:

Tablo 4.3. ve Şekil 4.5.'te görüldüğü gibi SpO₂ değerleri uykusuzlukla birlikte anlamlı olmayan şekilde azalmıştır.

VE Bulguları:

VE değerleri Tablo 4.3. ve Şekil 4.6. 'daki gibi uykusuzlukla birlikte istatistiksel olarak $p<0.05$ düzeyinde anlamlılık gösterecek şekilde azalma göstermiştir.

V_T Bulguları:

Tablo 4.3. ve Şekil 4.7. 'de görüleceği gibi uykusuzluk değeri normal değerlere göre $p<0.05$ düzeyinde anlamlılık gösterecek şekilde yükselmiştir.

RR Bulguları:

RR değerleri uykusuzluktan sonra bir azalma göstermiştir. Tablo 4.3. ve Şekil 4.8. 'de de gösterildiği gibi bu azalma istatistiksel $p<0.05$ düzeyinde anlamlı bulunmuştur.

4.1.3. Voleybolcularda Egzersizin Kardiyorespiratuvar Parametrelere Etkisi Bulguları:

Tablo 4.4.: Voleybolcularda yapılan egzersizin yarattığı değişikliklerin karşılaştırılması

	Normal (n=10)				Uykusuz (n=10)			
	Dinlenme	Egzersiz Peak	t değeri	Anlamlılık	Dinlenme	Egzersiz Peak	t değeri	Anlamlılık
HR	82.4 ± 2.14	184.1 ± 2.24	-29.466	***	83.1 ± 1.85	180.7 ± 2.89	-25.104	***
VO ₂ ml/kg/min	3.07 ± 0.23	41.51 ± 1.43	-26.492	***	3.84 ± 0.29	40.79 ± 0.97	-38.545	***
VCO ₂ L/min	0.21 ± 0.02	3.86 ± 0.12	-30.635	***	0.26 ± 0.02	3.73 ± 0.08	-38.078	***
RQ	0.94 ± 0.04	1.28 ± 0.02	-14.737	***	0.94 ± 0.04	1.25 ± 0.02	-5.95	***
SpO ₂	94.7 ± 1.2	92.2 ± 0.77	4.294	**	93.5 ± 0.81	91.4 ± 1.33	1.59	
VE (BPTS) L/min	10.3 ± 0.65	125.63 ± 4.77	-24.108	***	10.95 ± 0.7	115.49 ± 2.39	-40.081	***
V_T L	0.72 ± 0.09	2.6 ± 0.12	-13.558	***	0.87 ± 0.08	2.84 ± 0.12	-12.059	***
RR	16 ± 1.36	48.6 ± 1.44	-16.382	***	13.2 ± 1.12	44.7 ± 2.08	-11.997	***

$p<0.01$ için “**”, $p<0.001$ için “***” kullanılmıştır.

Tablo 4.4.'de görüldüğü gibi normal ve uykusuzluk durumundaki voleybolcuların egzersiz HR, VO₂, VCO₂, RQ, VE, V_T ve RR değerleri, dinlenim değerlerine göre $p<0.001$ düzeyinde çok belirgin şekilde yükselmiştir. SpO₂ değerleri, egzersizle birlikte hem normalde hem de uykusuzlukta düşüş göstermiştir. Bu düşüşler normal durumlarında yapılan egzersizde $p<0.01$ düzeyinde anlamlılık gösterirken, uykusuz durumda yapılan egzersizde istatistiksel olarak bir anlamlılık bulunamamıştır.

4.1.4. Voleybolcularda Uykusuzluğun Spirometrik Parametrelere Etkisi Bulguları:

Tablo 4.5.: Voleybolcu erkeklerde uykusuzluğun spirometrik değerlere etkisi

	Normal (n=10)	Uykusuz (n=10)	t değeri	Anlamlılık
VC	6.57 ± 0.27	6.78 ± 0.29	-1.384	
MVV	204 ± 10.53	191.4 ± 7.17	1.408	
FVC	5.82 ± 0.25	5.97 ± 0.26	-1.083	
FEV1	4.94 ± 0.18	5.08 ± 0.18	-1.823	
% FEV1/FVC	85.2 ± 1.41	83.7 ± 1.45	1.606	
FEF %25	7.46 ± 0.364	8.16 ± 0.43	-2.11	
FEF %50	5.62 ± 0.21	5.71 ± 0.18	-0.81	
FEF %75	2.82 ± 0.18	2.88 ± 0.21	-0.341	
FEF %25-75	5.03 ± 0.19	5.11 ± 0.18	-1.22	
FEF %75-85	2.21 ± 0.17	2.35 ± 0.19	-0.835	
PEF	8.38 ± 0.55	8.99 ± 0.54	-1.952	
FET %25-75	0.58 ± 0.03	0.6 ± 0.02	-1.534	
FET %100	7.07 ± 0.37	8.12 ± 0.4	-1.798	

Tablo 4.5.'te ve Şekil 17,18,19,20,21,22,23,24,25,26,27,28 ve 29'da görüldüğü gibi voleybolcuların VC, MVV, FVC, FEV1, % FEV1/FVC, FEF%25, FEF%50, FEF%75, FEF%25-75, FEF%75-85, PEF, FET%25-75, FET%100 değerlerinde uykusuzlukla birlikte normal değerlere göre istatistiksel olarak anlamlı bir değişiklik görülmemiştir.

4.2. ATLET BULGULARI

4.2.1. Atletlerde Uykusuzluğun Dinlenim Kardiyorespiratuvar Parametrelere Etkisi Bulguları:

Tablo 4.6.: Atletlerde uykusuzluğun dinlenim kardiyorespiratuvar parametrelere etkisi

	Atlet (n=10)			
	Normal	Uykusuz	t değeri	Anlamlılık
HR	69.6 ± 2.79	69.7 ± 2.37	-0.047	
VO ₂ (ml/kg/min)	3.13 ± 0.2	3.7 ± 0.3	-2.404	*
VCO ₂ (L/min)	0.2 ± 0.01	0.23 ± 0.02	-2.737	*
RQ	0.88 ± 0.02	0.88 ± 0.02	0.071	
SpO ₂	94.3 ± 0.65	95.1 ± 0.59	-2.228	
VE (BPTS) L/min	10.2 ± 0.47	11 ± 1.13	-0.887	
V _T (L)	0.55 ± 0.03	0.77 ± 0.14	-1.658	
RR	19 ± 1.04	16 ± 1.6	1.877	

p<0.05 için “ * ” kullanılmıştır.

HR Bulguları :

Tablo 4.6. ve Şekil 4.1.'de görüldüğü gibi uykusuz durumda alınan HR değerleri normal durumda alınanlara göre bir değişiklik göstermemiştir.

VO₂ Bulguları:

VO₂ değerleri Tablo 4.6. ve Şekil 4.2.'de görüldüğü gibi uykusuz durumda normal duruma göre daha yüksek bulunmuştur. Bu artış istatistiksel olarak $p < 0.05$ düzeyinde anlamlılık göstermiştir.

VCO₂ Bulguları:

Tablo 4.6. ve Şekil 4.3.'te görüleceği gibi dinlenme halinde uykusuz durumda alınan VCO₂ değerleri normal durumda alınanlara göre daha yüksek olup istatistiksel olarak $p < 0.05$ düzeyinde anlamlılık göstermiştir.

RQ Bulguları:

RQ değerleri normal ve uykusuz dinlenme durumunda bir değişiklik göstermemiştir. Dinlenme RQ bulguları Tablo 4.6. ve Şekil 4.4.'te gösterilmiştir.

SpO₂ Bulguları:

Uykusuzluk durumu dinlenme SpO₂ değerleri normale göre bir yükselme gösterirken bu değişme Tablo 4.6. ve Şekil 4.5.'de görüldüğü gibi istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır.

VE Bulguları:

Dinlenme VE değerleri Tablo 4.6. ve Şekil 4.6.'da görüldüğü gibi uykusuzluk durumunda bir yükselme göstermesine rağmen bu yükselmeler istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır.

V_T Bulguları:

Tablo 4.6. ve Şekil 4.7.'de görüldüğü gibi V_T uykusuzlukta bir artış göstermiş olup bu artış istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır.

RR Bulguları:

RR dinlenme değerleri Tablo 4.6. ve Şekil 4.8.'de görüldüğü gibi uykusuzlukta bir azalma göstermiştir. Bu azalma istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır.

4.2.2. Atletlerde Uykusuzluğun Egzersiz Kardiyorespiratuvar Parametrelere Etkisi

Bulguları:

Tablo 4.7.: Atletlerde uykusuzluğun egzersiz 11'inci dakikadaki kardiyorespiratuvar parametrelere etkisi

	Atlet (n=10)			
	Normal	Uykusuz	t değeri	Anlamlılık
HR	175.7 ± 3.81	171.9 ± 4.31	1.623	
VO ₂ (ml/kg/min)	42.7 ± 3.38	42.13 ± 2.48	0.198	
VCO ₂ (L/min)	3.82 ± 0.19	3.26 ± 0.24	2.006	
RQ	1.29 ± 0.05	1.21 ± 0.03	1.919	
SpO ₂	91.7 ± 1.16	91.6 ± 1.03	0.065	
VE (BPTS) L/min	159.54 ± 5.69	142.03 ± 4.78	2.5	*
V _T (L)	2.79 ± 0.11	2.5 ± 0.13	3.585	**
RR	49.2 ± 2,67	52.4 ± 1.66	-1.419	

p<0.05 için “*”, p<0.01 için “**” kullanılmıştır.

HR Bulguları :

HR değerleri uykusuzluktan sonra bir azalma göstermiştir. Ancak Tablo 4.7. ve Şekil 4.1. 'de de gösterildiği gibi bu azalma istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır.

VO₂ Bulguları:

VO₂ değerleri Tablo 4.7. ve Şekil 4.2. 'de görüleceği gibi uykusuzluktan sonra bir azalma göstermiş olup bu azalma istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır.

VCO₂ Bulguları:

Tablo 4.7. ve Şekil 4.3 'te görüldüğü gibi egzersizde en yüksek VCO₂ değerleri uykusuzlukla birlikte düşme göstermiş olup bu düşüş istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır.

RQ Bulguları:

RQ değerleri uykusuzluk durumunda bir azalma göstermiş, ancak bu azalmalar Tablo 4.7. ve Şekil 4.4 'te de görüleceği gibi istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır.

SpO₂ Bulguları:

Tablo 4.7. ve Şekil 4.5.'te görüldüğü gibi egzersizde SpO₂ değerleri uykusuzlukla birlikte değişmemiştir.

VE Bulguları:

VE değerleri Tablo 4.7. ve Şekil 4.6. 'daki gibi uykusuzlukla birlikte istatistiksel olarak $p < 0.05$ düzeyinde anlamlılık gösterecek şekilde azalma göstermiştir.

V_T Bulguları:

Tablo 4.7. ve Şekil 4.7. 'de görüleceği gibi uykusuzluk değeri normal değerlere göre istatistiksel olarak $p < 0.01$ düzeyinde bir azalma göstermiştir.

