



**FARKLI ŞİDDETE UYGULANAN
DİRENÇ ANTRENMANLARININ OKSİDATİF STRES
VE BİYOKİMYASAL PARAMETRELERE ETKİSİNİN
KARŞILAŞTIRILMASI**

Hayriye ÇAKIR

**Aralık 2006
DENİZLİ**

**FARKLI ŞİDDETTE UYGULANAN
DİRENÇ ANTRENMANLARININ OKSİDATİF STRES
VE BİYOKİMYASAL PARAMETRELERE ETKİSİNİN
KARŐILAŐTIRLMASI**

**Pamukkale Üniversitesi
Sağlık Bilimleri Enstitüsü
Yüksek Lisans Tezi
Antrenman ve Hareket Anabilim Dalı**

Hayriye ÇAKIR

**Danışmanlar: Yard. Doç. Dr. Nihat GÜNDÜZ
Doç. Dr. Süleyman DEMİR**

**Aralık 2006
DENİZLİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ ONAY FORMU

Hayriye ÇAKIR tarafından Yard. Doç. Dr. Nihat GÜNDÜZ ve Doç. Dr. Süleyman DEMİR yönetiminde hazırlanan “**Farklı Şiddette Uygulanan Direnç Antrenmanlarının Oksidatif Stres ve Biyokimyasal Parametrelere Etkisinin Karşılaştırılması**” başlıklı tez tarafımızdan okunmuş, kapsamı ve niteliği açısından bir Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

.....
Jüri Başkanı

.....
Jüri Üyesi (Danışman)

.....
Jüri Üyesi (Danışman)

.....
Jüri Üyesi

.....
Jüri Üyesi

Pamukkale Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun
.../.../..... tarih ve sayılı kararıyla onaylanmıştır.

Doç. Dr. A.Çevik TUFAN
Müdür

TEŞEKKÜR

Bu çalışmanın gerçekleştirilebilmesi için bana destek veren, bana inanan ve danışmanlığımı yapmayı kabul eden Spor Bilimleri ve Teknolojisi Yüksekokulu Öğretim Üyesi Sayın **Yard. Doç Dr. Nihat GÜNDÜZ** hocama, bilgisini ve tecrübesini benimle paylaşan ve bana güvenen Tıp Fakültesi Biyokimya Anabilim Dalı Öğretim Üyesi Sayın **Doç Dr. Süleyman DEMİR** hocama, laboratuvar analizlerinin gerçekleştirilmesinde büyük emeği olan Biyokimya Anabilim Dalı Araştırma Görevlisi **Raziye Didem PINARBAŞILI**' ya teşekkür ederim.

Bu çalışmaya verdikleri emekten ve bana verdikleri destekten ötürü meslektaşlarım ve arkadaşlarım **Piray ATSAK, Hüseyin GÖKÇE** ve **Meltem DEMİRKOL**'a, çalışmaya gönüllü olarak katılan ve severek çalışmayı tamamlayan sevgili öğrencilerime, manevi desteğini esirgemeyen uzaktaki değerli hocalarım **Rıdvan ÇOLAK, Alper AŞÇI, Tahir HAZIR** ve **Şenay KOPARAN**'a, her zaman yanımda olan, tüm kaprislerime katlanan, maddi, manevi desteğini esirgemeyen **aileme** ve **eşim Erdal**'a gönülden teşekkür ederim.

Bu tez, Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyonu tarafından desteklenen, 2006-SBE-001 nolu proje kapsamında gerçekleştirilmiştir.

Bu tezin tasarımı, hazırlanması, yürütülmesi, araştırılmalarının yapılması ve bulgularının analizlerinde bilimsel etiğe ve akademik kurallara özenle riayet edildiğini; bu çalışmanın doğrudan birincil ürünü olmayan bulguların, verilerin ve materyallerin bilimsel etiğe uygun olarak kaynak gösterildiğini ve alıntı yapılan çalışmalara atfedildiğini beyan ederim.

İmza :
Öğrenci Adı Soyadı : Hayriye ÇAKIR

ÖZET

FARKLI ŞİDDETE UYGULANAN DİRENÇ ANTRENMANLARININ OKSİDATİF STRES VE BİYOKİMYASAL PARAMETRELERE ETKİSİNİN KARŞILAŞTIRILMASI

Çakır, Hayriye
Yüksek Lisans Tezi, Antrenman ve Hareket ABD
Tez Yöneticileri: Yard. Doç. Dr. Nihat GÜNDÜZ ve
Doç. Dr. Süleyman DEMİR

Aralık 2006, 77 Sayfa

Anaerobik egzersiz olarak kabul edilen direnç egzersizlerinin oksidatif stres üzerine etkisini inceleyen çalışma sayısının az oluşu dikkatimizi bu konuya yoğunlaştırmamıza neden oldu. Bu araştırmanın amacı; düzenli olarak uygulanan farklı şiddetteki direnç antrenmanlarının oksidatif stres ve biyokimyasal parametrelere etkisinin karşılaştırılmasıdır. Araştırmaya, daha önceden hiç direnç antrenmanı yapmamış 20-28 yaşları arasında 16 sağlıklı erkek gönüllü olarak katılmıştır. Altı haftalık ve altı hareketten oluşan direnç antrenman programına başlamadan önce deneklere hareketler öğretilmiş ve deneklerin bir defada kaldırabildikleri maksimal yük (1RM) Brzycki formülüne göre hesaplanmıştır. Rasgele iki gruba ayrılan denekler; birinci grup 1RM'nin %70 şiddeti ile 12 tekrar sayısında ve 3 set, setler arasında 90 saniye dinlenerek, ikinci grup 1RM'nin %85 şiddeti ile 6 tekrar sayısında ve 3 set, setler arasında 180 saniye dinlenerek direnç antrenmanlarını uygulamıştır. Birinci haftanın başında, dördüncü ve altıncı haftaların sonunda direnç antrenmanından önce ve sonra olmak üzere deneklerden toplam 6 kez kan alınmıştır. Alınan kan örneklerinde GSH, MDA, Fe, UIBC, Hb ve RBC incelenmiştir. İstirahat durumunda ölçülen GSH enzim aktivitesinin altıncı haftanın sonunda her iki grupta arttığı ancak sadece birinci gruptaki artışın anlamlı olduğu bulunmuştur. Yüzde değişim oranları karşılaştırıldığında gruplar arasında anlamlı fark bulunmamıştır. İstirahat durumunda ölçülen MDA seviyesinin dördüncü haftanın sonunda her iki grupta azaldığı ve meydana gelen azalmanın iki grupta anlamlı olduğu bulunmuştur. Yüzde değişim oranları karşılaştırıldığında gruplar arasında anlamlı fark bulunmamıştır. Fe, UIBC seviyelerinin altıncı hafta her iki grupta direnç antrenmanından hemen sonra arttığı bulunmuştur. Birinci, dördüncü ve altıncı haftalarda Hb ve RBC seviyelerinin her iki grupta direnç antrenmanından hemen sonra arttığı fakat sadece birinci gruptaki artış anlamlı olduğu bulunmuştur. Sonuç olarak; akut süreçte farklı etkilere neden olsa da, her iki antrenmanın kronik süreçte benzer etkilere neden olduğunu ve düzenli uygulanan direnç antrenmanlarının oksidatif stresi azalttığını söyleyebiliriz.

Anahtar kelimeler: oksidatif stres, direnç antrenmanı, anaerobik egzersiz, indirgenmiş glutatyon (GSH), malondialdehid (MDA), demir (Fe), doymamış demir bağlama kapasitesi (UIBC), hemogloblin (Hb) ve kırmızı kan hücreleri (RBC)

ABSTRACT**COMPARISON EFFECTS OF RESISTANCE EXERCISE TRAINING
PERFORMED AT DIFFERENT INTENSITIES ON OXIDATIVE STRESS AND
BIOCHEMICAL PARAMETERS****Çakır, Hayriye****M.Sc. Thesis in Training and Movement****Supervisors: Asist. Prof. Dr. Nihat GÜNDÜZ and****Assoc. Prof. Dr. Süleyman DEMİR****December 2006, 77 Pages**

There are not many studies about the effects of resistance exercise training, considered as anaerobic exercise, on oxidative stress. The aim of this study is to compare the effects of chronic resistance exercise training performed at different intensities on oxidative stress and biochemical parameters. A number of sixteen healthy male subjects between the age of 20 and 28, who had not performed the resistance training or weight lifting before, volunteered to participate to this study. Before starting the study, the subjects were familiarized resistance training including 6 exercises and subject's one repetition maximum strength (1RM) was determined according to Brzycki formula. The subjects were randomly divided in two groups; the first group performed 3 sets of 12 repetitions at 70% intensity of their predetermined 1RM, with 90 seconds rest between sets, and the second group performed 3 sets of 6 repetitions at 85% intensity of their predetermined 1RM, with 180 seconds rest between sets. All subjects performed the resistance training three times weekly on nonconsecutive days for six weeks. The blood samples were obtained before the resistance training and immediately after the resistance training at the beginning of the first week, at the end of the fourth and the sixth weeks and were analyzed for GSH, MDA, Fe, UIBC, Hb and RBC. After six week-resistance training in rest status GSH elevated, but this raise was significant only in the first group. Comparison the percentage of alteration rate, there was no significant difference between groups. At the end of the fourth week MDA lowered in both groups and this decrease was significant for chronic effects in both groups. Comparison the percentage of alteration rate, there was no significant difference between groups. At the sixth week, immediately after resistance training Fe and UIBC elevated significantly in both groups. At the first week, at the fourth week and at the sixth week immediately after resistance training Hb and RBC elevated significantly only in the first group not in the second group. In conclusion we may say that although having different effects after acute resistance training, both training programe have the similar effects in chronic process and chronic resistance exercise training decreases oxidative stress.

Key words: oxidative stress, resistance exercise training, anaerobic exercise, reduced glutathione (GSH), malondialdehyde (MDA), iron (Fe), unsaturated iron binding capacity (UIBC), hemoglobin (Hb) and red blood cells (RBC)

İÇİNDEKİLER

İÇİNDEKİLER	ix
ŞEKİLLER VE GRAFİKLER DİZİNİ	xi
TABLolar DİZİNİ	xiii
SİMGELER ve KISALTMALAR	xiv
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER ve LİTERATÜR TARAMA	3
2.1 Reaktif Oksijen Türleri (ROS) ve Oksidatif Stres	3
2.1.1 Reaktif Oksijen Türleri (ROS)	3
2.1.2 Serbest Radikal Reaksiyon Zinciri	4
2.1.3 Serbest Radikal Kaynakları	5
2.1.3.1 Elektron Transport Zinciri (ETZ)	5
2.1.3.2 Enzimatik Tepkimeler	6
2.1.3.3 Enzimatik Olmayan Tepkimeler	6
2.1.3.4 Dış Etkenler	6
2.1.4 Oksidatif Stres	7
2.1.5 Oksidatif Stresin Biyolojik Etkileri ve Hücre Hasarı	7
2.2. Antioksidan Savunma Sistemi	8
2.2.1 Enzimatik Antioksidan Savunma Sistemleri	8
2.2.1.1 Superoksid Dismutaz (SOD)	9
2.2.1.2 Katalaz (CAT)	9
2.2.1.3 Glutasyon Peroksidaz (GPX)	9
2.2.2 Enzimatik Olmayan Antioksidan Savunma Sistemleri	10
2.2.2.1 Biyolojik Antioksidanlar	10
2.2.2.2 Metal İyonlarının Etkisizleştirilmesini Sağlayan Antioksidanlar	11
2.3 Egzersiz ve Direnç Antrenmanları	11
2.3.1 Direnç Antrenmanı Çalışma Şekilleri	12
2.3.2 Direnç Antrenmanlarının Bileşenleri	12
2.3.2.1 Antrenmanın Şiddeti	12
2.3.2.2 Antrenmanın Kapsamı	13
2.3.2.3 Antrenmanın Sıklığı	13
2.3.3 Direnç Antrenmanlarının Bileşenleri Arasındaki İlişki	13
2.4. Egzersiz ve Oksidatif Stres	15
2.5 Direnç Antrenmanlarının Oksidatif Stres Üzerine Etkisi	18
2.6 Egzersiz ve Kan Parametreleri	20
3. MATERYAL ve METOT	22
3.1 Araştırma Grubu	22
3.2 Verilerin Toplanması	22
3.2.1 Fiziksel Özelliklerin Ölçümü	22
3.2.2 Direnç Antrenmanlarında Kullanılan Hareketlerin Teknik Öğretimi	23
3.2.3 Araştırmanın Başında Deneklerin Maksimal Kuvvetlerinin Belirlenmesi ..	25
3.2.4 Kan Örneklerinin Alınması	26
3.2.5 Direnç Antrenmanlarının Uygulanması	26
3.2.6 Araştırmanın Sonunda Deneklerin Maksimal Kuvvetlerinin Belirlenmesi	27
3.2.7 Eritrositlerde İndirgenmiş Glutasyon (GSH) Ölçümü	27
3.2.8 Plazmada Lipid Peroksidasyon – Malondialdehit (MDA) Ölçümü	28
3.2.9 Biyokimyasal Parametrelerin Analizi	28
3.3 Verilerin Değerlendirilmesi	28

4. BULGULAR	29
4.1 1RM'nin %70 ve %85 şiddetlerinde uygulanan direnç antrenmanlarının maksimal kuvvete etkilerinin karşılaştırılması.....	30
4.2 1RM'nin %70 ve %85 şiddetlerinde uygulanan direnç antrenmanlarının GSH üzerine akut etkilerinin karşılaştırılması.....	33
4.3 1RM'nin %70 ve %85 şiddetlerinde uygulanan direnç antrenmanlarının MDA üzerine akut etkilerinin karşılaştırılması.....	35
4.4 1RM'nin %70 ve %85 şiddetlerinde uygulanan direnç antrenmanlarının Fe ve UIBC üzerine akut etkilerinin karşılaştırılması.....	36
4.5 1RM'nin %70 ve %85 şiddetlerinde uygulanan direnç antrenmanlarının Hb ve RBC üzerine akut etkilerinin karşılaştırılması.....	38
4.6 1RM'nin %70 ve %85 şiddetlerinde uygulanan direnç antrenmanlarının GSH üzerine kronik etkilerinin karşılaştırılması.....	42
4.7 1RM'nin %70 ve %85 şiddetlerinde uygulanan direnç antrenmanlarının MDA üzerine kronik etkilerinin karşılaştırılması.....	43
4.8 1RM'nin %70 ve %85 şiddetlerinde uygulanan direnç antrenmanlarının Fe ve UIBC üzerine kronik etkilerinin karşılaştırılması.....	43
4.9 1RM'nin %70 ve %85 şiddetlerinde uygulanan direnç antrenmanlarının Hb ve RBC üzerine kronik etkilerinin karşılaştırılması.....	44
5. TARTIŞMA	45
6. SONUÇ	53
7. KAYNAKLAR	55
8. ÖZGEÇMİŞ	63

ŞEKİLLER ve GRAFİKLER DİZİNİ

Şekil 2.1 Oksijen molekülünün elektron sayısı ve oluşan oksidan moleküller	3
Şekil 2.2 Elektron Transport Zincirinde ROS üretimi	5
Şekil 2.3 Serbest radikal hasarına karşı enzimatik savunma sistemi	10
Şekil 2.4 Şiddet ve kapsam arasındaki ilişki	14
Grafik 4.1 Birinci grup maksimal kuvvet değerlerindeki değişim.	30
Grafik 4.2 İkinci grup maksimal kuvvet değerlerindeki değişim.	31
Grafik 4.3 1RM'nin %70 ve %85 şiddetlerinde uygulanan direnç antrenmanlarının birinci hafta GSH üzerine akut etkileri.....	33
Grafik 4.4 1RM'nin %70 ve %85 şiddetlerinde uygulanan direnç antrenmanlarının dördüncü hafta GSH üzerine akut etkileri.....	34
Grafik 4.5 1RM'nin %70 ve %85 şiddetlerinde uygulanan direnç antrenmanlarının altıncı hafta GSH üzerine akut etkileri.....	34
Grafik 4.6 1RM'nin %70 ve %85 şiddetlerinde uygulanan direnç antrenmanlarının birinci hafta MDA üzerine akut etkileri.....	35
Grafik 4.7 1RM'nin %70 ve %85 şiddetlerinde uygulanan direnç antrenmanlarının dördüncü hafta MDA üzerine akut etkileri.....	35
Grafik 4.8 1RM'nin %70 ve %85 şiddetlerinde uygulanan direnç antrenmanlarının altıncı hafta MDA üzerine akut etkileri.....	36
Grafik 4.9 1RM'nin %70 ve %85 şiddetlerinde uygulanan direnç antrenmanlarının birinci hafta Fe üzerine akut etkileri.....	36
Grafik 4.10 1RM'nin %70 ve %85 şiddetlerinde uygulanan direnç antrenmanlarının birinci hafta UIBC üzerine akut etkileri.....	36
Grafik 4.11 1RM'nin %70 ve %85 şiddetlerinde uygulanan direnç antrenmanlarının dördüncü hafta Fe üzerine akut etkileri.....	37
Grafik 4.12 1RM'nin %70 ve %85 şiddetlerinde uygulanan direnç antrenmanlarının dördüncü hafta UIBC üzerine akut etkileri.....	37
Grafik 4.13 1RM'nin %70 ve %85 şiddetlerinde uygulanan direnç antrenmanlarının altıncı hafta Fe üzerine akut etkileri.....	38
Grafik 4.14 1RM'nin %70 ve %85 şiddetlerinde uygulanan direnç antrenmanlarının altıncı hafta UIBC üzerine akut etkileri.....	38
Grafik 4.15 1RM'nin %70 ve %85 şiddetlerinde uygulanan direnç antrenmanlarının birinci hafta Hb üzerine akut etkileri.....	38
Grafik 4.16 1RM'nin %70 ve %85 şiddetlerinde uygulanan direnç antrenmanlarının birinci hafta RBC üzerine akut etkileri.....	38
Grafik 4.17 1RM'nin %70 ve %85 şiddetlerinde uygulanan direnç antrenmanlarının dördüncü hafta Hb üzerine akut etkileri.....	39
Grafik 4.18 1RM'nin %70 ve %85 şiddetlerinde uygulanan direnç antrenmanlarının dördüncü hafta RBC üzerine akut etkileri.....	39
Grafik 4.19 1RM'nin %70 ve %85 şiddetlerinde uygulanan direnç antrenmanlarının altıncı hafta Hb üzerine akut etkileri.....	40
Grafik 4.20 1RM'nin %70 ve %85 şiddetlerinde uygulanan direnç antrenmanlarının altıncı hafta RBC üzerine akut etkileri.....	40
Grafik 4.21 1RM'nin %70 ve %85 şiddetlerinde uygulanan direnç antrenmanlarının GSH üzerine kronik etkileri.....	42
Grafik 4.22 1RM'nin %70 ve %85 şiddetlerinde uygulanan direnç antrenmanlarının MDA üzerine kronik etkileri.....	43
Grafik 4.23 1RM'nin %70 ve %85 şiddetlerinde uygulanan direnç antrenmanlarının Fe üzerine kronik etkisi	43

Grafik 4.24 1RM'nin %70 ve %85 şiddetlerinde uygulanan direnç antrenmanlarının UIBC üzerine kronik etkisi.....	43
Grafik 4.25 1RM'nin %70 ve %85 şiddetlerinde uygulanan direnç antrenmanlarının Hb üzerine kronik etkisi.....	44
Grafik 4.26 1RM'nin %70 ve %85 şiddetlerinde uygulanan direnç antrenmanlarının RBC üzerine kronik etkisi.....	44

