

T.C.
ABANT İZZET BAYSAL ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

OKSİJEN YÜKLEMESİNİN AKTİF SPOR YAPAN SPORCULARDA
PERFORMANSA VE TOPARLANMAYA ETKİSİ

İSMAİL ÖZDEMİR

Abant İzzet Baysal Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Yönetmeliğinin
Antrenörlük Eğitimi Programı İçin Öngördüğü YÜKSEK LİSANS TEZİ
Olarak Hazırlanmıştır.

TEZ DANIŞMANI
Yrd.Doç.Dr. Hasan Birol YALÇIN

BOLU-2008

Sağlık Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğüne,

Bu çalışma jürimiz tarafından Antrenörlük Eğitimi Programında Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

05.09.2008

Tez Danışmanı	Yrd.Doç.Dr. H.Birol YALÇIN (Abant İzzet Baysal Üniversitesi)	
Üye	Doç.Dr. Fatma Töre (Abant İzzet Baysal Üniversitesi)	
Üye	Yrd.Doç.Dr. Bekir YÜKTAŞIR (Abant İzzet Baysal Üniversitesi)	

ONAY:

Bu tez, Sağlık Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nca belirlenen yukarıda jüri üyeleri tarafından uygun görülmüş ve Yönetim Kurulu'nun kararıyla kabul edilmiştir.

.....
Enstitü Müdürü

Eşime

ve

Kızıma

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans eğitimine başladığım günden beri bana destek olan, sürekli beni motive ederek bu tezin ortaya çıkarılmasına öncülük eden sayın hocam Yrd. Doç.Dr. H. Birol YALÇIN'a çok teşekkür ederim. Tez savunmamda jüri üyeliğini kabul eden Sayın Yrd. Doç. Dr. Bekir YÜKTAŞIR'a ve Sayın Doç. Dr. Fatma TÖRE'ye teşekkür ederim. Sorularıma içtenlikle cevap veren bana yol gösteren Sayın Yrd. Doç. Dr. Ümid KARLI'ya ve anestezi uzmanı Sayın Dr. Zümrüt BUHARALIOĞLU'na teşekkür ederim. Çalışma boyunca bana sürekli destek olan arkadaşlarım Sayın Serdar TÜRK'e ve Sayın Yasin YÜKSELER'e, çalışmaya gönüllü olarak katılarak bana destek olan Maratonspor akademilere hazırlık kursu öğrencilerime teşekkür ederim. Tezimin bitirilmesi için beni sürekli destekleyen ve sabırla beni bekleyen sevgili eşim Sevgi ÖZDEMİR'e ve Aileme sonsuz teşekkür ederim.

İsmail ÖZDEMİR

ÖZET

OKSİJEN YÜKLEMESİNİN AKTİF SPOR YAPAN SPORCULARDA PERFORMANSA VE TOPARLANMAYA ETKİSİ

Bu çalışmanın amacı, 4 x 400 metre maksimal egzersizinin öncesinde, dinlenme periyotlarında ve toparlanma esnasında % 40 oksijen yüklemesinin aktif sporcularda anaerobik performansa ve toparlanmaya olan etkisini araştırmaktır. Bu çalışmaya yaş ortalamaları $19,75 \pm 1,34$ yıl olan 16 erkek sporcu katılmıştır.

Deneklerin anaerobik performanslarını ortaya koymaları için 4 x 400 metre maksimal koşu testine tabi tutulmuşlardır. Denekler 3 er gün arayla % 40 oksijen ve % 21 oksijen alınması esnasında performanslarını ortaya koymuşlardır. Çalışma şu şekilde dizayn edilmiştir. Isınma sonrası kalp atım hızları (KAH) alınmış, 3 dk süresince % 40 oksijen verilmiş ve sonra tekrar KAH alınmıştır. Daha sonra sporculara 5'er dakika dinlenme periyotlu 4 x 400 metre maksimal koşu testi yaptırılmış ve her bir 400 metreden sonra KAH alınmış ve dinlenmenin 4 dakikası boyunca % 40 oksijen verilmiş sonrasında tekrar KAH alınmıştır. Çalışma sonrasında ise 3 dakikada bir KAH alınmak kaydıyla 12 dk % 40 oksijen verilmiştir. Çalışmada elde edilen sonuçlara göre % 40 oksijen ısınma sonrası KAH'nı, % 21 oksijene göre istatistiksel olarak anlamlı şekilde düşürmüştür ($p \leq 0.05$). Çalışmada 4 x 400 metre ortalama koşu zamanlarında da % 40 oksijen alımı, % 21 oksijen alınımına göre istatistiksel olarak anlamlı fark çıkmıştır ($p \leq 0.05$). 4 x 400 metre performans sonrası KAH ve dinlenme sonrası KAH, % 40 ve % 21 oksijen alınması arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunamamıştır ($p \geq 0.05$). Egzersiz sonrası toparlanma periyodunda alınan KAH'larında % 40 oksijen alınımında 0-3, 3-6, 9-12 dakikalarda istatistiksel olarak anlamlı düşüş, % 21 oksijen alınımında ise 0-3, 3-6 dakikalarda istatistiksel olarak anlamlı düşüş meydana gelmiştir.

Anahtar Kelimeler: Oksijen yüklemesi, anaerobik performans, toparlanma, interval antrenman.

ABSTRACT

EFFECTS OF OXYGEN LOADING ON ANAEROBIC PERFORMANCE AND RECOVERY PERIEOD OF ACTIVE ATHLETES

The purpose of the present study was to investigate whether breathing 40% of oxygen (before and during 4 X 400m running intervals) effects both anaerobik performance and recovery perieod of athletes. There were 16 males athletes who were voluntarily participated in the study and their mean was 19.75 ± 1.34 years old.

In order to achieve maximal anaerobik performance of the subjects, they were put on running 4 X 400 meter in the track. Subjects were divided into two group and cross over design was used to test their performance. Half of the subjects inhaled 40% oxygen and the rest inhaled 21% oxygen during the first measurement of the study which were running 4 X400 m intervals. After three days subjects were switched the places. Through out all measurement, subjects' heart rate were recorded; after warm-up, after breating 40% oxygen for three minutes, and among 4 X 400 m. After they completed 4 X 400m running their heart rate was recorded in every three minutes for 12 minutes.

The results of the study demonstrated that there were statistically significant differences between breathing 40% oxygen and breathing 21% oxygen in terms of decreasing heart rate after warm-up period ($p < 0.05$). Also the results showed that there were statistically significant differences with regard to running time of 400 m while subjects inhaled 40 % of oxygen ($p < 0.05$). Furthermore, the results of the study also demonsrated that when subjects inhaled 40 % of oxygen, their recovery heart rate were significantly differed than when they inhaled 21 % of oxygen after 9 minutes of recovery ($p < 0.05$).

Key Words: Oksijen loading, anaerobik performance, recovery, interval training.

İÇİNDEKİLER

ONAY SAYFASI	iii
İTHAF.....	iv
TEŞEKKÜR	v
ÖZET	vi
ABSTRACT	vii
İÇİNDEKİLER	viii
SİMGELER VE KISALTMALAR	xii
ŞEKİLLER	xiv
TABLolar	xv

BÖLÜM I

GİRİŞ.....	1
1.1. Ergojenik Yardımcılar.....	4
1.2. Amaç.....	6
1.3. Problem.....	7
1.4. Alt Problem.....	7
1.5. Sınırlılıklar.....	8
1.6. Sayıtlar.....	9
1.7. Araştırmanın Önemi.....	9
1.8. Tanımlar.....	10

BÖLÜM II.

GENEL BİLGİLER.....	11
2.1. Enerji sistemleri.....	11
2.1.1. Anaerobik Enerji Metabolizması.....	13
2.1.1.1. ATP-PC Sistem	13
2.1.1.2. Laktik asit sistemi	14

2.1.2. Aerobik sistem veya oksijen sistemi.....	15
2.1.3.Oksijen Tüketimi ve Enerji Üretimilişkisi.....	17
2.1.4.Maksimal Oksijen Tüketimi Kapasitesi(MaxVO ₂).....	17
2.1.4.1.İstirahat Durumundaki O ₂ Tüketimi.....	18
2.1.5.Egzersiz Esnasında Enerji Metabolizması	18
2.1.5.1.Kısa Süreli Egzersizlerde Enerji Metabolizması.....	19
2.1.5.2.Uzun Süreli Egzersizlerde Enerji Metabolizması.....	21
2.1.5.3.Egzersiz sırasında aerobik ve anaerobik enerji kaynakları arasındaki ilişki.....	22.
2.1.6.Anaerobik Eşik.....	23
2.2.Egzersiz Sonrası Toparlanma Süreci.....	25
2.2.1 Oksijen Borçlanması.....	25
2.2.1.1.Alaktasid Oksijen Borcu.....	26
2.2.1.2.Laktasid Oksijen Borcu.....	26
2.2.2.Kas Fosfojenlerinin Yenilenmesi.....	27
2.2.3. Myoglobin Oksijenasyonu (Yenilenmesi).....	28
2.2.4. Kas Glikojeninin Yenilenmesi.....	29
2.2.5.Laktik asidin Uzaklaştırılması.....	31
2.3. Solunum Sistemi, Egzersiz ve Kanda Gazların Taşınması.....	32
2.3.1. Ventilasyon (solunum).....	32
2.3.1.1. Maksimum Dakika Ventilasyonu.....	33
2.3.2. Akciğer Hacim ve Kapasiteleri.....	33
2.3.3.Oksijen.....	34
2.3.4.Akciğerlerdeki Gaz değişimleri.....	35
2.3.4.1 Gazların Kısmi Basıncı.....	35
2.3.4.2.Alveollerdeki gaz değişimi	36
2.3.5.Kanda Oksijen ve Karbondioksit Taşınması.....	37
2.3.5.1.Oksijenin Taşınması.....	37
2.3.5.1.1.Oksihemoglobin Ayrışma Eğrisi.....	39

2.3.5.2.Kanda Karbondioksit Taşınması.....	39
2.3.5.2.1.Plazmada çözünmüş olarak.....	40
2.3.5.2.2.Karbomino bileşiği şeklinde.....	40
2.3.5.2.3.Bikarbonat iyonu şeklinde.....	41
 LİTEARATÜR.....	 42
 BÖLÜM III.	
YÖNTEM.....	46
 3.1. Evren Örneklem.....	 47
3.2.Araştırma Modeli.....	47
3.3. Veri Toplama Araçları.....	47
3.4. Verilerin Toplanması.....	50
3.5. Verilerin Analizi.....	51
 BÖLÜM IV	
BULGULAR.....	52
 BÖLÜM V	
TARTIŞMA.....	68

BÖLÜM VI

SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	77
---------------------------	----

BÖLÜM VII

KAYNAKLAR.....	80
----------------	----

EKLER

EK 1: Denek izin ve bilgi formu.....	86
EK 2: Deneklerin veri toplama formu.....	88

SİMGELER VE KISALTMALAR

ADP	Adenozin di fosfat
AE	Anaerobik eşik
ATP	Adenozin Tri Fosfat
cm	Santimetre
CO ₂	Karbondioksit
DKAH	Dinlenik kalp atım hızı
DPG	Difosfogliserat
Dk.	Dakika
gr.	Gram
HCO ₃	Bikarbonat iyonu
H ₂ CO ₃	Bikarbonik asit
H ₂ O	Su
H ⁺	Hidrojen iyonu
Iskah	Isınma sonrası kalp atım hızı
KAH	Kalp atım hızı
lt/dk	Litre/Dakika
max VO ₂	Maksimal oksijen tüketimi
MDV	Maksimal dakika ventilasyonu
mmHg	milimetre civa basıncı
ml	Mililitre
N	Denek Sayısı
N 1. 400 KAH	% 21 oksijen alınımı sonrası 1. 400 kalp atım hızı
O ₂	Oksijen
O ₂ 1.400 KAH	% 40 oksijen alınımı sonrası 1.400 kalp atım hızı
PC	Fosfojen
pH	Bir çözeltinin asitlik veya bazlık derecesini tarif eden ölçü birimidir.
Pi	İnorganik Fosfat

PO ₂	Parsiyel oksijen basıncı
SF	Solunum frekansı
ss	Standart sapma
Std.	Standart
°C	Santigrat
1.400 % 40din.KAH	1.400 sonrası 4 dk % 40 oksijen takviyesi sonrası kalp atım hızı
1.400 % 21din.KAH	1.400 sonrası 4 dk'lık % 21 alınması sonrası
%21 Iskah	% 21 oksijen sonrası kalp atım hızı
%40 Iskah3	3 dk % 40 oksijen sonrası kalp atım hızı
%40 3dk.KAH	% 40 oksijen takviyesi aldıklarında 3.dakikadaki kalp atım hızı
%21 3dk.KAH	% 21 oksijen aldıklarında 3.dakikadaki kalp atım hızı %
40 400 1	1.400 m koşu zamanı ortalaması % 40 oksijen alınması sonrası
% 21 400 1	1.400 m koşu zamanı ortalaması % 21 oksijen alınması sonrası
% 21 400	% 21 oksijen alınması sonrası 4 x 400 metre ortalama zamanı
% 40 400	% 40 oksijen alınması sonrası 4 x 400 metre ortalama ortalama zamanı
% 40 O ₂ KAH	% 40 oksijen alınımında 4 x 400 metre sonrası kalp atım hızı ortalamaları
% 21 O ₂ KAH	% 21 oksijen alınımında 4 x 400 metre sonrası kalp atım hızı ortalamaları
%40 O ₂ din.KAH	% 40 oksijen alınımı sonrası 4 x 400 metre sonrası dinlenme periyodu kalp atım hızı ortalamaları
%40 O ₂ din.KAH	% 40 oksijen alınımı sonrası 4 x 400 metre sonrası dinlenme periyodu kalp atım hızı ortalamaları
%21 O ₂ din.KAH	% 21 oksijen alınımı sonrası 4 x 400 metre sonrası dinlenme periyodu kalp atım hızı ortalamaları

ŞEKİLLER

Sayfa No

Şekil 2.1. ATP'nin molekül yapısı.....	12
Şekil 2.2. ATP yıkımı ve enerji açığa çıkması.....	12
Şekil 2.3. ATP sentezlenmesi.....	12
Şekil 2.4. Enerji sistemlerinin genel özellikleri.....	16
Şekil 2.5. Kısa süreli egzersizlerde enerji metabolizması	19
Şekil 2.6. Enerji kaynakları ve uzun süreli egzersizler.....	21
Şekil 2.7. Uzun süreli egzersizlerde O ₂ tüketimi ve laktik asit oluşumu.....	22
Şekil 2.8. Anaerobik eşik seviyesi.....	24
Şekil 2.9. “Oksijen borçlanması” veya toparlanma sırasındaki oksijen tüketimi.....	27
Şekil 2.10. Aralıklı bisiklet egzersizi sırasında O ₂ tüketimi ve yenilenmesi.....	28
Şekil 2.11. Uzun süreli bir egzersizden sonra yenilen besinlerin kas glikojen depolarının yenilenmesine olan etkileri.....	30
Şekil 2.12. Oksihemoglobin Ayrılma Eğrisi.....	38

Tablo 2.1.	Atmosfer ve Alveol Havaalarında Çeşitli Gazların Kısmi Basınçları ve Volüm Yüzdeleri.....	35
Tablo 4.1.	Deneklerin fiziksel özellikleri.....	53
Tablo 4.2.	Çalışma grubu spor özgeçmiş yıl, haftalık antrenman sayısı ve DKAH değerleri.....	54
Tablo 4.3.	Deneklerin ısınma sonrası kalp atım hızı(Iskah) ölçüm değerlerinin ortalaması ve standart sapması verilmiştir.....	55
Tablo 4.4.	Çalışma grubunun 400 m sonrası kalp atım hızı değerleri.....	56
Tablo 4.5.	Çalışma grubunun tekrarlar arası dinlenme kalp atım hızları.....	57
Tablo 4.6.	Çalışma grubu istirahat kalp atım hızları (3.6.9. ve 12.dk).....	58
Tablo 4.7.	4 x 400 m. Koşu zamanlarının ortalama ve standart sapmaları.....	59
Tablo 4.8.	4 x 400 m ortalama performans değerleri.....	60
Tablo 4.9.	4 x 400 sonrası egzersiz kalp atım hızları.....	60
Tablo 4.10.	4 x 400 dinlenme periyodu sonrası kalp atım hızları.....	61
Tablo 4.11.	Deneklerin ısınma sonrası kalp atım hızlarının ve 3 dk sonrası kalp atım hızlarının değişim oranları.....	62
Tablo 4.12.	4 x 400 m koşu zamanlarının karşılaştırılması.....	63
Tablo 4.13.	4 x 400 performans sonrası kalp atım hızlarının karşılaştırılması.....	64
Tablo 4.14.	4 x 400 m koşuları arası dinlenme periyodu kalp atım hızları.....	65
Tablo 4.15.	Egzersiz sonrası toparlanma periyodunda kalp atım hızlarının karşılaştırılması.....	66
Tablo 4.16.	Toparlanma kalp atım hızları 3,6,9 ve 12.dk.....	67

BÖLÜM I

GİRİŞ

Sporun tarihsel süreç içinde doğuşu ve gelişimi, insanın doğayla mücadelesi ile başlar ve bu mücadele içerisinde gelişimini sürdürür. Zorlu doğa koşullarında yaşamı devam ettirebilmek için korunmak, beslenmek, barınmak gibi nedenlerle kendiliğinden ortaya çıkan bir takım eylemler zaman içerisinde bazı kural örüntüleriyle ve amaçsal değişikliklerle günümüzde spor olarak bilinen eylem bütünlüğünün temelini oluşturmuştur (Mirzeoğlu, 2003).

Tarihteki ilk spor dalları, ister araçlı, ister araçsız yapılsın, savunma ve saldırı kökenli olanlardır. Bir başka deyişle, insanın doğayla girdiği ölüm kalım savaşının zorunlu bedensel eylemlerinden kaynaklanır. En çarpıcı örnek, kuşkusuz avcılarının yaklaşık elli bin yıl önce geliştirdikleri ve mezolitik çağ toplumlarının da önemli bir beceri saydıkları okçuluğun, İ.Ö 3000 yıllarında tunç teknolojisinin ürünü olması ve tarihteki ilk iki devletten biri olan Mısır'da prenslerin ve soyluların hedef atışlarındaki başarılarının titizlikle kaydedildiği bir yarışma amacına dönüşmesidir (Fişek, 1998).

İnsan, yaşantısında güç ve yetenekleri geliştirirken alıştırma da yer vermiştir. Bu alıştırma kimi zaman günlük yaşantısının bir parçasını oluştururken, kimi zamanda planlı ve amaca yönelik davranışlar olarak görülmüştür. İkinci dünya savaşından sonra spor bilimindeki gelişmelerle, antrenman bilimi de gelişmiştir. Burada, özellikle ülkelerin kendilerini spor yoluyla tanıtmak ve kabul ettirmek düşüncesi önemli etken olmuştur (Sevim, 2002).

Günümüzde ise spor çok daha önemli bir hal almış, bir ülkenin uluslararası arenada, sportif müsabakalarda yakaladığı başarılar yada başarısızlıklar, toplumun o anki psikolojisinde de pozitif yada negatif yönde çok önemli etkiler bırakmaktadır. Bunun için ülkeler sporun bu denli yükseliş göstermesiyle beraber, ellerindeki teknolojiyi, bilimi, eğitimi, ekonomilerini bu amaç doğrultusunda yarıştırmaya hale gelmişlerdir.

Sporun bilimsel olarak yapıldığı ülkelerde antrenman süreci çok yönlü araştırmalara, gözlemlere ve uygulamalara konu olmuştur. Bütün bu çalışmaların

değerlendirilmesi sonucu antrenman bilimi doğmuştur (Sevim, 2002). Antrenmanın değişik tanımları yapılmıştır. Spor alanında antrenman, "Sporcuyu en yüksek verim seviyesine hazırlamak" olarak tanımlanmaktadır (Dündar, 2000). Antrenman, organizmada fonksiyonel ve morfolojik değişimler sağlayan ve sporcularda verimin yükseltilmesi amacıyla belirli zaman aralıklarıyla yapılan yüklenmelerin tümüdür (Hollmann, 1980). Spor antrenmanı, sporda gelişimi sağlamak için bilimsel özellikle pedagogik ilkelere göre yönlendirilen bir süreçtir. Bu süreç, planlı ve sistemli biçimde etkilenecek sporcuların bir veya daha çok spor dalında üstün başarıya ulaşmasını amaçlar (Hare, 1982). Antrenman, bedensel ve moral gücün, teknik ve taktik becerilerin organik ve psikolojik yüklenmelerle düzeltilmesi yardımcıları düzeltilmesi ve en üst düzeye getirilmesi amaçlarına yönelik bir eğitim sürecidir (Sevim, 2002).

Yukarıda sıralanan tanımların ışığında antrenmanın amacı maksimal performansın gelişiminin sağlanmasıdır. Bu amaç doğrultusunda antrenör ve sporcular kendi çabaları ile elde edebileceklerinden daha fazlasını başarabilmek için performanslarını geliştirmeye çalışırlar. Dolayısıyla çalışma performansını arttıran beslenme katkıları ve ergojenik destekler ya da maddeler için yapılan araştırmalar sporun kendisi kadar eskidir. Sporcular ve savaşçılar tarafından geyik ciğeri ve aslan yüreği gibi bazı parçaların cesaret, hız ya da kuvvet vereceği ümidiyle tüketildiği M.Ö. 500-400 yıllarından beri bilinmektedir. Ancak beslenme katkıları ile performans gelişimi arasındaki ilişkilerle ilgili pek çok delil; kas çalışmasının anlaşılması, antrenman esnasında enerji kullanımı, protein, yağ ve karbonhidratların spesifik rolleri ile ilgili yapılan araştırmalardaki gelişmeler nedeniyle 20. yüzyılın ilk yarısında görülmektedir. Bilim, özellikle de antrenman bilimi bu araştırmalarda önemli yer tutmaktadır. 20. yüzyıla girildikten sonra vitaminlerin keşfi, ayrıştırılması ve onların metabolizmadaki temel rollerinin anlaşılması ile rekabet sınırı için araştırmalar ve ergojenik katkılar için arayış bilimsel zemine oturtulmuştur (Applegate, 1997).

Günümüzde performansın arttırılması açısından çeşitli araştırmalar yapılmakta olup, bu araştırmaların bir kısmı da ergojenik yardımcıları üzerinde yoğunlaşmaktadır. Ergojenik yardımcıları, kısaca, antrenmana etkisinin yanında

performansın artırılmasına katkı sağlayan ve doping sayılmayan besin maddelerine veya enerji üretimi ve kullanımını arttırarak, yorgunluğu geciktirerek performansın artırılması için kullanılan maddeler ya da teknikler olarak tanımlanabilir. Bazı vitaminler, mineraller, aminoasitler, bitkiler, metabolitler ve değişik kombinasyonlar gibi maddeler ya da metotlar ergojenik yardımcıları olarak nitelendirilebilir. Bu maddeler veya metotlar, birçok sporcu tarafından, optimal enerji sağlama, enerji sistemlerinin dengesi ve vücut dokusunun gelişimi (özellikle yağsız vücut kitlesinin veya kas dokusunun gelişimi) gibi amaçlarla ek besin olarak kullanılmaktadır. Ergojenik yardımcıları mekanik veya biomekanik, psikolojik, fizyolojik, farmakolojik ve beslenme ile ilgili yardımcıları olarak kategorize edilebilir (Ergen ve ark., 2002; Şenel ve ark., 2004).

Yoğun ve sık antrenman yapan sporcular enerji yetersizliği ve yorgunluktan şikayetçi olurlar. Bu yorgunluklarını azaltmaları, performanslarını yükseltmeleri ve toparlanmalarını hızlandırmaları için de sürekli telkin edilirler. Bu yüzden enerji içecekleri ya da bazı ergojenik maddeler onlara cazip gelir. Daha fazla enerji yüklemenin daha fazla kapasite oluşturabileceği, çoğu bireyler ve özellikle aktif sporcu olan bireyler için istenilen ve arzu edilen bir durum olmaktadır (Bionci, 2002). Birçok sporcu ve aktif insan iyi bir vücut şekli veya müsabakalardan daha yüksek performans elde etmek için geniş bir yelpazesi olan ergojeniklerden yararlanmaktadır (Gomez ve Trapegui, 2000).

Ergojenik yardımcıları, enerji metabolizmalarının sınırlarını zorlayarak ve besinlerin enerji verimliliklerini etkileyerek performansı yükseltme yönünde işlev görmektedirler (Akgün, 2005).

Birçok spor branşında üst düzey performans göstermek ve bu performansı devam ettirebilmek çok önemlidir. Sporcular ve antrenörler bu performans parametrelerini arttırmak yada sürdürebilmek için birçok yöntem denemektedirler. Bu yöntemler; farklı antrenman yöntemleri olduğu gibi , dışardan alınan ergojenik yardımlar da olabilir.

1.1.Ergojenik Yardımcılar

Ergojenik yardım fiziksel performansı artırmak için kullanılan değişik yöntem araç ya da maddeleri içermektedir (Güneş, 1998).

Sporda performansı artırmak amacıyla doğal yetenek ve antrenmanın dışında madde, yöntem ve malzemelerin kullanımı ergojenik yardım olarak tanımlanmaktadır (Ergen ve ark., 2002; Pehlivan, 2005).

Birçok sporcu için kazanmak tek hedeftir. Kazanmak kaybetmek arasında saliseler, milimetreler, gramlar önemli oldukça, performansı artıracak maddelerin yada metotların kullanımı da önemini koruyacaktır (Pehlivan, 2005).

Sonuç olarak bireyin fiziksel, zihinsel fonksiyonlarında en yüksek verime ulaşabilmesi amacıyla dışardan aldığı her türlü yapay maddelerdir. Amaçları sporsal verimi yükseltmek ya da yeniden tamlamayı hızlandırmak veya her ikisidir (Dündar, 2000).

Ergojenik yardımcıların organizma üzerinde etkileri:

- Kas kitlesi ve kas gücünü arttırması,
- Kas kasılması için gerekli yakıt ikmalini sağlaması,
- Beyindeki solunum merkezi üzerine etkisi,
- Yorgunluk ürünlerine karşı koymayı sağlayarak, daha uzun süre çalışma olanağını sağlaması,
- Sinir sistemine etki ile yorgunluk başlangıcını geciktirmesi,
- Kardio vasküler sisteme etkiyle etkinliğini arttırması ve böylece kaslardan oksijen, yakıt ve artık ürünlerin taşınmasını kolaylaştırması,
- Merkezi sinir sisteminin maksimal kas kasılmasına karşı etkisini engellemesi ve kasın normalden daha fazla güç göstermesini sağlaması (Güneş,1998; Dündar, 2000; Ergen ve ark., 2002).

Ergojenik yardımcıların kullanımına Uluslararası Olimpiyat Komitesi ve Spor federasyonları tarafından sınırlama getirilmiş ve iki gruba ayrılmıştır.

Kullanılması serbest olan maddeler; Bu maddeler yüksek dozlarda kullanılsa bile sportif performansı antrenmanlarda kazanılan optimum performansın üzerine çıkaramazlar. Vitamin, protein, amino asitler, karnitin, kreatin gibi normalde vücutta ve besin maddelerinde de bulunan maddeler de bu grup içinde değerlendirilir ve bu

maddelerin vücutta eksiklikleri görüldüğünde sportif performans azalabilir (Ergen ve ark, 2002).

Kullanılması yasak olan maddeler;(Doping) Kullanıldıklarında sportif performansı antrenmanlarla kazanılan optimum performansın üzerine çıkarabilirler. Bu amaçla yüksek dozlarla ve uzun süreler kullanılmaları gerekir. Hastalık yapıcı ve öldürücü yan etkileri fazladır. Spor ahlakına aykırıdır (Ergen ve ark., 2002).