RR Bulguları:

RR değerleri uykusuzluktan sonra bir yükselme göstermiştir. Tablo 4.7. ve Şekil 4.8. 'de de gösterilen bu artış istatistiksel anlamlı bulunmamıştır.

4.2.3. Atletlerde Egzersizin Kardiyorespiratuvar Parametrelere Etkisi Bulguları:

Tablo 4.8.'da görüldüğü gibi normal ve uykusuzluk durumundaki atletlerin egzersiz HR, VO_2 , VCO_2 , RQ, VE, V_T ve RR değerleri, dinlenme değerlerine göre $p < 0.001$ düzeyinde çok belirgin şekilde yükselmiştir. SpO_2 değerleri, egzersizle birlikte düşüş göstermiştir. Bu düşüşler hem normal hem de uykusuzluk durumunda $p < 0.05$ düzeyinde anlamlı bulunmuştur.

Tablo 4.8.: Atletlerde yapılan egzersizin yarattığı değişikliklerin karşılaştırılması

	Normal (n=10)				Uykusuz (n=10)			
	Dinlenme	Egzersiz Peak	t değeri	Anlamlılık	Dinlenme	Egzersiz Peak	t değeri	Anlamlı
HR	69.6 ± 2.79	175.7 ± 3.81	-18.958	***	69.7 ± 2.37	171.9 ± 4.31	-19.630	***
VO_2 ml/kg/min	3.13 ± 0.2	42.7 ± 3.38	-11.919	***	3.7 ± 0.3	42.13 ± 2.48	-15.695	***
VCO_2 L/min	0.2 ± 0.01	3.82 ± 0.19	-19.520	***	0.23 ± 0.02	3.26 ± 0.24	-12.142	***
RQ	0.88 ± 0.02	1.29 ± 0.05	-7.423	***	0.88 ± 0.02	1.21 ± 0.03	-11.217	***
SpO_2	94.3 ± 0.65	91.7 ± 1.16	2.982	*	95.1 ± 0.59	91.6 ± 1.03	2.689	*
VE (BPTS) L/min	10.2 ± 0.47	159.54 ± 5.69	-25.992	***	11 ± 1.13	142.03 ± 4.78	-29.845	***
V_T L	0.55 ± 0.03	2.79 ± 0.11	-19.231	***	0.77 ± 0.14	2.5 ± 0.13	-9.115	***
RR	19 ± 1.04	49.2 ± 2,67	-11.604	***	16 ± 1.6	52.4 ± 1.66	-15.594	***

$p < 0.05$ için “*”, $p < 0.001$ için “***” kullanılmıştır.

4.2.4. Atletlerde Uykusuzluğun Spirometrik Parametrelere Etkisi Bulguları:

Tablo 4.9.'de ve Şekil 17,18,19,20,21,22,23,24,25,26,27,28 ve 29'da görüldüğü gibi atletlerin VC, MVV, FVC, FEV1, % FEV1/FVC, FEF%25, FEF%50, FEF%75, FEF%25-75, FEF%75-85, PEF, FET%25-75, FET%100 değerlerinde uykusuzlukla birlikte normal değerlere göre istatistiksel olarak anlamlı bir değişiklik görülmemiştir.

Tablo 4.9.: Atlet erkeklerde uykusuzluğun spirometrik değerlere etkisi

	Normal (n=10)	Uykusuz (n=10)	t değeri	Anlamlılık
VC	6.61 ± 0.3	6.38 ± 0.23	1.814	
MVV	215 ± 10.13	204.1 ± 6.99	1.71	
FVC	6.45 ± 0.33	6.22 ± 0.24	1.796	
FEV1	5.12 ± 0.19	4.99 ± 0.17	1.729	
% FEV1/FVC	80.1 ± 2.11	80.6 ± 2.17	-0.667	
FEF %25	7.50 ± 0.81	8.19 ± 0.4	-0.812	
FEF %50	5.47 ± 0.37	5.48 ± 0.39	-0.038	
FEF %75	2.38 ± 0.25	2.48 ± 0.23	-1.704	
FEF %25-75	4.88 ± 0.37	4.95 ± 0.38	-0.504	
FEF %75-85	1.76 ± 0.21	1.85 ± 0.18	-1.332	
PEF	10.37 ± 0.32	9.87 ± 0.42	-1.891	
FET %25-75	0.72 ± 0.06	0.69 ± 0.06	-1.057	
FET %100	7.61 ± 0.43	8.07 ± 0.37	-1.571	

4.3. YORULMA ZAMANI BULGULARI:

Voleybolcu ve Atletlerin normal ve uykusuz durumda yaptığı egzersizdeki yorulma zamanları Tablo 4.10.'da gösterilmiştir. Voleybolcu erkeklerin uykusuz durumda yapılan egzersizdeki yorulma zamanı, normal durumdaki egzersize göre düşmüştür. Bu düşüş istatistiksel olarak $p < 0.01$ düzeyinde anlamlılık göstermiştir. Atlet erkeklerin uykusuz egzersizdeki yorulma zamanı normal egzersize göre düşmüştür. Ancak bu düşüş istatistiksel olarak anlamlılık göstermemiştir. Voleybolcularla Atletlerin yapılan egzersize dayanma süreleri karşılaştırıldığında hem normal hemde uykusuz durumda, atletler yapılan egzersizlere daha uzun süre dayanmışlardır. Hem normal egzersizlerin hem de uykusuz egzersizlerin karşılaştırılmasında istatistiksel olarak $p < 0.05$ düzeyinde anlamlılık bulunmuştur.

Tablo 4.10.: Normal ve uykusuz durumda yapılan egzersizde voleybolcu ve atletlerin yorulma zamanları

	Voleybolcu Erkek		Atlet Erkek		Anlamlılık			
	Normal (a) (n=10)	Uykusuz (b) (n=10)	Normal (c) (n=10)	Uykusuz (d) (n=10)	a-b	c-d	a-c	b-d
Yorulma Zamanı (sn)	701.1 ± 10.62	667.1 ± 16.44	778 ± 27.37	740 ± 26.75	**		*	*
t değeri					4.094	2.022	-2.619	-2.334

p<0.05 için “*”, p<0.01 için “**” kullanılmıştır.

4.4. SPORCU GRUPLARININ KARŞILAŞTIRILMASI BULGULARI:

Her iki sporcu grubunun normal ve uykusuz durumdaki dinlenme değeri Tablo 4.7.’de 11’inci dakika peak egzersiz değerleri Tablo 4.8.’de gösterilmiştir.

Dinlenme durumunda hem normal hem de uykusuzluk deneyinde atletlerin HR değerlerinde voleybolculara göre p<0.05 düzeyinde anlamlı düşüşler görülmüştür. Diğer durumlardaki değişikliklerin hiçbirisi istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır.

Tablo 4.11.: Egzersiz öncesinde dinlenme durumunda oluşan kardiyorespiratuvar parametre değerlerinin spor branşlarına göre karşılaştırılması

	Voleybolcu	Atlet	t değeri	Anlamlılık
Normal HR	82.4 ± 2.14	69.6 ± 2.79	3.637	*
Uykusuz HR	83.1 ± 1.85	69.7 ± 2.37	4.464	*
Normal VO ₂ ml/kg/min	3.07 ± 0.23	3.13 ± 0.2	-0.197	
Uykusuz VO ₂ ml/kg/min	3.84 ± 0.29	3.7 ± 0.3	0.334	
Normal VCO ₂ L/min	0.21 ± 0.02	0.2 ± 0.01	0.748	
Uykusuz VCO ₂ L/min	0.26 ± 0.02	0.23 ± 0.02	0.977	
Normal RQ	0.94 ± 0.04	0.88 ± 0.02	1.706	
Uykusuz RQ	0.94 ± 0.04	0.88 ± 0.02	1.433	
Normal SpO ₂	94.7 ± 1.2	94.3 ± 0.65	0.293	
Uykusuz SpO ₂	93.5 ± 0.81	95.1 ± 0.59	-1.605	
Normal VE (BPTS) L/min	10.3 ± 0.65	10.2 ± 0.47	0.125	
Uykusuz VE (BPTS) L/min	10.95 ± 0.7	11 ± 1.13	-0.038	
Normal V _T L	0.72 ± 0.09	0.55 ± 0.03	1.819	
Uykusuz V _T L	0.87 ± 0.08	0.77 ± 0.14	0.663	
Normal RR	16 ± 1.36	19 ± 1.04	-1.752	
Uykusuz RR	13.2 ± 1.12	16 ± 1.6	-1.433	

p<0.05 için “*” kullanılmıştır.

Tablo 4.12.: Egzersiz sonucunda oluşan kardiyorespiratuvar parametrelerin en yüksek değerlerinin spor branşlarına göre karşılaştırılması

	Voleybolcu	Atlet	t değeri	Anlamlılık
Normal HR	184.1 ± 2.24	175.7 ± 3.81	1.901	
Uykusuz HR	180.7 ± 2,89	171.9 ± 4.31	1.694	
Normal VO ₂ ml/kg/min	41.51 ± 1.43	42.7 ± 3.38	-0.325	
Uykusuz VO ₂ ml/kg/min	40.79 ± 0.97	42.13 ± 2.48	-0.503	
Normal VCO ₂ L/min	3.86 ± 0.12	3.82 ± 0.19	0.173	
Uykusuz VCO ₂ L/min	3.73 ± 0.08	3.26 ± 0.24	1.835	
Normal RQ	1.28 ± 0.02	1.29 ± 0.05	-0.115	
Uykusuz RQ	1.25 ± 0.02	1.21 ± 0.03	1.481	
Normal SpO ₂	92.2 ± 0.77	91.7 ± 1.16	0.36	
Uykusuz SpO ₂	91.4 ± 1.33	91.6 ± 1.03	-0119	
Normal VE (BPTS) L/min	125.63 ± 4.77	159.54 ± 5.69	-4.565	*
Uykusuz VE (BPTS) L/min	115.49 ± 2.39	142.03 ± 4.78	-4.966	*
Normal V _T L	2.6 ± 0.12	2.79 ± 0.11	-1.137	
Uykusuz V _T L	2.84 ± 0.12	2.5 ± 0.13	1.984	
Normal RR	48.6 ± 1.44	49.2 ± 2.67	-0.198	
Uykusuz RR	44.7 ± 2.08	52.4 ± 1.66	-2.891	*

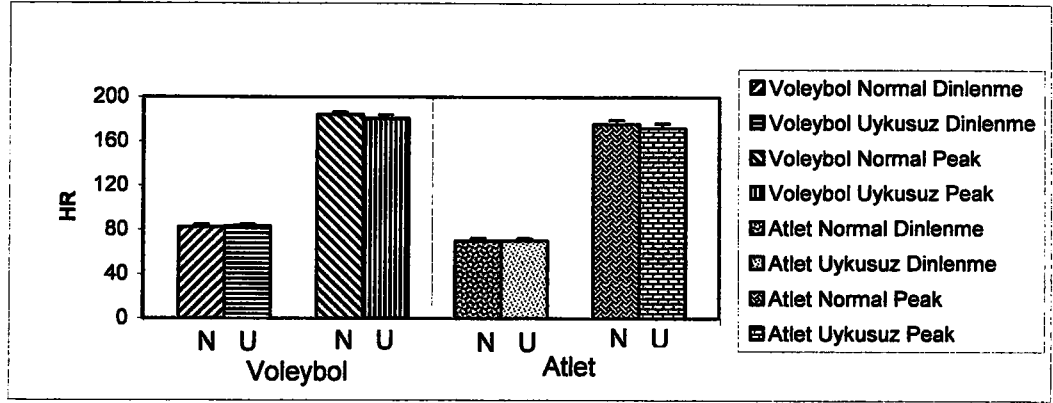
p<0.05 için “ * ” kullanılmıştır.