TABLOLAR DİZİNİ

Tablo 2.1 Reaktif oksijen partikülleri	4
Tablo 2.2 Reaktif Oksijen Türlerin enzimatik olmayan kaynakları	6
Tablo 2.3 Direnç egzersizleri için şiddet bölgeleri	13
Tablo 2.4 1RM% ve tekrar sayıları arasındaki ilişki	14
Tablo 2.5 Antrenman hedefine bağlı olarak yük, tekrar sayılarının ve set sayılarının belirlenmesi	14
Tablo 3.1 Araştırmaya katılan deneklerin kayıtlı oldukları bölüm ve programlar.....	22
Tablo 3.2 Araştırmaya katılan deneklerin fiziksel özellikleri	23
Tablo 3.3 Direnç antrenmanlarında kullanılan hareketler, hareketlerin uygulanması sırasında kullanılan kas grupları ve uygulanış biçimi	24
Tablo 3.4 Birinci ve İkinci grubun direnç antrenmanlarını uygulama süreleri.....	27
Tablo 3.5 Birinci ve İkinci grubun 6 hareket için ortalama kapsam değerleri	27
Tablo 4.1 Birinci ve ikinci grubun direnç antrenman programına başlamadan önce ve direnç antrenman programından sonra belirlenen maksimal kuvvet değerleri.....	30
Tablo 4.2 Birinci ve ikinci grubun GSH, MDA, Fe, UIBC, Hb ve RBC ait tanımayıcı bilgiler.....	32
Tablo 4.3: Birinci grubun istirahat durumunda ölçülen GSH, MDA, Fe, UIBC, Hb ve RBC ait tanımayıcı bilgiler.....	41
Tablo 4.4: İkinci grubun istirahat durumunda ölçülen GSH, MDA, Fe, UIBC, Hb ve RBC ait tanımayıcı bilgiler.....	41

SİMGELER VE KISALTMALAR

ROS	: Reaktif Oksijen Türleri
$O_2\bullet^-$: Superoksid anyon radikali
$OH\bullet$: Hidroksil radikali
H_2O_2	: Hidrojen peroksid
ETZ	: Elektron Transport Zinciri
NAD	: Nikotinamid adenin dinükleotid
FAD	: Flavin adenin dinükleotid
NADPH	: İndirgenmiş "nikotinamid adenin dinükleotid fosfat-NADP"
SOD	: Superoksid dismutaz
CAT	: Katalaz
GPX	: Glutasyon peroksidaz
GR	: Glutasyon redüktaz
MDA	: Malondialdehid
GSH	: İndirgenmiş glutasyon
GSSG	: Yükseltgenmiş glutasyon
DNA	: Deoksiribonükleik asid
PUFA	: Çoklu doymamış yağ asidi
$ROO\bullet$: Lipid peroksid radikali
Ca^{+2}	: Kalsiyum
ATP-CP	: Fosfojen sistem
CP	: Kreatin fosfat
ATP	: Adenozin trifosfat
CO_2	: Karbondioksit
ACSM	: American College of Sports Medicine
ASMI	: American Sports Medicine Institute
1RM	: Bir defada kaldırılan maksimum ağırlık-yük
nRM	: "n" sayıda kaldırılan maksimum ağırlık-yük
KAH	: Kalp atım hızı
$maxVO_2$: Maksimum oksijen tüketimi
MİKK	: Maksimum istemli kas kasılması
DAntr	: Direnç antrenmanı
RBC	: Kırmızı kan hücreleri
Hct	: Hematokrit
Hb	: Hemoglobin
Fe	: Demir
UIBC	: Doymamış demir bağlama kapasitesi
DAntr.	: Direnç antrenmanı

1. GİRİŞ

Serbest radikal ya da diğerk bir değişle oksidan moleküller, dış orbitalinde eşleşmemiş elektron bulunduran moleküllerdir (Sözmen 2002). Reaktif yapılarından dolayı serbest radikaller, diğerk moleküller ile reaksiyona girerek onların yapılarını bozma eğilimindedirler (Matsuo ve Kaneko 2000). Reaktif oksijen türleri (ROS) kontrolsüz bir şekilde üretildiğinde, nükleik asit, protein ve lipid gibi biyomolekülleri oksitler ve genetik bilginin (DNA) değişmesine, protein yapısının bozulmasına, enzim aktivitesinin engellenmesine ve hücrel membranların zedelenmesine neden olurlar (Packer 1997). Organizma serbest radikallerin bu zarar verici etkilerine karşı bir savunma sistemi geliştirmiştir. Antioksidan savunma sistemi denilen bu sistem; superoksid dismutaz (SOD), katalaz (CAT), glutatyon peroksidaz (GPX) enzimlerini ve transferin, ferritin, seruloplazmin gibi proteinleri içerir (Ji ve Hollander 2000). Biyolojik sistemde oksidan üretimi (C_o) ve antioksidan savunma kapasitesi (C_a) arasındaki dengenin bozulması ve dengenin oksidanlar yönüne kayması durumunda oksidatif stres meydana gelir (Matsuo ve Kaneko 2000, Inal vd 2001).

Egzersizin sağlık üzerine birçok yararlı etkisi olduğu kabul edilmektedir (web_1, web_2), buna karşın egzersiz sırasında serbest radikal üretiminin arttığı ve farklı dokularda oksidatif strese bağlı hücrel hasar meydana geldiği rapor edilmiştir (Inal vd 2001, Manna vd 2004). Egzersizin oksidatif stres ve antioksidan savunma sistemi üzerine etkisini inceleyen çalışmalar çoğunlukla aerobik egzersiz formu üzerinde odaklanmıştır. Farklı sonuçların olması ile beraber düzenli olarak uzun süre uygulanan aerobik egzersizlerin antioksidan savunma sistemini güçlendirdiğini ve oksidatif stresin neden olduğu hücrel hasarı azalttığını söyleyebiliriz (Elosua vd 2003, Ookawara vd 2003, Cazzola vd 2003, Metin vd 2003, Fatouros vd 2004).

Yapılan çalışmalar, anaerobik egzersizlerin de iskelet kasında ve kanda makro moleküler düzeyde oksidatif değişikliklere neden olduğunu rapor etmektedir (Zergeroğlu ve Yavuzer 1997, McBride vd 1998, Inal 2001, Groussard vd 2003). Literatürü incelediğimizde anaerobik egzersiz olarak kabul edilen direnç egzersizlerinin

(web_3) oksidatif stres üzerine etkisini inceleyen çalışma sayısının sınırlı olduğunu gördük ve dikkatimizi bu konuya yoğunlaştırdık.

Uzun süreli araştırmalar yaşlı bireyler üzerinde yapılmış. Bu araştırmalarda, düzenli uygulanan direnç antrenmanlarından sonra CuZn-SOD ve CAT enzim aktivitelerinin arttığı (Parise vd 2005), GSH/GSSG oranının arttığı gösterilmiştir (Peters vd 2006). Genç bireylerin katıldığı araştırmalarda, direnç antrenmanlarının akut etkisi incelenmiş ve dairesel antrenman çalışma şekli uygulanmıştır. 1RM'nin %50 şiddeti ile uygulanan dairesel antrenmanından sonra kan MDA seviyesinin arttığı rapor edilmiştir (McBride vd 1998). Düzenli olarak direnç antrenmanı yapan ve direnç antrenmanı yapmayan bireylerin karşılaştırıldığı çalışmada, 1RM'nin %75 şiddeti ile dairesel antrenman uygulanmış ve antrenmandan hemen sonra MDA seviyesinin her iki grupta arttığı ancak oksidatif stresin bir göstergesi olan konjuge dienlerin sadece antrenman yapmayan grupta arttığı kaydedilmiştir (Ramel vd 2004). Egzersizden sonra konjuge dienlerin sadece direnç antrenmanı yapmayan grupta artması düzenli yapılan direnç antrenmanlarının egzersiz sırasında oluşan lipid peroksidasyonunu kısmen de olsa önlediğini düşündürmektedir (Ramel vd 2004).

Problem: Tekrar yüklenme yöntemi ve klasik setleme sistemi ile planlanan farklı şiddetlerdeki direnç antrenmanları 6 hafta süre ile uygulandıktan sonra MDA seviyesi düşecek mi?

Problem: Tekrar yüklenme yöntemi ve klasik setleme sistemi ile planlanan farklı şiddetlerdeki direnç antrenmanları 6 hafta süre ile uygulandıktan sonra GSH seviyesi artacak mı?

Problem: Tekrar yüklenme yöntemi ve klasik setleme sistemi ile planlanan farklı şiddetlerdeki direnç antrenmanları 6 hafta süre ile uygulandıktan sonra MDA ve GSH seviyelerini farklı şekilde mi etkileyecek?

Bu araştırma; daha önce hiç direnç antrenmanı yapmamış sağlıklı ve genç bireylerde altı hafta süreyle düzenli olarak uygulanan iki farklı şiddetlerdeki direnç antrenmanlarının oksidatif stres ve biyokimyasal parametreler üzerine etkilerinin karşılaştırılması amacıyla planlanmış ve uygulanmıştır.

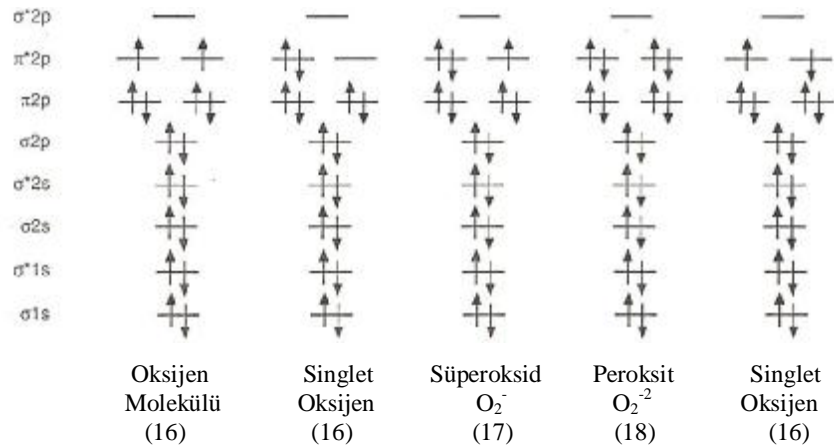
2. GENEL BİLGİLER ve LİTERATÜR TARAMA

2.1 Reaktif Oksijen Türleri (ROS) ve Oksidatif Stres

2.1.1. Reaktif Oksijen Türleri (ROS)

Atom yapısı bir çekirdek ve orbital adı verilen yörüngelerde hareket eden değişik sayıda elektronlardan oluşmaktadır. Orbitale önce birer tane aynı yönde dönen elektron yerleşmekte ve atom numarasına göre sayıları artan elektronlar tekrar aynı sıra ile ters yönde dönecek şekilde orbitale yerleşmektedirler (Sözmen 2002).

Oksijen atomunun 8 elektronu bulunmakta ve oksijen molekülündeki 2p son orbitali önem taşımaktadır. Bu orbitallerden herhangi birindeki elektron, bir orbitalden diğerine geçtiğinde veya farklı orbitallerde farklı yönde döndüğünde singlet oksijen oluşmaktadır. Orbitallerden birine veya ikisine ters dönüşlü bir veya ters dönüşlü iki elektron yerleştiğinde radikal meydana gelmektedir (Sözmen 2002).



Şekil 2.1 Oksijen molekülünün elektron sayısı ve oluşan oksidan moleküller (Matsuo ve Kaneko 2000).

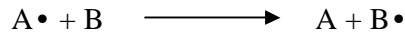
Serbest radikal, oksidan molekül veya en doğru adlandırma ile reaktif oksijen türleri (ROS), negatif yüklü elektron sayısı çekirdekte pozitif yüklü proton sayısı ile eşit olmayan moleküller oldukları için çok reaktiftirler (Tablo 2.1).

Tablo 2.1 Reaktif oksijen partikülleri

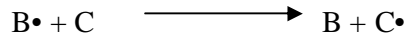
RADİKALLER	RADİKAL OLMAYANLAR
Superoksid anyon radikali ($O_2^{\cdot -}$)	Hidrojen peroksit (H_2O_2)
Hidroksil radikal (OH^{\cdot})	Lipid hidroperoksit (LOOH)
Peroksil radikal (ROO^{\cdot})	Hipohalöz asid (HOX)
Alkoksil radikal (RO^{\cdot})	N-halojenli aminler (R-NH-X)
Semikinon radikal (HQ^{\cdot})	Singlet oksijen (1O_2)
Hemoproteine bağlı serbest radikaller	Ozon (O_3)
Organik radikaller R^{\cdot}	Azot dioksit (NO_2)
Organik peroksit radikali $RCOO^{\cdot}$	Hipokloröz asid (HOCl)
Nitrik oksit (NO^{\cdot})	Peroksinitrit ($ONOO^{\cdot}$)

2.1.2 Serbest Radikal Reaksiyon Zinciri

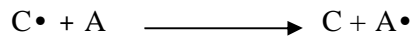
Reaktif yapılarından dolayı serbest radikallerin yarı ömürleri kısadır ve kararlı hale gelmeye çalışırken diğer moleküllerden elektron kopararak yeni radikal üretebilirler ve reaksiyon zincirini başlatabilirler. Örneğin; A radikali (A^{\cdot}) bir başka molekülden (B) elektron almak için tepkimeye girebilir. Tepkime sonunda elektron (A) molekülüne geçer fakat bu sırada (B) molekülü radikal hale gelir (Matsuo ve Kaneko 2000).



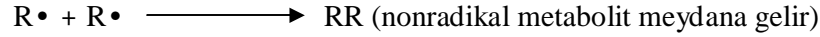
Oluşan yeni radikal bir başka molekül (C) ile tepkimeye girerek üçüncü radikali oluşturabilir (C^{\cdot}).



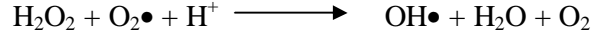
Üçüncü radikal, başlangıçta elektron alarak kararlı yapıya geçen molekül (A) ile tepkimeye girerek orijinal radikali üretebilir, radikal reaksiyon zinciri başlayabilir.



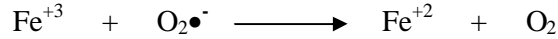
Radikal reaksiyon zinciri, bitim reaksiyonuna kadar devam edebilir. Bitim reaksiyonu, iki radikal yapı radikal olmayan yapı oluşturmak üzere bir araya geldiğinde meydana gelir.



En reaktif ve toksik etkili radikal olan hidroksil radikali ($\text{OH}\bullet$) Haber - Weiss tepkimesi ile oluşmaktadır (Sözmen 2002).



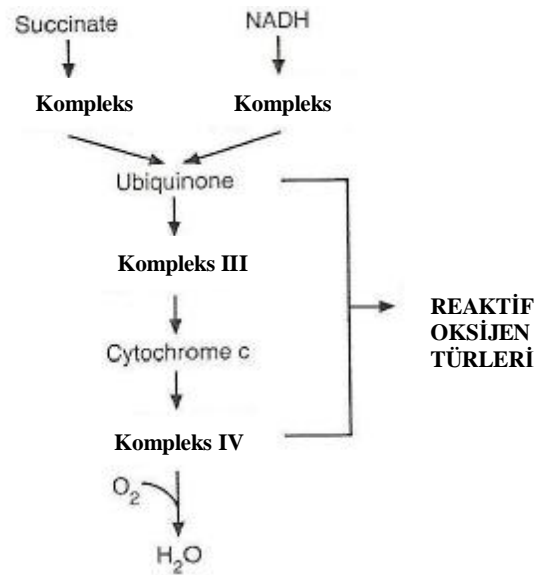
Fenton Tepkimesi ise geçiş metallerin varlığında gerçekleşmektedir (Sözmen 2002).



2.1.3 Serbest Radikal Kaynakları

2.1.3.1 Elektron Transport Zinciri (ETZ)

Normal koşullarda oksijen, mitokondride sitokrom oksidaz sistemi ile suya dönüştürülür. ETZ'de yer alan pek çok bileşik (NAD, FAD, KOENZİM Q gibi) O_2 ile tepkimeye girerek tek değerli oksijen kaçağı olarak tanımlanan $\text{O}_2\bullet$ (Superoksid anyon radikali) salınımına neden olmaktadır. Normal oksijen tüketimi sırasında mitokondride oluşan kaçak sonucu %2-5 oranında Reaktif Oksijen Türleri (ROS) meydana gelmektedir (Singh 1992, Andrade 2000, Clarkson ve Thompson, 2000).



Şekil 2.2 Elektron Transport Zincirinde ROS üretimi (Andrade 2000).

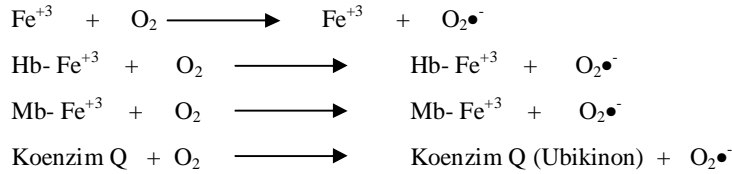
2.1.3.2 Enzimatik Tepkimeler

Oksijen içeren tepkimeleri katalizleyen enzimler oksidazlar veya oksijenazlar olarak sınıflandırılır. Elektronları oksijene aktaran oksidazlar, oksijeni su veya hidrojen peroksida (H₂O₂) dönüştürür. Oksijenazlar, oksijenin bir substrat yapısına katılmasını sağlar. Bu gruptaki enzimlerin katalizlediği tepkimelerde serbest radikaller oluşabilir (Sözmen 2002).

2.1.3.3 Enzimatik Olmayan Tepkimeler

Çözünebilir özelliği olan ve nötral sıvı ortamda oksidasyon - redüksiyon reaksiyonu verme yeteneğine sahip pek çok hücrenel bileşen (katekolaminler, flavinler, hemoglobin) serbest radikal oluşturabilir. Hepsi moleküler oksijenin indirgenmesi ile temel olarak süperoksid radikalının oluşmasına neden olmaktadır (Draper vd 1990). Demir ve bakır gibi iki değerlikli geçiş metalleri, Fenton tepkimesiyle hidroksil radikali üretimine neden olabilmektedir (Bast vd 1991, Coyle ve Puttfarcken 1993, Lee ve Jacobs, 2004).

Tablo 2.2 Reaktif Oksijen Türlerin enzimatik olmayan kaynakları.



2.1.3.4 Dış Etkenler

Çeşitli dış etkenler ile serbest radikal oluşabilir (Sözmen 2002). Örneğin; radyasyon, hava kirliliği, ağır metaller (titanyum, alüminyum, kurşun, nikel, krom, kobalt, cıva, kadmiyum, arsenik), sigara ve diğer yollar ile toksik tütün alımı, alkol tüketimi ROS üretimine neden olabilir.

Ho vd (2005), sağlıklı Çinli bireylerde sigara içme alışkanlığının farklı antioksidan enzim aktivitelerine etkisini incelemiş, sigara içmeyenler ile karşılaştırıldığında sigara içen bireylerde GPX aktivitesinin önemli derecede düşük olduğunu tespit etmiştir.

Covas vd (2002), lipid peroksidasyon seviyesindeki artış ile antioksidan enzim aktivitesindeki düşüşün günde içilen sigara miktarı ile ilişkili olduğunu tespit etmiştir. En yüksek antioksidan enzim aktivitesi ile düşük lipid peroksidasyon seviyesi sigara içmeyen bayanlarda, en düşük antioksidan enzim aktivitesi ile yüksek lipid peroksidasyon seviyesi sigara içen bayanlarda kaydedilmiştir. Günde ortalama bir paket ve üzerinde sigara içen bireyler ile sağlıklı ve sigara içmeyen bireylerin karşılaştırıldığı bir başka çalışmada benzer sonuçlar bulunmuştur. Sigara içen grupta lipid peroksidasyon (MDA) düzeyi önemli derecede yüksek bulunmuştur (Demir vd 2001).