Ergojenik yardımcıları genel olarak 5 gruba ayrılırlar. Bunlar; fizyolojik yardımcıları, psikolojik yardımcıları, mekanik ve biyomekanik yardımcıları, farmakolojik yardımcıları ve besinsel yardımcılarıdır (Ergen ve ark., 2002).

1- Fizyolojik yardımcıları: Alkali tuzlar, fosfat tuzları, kreatin, karnitin, oksijen kullanılması ve kan dopingi, gibi uygulamalar fizyolojik yardımcılarıdır. Alkali tuzlar, glikojen laktik asit sisteminde oluşan laktik asidi nötralize etmek amacıyla kullanılan sodyum bikarbonat gibi maddelerdir. Fosfat tuzları ve kreatin, kreatin fosfat ve ATP oluşumuna yardımcı olduğu iddia edilen maddelerdir. Oksijen ise karşılaşma öncesi, karşılaşma sırasında ve toparlanma periyodu sırasında olmak üzere üç şekilde kullanılmaktadır ve bu uygulamayla kanda oksijen taşınmasının artırılması amaçlanmaktadır. Kanda oksijen taşınmasını artırmayı amaçlayan bir diğer uygulama ise kan dopingidir. Başka birinden yada sporcunun kendisinden alınan kanın sportif müsabaka öncesinde sporcuya verilip performansın artırılması amaçlanmaktadır. IOC tarafından yasaklanmış ve doping olarak sayılmış bir uygulamadır.

2- Psikolojik yardımcıları: Hipnoz, stres terapisi gibi uygulamalar bu grup içerisinde yer alır. Sporcu karşılaşmaya nasıl antrenmanlarla fiziksel olarak hazırlanıyorsa, psikolojik olarak da hazırlanmalıdır. Fiziksel hazırlığı tam olsa bile psikolojik olarak eksik hazırlanan sporcunun performansının olumsuz etkilenmesi kaçınılmazdır. Örnek verecek olursak bazı sporcular önem seviyesi yüksek müsabakalarda gösterdikleri performansı daha sıradan müsabaka yada karşılaşmalarda gösterememektedir. Bu durum psikolojik hazırlığın yetersiz olduğu anlamına gelmektedir.

3- Mekanik ve Biyomekanik yardımcıları: Sporculara mekanik avantaj sağlayan ergojenik yardımcılarıdır. Örneğin: Atletlerin rüzgardan daha az etkilenen sürtünme katsayısını düşüren forma giymeleri, ayak özelliklerine daha uygun daha

hafif ayakkabı seçimleri, futbolcuların saha şartlarına uygun krampon dişleri kullanmaları, bazı branşlardaki sporcuların vücut yağ oranlarının azaltılması, sportif performansı olumlu yönde arttırmaktadır.

4- Besinsel yardımcıları: Karbonhidratlar, proteinler, aminoasitler, su ve vitaminler ve bu bileşiklerin çatısı altında yer alan diğer maddeler besinsel ergojenik yardımcıları sınıfına girer.

5- Farmakolojik yardımcıları: IOC tarafından yasaklanan maddelerdir ve bu maddeler sentetik yapıdadırlar. IOC'ye göre bu maddeler 6 ana başlık altında toplanmaktadır. Uyarıcılar, idrar söktürücüler, narkotik analjezikler, anabolik ajanlar, peptid hormon ve analogları ve maskeleyici ajanlar (Pehlivan, 2005).

Oksijen yüklemesi IOC tarafından yasak kabul edilmeyen, fizyolojik yardımcıları sınıfına giren bir ergojenik yardımcıdır.

Yarışmalardaki molalar ve devre aralarında oksijen taşınmasının daha hızlı ve daha iyi olabileceği düşüncesiyle saf oksijen solunması(takviyesi) yaptırılmaktadır. Bununla beraber toparlanma işlemini hızlandırmak içinde oksijen yüklemesi yapılmaktadır. Performansa ve toparlanmaya olan etkisi daha önceki yıllarda yapılan çalışmalarda netlik kazanmamasına rağmen, son yapılan çalışmalarda oksijen yüklemesinin performansa ve toparlanmaya olumlu etkisi bulunmuştur.

Oksijen depolanamayacağı için yarışma ve müsabakalardan önce çok miktarda alınamaz. Yarışma sırasında yada egzersiz sırasında fazladan oksijen alınabilirse, kan laktik asidi düşebilir, nabız düşebilir ve yorgunluk ertelenebilir (Dündar, 2000).

1.2.Amaç

Spor alanlarına olan ilginin artmasıyla beraber spor biliminde son yıllarda pozitif yönde gelişmeler meydana gelmektedir. Sporsal verim seviyesi son derece yükselmiş olup, daha önceleri hayal bile edilemeyen performans düzeyleri şimdi sıradan hale gelmiştir. Günümüzde spor bilimciler, sportif performansı belirleyen tüm unsurları gözden geçirmekte ve iyileştirmeye çalışmaktadır. Teknolojik gelişmelerin ışığında egzersiz fizyolojisi daha iyi anlaşılır bir hal almış, bu sisteme etki eden iç ve dış faktörler net olarak belirlenmeye başlamıştır. Dış destek olarak

kullanılan ergojenik yardımcılar, egzersiz fizyolojisi üzerindeki etkilerinin bulunması üzerine birçok çalışma yapılmış ve yapılmaktadır.

Ergojenik yardımcılarla ilgili günümüzde yapılan çalışma sayısı hala yeterli değildir ve bu alanda bir boşluk bulunmaktadır. Ergojenik yardımcı sınıfına giren oksijen yüklemesi ile ilgili dünyada özellikle son yıllarda yapılan çalışmalar mevcuttur fakat ülkemizde bu alanda yapılmış herhangi bir çalışma bulunmaması bizi bu konu üzerinde düşünmeye sevk etmiştir.

Oksijen renksiz, kokusuz ve atmosfer hacminin beşte birini kaplayan bir gazdır. Canlı organizmaların yaşamaları için gerekli olan bir elementtir. Oksijen kanda hemoglobine bağlanır ve onun vasıtasıyla dokulara taşınır. Hemoglobinin oksijenle yeteri kadar bağlanamaması sonucu kanın oksijensiz kalması haline hipoksemi denir.

Oksijen yüklemesi, belirli sürelerde havada bulunan % 21 oksijen yerine daha yüksek yüzdelerde oksijen verilmesidir. Bu şekilde oksijenin akciğerlerde daha kolay diffüze olmasına, PO₂ basıncının artırılmasına ve buna bağlı olarak dokulara daha iyi diffüze olmasına yardımcı olur.

Bizim bu çalışmadaki amacımız, maksimal 4 x 400 antrenmanının öncesinde, dinlenme aralıklarında ve sonrasında % 40 oksijen yüklemesinin performansa ve toparlanmaya olan etkisini incelemek olmuştur.

1.3.Problem

“Aktif spor yapan sporcularda oksijen yüklemesinin performansa ve toparlanmaya etkisi var mıdır?” sorusu araştırmanın problemini oluşturmaktadır.

1.4.Alt Problemler

- 1-) % 40 oksijen yüklemesinin anaerobik (4 x 400 metre koşu süresine) performansa etkisi var mıdır?
- 2-) % 40 oksijen yüklemesinin 4 x 400 metrelerin hemen sonrasındaki egzersiz kalp atım sayısına etkisi var mıdır?
- 3-) % 40 oksijen yüklemesinin 4 x 400 metre aralıklarındaki toparlanma kalp atım sayısına bir etkisi var mıdır?

- 4-) % 40 oksijen yüklemesinin 4 x 400 metre sonundaki toparlanma kalp atım sayısına bir etkisi var mıdır?
- 5-) % 21 oksijen yüklemesinin anaerobik (4 x 400 metre koşu süresine) performansa etkisi var mıdır?
- 6-) % 21 oksijen yüklemesinin 4 x 400 metrelerin hemen sonrasındaki egzersiz kalp atım sayısına etkisi var mıdır?
- 7-) % 21 oksijen yüklemesinin 4 x 400 metre aralıklarındaki toparlanma kalp atım sayısına bir etkisi var mıdır?
- 8-) % 21 oksijen yüklemesinin 4 x 400 metre sonundaki toparlanma kalp atım sayısına bir etkisi var mıdır?
- 9-) % 40 oksijen yüklemesinin, % 21 oksijen yüklemesine göre anaerobik (4 x 400 metre koşu süresine) performansa etkisi var mıdır?
- 10-) % 40 oksijen yüklemesinin, % 21 oksijen yüklemesine göre 4 x 400 metrelerin hemen sonrasındaki egzersiz kalp atım hızına bir etkisi var mıdır?
- 11-) % 40 oksijen yüklemesinin, % 21 oksijen yüklemesine göre 4 x 400 metre dinlenme aralıklarındaki kalp atım hızına bir etkisi var mıdır?
- 12-) % 40 oksijen yüklemesinin, % 21 oksijen yüklemesine göre 4 x 400 metre sonundaki toparlanma kalp atım sayısına bir etkisi var mıdır?

1.5.Sınırlılıklar

- 1-) Bu çalışmada kullanılan denekler Bolu ilinde spor akademilerine hazırlanan erkek denekler ile sınırlandırılmıştır.
- 2-) Oksijen alımı % 40 oksijen ile sınırlandırılmıştır.
- 3-) Oksijen çalışma öncesi 3 dakika, dinlenme periyotlarında 4 dakika ve çalışma sonrası 12 dakika ile sınırlandırılmıştır.
- 4-) Çalışmada kullanılan denekler 18-23 yaş ile sınırlandırılmıştır.
- 5-) Çalışmada bağımsız değişken % 40 oksijen, bağımlı değişkenler; anaerobik performans, egzersiz kalp atım sayısı ve toparlanma kalp atım sayısı olarak sınırlandırılmıştır.

1.6.Sayıtlar

Bu çalışmada aşağıdaki varsayımlarla (sayıtlarla) hareket edilmiştir.

- 1-) Deneklerin performanslarını en üst düzeyde kullanmaları istenip, maksimum performans için kendilerini zorlayacakları varsayılmıştır.
- 2-) Deneklerin beslenme durumlarına dikkat ettikleri varsayılmıştır.
- 3-) 4 X 400 testinin anaerobik kapasitede bir egzersiz olduğu varsayılmıştır.
- 4-) RS 400 Polar marka polar saatin kalp atım hızını doğru ölçtüğü varsayılmıştır.
- 5-)Premedic marka defibrilatör cihazının kalp atım hızını doğru ölçtüğü varsayılmıştır.
- 6-) Nielsen Kellerman marka rüzgar ölçerin rüzgar hızını ve sıcaklığı doğru ölçtüğü varsayılmıştır.

1.7.Araştırmanın Önemi

Sporda başarılı olabilmek için insanoğlunun kapasitesini maksimal düzeyde zorlaması gerekir. Başarılı bir performans için fiziksel limitlerini zorlayan sporcular yarıştıkları rakiplerini geçmek için zamanla farklı yöntemlerin arayışı içine girmişlerdir. Bu bağlamda; bilim adamları ve sporcular performans artırıcı özellikleri olan ergojenik yardımcıları ilgilenmişler ve ergojeniklerle ilgili araştırmalar hız kazanmıştır.

Bu ergojenik yardımcılarından biri olan oksijen yüklemesi hakkında da birçok çalışmaya ihtiyaç vardır. Oksijen yüklemesinin metabolizma üzerindeki etkilerini bilmek, sporcunun performansını geliştirebilmesi açısından önemlidir.

Bu çalışma, oksijen yüklemesinin performans ve toparlanma etkisi için kullanılıp kullanılmayacağının bilinmesi bakımından önem taşımaktadır.

1.8.Tanımlar

Oksijen: Tatsız, kokusuz ve renksiz bir gazdır. Özgöl ağırlığı 1.1005 Normal atmosfer basıncında 183°C de sıvı hale geçer. Su içerisinde bir miktar erir (20°C de, 100 ml suda 3.1 ml O₂)

Oksijen (İşlevsel tanım): Bu çalışmada oksijen çalışma öncesi 3 dk, dinlenme aralarında 4 dk ve toparlanma periyoduna 12 dk nazal kanül yardımıyla 5 lt/dk hızında verilen madde.

Oksijen yükleme: Sporcuların performanslarını artırmak için kullandıkları ergojenik yardımcılardan biri.

Oksijen Yükleme(işlevsel tanım): Bu çalışmada % 40 oksijen yükleme; 5 lt/dk hızında, 4 x 400 metre koşularının öncesinde 3 dk, dinlenme aralarında 4 dk, toparlanma esnasında 12 dk verilerek anaerobik performans üzerindeki etkileri araştırılan metottur.

Anaerobik kapasite: Karbonhidratların, oksijensiz ortamda yetersiz bir şekilde parçalanarak enerji üretilen ve 1 ile 3 dakikalık yüksek yoğunluktaki egzersizlerde ihtiyaç duyulan kapasitedir.

Anaerobik kapasite (işlevsel tanım): Bu çalışmada deneklerin anaerobik kapasiteleri 4 x 400 metre maksimal egzersiz protokolü uygulanarak ölçülmüştür.

BÖLÜM II

GENEL BİLGİLER

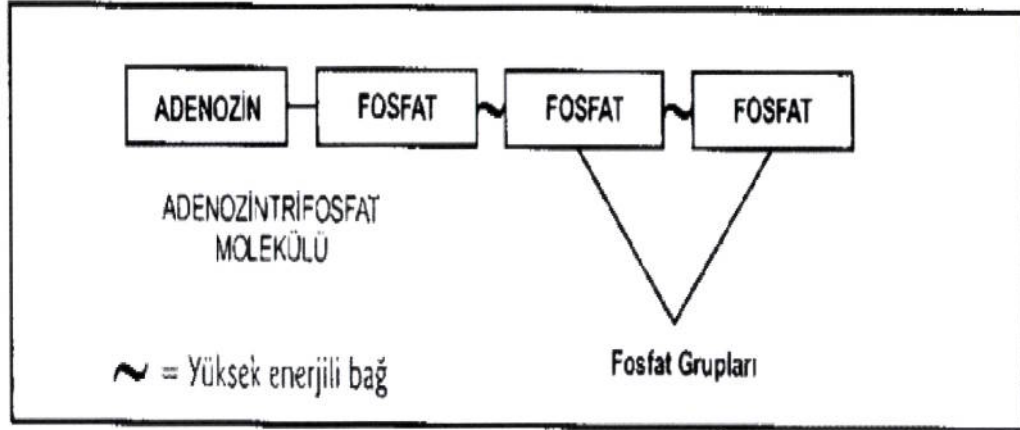
2.1. ENERJİ SİSTEMLERİ

Enerji insan vücudunun fiziksel etkinlikleri gerçekleştirebilmek için ihtiyaç duyduğu en önemli gereksinimdir. Bilim adamları enerjiyi iş yapabilme kapasitesi olarak tanımlamaktadırlar (Çimen,1996). Enerji, besin depolarının, kas hücresinde depolanan adenzotriphosfat (ATP) olarak bilinen yüksek bir enerji bileşenine dönüşmesinden elde edilir (Bompa, 2003). Karbonhidrat yağ ve protein moleküllerindeki kimyasal bağ enerjileri hücre solunumu ile parçalanarak, enerji bakımından zengin fosfat bağı özelliği taşıyan bir başka kimyasal bağ enerjisine (ATP) dönüştürülür. Oksijenli bir ortamda gerçekleşen hücre solunum ile sağlanan kimyasal enerji insan organizmasında büyüme, gelişme, mekanik ve kimyasal iş enerjisi için kullanılır. Bu olaylar serisine biyolojik enerji devri denir (Fox, 1988; Çimen,1996).

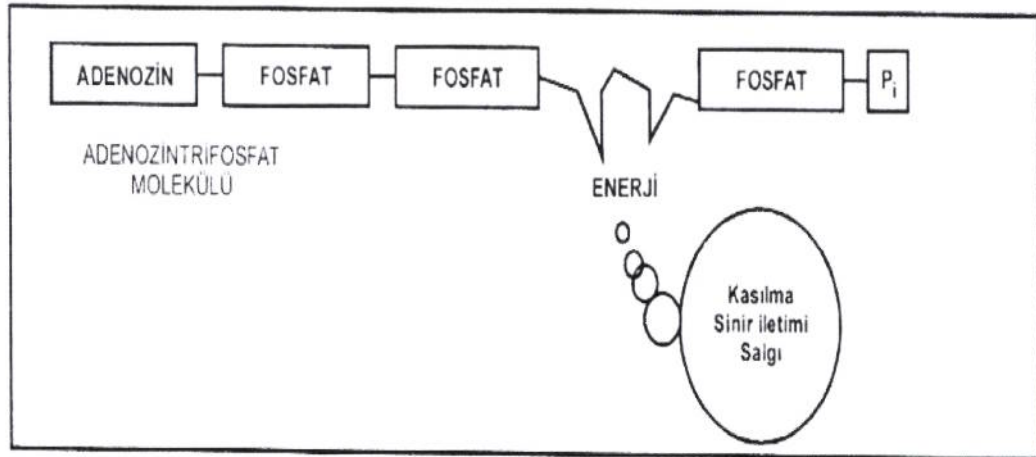
Organizmada enerji üretimi ile ilgili maddelerden ATP yapımı ve ATP yıkımı sonrasında ATP'nin tekrar sentezlenmesi süresinde bir çok metabolik işlemler söz konusudur. Kas kasılması enerji gerektiren bir olaydır. Kas kimyasal enerjiyi mekanik enerjiye çeviren bir mekanizmadır (Günay, 1985; Akgün, 1986; Noyan, 2003). Karbonhidrat ve lipid metabolizması yoluyla meydana getirilen organik fosfat bileşikler, örneğin ATP ve kreatin fosfat, kas enerjisinin kaynağıdır (Noyan, 2003). Hemen hemen tüm vücut hücrelerinde enerji oluşumu ATP molekülü vasıtasıyla olmaktadır. Hücre içinde bulunan ATP miktarı sınırlı olup, sporcunun aktivitesinin düzeyine göre sürekli yenilenmektedir (Ergen ve ark., 2002).

ATP'nin molekül yapısı bir adenzin ile üç fosfattan oluşmaktadır. Son iki grup arasında “ yüksek enerji bağı” diye adlandırılan fosfat bağı bulunmaktadır. Bu bağ önemli bir kimyasal enerji kaynağı olarak kabul edilmektedir. Açığa çıkan bu enerji bulundukları hücrelerin özelliklerine, hayati fonksiyonların devamını sağlamaktadır. Bir mol ATP parçalandığında 7-12 kcal enerji açığa çıkmaktadır. Açığa çıkan bu

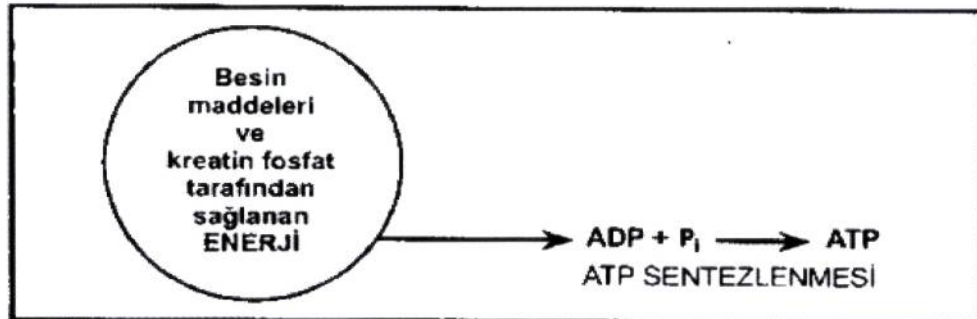
enerji sonrasında ADP ve P_i (inorganik Fosfat) meydana gelir (Günay, 1999; Guyton, 1989; Sönmez, 2002; Ergen ve ark., 2002; Noyan, 2003).



Şekil 2.1. ATP'nin molekül yapısı (Ergen ve ark., 2002).



Şekil 2.2. ATP yıkımı ve enerji açığa çıkması (Ergen ve ark., 2002).



Şekil 2.3. ATP sentezlenmesi (Ergen ve ark., 2002).

ATP'nin parçalanması sonucu nasıl enerji ortaya çıkıyorsa, yapımı ve yenilenmesi içinde enerji gerekmektedir. ATP'nin yapımı ve yıkımı iki yönlü kimyasal reaksiyonlar sonucu olmaktadır. ATP'nin yeniden yapılabilmesi için enerji ATP-PC (Fosfojen), laktik asit ve oksijen (aerobik) sistemi ile sağlanabilmektedir. Kimyasal açıdan en basiti ATP-PC'dir ve sadece fosfokreatin parçalanmasını gerektirir. Diğer iki sistemde ise glikoz gibi moleküller parçalanarak enerji açığa çıkarılır. PC ve besin maddelerinin parçalanması ile sağlanan enerji ise ATP yapımı için kullanılır. Bu olaya çifte reaksiyonlar serisi adı verilir (Fox, 1988; Guyton, 1989; Çimen, 1996; Ergen ve ark., 2002; Sönmez, 2002).

Kısacası ATP'nin kullanılabilmesi ve kullanıldıktan sonra tekrar üretilmesi için aerobik ve anaerobik metabolizmaya ihtiyaç vardır. ATP depoları yapılan fiziksel etkinliğin türüne göre şu üç enerji sistemiyle yenilenebilmektedir.

1- ATP-CP sistemi, 2- Laktik asit sistemi, 3- Oksijen (O₂) sistemi.

İlk iki sistem ATP depolarını oksijensiz ortamda yenilediğinden dolayı anaerobik sistem olarak tanınır. Üçüncüsü sistemde ise yenilenme oksijenli ortamda olmasından dolayı aerobik sistem olarak adlandırılır (Bompa, 2003).

2.1.1. Anaerobik Enerji Metabolizması

2.1.1.1. ATP-PC Sistem

ATP'nin tekrar sentezi için ADP molekülüne bir fosfat grubu eklenmesi gerekir. Fosfokreatin, fosfatını ADP'ye vererek kısa yoldan ATP yapımını sağlar ve kasın acil enerji ihtiyacı karşılar. Fosfokreatin ATP gibi parçalandığında önemli miktarda enerji açığa çıkar (Fox, 1988; Guyton, 1989; Karbek, 1990; Günay, 1999). Parçalanmış fosfokreatin ATP'nin yeniden yenilenmesi için gerekli enerjiyi kolaylıkla sağlayabilir. Kaslarda ATP'nin iki, üç katı kadar PC bulunmakla beraber bulunan bu miktar sınırlıdır (toplam 0.3-0.5 mol). Çok şiddetli ve kısa süren (10-12 sn) egzersizlerde kas kasılması için gerekli enerjinin büyük bir kısmı bu yolla sağlanmaktadır (Guyton, 1989; Günay, 1999; Ergen ve ark., 2002).

Çok çabuk enerji üretebilen fosfojenlerin yenilenmesi de çok çabuk olmaktadır. İlk 30 sn'de % 70'lere 3-5 dk sonra ise % 100'e ulaşır (Fox ve ark, 1989).



Ortam: Kas Hücresi



2.1.1.2 Laktik Asit Sistemi

Bu sistemde glikojenden, anaerobik (oksijensiz) yolla parçalanmak suretiyle ATP sentezi için gerekli enerji sağlanmaktadır. Bu sistem oksijensiz ortamda işlev gördüğü için anaerobik glikoliz adı verilmektedir. Kasta depo edilen glikojen, glikoza parçalanır ve bunun sonucunda hem enerji açığa çıkar hem de iki pürivik asit molekülü oluşur. Ortamda oksijen olmadığı için sitrik asit döngüsüne giremeyen pürivik asit laktik aside dönüşür. Bu sistemin son ürünü laktik asit olduğundan bu isim verilmiştir. Laktik asit kaslarda ve kanda yüksek bir yoğunluğa ulaşırsa yorgunluğa yol açmaktadır. Asit ortam pH'ı düşürmekte ve mitokondrilerdeki bazı enzimlerin aktivitesini engellemektedir. Bu durum ise karbohidratların yıkım hızını yavaşlatmaktadır. Anaerobik yolla glikojenin yıkımı aerobik yolla kıyaslandığında, daha sınırlı sayıda ATP yenilenebilmektedir (Ergen ve ark, 2002). 1 mol glikojenden anaerobik yolla 3 mol ATP elde edilebilirken, aerobik yoldan 1 mol glikojenden, 39 mol ATP elde edilebilmektedir. Enerji üretimi aerobik yola göre daha az olmasına rağmen, aerobik yoldan 2,5 kat daha hızlı ATP üretilir. Yaklaşık olarak 2-3 dk devam eden 400-800 m gibi egzersizlerde enerji daha çok bu yolla sağlanmakta ve ATP, ATP-PC ve laktik asit sistem ile birlikte oluşturulmaktadır (Fox ve ark, 1988; Guyton, 1988; Kin, 1994; Çimen 1996; Ergen ve ark., 2002;).

Sonuç olarak laktik asit sistemin kullanılması ile; yorgunlukla sonuçlanan laktik asit oluşumu meydana gelir. Oksijen kullanımı gerekmez, sadece karbohidratlar (glikoz ve glikojen) enerji kaynağı olarak kullanılabilir. Çok az miktarda enerji (3 mol ATP) üretilebilir (Sönmez, 2002).

2.1.2. Aerobik Sistem veya Oksijen sistemi

Bu sistem temel besin maddeleri olan, karbonhidratlar, yağlar ve proteinlerin oksijen ile tamamen yanarak (parçalanarak) CO_2 ve H_2O 'ya dönüştükleri sistemdir (Sönmez, 2002). Bu sistem 2 dk ile 2-3 saat süren egzersizler için temel enerji kaynağıdır (Bompa, 2003). Bu sistemin başlangıcı anaerobik sistemle aynıdır, aerobik sistemde de sarkoplazma da 1 molekül glikojen parçalanarak 2 molekül pürivik aside dönüşür. Eğer ortamda oksijen varsa ve reaksiyonlar aerobik yolla devam ediyorsa işlemler mitokondriler de gerçekleşir. Burada pürivik asit iki karbonlu bir yapı olan Asetil- CoA dönüşerek Krebs Siklüsüne girer. Aerobik yolla parçalanan glikojenden daha fazla (39 mol ATP) enerji açığa çıkmaktadır ve bu sistem, diğer iki anaerobik sistemden daha karmaşıktır (Ergen ve ark., 2002, Sönmez, 2002). Ayrıca, aerobik sistem, yağların enerji kaynağı olarak kullanılabilirdiği tek sistemdir. Bir molekül yağ asitinin oksijenli ortamda parçalanması sonucu karbonhidratlardan çok daha fazla ATP üretimi sağlanır (Sönmez, 2002). Örneğin 1 mol glikojenden 39 mol ATP üretilirken, 1 mol palmitik asitten 129 mol ATP üretilir (Mc Ardle ve ark., 1981, Browsers, 1988; Fox ve ark., 1989; Sönmez, 2002). Aerobik sistemde diğer iki anaerobik sistemde olduğu gibi artık madde (laktik asit) oluşmaz. Sadece ATP, CO_2 ve H_2O oluşur. ATP enerji olarak kullanılır, CO_2 kas hücresinden kana diffüze olur ve akciğerlere taşınarak buradan atmosfere verilir. Ortaya çıkan H_2O ise, hücrenin kendisi için gereklidir, çünkü hücrenin büyük bir kısmını su oluşturur (Sönmez, 2002).