Egzersiz peak durumunda normal ve uykusuzlukta atlet VE değerleri ve uykusuz atlet RR değerleri voleybolculara göre p<0.05 düzeyinde anlamlı artışlar göstermiştir. Bunun dışında parametrelerdeki değişiklikler istatistiksel olarak anlamlı değildir.

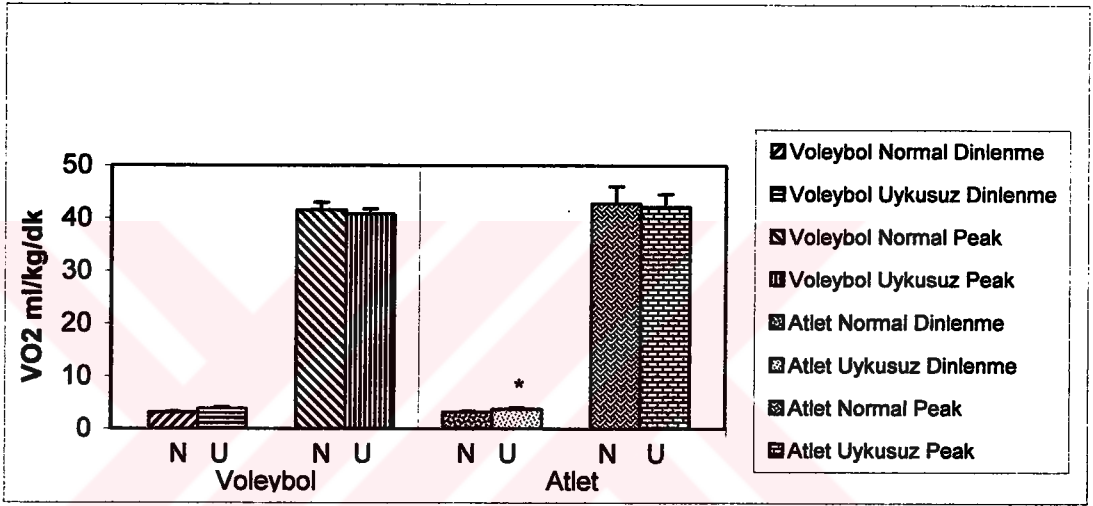
Tablo: 4.13.: Deneylerden önce gerçekleştirilen kalibrasyon değerleri

		Voleybolcular							
		Cal1 O ₂ %16.00	Cal1 CO ₂ %4.00	Cal2 O ₂ %26.00	Cal2 CO ₂ %0.00	Ab O ₂	Ab CO ₂	Ekspirasyon 3.00 Litre	İnspirasyon 3.00 Litre
Ümit Aladağ	Normal	16.04	3.98	26.04	-0.01	20.72	0.06	3.01	3.06
	Uykusuz	16.06	4.01	26.06	-0.01	20.69	0.11	2.99	2.99
Volkan Konuk	Normal	16.04	3.98	26.04	-0.01	20.72	0.06	3.01	3.06
	Uykusuz	16.06	4.01	26.06	-0.01	20.69	0.11	2.99	2.99
Celil Kaçmaz	Normal	16.03	4.00	26.04	0.00	20.72	0.06	3.01	2.96
	Uykusuz	16.06	4.01	26.06	-0.01	20.69	0.11	2.99	2.97
Emre Yılmaz	Normal	16,03	4,00	26,04	0,00	20,72	0,06	3,01	2,69
	Uykusuz	16,04	3,99	26,04	0,00	20,66	0,10	3,02	3,01
Muhsin Osmanoğlu	Normal	16,03	4,01	26,04	0,00	20,66	0,15	3,03	3,02
	Uykusuz	16,02	4,03	26,03	0,02	20,60	0,17	2,98	2,99
Ersin Öklenci	Normal	16,03	4,01	26,04	0,00	20,66	0,15	3,03	3,02
	Uykusuz	16,02	4,03	26,03	0,02	20,60	0,17	2,95	2,99
Umut Bulut	Normal	16,03	4,01	26,04	0,00	20,66	0,15	3,03	3,02
	Uykusuz	16,02	4,03	26,03	0,02	20,60	0,17	2,95	2,99
Metin Çevik	Normal	16,00	4,01	26,02	0,00	20,65	0,10	3,01	3,01
	Uykusuz	16,04	3,99	26,04	0,00	20,66	0,10	3,02	3,01
Erdoğan Pınar	Normal	16,00	4,01	26,02	0,00	20,65	0,10	3,01	3,01
	Uykusuz	16,04	3,99	26,04	0,00	20,66	0,10	3,02	3,01
Şahin Akkavak	Normal	16,00	4,01	26,02	0,00	20,65	0,10	3,01	3,01
	Uykusuz	16,04	3,99	26,04	0,00	20,66	0,10	3,02	3,01

Atletler									
		Cal 1 O ₂ %16.00	Cal 1 CO ₂ %4.00	Cal 2 O ₂ %26.00	Cal 2 CO ₂ %0.00	Ab O ₂	Ab CO ₂	Ekspirasyon 3.00 Litre	İnspirasyon 3.00 Litre
Abdullah Erdogan	Normal	15.99	3.99	26.01	0.00	20.73	0.10	3.02	2.98
	Uykusuz	16.01	4.00	26.03	0.00	20.69	0.08	2.98	2.99
Mehmet Kale	Normal	16.00	4.03	26.01	0.01	20.64	0.08	3.02	3.01
	Uykusuz	16.03	4.04	26.05	0.02	20.77	0.08	2.98	2.98
İlhan Karabulut	Normal	16.01	4.01	26.03	-0.01	20.68	0.08	3.04	3.02
	Uykusuz	16.03	3.99	26.04	0.01	20.74	0.08	2.98	2.94
Harun Koşar	Normal	16.05	4.04	26.06	0.01	20.73	0.11	3.05	3.02
	Uykusuz	16.03	4.00	26.05	0.00	20.76	0.07	3.05	3.02
Mesut Sever	Normal	15.99	4.03	26.03	-0.02	20.63	0.12	3.03	3.00
	Uykusuz	16.02	4.04	26.04	0.01	20.72	0.08	2.98	2.98
Gökhan Gökay	Normal	15.96	4.00	25.98	0.00	20.60	0.09	2.95	2.93
	Uykusuz	16.02	4.04	26.04	0.01	20.72	0.08	2.98	2.98
Ufuk Ustuna	Normal	16.01	3.99	26.03	0.01	20.70	0.08	3.01	3.00
	Uykusuz	16.01	4.00	26.04	-0.02	20.74	0.05	3.01	3.01
Ahmet Akar	Normal	16.03	4.04	26.05	0.02	20.77	0.08	2.98	2.98
	Uykusuz	16.01	4.01	26.03	-0.01	20.68	0.08	3.04	3.02
Sezgin Can	Normal	16.00	4.03	26.01	0.01	20.64	0.08	3.02	3.01
	Uykusuz	16.03	4.04	26.05	0.02	20.77	0.08	2.98	2.98
Mustafa Güler	Normal	15.99	3.99	26.01	0.00	20.73	0.10	3.02	2.98
	Uykusuz	16.01	4.00	26.03	0.00	20.69	0.08	2.98	2.99

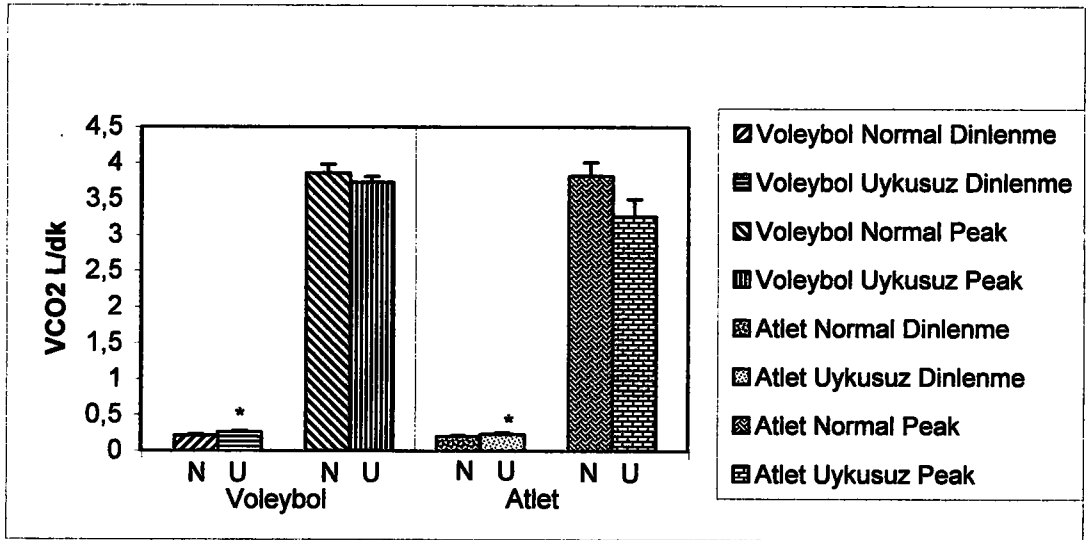


Şekil 4.1.: Uykusuzlukla Gerçekleşen HR'deki Değişmeler (Değerler $x \pm SE$ olarak verilmiştir)



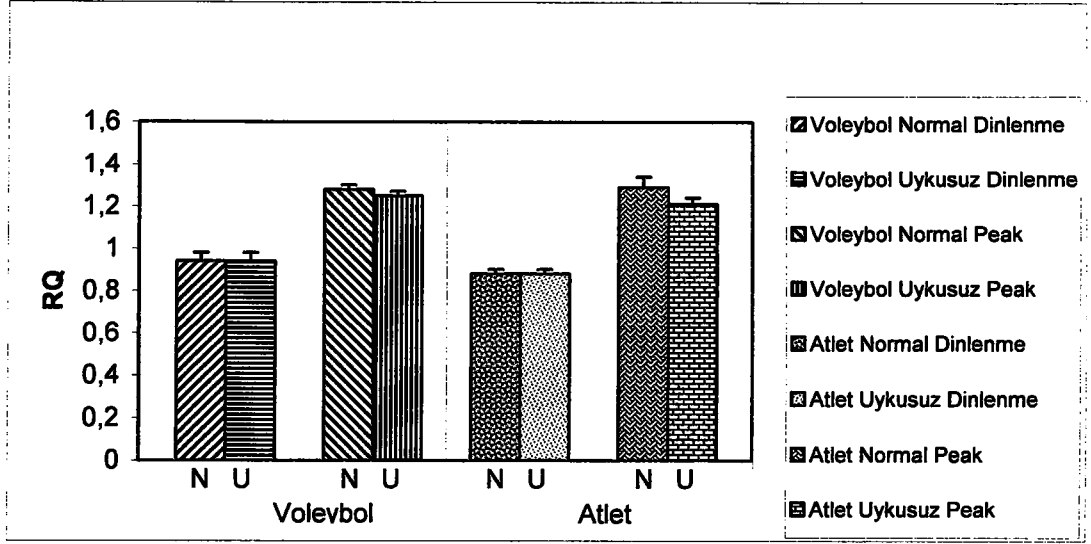
Şekil 4.2.: Uykusuzlukla Gerçekleşen VO₂'deki Değişmeler (Değerler $x \pm SE$ olarak verilmiştir)