2.1.4 Oksidatif Stres

ROS kontrolsüz bir şekilde üretildiğinde, nükleik asit, protein ve lipid gibi biyomolekülleri oksitler ve genetik bilginin (DNA) değişmesine, protein yapısının bozulmasına, enzim aktivitesinin engellenmesine ve hücresel membranların zedelenmesine neden olur ve oksidatif stresi meydana getirir (Packer 1997, Matsuo ve Kaneko 2000, Clarkson ve Thompson, 2000). **Oksidatif stres**, oksidan öncülü hücresel ürünlerin, reaktif maddeleri (türleri) inaktif hale getiren sistemin fizyolojik kapasitesini aştığı durum olarak tanımlanabilir (Bloomer ve Goldfarb 2004). Biyolojik sistemde oksidan (C_o) ve antioksidan kapasite (C_a) arasındaki dengenin bozulması ve dengenin oksidanlar yönüne kayması durumunda, oksidatif stres meydana gelir. Oksidatif stres şu şekilde ifade edilebilir; " $C_o > C_a$ " (Matsuo ve Kaneko 2000, Inal vd 2001).

2.1.5 Oksidatif Stresin Biyolojik Etkileri ve Hücre Hasarı

Büyük miktarda doymamış yağ asidi (PUFA) içeren memeli hücre membranı, oksidatif hasara karşı çok duyarlıdır. Zincir tepkimeler şeklinde ilerleyen yağ asitlerinin peroksidasyonu (lipid peroksidasyon) hücresel hasarın en önemli nedenlerinden biri olduğu düşünülür. Yağ asidi radikalının oksijenle birleşmesi sonucu lipid peroksit radikali ($ROO\cdot$) meydana gelir. Peroksit ürünler, metal iyonlarının varlığında (demir ve bakır) bazı enzimatik tepkimelere katılırlar ve etan, pentan, malondialdehid (MDA) gibi yıkım ürünleri elde edilir. Lipid peroksidasyonu sonucu; hücre membran geçirgenliği ve kırılabilirliği artar, membran enzimlerinin aktivitesi azalır ve hücreye Ca^{+2} girişi artar. Hücre içi serbest Ca^{+2} miktarının artması sonucu, fosfolipid kaybı meydana gelir, toksik etki ve katabolik enzim aktivitesi artar (Sözmen 2002).

Oluşan serbest radikal ve özellikle MDA, hücre çekirdeğinde başlıca DNA ile tepkimeye girerek nükleik asit yapısında baz değişimlerine veya DNA zincir kopmalarına neden olarak kromozom yapıda değişiklik meydana getirir (Sözmen 2002). Radak vd (2000), antrenmanlı bireylerde 4 günlük süper maraton koşusundan sonra (toplam 328 km) DNA hasarının bir göstergesi olan 8-hidroksiguanosine seviyesinin arttığını kaydetmiştir. Protein karbonilleri, protein oksidatif modifikasyonunun bir göstergesi olarak çok sık kullanılır. Radak vd (2003), süper maraton koşusunun (toplam 328 km) birinci gününde serum protein karbonil seviyesinin arttığını ve yarışın devam ettiği diğer günler boyunca önemli düzeyde yüksek kaldığını göstermiştir.

2.2 Antioksidan Savunma Sistemi

Evrimleşme sürecinde organizmaların, oksidatif hasarı önlemek için antioksidan savunma sistemi kazandıklarına inanılır (Packer 1997, Matsuo ve Kaneko 2000). Antioksidan savunma sistemi; superoksid dismutaz (SOD), katalaz (CAT), glutatyon peroksidaz (GPX) enzimleri ile suda ve yağda çözünen biyolojik antioksidanları içerir (Ji ve Hollander 2000). Suda çözünen antioksidanlar; indirgenmiş glutatyonu (GSH), ascorbik asidi (vitamin C) ve ürik asidi içerir. Yağda çözünen antioksidanlar; vitamin E (tokoferol, başlıca α -tokoferol), ubikinoller ve karotenleri içerir. Organizmalar; transferin, ferritin ve seruloplazmin gibi metal iyonlarını bağlayan proteinler ile hücrede geçişli metal iyonlarının zararlarını azaltabilmektedir (Matsuo ve Kaneko 2000).

2.2.1 Enzimatik Antioksidan Savunma Sistemleri

Süperoksid radikalın ($O_2\cdot^-$) hidrojen perokside (H_2O_2) dismutasyonunu superoksid dismutaz (SOD), hidrojen peroksidin dismutasyonunu ise katalaz (CAT) katalizlemektedir. Glutatyon peroksidaz ise hidrojen peroksit ve lipid peroksidi indirgemektedir. Yükseltgenmiş glutatyonun (GSSG), indirgenmiş glutatyon (GSH) dönüşümünü sağlayan glutatyon redüktaz (GR), dolaylı yoldan antioksidan etki göstermektedir.

2.2.1.1 Superoksid Dismutaz (SOD)

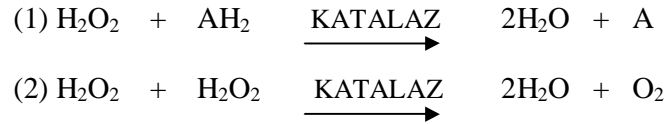
Oksijeni metabolize eden bütün hücrelerde bulunan SOD, superoksid radikalının hidrojen perokside dismutasyonunu katalizleyen bir metalloenzimdir. Oksidatif strese karşı birincil savunma mekanizmasını oluşturur.



Superoksid dismutazın farklı izoformları vardır. Sitozolik SOD yapısında bakır ve çinko (CuZn-SOD), mitokondrial SOD yapısında mangan (Mn-SOD) bulunur (Matsuo ve Kaneko 2000).

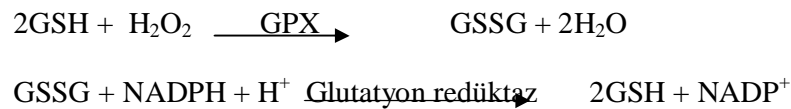
2.2.1.2 Katalaz (CAT)

Enzimler arasında en yüksek katalitik dönüşüm hızına sahiptir. Hidrojen peroksit oluşum hızı yavaş olduğunda peroksidatif (1), hidrojen peroksit oluşum hızı yüksek olduğunda katalitik (2) tepkimeyle hidrojen peroksidi suya dönüştürerek ortamdaki uzaklaştırır.

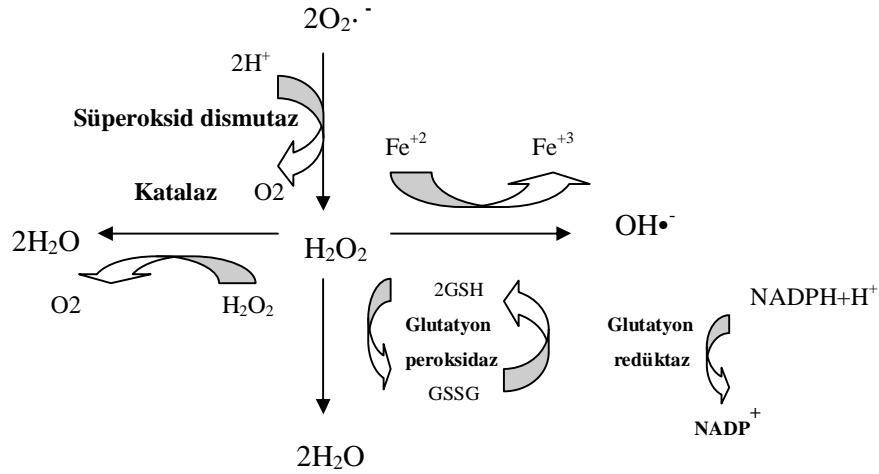


2.2.1.3 Glutasyon Peroksidaz (GPX)

Glutasyon peroksidaz, indirgenmiş glutasyonu (GSH) kullanarak hidrojen peroksidi suya dönüştürür, ancak fonksiyonunu sürdürebilmesi için yükseltgenmiş glutasyonun (GSSG) tekrar indirgenmesi gerekir. Bu işlem NADPH bağımlı bir enzim olan glutasyon redüktaz tarafından gerçekleştirilir.



Hücre içinde ROS üretimi yüksek olduğundan hücre bölümleri içerisinde bu enzimlerin dağılımı radikal türlerinin yok edilmesinde birbirini tamamlayıcı şekildedir. Örneğin, peroksizomlarda üretilen H_2O_2 'in %90'ı, organel dışına çıkmadan CAT tarafından temizlenir. Buna benzer şekilde, mitokondri solunum zincirinde oluşan süperoksit anyonunun ($O_2\cdot^-$) çoğu, Mn-SOD tarafından H_2O_2 ' ye dönüştürülür. Mitokondrial antioksidan enzimlerin kendine ait genler tarafından kodlandığına dair kanıtlar vardır. Bu durum hem oksijen tüketiminde hem de serbest radikal üretiminde mitokondrinin ne kadar büyük öneme sahip olduğunu göstermektedir (Ji 1993).



Şekil 2.3 Serbest radikal hasarına karşı enzimatik savunma sistemi.

Memelilerde antioksidan kapasitenin, radikal üretimi ve oksijen tüketimi oranı ile çok iyi eşleştiği savunulur. Yüksek oranda oksijen tüketen dokularında (karaciğer, beyin ve böbrek) antioksidan enzim aktivitesinin yüksek olduğu saptanmıştır. Bununla beraber düşük oksidatif kapasiteye sahip kaslar ile karşılaştırıldığında (tip IIb), yüksek oksidatif kapasiteye sahip iskelet kaslarının (tip I ve Tip IIa) daha yüksek antioksidan kapasiteye sahip olduğu belirlenmiştir (Powers vd 1999).

2.2.2 Enzimatik Olmayan Antioksidan Savunma Sistemleri

2.2.2.1 Biyolojik Antioksidanlar

Suda çözünen antioksidanlar; GSH'ı, ascorbik asidi ve ürik asidi içermektedir. Yağda çözünen antioksidanlar; vitamin E, ubikinoller ve karotenleri içermektedir (Matsuo ve Kaneko 2000). E vitamini lipid radikali ile reaksiyona girerek onu radikal

olmayan bileşik haline dönüştürür bu sırada kendisi radikal haline gelmektedir (Clarkson ve Thompson 2000). $O_2\cdot^-$ ve $OH\cdot^-$ tutucusu olan C vitamini, E vitaminini indirgeyerek antioksidan özelliklerini yeniden kazanmasını sağlamaktadır (Packer 1997, Sözmen 2002).

2.2.2.2 Metal İyonlarının Etkisizleştirilmesini Sağlayan Antioksidanlar

Organizmada, transferin ve ferritin gibi metal iyonlarını bağlayan ve elektron transferini engelleyen bileşikler bulunmaktadır. Transferin demiri depo bölgelerine veya kemik iliğine taşımakta, ferritin ise hücre içi demiri depolamaktadır (Bast vd 1991, Özer 2002, Lee ve Jacobs 2004). Demir, hücre solunumda önemli rol oynar ve hemoglobin ile miyoglobin gibi çok önemli bazı proteinlerin oluşumu için gereklidir (Nilson 1981, Karlsson 1996). Bununla beraber geçiş metallerinden biri olan demirin varlığında Fenton tepkimesi ile serbest radikallerin üretildiği ve hücre hasarın meydana geldiği kabul edilmektedir (Karlsson 1996, Aguilo vd 2004, Lee ve Jacobs 2004). Birçok hayvan çalışması oksidatif hasarın demir toksisitesinde önemli bir olay olabileceğini göstermiştir (Sreedhar vd 2004). Demir miktarının hemen hemen hepsi vücudumuzda çok iyi depo edilmiştir. Ancak hücre travması söz konusu olduğunda demir salınabilir ve radikal oluşumuna neden olabilir (Karlsson 1996). Ayrıca serum ferritin seviyesinin artması oksidatif strese karşı geliştirilen koruyucu bir mekanizma olabilir. Ferritin seviyesindeki artış neticede oksidatif stresi ve serbest demire bağlı patolojik durumları azaltabilir (Lee ve Jacobs 2004).

2.3 Egzersiz ve Direnç Antrenmanları

Egzersizin birçok yararlı etkisi olduğu bilinmektedir. Obezite, yüksek kan basıncı, yüksek kolesterol, koroner kalp hastalıkları, osteoporosis, kolon ve göğüs kanseri gibi birçok hastalığın oluşum ve gelişim riskini azaltır. Depresyonu ve kaygıyı azaltarak ruh sağlığını korur. Boyun ve sırt ağrılarını azaltarak bireylerin günlük hayattaki performanslarını artırır (web_1, web_2). Uzmanlar, egzersizlerden en üst düzeyde yararlanabilmek için aerobik egzersizler ile birlikte direnç egzersizlerinin de uygulanması gerektiğini vurgulamaktadır (web_2, web_3). Özellikle yaşın ilerlemesiyle birlikte direnç antrenmanlarının daha çok önem kazandığı düşünülmektedir. Amerikan Spor Tıp Koleji (ACSM)'ne göre kas kütleindeki kayıp (sarkopenia) 30 yaşından sonra

başlamaktadır. Bu durumun kas dokusu arasındaki yağ miktarının artması ve kas yoğunluğundaki azalma ile ilişkili olduğu düşünülmektedir. Kas atrofisi kas fibrillerindeki azalma sonucu oluşabilir ve yaşa bağlı kuvvet azalması ile doğrudan ilişkili olabilir (web_3).

Direnç antrenmanı denince çoğu zaman akla kuvvet antrenmanı yada ağırlık antrenmanı gelir. Bunun doğru olması ile birlikte kuvvet antrenmanı direnç antrenmanlarının sadece bir formunu oluşturmaktadır (Chu 1996). Amerikan Spor Tıp Enstitüsü (ASMI) direnç antrenmanını: kas kuvvetini ve kas dayanıklılığını arttırmaya yönelik alıştırılardan oluşan özel bir çalışma şekli olarak tanımlamaktadır (web_3).

2.3.1 Direnç Antrenmanı Çalışma Şekilleri

Direnç Antrenmanları (1) İzometrik ve (2) İzotonik olmak üzere iki şekilde uygulanabilir (Maglischo 1993, Fleck ve Kreamer 1997). İzometrik (statik) direnç antrenmanları genellikle yenilmesi mümkün olmayan dirençlere karşı uygulanır ve kas kasılması sırasında kas boyunda bir değişim gözlenmez ancak tonusunda değişiklik olur (Fleck ve Kreamer 1997). İzotonik direnç antrenmanları; (a) Sabit Ağırlıklarla Direnç Antrenmanı, (b) Değişken Ağırlıklarla Direnç Antrenmanı, (c) İzokinetik Antrenman, (d) Ekzantrik Antrenman ve (e) Plyometrik Antrenman olmak üzere beş başlık altında incelenmektedir.

2.3.2 Direnç Antrenmanlarının Bileşenleri

2.3.2.1 Antrenmanın Şiddeti

Belirli bir süre içinde yapılan çalışmanın nitel (sayısal) bölümü (Bompa 2001) ve alıştırmanın veya seriler halinde uygulanan alıştırılmaların kuvvetliliği anlamına gelmektedir (Gündüz 1997). Koşu türündeki antrenman vasıtalarında şiddet m/sn şeklinde belirtildiği gibi direnç antrenmanlarında şiddet, 1RM (bir defada kaldırılan maksimum ağırlık – yük)'nin belli bir yüzdesi yada herhangi bir (n)RM nin belli bir yüzdesi olarak değerlendirilebilir. Direnç antrenmanlarında kullanılan şiddet bölgeleri Tablo 2.3'te sunulmuştur.

Tablo 2.3 Direnç egzersizleri için şiddet bölgeleri

Bölge	Şiddet yüzdeleri		
Maksimal üstü			>105
Maksimal	90-100	90-100	90-100
Maksimal altı (submaksimal)	75-90	80-90	80-90
Orta	50-75	70-80	50-80
Hafif		50-70	
Düşük (çok az)	35-50	30-50	30-50
	(Gül 2005)	(Gündüz 1997)	(Bompa ve Carrera 2005)

2.3.2.2 Antrenmanın Kapsamı

Antrenmanda yapılan “toplam iş miktarı” olarak tanımlanır. Hız içeren egzersizlerde kapsam, süre olarak ya da koşulan toplam mesafe olarak belirlenebilir (Bompa 2001). Direnç egzersizlerinde kapsam kaldırılan toplam ağırlık olarak ifade edilmektedir. Kapsam, bir antrenman biriminde, bir haftada, bir ayda ya da bir antrenman periyodunda yapılan toplam iş miktarı olarak hesaplanabilir (Fleck ve Kreamer 1997).

2.3.2.3 Antrenmanın Sıklığı

Direnç antrenmanlarının ne kadar aralarla uygulandığını belirtir (Açıkada ve Ergen 1990). Belirli bir zaman dilimi içinde (haftalık, aylık, ya da yıllık) tamamlanan antrenman birimlerinin sayısı olarak tanımlanır. Antrenman sıklığı organizmanın normale dönebilme (toparlanma) yeteneği ile sınırlanmaktadır. Antrenman sıklığı ve süresi (her bir antrenman biriminin süresi) kapsam ile doğrudan ilişkilidir.

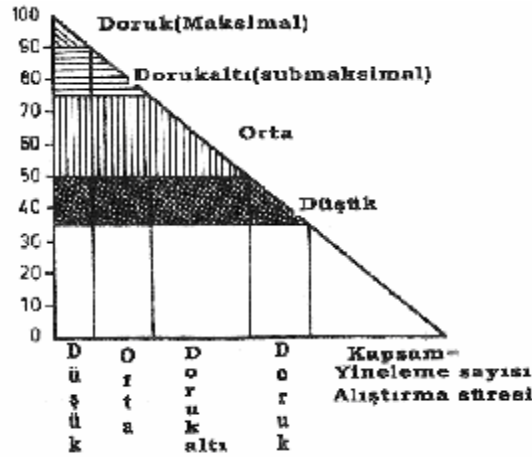
2.3.3 Direnç Antrenmanlarının Bileşenleri Arasındaki İlişki

Direnç antrenmanlarında kapsam “kaldırılan yük x uygulanan tekrar sayısı x set sayısı” olarak hesaplanır. Ancak uygulanabilen tekrar sayısı maksimal kuvvetin yüzde oranları ile ilişkilidir. Araştırmalar, kas dayanıklılığı ile 1RM yüzdesi arasında güçlü bir ilişki olduğunu göstermektedir (Brzycki 1993). Tablo 2.4’te belirtildiği gibi 1RM’nin verili yüzde miktarı için yapılabilecek tekrar sayısı sınırlıdır. Bu nedenle Şekil 2.4’te de ifade edildiği gibi şiddet arttıkça antrenman kapsamı azalmaktadır.

Tablo 2.4 1RM% ve tekrar sayıları arasındaki ilişki

%1RM	Tekrar sayısı		
100	1	1	1
95	2	2	2-3
90	4	4	4
85	6	6	6
80	8	8	8-10
75	10	10	10-12
70	11	12	15
67	12		
65	15	14	20-25
60		15-20	25
	(Beachle ve Earle 2000)	(Heyward 1998)	(Bompa ve Carrera 2005)

Direnç antrenmanlarında kullanılan yük (şiddet) arttıkça kapsam azalmaktadır.