Aerobik sistemde meydana gelen kimyasal reaksiyonlar şu şekilde sıralanmıştır:

- 1- a) Aerobik glikoliz (glikozun oksijenli ortama girişi için parçalanması)
b) Beta-Oksidasyon (yağ asitlerinin oksijenli sisteme giriş için parçalanması)
- 2- Krebs Çemberi
- 3- Elektron Transport Sistemi

Bu sistemde meydana gelen kimyasal reaksiyonların başlangıcı anaerobik glikolizden çok farklı değildir. Farklı olan kısım ilk aşamada pürivik asit laktik aside değil, asetil, koenzim A'ya dönüştürülmesidir. Bu kimyasal madde, oksidatif sistemin başlangıç kısmı olan "krebs çemberine" girer. Krebs çemberi sırasında iki önemli değişiklik oluşur. Bunlardan birisi karbonhidratlar, yağlar ve proteinler okside olurlar

ve bunun sonucunda CO₂ oluşur, diğeri ise elektronların uzaklaştırılmasıdır. Elektronlar ve H⁺ iyonları ATP üretimi için gerekli değişikliğe uğramak üzere elektron transport sistemine taşınırlar. Elektron transport sistemi besin maddelerinin enerji üretimi için parçalanmaları sırasındaki son aşamadır. Krebs çemberi gibi mitekondrilerin içerisinde gerçekleşir. Krebs çemberinden ve daha önceki reaksiyonlardan taşınan H⁺ iyonu ve elektronlar, bir seri enzimatik kimyasal reaksiyon sonucu moleküler oksijene transfer edilir ve H₂O meydana gelir (Mc Ardle ve ark., 1981; Bowers ve Fox, 1989; Sönmez, 2002).

	ATP-CP (fosfojen) sistemi	Laktik asit (anaerobik glikoliz) sistemi	Oksijen (aerobik) sistemi
Oksijen	Anaerobik	Anaerobik	Aerobik
ATP üretim hızı	Çok hızlı	Hızlı	Yavaş
Enerji üretimi Kaynağı	Depolanmış. ATP ve CP	Karbonhidrat (glikojen veya glukoz)	Karbonhidrat (glikojen veya glukoz) ve yağlar (trigliseritler)
ATP üretme Kapasitesi	Çok sınırlı	Sınırlı	Sınırsız
Kullanıldığı egzersiz türleri	Çok şiddetli. kısa süreli patlayıcı kuvvet gerektiren hareketler (örneğin; sürat koşuları atlamalar, atmalar)	1-3 dk kadar süren şiddetli aktiviteler	Dayanıklılık gerektiren egzersizler
Diğer özellikler	Kaslarda depolanmış olan ATP ve CP kaynakları çok sınırlıdır ve bu nedenle çok kısa süreli enerji sağlayabilir.	Sonuçta laktik asit birikimi olur ve bu da yorgunluğa neden olur	Yağları enerji kaynağı olarak kullanabilmek için O ₂ kullanma kapasitesinin oldukça gelişmiş olması gerekir

Şekil 2.4. Enerji sistemlerinin genel özellikleri (Sönmez, 2002)

2.1.3.Oksijen Tüketimi ve Enerji Üretimi İlişkisi:

Aerobik yolla, ATP yenilenmesi sırasında:

- 1 mol ATP resentezi için (glikoz) 3,5 lt O₂
- 1 mol ATP resentezi için (yağ) 4 lt O₂'ye gerek duyar.
- 1 mol glikojen yıkımı için 134,4 lt O₂
- 1 mol palmitik asit yıkımı için 515,2 lt O₂ gerekmektedir(Braun,1985).

Bu yıkım işlemleri sonucunda önemli miktarda enerji açığa çıkmaktadır. Örneğin; 1 mol glikojen (180gr) yıkımı ile 686 kcal enerji açığa çıkmaktadır.Açığa çıkan bu enerjinin yarısı ısı olarak kaybedilmekte, diğer yarısı ile de ATP resentezi yapılmaktadır (Fox, 1989; Günay, 1999; Ergen ve ark., 2002). Besin maddelerinin yanması sırasında, karbonhidratlar kullanılarak 1 lt O₂ ile 5 Kcal, yağlar ise 4,7 Kcal ısı enerjisi açığa çıkarmaktadırlar. Bu sebeple karbonhidratlar, yağlara oranla O₂ tüketimi bakımından daha avantajlıdır (Günay, 1985). Her fiziksel aktivite sırasında egzersizin şiddetine göre bir oksijen gereksinimi söz konusudur. Örneğin, koşu sırasında her bir metre için vücut ağırlığının her kilogramı başına 20.2 ml oksijene gereksinimi vardır. 5000 m koşan 70 kilogram ağırlığında bir sporcunun tüketeceği O₂ miktarı = $0.2 \times 70 \times 5000 = 70$ litre O₂'dir.Eğer bu durumda karbonhidrat(glikojen) kullanıldığını varsayarsak $70 \times 5 = 350$ kcal enerji açığa çıkacaktır.

2.1.4.Maksimal Oksijen Tüketimi Kapasitesi (max VO₂ veya VO₂ max)

Dayanıklılık kapasitesinin en büyük belirleyicilerinden biri, kaslara gönderilebilen ve kullanılabilen en yüksek miktardaki oksijendir. Maksimal oksijen tüketimi (VO₂ max) olarak tanımlanmaktadır. İş kapasitesi veya aerobik kapasite genellikle maksimum oksijen tüketim kapasitesinin (max VO₂) ölçülmesi ile belirlenebilir. VO₂ max antrenman yaparak geliştirilebilir fakat üst seviyesi genetik olarak belirli olan seviyeye kadar çıkabilir (Ergen ve ark, 2002, Sönmez,2002).

VO₂ max kişinin bir dakikada kullandığı maksimum oksijen miktarıdır (Sönmez, 2002). Kişinin bu kullandığı oksijen, besin maddelerini parçalayarak ATP üretimi için kullandığından, belirli bir zaman zarfı içerisinde ne kadar fazla oksijen kullanılabilirse o kadar fazla enerji üretilebilir. Sonucunda daha fazla iş yapma ve daha uzun süre egzersize devam edebilme şansı olur. İstirahat halindeki vücut,

yaklaşık olarak dakikada 0,2-0,3 litre (200-300 mililitre) O₂ kullanır. Bu oran maksimal bir egzersiz esnasında dakikada 3-6 litreye kadar çıkabilir (Bowers ve Fox, 1989; Wilmore ve Costil, 1994; Sönmez, 2002). Bu artış istirahat haline göre yaklaşık 20 katlık bir artıştır ve maksimal egzersiz sırasında vücudun ne kadar büyük bir O₂ ihtiyacı içinde olduğunu göstermektedir.

VO₂ max genellikle kişinin aerobik olarak ne kadar ATP üretebildiğini belirler. VO₂ max seviyesinde yapılan egzersizlerde enerjinin büyük bir kısmı anaerobik glikoliz reaksiyonlarından elde edilmekte olup, bunun sonucunda laktik asit birikimi meydana gelmektedir. Kişi bu seviyedeki egzersizlerde laktik asit birikimine bağlı yorgunluk oluştuğundan egzersize uzun süre devam edemez (Sönmez, 2002).

Oksijen tüketim oranı, yapılan egzersizin şiddetiyle doğru orantılıdır. Egzersizin şiddeti arttıkça, harcanan enerjinin fazlalığından dolayı kullanılan O₂ miktarı da artmaktadır. İstirahat halindeki O₂ gereksinimi, kişinin en düşük O₂ tüketim miktarıdır.

İstirahat durumundaki O₂ tüketimi

İstirahat halinde O₂ gereksinimi genellikle 0,2-0,3 L/dak veya 1 MET'dir (3,5 ml/kg/dak). 1 MET vücut ağırlığının kilogramı başına, istirahat halindeyken dakikada 3,5 ml O₂ harcanması olarak tanımlanır. İstirahat halindeyken harcanan O₂ miktarı sporcularda ve sedanter kişilerde pek fark etmez. Çünkü istirahat halindeyken vücut normal fonksiyonlarını yerine getirmekte ve doğal olarak bir fark çıkmamaktadır. Egzersiz sırasında ve egzersizden sonra O₂ tüketim miktarı artmaktadır. Egzersiz sonrası bu artışın nedenleri, egzersiz sırasında harcanan ATP-CP depolarını yeniden doldurmak, O₂ borcunu kapamak, vücutta oluşan atık maddeleri (laktik asit gibi) metabolize etmek için harcanan fazladan O₂ miktarıdır (Bowers ve Fox 1989; Sönmez, 2002).

2.1.5.Egzersiz Esnasında Enerji Metabolizması

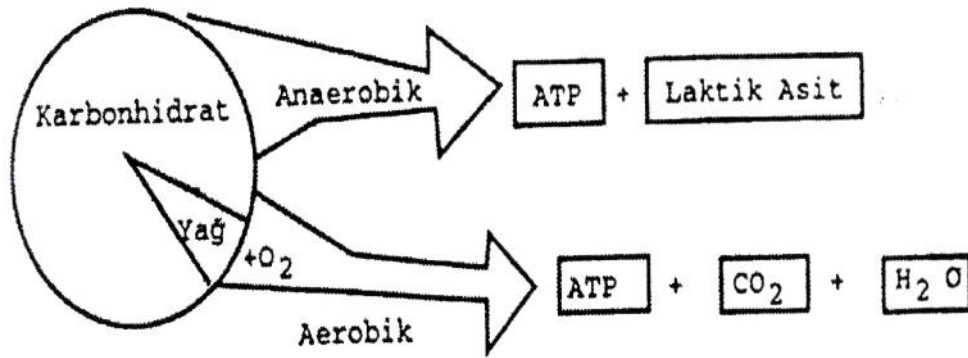
Egzersiz sırasında aerobik ve anaerobik enerji metabolizmalarıyla ATP üretimi yapılmakta ve yine enerji kaynağı olarak karbonhidratlar ve yağlar kullanılmaktadır. Egzersizde kullanılan enerji kaynağı yapılan egzersizin türü, şiddeti, süresi ve sporcunun beslenme düzeyi ile yakından ilişkilidir (Günay, 1999).

Enerji sistemlerinin yapılan egzersize katkı durumları, egzersizin şekli ve şiddeti bakımından iki farklı egzersiz türünü içerir;

- Kısa süre devam eden ve maksimal yüklenme şiddetiyle yapılan egzersizler.
- Uzun süre devam eden ve daha az güç gerektiren egzersizler (Günay, 1999).

2.1.5.1.Kısa Süreli Egzersizlerde Enerji Metabolizması

Bu gruptaki egzersizlere, 100,200,400 metre gibi sürat koşuları, 50,100 metre gibi yüzme, 800 metre koşu, şnav, barfiks, uzun atlama, yüksek atlama vb. gibi yüksek şiddetteki egzersizler girer.



Şekil 2.5. Kısa süreli egzersizlerde enerji metabolizması (Fox, 1988).

Yukarıdaki şekilde de gösterildiği gibi kısa süreli egzersizlerde enerji sadece anaerobik yoldan değil, aerobik yoldan da sağlanmaktadır. Kısa süreli maksimal şiddette yapılan egzersizlerde enerji ihtiyacı için gerekli olan oksijenin tamamı sağlanamaz. Örneğin 100 metre koşusunda 8-10 litre oksijene ihtiyaç vardır (Günay,

1999). Bu tür egzersizlerde gerekli enerji üretimini karşılayabilecek kadar O₂ kullanımı mümkün olmamakta ve bu seviyeye ulaşma 2-3 dk. kadar zaman almaktadır. O₂ kullanımındaki bu gecikmenin nedeni ise zaman ile ilgilidir ve bu süre gerekli olan kimyasal ve fizyolojik uyumun bir düzene girmesi için gereklidir (Fox, 1988; Günay, 1999; Türk, 2007).

Bu durum dinlenik durumdan herhangi bir şiddetteki egzersize ve belirli bir şiddetteki egzersizden daha yüksek şiddetteki egzersize geçişler esnasında mutlaka gerçekleşir. Örneğin, sporcu dinlenik durumdan belirli bir tempoda koşmaya başladığında ve koşu temposunu birden bire arttırdığında hem O₂ tüketimi artacak hem de kaslarında yeni düzeyde gerçekleşen egzersizde enerji üretimi için yeterli O₂'yi sağlayamayacaktır (Günay, 1999; Türk, 2007).

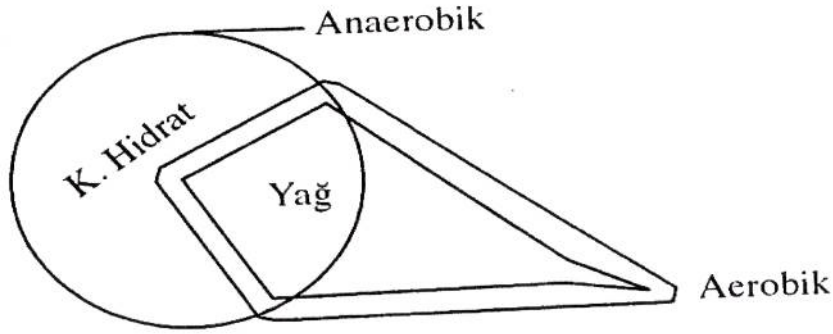
Egzersiz esnasında kullanılan oksijen miktarı, ihtiyaç duyulan oksijen miktarından az ise bu duruma oksijen borçlanması denmektedir (Akgün,1986; Astrand ve Rodalt, 1986; Devries, 1986; Fox, 1988; Guyton, 1989; Ergen ve ark., 2002).

Oksijen borçlanmasına girilen egzersiz esnasında gerekli enerjinin büyük bir kısmı ATP-CP ve laktik asit sistemi tarafından karşılanır. Bu tarz egzersizlerde sürekli olarak oksijen açığı oluşur (Akgün, 1986; Astrand ve Devries, 1986; Karakaş, 1987; Fox, 1988; Guyton, 1989; Kalyon, 1994; Günay,1995; Günay,1998; Ergen ve ark., 2002).

Kısa süreli egzersizlerde enerji yukarıda da belirtildiği gibi anaerobik (ATP-PC) metabolizma ile sağlanmaktadır. Enerji bu yolla sağlanmaya devam ettiği müddetçe, kasta ve kanda laktik asit oluşumu meydana gelmektedir. Egzersizin süresi ve şiddeti arttıkça bu oran artmaktadır. Laktik asit seviyesi belli bir seviyenin üzerine çıktığı zaman kas kasılmasını engeller, glikojen yıkım hızını yavaşlatır ve Ph'ı düşürerek yorgunluğa sebep olur (Astrand ve Rodalt, 1986; Fox, 1988; Günay, 1999; Ergen ve ark., 2002). Bu yüzden bu durumda ya egzersiz sona erdirilir yada egzersizin şiddeti düşürülür. Bu durumda egzersiz yapabilmek için vücudun laktik aside olan toleransı antrenmanlarla artırılmalıdır.

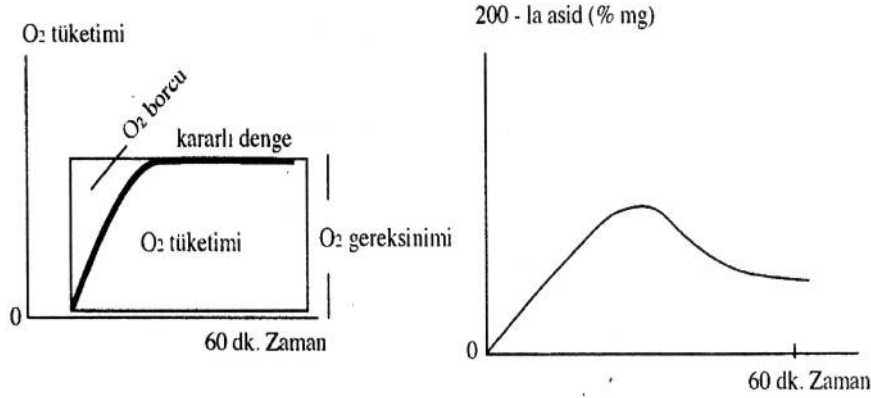
2.1.5.2.Uzun Süreli Egzersizlerde Enerji Metabolizması

10 dk. veya daha uzun bir sürede yapılan egzersizler bu kategoriye girmekte ve enerji aerobik yoldan sağlanmaktadır.Bu egzersizlerde ana besin kaynağı karbonhidratlar ve yağlardır. Yağlar ikinci derecede önemlidir (Günay, 1999)



Şekil 2.6. Enerji kaynakları ve uzun süreli egzersizler (Fox, 1988).

Uzun süreli egzersizlerde O_2 tüketimi egzersizde ihtiyacı duyulan enerjiyi sağlamak için yeterlidir. Bu nedenle laktik asit çok alt seviyede birikir. O_2 gereksinimi ile tüketilen O_2 miktarı steady state (kararlı denge) olarak adlandırılan düzeyde eşitlendiği zaman enerji üretimi tamamen aerobik yol ile devam eder. Bu yüzden egzersizin başından O_2 borcunun oluşumunun sonlanma noktasına kadar biriken az miktardaki laktik asit egzersiz bitene kadar aynı düzeyde kalır (Fox1988; Günay, 1999; Türk, 2007).



Şekil 2.7. Uzun süreli egzersizlerde O₂ tüketimi ve laktik asit oluşumu (Fox, 1988).

Uzun süreli egzersizlerden sonra dinlenme düzeyinin 2-3 katı kadar laktik asit oluşur. Bu yüzden yorgunluk laktik asit birikiminden daha çok karaciğer ve kaslardaki glikojen ve kandaki glikoz seviyelerinin azalması yüksek vücut ısıyla oluşan su ve elektrolit kaybından kaynaklanır (Fox,1988; Günay,1999).

Düşük şiddette uzun süre yapılan egzersizlerde laktik asit miktarı istirahat düzeyini aşamaz, enerji tamamen aerobik sistem ile sağlanır. Yapılan aktivite için gerekli O₂ sağlanıncaya kadar ihtiyaç olan enerji ATP-PC sistem ile karşılanır (Fox, 1988).

Kısa süreli antrenmanlarda anaerobik kapasite önemliyse, uzun süreli antrenmanlarda da maksimum aerobik güç önemlidir. Bunun nedeni, bu tip faaliyetlerde gerekli enerjinin büyük kısmının aerobik sistem yoluyla elde edilmesidir. Maksimum aerobik güç (max VO₂) oksijen tüketiminin maksimum düzeyde olduğunu gösterir (Dündar, 2000).

2.1.5.3. Egzersiz sırasında aerobik ve anaerobik enerji kaynakları arasındaki ilişki

Egzersiz sırasında, enerji kaynakları etkinliğin şiddetine ve süresine göre kullanılır. Çok kısa etkinlikler dışında bir çok spor dalı değişen düzeylerde her iki enerji sistemini de kullanır. Bu nedenle, bir çok spor dalında anaerobik ve aerobik sistemler arasında çakışmalar meydana gelebilir (Bompa, 2003). Üç ile on dakika arasındaki egzersizlerde enerjinin hangi sistem tarafından sağlandığının belirlenmesi oldukça güçtür. Bu zaman zarfının dışındaki sürelerde enerji üretim sistemleri

birbirinden tamamen zıt yönde farklıdır. 3 dakikadan kısa zamandaki dallarda anaerobik yol, 9:00 dakikadan uzun zamanlarda ise aerobik yol baskındır. 3 ile 9 dakika arasında enerji sistemleri ufak farklılıklar göstermesine rağmen eşit çalışmaktadırlar (Günay, 1999).

Egzersiz esnasında hangi enerji sisteminin daha etkin çalıştığının belirlenmesinde en önemli göstergesi kandaki laktik asidin düzeyidir. Laktik asit kandan ölçüm yapılabilir. Laktik asidin kanda 4 mili mol (Mmol) seviyeye ulaştığı seviyeye laktik asit eşiği (anaerobik eşik) denmekte, bu seviyede iki sistemde eşit katkıda bulunmaktadır (Bompa, 2003).

2.1.6.Anaerobik Eşik

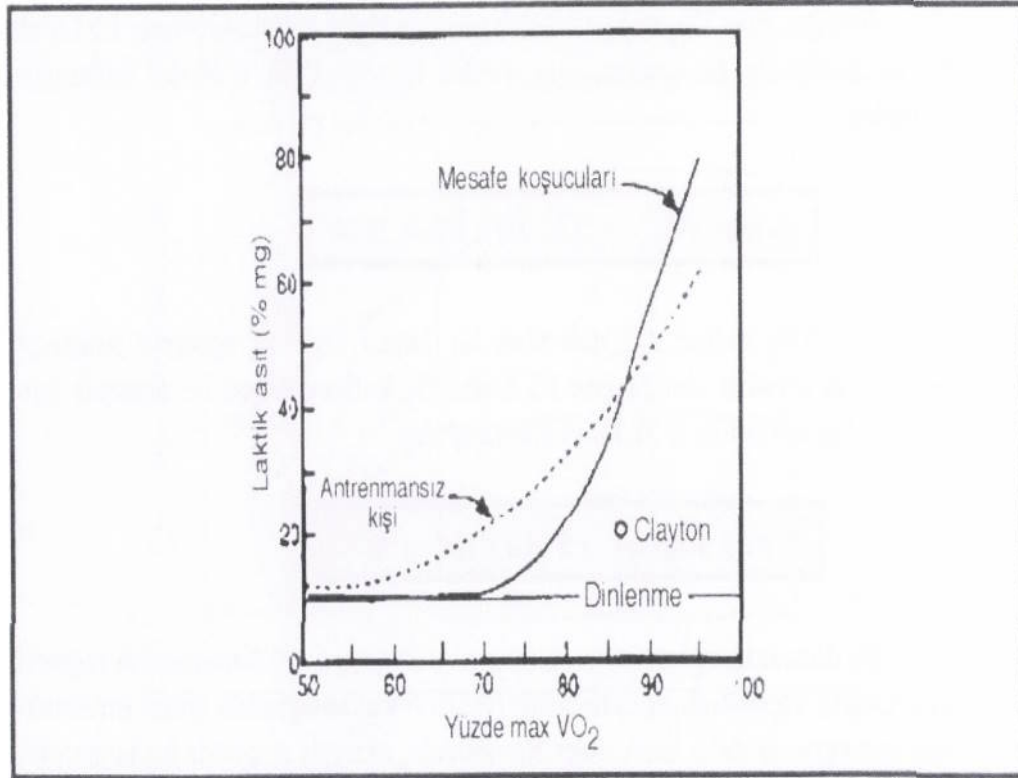
Anaerobik eşik (AE), max VO_2 'nin en yüksek kullanılabildiği oran ve laktik asit üretiminin oldukça hızlı artmaya başladığı bölge olarak tanımlanır (Bowers ve Fox, 1988; Powers ve Howley, 1990; Sönmez, 2002).

Düşük şiddetteki bir egzersize başlandığında, egzersizin ilk 15-20 saniyesi kasta depo halde bulunan ATP-PC tarafından karşılanmaktadır. Bundan sonra kasta anaerobik glikoliz ürünü olan laktik asit birikimi meydana gelmeye başlar. Laktat O_2 varlığında da meydana gelmektedir. Laktat, istirahat ve her şiddetteki egzersizde mevcuttur. Ancak, üretimi ile eliminasyonu arasındaki fark, kan laktatındaki birikimin miktarını belirler (Powers ve Fox, 1988; Sönmez, 2002).

İyi antrene edilmiş sporcularda düşük koşu hızlarında gerekli enerjinin tamamını aerobik yoldan sağladıklarından dolayı düşük laktat değeri gösterirler. Koşu hızı dereceli olarak artmaya başladığı zaman laktat birikimi de artmaya başlar ve belli süre sonra laktat seviyesi nötralize edilemeyecek seviyeye ulaşır. Bu oran 4 Mmol seviyesi olarak belirlenmiştir. Bu seviye anaerobik metabolizmanın hızlanmaya başladığı ve gerekli toplam enerjide anaerobik enerji üretim yolunun payının belirgin bir şekilde artmaya başladığı egzersiz düzeyidir.

Dayanıklılık performansı, tek başına yüksek max VO_2 değerine bağlı değildir. Asıl önemli olan nokta, kişinin max VO_2 değerinin en üst seviyesini laktik asit O_2 birikimi olmaksızın kullanabilmesidir (Sönmez, 2002) Laktik asit üretimindeki ani artış ancak max VO_2 'nin belli bir yüzdesine ulaşıldıktan sonra başlar. İşte bu laktik asit üretiminin başladığı noktaya daha önceden de belirtildiği gibi “Anaerobik Eşik”

adı verilir (Bowers ve Fox,1988; Powers ve Howley; Sönmez, 2002). Bu nokta kişiler arasında farklılık göstermektedir. Antrenmansız kişilerde max VO₂'nin % 65'i civarı, antrenmanlı kişilerde max VO₂'nin % 80-85'i dolaylarındadır. Kısaca antrenmanlı kişiler egzersizlerindeki enerjiyi %80-85 oranında aerobik yoldan elde ederler. Bu seviyeden sonra anaerobik kapasitelerini kullanmaya başlarlar ve laktik asit birikimi sonucu oluşan yorgunluk daha geç başlamış olur. Bu nedenle yüksek anaerobik eşik seviyesine sahip olmak dayanıklılık gerektiren spor branşlarında avantajdır. Dünyanın en hızlı maraton koşucularından biri olan Derek Clayton'un anaerobik eşik seviyesi ise max VO₂'nin % 86'sı olarak bulunmuştur (Bowers ve Fox, 1988; Sönmez, 2002).



Şekil 2.8. Anaerobik eşik seviyesi. Antrenmansız kişilerde max VO₂'nin %65'i antrenmanlı kişilerde % 80'i civarındadır. Maraton koşucularından Derek Clayton'un anaerobik eşik seviyesi (Bowers ve ark, 1988).

2.2. EGZERSİZ SONRASI TOPARLANMA SÜRECİ

Herhangi bir egzersizden sonra organizmanın normale dönme süreci toparlanma olarak değerlendirilir(Sönmez, 2002). Toparlanma esnasında gerçekleşen fizyolojik olaylar, egzersiz sırasında meydana gelenler kadar önemlidir. Egzersiz sonrası toparlanmada önemli noktalardan biri de egzersizde hangi enerji sisteminin kullanıldığıdır. Bunun bilerek toparlanma sürecini ayarlanması çok önemlidir. Örneğin; ağırlıklı olarak ATP-PC sistemin ağırlıklı olarak kullanıldığı egzersizin sonrasında verilen dinlenme süresi ile ağırlıklı olarak aerobik sistemin kullanıldığı egzersiz sonrası verilen dinlenme süresi eşit olmamalıdır.

Egzersiz sonrası toparlanma günümüzde daha önemli bir hal almaktadır. Sportif mücadeleler daha fazla sıklaşmakta, antrenman sayıları artmaktadır. Buna bağlı olarak toparlanma sürecinin çok iyi ayarlanması gerekmektedir.

Egzersiz sonrası toparlanma, egzersizde meydana gelen oksijen borçlanmasına, kullanılan enerji kaynağına, oluşan laktatın düzeyine ve O₂ miyogloblin depolarının yenilenmesi ile ilişkilidir (Fox, 1988;Günay, 1999).

2.2.1 Oksijen Borçlanması

Oksijen borçlanması, egzersizin bitiminde vücudun istirahat şartlarındaki durumuna dönünceye kadar fazladan aldığı oksijen miktarını ifade eder. Egzersiz sonrasındaki toparlanma periyodu sırasında enerji ihtiyacı, egzersiz esnasındakinden daha düşüktür. Fakat istirahat halindeki durumuna dönünceye kadar bir müddet yüksek seyrederek. Kullanılan bu fazla O₂ organizmanın istirahat şartlarına bir an önce dönmesi için kullanılır (Sönmez, 2002).

O₂ borçlanması iki yolla oluşmaktadır.

- Kaslarda hemoglobine benzer bir madde olan miyoglobindeki 0.31 ml kadar bağlı olarak bulunan oksijenle birlikte, kanda hemoglobine bağlı olarak bulunan yaklaşık 1 lt kadar O₂'nin ve bütün vücut sıvılarında erimiş halde bulunan yaklaşık 0.25 lt kadar oksijenin egzersizde bitirilmiş olmasından dolayı, egzersiz sonrası toparlanmasına bağlı olarak,

- Fosfojen (ATP-PC) ve glikojen yenilenmesine bağlı olarak oluşur. Fosfojen yenilenmesi için 2 lt, glikojen laktik asit sistemi içinde yaklaşık 8 lt kadar oksijene ihtiyaç duyulur (Guyton, 1989; Günay, 1999).