“*” $p < 0.05$ ilgili normal dinlenimden anlamlı farklı

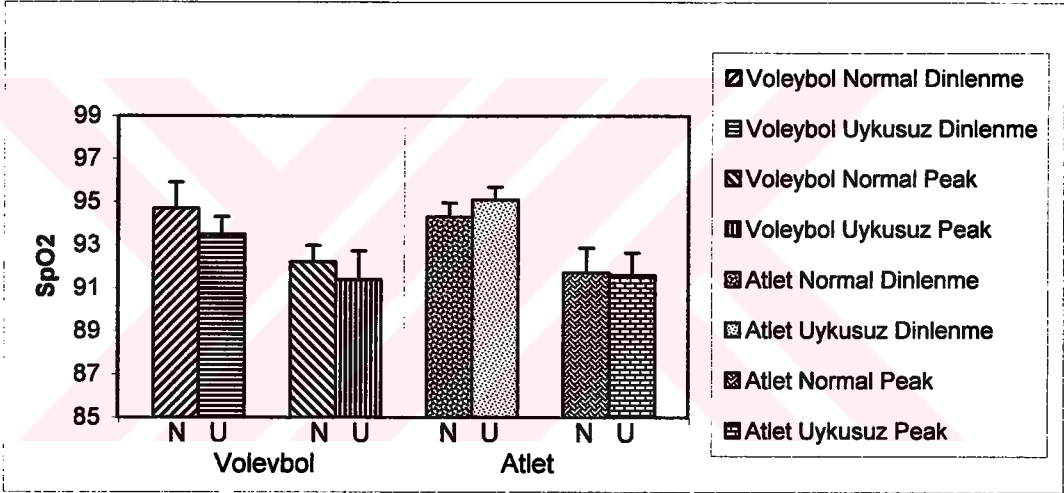


Şekil 4.3.: Uykusuzlukla Gerçekleşen VCO₂'deki Değişmeler (Değerler $x \pm SE$ olarak verilmiştir)

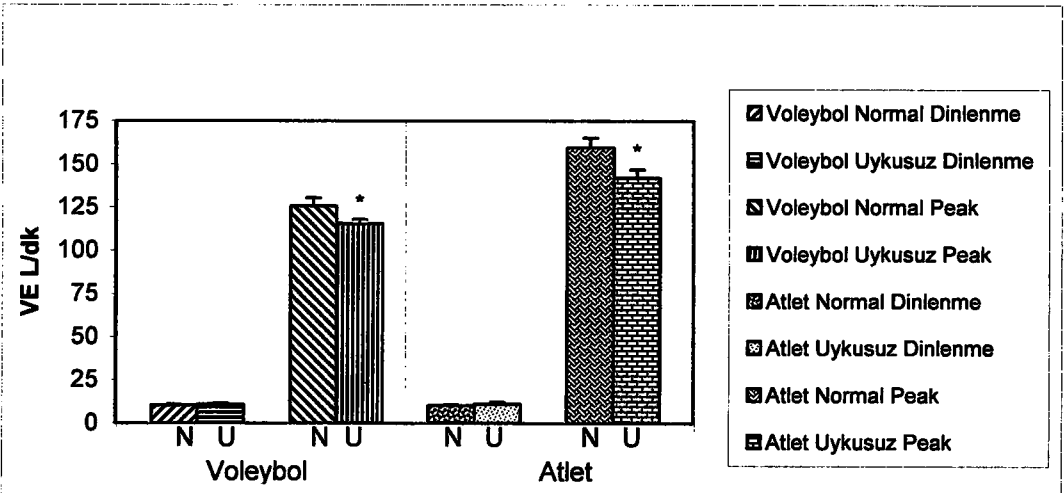
“*” $p < 0.05$ ilgili normal dinlenimden anlamlı farklı



Şekil 4.4.: Uykusuzlukla Gerçekleşen RQ'daki Değişmeler (Değerler $x \pm SE$ olarak verilmiştir)

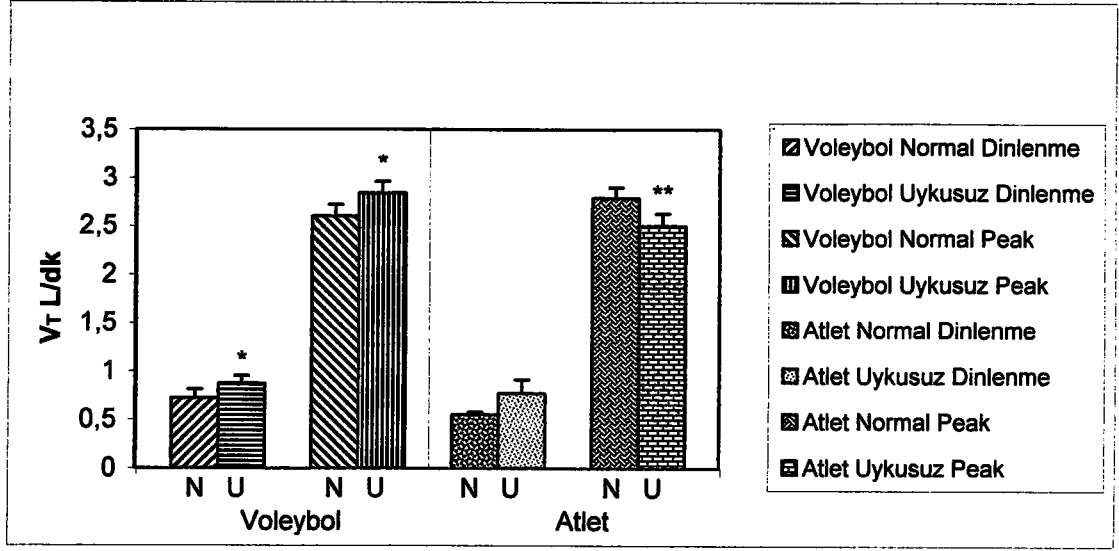


Şekil 4.5.: Uykusuzlukla Gerçekleşen SpO₂'deki Değişmeler (Değerler $x \pm SE$ olarak verilmiştir)



Şekil 4.6.: Uykusuzlukla Gerçekleşen VE'deki Değişmeler (Değerler $x \pm SE$ olarak verilmiştir)

“*” $p < 0.05$ ilgili normal peak'teki değerinden anlamlı farklı

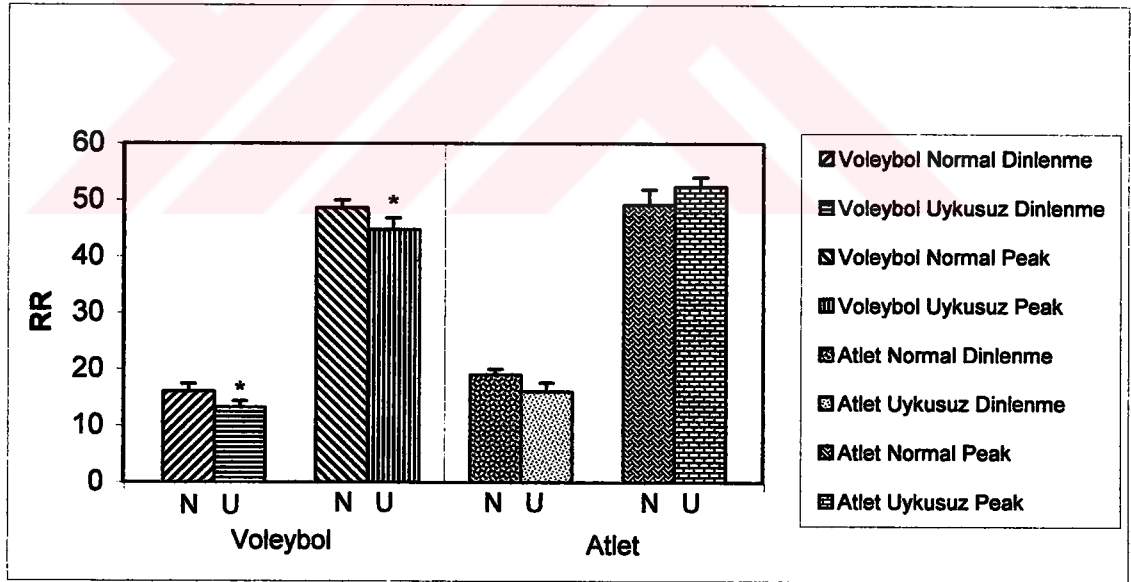


Şekil 4.7.: Uykusuzlukla Gerçekleşen V_t 'deki Değişmeler (Değerler $x \pm SE$ olarak verilmiştir)

“*” $p < 0.05$ ilgili normal dinlenimden anlamlı farklı

“*” $p < 0.05$ ilgili normal peak'ten anlamlı farklı

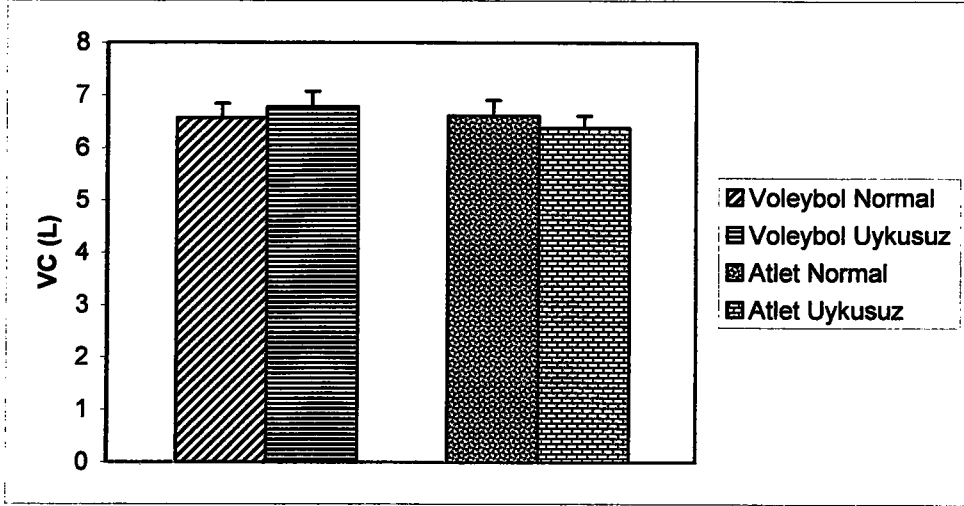
“**” $p < 0.01$ ilgili normal peak'ten anlamlı farklı