Şekil 2.4 Şiddet ve kapsam arasındaki ilişki (Gül 2005).

Direnç antrenmanlarında kullanılan tekrar sayısı, set sayısı ve dinlenme süresi şiddet ile yüksek ilişkilidir. Bireyin kaldırdığı yük miktarı arttıkça setler arası dinlenme süresi de artar (Tablo 2.5).

Tablo 2.5 Antrenman hedefine bağlı olarak yük, tekrar sayılarının ve set sayılarının belirlenmesi.

Antrenman hedefi	Yük (%1RM)	Hedeflenen tekrar sayısı	Set sayısı	Dinlenme süresi
Kuvvet	≥ 85	≤ 6	2-6	2-5 dakika
Güç –tek hamleli hareketler (gülle atma, yüksek atlama, halter)	80 - 90	1 – 2	3-5	2-5 dakika
Güç – çok hamleli hareketler (basketbol ve voleybol gibi)	75 – 85	3 - 5		
Hipertrofi	67 – 85	6 – 12	3-6	30 saniye- 1,5 dakika
Kas dayanıklılığı	≤ 67	≥ 12	2-3	≤ 30 saniye

(Beachle ve Earle 2000)

2.4 Egzersiz ve Oksidatif Stres

Egzersizın sağlık üzerine birçok yararlı etkisi olduğu kabul edilmektedir (web_1, web_2, web_3). Buna karşın birçok araştırmada egzersiz sırasında serbest radikal üretiminin arttığı, farklı dokularda oksidatif hasar meydana geldiği ve antioksidan savunma sisteminin farklı şekilde etkilendiği rapor edilmektedir (Sanchez-Quesada vd 1995, Inal vd 2001, Manna vd 2004). Egzersizin oksidatif stres ve antioksidan savunma sistemi üzerine etkisini araştıran çalışmaları incelediğimizde çoğunlukla aerobik egzersiz formunun kullanıldığını görmekteyiz (Zergeroğlu vd 1997, şemin vd 1998, Manna vd 2004, Bloomer ve Goldfarb 2004, Fatouros vd 2004).

Radak vd (1995), 60-70 dakikalık akut ve zorlayıcı bir egzersizden sonra soleus ve tibialis kaslarında CuZn-SOD ve Mn-SOD'un anlamlı derecede arttığını göstermiştir. CuZn-SOD aktivitesinin aşamalı (dereceli) olarak 1 ile 3 dakika içinde istirahat duruma geri döndüğü fakat Mn-SOD aktivitesinin egzersiz sonrasında bile artmaya devam ettiği kaydedilmiştir. Bu bulgu; egzersizin CuZn-SOD ve Mn-SOD zerine etkisinin uyarı eşik değerine ve yüklenmenin süresine bağlı olabileceğini dşndrmştir.

Zorlayıcı egzersizin GPX aktivitesi üzerine akut etkisinin farklı tip iskelet kasında farklı olduğu gösterilmiştir. Bazı alışmalar egzersizden sonra iskelet kası GPX aktivitesinde değişiklik olmadığını (Ji vd 1990, Leeuwenburgh ve Ji 1995), bazı çalışmalar ise GPX enzim aktivitesinde anlamlı artış olduğunu göstermiştir (Ji ve Fu 1992). Kas fibril tipine bağlı olarak GPX enzim aktivitesinin kasa özel yanıt verdiği bildirilmiştir. Ji vd (1992), GPX enzim aktivitesinin DVL (derin vastus lateralis) ve SVL (yzeyssel vastus lateralis) kaslarında arttığını fakat soleus kasında artmadığını göstermiştir. Radak vd (1995), koşu egzersizinden 1 gün sonra GPX aktivitesinin soleus kasında arttığını fakat tibialis kasında artmadığını rapor etmiştir.

Kas GSH durumu, GPX ve GR tarafından kontrol edilen hücre içine GSH taşınımı ile düzenlenmektedir. Ağır aerobik egzersizler sırasında ROS retimi artarken hücre içinde ATP ve NADPH düzeyleri azalmakta, GSSG'den GSH retim kapasitesi de

azalmakta ve hücre içinde GSSG birikmektedir. Zorlayıcı akut egzersiz sırasında, iskelet kasında GSSG içeriğinin arttığı rapor edilmiştir (Ji ve Fu 1992, Ji vd 1993).

Şemin vd (1998), sıçanlara 7 hafta süre ile haftada 5 gün, süre ve şiddeti giderek artan egzersiz yaptırmıştır. 60 dakikalık koşu egzersizinde hemen sonra, 3 saat sonra ve 24 saat sonra alınan doku örneklerinde TBARS (lipid peroksidasyon) düzeyinin antrenman yapan gruplarda yüksek olduğu kaydedilmiştir. Antrene farelerde 60 dakikalık egzersizden 24 saat sonra lipid peroksidasyon hasarının gözlenmesi, uzun mesafe koşularından 24-48 saat sonra dayanıklılık sporcularında tespit edilen hematüri, melena gibi şikâyetlerin etyolojisinde barsak ve böbrek dokularında gözlenen oksidatif hasarın yer alabileceğini düşündürmüştür. Bir başka çalışmada bir grup sıçana 30 dakikalık yüzme egzersizi yaptırılmış ve egzersizden hemen sonra alınan doku örneklerinde (karaciğer, kalp ve beyin) malondialdehid (MDA) düzeyi incelenmiştir. Egzersiz yapan grupta karaciğer ve kalp MDA seviyesinin egzersiz yapmayan gruptan önemli derecede yüksek olduğu, ancak beyin MDA seviyesinin her iki grupta benzer olduğu ve gruplar arasında anlamlı fark olmadığı saptanmıştır (Turgut vd 2003).

Powers vd (1994), sıçanlarda SOD aktivitesinin antrenmana bağlı yanıtlarını araştırmak için farklı egzersiz şiddeti ve süresi ile farklı kas fibril tipini kullanmıştır. SOD enzim aktivitesindeki artış, soleus kasında antrenman süresine bağlı olarak, gastroknemius kasında yüksek antrenman şiddetine bağlı olarak meydana geldiği gözlenmiştir.

İnsan çalışmaları hayvan çalışmaları ile karşılaştırıldığında daha azdır. Bununla beraber insanlarda egzersizin etkileri sadece iskelet kas dokusunda ve kanda çalışılabilmektedir.

Zergeroğlu vd (1997), sedanter bireylere 6 hafta boyunca, haftada 3 kez bisiklet ergometresinde maksimal KAH'nın %75'ine 30 dakikalık egzersiz uygulamıştır. 1. hafta egzersizden sonra eritrosit SOD aktivitesinin değişmediğini, 3. ve 6. hafta egzersizden sonra eritrosit SOD aktivitesinin önemli derecede arttığını kaydetmiştir. Elosua vd (2003), maxVO₂'nin %65-80'inde yapılan aerobik antrenmanın 16 hafta süreyle uygulanmasından sonra antioksidan enzim aktivitesinin (kan GPX ve plazma GR) arttığını belirtmiştir. 16 haftalık antrenman programının sonunda uygulanan 30 dakikalık testten 30, 60, 120 dakika ve 24 saat sonra eritrosit SOD aktivitesinin

antrenman öncesi değerler ile karşılaştırıldığında anlamlı derecede yüksek olduğunu tespit etmiştir.

Farklı karakterdeki egzersizlerin antioksidan savunma sistemini farklı şekilde etkileyecekleri düşüncesinden yola çıkarak Jamurtas vd (2006), uzun mesafe koşucularını ve kısa mesafe koşucularını karşılaştırmıştır. Uzun mesafe koşucularında katalaz enzim aktivitesinin kısa mesafe koşucularından 3 kat daha yüksek olduğunu göstermiştir ve uzun mesafe koşucularında katalaz aktivitesinin maksimum oksijen tüketimi ile ilişkili olduğunu belirlemiştir.

Düzenli yapılan antrenmanlarda, antrenman ve dinlenme arasındaki dengenin çok iyi ayarlanması gerekir. Aşırı antrenman durumuna neden olan antrenman yükü ve toparlanma arasındaki dengesizlik, antrenmana uyum sürecinde antioksidan sistemdeki yetersizlik ile de ilgili olabilir. ROS üretimi ve antioksidan yanıtlar arasındaki dengesizlik, kronik oksidatif strese ve hücrel hasara neden olabilir (Palazzetti vd 2003). Bu amaçla Palazzetti vd (2003), iyi antrene edilmiş triatlon sporcularına 4 haftalık normal antrenman programından sonra 4 haftalık aşırı antrenman programı uygulamıştır. Aşırı antrenmanın istirahat durumunda GSSG seviyesine ve GSH/GSSG oranına etki etmediği tespit edilmiştir. Aşırı antrenman programından önce duatlon testinin (5 km koşu, 20 km bisiklet ve 5 km koşu) GSH/GSSG oranını ve TBARS düzeyini önemli derecede etkilemediği fakat aşırı antrenman programından sonra duatlon testinin GSH/GSSG oranında azalmaya ve TBARS düzeyinde artışa neden olduğu kaydedilmiştir.

Yapılan çalışmalar, anaerobik egzersizlerin de iskelet kasında ve kanda makro moleküler düzeyde oksidatif değişikliklere neden olduğunu göstermektedir (Zergeroğlu ve Yavuzer 1997, McBride vd 1998, Inal 2001, Groussard vd 2003). Sedanter bireylere Wingate ve Modifiye Wingate testleri uygulanmış, her iki testten sonra eritrosit SOD aktivitesinin azaldığı tespit edilmiştir (Zergeroğlu ve Yavuzer 1997). Groussard vd (2003), Beden Eğitimi öğrencilerine Wingate testi uygulamış ve testten hemen sonra SOD aktivitesinin azaldığını, 20. ve 40. dakikadan sonra TBARS düzeyinin azaldığını kaydetmiştir. SOD aktivitesinde meydana gelen azalma, superoksid radikallerinin dismutasyonu sırasında enzimin kullanılmasıyla ya da doku ve kanda artan H₂O₂'nin süperoksid dismutaz üzerine direkt yıkıcı etkisiyle açıklanabilir (Zergeroğlu ve Yavuzer 1997).

Sahlin vd (1992), maksimal istemli kas kasılmasının (MİKK) %30 ile uygulanan izometrik diz ekstansiyon egzersizinden sonra kan toplam GSH düzeyinde artış, MDA ve GSSG düzeylerinde bir değişiklik olmadığını tespit etmiştir. Fiziksel egzersizin ROS üretimini ve oksidatif stresi farklı mekanizmalar üzerinden etkilediği düşünülmektedir (Ji 1995, Sen 1995, Bloomer ve Goldfarb 2004). Egzersiz süresi ve şiddeti arasındaki ilişkinin bu mekanizmaları nasıl etkilediği tam olarak açıklanamamıştır (Leaf vd 1997). Alessio vd (2000), MİKK %50 ile uygulanan izometrik handgrip egzersizinden sonra TBARS düzeyinde bir değişimin olmadığını ancak egzersizden hemen sonra lipid hidroperoksidasyon düzeyinin arttığını rapor etmiştir. Dousset vd (2002), %60 şiddetini kullanmıştır ve egzersizden sonra kan TBARS düzeyinin arttığını kaydetmiştir. Steinberg vd (2002), %100 şiddeti ile uygulanan dinamik handgrip egzersizden sonra TBARS düzeyinde artış ve GSH düzeyinde düşüş meydana geldiğini belirtmiştir. İzometrik egzersizlerin, özellikle de handgrip egzersizinin oksidatif strese neden olduğunu ancak burada egzersiz şiddetinin önemli olduğunu söyleyebiliriz.

Bazı araştırmalarda eksentrik egzersizler kullanılmıştır. Bu çalışmalar sonucunda; plazma toplam glutatyon seviyesi düşük olan bireylerde GSH seviyesinin arttığı (Lee ve Clarkson 2003), GSH seviyesinin (Lee vd 2002) ve MDA seviyesinin değişmediği (Child vd 1999) rapor edilmiştir. Bu sonuçlar ile çelişkili 2 çalışma mevcuttur. Dirsek fleksörleri ile yapılan 30 eksentrik egzersizden 4 gün sonra lipid hidroperoksidasyon düzeyinde artış (Childs vd 2001), 12 tekrarlı 4 setten oluşan eksentrik egzersiz protokolünden 48 saat sonra MDA düzeyinde artış kaydedilmiştir (Goldfarb vd 2005).

2.5 Direnç Antrenmanlarının Oksidatif Stres Üzerine Etkisi

Direnç antrenmanlarının oksidatif strese etkisini inceleyen çalışma sayısının sınırlı oluşu dikkatimizi bu konuya yoğunlaştırmamıza neden oldu. Vincent vd (2002), yaşlı bireylerden oluşan gruplara 6 ay süre ile 14 egzersizden oluşan farklı şiddetlerde direnç antrenmanı uygulamıştır. Denekler, antrenmanın başında ve sonunda koşu bandında teste tabi tutulmuştur. 6 ay sonra gruplar arasında istirahat durumu-TBARS düzeyinde fark olmadığı, ancak antrenmanlı bireylerde testten sonra TBARS düzeyinin antrenman öncesi değerler ile karşılaştırıldığında daha az arttığı tespit edilmiştir. Bu çalışmada 6 ay

süreyle anaerobik karakterli direnç antrenmanı uygulanmış ancak değerlendirme aerobik karakterli bir test ile yapılmıştır bu nedenle sonuçların güvenilirliği düşündürücüdür.

Bir başka çalışmada, yaşlı bireyler 12 hafta süreyle haftada 3 gün leg press ve leg extension hareketlerini tek bacak ile uygulamış, son antrenman iki bacak ile aynı yük ve şiddette uygulanmıştır. Kas biyopsisi vastus lateralis kasından antrenman programından önce ve son antrenmandan 48 saat sonra her iki bacakta alınmıştır. 12 haftanın sonunda antrenmanı uygulamayan bacakta bir değişim gözlenmezken antrenmanı uygulayan bacakta CuZn-SOD ve CAT enzim aktivitelerinin arttığı rapor edilmiştir (Parise vd 2005). Peters vd (2006), yaşlı hipertansif hastalara 6 hafta süreyle haftada üç kez, kısa süreli izometrik egzersiz uygulamıştır ve 6 haftanın sonunda ROS üretiminde düşüş, GSH/GSSG oranında artış meydana geldiğini kaydetmiştir.

Ağırlık antrenmanı yapan genç ve sağlıklı bireylere 1RM'nin %50 şiddetinde, 8 egzersiz ve 3 setten oluşan dairesel antrenman protokolü uygulanmıştır. Antrenmandan 6 ve 24 saat sonra kan MDA seviyesinin önemli seviyede arttığı rapor edilmiştir (McBride vd 1998). Düzenli direnç antrenmanı yapan sporcular ile direnç antrenmanı yapmayan bireylerin katıldığı bir başka çalışmada iki grup, 10 farklı egzersizden oluşan dairesel antrenman programını 1RM'nin %75 şiddetinde uygulamıştır. Egzersizden sonra MDA düzeyinin her iki grupta arttığı ancak oksidatif stresin bir göstergesi olan konjuge dienlerin sadece antrenman yapmayan grupta arttığı kaydedilmiştir. Egzersizden sonra konjuge dienlerin sadece direnç antrenmanı yapmayan grupta artması düzenli yapılan direnç antrenmanlarının egzersiz sırasında oluşan lipid peroksidasyonunu kısmen de olsa önlediğini düşündürmektedir (Ramel vd 2004).

Margonis vd (2006), genç erkeklere 12 hafta süreyle direnç antrenmanı uygulamıştır. Çalışma, her biri 3 hafta süren beş periyottan oluşmaktadır [T0 periyodu başlangıç, T1 periyodunda haftada 2 gün 1RM'nin %70 ile 10-12 tekrar x 2 set, T2 periyodunda haftada 4 gün 1RM'nin %75-85 ile 6-10 tekrar x 4 set, T3 periyodunda haftada 6 gün 1RM'nin %85-100 ile 1-6 tekrar x 6 set, T4 periyodunda haftada 2 gün 1RM'nin %70 ile 10-12 tekrar x 2 set, 8 egzersizden oluşan antrenman uygulanmıştır]. Kan örnekleri çalışmanın başında ve her bir periyodun son antrenmanından 96 saat sonra alınmıştır. Katalaz ve GSSG seviyelerinin T2 ve T3 periyodundan sonra, TBARS seviyesinin T3 periyodundan sonra arttığı kaydedilmiştir. GSH/GSSG oranının T2 ve T3 periyodundan sonra, GSH seviyesinin T3 periyodundan sonra azaldığı rapor

edilmiştir. Bu sonuçlar doğrultusunda şiddeti yüksek direnç antrenmanından 4 gün sonra bile antrenmana bağlı oksidatif stresin oluştuğunu söyleyebiliriz.

Yeterli şiddet ve sürede tekrarlı yapılan egzersizlerin gittikçe artan etkileri, adaptasyona bağlı meydana gelen sonuçlar olarak kabul edilebilir. Düzenli yapılan antrenmanlar sonucu oksidatif strese meydana gelen düşüş, antioksidan savunma sistemindeki artıştan kaynaklanıyor olabilir (Bloomer ve Goldfarb 2004). Aerobik egzersiz antrenmanlarında olduğu gibi anaerobik egzersiz antrenmanlarının hangi şiddet ve sürede uygulandığı önemlidir. Akut anaerobik egzersiz oksidatif stresi tetiklerken, uzun süre yapılan (kronik) anaerobik egzersizler ROS üretimi azaltabilir ve antioksidan savunma mekanizmasını destekleyecek şekilde antioksidanların üretimini arttırabilir (Bloomer ve Goldfarb 2004, Parise vd 2005).

2.6 Egzersiz ve Kan Parametreleri

Demir, hücresel oksidatif mekanizmalarda ve dokulara oksijen taşınmasında önemlidir. Miyogloblin ve hemogloblin gibi oksijen taşıyan proteinlerin, sitokrom oksidaz, ksantin oksidaz, peroksidaz ve katalaz gibi çeşitli enzimlerin yapısında demir bulunmaktadır. Demir, demir-kükürt proteinleri, ferritin ve transferrin yapısının en önemli bileşenidir. Transferin demiri depo bölgelerine ve kemik iliğine taşımaktadır. Ferritin ise demiri depolamakta ve metabolik gereksinimler için hızla demir sağlamaktadır (Özer 2002).

Fiziksel egzersizler uzun süre düzenli uygulandığında kan parametreleri üzerine etkileri farklı olabilmektedir. Düzenli olarak dayanıklılık antrenmanı yapan genç ve sağlıklı bireylerde 3 aylık antrenman programından sonra serum demir ve demir saturasyon indeksinin önemli düzeyde azaldığı kaydedilmiştir (Aguilo vd 2004). Düzenli olarak egzersiz yapan 18-23 yaşları arasındaki bireyler aynı yaş grubu sedanter bireyler ile karşılaştırılmıştır. Spor yapan bireylerde serum demir, ferritin ve transferin saturasyonu düzeylerinin sedanter bireylerden önemli derecede düşük olduğu kaydedilmiştir (Turgut vd 1999). 4 haftalık yüzme kursuna katılan çocuklarda, kurs bitiminde hemogloblin ve hematokrit değerlerinin önemli derecede azaldığı saptanmıştır (Gönenç 1995). Futbol oynayan erkek sporcular ile sedanter bireyler karşılaştırılmış ve istirahat durumunda Hb değerleri açısından iki grup arasında anlamlı fark olmadığı, sadece Hct değerlerinin sporcularda yüksek olduğu tespit edilmiştir (Cazzola vd 2003).