Maksimal bir egzersizden sonra sarf edilmiş olan ATP-PC ve glikojen depolarının tekrar yenilenmesi ve myoglobinin oksijenasyonu aerobik sistem tarafından sağlanır (Noyan, 2003; Günay, 1999).

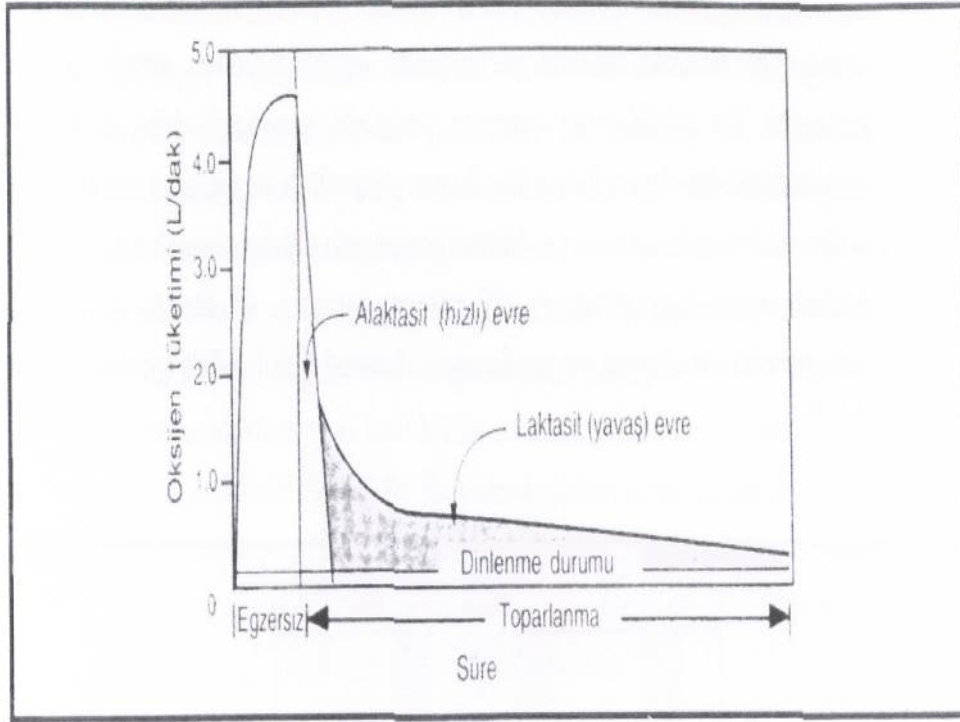
Oksijen borçlanması ikiye ayrılmıştır; Alaktasid oksijen borcu, laktasid oksijen borcu olmak üzere.

2.2.1.1. Alaktasid Oksijen Borcu

Fazla oksijen oksijen tüketiminin gerçekleştiği ilk birkaç dakikalık dönemi kapsar. Laktik asidin uzaklaştırılması ile ilişkisi yoktur. Bu sebeple alaktasid oksijen borcu adı verilmektedir (Fox, 1988; Ergen ve ark, 1993; Günay, 1999). Oksijen borçlanmasının alaktasid bölümünde kas fosfojenlerinin tekrar yenilenebilmeleri için gerekli olan enerji için oksijen sağlanır. Bu dönemde oksijen tüketiminde hızlı bir azalma meydana gelmektedir, fakat oksijen alımı devam etmektedir. Buna bağlı olarak ta hızlı bir toparlanma gerçekleştirmektedir. Bu evrede yenilenmesi gereken kas fosfojenlerinin büyük bölümü 2-3 dakika içerisinde yenilenmektedir (Guyton, 1989; Günay, 1999).

2.2.1.2. Laktasid Oksijen Borcu:

Bu dönemde adından da anlaşılacağı gibi laktik asidin kaslardan ve kandan uzaklaştırılması için gerekli oksijen sağlanmaktadır. Amaç; laktik asidi uzaklaştırmaktır. Laktik asidin uzaklaştırılması bir saat veya daha uzun sürebilmektedir (Guyton, 1989; Günay, 1999).Yarılama süresi ise 15 dakikadır (Ergen,1993). Bu dönemde ihtiyaç duyulan oksijen toplam oksijen borcunun büyük bir kısmını kapsar (Guyton, 1989; Günay, 1999).



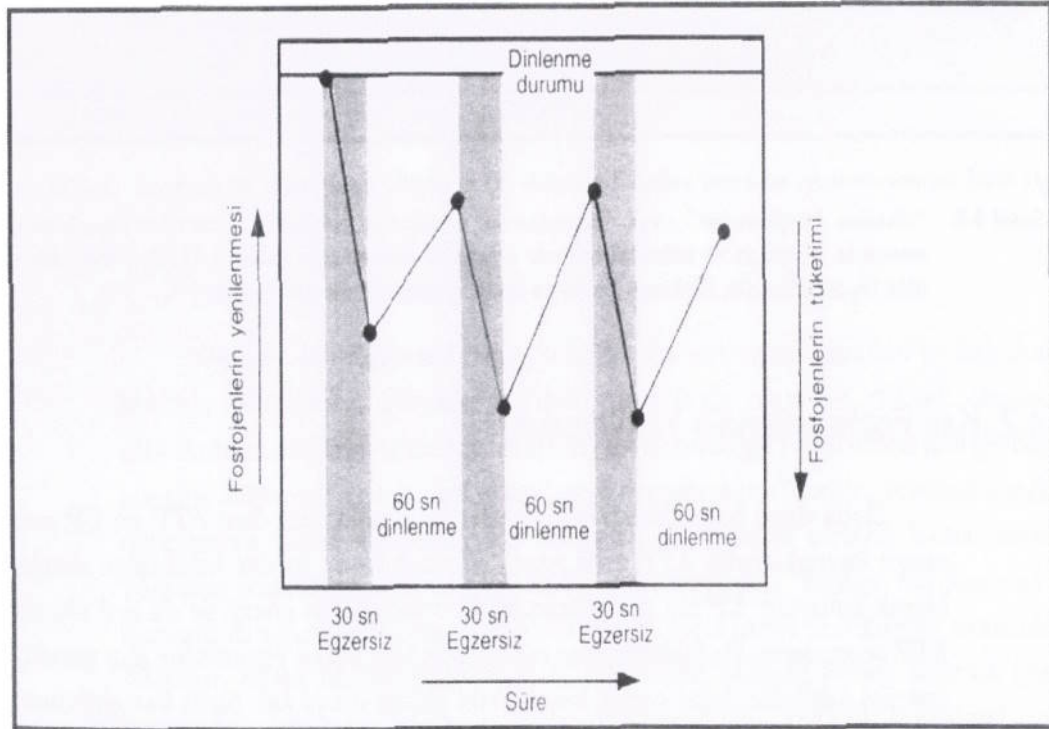
Şekil 2.9. “Oksijen borçlanması” veya toparlanma sırasındaki oksijen tüketimi (Bowers ve ark; 1988).

2.2.2.Kas Fosfojenlerinin Yenilenmesi

Kas fosfojenleri acil enerji kaynağıdır ve kısa süreli olmak kaydıyla her türlü kas aktivitesi sırasında gerekli olurlar. Bu nedenle tekrarlanan egzersiz periyotları sırasında yenilenmeleri çok önemlidir. Fosfojen acil kullanıldığı gibi depolarının yenilenmesi de oldukça hızlı gerçekleşmektedir. Yapılan çalışmalarda ATP-PC'nin büyük bir kısmının 2 dakika içerisinde, tamamının ise 3-5 dakika içerisinde yenildiği bulunmuştur (Sönmez, 2002).

Egzersiz esnasında kullanılan fosfojenlerin yarısı 20-30 sn içerisinde yenilenmektedir. Bu kısa süreli yenilenme ATP-PC sistemin ağırlıklı olarak kullanıldığı antrenman periyotlarından sonra toparlanmanın hızlı olacağı anlamına gelmektedir. Bu durum antrenörler için antrenman planlaması yaparken, mutlak göz önünde bulundurulması gerekir.

Aralıklı olarak yapılan egzersizlerde kas Fosfojen depolarının yenilenmesi oldukça önemlidir. Aralıklı egzersizler birçok spor branşında kullanılmaktadır ve antrenman periyotlamasında önemli bir yer tutar. Basketbol, futbol, voleybol ve hentbol gibi müsabakalarda egzersizin şiddeti artmakta ve yavaşlamaktadır. Egzersizin yüksek olduğu periyotlarda kullanılan ATP-PC depoları, egzersizin şiddetinin düştüğü periyotlarda yenilenmektedir. Bu sayede egzersizin arasındaki bu dinlenme süreleri kaslarda ve kanda laktik asit birikimine neden olmadan enerji sağlanması açısından çok önemlidir. Aralıklı egzersizler sırasında (30 sn egzersiz, 60 sn dinlenme) fosfojenlerin tüketilmesi ve yenilenmesi durumu aşağıdaki tabloda gösterilmiştir.



Şekil 2.10. Aralıklı bisiklet egzersizi sırasında O_2 tüketimi ve yenilenmesi (Bowers ve ark; 1988).

2.2.3. Myoglobin Oksijenasyonu (Yenilenmesi)

Myoglobin iskelet kasında bulunan ve oksijenin kas hücresi içerisindeki mitekondriye taşınmasını sağlayan demir bileşiği içeren bir proteindir. Kandaki hemoglobinle benzer bir yapı ve fonksiyon gösterir. Kırmızı kas liflerinde daha fazla bulunmaktadır. 1 gram myoglobin 1.34 mililitre O_2 bağlar (Noyan, 2003).

Organizmada myoglobine bağlı oksijen miktarının bir kilogram kas kütlesinde yaklaşık olarak 11 mililitre ve toplam olarak 300-500 mililitre olduğu hesaplanmaktadır (Günay,1999, Sönmez, 2002; Ergen ve ark., 2002).

Oksijen myoglobin depoları, kaslar için gerekli olan oksijeni en acil şekilde sağlar. Egzersiz başlamadan daha oksijen taşıma sistemleri (Solunum,Dolaşım) devreye girmeden myoglobine bağlı oksijen harcanır. Myoglobine bağlı olan oksijen düşük miktarda olsa bile, egzersizin başında erken laktik asit oluşumunu engeller yada yavaşlatır. Bu durum aralıklı egzersizlerde çok önemlidir. Myoglobinin sağladığı enerji bazen fosfojen sistemden ve laktik asit sistemden sağlanan oksijenden daha fazla olabilir (Bowers ve Fox, 1989; Günay, 1999; Sönmez, 2002).

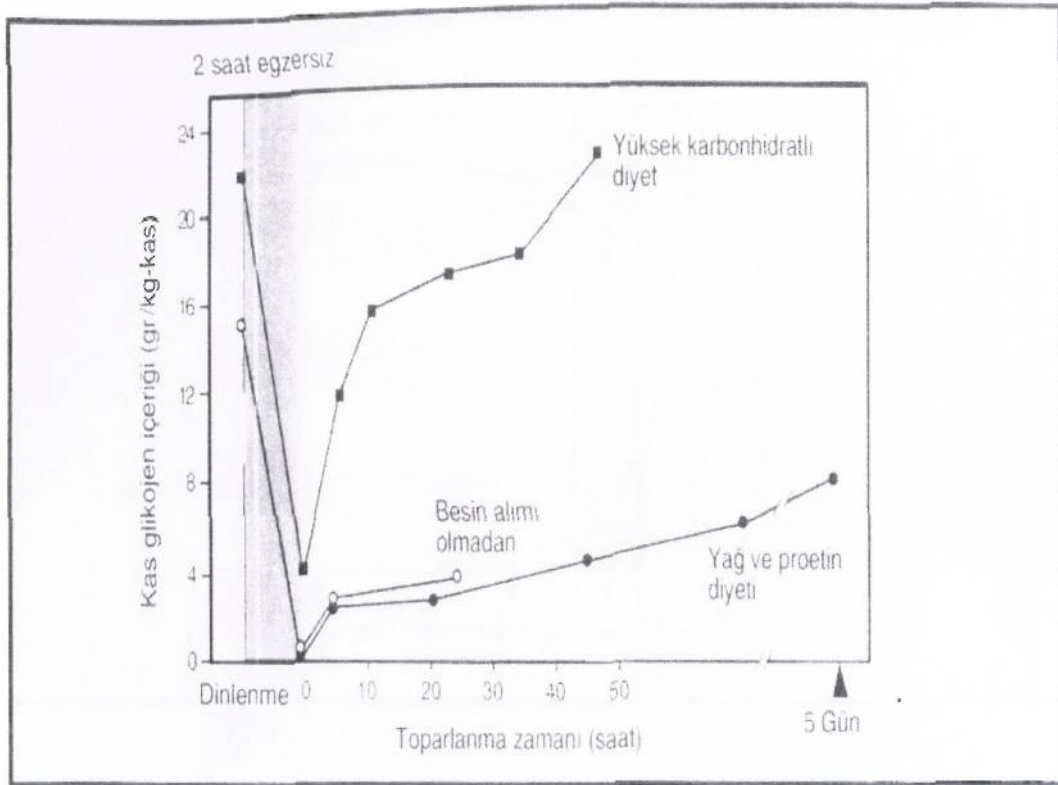
Myoglobinin bir diğer görevi ve belki de esas görevi kılcal damarlardaki hemoglobinden kas liflerindeki mitokondrilere oksijen taşınmasında taşıyıcı görevi görmektedir. Bu taşınma olayı difüzyon yoluyla gerçekleşmektedir. Oksijen myoglobin molekülüne kimyasal olarak bağlanır. Bu kimyasal bağlanma oksijenin ortamdaki kısmi basıncı ile yakından ilişkilidir. Egzersiz esnasında oksijenin kastaki kısmi basıncı düşüncü, myoglobin kendisine bağlı oksijeni serbest bırakır ve serbest bırakılan oksijen mitokondriye giderek orada kullanılır. Oksijen basıncı (PO_2) 10-15 mmHg'ye düşüncü myoglobin oksijeni serbest bırakır (Noyan, 2003). Dinlenme periyodunda bu olay tam ters şekilde gerçekleşir ve oksijenin kısmi basıncı yükselir, buna bağlı olarak ta myoglobin oksijen ile dolar.

2.2.4.Kas Glikojeninin Yenilenmesi

Kas glikojeni özellikle kasın dayanıklılığı ve performansı açısından son derece önemlidir. Kas glikojeni tüm egzersiz tiplerinde ve tüm şiddetlerde kullanılabilen bir enerji kaynağıdır. Kas glikojeni sadece anaerobik sistem enerji oluşumunda değil, aerobik sistem enerji oluşumunda da çok önemli yer tutmaktadır. Egzersiz sonrasında boşalan kas glikojen depolarının tekrar yenilenmesi gerekmektedir.

Glikojen depolarının tekrar yenilenmesi yapılan egzersizin şiddetine, süresine ve beslenme durumu gibi faktörlere bağlıdır.

Yapılan çalışmalarda, uzun bir egzersizden sonra alınan yüksek karbonhidrat içerikli diyetlerde glikojen depolarının dolmasının daha hızlı olduğu bulunmuştur (Sönmez, 2002). Karbonhidrat alımının olmadığı bir diyetten sonra 5 gün geçmiş olmasına rağmen çok az miktarda glikojenin yenildiği bulunmuştur. Yüksek miktarda karbonhidrat alımında bile glikojen depoları tam anlamıyla 46 saat sonra dolabilmiştir. En hızlı kas glikojeni yenilenmesi egzersizden sonraki ilk 10 saat içerisinde gerçekleşir (Sönmez, 2002).



Şekil 2.11. Uzun süreli bir egzersizden sonra yenilen besinlerin kas glikojen depolarının yenilenmesine olan etkileri (Bowers ve ark; 1988).

Kısa süreli şiddetli aralıklı egzersizlerden sonra kas glikojen depoları uzun ve süreli egzersizlerin aksine daha çabuk dolmaktadır. Bu tür egzersizlerden sonra herhangi bir yiyecek yenmese bile, glikojenin önemli bir kısmı 2 saat içerisinde yerine konmaktadır (Mc Daugall, 1977; Fox ve ark; 1989; Sönmez, 2002). Bu tip egzersizlerden sonra alınan besinlerin içeriğinin ve miktarının glikojen depolarının daha hızlı dolabilmesi açısından herhangi bir farkı yoktur. Kısa süreli egzersizlerden

sonra kas glikojen depolarının tamamen dolması 24 saat gibi bir süre zarfında gerçekleşir. İlk 5 saatte toparlanma çok hızlıdır (Sönmez, 2002).

2.2.5.Laktik asidin Uzaklaştırılması

Laktik asit kanda ve kasta biriktiği zaman yorgunluğa neden olmaktadır. Laktik asit sistemde yapılan egzersizlerden sonra laktatın çok çabuk uzaklaştırılması gerekir. Laktat ne kadar çabuk uzaklaştırılırsa yorgunluk gecikir ve performans kaybı o kadar az olur. Yapılan çalışmalarda, egzersiz sonrası yapılan hafif egzersizler sonucu laktik asidin kanda ve kasta, pasif dinlenmeye oranla daha fazla düştüğünü bulmuştur (Ergen ve ark., 2002; Sönmez, 2002).

Normal koşullarda 100 mililitre kanda 1.1 mmol/lt laktik asit bulunur. Egzersiz esnasında anaerobik metabolizmanın etkisiyle laktik asit miktarı artar, bu artışın düzeyini egzersizin süresi ve şiddeti belirler (Günay, 1999). Maksimal bir egzersiz esnasında laktat düzeyi 20 mmol/lt gibi bir düzeye ulaşabilir.

Laktik asidin kandan ve kastan uzaklaştırılması enerji gerektirir ve bu enerji aerobik yolla sağlanmaktadır. Aerobik yolla sağlanan bu enerji, oksijen borçlanmasının yavaş kısmında tüketilen oksijenin kullanılması sayesinde gerçekleşmektedir (Sönmez, 2002).

Oluşan laktik asidin büyük bir kısmı glikojene dönüşür. Laktik asidin diğer kısmı ise, karaciğer glikojenine, kan glukozuna, proteine, CO₂ ve H₂O'ya dönüşür. Oksijen borçlanmasının yavaş kısmının % 50'si ilk 15 dk içinde, % 75'i 30 dk içinde ve % 95'i ise 1 saat içerisinde ödenir. Bu bilgi antrenör ve sporculara gerekli dinlenme aralıklarını belirlemede yardımcı olacaktır (Sönmez, 2002).

2.3.SOLUNUM SİSTEMİ, EGZERSİZ VE KANDA GAZLARIN TAŞINMASI

Solunum, canlı varlık ile dış ortam arasındaki gaz alışverişidir (Noyan, 2003). Egzersiz sırasında çalışan kaslar, ihtiyaç duydukları enerji için oksijen kullanır ve karbondioksit üretirler (Sönmez, 2002).

Akciğerler esasen vücuda oksijen almayı ve vücuttan karbondioksit atılımını sağlarlar. Solunum sistemi kan ile atmosferdeki hava değişimini oluşturacak şekilde düzenlenmiş bir sistemdir (Tuncel, 1994).

Solunum sisteminin temel görevleri;

- Oksijenin alınması.
- Karbondioksitin verilmesi.
- Ph ve vücut ısının kontrolü.
- Ağız yoluyla iletişim (Ergen ve ark., 2002).

Akciğerler ve kan arasındaki oksijen ve karbondioksit ventilasyon ve diffüzyon sonucu oluşur. Havanın akciğerlere mekanik olarak girip çıkma işlemine ventilasyon adı verilir. Diffüzyon ise moleküllerin yüksek konsantrasyondan düşük konsantrasyona doğru geçişleridir. Ventilasyonla akciğerlere alınan havadaki oksijen miktarı, venöz kandaki oksijen miktarından fazla olduğu için, oksijen akciğerlerden kana doğru hareket eder(diffüze olur). Bunun tam tersi olarak venöz kandaki karbondioksit miktarı akciğerdekinden fazla olduğu için, karbondioksit akciğerlere doğru diffüze olur ve soluk verme(ekspirasyon) ile vücuttan atılır (Sönmez, 2002).

2.3.1. Ventilasyon (solunum)

Havanın akciğerlere girip çıkma işlemine ventilasyon adı verilir. Bu işlem iki bölümden oluşur: Havanın akciğerlere girişine inspirasyon, havanın akciğerlerden çıkışına ekspirasyon denir (Sönmez, 2002).

Havanın akciğerlerdeki giriş çıkış işlemleri, akciğer içindeki basınç değişiklikleri ile oluşur. İnspirasyon sırasında göğüs kafesi genişler ve buna bağlı akciğer içi basınç (intraalveoller basınç) düşer. Bunun sonucunda da atmosferdeki hava akciğerlere dolar ve intraalveoller basınç eşitlenir. Bu işlemde önemli nokta interkostal kasların ve diyaframın kasılmasıdır. Ekspirasyon istirahat halinde pasif bir olaydır. Diyafram ve interkostal kasların gevşemesi sonucu oluşur. Diyafram ve

kasların gevşemesi sonucu artan intraalveoller basınç havanın dışarı verilmesini sağlar. Soluk alıp vermede diyafram kasının büyük önemi vardır. Soluk alırken aşağıya doğru, verirken yukarıya doğru hareket ederek göğüs kafesinin daralıp genişlemesini sağlar (Günay, 1999).

2.3.1.1. Maksimum Dakika Ventilasyonu

Bir dakika içerisinde akciğerlere alınan ve çıkan hava miktarına maksimum dakika ventilasyonu (MDV) denir. MDV solunum volümü (tidal volüm) ve solunum frekansının (SF) bir ürünüdür. Bir solukta verilen hava miktarına solunum volümü, bir dakikadaki solunum sayısına ise solunum frekansı denir (Sönmez, 2002).

İstirahat ventilasyonu: İstirahat sırasında MDV cinsiyet ve vücut hacmine göre kişiden kişiye farklılık gösterir. Bayanların MDV erkeklerden düşüktür. İstirahat sırasında ortalama solunum volümü 0.50 L/soluk (500ml/soluk), solunum frekansı ise 12 soluk/dak'dır. Buna göre MDV 6 L/dak olur (Fox,1990).

Egzersiz ventilasyonu: Egzersiz sırasında MDV artar. Bunun en önemli nedeni, Kasların kullandığı Oksijen (O_2) ve karbondioksit (CO_2) miktarının artmasıdır. Uzun süreli dayanıklılık egzersizleri sırasında, MDV erkeklerde 80-100 L/dak ve bayanlarda ise 45-80 L/dak ulaşabilir. Solunum frekansı ise 12 soluk/dak'dan 35-40 soluk/dak'ya ulaşabilir. Bazı yoğun egzersizlerde ise MDV erkeklerde 180 L/dak, bayanlarda 130 L/dak'ya ulaşabilir (Astrand, 1968; Bryne ve ark., 1971; Martin ve ark, 1979; Sönmez,2002) .

2.3.2. Akciğer Hacim ve Kapasiteleri

İnspirasyon yedek volümü(İYV): Normal bir nefes almanın ötesinde yapılan derin bir inspirasyon ile akciğerlere alınabilen maksimal hava volümüdür.

Ekspirasyon yedek volümü(EYV): Normal bir nefes vermenin ötesinde, derin bir nefes verme ile akciğerlerden dışarı verilebilen hava volümüdür.

Rezidüel volüm(RV): Maksimal bir nefes vermeden sonra, akciğerlerde kalan hava miktarıdır.

Vital Kapasite(VK): Maksimal bir nefes almadan sonra, akciğerlerden dışarı verilebilen maksimal hava volümüdür.

Total Akciğer Kapasitesi (TAK): Maksimal bir nefes almadan sonra akciğerlerde bulunan hava volümüdür.

İnspirasyon kapasitesi (İK): Normal istirahat nefes vermesinden sonra, Maksimal nefes alama ile alınabilen hava volümüdür.

Zorlu vital kapasite (ZVK): Maksimal nefes almadan sonra süratle ve zorlu yapılan nefes verme sonucu verilebilen hava volümüdür. ZVK'de önemli olan 1 saniyede alınan havanın ne kadarının verilebildiğidir. Böylece solunum yollarında herhangi bir problem olup olmadığı anlaşılır (Sönmez, 2002).

2.3.3.Oksijen

- Tatsız, kokusuz ve renksiz bir gazdır
- Özgül ağırlığı 1.1005
- Normal atmosfer basıncında 183°C de sıvı hale geçer
- Su içerisinde bir miktar erir 20°C de, 100 ml suda 3.1 ml O₂ (Hekimoğlu, 2007).

Normal Oksijenleşme

- İnspirasyon havasındaki oksijenin vücut hücre ve mitokondrilere kadar ilerlemesi parsiyel basınç farklarına göre ve basamak basamak gerçekleşir.
- Havadaki oksijenin mitokondriye kadar taşınmasına oksijen kaskadı denir.
- Hava normalde % 20,9 oksijen içerir. Bu da normal barometrik basınçta 159 mmHg parsiyel basınca eşittir.

Oksijenin Taşınması

- Kanda oksijen primer olarak Hb'e bağlı olarak taşınır. Çok az bir kısmı ise plazmada erimiş (sıvı) haldedir.
- Tamamıyla satüre olmuş Hb'in her bir gr'ı 1,3 ml oksijen bağlar
- Atmosfer havası solunduğunda Hb yaklaşık %98 satüredir
- 100 ml kan tam satüre ise 19.8 ml O₂ içerir
- Kardiyak debi 5 lt/dk ise bu miktar 990 ml/dk
- O₂ tüketimi 250 ml/dk

- Egzhale havadaki O₂ oranı %15-17'dir
- Hemoglobinin O₂ ile doyumu, doğrudan PO₂'ye bağlıdır.

2.3.4.Akciğerlerdeki Gaz değişimleri

Akciğerlerde meydana gelen gaz değişimine pulmoner diffüzyon denir ve iki temel görevi vardır. Birinci olarak vücutta hücreler tarafından enerji üretiminde kullanıldığı için azalan O₂ seviyesini tekrar eski seviyesine getirmek. İkinci görevi ise venöz kanda bulunan CO₂'nin akciğerlere geçişini sağlamak (Sönmez, 2002).

2.3.4.1 Gazların Kısmi Basıncı

Gazlar farklı moleküllerden ya da partiküllerden meydana gelmişlerdir. Karışım içindeki her bir gaz, bu karışımındaki konsantrasyonları oranında bir basınç uygular. Bir gaz karışımı içinde her bir gazın uyguladığı bu basınca parsiyel basınç denmektedir. Dalton'un gaz kanunlarına göre, bir gaz karışımının toplam basıncı, o gaz karışımı içindeki gazların kısmi basınçlarının toplamına eşittir. Örneğin, solunan hava %79.04 oranında nitrojen, %20.93 oranında oksijen ve %0.03 CO₂'den oluşmaktadır. Deniz seviyesinde atmosferik basınç yaklaşık olarak 760mmHg'dir. Bu aynı zamanda standart atmosfer basıncı olarak da kabul edilir. Bu nedenle, atmosfer basıncı 760mmHg olarak alındığında ve bu basıncı oluşturan havadaki her bir gazın, bu karım içindeki konsantrasyonları dikkate alınarak kısmi basınçları hesaplandığında, havadaki nitrojenin kısmi basıncı $760 \times \% 79.04 = 600.7$ mmHg, oksijenin kısmi basıncı (PO₂) $760 \times \%20.93 = 159.0$ mmHg ve karbondioksitin kısmi basıncı (PCO₂) ise $760 \times \%0.03 : 0.3$ mmHg olarak bulunur (Mc Ardle ve ark., 1981; Powers, 1990).