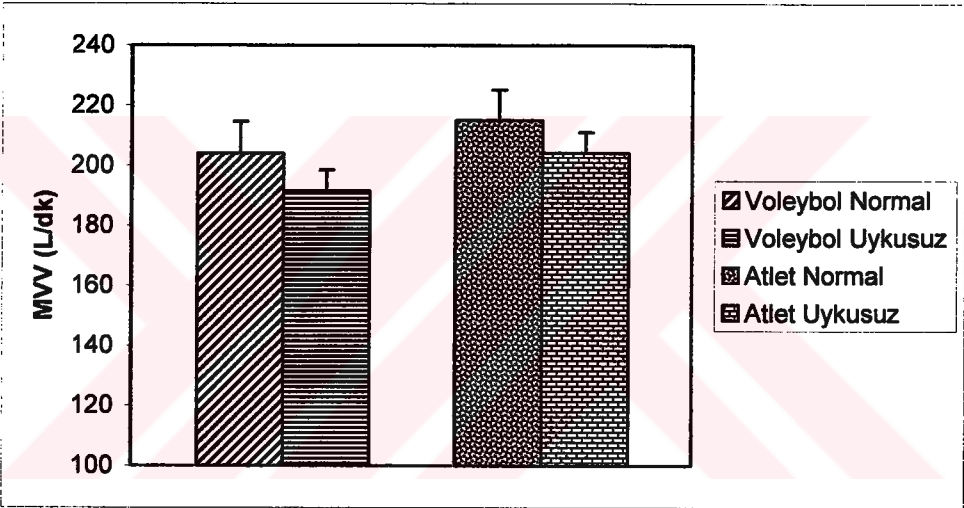
Şekil 4.8.: Uykusuzlukla Gerçekleşen RR'deki Değişmeler (Değerler $x \pm SE$ olarak verilmiştir)

“*” $p < 0.05$ ilgili normal dinlenimden anlamlı farklı

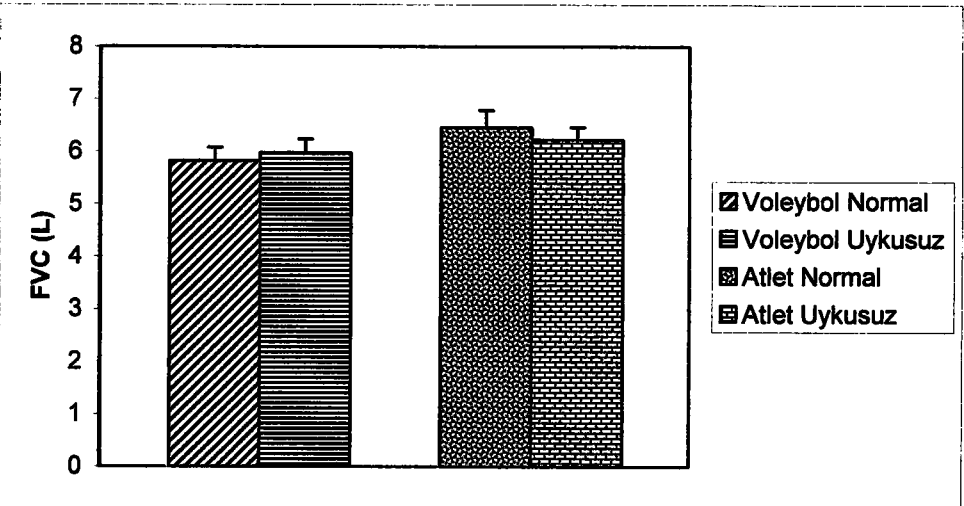
“*” $p < 0.05$ ilgili normal peak'ten anlamlı farklı



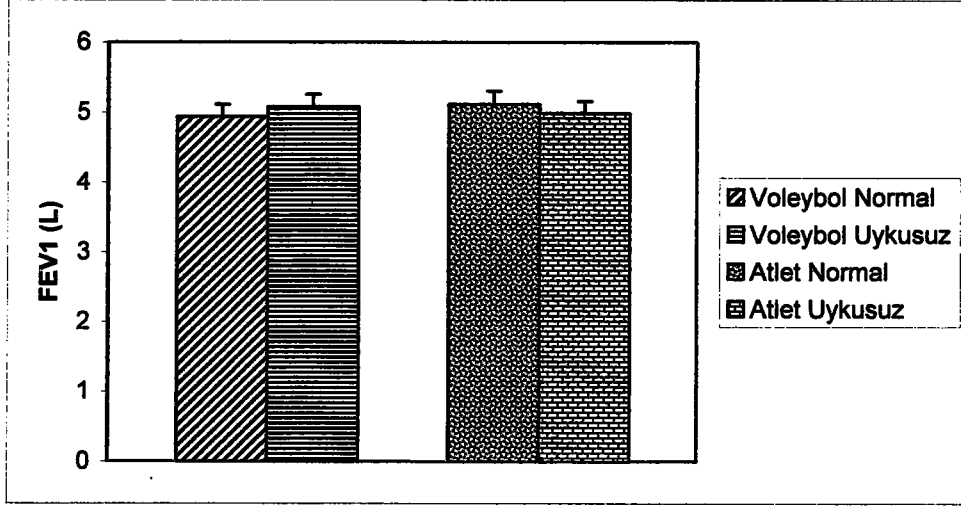
Şekil4.9.: Uykusuzluğun VC'ye olan Etkisi (Değerler $x \pm SE$ olarak verilmiştir)



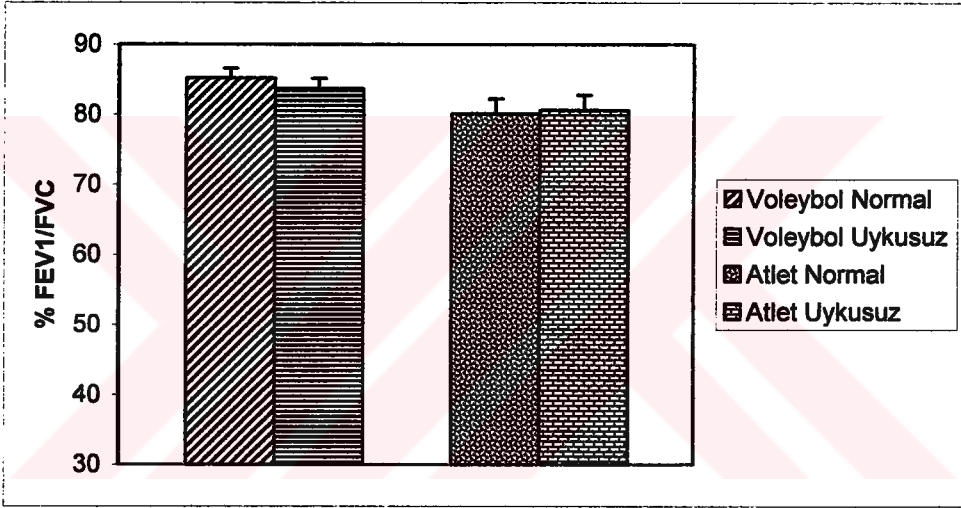
Şekil 4.10.: Uykusuzluğun MVV'ye olan etkisi (Değerler $x \pm SE$ olarak verilmiştir)



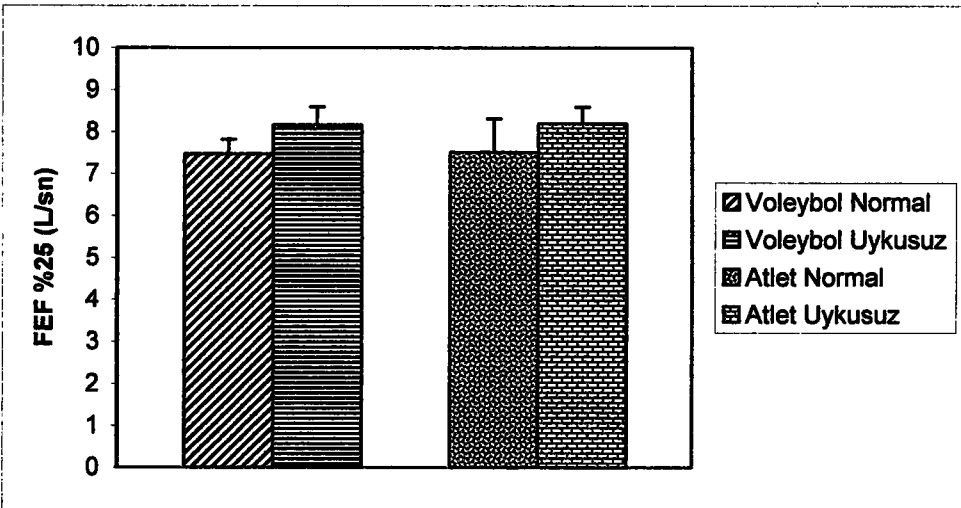
Şekil 4.11.: Uykusuzluğun FVC'ye olan etkisi (Değerler $x \pm SE$ olarak verilmiştir)



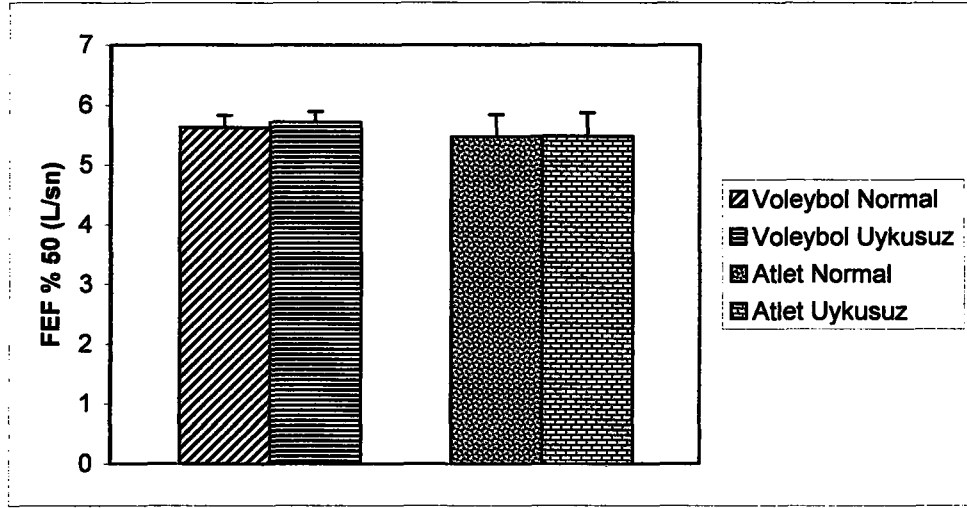
Şekil 4.12.: Uykusuzluğun FEV1'e olan etkisi (Değerler $x \pm SE$ olarak verilmiştir)