Metin vd (2003), futbol oynayan genç sporcuları ve sedanter bireyleri karşılaştırmış ve farklı sonuçlar bulmuştur. İstirahat durumunda Hct değerleri açısından iki grup arasında anlamlı fark olmadığını ancak sporcularda RBC ve Hb değerlerinin anlamlı derecede düşük olduğunu kaydetmiştir. Amatör ve profesyonel bisikletçilerin karşılaştırıldığı bir başka çalışmada istirahat durumunda profesyonel sporcularda Hb düzeyinin amatör sporculara göre daha yüksek olduğu ve iki grup arasında Htc değerleri açısından anlamlı fark olmadığı tespit edilmiştir (Tauler vd 2005).

İlaç kullanmayan, sağlıklı ve yaşlı bireylere 12 hafta süreyle haftada iki kez, 5 hareketten oluşan ve 1RM'nin %80'inde 3 set uygulanan direnç antrenman programı yaptırmıştır. Antrenman programının sonunda deneklerde Hb, Hct ve serum demir konsantrasyonunun değişmediği tespit edilmiştir (Murray-Kolb vd 2001).

Ahmadızad ve El-Sayed (2005), vücut geliştirme antrenmanı yapan ve direnç antrenmanı yapmayan genç bireyleri karşılaştırmış ve istirahat durumunda iki grup arasında kırmızı kan hücreleri (RBC), hemaotokrit (Hct) ve hemoglobin (Hb) değerleri açısından anlamlı fark olmadığını kaydetmiştir. Deneklere 1RM'nin %80 ile 5-7 tekrar x 3 set ve 6 hareketten oluşan antrenman programı uygulamış, direnç egzersizinden sonra RBC, Hct ve Hb değerlerinin arttığını ancak egzersizden 30 dakika sonra normal seviyelerine geri döndüklerini rapor etmiştir.

Egzersizden sonra Hb, Hct ve RBC'de meydana gelen artışın hemokonsantrasyona bağlı olduğu düşünülmektedir. Egzersiz sırasında bir miktar sıvı damarları terk ederek dokular arasına çıkmaktadır. Bu durumda kanda eritrosit, hemoglobin ve plazma proteinlerin yoğunluğu artmakta ve hemokonsantrasyon meydana gelmektedir (Akgün 1989). Bunun nedeni kan basıncının artması ve kılcal damarların arteriyel tarafından dokular arasına sıvı filtrasyonunun çoğalmasıdır. Bir diğer neden egzersiz ile artan metabolizma sonucu dokular arası sıvıda metabolizma ürünlerinin artması ve buna bağlı olarak osmotik basıncın artmasıdır. Böylece sıvı dokular arasına çekilmektedir.

Egzersiz süresi önemlidir ve hemokonsantrasyonu farklı etkilemektedir. Bir saatlik yüzme egzersizinden hemen sonra hemoglobin değerlerinin önemli derecede değişmediği, ancak bir buçuk ve iki saatlik yüzme egzersizinden hemen sonra hemoglobin değerlerinin önemli derecede arttığı kaydedilmiştir (Koz 1991).

3. MATERYAL ve METOT

3.1 Araştırma Grubu

Araştırmaya Pamukkale Üniversitesi'nin farklı bölümlerinde okuyan, daha önce direnç antrenmanı yapmamış, sigara içmeyen ve alkol tüketmeyen 20-28 yaşları arasında toplam 16 sağlıklı erkek öğrenci gönüllü olarak katıldı. Deneklerin kayıtlı oldukları bölüm ve programlar Tablo 3.1'de ayrıntılı şekilde verildi.

Tablo 3.1 Araştırmaya katılan deneklerin kayıtlı oldukları bölüm ve programlar.

Bölüm / Program adı	Cinsiyet	Denek sayısı
Antrenörlük Eğitimi Programı	E	10
Rekreasyon Eğitimi Programı	E	1
Beden Eğitimi ve Spor Öğretmenliği Programı	E	1
Eğitim Fakültesi Sınıf Öğretmenliği Bölümü	E	3
Eğitim Fakültesi Psikolojik Danışmanlık ve Rehberlik Bölümünde	E	1

Araştırmanın etik kurallara uygun şekilde gerçekleştirileceği ile ilgili bilgi Pamukkale Üniversitesi Tıbbi Etik Kurul Başkanlığı'na bildirildi ve araştırmanın yapılmasında "Tıbbi Etik Açısından Sakınca Olmadığı" onayı alındı. Araştırmanın nasıl yapılacağı deneklere ayrıntılı bir şekilde açıklandıktan sonra deneklerden imzalı gönüllü olur formu alındı.

3.2 Verilerin Toplanması

3.2.1 Fiziksel Özelliklerin Ölçümü

Araştırmaya katılan deneklerin boy uzunlukları ve vücut ağırlıkları "Sport Expert™ Professional Sport Technologies" (Gerfan, Italy) marka alet ile ölçüldü. Vücut ağırlığı (kg) ± 0.01 kg hassasiyetle ve boy uzunluğu (cm) ± 0.01 cm hassasiyetle denek anatomik duruşta, standart spor kıyafeti ile ve ayakkabısız olarak direnç antrenmanlarına başlamadan önce ölçüldü. Deneklerin vücut kütle indeksleri (VKİ) hesaplandı.

Araştırmaya katılan denekler rasgele iki gruba ayrıldı (birinci grup: n=9, ikinci grup: n=7). Deneklerin fiziksel özellikleri Tablo 3.2’de sunuldu. Değerler ortalama \pm standart sapma şeklinde verildi.

Tablo 3.2 Araştırmaya katılan deneklerin fiziksel özellikleri (VA: vücut ağırlığı, VKİ: vücut kütle indeksi, n: denek sayısı)

	Birinci grup (n=9)		İkinci grup (n=7)	
	ort \pm ss	min-maks	ort \pm ss	min-maks
YAŞ (yıl)	22,3 \pm 2,4	20,0 – 27,0	23,3 \pm 3,0	20,0 – 28,0
BOY (cm)	178 \pm 4,7	170 - 184	176 \pm 10	162 - 191
VA (kg)	74,0 \pm 6,5	62,7 - 83,7	69,4 \pm 6,1	61,2 - 77,6
VKİ (kg/cm²)	23,3 \pm 2,1	20,7 – 26,0	22,4 \pm 1,2	21,2 - 24,2

3.2.2 Direnç Antrenmanlarında Kullanılan Hareketlerin Teknik Öğretimi

Denekler, direnç antrenmanlarına başlamadan bir hafta önce spor salonuna geldiler ve direnç antrenmanlarında kullanılan hareketlerin nasıl yapılacağını uygulayarak öğrendiler (alışma) (Ahmadizat ve El-Sayed 2005). Direnç antrenmanlarında nefes alımı önemli olduğundan ilk iki alışma seansında (familiarization sessions) egzersizlerin uygulanması sırasında deneklerin doğru nefes alıp vermelerine dikkat edildi. Denekler, hareketlerin zorlu fazında nefes vermeleri ve kolay fazda (hareketin geriye dönüşünde) nefes almaları konusunda uyarıldı (Baechle ve Groves 1998, Beachle ve Earle 2000). Alışma seanslarının amacı, direnç antrenmanlarında kullanılan hareketlerin tekniğinin ve hareket hızının öğrenilmesini sağlamaktır.

Direnç antrenman programının oluşturulmasında büyük kas gruplarına yönelik hareketler seçildi. Deneklerin güvenliği önemli olduğundan serbest ağırlıklar yerine özel olarak tasarlanmış direnç makineleri kullanıldı. Direnç antrenman programında alt ekstremiteye yönelik iki hareket, diğer hareketler arasına serpiştirildi. Kasların daha iyi toparlanmasını sağlamak için bir üst kas grubuna yönelik hareketten sonra alt kas grubuna yönelik hareket konuldu (Heyward 1998). Direnç antrenmanlarında kullanılan hareketler, hareketlerin uygulanması sırasında kullanılan kas grupları ve uygulanış biçimi Tablo 3.3’te belirtildi.

Tablo 3.3 Direnç antrenmanlarında kullanılan hareketler, hareketlerin uygulanması sırasında kullanılan kas grupları ve uygulanış biçimi



GÖĞÜS PRES

Kullanılan kaslar: Pectoralis Major, Anterior Deltoids, Triceps

Uygulanış: Chest Pres adı verilen özel bir makinede yapılmaktadır. Oturulur ve sırt arkadaki platforma dayanır. Avuç içleri yüzünü bakış yönünde ve kollar göğüs hizasında olacak şekilde kolçaklar tutulur. Bu pozisyonda kolçaklar ileriye doğru itilir. İtme fazında nefes verilir ve başlangıç pozisyonuna geriye dönüşte nefes alınır. Hareket sırasında sırt dik ve sabit tutulur.



DİZ EKSTANSİYON

Kullanılan kaslar: Quadriceps

Uygulanış: Leg Extension makinesinde yapılan bir harekettir. Sehpaye oturulduğunda ayak bileklerinin takılacağı özel bir tespit yerine ayaklar yerleştirilir, sırt arkadaki dayanma platformuna dayanır ve eller yanda sabit, gövde dik konumda tutulur. Dizden extension hareketi yapılır. Bacaklar tam gergin hale gelene kadar ayaklar yukarı kaldırılır. Hareketin Extension fazında nefes verilir ve geri dönüşünde nefes alınır.



GÖĞSE ÇEKİŞ

Kullanılan kaslar: Latissimus Dorsi, Teres Major

Uygulanış: Lat Pull veya Pull Down ismi verilen özel makinede yapılan bir harekettir. Platforma oturulur, çekme barı omuz genişliğinden daha açık bir tutuş açıklığı ile sıkıca kavranır. Üst kol yere paralel konumda iken dirsek açısı doksan derece olmalıdır. Avuç içleri yüzünü bakış yönündedir. Barı göğse doğru çekerken nefes verilir ve başlangıç pozisyonuna geriye dönüşte nefes alınır. Hareket sırasında sırt kasları gevşetilmez, vücut dik tutulur. Çekme barı çenenin altına kadar çekilir.



DİZ FLEKSİYON

Kullanılan kaslar: Hamstrings

Uygulanış: Leg Curl adı verilen makinede yapılan bir harekettir. Platform üzerine yüz üstü uzanılır. Ayak bilekleri özel sabitleyicilere takılır. Eller yanda kolçakları tutmaktadır. Dizler sehpanın bitiminde dış tarafına yerleştirilir. Hareket sırasında topuklar kalçaya doğru çekilir. Topuklar yukarıya çekilirken nefes verilir ve başlangıç pozisyonuna geriye dönüşte nefes alınır.



OMUZ PRES

Kullanılan kaslar: Deltoids, Triceps

Uygulanış: Bu hareket Shoulder Pres adı verilen özel makinede yapılmaktadır. Oturulur ve sırt arkadaki platforma dayanır. Avuç içleri yüzünü bakış yönünde omuzların hemen yanında olacak şekilde kolçaklar tutulur. Bu pozisyonda kollar yukarıya doğru kaldırılır. Yukarıya doğru olan harekette nefes verilir ve başlangıç pozisyonuna geriye dönüşte nefes alınır. Hareket sırasında sırt sabit ve dik tutulur.



BİCEPS CURL

Kullanılan kaslar: Biceps

Uygulanış: Eller vücudun önünde makara ucunu tutar ve bu sırada avuç içleri yukarı bakar. Ayaklar yan yana (ya da bir ayak hafif önde) olacak şekilde pozisyon alınır. Bu pozisyonda makara ucu yukarıya doğru çekilir ve bu sırada nefes verilir. Başlangıç pozisyonuna geriye dönüşte nefes alınır. Dirsekler yanda sabitlenir ve hareket sırasında dirsekler hareket etmez.

(Fotoğrafların tezde yayınlanması için ilgili kişiden izin alındı)

3.2.3 Araştırmanın Başında Deneklerin Maksimal Kuvvetlerinin Belirlenmesi

Maksimal kuvvetin belirlenmesinde “1RM – bir defada kaldırılabilen maksimal yük” testi en çok kullanılan yöntemdir (Brzycki 1993, Baechle ve Groves 1998). 1 RM testi sırasında organizma karşı koyabileceği maksimal yükü denemektedir ve bu sırada kaslar, kemikler, bağ dokular aşırı ve gereksiz bir strese maruz kalmaktadır. Birey 1RM yi denerken kan basıncında, submaksimal ağırlıkların kullanıldığında meydana gelen artıştan daha fazla artış meydana gelmektedir (Brzycki 1993). Diğer taraftan, 1RM denemesi (kaldırışı) tekniğin uygulanmasında büyük dikkat gerektiren oldukça özelleşmiş bir beceridir. Daha güvenli ve daha ekonomik olduğundan 1 RM testi yerine çok tekrarlı submaksimal kas dayanıklılığı testinin (Brzycki formülü) kullanılması önerilmektedir (Heyward 1998).

Çalışmaya katılan denekler daha önceden direnç antrenmanı yapmayan bireyler olduğundan maksimal kuvvetin belirlenmesinde 1RM testi yerine Brzycki formülü kullanıldı.

“Tahmin edilen 1-RM = Kaldırılan ağırlık/ [1,0278 – (0,0278 x n)]”

n: 10’dan az olmak koşulu ile maksimum yapılan tekrar sayısı (Brzycki 1993)

Deneklerin önce 6-7 dakika kadar kondisyon bisikletinde ısınmaları, daha sonra 6-7 dakika kadar da genel esnetme hareketlerini yapmaları sağlandı. Denekler direnç makinelerine Tablo 3.3’te belirlenen sırada oturdular. Denek verili hareketi tekniğine uygun şekilde gözüne kestirdiği ağırlık ile yapabildiği kadar yapmaya çalıştı. Tekrar sayısı 10 dan fazla olduğu durumda deneğin hareketi bırakması ve dinlendikten sonra ağırlığı arttırarak tekrar denemesi sağlandı. “Ondan az” tekrar sayısına en çok üç denemede ulaşılmaya çalışıldı. Kaldırılan ağırlık ve tekrar sayısı kaydedildi ve değerler Brzyski’nin formülünde yerine konularak deneklerin maksimalleri hesaplandı.

Örneğin denek “göğüs pres” hareketinde 85 kilogramı en çok 5 kez kaldırmış olsun. Değerleri formüle koyduğumuzda;

$$1\text{-RM} = 85 / [1,0278 - (0,0278 \times 5)]$$

$$1\text{-RM} = 95,6 \text{ kg olarak hesaplandı.}$$

3.2.4 Kan Örneklerinin Alınması

Kan alınacak günlerde direnç antrenmanlarından yaklaşık 1,5 saat önce deneklerin hafif kahvaltı yapmaları sağlandı. İlk kan örnekleri denek 10 dakika kadar oturur pozisyonda dinlendirildikten sonra (Ahmadızad ve El-Sayed 2005) direnç antrenmanına başlamadan önce sabah saat 08.00 ile 09.30 arasında alındı ve kan örneklerinin alınmasından 20 dakika sonra denekler ısınmaya başladılar (Zergeroğlu vd 1997). Denekler 6-7 dakika kadar kondisyon bisikletinde ısınma yaptıktan sonra 6-7 dakika kadar da genel esnetme hareketlerini yaptılar. Isınma tamamlandıktan sonra denekler direnç antrenmanını verili şiddette uyguladılar. Direnç antrenmanın hemen bitiminde tekrar kan alındı. Direnç antrenmanı sonrasındaki kan örnekleri sabah saat 11.00'e kadar alındı.

Buna göre birinci haftanın başında, dördüncü haftanın sonunda ve altıncı haftanın sonunda direnç antrenmanından önce ve sonra olmak üzere deneklerden toplam 6 kez kan alındı. Kan örnekleri hep aynı ortam koşullarında alındı. Ortam sıcaklığı 18-20°C arasındaydı. Kan deneyimli kişi tarafından alındı. Kanlar bekletilmeden analizlerin yapılması için hemen Pamukkale Üniversitesi merkez laboratuvarına götürüldü.

3.2.5 Direnç Antrenmanlarının Uygulanması

Direnç antrenmanları 6 hafta süre ile haftada 3 kez, bir gün ara ile uygulandı. Çalışmaya katılan deneklerin daha öncesinde hiç direnç antrenmanı uygulamadıklarını dikkate aldığımızda bu çalışmanın 6 hafta süre ile (Baechle ve Groves 1998, Gorostiaga vd 1999) uygulanmasının uygun olacağı düşünüldü. Araştırmaya katılan tüm denekler 6 hafta süre ile antrenmanlara devam etti ve 18 antrenman seansını tamamladı.

Birinci grup; direnç antrenmanlarını 1RM'nin 70% şiddetinde 12 tekrar sayısında ve 3 set, setler arası 90 saniye, hareketler arasında 120 saniye dinlenme ile uyguladı. Birinci grubun bir antrenman seansı (ısınma dâhil) yaklaşık olarak 50 dakika sürdü.

İkinci grup; direnç antrenmanlarını 1RM'nin 85% şiddetinde 6 tekrar sayısında ve 3 set, setler arası ve hareketler arası 180 saniye dinlenme ile uyguladı. İkinci grubun bir antrenman seansı (ısınma dâhil) yaklaşık olarak 70 dakika sürdü.

Birinci ve ikinci grubun antrenman süresi ve kapsamına ait bilgiler Tablo 3.4 ve Tablo 3.5'de sunuldu.

Tablo 3.4 Birinci ve İkinci grubun direnç antrenmanlarını uygulama süreleri

	HAREKETLER	1RM (kg)	70% (kg)	85% (kg)	Birinci grup	İkinci grup
1	GÖĞÜS PRES	60	42	51	42 kg *12*3	51 kg *6*3
2	DİZ EKSTANSİYON	52	37	45	37 kg *12*3	45 kg *6*3
3	GÖĞSE ÇEKİŞ	36	26	31	26 kg *12*3	31 kg *6*3
4	DİZ FLEKSİYON	60	42	51	42 kg *12*3	51 kg *6*3
5	OMUZ PRES	30	21	26	21 kg *12*3	26 kg *6*3
6	BİCEPS CURL	20	14	17	14 kg *12*3	17 kg *6*3
					0,5 uyg.+1,5 din=2 dk (u)1,5dk(u)1,5dk(u)2 dk Bir hareket için 7 dk 6 hareket için 40/42 dk 10 dk ısınma Yaklaşık olarak 50 dk	10s uyg+3dk =3,5 dk (u)3dk(u)3dk(u)3dk bir hareket için 10 dk 6 hareket için 60/62 dk 10 dk ısınma Yaklaşık olarak 70 dk

Tablo 3.5 Birinci ve İkinci grubun 6 hareket için ortalama kapsam değerleri

HAREKETLER	Birinci grup (n=9) ort ± ss (kg)	İkinci grup (n=7) ort ± ss (kg)
GÖĞÜS PRES	2.520,0 ± 248,8	1.555,7 ± 153,4
DİZ EKSTANSİYON	3.444,0 ± 380,1	1.995,4 ± 215,6
GÖĞSE ÇEKİŞ	1.668,0 ± 259,6	1.015,7 ± 98,5
DİZ FLEKSİYON	4.108,0 ± 202,4	2.147,1 ± 234,4
OMUZ PRES	1.600,0 ± 253,4	900,0 ± 123,4
BİCEPS CURL	1.272,0 ± 183,6	802,3 ± 83,7
TOPLAM	14.612,00 ± 1010,00	8.416,29 ± 692,38

3.2.6 Araştırmanın Sonunda Deneklerin Maksimal Kuvvetlerinin Belirlenmesi

Altı haftalık antrenman programı tamamlandıktan 72 saat sonra tüm deneklerin 6 harekete ait maksimal kuvvetleri Brzycki formülü'ne göre tekrar hesaplandı.