Tablo 2.1. Atmosfer ve Alveol Havaalarında Çeşitli Gazların Kısmi Basınçları ve Volüm Yüzdeleri

	ATMOSFER HAVASI (mm Hg)	ALVEOL HAVASI (mm Hg)
pO ₂	159.0 (% 20.84 ml)	104.0 (%13.6 ml)
pCO ₂	0.3 (% 0.04 ml)	40.0 (% 5.3 ml)
pN ₂	597.0 (% 78.62 ml)	569.0 (%74.9 ml)
pH ₂ O	3.7 (% 0.50 ml)	47.0 (% 6.2 ml)
TOPLAM	760.0 (% 100. 00 ml)	760.0 (% 100. 00 ml)

Kanın alyuvarlarını ayırıp sadece plazmasını 104 mmHg O₂ basıncına (alveolar O₂ basıncına) maruz bırakırsak, 100 ml plazma 0.3 ml O₂ alır. Tüm kanı aynı O₂ basıncına maruz bırakırsak 15-20 ml O₂ aldığını görürüz. Tüm kanın böyle yüksek miktarlarda O₂ bağlaması, alvuyardaki hemoglobinden ileri gelir. Kandaki O₂ miktarını;

- a-) Plazmada erimiş O₂ miktarı,
- b-) Kandaki hemoglobin miktarı,
- c-) Hemoglobinin oksijene karşı affinitesi, tayin eder.

2.3.4.2. Alveollerdeki gaz değişimi

Oksijen değişimi: Standart atmosfer basıncında PO₂ 159 mmHg'dır. Hava, solunum ile vücuda alındığında ve alveollere geldiğinde, PO₂ 100-105 mmHg'ya düşer. O₂'nin büyük bir kısmını metabolizma sonucu dokulara bırakan kan akciğer kapiller damarlarına geldiğinde, PO₂ yaklaşık 40-45 mmHg düzeyindedir. Bu basınç oksijenin alveoldeki PO₂'den yaklaşık 50-55 daha düşüktür. Alveollerde gaz değişiminde kan ile alveol arasındaki basınç farkı ne kadar fazla ise diffüzyonda o kadar hızlı olmaktadır (Kaufmann ve ark, 1974; Fox, 1990; Wilmore, 1994; Sönmez, 2002).

- Havada 159 mm Hg
- Alveolde 105 mm Hg
- Pulmoner arterde (venöz kan) 40 mmHg
- Pulmoner vende (arteryel kan) 100 mmHg
- İnterstisiyel alanda 60 mm Hg
- Hücre içinde 25 mm Hg
- Mitokondride 1 mm Hg (Pasteur Noktası)

Karbondiyoksit değişimi: CO₂ değişimi de O₂ değişimi gibi basınç farklılığı sayesinde gerçekleşir. Alveollere gelen kanda PCO₂ basıncı 45-46 mmHg; alveollerde ise 40 mmHg'dır. CO₂'nin alveollerden geçiş hızı O₂'ninkinden 20 kat fazla olduğu için 5-6 mmHg'lık basınç farkı CO₂'nin oldukça hızlı bir şekilde diffüze olması için yeterlidir (Mc Ardle ve ark., 1981; Wilmore, 1994).

2.3.5.Kanda Oksijen ve Karbondiyoksit Taşınması

Alveollerden basınç farkına göre diffüzyona uğrayan O₂ akciğer Kapillerindeki kana geçer ve kan yoluyla dokulara taşınır. Aynı şekilde Dokulardan da doku kapillerine geçen CO₂ alveollere taşınarak, solunum yoluyla dışarı atılır (Günay, 1999).

2.3.5.1.Oksijenin Taşınması

Kanda O₂ iki yolla taşınır. Hemoglobine bağlı olarak (%97-98), Plazmada çözülmüş olarak(%2-3). Plazmada O₂'nin çözünürlüğü çok azdır istirahat şartlarında bile ihtiyaç duyulan 250-300 ml O₂'nin sadece % 3-4'ü plazmada çözülmüş olarak taşınırken, egzersiz sırasında bu oran % 2'ye düşmektedir. Plazmada serbest O₂ yalnız erirliğine değil PO₂ yede bağımlıdır. Eğer saf O₂ solunarak arteriyel PO₂ yükseltirise plazma O₂'i dinlenim O₂ gereksiniminin %38'ini, maksimal egzersizlerde de %12'sini karşılar (Günay, 1999; Ergen ve ark., 2002; Sönmez, 2002).

Hemoglobin kırmızı kan hücrelerinden demir(heme) ve protein(globin) ihtiva eden oksijeni akciğerlerden alıp dokulara götüren ve dokulardan CO₂'i alarak

akciğerlere getiren kompleks bir moleküldür. Hemoglobinin molekülü 4 adet polipeptid zinciri taşır. Bunlardan ikisi alfa, diğer ikisi beta zinciri adını alırlar ve her bir zincir bir mol O₂ bağlar (Fox, 1988; Ergen ve ark., 1993; Noyan, 2003).

Akciğerlerde oksijenle yüklenmiş olan hemoglobin dokulara geldiğinde, esasen gevşek olarak bağladığı oksijeni serbest bırakır. Oksijenin hemoglobinden ayrılmasında çeşitli faktörler vardır.

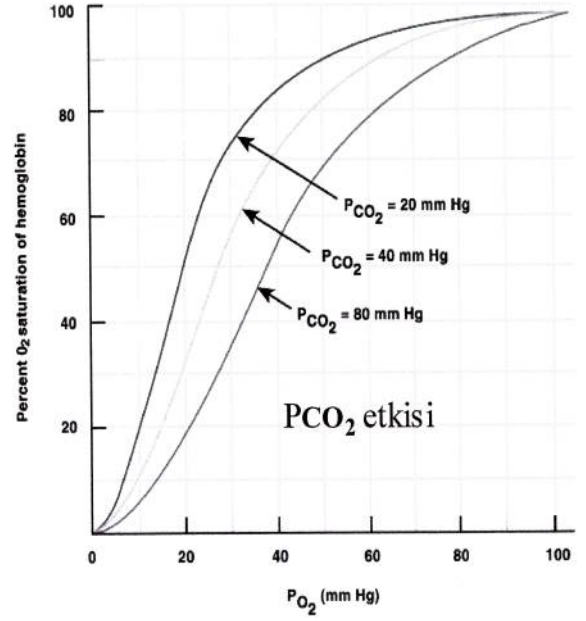
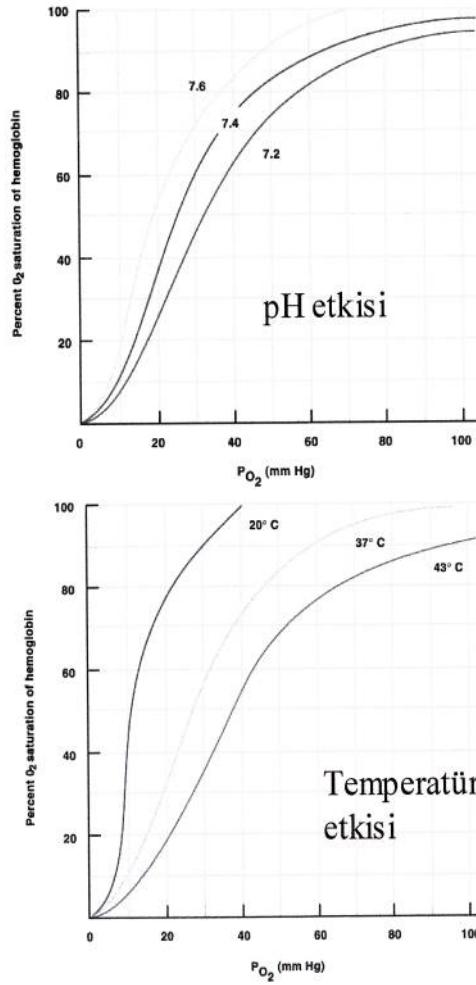
Besinlerin doku hücrelerinde okside edilmeleri ve egzersiz sırasında birtakım asitler (laktik ve karbonik asitler) meydana gelir. Bu asitler de protonu (hidrojen iyonu) (H⁺) serbest bırakırlar. Ortamda hidrojen iyonu ne kadar çok ise, hemoglobin o kadar çok oksijen serbest bırakır. Kısaca ortamda ne kadar asit olursa, hemoglobinin oksijenine olan affinitesi o kadar azalır (bohr etkisi).

Oksijenin hemoglobinden ayrılmasına etki eden bir başka faktör, alyuvardaki 2,3-difosfoglisarat (DPG) miktarıdır. Alyuvardaki hemoglobin molekülü sayısı kadar DPG molekülü vardır. DPG oksijenini bırakmış hemoglobine bağlanarak, bunun oksijene olan affinitesini azaltır. Oksijen yetersizliği varsa, alyuvar daha çok DPG üretir ve hemoglobin daha çok oksijeni bırakır (Noyan, 2003).

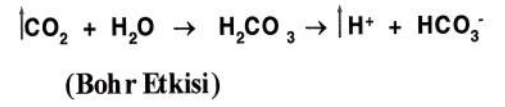
Vücutta yaklaşık olarak 4-6 milyar kan hücresinin içerisinde bulunan hemoglobinin O₂ taşıma kapasitesi plazmada çözünebilen O₂ miktarından 70 kat fazladır. Bu nedenle kanın O₂ taşıma kapasitesi hemoglobin miktarına bağlıdır. Her 100 ml kanda erkeklerde 14-18 gr, bayanlarda ise 12-16 gr hemoglobin bulunur. Bir gram hemoglobin 1.34 ml oksijen taşıyabilir ve bu da yaklaşık olarak 100 ml kanda 15 gr ortalama hemoglobin bulunduğundan, 100 ml kan 20 ml O₂ taşıyabilir. Oksijenin hemoglobinle birleşmesine oksihemoglobin, oksijenden ayrılmasına ise deoksihemoglobin adı verilir (Sönmez, 2002).

2.3.5.1.1. Oksihemoglobin Ayrışma Eğrisi

Hemoglobinin O₂ ile birleşmesini etkileyen çeşitli faktörler vardır. Bunlar, O₂ ve CO₂'nin kandaki kısmi basınçları, kandaki 2-3 difosfoglisarat (2-3 DPG) düzeyi, kanın ısısı ve Ph değeridir. Bu faktörlerin oksihemoglobin birleşim oranı ile ilişkisi, oksihemoglobin ayrılma eğrisinde gözükmektedir (Sönmez, 2002).



PCO₂ etkisi pH değişikliğine yol açar



Şekil 2.12. Oksihemoglobin Ayrılma Eğrisi (Wilmore ve Costil, 1994).

İstirahat sırasında oksijen-hemoglobin ayrılma eğrisi normal durumdadır. İstirahat sırasında kanın pH'ı 7.4, vücut sıcaklığı 37°C , arteriyel kanda PO₂ 100 mmHg ve venöz kanda PO₂ 40 mmHg'dır. PO₂ arttıkça, oksijenin hemoglobine birleşme oranı, azaldıkça da ayrılma oranı artar. Örneğin, PO₂ 100 mmHg olduğunda, arteriyel kandaki hemoglobin %98 oranında O₂ ile doymuş durumundadır. Miktar olarak ise, $20 \times 0.98 = 19.6$ ml O₂ hemoglobine bağlıdır. Venöz kanda PO₂ 40 mmHg olduğunda, hemoglobin sadece % 75 oranında oksijen ile birleşmiştir ve bu miktar olarak $20 \times 0.75 = 15$ ml O₂'ye karşılık gelir. Bu iki miktar arasındaki fark arterio-venöz oksijen farkı (a-v O₂) olarak bilinir ve dokularda ne kadar oksijen kullanıldığını ifade eder. Yukarıdaki örneğe göre a-v O₂ farkı, her 100 ml kanda $19.6 - 15.0 = 4.6$ ml O₂'dir (Sönmez, 2002).

Şiddetli egzersizler sırasında dokuda PO₂ = 15 mmHg'a düşer, PCO₂ artar, sıcaklık kasta 2 derece kadar artar, 2-3 difosfogliserat düzeyi artar ve pH düşerek eğriyi sağa kaydırır. Bu sırada venöz kanda 100 ml O₂ miktarı 5 ml'dir ve arterio venöz O₂ farkı 15 ml düzeyine ulaşır. Yani dokuya 15 ml O₂ bırakılır (Günay, 1999).

Kanın asit düzeyinin artmış olmasından dolayı hemoglobinin O₂'den ayrılmasına “**bohr etkisi**” adı verilir (Sönmez, 2002).

2.3.5.2.Kanda Karbondioksit taşınması

Karbondioksit de O₂ gibi kanda taşınır ve 3 değişik şekilde taşınır.

- Plazmada çözülmüş olarak % 5-7
- Karbomino bileşikleri halinde taşınma % 25
- Bikarbonat iyonları halinde taşınma % 75

2.3.5.2.1.Plazmada çözülmüş olarak

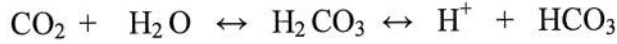
Dokulardan bırakılan CO₂'nin bir kısmı plazmada çözülmüş olarak taşınır. Fakat bu taşınan miktar ortalama % 7'lik gibi küçük bir miktarı oluşturur. Karbondioksitin kısmi basıncını düşük olduğu akciğerlerde, çözülmüş haldeki CO₂ alveollere diffüze olur ve oradan dışarı atılır (Sönmez, 2002).

2.3.5.2.2.Karbomino bileşigi şeklinde

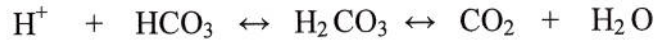
CO₂ eritrositler içerisine alındığında, hemoglobinin bir protein grubuyla yani globinle birleşerek karbomino hemoglobin oluşur ve CO₂ bu yola taşınır. Bu yolla ortalama % 20-25'lik CO₂ taşınmaktadır. Hemoglobin akciğerde oksijeni bağlarken (oksihemoglobin), dokuda O₂ bırakıp, CO₂ bağlamakta (deoksihemoglobin) ve CO₂'i akciğerlere taşıyarak vücuttan atılmasını sağlar (Günay,1999).

2.3.5.2.3.Bikarbonat iyonu şeklinde

CO₂'nin yaklaşık olarak % 70'lik bir kısmı kanda bikarbonat (HCO₃) olarak taşınır. Kanda bulunan CO₂ ve su molekülleri birleşir ve karbonik asit (H₂CO₃) molekülünü oluşturur. Karbonik asit molekülü çok değişkendir ve kanda hızlı bir şekilde iyonize olur ve H⁺ (hidrojen iyonu) ve HCO₃ iyonu oluşur. H⁺ iyonları hemoglobine bağlanır ve bohr etkisi olayını başlatır. Bu nedenle bikarbonat iyonunun oluşumu, oksijenin hemoglobinden ayrılmasını ve serbest kalmasını sağlar. HCO₃ iyonları eritrositlerden plazmaya çıkar ve akciğerlere bu şekilde taşınırlar (Günay, 1999; Sönmez, 2002).



Kan akciğerlere girdiğinde, akciğerlerdeki PCO₂ düşüktür. Bu nedenle H⁺ ve HCO₃ iyonları tekrar birleşerek H₂CO₃ oluştururlar ve sonrada H₂O ve CO₂'ye ayrışırlar (Sönmez, 2002).



LİTERATÜR

Bu bölümde oksijen yüklemesinin etkileri üzerine geçmiş yıllarda yapılmış araştırmalar ve bu araştırmaların bulguları üzerinde durulacaktır.

Oksijen yüklemesinin etkileri üzerine yapılan çalışmalar

Nummela ve arkadaşları 2002 yılında yaş ortalamaları $23,5 \pm 3$ yaş, uzunlukları 187 ± 7 cm ve vücut ağırlıkları $77 \pm 5,2$ kg olan 9 sprinter üzerinde aralıklı şiddetli $3 \times 3 \times 300$ metre egzersizini en iyi 400 metre zamanlarının % 66,76,83'ünde gerçekleştirmişler ve dinlenme aralıklarını seri arası 1,2 ve 4 dk, set arası ise 5,10 dk olarak verilmişlerdir. Çalışma % 21 oksijen alınarak, % 40 oksijen egzersiz esnasında ve toparlanma periyodunda alınarak ve % 40 oksijen sadece toparlanma periyodunda verilerek yapılmıştır. Çalışmada hemoglobin saturasyonuna ve kan asidoz düzeyine bakmışlar, bunun sonucunda oksijen takviyesi almayan gruba göre % 40 oksijen alan grupta kan asidoz düzeyinde düşüş, kalp atım hızında yavaşlama ve oksijen saturasyonunda artış bulunmuştur. Bunlarla beraber, % 21 O₂ alımında egzersiz sonrasında hemoglobin saturasyonun da düşüş kaydedilmiş fakat % 40 hyperoxic ortamda oksijen alanlarda hemoglobin saturasyonu sabit kalmıştır. Kalp atım hızı toparlanması ve kan asidozunun hemoglobin de-saturasyonu ile ilişkisi bulunmuştur.

Christopher ve arkadaşları 2005 yılında yaptıkları çalışmada 9 atlet üzerinde kalp atım hızına göre %90 şiddetinde bisiklet ergonometrisinde 6 haftalık ve haftada 3 gün 10×4 dk'lık seri aralarında 2 dk dinlenme periyodu olan bir egzersiz yaptırmışlardır. Hyperoxic (%60 O₂) ortamda çalışma ile normoxic (%21 O₂) ortamda yapılan çalışma arasında maximal O₂ kullanım kapasite farkına ve performans farklılığına (güç çıktısına) ve kalp atım hızlarına bakmışlar, ön ölçümlerde herhangi bir farklılık bulunamamış, son ölçümlerde ise; 2 grup arasında güç çıktılarında hyperoxic ortamda çalışanların güçleri normoxia'ya göre % 8,1 fazla bulunmuştur. Antrenmanlar esnasında hedef kalp atım sayısı olan %90 KAH'na ön ölçüme göre hyperoxic ortamda çalışanlar daha yüksek hızlarda (güç çıktılarında) ulaşmışlardır. Dolayısıyla hyperoxic O₂, antrenman şiddeti ve hızının artmasıyla, çalışma boyunca yüksek performans gösterimine katkıda bulunmuştur.

Peltonen ve arkadaşları 2001 yılında yaşları 24 ± 5 yaş, uzunlukları $181 \pm 3,4$ cm, vücut ağırlıkları $73,6 \pm 5$ kg olan 6 dayanıklılık atleti üzerinde bisiklet ergometresinde artırmalı egzersiz yapmışlardır. Deneklere oksijeni % 16, % 21 ve %32 dozunda vermişlerdir. Çalışmada maksimal kardiyak çıktıya bakmışlar, sonuç olarak maksimal kardiyak çıktı hyperoxic(%32 O₂) ortamda, normoxic(%21 O₂) ortam ve hypoxic(%16 O₂) ortama göre yüksek, normoxic ortamda ise hypoxic ortama göre yüksek çıkmıştır. Max VO₂ hypoxia'da düşerken, hyperoxiada normoxia'ya göre artmıştır. Benzer olarak maksimal güç hypoxia'da düşerken, hyperoxia'da normoxia'ya göre artış bulunmuştur. Oksijen saturasyonunda hypoxia'da normoxia ve hyperoxia'ya göre istatistiksel olarak anlamlı düşüş çıkmıştır. Elde edilen sonuçlar şu şekilde yorumlanabilir; akut hypoxiada meydana gelen azalma, hem arterio venöz oksijen farkının az olmasından hem de azalmasından kaynaklanmaktadır. Akut hypoxida meydana gelen azalma akciğerlerde ve çevresel (periferel dolaşımdaki) O₂ diffüzyonunda daha fazla düşüş olmasını önlemede yararlı olabilir.

Patrice Thiriet ve arkadaşları 1995 yılında yaptıkları çalışmada toparlanma sürecinde hyperoxia'nın etkilerine 17 deney grubu, 17 kontrol grubu üzerinde bakmışlardır. Çalışmada 3 adet 2 dk'lık maximal bisiklet egzersizi yapmışlar ve seri araları 10 dk dinlenme vermişlerdir. % 100 oksijen alan grubun laktat konsantrasyonları almayanlara oranla anlamlı bir şekilde düşük çıkmıştır. Kalp atım hızında ve maksimal iş gücünde fark bulunamamıştır.

Cheol Chung ve arkadaşları 2006 yılında yaptıkları çalışmada %30 oksijenin egzersiz sonrası sözlü anlama kapasitesine ve kandaki oksijen saturasyonuna ve kalp atım hızına bakmışlar. Çalışmayı 5 erkek yaşları ortalama $24,6 \pm 0,9$ yıl ve 5 bayan yaşları $22,2 \pm 1,9$ yıl olan üniversite öğrencileri üzerinde yapmışlardır. % 30 oksijenin oksijen saturasyonuna ve sözlü anlama kapasitesine etkisi bulunmuştur. Kalp atım hızında anlamlı bir değişiklik yoktur.

Winter ve arkadaşları 1989 yılında yaptıkları çalışmada 12 profesyonel futbolcu üzerinde 2 ağır egzersiz yaptırmışlar ve bu iki egzersiz arasındaki 5 dk'lık dinlenme periyodunda % 100 oksijen ve % 21 oksijeni çift kör sistem uygulayarak vermişlerdir. Sporcular hangi havayı soluduklarından haberdar değildirler. Dinlenme

periyodunda verilen % 100 oksijenin plazma laktat düzeyine hiçbir etkisi olmamıştır. % 100 oksijenin bir sonraki egzersiz performansına da bir etkisi bulunamamıştır.

Prieur ve arkadaşları 2002 yılında yaptıkları çalışmada 10 denek üzerinde bisiklet ergometresinde, temposu git gide artan 4 x 12 dakikalık max VO₂'nin % 40, %55, %70 ve %85'inde % 30 ve % 21 oksijen alarak ayrı zamanlarda koşmuşlardır. Sonuç olarak % 30 oksijen max VO₂'yi % 21 oksijene oranla (15,2) artırmıştır. Maksimum iş gücünde de artış meydana gelmiş(4,5) fakat bu anlamlı değildir. Fakat bu artışı sadece % 30 oksijene bağlamak yeterli değildir. Metabolik tepkilerde, lif tiplerindeki artışlarda ve egzersiz sırasında kullanılmayan dokularda buluna max VO₂ değerlerinde meydana gelen değişiklikler, % 30 oksijen altında verilen submaksimal iş yükü için vücutta fazladan bulunan oksijen kullanım hızı değerleriyle açıklanabilir.

Edwin ve arkadaşları 1961 yılında ortalama üzeri atletler üzerinde yaptıkları çalışmada % 100 oksijenin etkisine bakmışlardır. Çalışma şu şekilde dizayn edilmiştir. Egzersiz öncesi 6 dk % 100 oksijen verilmiş ve 5 dk 8 km hızda egzersiz yaptırılmış ve egzersiz sonunda 19 dakika % 100 oksijen verilmiştir Bu çalışma oda havasında da tekrar edilmiştir. Çalışma sonunda % 100 oksijenin oksijen borçlanması üzerine etkisini bulunmamıştır. Egzersizin ilk 2 dakikasında ve toparlanma süresinde kalp atım hızında düşüş bulunmuştur. Dinlenme süresince solunum sayısında artış bulunmuş fakat ilk 2 dakikada düşüş tespit edilmiştir. Oksijen saturasyonunda ise % 100 oksijen alınımında hem dinlenmede hem de egzersizde artış tespit edilmiştir.

Robbins yaptığı derleme sonucu oksijenin egzersizden önce kullanıldığı takdirde kısa süreli egzersizlerde fayda sağlayacağını belirtmiştir. Ağır egzersizlerde kullanılan oksijenin bazı mekanizmaların dayanıklılığında artış sağlayabileceğini belirtmiş ve toparlanma süresince verilen oksijenin ve diğer bir egzersiz öncesinde oksijen verilmesinin hiçbir faydası bulunmadığını belirtmiştir.

Hugson ve Kovalchuk 1995 yılında yaptıkları çalışmada 6 sağlıklı erkek üzerinde 3 farklı oksijen dozunda (%14, %21, %70) submaksimal egzersiz yaptırmışlar. % 14 oksijen alınımında maxVO₂ ve işgücü oranında düşüş kaydedilmiş. Maksimal iş gücü oranı % 70 oksijen alınımında % 21'e göre yüksek çıkmıştır. Çalışma oranı solunum üst eşiğinde % 14'te, % 21 ve % 70'e göre düşük çıkmıştır ve ayrıca % 14'te submaksimal limitin altındadır.

Robbins 1992'de yaptığı çalışmada 13 erkek atlet üzerinde % 21 ve % 100 oksijenin etkilerine bakmışlardır. 2 x 5 dk'lık submaksimal şiddetindeki egzersizde koşu bandında koşmuşlardır. Bu çalışmada oksijeni dinlenme periyodunda vermişlerdir. 4 dk'lık dinlenme periyodunda % 21 oksijen, % 100 oksijen ve 2dk %100 ve 2 dk %21 olmak üzere ardışık olmayan 3 farklı günde çalışmayı tekrar etmişlerdir. Çalışmada sonuç olarak % 100 oksijen kullanımının toparlanma süresince; solunum oranı, kalp atım hızı ve oksijen kullanım hızında bir sonraki egzersiz için fayda bulunamamıştır. Son olarak ta maksimal ve submaksimal kısa süreli güç gerektiren egzersizlerde oksijen yüklemesinin destek sağlamadığı gözlenmiştir.

BÖLÜM III

YÖNTEM

3.1. Evren - Örneklem

Çalışmaya katılan bireyler ulaşılabilen evren örneklem yöntemiyle belirlenmiştir. Bu çalışmada örneklem grubu aynı zamanda çalışma evrenini oluşturmuştur. Bu araştırma ön test-son test kontrol gruplu tek körlü model esas alınarak ortaya konmuştur. Çalışmanın araştırma grubunu Bolu ilinde aktif spor yapan 18-23 yaş arası 16 erkek bireyden oluşmaktadır. Araştırmaya katılan bireylerin yaş ortalamaları $19,76 \pm 1,30$ yaş yıl, boy ortalamaları $175,76 \pm 6,97$ cm. ve vücut ağırlıkları $68,49 \pm 7,03$ kg. olan 16 genç erkek çalışma grubunu oluşturmaktadır. Bireylere çalışma öncesi Bolu Şehir Stadyumunda görüşülmüş ve yapılacak çalışma hakkında gerekli tüm bilgiler verilmiştir. Katılımın gönüllü olması söylenerek deneklere bilgilendirme formu imzalatılmıştır. Çalışmadan önce beslenmelerine dikkat etmeleri ve dinlenik şekilde gelmeleri hakkında bilgi verilmiştir. Çalışma 29 Temmuz ve 1 Ağustos 2008 tarihleri arasında gerçekleştirilmiştir. İlk ölçüm için bireyler Abant İzzet Baysal Üniversitesi atletizm sahasında toplanmıştır. Yapılan ilk ölçümlerin ardından denekler, kura çekilerek rasgele 2 gruba ayrılmaları sağlanmıştır. Bu gruplar; önce oksijen takviyesi alan grup (8 denek) ve oksijen takviyesi almayan grup (8 denek) olarak belirlenmiştir.