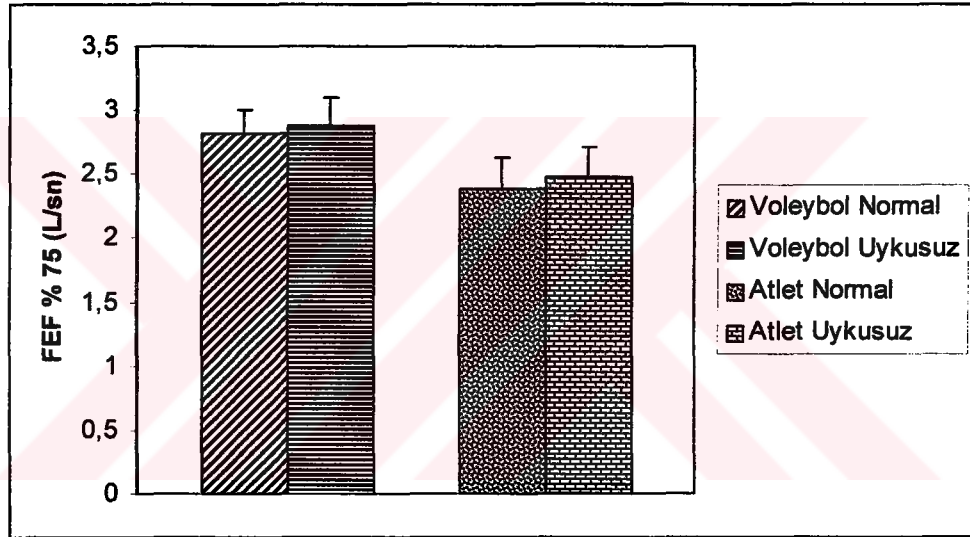
Şekil 4.13.: Uykusuzluğun % FEV1/FVC'ye olan etkisi (Değerler $x \pm SE$ olarak verilmiştir)



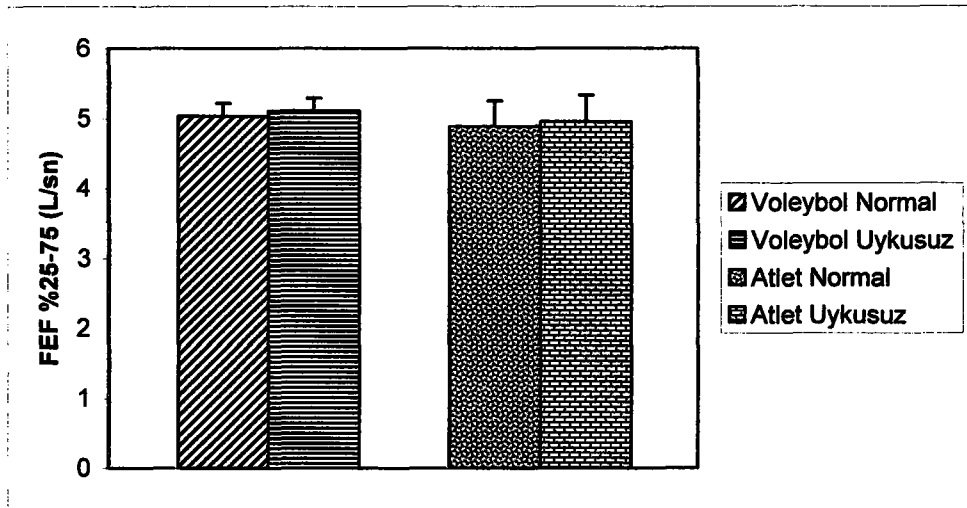
Şekil 4.14.: Uykusuzluğun FEF %25'e olan etkisi (Değerler $x \pm SE$ olarak verilmiştir)



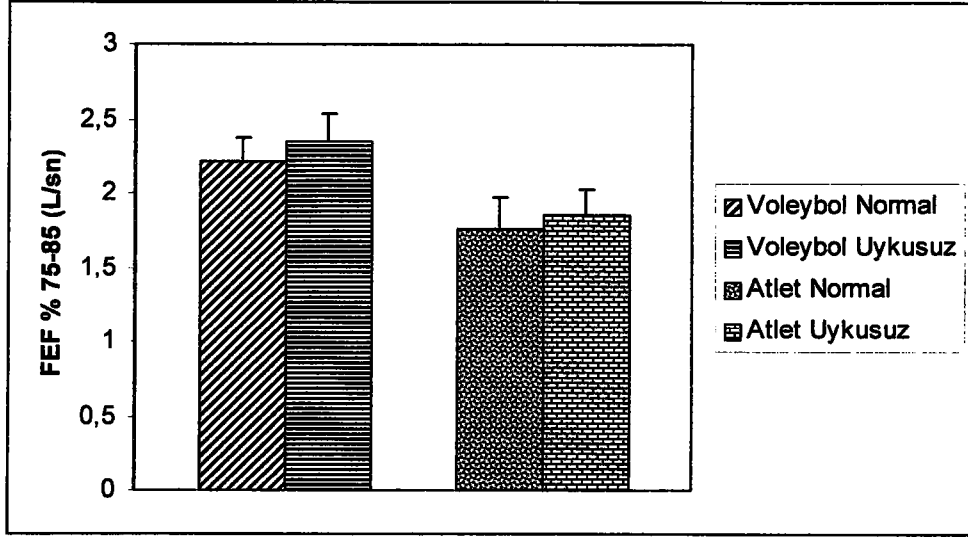
Şekil 4.15.: Uykusuzluğun FEF %50'ye olan etkisi (Değerler $x \pm SE$ olarak verilmiştir)



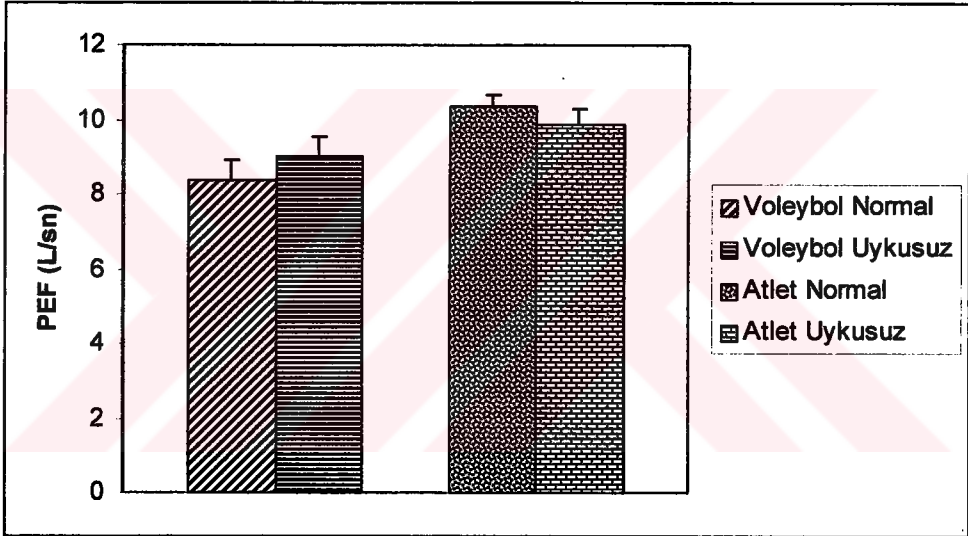
Şekil 4.16.: Uykusuzluğun FEF %75'e olan etkisi (Değerler $x \pm SE$ olarak verilmiştir)



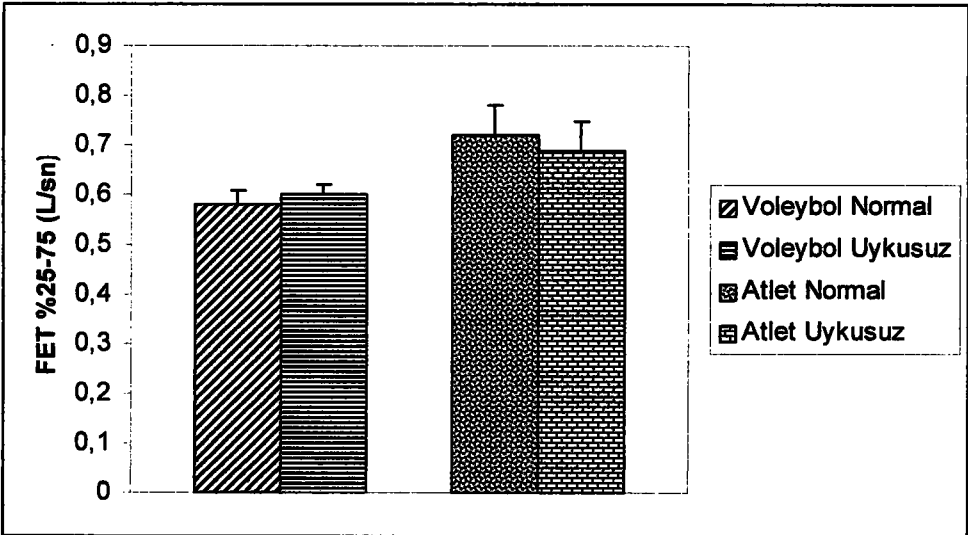
Şekil 4.17.: Uykusuzluğun FEF %25-75'e olan etkisi (Değerler $x \pm SE$ olarak verilmiştir)



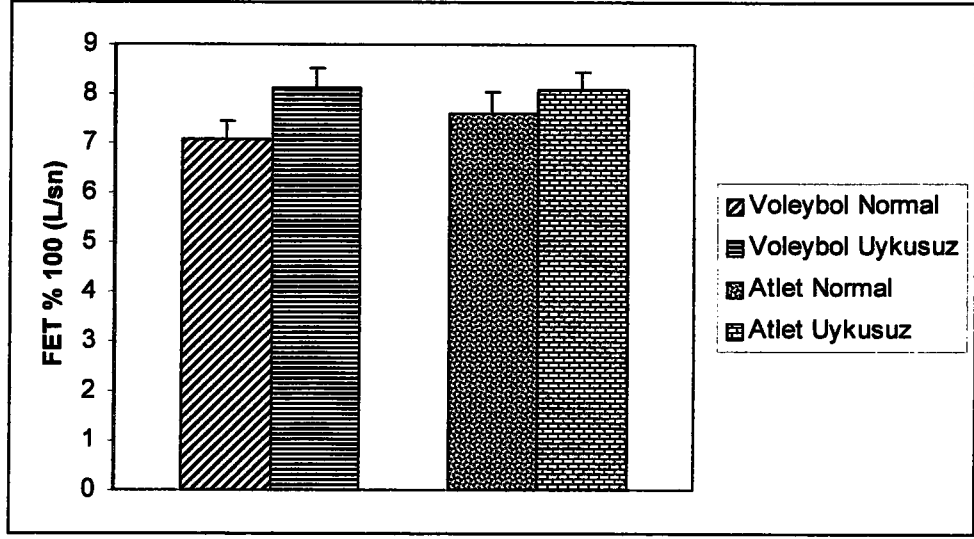
Şekil 4.18.: Uykusuzluğun FEF %75-85'e olan etkisi (Değerler $x \pm SE$ olarak verilmiştir)



Şekil 4.19.: Uykusuzluğun PEF'e olan etkisi (Değerler $x \pm SE$ olarak verilmiştir)



Şekil 4.20.: Uykusuzluğun FET %25-75'e olan etkisi (Değerler $x \pm SE$ olarak verilmiştir)