3.2.7 Eritrositlerde İndirgenmiş Glutatyon (GSH) Ölçümü:

GSH ölçümü, Beutler vd (1963)'nin açıkladığı yöntemle yapıldı. Kısaca; EDTA'lı tüplerden 0,2 ml kan alındı ve başka cam tüpe konuldu. Üzerine +4°C'de 1,8 ml soğutulmuş distile su ve 3,0 ml çöktürücü solüsyon eklendi. Cam tüpün ağzı parafin

ile kapatıldıktan sonra 3-5 dakika kadar alt –üst edildi. Renk kahverengi olunca (boza rengi gibi) elde edilen karışım başka tüplere filtre kâğıdından süzüldü (FİLTRAT). Ölçümlerin yapılabilmesi için kör, standart ve yalancı filtrat hazırlandı.

Hazırlanan kör, standart ve örnekler “UV-1601 - Shimadzu marka UV Visible Spectrophotometer”da 412 nm’de okutuldu. Okunan değerler kaydedildi ve konsantrasyona çevirme işleminden sonra GSH değerleri hematokrit değerlerine bölündü.

3.2.8 Plazmada Lipid Peroksidasyon – Malondialdehid (MDA) Ölçümü

MDA düzeyinin belirlenmesinde MDA’nın tiobarbitürik asit (TBA) ile reaksiyona girdiği yöntem kullanıldı (Ohkawa vd 1979). Bunun için standart, örnek ve kör hazırlandı. Hazırlanan karışımlar vorteks’lendi ve 95°C sıcaklığında su banyosunda 1 saat bekletildi. Süre bitiminde karışımlar 15 dakika soğumaya bırakıldı. Kapaklı tüplerdeki karışım normal cam tüplere aktarıldı ve 4000 rpm’de 10 dakika santrifüj edildi. Üzerindeki berrak sıvı alındı ve örnekler 532 nm de köre karşı okutuldu. Okunan değerler kaydedildi ve konsantrasyona çevirme işleminden sonra değerlendirildi.

3.2.9 Biyokimyasal Parametrelerin Analizi

Biyokimyasal parametrelerin analizi Pamukkale Üniversitesi merkez laboratuvarında yapıldı. Fe ve UIBC, kolorimetrik yöntem ile “Roche Hitachi (PE) 1706-04” cihazında Roche Kitlerini kullanarak, Hb ve RBC, tanecik saçılma yöntemi ile “Beckman Coulter LH 750” cihazında analiz edildi.

3.3 Verilerin Değerlendirilmesi

Verilerin değerlendirilmesi “SPSS-11” paket programında yapıldı. Direnç antrenmanlarının akut etkisini incelemek için (direnç antrenmanından önce ve direnç antrenmanından sonra ölçülen değer) “Wilcoxon Eşleştirilmiş İki Örnek Testi”, direnç antrenmanlarının kronik etkisini incelemek için (istirahat durumunda ölçülen değerler) “Friedman İki Yönlü Varyans Analizi” ve “Bonferroni Düzeltmeli Wilcoxon Eşleştirilmiş İki Örnek Testi” kullanıldı. Meydana gelen değişimler “Yüzde Değişim Oranı” olarak ifade edildi “[birinci ölçüm x ikinci ölçüm) / birinci ölçüm] x 100” ve

gruplar arasında karşılaştırıldı, bunun için bağımsız grupların karşılaştırılmasında kullanılan ve parametrik olmayan “Mann Whitney –U” testi kullanıldı. Anlamlılık düzeyi $p<0,05$ kabul edildi.

4. BULGULAR

Araştırma sonucu elde edilen bulgular dokuz başlık altında toplandı.

1. 1RM'nin %70 ve %85 şiddetlerinde uygulanan direnç antrenmanlarının maksimal kuvvete etkilerinin karşılaştırılması.
2. 1RM'nin %70 ve %85 şiddetlerinde uygulanan direnç antrenmanlarının GSH üzerine akut etkilerinin karşılaştırılması.
3. 1RM'nin %70 ve %85 şiddetlerinde uygulanan direnç antrenmanlarının MDA üzerine akut etkilerinin karşılaştırılması.
4. 1RM'nin %70 ve %85 şiddetlerinde uygulanan direnç antrenmanlarının Fe ve UIBC üzerine akut etkilerinin karşılaştırılması.
5. 1RM'nin %70 ve %85 şiddetlerinde uygulanan direnç antrenmanlarının Hb ve RBC üzerine akut etkilerinin karşılaştırılması.
6. 1RM'nin %70 ve %85 şiddetlerinde uygulanan direnç antrenmanlarının GSH üzerine kronik etkilerinin karşılaştırılması.
7. 1RM'nin %70 ve %85 şiddetlerinde uygulanan direnç antrenmanlarının MDA üzerine kronik etkilerinin karşılaştırılması.
8. 1RM'nin %70 ve %85 şiddetlerinde uygulanan direnç antrenmanlarının Fe ve UIBC üzerine kronik etkilerinin karşılaştırılması.
9. 1RM'nin %70 ve %85 şiddetlerinde uygulanan direnç antrenmanlarının Hb ve RBC üzerine kronik etkilerinin karşılaştırılması.

4.1 1RM'nin %70 ve %85 şiddetlerinde uygulanan direnç antrenmanlarının maksimal kuvvete etkilerinin karşılaştırılması.

Birinci grubun 1RM'nin %70 ve ikinci grubun 1RM'nin %85 şiddetlerindeki altı haftalık direnç antrenman (DAntr.) programına başlamadan önce ve DAntr. programından sonra altı harekette belirlenen maksimal kuvvet değerlerine ait tanımlayıcı bilgiler Tablo 4.1'de sunuldu. Değerler ortalama \pm standart sapma şeklinde verildi.

Tablo 4.1 Birinci ve ikinci grubun direnç antrenman programına başlamadan önce ve direnç antrenman programından sonra belirlenen maksimal kuvvet değerleri.

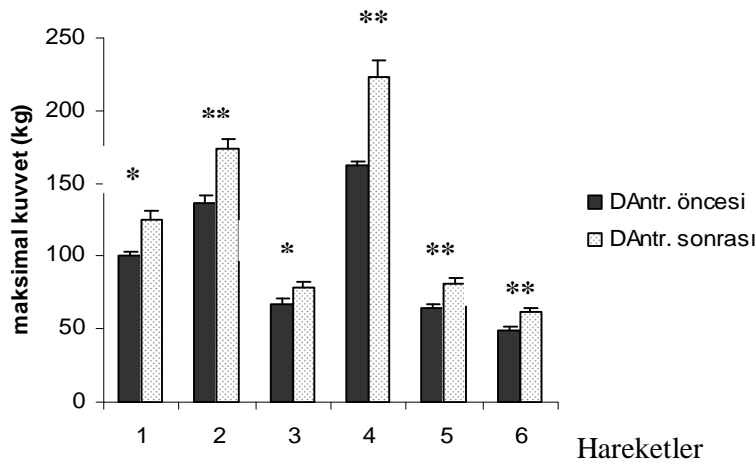
HAREKETLER	BİRİNCİ GRUP			İKİNCİ GRUP			P ^b
	ÖNCE (ort \pm ss)	SONRA (ort \pm ss)	P ^a	ÖNCE (ort \pm ss)	SONRA (ort \pm ss)	P ^a	
1. GÖĞÜS PRES	101 \pm 3,2	125 \pm 5,9	0,008**	101 \pm 3,7	131 \pm 4,6	0,018*	0,168
2. DİZ EKSTANSİYON	137 \pm 5,1	174 \pm 6,8	0,008**	130 \pm 5,3	167 \pm 11	0,018*	0,918
3. GÖĞSE ÇEKİŞ	66,6 \pm 4,0	78,9 \pm 3,9	0,011*	65,4 \pm 2,6	77,9 \pm 3,6	0,027*	0,711
4. DİZ FLEKSİYON	162 \pm 2,6	223 \pm 11	0,008**	139 \pm 7,2	226 \pm 23	0,018*	0,064
5. OMUZ PRES	63,9 \pm 3,4	81,2 \pm 4,2	0,008**	59,3 \pm 3,2	79,1 \pm 4,4	0,018*	0,244
6. BİCEPS CURL	49,2 \pm 2,7	61,9 \pm 3,0	0,008**	51,3 \pm 2,8	68,0 \pm 2,2	0,018*	0,368

(*; p<0,05, **; p<0,01)

P^a: bağımlı ölçümlerin karşılaştırılması (Wilcoxon Eşleştirilmiş İki Örnek Testi)

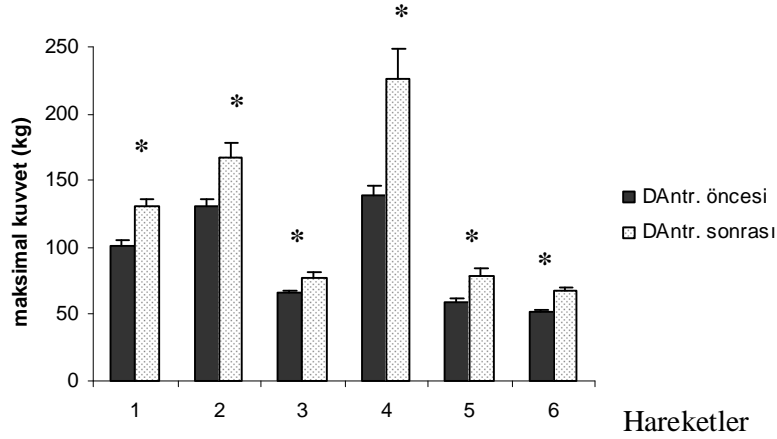
P^b: yüzde değişim oranı bağımsız ölçümlerin karşılaştırılması (Mann Whitney-U)

DAntr. programından sonra belirlenen hareketlerdeki maksimal kuvvet değerlerinin birinci grupta artışı ve bu artışın tüm hareketler için anlamlı olduğu bulundu (P^a).



Grafik 4.1 Birinci grup maksimal kuvvet değerlerindeki değişim (*; p<0,05, **; p<0,01, Wilcoxon Eşleştirilmiş İki Örnek Testi)

DAntr. programından sonra belirlenen hareketlerdeki maksimal kuvvet değerlerinin ikinci grupta arttığı ve bu artışın tüm hareketler için anlamlı olduğu bulundu (P^a).



Grafik 4.2 İkinci grup maksimal kuvvet değerlerindeki değişim (*; $p < 0,05$, Wilcoxon Eşleştirilmiş İki Örnek Testi)

DAntr. programına başlamadan önce altı harekette belirlenen maksimal kuvvet değerleri iki grup arasında karşılaştırıldı ve 4. hareket (Diz Fleksiyon; $p=0,011$) hariç diğer hareketlerin başlangıç maksimal kuvvet değerlerinde anlamlı fark bulunmadı (1. Göğüs Pres; $p=0,874$, 2. Diz Ekstansiyon; $p=0,452$, 3. Göğse Çekiş; $p=0,668$, 5. Omuz Pres; $p=0,490$, 6. Biceps Curl; $p=0,633$). Ancak maksimal kuvvet “Reel Kuvvet” olarak ifade edildiğinde ($[\text{maksimal kuvvet (kg)} / \text{vücut ağırlığı (kg)}]$) ve “Diz Fleksiyon” hareketin DAntr. programından önce belirlenen reel kuvvet değerleri gruplar arasında karşılaştırıldığında anlamlı fark bulunmadı (DAntr. Öncesi Diz Fleksiyon Reel Kuvvet; $p=0,223$). DAntr. programından sonra belirlenen altı hareketteki maksimal kuvvet değerleri iki grup arasında karşılaştırıldı ve anlamlı fark bulunmadı (1. Göğüs Pres; $p=0,221$, 2. Diz Ekstansiyon; $p=0,671$, 3. Göğse Çekiş; $p=0,958$, 4. Diz Fleksiyon; $p=0,956$, 5. Omuz Pres; $p=0,957$, 6. Biceps Curl; $p=0,153$)

Meydana gelen artış yüzde değişim oranı olarak ifade edildiğinde ve bu oran gruplar arasında karşılaştırıldığında bütün hareketler için anlamlı fark bulunmadı (P^b).

1RM'nin %70 ve %85 şiddetlerindeki DAntr. uygulayan iki grubun birinci hafta DAntr. önce ve DAntr. sonra, dördüncü hafta DAntr. önce ve DAntr. sonra ile altıncı hafta DAntr. önce ve DAntr. sonra ölçülen GSH, MDA, Fe, UIBC, Hb ve RBC ait tanımlayıcı bilgileri Tablo 4.2'te sunuldu.

Tablo 4.2: Birinci ve ikinci grubun GSH, MDA, Fe, UIBC, Hb ve RBC ait tanımsayıcı bilgiler.

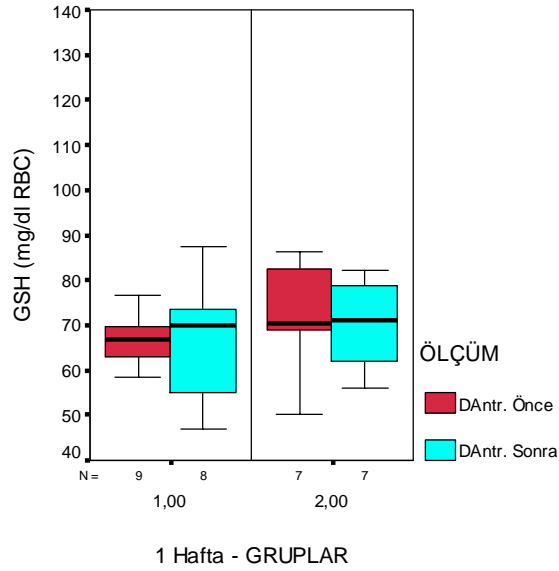
		BİRİNCİ GRUP (n=9)							İKİNCİ GRUP (n=7)							P ^a		P ^b	
		DAntr. ÖNCE			DAntr. SONRA				DAntr. ÖNCE			DAntr. SONRA							
		ort ± ss	Ortanca	Min - Maks	ort ± ss	Ortanca	Min - Maks	P ^a	ort ± ss	Ortanca	Min - Maks	ort ± ss	Ortanca	Min - Maks	P ^a				
Birinci hafta	GSH (mg/dL RBC)	67,5 ± 12	66,9	66,4 ± 13	66,4 ± 13	69,9	46,8 - 87	0,674	72,8 ± 12	70,5	50,2 - 86,5	69,9 ± 10	70,9	55,9 - 82	0,310	0,643			
	MDA (nmol/µl)	1,60 ± 0,3	1,60	1,50 ± 0,3	1,50 ± 0,3	1,40	1,10 - 2,0	0,484	1,50 ± 0,4	1,50	1,10 - 2,20	0,90 ± 0,2	0,80	0,70 - 1,3	0,018*	0,011*			
	Fe (ug/dl)	93,1 ± 28	89,0	109 ± 34	109 ± 34	109	64,0 - 157	0,036*	105 ± 40	91,0	61,0 - 169	112 ± 47	93,0	65,0 - 194	0,063	0,203			
	UIBC (ug/dl)	226 ± 62	227	257 ± 65	257 ± 65	246	163 - 358	0,012*	228 ± 36	247	182 - 267	251 ± 37	272	200 - 293	0,018*	0,487			
	Hb (g/dl)	15,5 ± 1,0	15,4	16,4 ± 1,0	16,4 ± 1,1	16,7	14,6 - 17	0,017*	15,2 ± 1,1	14,8	13,8 - 16,8	15,2 ± 1,0	14,7	14,0 - 17	0,917	0,013*			
	RBC (10 ⁶ /µl)	5,20 ± 0,1	5,20	5,40 ± 0,2	5,40 ± 0,2	5,40	5,10 - 5,7	0,012*	5,00 ± 0,3	5,00	4,60 - 5,50	5,00 ± 0,4	5,00	4,50 - 5,6	0,866	0,004**			
Dördüncü hafta	GSH (mg/dL RBC)	70,0 ± 7,9	69,8	67,4 ± 5,9	67,4 ± 5,9	68,3	55,6 - 77	0,374	69,7 ± 5,6	70,6	62,6 - 79,3	81,3 ± 14	78,1	60,0 - 102	0,091	0,023*			
	MDA (nmol/µl)	1,20 ± 0,4	1,20	0,90 ± 0,2	0,90 ± 0,2	0,90	0,50 - 1,2	0,008**	1,20 ± 0,3	1,20	0,90 - 1,70	0,80 ± 0,2	0,70	0,60 - 1,2	0,018*	0,101			
	Fe (ug/dl)	127 ± 54	114	143 ± 60	143 ± 60	135	77,0 - 235	0,012*	121 ± 18	114	99,0 - 154	137 ± 14	142	121 - 155	0,018*	0,728			
	UIBC (ug/dl)	184 ± 50	190	208 ± 49	208 ± 49	212	137 - 285	0,012*	194 ± 31	207	152 - 234	210 ± 39	206	162 - 269	0,063	0,165			
	Hb (g/dl)	15,5 ± 1,1	15,7	16,2 ± 1,1	16,2 ± 1,1	16,5	14,4 - 18	0,008**	15,0 ± 1,0	14,9	13,7 - 16,4	15,2 ± 1,1	15,6	13,7 - 17	0,237	0,010**			
	RBC (10 ⁶ /µl)	5,10 ± 0,2	5,10	5,40 ± 0,2	5,40 ± 0,2	5,40	5,20 - 5,8	0,008**	4,90 ± 0,4	5,00	4,30 - 5,30	5,00 ± 0,4	5,00	4,40 - 5,4	0,249	0,003**			
Altıncı hafta	GSH (mg/dL RBC)	84,2 ± 20	81,3	86,8 ± 23	86,8 ± 23	81,2	62,1 - 131	0,441	88,9 ± 26	74,8	63,8 - 130	99,6 ± 25	109	64,1 - 125	0,237	0,315			
	MDA (nmol/µl)	1,10 ± 0,4	1,00	0,70 ± 0,2	0,70 ± 0,2	0,70	0,60 - 1,1	0,028*	0,90 ± 0,3	0,80	0,60 - 1,50	0,60 ± 0,1	0,60	0,50 - 0,8	0,018*	0,560			
	Fe (ug/dl)	117 ± 38	110	141 ± 49	141 ± 49	130	89,0 - 226	0,008**	90,7 ± 38	84,0	44,0 - 147	104 ± 46	96,5	45,0 - 171	0,028*	0,157			
	UIBC (ug/dl)	191 ± 40	185	210 ± 49	210 ± 49	207	137 - 301	0,008**	216 ± 50	215	130 - 270	227 ± 47	226	155 - 291	0,028*	0,153			
	Hb (g/dl)	15,6 ± 1,0	15,7	16,1 ± 1,0	16,1 ± 1,0	16,2	14,5 - 18	0,012*	15,3 ± 1,0	15,3	14,2 - 16,7	15,6 ± 1,3	15,9	14,1 - 17	0,089	0,037*			
	RBC (10 ⁶ /µl)	5,20 ± 0,3	5,10	5,40 ± 0,3	5,40 ± 0,3	5,40	5,10 - 5,9	0,008**	5,00 ± 0,3	5,00	4,50 - 5,50	5,10 ± 0,5	5,10	4,40 - 5,6	0,176	0,023*			

(*; p<0,05, **; p<0,01)

P^a: bağımlı ölçümlerin karşılaştırılması (Wilcoxon Eşleştirilmiş İki Örnek Testi)P^b: yüzde değişim oranı bağımsız ölçümlerin karşılaştırılması (Mann Whitney –U)

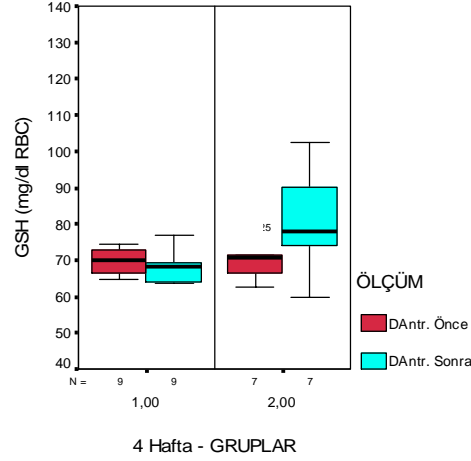
Direnç antrenmanlarının **GSH, MDA, Fe, UIBC, Hb** ve **RBC** üzerine **akut etkilerini** incelemek için birinci ve ikinci grubun birinci hafta DANtr. önce ve DANtr. sonra, dördüncü hafta DANtr. önce ve DANtr. sonra ile altıncı hafta DANtr. önce ve DANtr. sonra ölçülen değerler önce grup içinde karşılaştırıldı, daha sonra meydana gelen değişim “Yüzde Değişim Oranı” olarak ifade edilerek gruplar arasında karşılaştırıldı. Buna göre;

4.2 1RM'nin %70 ve %85 şiddetlerinde uygulanan direnç antrenmanlarının GSH üzerine akut etkilerinin karşılaştırılması.