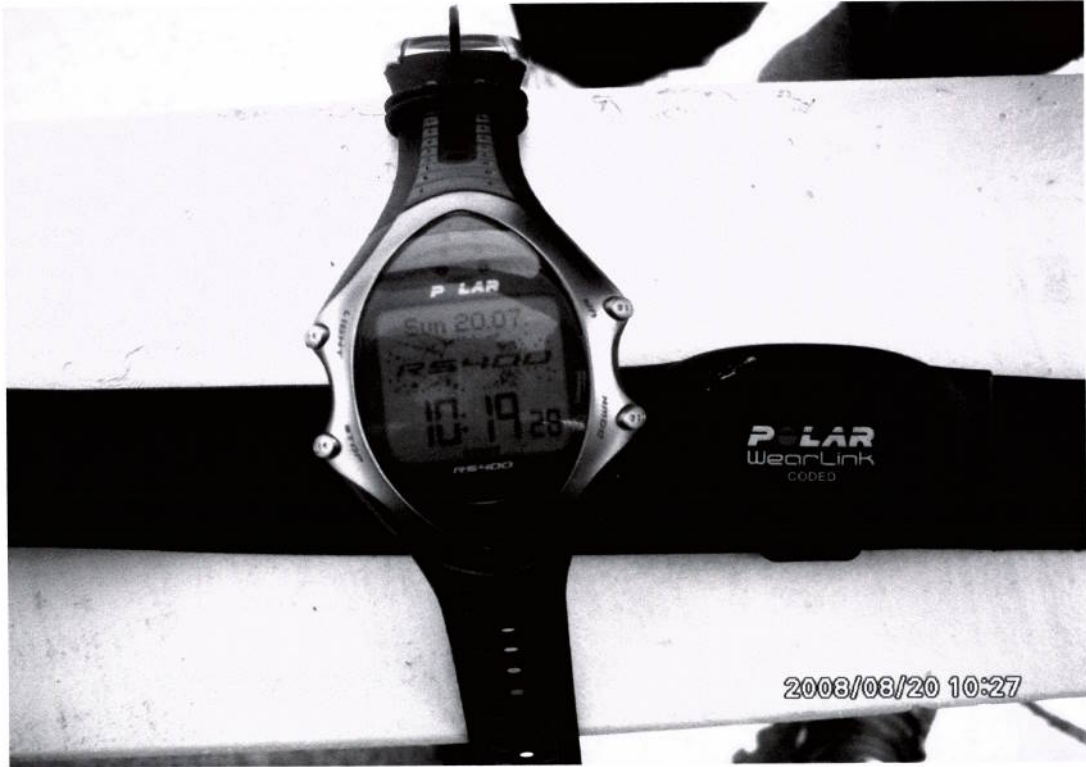
3.2. Araştırma modeli

Bu araştırma modeli deneme modellerinden ön test - son test çapraz eşleştirmeli model temel alınarak hazırlanmıştır. Çalışmaya dahil edilen bireyler yalnız olarak ve tek kör sistemi uygulanarak gruplara ayrılmıştır.

3.3. Veri Toplama Araçları

Deneklerin önce kilo ölçümleri daha sonra da boy ölçümleri gerçekleştirilmiş bu sırada deneklerin çıplak ayak, şort ve t-shirt ile ölçümlere girmeleri sağlanmıştır. Deneklerin kilo ölçümleri 100 gr. hassasiyetindeki Tefal elektronik tartı ile boy ölçümleri ise duvara yapıştırılan şerit metre ile gerçekleştirilmiştir. Boy ölçümleri esnasında denekler metreye sırtlarını dönerek gergin bir pozisyonda duvara yaslanmışlar ve cetvel yardımı ile boyları ölçülmüştür. Deneklerin son ölçümlerde de aynı kıyafetleri giymeleri istenmiştir.

Denekler AİBÜ atletizm sahasında toplanmış, 10 dk. İstirahat pozisyonunda oturtulmuş ve dinlenik kalp atım hızları alınmıştır. Kalp atım hızları RS 400 Polar marka polar saat ile alınmış ve premedic marka defibrilatör yardımıyla da kontrol yapılmıştır.





Çalışma Abant İzzet Baysal Üniversitesi tartan atletizm pistinde kulvarlı şekilde koşturulmuştur. Sporcular iki çalışmada da aynı kulvarı kullanmışlardır.



Çalışmada havadaki rüzgar ve ısı Nielsen Kellerman marka Kestrel 2000 rüzgar ölçer ile ölçülmüştür.

Deneklere % 40 oksijen medikal oksijen tüplerinden, nazal kanül ile verilmiştir. Medikal oksijen tüpünün içerisindeki % 100 oksijen, nazal kanül ile deneğe 5 lt/dk hızında verildiği zaman alınan oksijen miktarını (fiO_2) % 40 seviyesine getirmekteyiz. % 21 oksijen alınımlında ise, atmosferdeki oksijen miktarı olan % 21'lik oksijen herhangi bir yardımcı malzeme kullanmadan normal nefes alma sayesinde alınmıştır.



4 x 400 m koşu zamanları Sport Expert MPS 501 marka elektronik fotosel yardımıyla alınmıştır.



3.4.Verilerin Toplanması

Çalışmada % 100 şiddetinde 4 x 400 m maksimal koşu testi uygulanmıştır. Dinlenme aralıklarının belirlenmesi için ön çalışma (pilot) yapılarak grubun verimsel dinlenme zamanı tespit edilmiştir. Bu çalışma için yansız olarak belirlenen 6 sporcu kullanılmış ve bunlar çalışmanın esas bölümünde yer almamışlardır. Denekler 400 m koştuktan sonra oturma pozisyonunda dinlenmeye alınmış ve kalp atımları 120-140 atık/dk aralığına gerilediğinde süre kayıt edilmiştir. Yapılan 4 x 400 tekrardan sonra bütün bu sürelerin ortalaması alınarak verimsel dinlenme aralığı belirlenmiştir. Belirlenen verimsel dinlenme aralığında deney gurubuna 4 x 400 m testi uygulanmıştır.

Oksijen takviyesi alan gruba çalışmanın başında 3 dk ve belirlenen 4 dk'lık verimsel dinlenme süresince % 40 O₂ verilmiştir. Çalışmanın sonunda ise kalp atım sayısı 110-120 atım/dakikaya düşünceye kadar (12 dk) % 40 O₂ verilmeye devam

edilmiş ve kalp atım sayısının 110-120 atım/dk'ya ortalama düşme zamanı deney grubunun çalışma sonrası oksijen alma zamanı olarak belirlenmiştir. İlk çalışmadan 3 gün sonra 2. ölçümler çaprazlama yöntemiyle aynı şekilde tekrar edilmiştir.

İlk ölçümde denekler rastgele yöntemle ikiye ayrılarak bir gruba % 40 O₂ verilmiş diğer grubun ise %21 normal O₂ alması sağlanmıştır. İkinci ölçümde denekler çaprazlanarak aynı protokol uygulanmıştır. Bu çaprazlama yöntemiyle her denek aynı zamanda kendisinin kontrol grubu olarak rol oynamıştır. Çalışma şu şekilde dizayn edilmiştir;

Tüm deneklerin önce dinlenik kalp atım sayıları alınmıştır. Grup 1 deneklerin ısınmadan sonra, çalışmaya başlamadan 3 dk önce kalp atım hızları (KAH) alınmış ve teste başlamadan 3 dk önce bençte oturur pozisyonda % 40 O₂ verilmeye başlanmıştır. Çalışma başlamadan KAH tekrar alınmıştır. Daha sonra 1. 400 m. koşturulmuş ve hemen sonrasında KAH alınmıştır ve belirlenmiş olan verimsel dinlenme süresince bençte oturur pozisyonda % 40 O₂ verilerek ve 2. 400 m başlamadan tekrar KAH alınmıştır. Daha sonra 2. 400 m. koşturulmuş ve hemen sonrasında KAH alınıp, verimsel dinlenme süresince % 40 O₂ verilmiş ve tekrar KAH alınmıştır. Çalışma bu şekilde 4 x 400 metre egzersizinin sonuna kadar bu şekilde devam etmiştir. 4 x 400m'den sonra tekrar KAH alınmış ve ön çalışmada belirlenmiş olan 12 dk boyunca % 40 oksijen verilmeye devam edilmiştir. 12 dakika boyunca her 3 dakikada bir KAH kaydedilmiş ve çalışma bu şekilde bitirilmiştir.

Grup 2'de bu protokol aynı şekilde uygulanmıştır. Farklı olarak bu gruba çalışma başında 3 dk, dinlenme aralarında 4 dk ve toparlanma devresinde 12 dk % 40 O₂ verilmeyip, normal oksijen (%21) almaları sağlanmıştır. Çalışmada sakatlık ve aşırı yorgunluktan dolayı 2 sporcu çalışma dışı bırakılmıştır. İlk çalışmada havadaki rüzgar 10-14 km/saat hızında ve sıcaklık 25 °C, ikinci ölçümde rüzgar 12-17 km/saat hızında ve sıcaklık 23,5 °C tespit edilmiştir.

3.5. Verilerin Analizi

Verilerin analizinde dağılımları saptamak için betimsel istatistik yöntemi kullanılmıştır. Anlamlılık düzeyi $p < 0.05$ olarak belirlenmiştir. Veriler bilgisayar ortamına aktarıldıktan sonra, analizler Windows in SPSS 16.0 programında yapılmıştır. Çalışmaya katılanların ön test – son test arasındaki 4 x 400 metre performans değerleri ve çalışmada alınmış olan kalp atım hızı verileri, Nonparametrik testlerden olan Wilcoxon eşleştirilmiş iki örnek testi ile çözümlenmiştir.

BÖLÜM IV

BULGULAR

Bulguların birinci bölümünde betimsel istatistik sonuçları verilmiştir.

Isınma sonrası kalp atım hızı, egzersiz sonrası kalp atım hızı, 400 m performans derecesi ve dinlenme kalp atım hızlarına ait veriler ayrı olarak ele alınmış ve değerlendirilmiştir.

Bu çalışmaya katılan 16 deneğin çalışma öncesi alınan fiziksel özelliklerinden yaş, boy ve vücut ağırlıklarının ortalaması ve standart sapmalarına ait betimsel istatistikleri Tablo 4.1.' de gösterilmektedir.

Tablo 4.1. Deneklerin fiziksel özellikleri(yaş, boy, ağırlık).

Gruplar	Yaş (yıl) $\bar{X} \pm SS$	Boy (cm) $\bar{X} \pm SS$	Kilo (kg) $\bar{X} \pm SS$
Çalışma Grubu N = 16	19,75 $\pm$ 1,34	176,31 $\pm$ 6,81	68,57 $\pm$ 7,25

(N: denek sayısı, $\bar{X}$: ortalama, SS: standart sapmayı göstermektedir).

Tablo 4.1.'de görüldüğü gibi çalışmada 16 denek kullanılmıştır. Çalışmaya katılan deneklerin yaş ortalamaları 19,75 $\pm$ 1,34 yıl yaş, boy uzunluğu ortalamaları 176,31 $\pm$ 6,81 cm. ve vücut ağırlığı ortalamaları 68,57 $\pm$ 7,25 kg'dır.

Çalışmaya katılan deneklerin spor özgeçmişleri, haftalık antrenman yapma sayıları ve dinlenik kalp atım hızlarına (DKAH) ait betimsel istatistikleri tablo 4.2.'de gösterilmektedir.

Tablo 4.2. Çalışma grubu spor özgeçmiş yıl, haftalık antrenman sayısı ve DKAH değerleri

Gruplar	Özgeçmiş (yıl) $\bar{X} \pm SS$	Antrenman (haftalık) $\bar{X} \pm SS$	DKAH (dk) $\bar{X} \pm SS$
Çalışma Grubu N: 16	5,43 $\pm$ 1,71	3,83 $\pm$ 0,85	72,12 $\pm$ 5,48

Tablo 4.2.'de görüldüğü gibi, çalışmaya katılan deneklerin spor özgeçmişleri ortalama 5,43 $\pm$ 1,71 yıl, haftalık antrenman sayıları ortalama 3,83 $\pm$ 0,85, dinlenik kalp atım hızları ise ortalama 72,12 $\pm$ 5,48 atım/dk'dır.

Çalışmaya katılan deneklerin ısınma sonrası kalp atım hızları ve 3 dk sonra % 21 oksijen ve % 40 oksijen aldıklarındaki kalp atım hızı değerleri tablo 4.3.'te gösterilmiştir.

Tablo 4.3. Deneklerin ısınma sonrası kalp atım hızı (Iskah) ölçüm değerlerinin ortalaması ve standart sapması verilmiştir.

	N	Ortalama	Std. Sapma	Minimum	Maksimum
% 21 Iskah	16	113,12	12 ,34	97,00	144,00
% 40 Iskah	16	116,68	12 ,91	92,00	135,00
% 21 Iskah3	16	109,62	12 ,26	97,00	144,00
% 40 Iskah3	16	108,75	12 ,60	89,00	133,00

Tablo 4.3.'te görüldüğü gibi çalışmaya katılan, % 21 oksijen alan deneklerin (%21 Iskah) ısınma sonrası kalp atım hızları ortalama $113,12 \pm 12,34$ atım/dk, %40 oksijen takviyesi aldıklarında (% 40 Iskah) ısınma sonrası kalp atım hızları ortalama $116,68 \pm 12,91$ atım/dk, olarak bulunmuştur. Isınma sonrası 3 dk sonucu % 21 oksijen (%21 Iskah3) aldıklarında kalp atım hızları ortalama $109,62 \pm 12,26$ atım/dk, %40 oksijen takviyesi(%40 Iskah3) aldıklarında ise 3 dk sonucu kalp atım hızları ortalama $108,75 \pm 12,60$ atım/dk, olarak tespit edilmiştir.

Isınma sonrası kalp atım hızında en düşük ortalama değere ısınma sonrası 3 dk sonunda % 40 oksijen alımında erişilmiş ve kalp atım hızı 89,00 atım/dk olarak bulunmuştur. Isınma sonrası kalp atım hızında en yüksek değere ise ısınma sonrası % 21 oksijen alındığı zaman erişilmiş ve 144 atım/ dk olarak tespit edilmiştir.

Deneklerin 400 m koşularının hemen sonrası % 40 oksijen takviyesi aldıklarında ve % 21 oksijen soluduklarında kalp atım hızı değerleri Tablo 4.4.'te betimsel olarak verilmiştir.

Tablo 4.4. Çalışma grubunun 400 m sonrası kalp atım hızı değerleri

	N	Minimu m	Maximu m	Ortalama	Std. Sapma
O ₂ 1.400 KAH	16	161,00	200,00	183,6250	10,10528
N 1. 400 KAH	16	165,00	200,00	184,3125	10,13061
O ₂ 2.400 KAH	16	170,00	192,00	182,3125	6,80900
N 2.400 KAH	16	162,00	189,00	181,3125	6,93512
O ₂ 3.400 KAH	16	170,00	206,00	182,9375	8,11968
N 3.400 KAH	16	173,00	190,00	180,1875	4,81966
O ₂ 4.400 KAH	16	170,00	204,00	183,5000	8,45380
N 4.400 KAH	16	170,00	200,00	182,5000	8,32666

Tablo 4.4.'te Görüldüğü gibi 1.400 sonrası % 40 oksijen takviyesi(O₂ 1.400 KAH) aldıklarında KAH ortalama $183,62 \pm 10,10$ atım/dk, 1.400 sonrası normal oksijen (N 1.400 KAH) soluduklarında ise KAH ortalama $184,31 \pm 10,13$ olarak bulunmuştur. 2.400 sonrası % 40 oksijen takviyesi (O₂ 2.400 KAH) aldıklarında KAH ortalama $182,31 \pm 6,80$ atım/dk, 2.400 sonrası normal oksijen (N 2.400 KAH) soluduklarında ise KAH ortalama $181,31 \pm 6,93$ olarak bulunmuştur. 3.400 sonrası % 40 oksijen takviyesi (O₂ 3.400 KAH) aldıklarında KAH ortalama $182,93 \pm 8,11$ atım/dk, 3.400 sonrası normal oksijen (N 3.400 KAH) soluduklarında ise KAH ortalama $180,18 \pm 4,81$ olarak bulunmuştur. 4.400 sonrası % 40 oksijen takviyesi (O₂ 4.400 KAH) aldıklarında KAH ortalama $183,50 \pm 8,45$ atım/dk, 4.400 sonrası normal oksijen (N 4.400 KAH) soluduklarında ise KAH ortalama $182,50 \pm 8,32$ olarak bulunmuştur. 400 m koşuları sonrası kalp atım hızı en düşük 161 atım/dk, en yüksek ise 206 atım/dk olarak tespit edilmiştir.

Deneklerin 400 m koşularının her birinin bitiminden 4 dk sonra % 40 oksijen takviyesi aldıklarında ve % 21 oksijen soluduklarında kalp atım hızı değerleri Tablo 4.5.'te betimsel olarak verilmiştir.

Tablo 4.5. Çalışma grubunun tekrarlar arası dinlenme kalp atım hızları

	N	Minimum	Maksimum	Ortalama	Std. Sapma
1.400 %40din.KAH	16	108,00	145,00	124,43	10,92
1.400 %21din. KAH	16	104,00	146,00	123,75	11,97
2.400 %40din.KAH	16	108,00	144,00	126,31	10,03
2.400 %21din. KAH	16	108,00	152,00	127,37	12,61
3.400 %40din.KAH	16	110,00	144,00	127,18	9,46
3.400 %21din. KAH	16	105,00	143,00	124,06	11,27

Tablo 4.5'te Görüldüğü gibi 1.400 sonrası 4 dk'lık % 40 oksijen takviyesi (1.400 %40din.KAH) sonrası KAH ortalama $124,43 \pm 10,92$ atım/dk, 1.400 sonrası 4 dk % 21 oksijen (1.400 %21din.KAH) soluduklarında ise KAH ortalama $123,75 \pm 11,97$ olarak bulunmuştur. 2.400 sonrası 4 dk'lık % 40 oksijen takviyesi (2.400 %40din.KAH) sonrası KAH ortalama $126,31 \pm 10,03$ atım/dk, 2.400 sonrası 4 dk % 21 oksijen (2.400 %21din.KAH) soluduklarında ise KAH ortalama $127,37 \pm 12,61$ olarak bulunmuştur. 3.400 sonrası 4 dk'lık % 40 oksijen takviyesi (3.400 %40din.KAH) sonrasında KAH ortalama $127,18 \pm 9,46$ atım/dk, 3.400 sonrası 4 dk % 21 oksijen (3.400 %21din.KAH) soluduklarında ise KAH ortalama $124,06 \pm 11,27$ olarak bulunmuştur. Dinlenme kalp atım hızlarında en düşük değer 104 atım/dk, en yüksek değer ise 152 atım/dk olarak bulunmuştur.

Çalışma grubunun 4 x 400 m koşularının bitiminden sonra 3. 6. 9. ve 12. dakikalardaki, % 40 oksijen takviyesi aldıklarında ve % 21 oksijen aldıklarındaki kalp atım hızları Tablo 4.6.'da verilmiştir.

Tablo 4.6. Çalışma grubu istirahat kalp atım hızları (3.6.9. ve 12.dk).

	N	Minimum	Maksimum	Ortalama	Std. Sapma
%40 3 dk. KAH	16	100,00	143,00	122,1875	11,12486
%21 3 dk. KAH	16	107,00	142,00	122,5625	9,80455
%40 6 dk. KAH	16	100,00	129,00	117,0000	8,35065
%21 6dk. KAH	16	104,00	136,00	118,1250	9,83785
%40 9 dk. KAH	16	98,00	136,00	116,3750	9,73567
%21 9dk. KAH	16	103,00	126,00	117,2500	6,74784
%40 12dk. KAH	16	96,00	132,00	112,5625	10,47517
%21 12dk. KAH	16	102,00	129,00	115,1250	7,62343
%40 Top.Din.KAH	16	98,50	133,75	117,0313	9,17009
%21 Top.Din.KAH	16	104,75	129,75	118,2656	7,54568

Tablo 4.6.'da görüldüğü üzere denek grubunun 4x 400 sonrası, % 40 oksijen takviyesi(%40 3dk.KAH) aldıklarında 3.dakikadaki KAH ortalamaları $122,18 \pm 11,12$ atım/dk, % 21 oksijen aldıklarında (%21 3 dk. KAH) ise $122,18 \pm 9,80$ atım/dk olarak bulunmuştur. 6.dakikada % 40 oksijen aldıklarında(%40 6dk.KAH) KAH ortalamaları $117,00 \pm 8,35$ atım/dk, % 21 oksijen aldıklarında (%21 6 dk. KAH) ise $118,12$ atım/dk olarak tespit edilmiştir. Denek grubunun 9. dk KAH, % 40 oksijen aldıklarında (%40 9 dk. KAH) $116,37 \pm 9,73$ atım/dk, % 21 oksijen aldıklarında (%21 9 dk. KAH) ise $117,25 \pm 6,74$ atım/dk olarak belirlenmiştir. Son olarak 12.dk KAH, % 40 oksijen aldıklarında (%40 12 dk. KAH) $112,56 \pm 10,47$ atım/dk, % 21 oksijen soluduklarında(%21 12dk.KAH) ise $115,12 \pm 7,62$ atım/dk olarak bulunmuştur. Denek grubunun toparlanma sürecinde en düşük KAH ortalamasına 12. dakikada ulaştıkları tespit edilmiştir.

Çalışmaya grubunun % 40 oksijen aldıklarındaki ve % 21 oksijen aldıklarındaki 400 m koşu zamanlarının ortalamaları ve standart sapmaları aşağıdaki Tablo 4.7.'de verilmiştir.

Tablo 4.7. 4 x 400 m. Koşu zamanlarının ortalama ve standart sapmaları

	N	Minimum	Maksimum	Ortalama	Std. Sapma
% 40 400 1	16	56,19	63,26	59,75	2,18
% 21 400 1	16	55,12	63,84	60,21	3,02
% 40 400 2	16	63,80	75,10	70,54	3,50
% 21 400 2	16	65,98	78,98	71,60	3,60
% 40 400 3	16	68,97	87,60	75,49	4,75
% 21 400 3	16	72,10	97,00	79,04	6,31
% 40 400 4	16	72,01	82,20	75,95	2,87
% 21 400 4	16	71,33	83,77	77,15	3,75

Tablo 4.7.'de görüldüğü gibi çalışma grubunun 1. 400 m koşu zamanı ortalaması, % 40 oksijen (% 40 400 1) aldıklarında $59,75 \pm 2,18$ sn, % 21 oksijen aldıklarında (% 21 400 1) ise $60,21 \pm 3,02$ sn olarak tespit edilmiştir. 2. 400 m koşu zamanları ise ortalama, % 40 oksijen (% 40 400 2) aldıklarında $70,54 \pm 3,50$ sn, % 21 oksijen (% 21 400 2) aldıklarında ise $71,60 \pm 3,60$ sn olarak bulunmuştur. Deneklerin 3. 400 m koşu zamanlarının % 40 oksijen (% 40 400 3) aldıklarındaki ortalaması $75,49 \pm 4,75$ sn, % 21 oksijen (% 21 400 3) aldıklarındaki ortalaması ise $79,04 \pm 6,31$ sn olarak belirlenmiştir. 4. 400 m koşu zamanı ortalamaları ve standart sapmaları, % 40 oksijen (% 40 400 4) aldıklarında $75,95 \pm 2,87$ sn, % 21 oksijen (% 21 400 4) aldıklarında ise $77,15 \pm 3,75$ sn olarak bulunmuştur. 400m koşu zamanında en düşük değer 55,12 sn, en yüksek değer ise 97,00 sn olarak tespit edilmiştir.

Çalışmaya katılan deneklerin 400 m koşu zamanlarının betimsel istatistiği aşağıdaki tablo 4.8.'de yapılmıştır.

Tablo 4.8. 4 x 400 m ortalama performans değerleri

	N	Ortalama	Std. Sapma	Minimum	Maksimum
%21 400	16	72,00	2,89	68,82	77,21
%40 400	16	70,44	2,29	66,67	73,78

Yukarıdaki tabloda görüldüğü gibi çalışmaya katılan deneklerin ortalama 4 x 400 m performans süreleri, % 21 oksijen (%21 400) alımında $72,00 \pm 2,89$ sn ve minimum 68,82 sn, maksimum 73,78 sn, % 40 oksijen (%40 400) alımında ise $70,44 \pm 2,29$ sn ve minimum 66,67sn, maksimum 73,78 sn olarak belirlenmiştir.

Çalışmaya katılan deneklerin 4 x 400 m koşuları hemen sonrasında alınan egzersiz kalp atım sayılarının ortalaması ve standart sapmaları tablo 4.9.'da verilmiştir

Tablo 4.9. 4 x 400 sonrası egzersiz kalp atım hızları

	N	Ortalama	Std. Sapma	Minimum	Maksimum
%40 O ₂ KAH	16	183,0937	5,78	172,00	192,75
%21 O ₂ KAH	16	182,0781	5,65	171,00	192,00

Tablo 4.9.'da görüldüğü gibi 4 x 400 m koşularının hemen sonrasında alınan egzersiz kalp atım hızları, % 40 oksijen(%40 O₂ KAH) alımında $183,09 \pm 5,78$ atım/dk, %21 oksijen (%21 O₂ KAH) alımında ise $182,07 \pm 5,65$ atım/dk olarak tespit edilmiştir. Çalışma sırasında en düşük kalp atım hızı ortalaması 171 atım/dk, en yüksek ortalama ise 192,75 atım/dk olarak belirlenmiştir.

Çalışmaya katılan deneklerin 4 x 400 m koşularının dinlenme periyotlarında alınan dinlenik kalp atım hızlarının ortalaması aşağıdaki tablo 4.10.'da verilmiştir.

Tablo 4.10. 4 x 400 dinlenme periyodu sonrası kalp atım hızları

	N	Ortalama	Std. Sapma	Minimum	Maksimum
% 40 O ₂ din.KAH	16	120,4464	8,71122	103,86	136,71
% 21 O ₂ din.KAH	16	120,0264	10,09269	101,57	135,00

Yukarıdaki tabloda da görüldüğü gibi 400 m koşularının dinlenme periyotlarında 4 dk sonra kalp atım hızları, % 40 oksijen (%40 O₂din.KAH) alanlarda $120,44 \pm 8,71$ atım/dk, %21 oksijen(% 40 O₂din.KAH) alanlarda ise $120,02 \pm 10,09$ atım/dk olarak tespit edilmiştir. En düşük kalp atım hızı ortalaması 101,57 atım/dk, en yüksek ise 136,71 atım/dk olarak tespit edilmiştir.

Çalışmaya katılan deneklerin ısınma sonrası kalp atım hızlarının ve 3 dk sonrası sonrası kalp atım hızlarının, % 40 oksijen alımında ve % 21 oksijen alımında göstermiş olduğu değişiklikler Wilcoxon eşleştirilmiş ikili örnek testi yapılarak bakılmış ve farklar aşağıdaki tablo 4.11.'de gösterilmiştir.

Tablo 4.11. Deneklerin ısınma sonrası kalp atım hızlarının ve 3 dk sonrası kalp atım hızlarının değişim oranları

		N	Ortalama Sırası	Sıralamalar Toplamı	Z	P
% 21 ISKAH – %21 ISKAH3	Negatif Sıralama	10	8,05	80,50	-1.760	.078
	Pozitif Sıralama	4	6,13	24,50		
	Eşitlik	2				
	Toplam	16				
% 40 ISKAH – % 40 ISKAH3	Negatif Sıralama	14	9,07	127,00	-3.057	,002*
	Pozitif Sıralama	2	4,50	9,00		
	Eşitlik	0				
	Toplam	16				

Anlamlılık $p \leq 0.05$

Yapılan Wilcoxon istatistiksel analiz sonucu ısınma sonrası 3 dk'lık periyotta % 40 oksijen alınımında bulunduğu çalışma grubu değerleri ile % 21 oksijen alınımında bulunan çalışma grubu değerleri arasında istatistiksel açıdan anlamlı fark bulunmuştur($Z = -3.057$; $p \leq 0.05$). Isınma sonrası kalp atım hızları 3 dakikalık periyotta her iki durumda da düşmüş olmasına rağmen, % 40 oksijen alınımındaki fark istatistiksel olarak anlamlıdır (Tablo ?). % 40 oksijen alınımında çalışmaya katılan 16 deneğin 14'ünde kalp atım hızında düşme meydana gelirken, %21 oksijen alınması durumunda 10 kişide düşüş gözlenirken 4 kişi artış ve 2 kişide aynı kalmıştır.