Şekil 4.21.: Uykusuzluğun FET %100'e olan etkisi (Değerler $x \pm SE$ olarak verilmiştir)

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Elde edilen veriler uykusuzluğun dinlenme karbondioksit tüketimini artırıp, egzersiz peak solunum dakika volümünü, yorulma zamanını azalttığını ve her iki sporcu grubunun da uykusuzluktan RR değeri hariç aynı oranda etkilendiğini gösterdi. Çalışmamız için seçilen denekler kendi içlerinde antropometrik olarak uyumlu oldukları gibi aynı iş yüküne hemen hemen aynı süre dayanabilecek, herhangi bir uyku problemi olmayan kişilerdi. Uyku kaybı sonrası yorulma zamanının düştüğünü söyleyen ilk araştırmacı Holland oldu ve yaptığı çalışmada uyku kaybının yorulma zamanında %9'luk bir düşüşe neden olduğunu gösterdi.(27). Daha sonra Martin yaptığı iki ayrı çalışmada 36 saatlik uykusuzluğun %10 (23), 50 saatlik uykusuzluğun %20 oranında yorulma zamanını azalttığını (25) gösterdi. Bond ve arkadaşları da 1986'da yaptıkları çalışmayla yorgunluk zamanında 42 saatlik uykusuzluk sonucu %7,7'lik bir düşüş olduğunu (6), Van Helder ve Radomski 30 ile 72 saat arası uykusuzluğun kasın gerginliğini ve elektromekanik uyarılara olan cevabını etkilemediğini ancak yorgunluk zamanını azalttığını bildirdiler (42). Takeuchi ise (39) 40 metre sprint koşunun 64 saatlik uykusuzluktan etkilenmediğini ancak dikey sıçrama performansında anlamlı azalmalar olduğunu buldu. Çalışmamız yukarıdaki beş çalışma ile uyumludur. Her ne kadar voleybolcularda yorulma zamanında uykusuzlukla anlamlı, atletlerde anlamlı olmayan azalmalar görülse de yorgunluk zamanı azalmaları her iki grupta aynı düzeydedir. Yani yaptığımız 24 saatlik uykusuzluktan sonra yapılan egzersize dayanma süresi normal egzersize göre her iki sporcu grubunda %4.9'luk bir azalma göstermiştir. Uyku kaybının solunumsal asidoza neden olabileceğinden ve H⁺ iyonu birikmesi kas yorgunluğunu tetikleyeceğinden asidozisin uykusuzluk sırasında egzersiz dayanıklılığını azaltabilecek bir mekanizma olduğu Chen tarafından (9) önerilmiştir.

Uyku kaybının hem sporcularda hem de spor yapmayan sağlıklı bireylerde kalp atım sayısını değiştirmedeği veya azalttığı (6,9,24) bildirilmiştir. Holland 1968 yılında kalp atım sayısının uykusuzluk ile düştüğünü gösteren ilk kişiydi. Bu düşüşün sempatik aktivitedeki düşüşten kaynaklandığı düşüncesiyle Martin ve Chen (26), egzersiz sırasındaki plazma katekolamin seviyelerini ölçtüler ve bir değişiklik

olmadığını gördüler. Chen (9) 1991 yılında yaptığı çalışmada 30 saatlik uykusuzluk sonrasında dinlenme katekolamin seviyelerini ölçtü ve normalden farklı olduğunu gördü. Bu araştırmacı dinlenme kalp atım sayısındaki düşüşün sempatik aktivite düşmesinden kaynaklandığını bildirdi. Biz ise çalışmamızda uykusuzluk dinlenme HR değerinin değişmediğini bulduk. Dinlenme kalp atım sayısındaki düşüşü görmememizin sebebi, uykusuzluktan sonraki egzersize başlamadan önceki dinlenme aşamasını tam olarak sağlayamadığımızdan kaynaklandığını düşünüyoruz.

Uykusuzluktan sonra yorulma zamanındaki düşüş $\max VO_2$ 'de de düşme olması beklentisini getirmiştir. Ancak yapılan bazı çalışmalar azalan $\max VO_2$ 'yi işaret ederken (6,9,29,30,34) bazıları da değişmediğini (16,23,24,25,26,28,31,32,38) rapor etmiştir. Goodman (15) 12 genç bayanla yaptığı çalışmada 52 saat uykusuzluğun plazma volümünde artış yaptığını bildirmiştir. Plazma volümünün artışı $\max VO_2$ 'yi arttırmaktadır. Egzersiz peak seviyesinde her iki grupta da VO_2 'de bir düşüş görsek de bu düşüşler istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. Ayrıca özellikle atletlerin uykusuzluk sonrası dinlenme VO_2 seviyesinde gördüğümüz anlamlı artış plazma volümünün artması görüşünü desteklemektedir.

Çalışmamızda her iki sporcu grubunda dinlenme durumunda gördüğümüz karbondioksit tüketiminin artması, Chen'in (9) 30 saatlik uykusuzluk sonucu ölçtüğü dinlenme VCO_2 artışına destek vermektedir. İncelediğimiz kaynakların diğer hiç birisinde dinlenme VCO_2 'deki değişikliklerle ilgili hiçbir bilgi bulamadık. Bu oluşumun işleyiş mekanizması bilinmemekle birlikte, yine kendi çalışmamızdaki uykusuzlukla birlikte atletlerde anlamlı, voleybolcularda anlamsız olan dinlenme oksijen tüketim miktarı yükselmesi enerji harcamasını arttırdığı, bununda VCO_2 'yi arttırdığını düşünmemize neden oldu.

Her iki grupta da dinlenme solunum sayısının düşmesi daha önceki çalışmalarda belirtildiği üzere uykusuzluğun oksijen azalmasına ve karbondioksit artışına verilen solunumsal tepkiyi azalttığı düşünülmüştür (9). Buna karşın uykusuzlukla VE 'de artış görmemizin sebebi dinlenme V_T 'de görülen artışlardır. Bu

artışlar aynı zamanda alveoler ventilasyonu arttırarak VO_2 'nin artmasına neden olmuştur.

Bond ve arkadaşları (6) 9 sağlıklı erkekte 42 saatlik uykusuzluktan sonra yaptıkları aerobik kaynaklı egzersizde peak VE'nin düştüğünü gösterdi. Aynı yıl Martin ve Gaddis (24) 8 gönüllü denekte 36 saatlik uykusuzluktan sonra, 1.56 m/sn'lik yürüyüş hızında 3 saatlik egzersiz sonunda VE'de düşme etkisini gözledi. Daha sonra Plyley ve arkadaşları (34) ve Chen de (9) aerobik kaynaklı olarak yapılan egzersizlerde bu etkiyi belgelediler. Bu bulgulara karşıt Mougin ve arkadaşları (30) aerobik kaynaklı egzersiz sonucu VE'nin yükseldiğini gösterse de kullandıkları uykusuzluk protokolü ve kullanılan denekler diğer deneylerde kullanılanlardan çok farklıydı. 7 erkek bisiklet sporcusu üzerinde yapılan bu deneyde denekler gece ortasında REM fazından sonra uyandırılmış, 3 saat uyanık bırakılıp tekrar sabah saat 7'ye kadar uyutulmuştur. Egzersiz deneyi ise öğleden sonra saat 2'de yapılmıştı. Literatürde VE'nin peak değerlerinin uykusuzlukla değişmediğini söyleyen toplam 7 çalışma vardır (14,23,25,26,29,31,38). Bizim çalışmamız VE'nin azaldığını gösteren 4 çalışma ile uyumludur. VE'nin değişmediğini yada arttığını söyleyen çalışmalar ile bizim çalışmamızın uyuşmamasının sebebi kullanılan egzersiz protokollerinin farklı olmasından kaynaklandığını düşünmekteyiz. Çalışmamız uykusuzluğun ventilatuvar tepkiyi azaltarak peak VE'yi azalttığı düşüncesine destek vermektedir. Ancak bu azalma her iki sporcu grubunda farklı oluşmuştur. Voleybolcularda VE'nin azalması, RR'nin azalıp V_T 'nin artması ile gerçekleşirken atletlerde ise bunun tam tersi yani RR'nin artıp V_T 'nin azalması ile olmuştur. Voleybolcularda V_T artması RR'nin azalmasından daha az bir artma ile atletlerde V_T 'nin azalması RR'nin artmasından daha fazla bir azalma ile olabilir. VE'nin azalma mekanizmasındaki bu farklı oluşum ile ilgili olarak literatürde hiçbir bilgiye rastlayamadık. Bu konunun açıklanması için daha detaylı çalışmalara ihtiyaç vardır.

Uykusuzluk egzersizi ile birlikte her iki grupta peak seviyelerde görülen HR'deki, VO_2 'deki, VCO_2 'de ve RQ'deki anlamlı olmayan düşüşler Symons'ın (38) anlamlı olmayan düşüş bulguları ile aynı doğrultudadır.

Daha öncede belirtildiği gibi bu güne kadar yapılan hiçbir çalışma iki ayrı sporcu grubu ile aynı anda çalışmamış ve uykusuzluktan etkilenme derecelerinde bir farklılık olup olmadığı araştırılmamıştı. Anaerobik tabanlı enerji üretimini gerektiren voleybol sporcusu ve atletizm 400 metre koşucularının uykusuzluktan etkilenme dereceleri arasında, RR değeri dışında bir farklılık bulamadık. Her ne kadar uykusuz dinlenme HR ve uykusuz peak VE değerleri arasında farklılık görülse de bu verilerin normal değerlerinin de zaten farklı olduğu görülecektir. Yani aradaki fark uykusuzluğun neden olduğu bir etki değil sporcu grubu arasında olan kondisyon farklılığının neden olduğu bir etkidir. Eğer uykusuzluğun hipoksi ve karbondioksit artmasına ventilatör tepkide azalma yarattığı kabul edilirse, RR verilerine baktığımızda normal egzersizde farklılık göstermeyen değerler, uykusuz egzersizde farklılık göstermiştir. Dolayısıyla voleybolcu grubunun atletlere göre uykusuzluğun neden olduğu ventilatör tepki azalmasından daha çok etkilendiğini söyleyebiliriz.

Çalışmamızın her iki aşamasında da her iki sporcu grubunda HR, VO₂, VCO₂, RQ, VE, V_T, RR değerlerinde yükselmeler, SpO₂ değerinde düşmeler gördük. Bu değişikliklerin egzersizin doğal sonucu olduğu pek çok araştırmacı tarafından (3,4,8,12,13,21,22,35) belgelenmiştir.

Literatürde uykusuzluğun spirometrik verilere etkisi olup olmadığı konusunda her hangi bir bilgiye rastlayamadık. Bulgularımız 24 saatlik uykusuzluğun spirometrik değerlere etkisi olmadığı izlenimi vermektedir. Bu konuda başka çalışmalar gerek vardır.