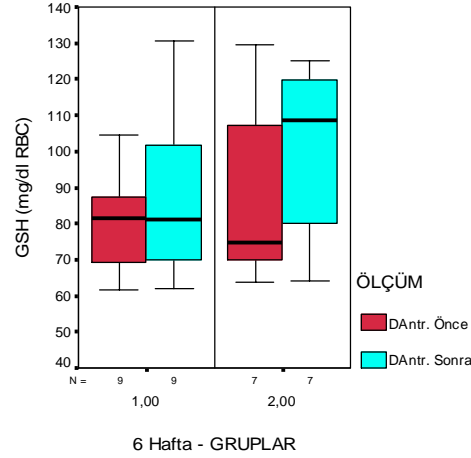
Grafik 4.3 1RM'nin %70 ve %85 şiddetlerinde uygulanan direnç antrenmanlarının birinci hafta GSH üzerine akut etkileri (Wilcoxon Eşleştirilmiş İki Örnek Testi)

Birinci hafta DANtr. sonra ölçülen GSH değerinin birinci grupta çok az arttığı fakat bu artışın anlamlı olmadığı bulundu ($p=0,674$). İkinci grupta DANtr. sonra ölçülen GSH değerinin antrenmandan etkilenmediği gözlemlendi ve DANtr. öncesi ölçülen GSH değeri ile karşılaştırıldığında anlamlı fark bulunmadı ($p=0,310$). Yüzde değişim oranı gruplar arasında karşılaştırıldığında anlamlı fark bulunmadı ($p=0,643$).



Grafik 4.4 1RM'nin %70 ve %85 şiddetlerinde uygulanan direnç antrenmanlarının dördüncü hafta GSH üzerine akut etkileri (Wilcoxon Eşleştirilmiş İki Örnek Testi)

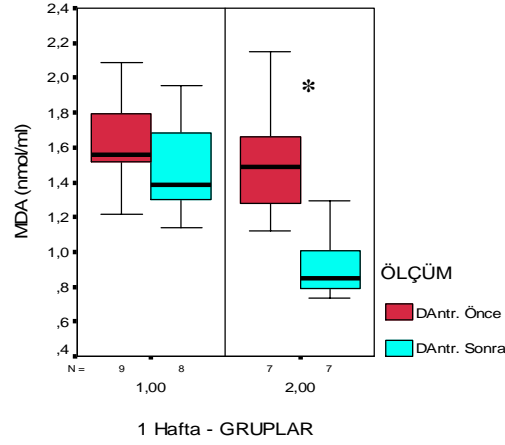
Dördüncü hafta DAntr. sonra ölçülen GSH değerinin birinci grupta azaldığı gözlemlendi fakat meydana gelen düşüş anlamlı bulunmadı ($p=0,374$). Dördüncü hafta DAntr. sonra ölçülen GSH değerinin ikinci grupta arttığı fakat meydana gelen artışın anlamlı olmadığı bulundu ($p=0,091$). Yüzde değişim oranı gruplar arasında karşılaştırıldığında anlamlı fark bulundu ($p=0,023$).



Grafik 4.5 1RM'nin %70 ve %85 şiddetlerinde uygulanan direnç antrenmanlarının altıncı hafta GSH üzerine akut etkileri (Wilcoxon Eşleştirilmiş İki Örnek Testi)

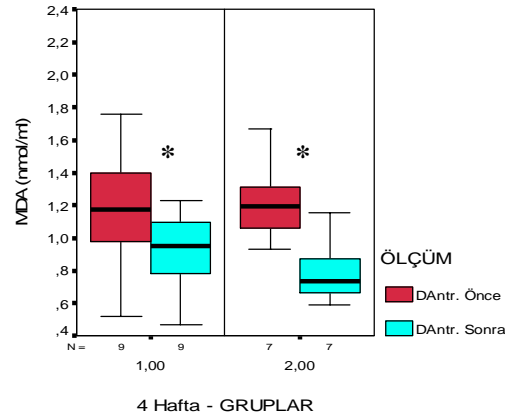
Birinci grupta, altıncı hafta DAntr. sonra ölçülen GSH değerinin antrenmandan pek etkilenmediği gözlemlendi ve DAntr. öncesi ölçülen GSH değeri ile karşılaştırıldığında anlamlı fark bulunmadı ($p=0,441$). Altıncı hafta DAntr. sonra ölçülen GSH değerinin ikinci grupta arttığı fakat meydana gelen artışın anlamlı olmadığı bulundu ($p=0,237$). Yüzde değişim oranı gruplar arasında karşılaştırıldığında anlamlı fark bulunmadı ($p=0,315$).

4.3 1RM'nin %70 ve %85 şiddetlerinde uygulanan direnç antrenmanlarının MDA üzerine akut etkilerinin karşılaştırılması.



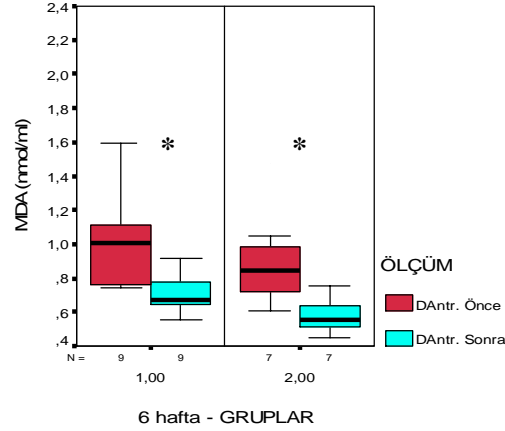
Grafik 4.6 1RM'nin %70 ve %85 şiddetlerinde uygulanan direnç antrenmanlarının birinci hafta MDA üzerine akut etkileri (*; $p < 0,05$, Wilcoxon Eşleştirilmiş İki Örnek Testi)

Birinci hafta DAntr. sonra ölçülen MDA değerlerinin birinci ve ikinci grupta azaldığı gözlemlendi. Ancak sadece ikinci grupta meydana gelen düşüş anlamlı bulundu (sırasıyla: $p=0,484$, $p=0,018$). Yüzde değişim oranı gruplar arasında karşılaştırıldığında anlamlı fark bulundu ($p=0,011$).



Grafik 4.7 1RM'nin %70 ve %85 şiddetlerinde uygulanan direnç antrenmanlarının dördüncü hafta MDA üzerine akut etkileri (*; $p < 0,05$, **; $p < 0,01$, Wilcoxon Eşleştirilmiş İki Örnek Testi)

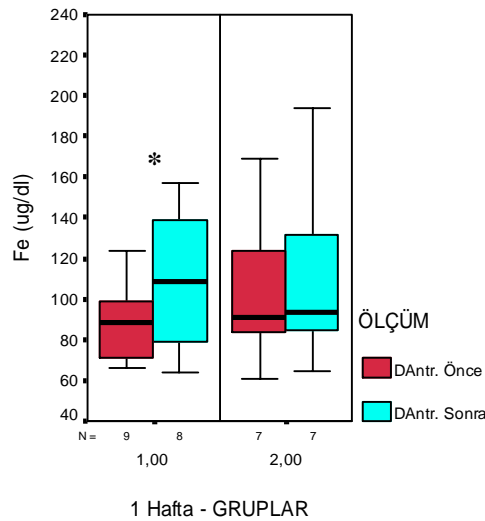
Dördüncü hafta DAntr. sonra ölçülen MDA değerlerinin birinci ve ikinci grupta azaldığı gözlemlendi ve meydana gelen düşüşün her iki grupta anlamlı olduğu bulundu (sırasıyla: $p=0,008$, $p=0,018$). Yüzde değişim oranı gruplar arasında karşılaştırıldığında anlamlı fark bulunmadı ($p=0,101$).



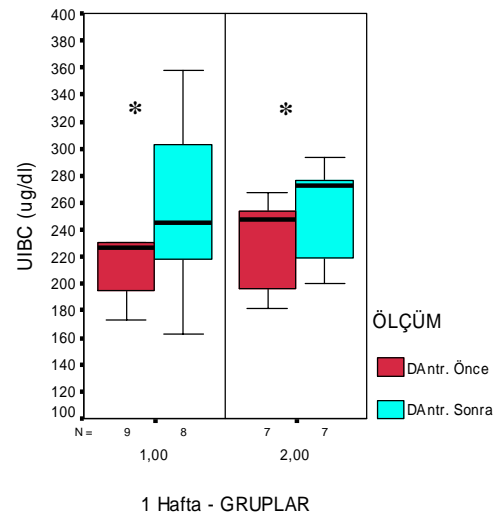
Grafik 4.8 1RM'nin %70 ve %85 şiddetlerinde uygulanan direnç antrenmanlarının altıncı hafta MDA üzerine akut etkileri (*; $p < 0,05$, Wilcoxon Eşleştirilmiş İki Örnek Testi)

Altıncı hafta DAntr. sonra ölçülen MDA değerlerinin birinci ve ikinci grupta azaldığı gözlemlendi ve meydana gelen düşüşün her iki grupta anlamlı olduğu bulundu (sırasıyla: $p = 0,028$, $p = 0,018$). Yüzde değişim oranı gruplar arasında karşılaştırıldığında anlamlı fark bulunmadı ($p = 0,560$).

4.4 1RM'nin %70 ve %85 şiddetlerinde uygulanan direnç antrenmanlarının Fe ve UIBC üzerine akut etkilerinin karşılaştırılması.

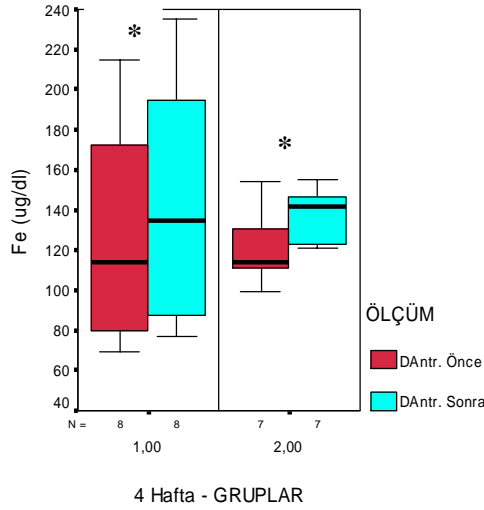


Grafik 4.9 1RM'nin %70 ve %85 şiddetlerinde uygulanan direnç antrenmanlarının birinci hafta Fe üzerine akut etkileri (*; $p < 0,05$, Wilcoxon Eşleştirilmiş İki Örnek Testi)

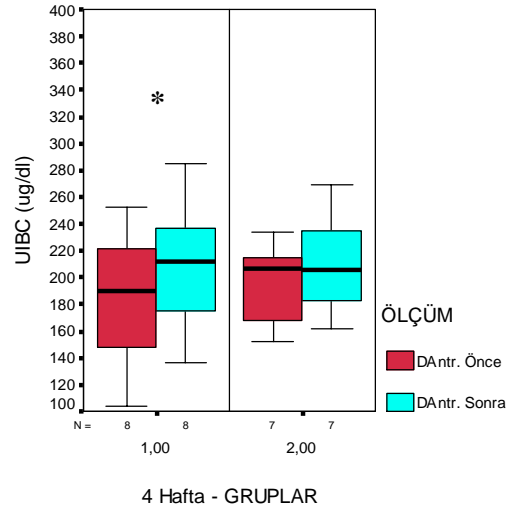


Grafik 4.10 1RM'nin %70 ve %85 şiddetlerinde uygulanan direnç antrenmanlarının birinci hafta UIBC üzerine akut etkileri (*; $p < 0,05$, Wilcoxon Eşleştirilmiş İki Örnek Testi)

Birinci hafta DANtr. sonra ölçülen Fe ve UIBC değerlerinin birinci grupta arttığı ve meydana gelen artışın anlamlı olduğu bulundu (sırasıyla: $p=0,036$, $p=0,012$). Birinci hafta ikinci grupta DANtr. sonra ölçülen Fe değerinin istatistiksel olarak anlamlı artmadığı bulundu ($p=0,063$). Buna karşın UIBC değerinde meydana gelen artış anlamlı bulundu ($p=0,018$). Fe değişkeninde meydana gelen yüzde değişim oranı gruplar arasında karşılaştırıldığında anlamlı fark bulunmadı ($p=0,203$). UIBC değişkeninde meydana gelen yüzde değişim oranı gruplar arasında karşılaştırıldığında anlamlı fark bulunmadı ($p=0,487$).

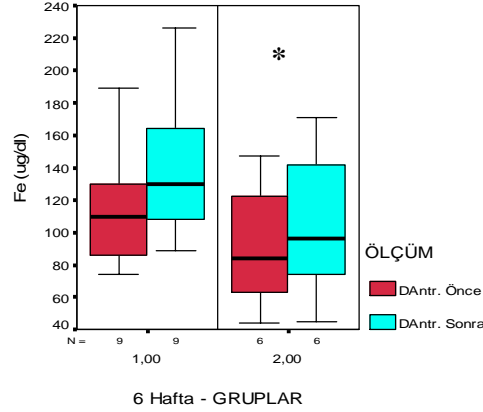


Grafik 4.11 1RM'nin %70 ve %85 şiddetlerinde uygulanan direnç antrenmanlarının dördüncü hafta Fe üzerine akut etkileri (*; $p<0,05$, Wilcoxon Eşleştirilmiş İki Örnek Testi)

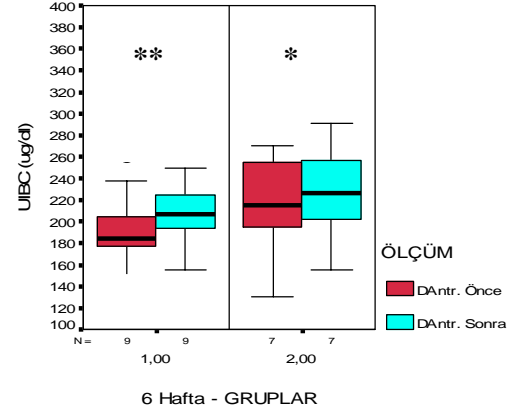


Grafik 4.12 1RM'nin %70 ve %85 şiddetlerinde uygulanan direnç antrenmanlarının dördüncü hafta UIBC üzerine akut etkileri (*; $p<0,05$, Wilcoxon Eşleştirilmiş İki Örnek Testi)

Dördüncü hafta DANtr. sonra ölçülen Fe değerlerinin birinci ve ikinci grupta arttığı gözlemlendi ve meydana gelen artış her iki grupta anlamlı bulundu (sırasıyla: $p=0,012$, $p=0,018$). Fe değişkeninde meydana gelen yüzde değişim oranı gruplar arasında karşılaştırıldığında anlamlı fark bulunmadı ($p=0,728$). Dördüncü hafta DANtr. sonra ölçülen UIBC değerinin birinci grupta arttığı ve meydana gelen artışın anlamlı olduğu bulundu ($p=0,012$). İkinci grupta, dördüncü hafta DANtr. sonra ölçülen UIBC değerinin antrenmandan etkilenmediği gözlemlendi ve DANtr. öncesi ölçülen UIBC değeri ile karşılaştırıldığında ölçümler arasında anlamlı fark bulunmadı ($p=0,063$). UIBC değişkeninde meydana gelen yüzde değişim oranı gruplar arasında karşılaştırıldığında anlamlı fark bulunmadı ($p=0,165$).



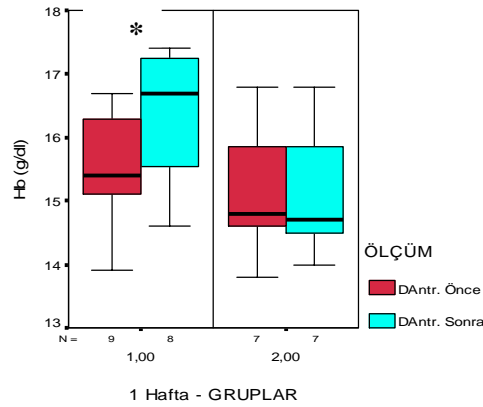
Grafik 4.13 1RM'nin %70 ve %85 şiddetlerinde uygulanan direnç antrenmanlarının altıncı hafta Fe üzerine akut etkileri (*; $p < 0,05$, **; $p < 0,01$, Wilcoxon Eşleştirilmiş İki Örnek Testi)



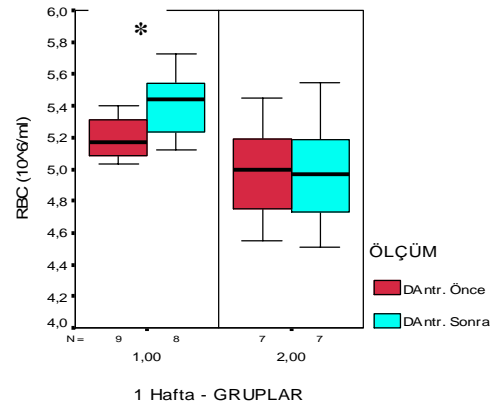
Grafik 4.14 1RM'nin %70 ve %85 şiddetlerinde uygulanan direnç antrenmanlarının altıncı hafta UIBC üzerine akut etkileri (*; $p < 0,05$, **; $p < 0,01$, Wilcoxon Eşleştirilmiş İki Örnek Testi)

Altıncı hafta DAntr. sonra ölçülen Fe değerlerinin birinci ve ikinci grupta istatistiksel olarak önemli derecede arttığı bulundu (sırasıyla: $p=0,008$, $p=0,028$). Yüzde değişim oranı gruplar arasında karşılaştırıldığında anlamlı fark bulunmadı ($p=0,157$). UIBC değerlerinin birinci ve ikinci grupta arttığı ve meydana gelen artışın her iki grupta anlamlı olduğu bulundu (sırasıyla: $p=0,008$, $p=0,028$). Yüzde değişim oranı gruplar arasında karşılaştırıldığında anlamlı fark bulunmadı ($p=0,153$).

4.5 1RM'nin %70 ve %85 şiddetlerinde uygulanan direnç antrenmanlarının Hb ve RBC üzerine akut etkilerinin karşılaştırılması.