Çalışmaya katılan deneklerin 4 x 400 m koşu zamanları % 40 oksijen ve % 21 oksijen aldıklarında belirlenmiş, aralarında fark olup olmadığına ise Wilcoxon eşleştirilmiş iki örnek testi yardımıyla bakılmıştır. Sonuçlar aşağıdaki tablo 4.12.'de verilmiştir.

Tablo 4.12. 4 x 400 m koşu zamanlarının karşılaştırılması

		N	Ortalama Sırası	Sıralama Toplamı	Z	P
%40 400 top.	Negatif Sıralamalar	13	9,38	122,00	-2.792	.005
% 21 400 top.	Pozitif Sıralamalar	3	4,67	14,00		
	Eşitlik	0				
	Toplam	16				

Anlamlılık $p \leq 0.05$

Yapılan istatistiksel analiz sonucunda, % 40 oksijen(%40 400 top.) alımında elde edilen koşu zamanlarının, % 21 oksijen(%21 400 top.) alımında elde edilenlere oranla istatistiksel olarak anlamlı fark olduğu tespit edilmiştir($Z = -2.792$, $p \leq 0.05$). Çalışmada elde edilen istatistik sonuçlarına göre % 40 oksijen alımında 16 deneğin 13'ünde % 21 oksijen alımına göre koşu zamanlarında düşüş kaydedilmiştir.

Çalışmaya katılan deneklerin 4 x 400 m koşuları sonrası elde ettikleri kalp atım hızlarına, % 40 oksijen alımı ve % 21 oksijen alımının etkisine Wilcoxon eşleştirilmiş iki örnek testi yardımıyla bakılmış, sonuçlar aşağıdaki tablo 4.13.'te verilmiştir.

Tablo 4.13. 4 x 400 performans sonrası kalp atım hızlarının karşılaştırılması

		N	Ortalama Sıralama	Sıralamalar Toplamı	Z	p
% 21 kalptop – % 40 kalptop	Negatif Sıralamalar	8	7,00	56,00	-2.220	.826
	Pozitif Sıralamalar	6	8,17	49,00		
	Eşitlik	2				
	Toplam	16				

Anlamlılık $p \leq 0.05$

Yapılan istatistiksel analiz sonucunda % 40 oksijen alımında(% 40 kalptop) elde edilen 4 x 400 m sonrası kalp atım hızları ortalamasının; % 21 oksijen alımında elde edilen (% 21 kalptop) kalp atım hızları ortalaması arasında anlamlı bir fark bulunamamıştır ($Z = -.220$, $P \geq 0.05$).

Çalışmaya katılan deneklerin 4 x 400 metre koşularının 4 dk'lık dinlenme periyodu sonrası elde ettikleri kalp atım hızları ortalamasının, % 40 oksijen alınımında ve % 21 oksijen alınımında farklı olup olmadığına Wilcoxon eşleştirilmiş iki örnek testi yardımıyla bakılmış, sonuçlar aşağıdaki tablo 4.14.'te verilmiştir.

Tablo 4.14. 4 x 400 m koşuları arası dinlenme periyodu kalp atım hızları

		N	Ortalama Sıralama	Sıralamalar Toplamı	Z	p
% 40 O ₂ dinlenme - % 21 O ₂ dinlenme	Negatif Sıralamalar	8	9,13	73,00	-.259	.796
	Pozitif Sıralamalar	8	7,88	63,00		
	Eşitlik	0				
	Toplam	16				

Anlamlılık $p \leq 0.05$

Yapılan istatistiksel analiz sonucu 4 x 400 m. koşusu dinlenme periyotlarında elde edilen kalp atım hızlarının değişim oranında % 40 oksijenin (%40 O₂ dinlenme) ve % 21 oksijenin (% 21 O₂ dinlenme) etkisine bakıldığında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır ($Z = -.259$, $p \geq 0.05$).

Çalışmaya katılan deneklerin 4 x 400 maksimal egzersizi bitiminden itibaren 0 ve 12 dk arası 3'er dakikalık periyotlarda kalp atım hızlarının ortalamaları alınmış, % 40 oksijen alınımı ve % 21 oksijen alınımı sonrası fark olup olmadığına Wilcoxon eşleştirilmiş iki örnek testi yardımıyla belirlenmiş ve aşağıdaki tablo 4.15.'te sonuçlar bulunmuştur.

Tablo 4.15. Egzersiz sonrası toparlanma periyodu kalp atım hızlarının karşılaştırılması

		N	Ortalama Sıralama	Sıralamalar Toplamı	Z	p
% 21 top – % 40 top	Negatif Sıralama	9(a)	8,89	80,00	-.622	.534
	Pozitif Sıralama	7(b)	8,00	56,00		
	Eşitlik	0(c)				
	Toplam	16				

a) %21 top < % 40 top

* Anlamlılık $p \leq 0.05$

b) % 21 top > % 40 top

c) %21 top = % 40 top

Yapılan istatistiksel analiz sonucunda egzersiz sonrası kalp atım hızlarının değişim oranında, % 40 oksijen alınması sonrasında (% 40 top) ve % 21 oksijen alınması (% 21 top) sonrasındaki durumda istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamamıştır ($Z = -.622$; $p \geq 0.05$).

Çalışmaya katılan deneklerin 4 x 400m koşu performanslarının bitiminden itibaren 0,3,6,9 ve 12. dakikalar da alınan toparlanma kalp atım hızlarının, % 40 oksijen alınımında ve % 21 oksijen alınımında farklı olup olmadığına Wilcoxon eşleştirilmiş iki örnek testi yardımıyla bakılmış, sonuçlar aşağıdaki tablo 4.16.'da verilmiştir.

Tablo 4.16. Toparlanma kalp atım hızları 3,6,9 ve 12.dk.

		N	Ortalama Sıralama	Sıralama Toplamı	Z	P
% 40 3 – % 40 400 4	Negatif Sıralama	16	8,50	136,00	-3.518	.000*
	Pozitif Sıralama	0	,00	,00		
	Eşitlik	0				
	Toplam	16				
% 21 3 – % 21 400 4	Negatif Sıralama	16	8,50	136,00	-3.518	.000*
	Pozitif Sıralama	0	,00	,00		
	Eşitlik	0				
	Toplam	16				
% 40 6 – % 40 3	Negatif Sıralama	12	6,50	78,00	-2.280	.023*
	Pozitif Sıralama	1	13,00	13,00		
	Eşitlik	3				
	Toplam	16				
% 21 6 – % 21 3	Negatif Sıralama	14	8,75	122,50	-2.826	.005*
	Pozitif Sıralama	2	6,75	13,50		
	Eşitlik	0				
	Toplam	16				
% 40 9 – % 40 6	Negatif Sıralama	10	6,95	69,50	-542	.588
	Pozitif Sıralama	5	10,10	50,50		
	Eşitlik	1				
	Toplam	16				
% 21 9 – % 21 6	Negatif Sıralama	6	7,42	44,50	-432	.666
	Pozitif Sıralama	6	5,58	33,50		
	Eşitlik	4				
	Toplam	16				
% 40 12 – % 40 9	Negatif Sıralama	11	9,32	102,50	-2.420	.016*
	Pozitif Sıralama	4	4,38	17,50		
	Eşitlik	1				
	Toplam	16				
% 21 12 – % 21 9	Negatif Sıralama	10	8,05	80,50	-1.168	.243
	Pozitif Sıralama	5	7,90	39,50		
	Eşitlik	1				
	Toplam	16				

* Anlamlılık $p \leq 0.05$

Yapılan istatistiksel analiz sonucunda 4 x 400 egzersizinin bitiminden itibaren 0 ile 3. dakikadaki kalp atım hızlarında (% 40 3 – % 40 400 4), % 40 oksijen alınımında anlamlı bir fark bulunmuştur($Z = -3.518$; $P \leq 0.05$). Yine aynı şekilde % 21 oksijen alınımında (% 21 3 – % 21 400 4) da anlamlı fark bulunmuştur($Z = -3.518$; $p \leq 0.05$). 3 ve 6.dakikalar arasında kalp atım hızlarında % 40 oksijen alınımında (% 40 6 – % 40 3) anlamlı bir fark bulunmuştur ($Z = -2.280$; $p \leq 0.05$). 3 ve 6 dakikalar arasında % 21 oksijen (% 21 6 – % 21 3) alınması sonrasında da anlamlı bir fark bulunmuştur ($Z = -2.826$; $p \leq 0.05$). 6'ncı ve 9'uncu dakikalar arasındaki kalp atım hızlarında % 40 oksijen alınımında (% 40 9 – % 40 6) düşüş olmasına rağmen, anlamlı bir fark bulunamamıştır ($Z = -542$; $p \geq 0.05$). 6'ncı ve 9'uncu dakikalar arasındaki kalp atım hızlarında % 21 oksijen alınımı sonrası (% 21 9 – % 21 6) anlamlı bir fark bulunamamıştır ($Z = -432$; $p \geq 0.05$). 9 ve 12'nci dakikalar arasındaki kalp atım hızları incelendiğinde % 40 oksijen alınması (% 40 12 – % 40 9) sonrası anlamlı bir fark bulunurken($Z = -2.420$; $p \leq 0.05$), 9 ve 12'nci dakikalar arasında % 21 oksijen alınımında (% 21 12 – % 21 9) ise anlamlı bir fark bulunamamıştır($Z = -1.168$, $p \geq 0.05$).

BÖLÜM V

TARTIŞMA

Bu bölümde % 40 oksijen yüklemesinin aktif spor yapan sporcularda; anaerobik performans, egzersiz sonrası kalp atım hızına, dinlenme kalp atım hızlarına etkisi çeşitli boyutlarıyla beraber tartışılmıştır.

Çalışmaya katılan deneklerin yaş ortalamaları $19,75 \pm 1,34$ yıl yaş, boy uzunluğu ortalamaları $176,31 \pm 6,81$ cm. ve vücut ağırlığı ortalamaları $68,57 \pm 7,25$ kg'dır. Bu sonuçlar bize çalışmada dağılımın normal olduğunu ve aşırı uç noktalarda kimsen bulunmadığını göstermektedir. Çalışmaya katılan deneklerin fiziksel özellikleri homojen olmadığı taktirde çalışmada elde edilecek sonuçlar sağlıklı bir değerlendirme yapma bakımından eksik kalacaktır.

Çalışmaya katılan deneklerin spor özgeçmişleri ($5,43 \pm 1,71$ yıl) ve haftalık antrenman yapma ($3,83 \pm 0,85$) sayıları, 4 x 400 maksimal egzersizini yapmaya elverişlidir. 400 metre koşusu fiziksel kapasiteyi çok zorlayıcı bir egzersizdir ve bu egzersizin tam kapasite ile arka arkaya yapılması belli seviyede bir altyapı gerektirmektedir. Bizim bu çalışmamızda kullandığımız deneklerin spor altyapıları ve antrenman sıklıkları bu egzersizi yapmak için elverişlidir. Dinlenik kalp atım sayılarında da bir homojenlik söz konusudur ve ortalama dinlenik kalp atım hızları $72,12 \pm 5,48$ atım/dk'dır.

Çalışma grubumuzun ısınma sonrası kalp atım hızı değerleri % 40 oksijen alınımından önce ortalama $116,68 \pm 12,91$ atım/dk, % 21 oksijen alınımından önce ise $113,12 \pm 12,34$ atım/dk olarak tespit edilmiştir. Bu ölçümlerden sonra verilen 3 dk'lık % 40 oksijen sonrası kalp atım hızı ortalama $108,75 \pm 12,60$ atım/dk, 3 dk'lık % 21 oksijen alınımı sonrasında ise $109,62 \pm 12,26$ atım/dk olarak tespit edilmiştir. Bu iki ölçüm sonrası ön ölçüm, son ölçüm arası fark olup olmadığına Wilcoxon eşleştirilmiş iki örnek testi yardımıyla bakılmış ve % 40 oksijen alınımındaki düşüşün istatistiksel olarak anlamlı ($Z = -3.057$; $p \leq 0.05$) olduğu bulunmuştur. Üç dakikalık periyotta meydana gelen bu anlamlı düşüşün nedenini bir çok faktöre bağlayarak düşünebiliriz. % 40 oksijen alınımında artacak olan PO₂ basıncı dokulara

oksijenin daha kolay diffüze olabileceğini aklımıza getirmekte ve dokuların ihtiyacı olan enerjinin daha çabuk ve kolay sağlanmış olabileceğini düşünmemize neden olmaktadır. Çünkü diffüzyon olayı gazların kısmi basıncına bağlıdır ve bir ortamdaki gazların kısmi basıncı diffüzyon olayını belirlemektedir. Bizim çalışmamızda verdiğimiz 5 lt/dk hızında % 100 oksijen, alınan oksijen oranını %21'den % 40'a çıkarmaktadır(Kayhan,2006). Çalışma grubumuza 3 dk'lık periyotta verilen % 40 oksijenin kanda oksijen doygunluğunu ve pO₂ basıncını artırarak egzersiz başındaki oksijen açığını daha aza indirmede yarar sağlayacağını düşünmekteyiz. % 40 oksijenin kanda hemoglobinin oksijene olan doygunluğunu artırarak sinir sisteminin parasempatik etkisi sonucu catecholamine tepkilerini azaltabileceği ve dolaşım sisteminde yavaşlamaya da sebep olmuş olabileceğini düşünebiliriz.

Çalışmaya katılan sporcuların 4 x 400 m koşu zamanları ortalamalarına bakıldığında tablo 4.8'de görüldüğü gibi, % 21 oksijen alımında $72,00 \pm 2,89$ sn, % 40 oksijen alımında ise $70,44 \pm 2,29$ sn olarak tespit edilmiştir ve bu fark tablo 4.12'de görüldüğü gibi istatistiksel olarak anlamlıdır. Arada oluşan bu farkın anlamlılığını daha da önemli hale getiren bir noktada egzersiz sonrası kalp atım hızlarının birbirine eşit olacak kadar yakın olmasıdır. % 40 oksijen (%40 O₂ KAH) alımında $183,09 \pm 5,78$ atım/dk, %21 oksijen (%21 O₂ KAH) alımında ise $182,07 \pm 5,65$ atım/dk). Egzersiz sonrası kalp atım hızları çalışmaya katılan sporcuların ortalama olarak aynı şiddeti ortaya koyup koymadıklarını göstermesi açısından önemli olup, iki ölçüm arasında farkın olmaması bunun % 40 oksijenden kaynaklandığını düşünmemizi haklı kılmaktadır. Eğer çalışma grubunun kalp atım hızları birbirinden anlamlı şekilde farklı çıksa, yada % 40 oksijen alan grubun kalp atım hızı istatistiksel olarak daha yüksek çıksa bu durumda % 40 oksijen alımında deneklerin daha fazla güç harcadıklarını düşünmemize ve bu nedenle egzersizde daha iyi performans gösterdiklerini düşünmemize neden olabilirdi, ancak ortalama kalp atım hızları birbirine çok yakın çıkmıştır. Buna göre çalışmada ortaya çıkan farkı % 40 oksijenden kaynaklandığını düşünebiliriz. Bu sonucu destekleyen bir çalışmada Perry ve arkadaşları 2004 yılında % 21 oksijen ve % 60 oksijen alan 9 atlet üzerinde 6 haftalık, haftada 3 gün 10 x 4 dk'lık 2 dk dinlenme aralıklarıyla bisiklet ergometresinde submaksimal egzersiz yapmışlar ve max VO₂'ye, kalp atım

hızına ve performansa (güç çıktısına) bakmışlar ve sonuç olarak % 60 oksijen alımında güç çıktıları artmış ve % 90 kalp atım hızı değerleri ön ölçümlere göre daha yüksek güç çıktılarında gerçekleşmiştir. Bizim çalışmamızda elde ettiğimiz kalp atım sayılarının paralel olması fakat güç çıktılarının yani 4 x 400 metre sürelerinin % 40 oksijen alımında daha iyi olması sonucunu bu çalışma desteklemektedir. Bizim yaptığımız çalışmada paralel çıkan kalp atım hızı ve performans süreleri Nummela ve arkadaşlarının 2002 yılında yaptıkları çalışma ile paralel benzer sonuç vermiştir. Yaptıkları çalışmada kalp atım hızı, kan asidozu ve hemoglobin saturasyonu arasında ilişki bulmuşlardır. Kısaca kalp atım hızının artması kan asidozunun düşmesine ve hemoglobin saturasyonunun düşmesine neden olmuştur.

Oksijen saturasyonu şiddetli egzersizlerde literatürde yapılan çalışmalarda düşüş göstermiştir (Edwin, 1961, Peltonen ve ark; 2001, Nummela ve ark; 2002, Cheol Chung,2006). Bizim yaptığımız çalışmanın şiddeti ve süresini değerlendirdiğimizde bizim çalışmamızda hemoglobin saturasyonunun düşmüş olduğunu düşünmekteyiz. Oksijen yüklemesi yapılan çalışmalarda ortak çıkan en büyük fark hemoglobin saturasyonunda meydana gelmiştir. Bu fark özellikle şiddetli yüksek ve oksijen saturasyonunun çok düştüğü egzersizlerde dikkate alınmalıdır. Oksijen saturasyonunun çok düştüğü egzersizlerde, parsiyel oksijen basıncıda otomatik olarak düşeceğinden ve arterio venöz oksijen farkı azalacağından dolayı oksijen takviyesi fayda sağlayabilecektir. Nummela 2002, çalışmasındaki sonuçlara göre şiddetli kısa aralıklı egzersizler hemoglobinin saturasyonuna neden olmakta ve bu yapılan egzersizin şiddeti ile ilişkili bir durumdur tespitinde bulunmuştur. Bazı kanıtlar yüksek antrenmanlı dayanıklılık sporcularının maksimal ve submaksimal egzersizler boyunca de saturasyon olayını geliştirebildiklerini göstermektedir (Dempsey ve ark.,1984).

Egzersiz öncesi verilen oksijenin faydaları kısa süreli şiddetli egzersizlerde, daha uzun süreli ve şiddeti düşük egzersizlere oranla daha faydalı bulunmuştur. Buradan çıkarabileceğimiz sonuç oksijenin egzersizin başında oluşan metabolik faaliyetlerde etkisinin daha çok olacağıdır. Bu tür egzersizlerde gerekli enerji üretimini karşılayabilecek kadar O₂ kullanımı mümkün olmamakta ve bu seviyeye ulaşma 2-3 dk. kadar zaman almaktadır. O₂ kullanımındaki bu gecikmenin nedeni ise zaman ile ilgilidir ve bu süre gerekli olan kimyasal ve fizyolojik uyumun bir düzene

girmesi için gereklidir. Bu durum yüksek şiddetteki bir egzersize ve belirli bir şiddetteki egzersizden daha yüksek şiddetteki egzersize geçişler esnasında mutlaka gerçekleşir. Örneğin; sporcu dinlenik durumdan belirli bir tempoda koşmaya başladığında ve koşu temposunu birden bire arttırdığında hem O₂ tüketimi artacak hem de kaslarında yeni düzeyde gerçekleşen egzersizde enerji üretimi için yeterli O₂'ni sağlayamayacaktır. Bu durumda oksijen borçlanması oluşacaktır. Kısa süreli egzersizlerde enerjinin sağlanması ATP-PC sistem tarafından sağlanmakta ve bu şekilde sağlanmaya devam ettiği müddetçe kasta ve kanda laktat üretimi artmakta ve buna bağlı olarak biriken bu laktat, glikojen yıkımını yavaşlatmakta ve kan pH'ını düşürerek yorgunluğa sebep olmaktadır. Bizim çalışmamızda verdiğimiz yüksek yoğunluktaki oksijenin hedefi, egzersizin başında oluşacak olan yüksek laktat ve düşük pH'ı erteleyerek, daha sonra devreye girecek olan aerobik sisteme kadar bir nevi fizyolojik destek sağlamasıdır.

Egzersizin başında enerji sağlama sistemleri daha hazır duruma geçmeden önce gerekli olan enerji, myoglobin depoları tarafından sağlanmakta olup, bu durumda sentezlenen ATP miktarı, bazen laktik asit sistem ve fosfojen sistemde sentezlenen ATP'den daha fazla olmaktadır (Bowers ve Fox; 1988). Bizim çalışmamızda verdiğimiz yüksek yoğunluktaki oksijen sayesinde, myoglobin depolarının daha geç devreye girmesine ve daha çabuk dolmasına sebep olarak myoglobinin asıl görevi olan oksijenin mitekondrilere transferinde oluşabilecek eksiklikleri tamamlayabiliriz. Ayrıca myoglobin depoları sınırlı olduğundan oksijen yüklemesi myoglobinin enerji üretimindeki payını artırarak laktik asit oluşumunu geciktirebileceğini düşünebiliriz.

Egzersizin başında ve dinlenme aralarında alınan % 40 oksijen kandaki hemoglobin doygunluğunu yükseltebileceğinden yada seviyesini korumaya yardımcı olabileceğinden dolayı bizim yaptığımız çalışmada önem taşımaktadır. Şiddetli bir egzersizde % 70'lere kadar düşebilen hemoglobin doygunluğunu toparlanmayı olumsuz yönde etkileyebilecektir. Bizim bu görüşümüzü destekleyen çalışmalar mevcuttur. Nummela ve ark (2002), 3 x 3 x 300 metre egzersizi yapmışlar % 21 oksijen ve % 40 oksijen egzersiz esnasında ve toparlanma periyodunda, % 40 oksijen ise sadece toparlanma periyodunda verilerek 3 şekilde çalışma yapılmıştır. Çalışmada hemoglobin saturasyonuna bakmışlar ve bunun sonucunda oksijen

takviyesi almayan gruba göre % 40 oksijen alan grupta oksijen saturasyonunda anlamlı fark bulunmuştur. Bunlarla beraber, % 21 O₂ alımında egzersiz sonrasında hemoglobin saturasyonun da düşüş kaydedilmiş fakat % 40 hyperoxic ortamda oksijen alanlarda hemoglobin saturasyonu sabit kalmıştır. Benzer bir sonuçta Peltonen ve arkadaşlarının 2001 yılında yaptıkları çalışmada bulunmuştur. Oksijen saturasyonunda hypoxia'da normoxia ve hyperoxia'ya göre istatistiksel olarak anlamlı düşüş çıkmıştır. Fakat daha önceleri şöyle bir görüş vardı ki; kişi antrenmanlı olsa da olmasa da eğer bir hastalık yok ise vücudun ihtiyacı olduğundan çok daha fazla oksijeni karşılayabilir ve önemli olan antrenmanlarla oksijenin kullanılabilirliğini artırmaktır. Bu görüş son zamanlarda yapılan çalışmalarda doğrulanmamaktadır. Eğer vücut ihtiyacın çok fazla üzerinde oksijeni karşılayabilecek durumda olsa hypoxia altında yapılan çalışmalarda normal oksijen alımına göre de fark çıkmaması gerekiyordu. Ancak bazı çalışmalar bunun tersinde bulgular vermiştir. Peltonen ve ark, 2001 e yaptıkları çalışmada %16, % 21 ve % 32 oksijen alımında maksimal güç, max VO₂ ve hemoglobin saturasyonuna bakmışlar ve % 16 oksijen alımında maxVO₂'de düşüş, maksimal güç çıktısında düşüş ve hemoglobin saturasyonunda düşüş kaydedilmiştir. Hugson ve Kovalchuk 1995 yılında yaptıkları çalışmada 6 sağlıklı erkek üzerinde 3 farklı oksijen dozunda (%14, %21, %70) submaksimal egzersiz yaptırmışlar. % 14 oksijen alımında maxVO₂ ve işgücü oranında düşüş kaydedilmiştir.

Hyperoxia'nın etkilerine bakılan bir diğer parametrede kandaki laktat konsantrasyonudur ve laktat konsantrasyonu kalp atım hızı ve oksijen saturasyonu ile ilişkili bulunmuştur (Nummela ve ark., 2002). Laktat düzeyi bizim yaptığımız çalışma içinde çok önemlidir. Çünkü 4 x 400 metre koşusunda belirleyici faktör esasen laktat konsantrasyonudur. Bizim çalışmamızda bazı sınırlılıklardan dolayı bakamadığımız laktat konsantrasyonu oksijen yüklemesi yapılan çalışmalarda mutlaka değerlendirilmelidir. Egzersizin şiddetine bağlı olarak düşen pH ve artan laktat konsantrasyonu kas kasılmasında etkin rol oynamaktadırlar. Linnarson ve ark., 1974 yılın da yaptıkları çalışmada submaksimal işler boyunca laktat oluşumunun tersine dönmeye başladığını bulmuşlardır, fakat maksimal çalışmalarda böyle bir fark bulunamamıştır. Thiret ve ark, 1995 yılında yaptıkları çalışmada 3 x 2 dakikalık maksimal egzersiz arası 10 dk dinlenme süresince oksijen verilmiş ve sonuç olarak

laktat konsantrasyonunda düşüş bulunmuştur. Katz ve Sahlin, 1988 yılında yaptıkları çalışmada submaksimal egzersizler boyunca oluşan laktat miktarının oksijene bağlı olduğunu bulmuşlardır.

Egzersiz öncesi ve sırasında verilen oksijen takviyesinin plazmada erimiş halde bulunan hemoglobin miktarı üzerine etkisi mevcuttur. Normal istirahat şartlarında plazmada erimiş halde bulunan oksijen normal gereksinimin (250-300 ml/O₂) % 3-4'ü kadardır ve bu oran egzersizle beraber düşecek olan pO₂'den dolayı daha da düşecektir. Saf oksijen(%100) solunumu yaptırılarak arteriyel pO₂ artırıldığında, plazma oksijeni dinlenim O₂ gereksinmesinin % 38'ini, maksimal bir egzersizde ise % 12'sini karşılayabilir (Ergen ve ark; 2002). Bu durum oksijen yüklemesi yaptığımız çalışmada elde etmek istediğimiz fizyolojik yararlar açısından çok önemlidir. Çünkü normalde % 2-3 oranında oksijen sağlayan plazma hemoglobin oranı, egzersizle daha da düşecektir fakat artan pO₂ basıncı sayesinde bu oranın 5-6 misline çıkması çok önemlidir. Bu konuya farklı bir açıdan bakarsak O₂ kullanma katsayısı normal istirahat halinde % 26'dır. Şiddetli egzersizlerde arterio venöz oksijen farkının düşmesiyle bu oran antrene sporcularda % 79 olabilir. Yani dışarıdan alınan oksijenin % 79'u kullanılır. Bu durum şiddetli egzersizlerde kanda pO₂'nin 70 mm/hg gibi bir orana ve buna bağlı olarak ta saturasyonun % 90 seviyesi civarına düşmesiyle daha önemli hale gelir. Çünkü bu durumda 100 ml kanın taşınması gereken 20 ml oksijen oranı düşmektedir ve şiddetli egzersizde oksijen kullanım katsayısı arttığından dolayı oksijen ihtiyacı 100 mililitre kanda 15-16 mililitreye çıkmaktadır. Bu durumda alınan oksijen kullanılan oksijeni karşılayamayabilir. Bu düşen oranların normal haline geri çekilmesi sportif performans açısından önemli yararlar sağlayabilecektir.