Çalışmamızın sonucu, 24 saatlik uykusuzluğun yorulma zamanını azaltarak ve solunum dakika volümünü düşürerek performansı etkilediğini göstermektedir. Bu yüzden antrenörler deplesmana gidişte yolculuk tarihini yarışma tarihinden en az iki gün önce olacak şekilde planlamalıdır. Bu süre hesaplanırken gidilecek yol uzunluğu yolculuk süresi ve yarışma yeri ile yolculuğa başlanan yerin yerel saat farkı gibi özellikler göz önünde bulundurulmalıdır. Yarışma yerine erken ulaşım sporcuların yolculuk stresini atmalarına, yeni bir çevreye uyum sağlamalarına yardımcı olup daha

iyi bir dinlenme gerçekleştirmelerini sağlayacaktır. Yarışmadan bir gece öncesinde yapılan kampların nedeni ve önemi sporculara iyi anlatılmalı ve yarışma gecesini sporcuların iyi dinlenip uykusunu tam olarak almaları sağlanmalıdır.



KAYNAKLAR DİZİNİ

1. AÇIKADA C. , ERGEN E. , Bilim ve Spor, Büro-Tek Matbaacılık, Ankara, 1990
2. AÇIKADA C. , Yüzmede Maksimal Oksijen Kullanımı ve Anaerobik Eşik Kavramlarının Önemi ve Antrenmandaki Yeri, Yüzme Bilim ve Teknoloji Dergisi, Cilt 10, 3-5, 1996
3. AKGÜN N. , Egzersiz ve Spor Fizyolojisi, 6. Baskı, 1. Cilt, Ege Üniv. Basımevi, İzmir, 1996
4. AKGÜN N. , Egzersiz ve Spor Fizyolojisi, 6. Baskı, 2. Cilt, Ege Üniv., Basımevi, İzmir, 1996
5. ANGUS R., HESLEGRAVE RJ., MYLES SW., Effects of Prolonged Sleep Deprivation, With and Without Chronic Physical Exercise, on Mood and Performances Psychophysiology, 22, 276-82, 1985,
6. BOND V., BALKISSOON B., FRANKS D., BRWNLOW R., CAPRAROLA M., BARTLEY D., BANKS M., Effects of Sleep Deprivation on Performance During Submaximal Exercise, J. Sports Med. Phys. Fitness, 26 (2), 169-74,1986
7. BONNET MH., Sleep Performance and Mood After the Energy Expenditure Equivalent of 40 Hours of Sleep Deprivation, Psychophysiology, 17, 56-63, 1980
8. Bréchat PH., Wolf JP., Simon-Regaud Ml., Bréchat N., Kantelip Jp., Berthelay S., Regnard J., Influence Of Immersion On Respiratory Requirements During 30-Min Cycling, Eur. Respir. J. 13, 860-6, 1999
9. CHEN HI., Effects of 30-H Sleep Loss on Cardiorespiratory Functions at Rest And in Exercise, Med. Sci. Sports Exerc., Vol.23, No.2, 193-8, 1991

10. ÇAVUŞOĞLU H., YEĞEN B., AYDIN Z., ALİCAN İ., Agamemmon Despopoulos Stefan Selbernagl, Renkli Fizyoloji Atlası, Düzeltilmiş ve Genişletilmiş 4. Edisyon, Nobel And Yüce, 1997
11. DEWASMES G., BOTHOREL B., HOEFT A., CANDAS V., Regulation of Local Sweating in Sleep-Deprived Exercising Humans, Eur. J. Appl Physiol, 66, 542-6, 1993
12. ERGEN E., DEMİREL H., GÜNER R., TURNAGÖL H., EDİTÖR HIZAL A., Spor Fizyolojisi, Etam A.Ş., Web-Ofset Tesisleri, Eskişehir, 1993
13. FOX FB., CERİT M., Beden Eğitimi ve Sporun Fizyolojik Temelleri, 2. Baskı, Bağırhan Yayımevi, Ankara, 1999
14. GOODMAN JM., RODOMSKI M., HART L., PLYLEY M., SHEPHARD RJ., Maximal Aerobik Exercise Following Prolonged Sleep Deprivation, Int. J Sports Med., 10(6), 419-23, 1989
15. GOODMAN JM., PLYLEY MJ., HART LEM., RADAMSKI M., SHEPHARD RJ., Moderate Exercise and Hemodilution During Sleep Deprivation Aviation Space and Environmental Medicine Supplements, 61, 139-44, 1990
16. GUEZENNEC CY., SATABIN P., LEGRAND H., BIGARD AX., Physical Performance and Metabolic Changes Induced By Combined Prolanged Exercise and Different Energy Intakes in Humans, European Journal of Applied Physiology, 68, 525-30, 1994
17. GUYTON, A.C., HALL, J.E.: Textbook of Medical Physiology, 9. Ed., W.B. Saunders Company, 1996

18. GÜNAY M., CİCİOĞLU İ., Spor Fizyolojisi, 1. Baskı, Gazi Kitabevi, Ankara, 2001
19. HILL DW., BORDEN DO., DARNALLOY KM., HENDRICKS DN., Aerobic and Anaerobic Contributions to Exhaustive High Intensity Exercise After Sleep Deprivation, Journal of Sports Sciences, 12, 455-61,1994
20. HOLE JW., HUMAN, Human Anatomy Physiology, Sixth Edition, Editör Wheatley Ch., Wm. C. Brown Communications, Inc., U.S.A., 1993
21. KALYON TA., Sporcu Sağlığı ve Spor Sakatlıkları, 3. Baskı, Gata Basımevi, Ankara, 1995
22. KARLMAN, W., BRAIN, J.W., SANKAR, N.K., WILLIAM B., Anaerobik Threshold And Respiratory Gas Exchange During Exercise, J. Appl. Physiol. 35(2), 236-43, 1973.
23. MARTIN BJ., Effect of Sleep Deprivation on Tolerance of Prolonged Exercise, Eur J. Appl Physiol, 47(4), 345-54, 1981
24. MARTIN BJ., GADDIS GM., Exercise After Sleep Deprivation, Med. Sci. Sports Exerc., 13(4), 220-3, 1981
25. MARTIN BJ., CHEN HI., Sleep Loss and the Sympathoadrenal Response to Exercise, Med. Sci. Sports Exerc., 16(1), 56-9, 1984
26. MARTIN BJ., BENDER RP., CHEN H., Stress Hormonal Response to Exercise After Slep Loss, Eur J. Appl Physiol, 55, 210-4, 1986
27. MARTIN BJ., Sleep Deprivation and Exercise, Exerc. Sport. Sci. Rev, 14. Cilt, 213-29, 1986

28. McMURRAY RG., BROWN CF., The Effect of Sleep Loss on High Intensity Exercise and Recovery, *Aviat Space Environ Med.*, 55(11), 1031-5, 1984
29. MOUGIN F., DAVEN NE D., SIMON-RIGAUD ML., RENAUD A., GARNIER A.ï MAGNIN P., Disturbance of Sports Performance After Partial Sleep Deprivation, *CR Seances Soc Biol Fil*, 183(5), 461-6, 1989
30. MOUGIN F., SIMON-RIGAUD ML., DAVENNE D., RENAUD A., GARNIER A., KONTELIP JP., MAGNIN P., Effects of Sleep Disturbances on Subsequent Physical Performance, *Eur J. Appl Physiol*, 63, 77-82, 1991
31. MOUGIN F., BOURDIN H., SIMON-RIGAUD ML., DIDIER JM., TOUBIN G., KANTELIP JP., Effects of A Selective Sleep Deprivation on Subsequent Anaerobic Performance, *J. Sports Med.*, 17, 115-9, 1996
32. MYLES WS., Sleep Deprivation Physical Fatigue and the Perception of Exercise Intensity, *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 17, 580-4, 1985
33. OPSTAD PK., AAKVAAG A., ROGNUM TO., Altered Hormonal Response to Short-Term Bicycle Exercise in Young Men After Prolonged Physical Strain, Caloric Deficit, And Sleep Deprivation , *European Journal of Applied Physiology*, 45(1), 51-62, 1980
34. PLYLEY MJ., SHEPHARD RJ., DAVIS GM., GOODE RC., Sleep Deprivation and Cardiorespiratory Function, Influence of Intermittent Submaximal Exercise, *Eur J Appl Physiol* 56(3), 338-44, 1987
35. RANDALL E.K., MARY M.R., ELIZABETH R.G., PAMELA J.R., Oxygen Uptake During Peak Graded Exercise and Single Stage Fatigue Test of Wheelchair Propulsion In Manual Wheelchair Users and the Able-Bodied, *Arch. Phys.Med. Rehabil.* 80, 1288-92, 1999.

36. ROSA RR., BONNET MH., WARM JS., Recovery of Performance During Sleep Following Sleep Deprivation, *Psychophysiology*, 20, 152-9, 1983
37. SENSOR MEDICS REFERENCE MANUEL, SensorMedics Corporation U.S.A., 1997
38. SYMONS JD., VANHELDER T., MYLES WS., Physical Performance and Physiological Responses Following 60 Hours of Sleep Deprivation, *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 20, 374-80, 1988
39. TAKEUCHI L., DAVIS GM., PLYLEY M., GOODE R., SHEPHORD RJ., Sleep Deprivation, Chronic Exercise and Muscular Performance, *Ergonomics*, 28,591-601, 1985
40. TUNÇEL N., EDİTÖR VARGAN N., *Fizyoloji*, 5. Baskı, Anadolu Üniv., Web-Ofset Tesisleri, Eskişehir, 1997
41. UZUNER K., *Kronik Obstrüktif Akciğer Hastalıklı ve Normal Erkeklerde Tek Solukta Zorlu Ekspirasyon Akım-Volüm Değerlerinin Karşılaştırılması ve Bu Değerlere Sigara İçmenin Etkisi*, Yıl., Anadolu Üniv., Sağlık Bilimleri Enst., Fizyoloji Anabilim Dalı, Eskişehir, 1986
42. VAN HELDER T., RODOMSKI MW., Sleep Deprivation and the Effect on Exercise Performance, *Sports Med.*, 7(4), 235-47, 1989
43. WEBB WB., LEVY CM., Age Sleep Deprivation and Performance, *Psychophysiology*, 19,272-6,1982
44. WEST JB., ÇELİKOĞLU S., *Solunum Fizyolojisi*, 2. Baskı, Temel Matbaası, İstanbul, 1982

45. WILMORE JH., COSTILL DL., Physiology of Sport and Exercise, Human Kinetics, Champaign, 1994

46. YILDIRIM N., UMUT S., YENEL F., Akciğer Fonksiyon Testleri, Dilek Matbaası, İstanbul, 1996



ÖZGEÇMİŞ

07.01.1974 yılında İnegöl'de doğdu. İlkokulu 1985 yılında Eskişehir Namık Kemal İlkokulu'nda, Ortaokulu 1988 yılında Eskişehir Mehmetçik Ortaokulu'nda Liseyi 1991 yılında Eskişehir Gazi Meslek Lisesi Kimya Bölümünde bitirdi. 1993 yılında Anadolu Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulunda başladığı lisans öğrenimini 1997 yılında tamamladı ve Beden Eğitimi Öğretmeni olarak çalışmaya başladı. 1999 yılında Osmangazi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Egzersiz Fiziyojisi alanında başladığı Yüksek Lisans öğrenimine devam etmekte olan Orhan AZBOY halen Cevat Ünügür Lisesi Beden Eğitimi Öğretmeni olarak çalışmaktadır.