Çalışmamıza katılan sporcuların egzersiz sonrası kalp atım sayılarına baktığımızda, % 40 oksijen alımında $183,09 \pm 5,78$ atım/dk, %21 oksijen alımında ise $182,07 \pm 5,65$ atım/dk olarak tespit edilmiş ve arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamamıştır. 400 m koşularının dinlenme periyotlarında 4 dk sonra kalp atım hızları, % 40 oksijen alanlarda $120,44 \pm 8,71$ atım/dk, %21 oksijen alanlarda ise $120,02 \pm 10,09$ atım/dk olarak tespit edilmiştir ve aralarında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunamamıştır. Bu sonuçlar bize gösteriyor ki egzersiz başında ve

dinlenme periyotlarında alınan % 40 oksijenin, % 21 oksijene göre egzersiz kalp atım sayısına ve dinlenme aralıklarındaki kalp atım sayısına bir etkisi yoktur. Oksijenin egzersiz ve sonrasındaki kalp atım hızı üzerinde yapılan çalışmalarda bizim çalışmamıza benzer sonuçlar çıktığı gibi farklı sonuçlarda çıkmış olup tam bir fikir birliği bulunmamaktadır. Peltonen ve ark, 2001 yılında yaptıkları çalışmada kardiac çıktıya bakmışlar hyperoxiada, normoxia ve hypoxia ya göre artış çıkmıştır. Nummela ve ark, yaptıkları çalışmada kalp atım hızında hyperoxiada düşüş bulmuştur. Chiristopher ve ark, 2005 yılında yaptıkları çalışmada hyperoxiada daha yüksek güç çıktılarında normoxia ile benzer kalp atım hızlarına ulaşmışlardır. Partice ve ark., 1995, Cheol ve ark., 2006, Robbins ve ark., 1992'de yaptıkları çalışmalarda hyperoxiada kalp atım hızları üzerinde fark bulamamışlardır. Bu sonuçlar kısa süreli egzersizlerde meydana gelen kalp atım hızı değişikliklerinde bireysel farklılıkların önemli olduğu sonucunu ortaya çıkarmıştır.

Bizim yaptığımız çalışmada egzersizin sonlandırılmasından itibaren 12 dakikalık periyotta her 3 dakikada bir alınan kalp atım hızı değerleri sonucu; 0-3 dk arası % 21 ve % 40 oksijen alınımında anlamlı fark bulunmuştur. 3-6 dakika arasında da her ikisinde anlamlı fark bulunmuştur. 6-9 dakikalar arasında kalp atım hızında % 40 oksijen alınımında düşüş olsa bile fark anlamlı değildir. % 21 oksijen alınımında da fark bulunamamıştır. 9-12 dk arası kalp atım hızı değerlerinde % 40 oksijen alınımında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmuştur. % 21 oksijen alınımında ise fark bulunamamıştır. Bu sonuçlar yukarıda tartıştığımız oksijenin kalp atım hızı toparlanmasına olan etkileri ile paralellik göstermiştir. Bu sonuçlara göre tartışılması gereken 9-12. dakikalar arası kalp atım hızında meydana gelen anlamlı farktır. Buradan düşünce bazında şöyle bir sonuç çıkarabiliriz. Egzersizin sonlanmasından itibaren kalp atım hızında düşüş gerçekleşmesi her iki koşulda da belli bir seviyeye kadar normaldir. Fakat 9. dakikadan itibaren de bu düşüşün sadece % 40 oksijen alınımında gerçekleşmiş olması oksijenin toparlanma periyodun laktasit evresinde de daha faydalı olduğunu göstermektedir. Oksijen borcunun büyük bir kısmı bu dönemde ödenir ve yarılanma süresi de 15 dakikadır. Bizim çalışmamız yüksek miktarda oksijen borçlanması meydana getiren bir egzersizdir. Bu durumu kalp atım hızı verilerinden de çıkartabiliriz. Egzersiz sonlandırılalı 12 dakika geçmiş olmasına

rağmen kalp atım hızları yaptığımız çalışmada ortalama % 21 oksijen alınımında 115 atım/dk, % 40 oksijen alınımında ise 112 atım/dk çıkmıştır. Hatta bazı deneklerde 12 dk sonunda kalp atım hızı 130 atım/dk olarak tespit edilmiştir. Bu kalp atım hızı değerleri normal bir egzersiz sonrası toparlanma periyoduna göre yüksektir ve oksijen borçlanması seviyesini göstermesi açısından önemlidir.

Oksijen takviyesini daha geniş bir yelpazeden bakarak tartışacak olursak değerlendirmemiz gereken birçok faktör vardır. Bunlardan biride oksijen takviyesi yapılan sporcuların yoğun olarak sahip olduğu kas fibril tipinin hangisi olduğudur. Yapılan çalışmalarda hızlı kasılan kas tipine (fast twitch) daha fazla sahip olan sporcuların, yani kısa mesafe atletlerinin, oksijen takviyesine diğer koşuculardan daha fazla ihtiyaç duydukları belirlenmiştir. Çünkü hızlı kasılan kaslar daha fazla laktat üretirler ve kan pH değerleri daha düşük çıkar. Çünkü bu kas tiplerinin oksijen kullanma kapasitesi yavaş kasılan kaslara (slow twithc) oranla daha düşüktür. Yavaş kasılan kaslarda myoglobin sayısı hızlı kasılan kaslara oranla daha fazladır. Öyleyse hızlı kasılan kas tipine sahip sporcular da oksijen yüklemesi daha faydalı olabilir.

Önceki çalışmalarda hyperoxia'nın toparlanma süreci üzerinde çelişkili sonuçlar ortaya koymuşlardır (Eibel ve ark., 1961, Garner ve ark., 1986, Robbins ve ark., 1982, Maeda ve Yasukouchi, 1997). Çelişkili sonuçlar ortaya çıkmasının en büyük sebebi olarak ta hyperoxic gazın etkilerinin çok büyük bir bireysel çeşitlilik ve farklılık göstermiş olduğu söylenebilir. Yakın zamanda Maeda ve Yasukouchi (1997) hyperoxic gaz solunumunun etkilerinin fiziksel uygunluğa bağlı olduğunu göstermişlerdir.

Nummela ve arkadaşlarının 2002 yılında yaptığı çalışmada inspire edilen oksijen oranı % 40'tı ve hızlı koşucular parasempatik sistemin toparlanma sürecinde hyperoxia'dan fayda sağlamış olabilirler. Bu durumun bir açıklaması da şu olabilir ki hyperoxia, fiziksel egzersizlerde catecholamine tepkilerini azaltıyor olabilir. Bu sayede kalp atım hızı düşüyor ve kalp atım hızındaki toparlanma süreci hızlandırılıyor (Hesse ve ark; 1981, Byrnes ve ark; 1984). Egzersizler vücutta catecholamine tepkilere neden olur ve hyperoxia'nın etkileri; dayanıklılık antrenmanları aynı, mutlak çalışma gücü veya maksimal çalışma gücünde catecholaminin etkilerini azaltmaya başladığı andan itibaren yavaş koşucular için daha küçük bir etki gösterebilir (Winder ve ark; 1978, Hickson ve ark; 1979).

Catecholamine tepkisi; egzersizle beraber sinir sisteminin solunum sayısını, kalp atım hızını ve vücut sıcaklığını catecholamine salgılayarak yükseltme işlemidir.

Adams ve Welch (1980) gösterdi ki, hypoxia ve hyperoxia solunum olayının hem de metabolik tepkilerin bir sonucu olarak, arterlerde (atardamarlarda) H^+ 'de (Hidrojen) önemli değişikliklere sebep olmaktadır. Buldukları sonuçlarda H^+ 'nin performans üzerinde önemli bir rolü olduğunu göstermişler ve hyperoxia'nın performans üzerindeki etkilerinin H^+ 'nin kontrol edilmesi ile ilişkili olduğunu öne sürmüşlerdir. Burada hidrojen (H^+) iyonunun önemi şu fizyolojik metabolizmadan kaynaklanabilir. Eğer dokuda oluşan H^+ iyonu bir tampon sistem tarafından alınmaz ise dokudan kana karbondioksit geçişi durur. H^+ iyonunun en önemli tampon maddesi de hemoglobindir.

BÖLÜM VI

SONUÇLAR ve ÖNERİLER

Sonuçlar

- 1-) Isınma sonrası 3 dk'lık periyotta verilen % 40 oksijen sonrası kalp atım hızında, % 21 oksijen alınımına göre düşüş çıkmıştır ve bu düşüş istatistiksel olarak anlamlıdır.
- 2-) % 40 oksijen alınımı sonrası elde edilen 4 x 400 metre koşu zamanlarının ortalaması, % 21 oksijen alınımına göre daha düşük çıkmıştır. Arada oluşan bu fark istatistiksel olarak anlamlıdır.
- 3-) Egzersiz sonrası kalp atım hızlarında % 40 oksijen alınması ve % 21 oksijen alınması arasında istatistiksel olarak herhangi bir fark çıkmamıştır.
- 4-) Dinlenme periyodu sonrası alınan kalp atım hızı değerlerinde % 40 oksijen alınması ve % 21 oksijen alınması arasında istatistiksel olarak herhangi bir fark bulunamamıştır.
- 5-) 4 x 400 metre sonrası 12 dakikalık toparlanma periyodunda % 40 oksijen alınması ile % 21 oksijen alınması arasında kalp atım hızlarının düşme oranında fark bulunmasına rağmen, bu fark istatistiksel olarak anlamlı değildir.
- 6-) 4 x 400 metre egzersizi sonrası 12 dakikalık toparlanma periyodu sırasında alınan kalp atım hızlarında % 40 oksijen alınması sonrası 0 – 3 dk, 3-6 dk ve 9-12 dk'lar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur.
- 7-) 4 x 400 metre egzersizi sonrası 12 dakikalık toparlanma periyodu sırasında alınan kalp atım hızlarında % 21 oksijen alınması sonrasında 0-3 dk ve 3-6 dk'lar arası istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur.

Öneriler

- 1-) Sportif müsabakaların dinlenme aralarında veya devre aralarında oksijen takviyesi kullanılmalı.
- 2-) Ülkemizde kullanılan soyunma odaları basık yerlerde olduğu ve yeterli havalandırma düzeneğine sahip olmadığı için buralarda ki oksijen yoğunluğu % 21'in altına düşebilecektir. Soyunma odalarına yüksek yoğunluklu oksijen verilerek daha etkili bir dinlenme ve toparlanma periyodu geçirilmelidir.
- 3-) Oksijen yüklemesi farklı spor branşlarındaki sporcular üzerinde denenmeli ve etkileri belirlenmelidir.
- 4-) Ülkemizde bu konuda yapılmış başka bir çalışma yoktur. Bu konu üzerinde ülkemizdeki spor bilimciler araştırma yapmalıdır.
- 5-) Spor biliminin tam olarak net bir görüş birliğine varamadığı oksijen yüklemesi alanında daha fazla çalışma yapılmalı ve bu konudaki soru işaretleri ortadan kaldırılmalıdır.
- 6-) Oksijen yüklemesi farklı çalışmalarda farklı dozlarda uygulanarak etkisi daha net orta konulmalıdır.
- 7-) Bizim yaptığımız çalışmada sınırlılıklarımızdan dolayı kalp atım hızı ve performans süreleri değerlendirilmiştir. Yapılacak olan diğer çalışmalarda daha fazla fizyolojik parametreye bakılmalıdır.
- 8-) Oksijen yüklemesi farklı fiziksel özelliklere sahip bireyler üzerinde de yapılmalıdır.
- 9-) Oksijen yüklemesi kas fibril tipleri farklı bireyler üzerinde yapılmalı ve aradaki farklara bakılmalıdır.
- 10-) Oksijen yüklemesi iyi antrene olmuş sporcularda yapıldığı gibi, oksijen iletim sistemleri tam olarak daha gelişmemiş diğer sporcularda da yapılmalıdır.
- 11-) Fizyolojik açıdan hyperoxia'nın etkilerinden sorumlu mekanizmalar tam olarak net olmadığı için bu konuda daha fazla araştırma ile bu belirsizlik ortadan kaldırılmalıdır.

12-) Tartışma kısmında belirttiğimiz H⁺ iyonu üzerinde çalışma yapmak önemli sonuçlar ortaya koyabilir.

13-) Oksijen yüklemesi yapılan çalışmalarda ısı, rüzgar, nem ve çalışma saati gibi değişkenler kontrol edilebilmelidir. Çalışmaların laboratuvar ortamında yapılması daha faydalı olabilir.

14-) Oksijen yüklemesi ile ilgili yapılacak olan çalışmalarda arterio venöz oksijen farkı belirlenmeli ve destek olarak verilen oksijenin faydası tespit edilmeye çalışılmalı.

15-) Oksijen saturasyonun fizyolojik yararları hakkında daha fazla çalışma yapılmalı

16-) Oksijen yüklemesi bayanlar üzerinde de yapılmalı ve etkilerinin farklı olup olmayacağı belirlenmeli.

17-) Acil enerji desteği olarak kullanılan myoglobin üzerinde oksijen yüklemesinin etkileri araştırılmalı.

18-) Oksijen yüklemesi çalışma öncesi ve dinlenme aralıklarında verildiği gibi egzersiz esnasında da verilmeli ve etkileri bulunmalıdır.

KAYNAKLAR

- 1) Adams R. P., Welch H.G., "Oxygen uptake acid-base status, and performance with varied inspired O₂ fractions". **J. Appl. Physiol.** 1980; 49: 863-868
- 2) Akgün, A., (2005). "Nitrik oksit yüklemesinin dayanıklılık performansı üzerine etkileri". **Yüksek Lisans Tezi**, Abant İzzet Baysal Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Bolu
- 3) Akgün, N(1986), **Egzersiz Fizyolojisi** 2. Baskı, İzmir
- 4) Applegate, E. A., Grivetti, L.E., "Search For The Competitive Edge: A History of Dietary Fads and Supplements". **The Journal of Nutrition.** 1997; 127 (5), 869-873.
- 5) Astrand, P. U., Rodahl, K. (1986). **Textbook of Work Physiology: Physiological Bases of Exercise**, Mc Grow Hill Book Company U.S.A
- 6) Bompa T.O., **Antrenman Kuramı ve Yönetimi**,(Çeviri: İ.Keskin,A.Burcu Tuner, Küçükgöz. H, Bağırhan. T) Bağırhan yayım evi-Anakara-2003
- 7) Bonci, L., Energy Drinks: "Help, Harm or Hype" **Sport Science Exchange**". 2002; 15 (1).
- 8) Bowers, R.W., Fox, E.L. (1988) **Sports physiology**, 3rd edition, Dubuque, Iowa: Wm.C. Brown Publishers, S.12-35 , 211-215.
- 9) Braun, P. (1985): "Physiology treatment and hypothermia". **Medicine Sci. Sport.** 19:140-148.
- 10) Byrne-Quinn, E., Weil, J.V., Sadal, I.E., Filey,G.F., Grover,R.F.(1971). "Ventilatory control in the athlete". **J.Apply.Physiol.**, 30 (1): 91-98.

- 11) Byrnes, W.C., Mihevich, P.S., Freedson P.S., Horwath S.M. "Submaximal exercise quantified as a percent of normoxic and hyperoxic maximum oxygen uptakes". **Med. Sci. Sports Exerc.** 1984; 16: 572-577.
- 12) Christopher, GRP., Julie, R., Wendy, P., Brian, A.W. "Effects of Hyperoxic Training on Performance and Cardiorespiratory Response to Exercise". **Medicine Science in Sports and Exercise.** 2005; 37 (7): 1175-1179
- 13) Çimen, O.,(1996)."Enerji ve enerji sistemleri". G.Ü. **Sağlık Bilimleri Enstitüsü Yayınlanmış Araştırma Semineri**, Ankara.
- 14) Dempsey, J.A., Hanson, P.G., Henderson, K.S. "Exercise induced arterial hypoxaemia in healthy human subjects at sea level". **J. Physiol (London)** 1984; 355: 161-175
- 15) Devries, H.A.(1986). **Physiology of exercise for Physical Education and Athletics.** WMC Brown Publishers, OIWA.
- 16) Eibel R.P., Ormand D, "Some effects of breathing oxygen before and after exercise. **J. Appl. Physiol.** 1961; 16: 48-52.
- 17) Ergen, E., Demirel, H., Güner, R., Turnagöl, H., Başoğlu, S., Zergeroğlu, A.M., (2002). **Egzersiz fizyolojisi**, Nobel yayınları, Ankara.
- 18) Ergen, E, ve Diğ., (1993). Spor Fizyolojisi, **Anadolu Üniv. Yayını**, No: 584, Eskişehir.
- 19) Fox, Ej et al (1988): **The Physiological Basis of Physical Education and Athletics.** 4 th edition, Saunders College Publishing, Philadelphia.
- 20) Fox, E., Bowes, R., Foss, M., 1989. **The physiologie of physical education and Athletics.** Dubuque, IA.
- 21) Fox, S.I. (1990). **Human Anatomy and Physiology**, 5th edition, Dubuque, Iowa: Wm. C. Brown Publishers, S.593-630.

- 22) Gomes, M.R., Trapegui, J. (2000) "Relation of same nutritional supplements and physical performance" 50 (4) : 317-329.
- 23) Gorner R.P., Powers S.K., Church G, " Effects of hypoxia and hyperoxia and ventilatory kinetics during recovery from exercise". **Avi Space Environ Med.** 1986; 57: 1165-1169.
- 24) Guyton, A.C., (1989). **Textbook of Medical Physiology**, (Çeviri:Gökhan N, Çavuşoğlu.H) 3.baskı İstanbul.
- 25) Günay, M, (1995) "Egzersiz fizyolojisi ders notları", **G.Ü, Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulu**, Ankara.
- 26) Günay, M., (1999) **Egzersiz Fizyolojisi**, Bağırhan Yayınevi, Ankara.
- 27) Güneş, Z., (1998) **Spor ve Beslenme Antrenör ve Sporcu El Kitabı**, Ankara: Bağırhan Yayınevi.
- 28) Hekimoğlu, A., "Terapötik gazlar: Oksijen, karbondioksit, nitrik oksid ve helyum". **Dicle Tıp Dergisi**, 2007. Cilt: 34, Sayı: 1, (61-69).
- 29) Hesse, B., Kanstrup, I.L., Christensen, N.J., Ingerman, H.T., Hansen, J.F., Halkjaer, K.J., Petersen F.B., "Reduced norepinephrine response dynamic exercise in human subjects during O₂ breathing". **J. Appl. Physiol.** 1981; 51: 176-178.
- 30) Hickson, R.C., Conle, R.K., Ehsani, A.A., Winder, W.W., " Effects of on hormonal responses to exercise in competitive swimmers". **Eur. J. Appl. Physiol.** 1979; 41: 211-219.
- 31) Hughson, R.L., Kowalchuk, J.M., "Kinetics of oxygen uptake for submaximal exercise in hyperoxia, normoxia, and hypoxia". **Can. J. Appl. Physiol.** 1995; Jun; 20(2): 198-210.
- 32) Kalyon, T.A. (1994): **Spor Hekimliği**, 2. Baskı, GATA. Basımevi, Ankara.
- 33) Karakaş, E.S. (1987): **Sporcu Sağlığı**, Kayseri.

- 34) Karbek, K. (1990), **Biyoloji, Ant.** Yayınları, Ankara.
- 35) Katz, A., Sahlin, K., "Regulation of lactate acid production durin exercise". **J. Appl. Physiol.** 1988; 65: 509-518.
- 36) Kaufmann, D., Swenson, E., Fencel, J., Lucas, A. (1974). "Pulmonary function of marathon runners". **Med. Sci. Sports Exerc.** 6(2): 114-117.
- 37) Kayhan, Z., **Klinik Anestezi**, Logos Yayıncılık, (2006) İstanbul
- 38) Kin, A. (1994). "400 m koşusu ve enerji". **H.Ü, Atletizm Bilim ve Teknik Dergisi**, 13:37-39.
- 39) Linnarsson, D. "Dynamics of pulmonary gas exchange and heart rate changes at start and end of exercise". **Acta. Physiol. Scand. Supplement.** 1974; 41: 51-68.
- 40) Maeda, T., Yasukouchi, A. "Blood lactate disappearance during breathing hyperoxic gas after exercise in two fitness group on the work load at fixed % 70 VO_{2max} ". **Appl. Human Sci.** 1997; 16: 249-255.
- 41) Martin, B.J., Sparks, K.E., Zwillich, C.W., Weil, J.V. (1979). "Low exercise ventilation in endurance athletes". **Med. Sci. Sports Exerc.**, 11 (2): 181-185.
- 42) McArdle, W.D., Katch, F.I., Katch, V.L. (1981) **Exercise physiology, Energy, Nutrition and Human Performance**, Philadelphia : Lea and Febiger, S. 63-80.
- 43) McDougall, J.D. ve arkadaşları (1977) "Muscle glicogen repletion after high-intensity intermittent exercise". **J. Appl. Physiol.: Respirat. Environ. Exercise physiol.**, 42: 129-132.
- 44) Noyan, A., (2003). **Yaşamda ve Hekimlikte Fizyoloji**, Meteksan A.Ş., Ankara.

- 45) Partice, T., Dieudonne, W., Emmanuel, B., Jean R L., David, G. "Hyperoxia during recovery from consecutive anaerobic exercises in the sickle cell trait". **European Journal of Applied Physiology**. Volume 71, Numbers 2-3 / 253-258 March, 1995.
- 46) Pehlivan, A., (2005). **Sporda Beslenme**, İstanbul: Morpa Kültür yayınları Ltd.Ş.
- 47) Peltonen, J.E., Tikkanen, H.O., Ritola JJ, Ahotupa, M., Rusko, H.K. "Oxygen uptake response during maximal cycling in hyperoxia, normoxia and hypoxia" **Aviat Space Environ Med**. 2001 Oct; 72 (10): 904-11.
- 48) Powers, S.K., Howley, E.T. (1990). **Exercise physiology. Theory and Application to Fitness and Performance**, Dubuque, Iowa: Wm. C. Brown Publishers, S.54-57.
- 49) Prieur, F., Benoit, H., Busso, T., Castells, J., Geyssant, A., Denis, C. "Effects of moderate hyperoxia on oxygen consumption during submaximal and maximal exercise". **Eur Journal Appl Physiol.**, 2002. Dec; 88(3): 235-242.
- 50) Robbins, M.K., Gleeson, K., Zwillich, C.W., "Effects of oxygen breathing following submaximal and maximal exercise on recovery and performance". **Med. Sci. Sports. Exerc.** 1992; 24: 720-725.
- 51) Soon-Cheol, C., Sunao, I., Gye, R.T., Jeong, H.Y., Ji-Hye, Y., Ji-Hun, K."Effect of 30% Oxygen Administration on Verbal Cognitive Performance, Blood Oxygen Saturation and Heart Rate". **Applied Psychophysiology and Biofeedback**. Volume 31, Number 4 / December, 2006.
- 52) Sönmez, G.T., **Egzersiz ve Spor Fizyolojisi**, Ata ofset matbaacılık 2002.
- 53) Şenel, Ö., Güler, D., Kaya, İ., Ersoy, A., Kürkçü, R., "Farklı Ferdi Branşlardaki Üst Düzey Türk Sporcuların Ergojenik Yardımcılara Yönelik Bilgi ve Yararlanma Düzeyleri". **Spormetre Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi**, 2004, II (2) 41- 47.
- 54) Tuncel, N.(1994): "**Anadolu Üniversitesi Yayını**", No: 493, Eskişehir.

- 55) Türk, S. (2007). “ L-arginin yüklemesinin genç futbolcularda aerobik ve anaerobik kapasite üzerine etkisi”. **Yüksek Lisans**, Abant İzzet Baysal Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Bolu.
- 56) Winder, W.W., Hagberg, J.M., Hickson, R.C., Ehsani, A.A., Melone, A.J., “ İme course of sympathoadrenal adaptation to endurance exercise training in man”. **J. Appl. Physiol**: 1978: 45: 370-374.
- 57) Winter, F.D., Jr, Snell, P.G., Stray-Gundersen, J. “Effects of 100% oxygen on performance of professional soccer players”. **The journal of the American Medical Association**. 1989; Nov, 17; (19): 262-263.
- 58) Wilmore, J.H., Costil, D.C. (1994). **Physiology of Sport and Exercise**, Champaign, IL: Human Kinetics, S. 92-104.

Denek izin ve Bilgi Formu

Abant İzzet Baysal Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulu'nda yüksek lisan öğrencisi İsmail ÖZDEMİR ve Yrd. Doç. Dr. H.Birol YALÇIN tarafından yapılacak olan “Oksijen yüklemesinin aktif sporcularda performansa ve toparlanmaya etkisi ” konulu araştırma projesine denek olarak kendi isteğimle katılmaktayım.

Bu çalışmanın amacı Oksijen yüklenmesinin aktif spor yapan sporcularda performansa ve toparlanmaya etkisini belirlemektir. İsmail ÖZDEMİR bana oksijen yüklemesinin anerobik performans egzersizleri, üzerine inceleme yaparak, fizyolojik parametreler hakkında gerekli açıklamaları yaptı. Oksijen yüklemesinin ne gibi etkileri olacağını, nasıl alınacağını ne gibi etkiler yapabileceği ve ölçümlerin nasıl uygulanacağı konusunda bilgi sahibi olmamı sağladı.

Yapılacak çalışma kapsamında kendi isteğimle katılacak olduğum araştırma safhaları şunlardır:

- Atletizm pistinde 4 x 400 m maksimal testine tabi tutulacağım.
- 4 x 400 m testinin dinlenme aralıklarında nazal kanül ile 5 lt/dk hızında % 40 O₂ alacağım.
- Daha sonra 4 x 400 metre testinin sonunda 12 dk boyunca nazal kanül ile 5 lt/dk hızında % 40 O₂ alacağım.

Bu çalışmaya katılmamdan dolayı aşağıda belirtilen sağlık sorunlarının ortaya çıkabileceği İsmail ÖZDEMİR tarafından bana anlatılmış ve açıklanmıştır.

1. Çalışma esnasında aşırı zorlanmaların yol açabileceği kas çekmesi, zorlanması veya yırtılması olabilir.
2. Yorgunluğa bağlı olarak kişi psikolojik ve fizyolojik olumsuz durumlarla karşı karşıya kalabilir.

Bu çalışmaya katılmamın bana herhangi bir maddi katkısı olmadığını biliyorum.

Bu çalışmayla ilgili katılım bilgilerinin isteğim dışında ve aleyhimde kullanılmayacağını biliyorum.

Bu çalışmayı ilgilendiren herhangi bir konuda soru sormak istediğimde İsmail ÖZDEMİR ve Yrd. Doç. Dr. H .Biol YALÇIN'a kolayca ulaşabileceğimi ve onlardan gerekli cevapları alabileceğimi biliyorum.

Araştırmayı uygulayan : Yüksek lisans öğr.İsmail Özdemir

Araştırmayı Yürüten : Yrd. Doç. Dr. H.Biol YALÇIN

Araştırmaya katılan denek :

imza

01.07.2008

VERİ TOPLAMA FORMU

Denek No : %40 % 21
☐ ☐

Yaş :
Kilo :
Boy :
Sporcu Özgeçmiş :

Hangi sıklıkla spor :

Dinlenik KAH :

Isına sonrası KAH :

O₂ sonrası KAH :

SÜRE/sn

1.400 sonrası KAH :

1.400 :

1.400 dinlenme s. KAH :

2.400 sonrası KAH :

2.400:

2.400 dinlenme s. KAH :

3.400 sonrası KAH :

3.400:

3.400 dinlenme s. KAH :

4.400 sonrası KAH :

4.400:

KAH

3dk :

6dk :

9dk:

12dk:

VERİ TOPLAMA FORMU

Denek No : 14 % 40 % 21
Yaş : 20 ☐ ☐
Kilo : 62
Boy : 179
Sporcu Özgeçmiş : 4 yıl

Hangi sıklıkla spor : Haftada 4 gün

Dinlenik KAH : 68

Isına sonrası KAH : 118

O₂ sonrası KAH : 104

SÜRE/sn

1.400 sonrası KAH : 187

1.400 : ...59,51

1.400 dinlenme s. KAH : 126

2.400 sonrası KAH : 179

2.400: ..74,15 ..

2.400 dinlenme s. KAH : 128

3.400 sonrası KAH : 180

3.400: ...77,30..

3.400 dinlenme s. KAH : 127

4.400 sonrası KAH : 180

4.400: ...78,31...

KAH

3dk : 121

6dk : 117

9dk: 114

12dk: 109