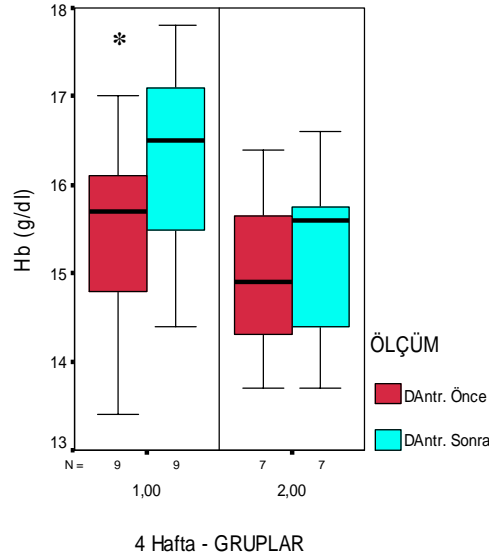


Grafik 4.15 1RM'nin %70 ve %85 şiddetlerinde uygulanan direnç antrenmanlarının birinci hafta Hb üzerine akut etkileri (*; $p < 0,05$, Wilcoxon Eşleştirilmiş İki Örnek Testi)

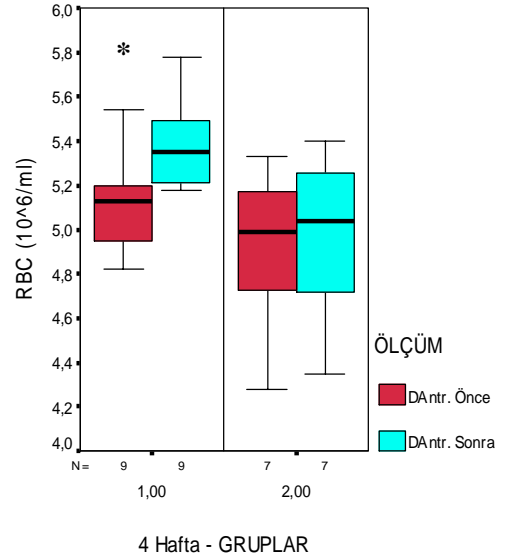


Grafik 4.16 1RM'nin %70 ve %85 şiddetlerinde uygulanan direnç antrenmanlarının birinci hafta RBC üzerine akut etkileri (*; $p < 0,05$, Wilcoxon Eşleştirilmiş İki Örnek Testi)

Birinci hafta DANtr. sonra ölçülen Hb ve RBC değerlerin birinci grupta arttığı ve meydana gelen artışın anlamlı olduğu bulundu (sırasıyla: $p=0,017$, $p=0,012$). İkinci grupta DANtr. sonra ölçülen Hb ve RBC değerlerinin antrenmandan etkilenmediği gözlemlendi ve DANtr. öncesi ölçülen değerler ile karşılaştırıldığında her iki değişken için ölçümler arasında anlamlı fark bulunmadı (sırasıyla: $p=0,917$, $p=0,866$). Hb ve RBC yüzde değişim oranı gruplar arasında karşılaştırıldığında anlamlı fark bulundu (sırasıyla: $p=0,013$, $p=0,004$).

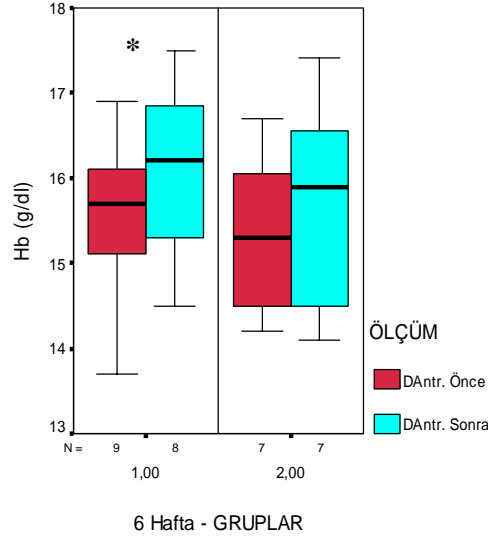


Grafik 4.17 1RM'nin %70 ve %85 şiddetlerinde uygulanan direnç antrenmanlarının dördüncü hafta Hb üzerine akut etkileri (**; $p<0,01$, Wilcoxon Eşleştirilmiş İki Örnek Testi)

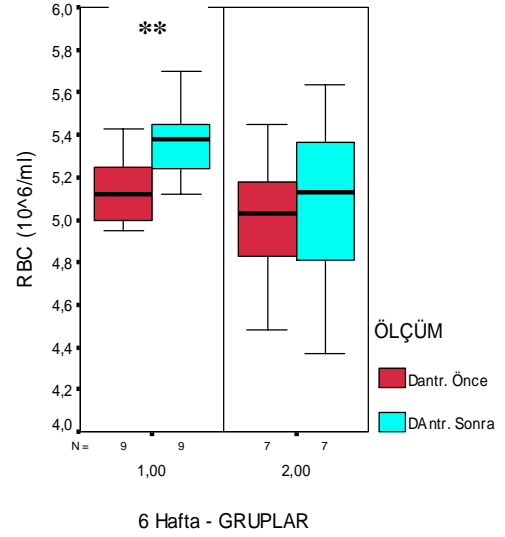


Grafik 4.18 1RM'nin %70 ve %85 şiddetlerinde uygulanan direnç antrenmanlarının dördüncü hafta RBC üzerine akut etkileri (**; $p<0,01$, Wilcoxon Eşleştirilmiş İki Örnek Testi)

Dördüncü hafta DANtr. sonra ölçülen Hb ve RBC değerlerinin birinci grupta arttığı gözlemlendi ve meydana gelen artışın her iki değişken için anlamlı olduğu bulundu (sırasıyla: $p=0,008$, $p=0,008$). İkinci grupta Hb değerinin arttığı ve RBC değerinin antrenmandan pek etkilenmediği gözlemlendi ve anlamlı fark bulunmadı (sırasıyla: $p=0,237$, $p=0,249$). Hb ve RBC değişkenlerin yüzde değişim oranları gruplar arasında karşılaştırıldığında anlamlı fark bulundu (sırasıyla: $p=0,010$, $p=0,003$).



Grafik 4.19 1RM'nin %70 ve %85 şiddetlerinde uygulanan direnç antrenmanlarının altıncı hafta Hb üzerine akut etkileri (*; $p<0,05$, Wilcoxon Eşleştirilmiş İki Örnek Testi)



Grafik 4.20 1RM'nin %70 ve %85 şiddetlerinde uygulanan direnç antrenmanlarının altıncı hafta RBC üzerine akut etkileri (**; $p<0,01$, Wilcoxon Eşleştirilmiş İki Örnek Testi)

Altıncı hafta DAntr. sonra ölçülen Hb ve RBC değerlerinin birinci grupta arttığı gözlemlendi ve her iki değişken için meydana gelen artış anlamlı bulundu (sırasıyla: (Hb) $p=0,012$, (RBC) $p=0,008$). İkinci grupta Hb ve RBC değerlerinin arttığı gözlemlendi ancak meydana gelen artış anlamlı bulunmadı (sırasıyla: (Hb) $p=0,089$, (RBC) $p=0,176$). Hb ve RBC değerlerinde meydana gelen yüzde değişim oranı gruplar arasında karşılaştırıldığında anlamlı fark bulundu (sırasıyla: (Hb) $p=0,037$, (RBC) $p=0,023$).

1RM'nin %70 ve %85 şiddetlerindeki DAntr. uygulayan iki grubun birinci hafta DAntr. önce, dördüncü hafta DAntr. önce ve altıncı hafta DAntr. önce ölçülen GSH, MDA, Fe, UIBC, Hb ve RBC ait tanımlayıcı bilgileri Tablo 4.3 ve Tablo 4.4'te sunuldu.

Tablo 4.3: Birinci grubun istirahat durumunda ölçülen GSH, MDA, Fe, UIBC, Hb ve RBC ait tanımayıcı bilgiler.

	BİRİNCİ GRUP (n=9)									P ^c
	Birinci hafta			Dördüncü hafta			Altıncı hafta			
	ort ± ss	Ortanca	Min - Maks	ort ± ss	Ortanca	Min - Maks	ort ± ss	Ortanca	Min - Maks	
GSH (mg/dL RBC)	67,5 ± 12	66,9	66,4 ± 13	70,0 ± 7,9	69,8	67,4 ± 5,9	84,2 ± 20	81,3	86,8 ± 23	0,045*
MDA (nmol/μl)	1,60 ± 0,3	1,60	1,50 ± 0,3	1,20 ± 0,4	1,20	0,90 ± 0,2	1,10 ± 0,4	1,00	0,70 ± 0,2	0,003**
Fe (ug/dl)	93,1 ± 28	89,0	109 ± 34	127 ± 54	114	143 ± 60	117 ± 38	110	141 ± 49	0,017*
UIBC (ug/dl)	226 ± 62	227	257 ± 65	184 ± 50	190	208 ± 49	191 ± 40	185	210 ± 49	0,021*
Hb (g/dl)	15,5 ± 1,0	15,4	16,4 ± 1,0	15,5 ± 1,1	15,7	16,2 ± 1,1	15,6 ± 1,0	15,7	16,1 ± 1,0	0,462
RBC (10⁶/μl)	5,20 ± 0,1	5,20	5,40 ± 0,2	5,10 ± 0,2	5,10	5,40 ± 0,2	5,20 ± 0,3	5,10	5,40 ± 0,3	0,412

(*; p<0,05, **; p<0,01)

P^c: bağımlı ölçümlerin karşılaştırılması (Friedman İki Yönlü Varyans Analizi)

Tablo 4.4: İkinci grubun istirahat durumunda ölçülen GSH, MDA, Fe, UIBC, Hb ve RBC ait tanımayıcı bilgiler.

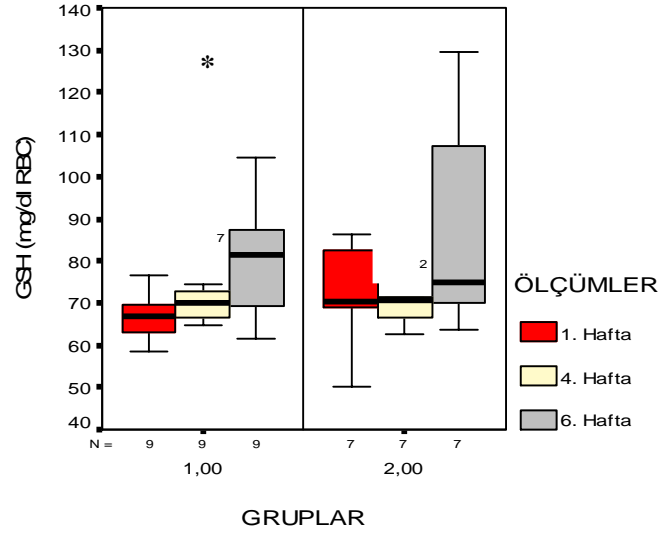
	İKİNCİ GRUP (n=7)									P ^c
	Birinci hafta			Dördüncü hafta			Altıncı hafta			
	ort ± ss	Ortanca	Min - Maks	ort ± ss	Ortanca	Min - Maks	ort ± ss	Ortanca	Min - Maks	
GSH (mg/dL RBC)	72,8 ± 12	70,5	50,2 - 86,5	69,7 ± 5,6	70,6	62,6 - 79,3	88,9 ± 26	74,8	63,8 - 130	0,565
MDA (nmol/μl)	1,50 ± 0,4	1,50	1,10 - 2,20	1,20 ± 0,3	1,20	0,90 - 1,70	0,90 ± 0,3	0,80	0,60 - 1,50	0,028*
Fe (ug/dl)	105 ± 40	91,0	61,0 - 169	121 ± 18	114	99,0 - 154	90,7 ± 38	84,0	44,0 - 147	0,042*
UIBC (ug/dl)	228 ± 36	247	182 - 267	194 ± 31	207	152 - 234	216 ± 50	215	130 - 270	0,066
Hb (g/dl)	15,2 ± 1,1	14,8	13,8 - 16,8	15,0 ± 1,0	14,9	13,7 - 16,4	15,3 ± 1,0	15,3	14,2 - 16,7	0,341
RBC (10⁶/μl)	5,00 ± 0,3	5,00	4,60 - 5,50	4,90 ± 0,4	5,00	4,30 - 5,30	5,00 ± 0,3	5,00	4,50 - 5,50	0,495

(*; p<0,05, **; p<0,01)

P^c: bağımlı ölçümlerin karşılaştırılması (Friedman İki Yönlü Varyans Analizi)

Direnç antrenmanlarının GSH, MDA, Fe, UIBC, Hb ve RBC üzerine kronik etkisini incelemek için istirahat durumunda ölçülen [birinci hafta DANtr. önce (1), dördüncü hafta DANtr. önce (3) ve altıncı hafta DANtr. önce (5)] değerler grup içinde karşılaştırıldı. Anlamlı fark çıkması durumunda ikili karşılaştırma yapıldı. Buna göre;

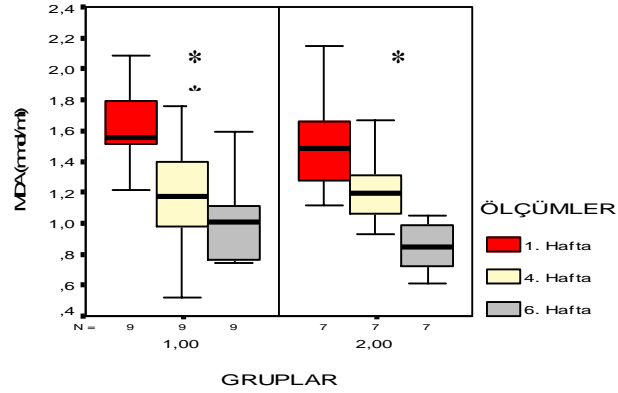
4.6 1RM'nin %70 ve %85 şiddetlerinde uygulanan direnç antrenmanlarının GSH üzerine kronik etkilerinin karşılaştırılması.



Grafik 4.21 1RM'nin %70 ve %85 şiddetlerinde uygulanan direnç antrenmanlarının GSH üzerine kronik etkileri (*; $p < 0,05$, Friedman İki Yönlü Varyans Analizi)

GSH değerlerinin birinci grupta arttığı gözlemlendi ve meydana gelen artış anlamlı bulundu ($p=0,045$). Yapılan ikili karşılaştırma sonucunda ölçümler arasında anlamlı fark bulunmadı (1-3: $p=0,678$; 1-5: $p=0,021$; 3-5: $p=0,066$). İkinci grupta GSH değerlerinin antrenmandan pek etkilenmediği gözlemlendi ve ölçümler arasında anlamlı fark bulunmadı ($p=0,565$). Yüzde değişim oranı gruplar arasında karşılaştırıldığında anlamlı fark bulunmadı (1-3: $p=0,427$; 1-5: $p=0,711$; 3-5: $p=0,874$).

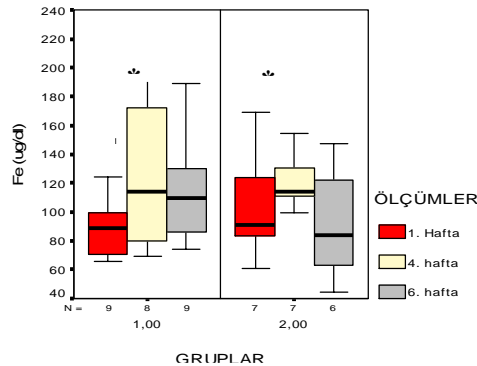
4.7 1RM'nin %70 ve %85 şiddetlerinde uygulanan direnç antrenmanlarının MDA üzerine kronik etkilerinin karşılaştırılması.



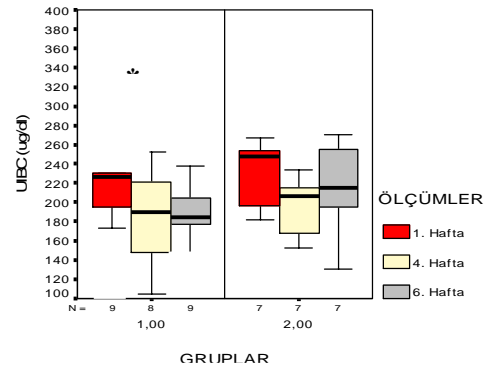
Grafik 4.22 1RM'nin %70 ve %85 şiddetlerinde uygulanan direnç antrenmanlarının MDA üzerine kronik etkileri (**; $p < 0,01$, *; $p < 0,05$, Friedman İki Yönlü Varyans Analizi)

MDA değerlerinin birinci ve ikinci grupta azaldığı gözlemlendi ve meydana gelen düşüş her iki grupta anlamlı bulundu (sırasıyla: $p=0,003$, $p=0,028$). Birinci grupta yapılan ikili karşılaştırma sonucunda sadece birinci ve üçüncü ölçüm arasında anlamlı fark bulundu (1-3: $p=0,008$, 1-5: $p=0,021$; 3-5: $p=0,515$). İkinci grupta yapılan ikili karşılaştırma sonucunda ölçümler arasında anlamlı fark bulunmadı (1-3: $p=0,128$; 1-5: $p=0,028$; 3-5: $p=0,176$). Yüzde değişim oranı gruplar arasında karşılaştırıldığında anlamlı fark bulunmadı (1-3: $p=0,874$; 1-5: $p=0,874$; 3-5: $p=0,711$).

4.8 1RM'nin %70 ve %85 şiddetlerinde uygulanan direnç antrenmanlarının Fe ve UIBC üzerine kronik etkilerinin karşılaştırılması.



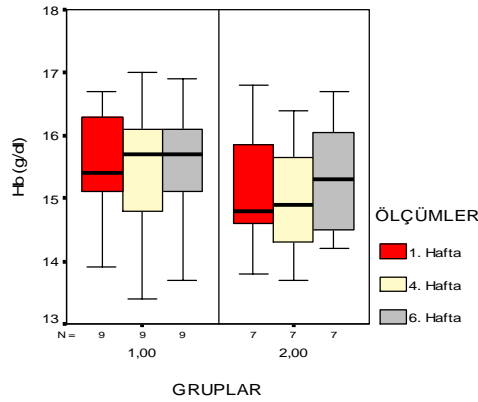
Grafik 4.23 1RM'nin %70 ve %85 şiddetlerinde uygulanan direnç antrenmanlarının Fe üzerine kronik etkisi (*; $p < 0,05$, Friedman İki Yönlü Varyans Analizi)



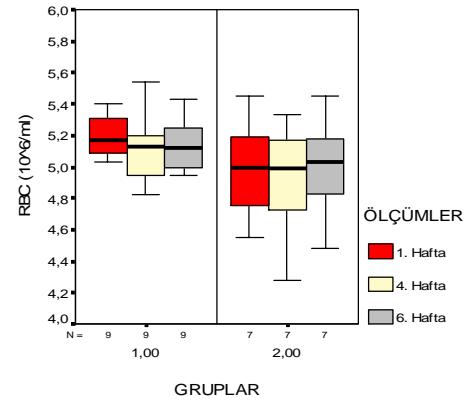
Grafik 4.24 1RM'nin %70 ve %85 şiddetlerinde uygulanan direnç antrenmanlarının UIBC üzerine kronik etkisi (*; $p < 0,05$, Friedman İki Yönlü Varyans Analizi)

Birinci ve ikinci grupta Fe ölçümleri arasında anlamlı fark bulundu (sırasıyla: $p=0,017$, $p=0,042$). Ancak birinci ve ikinci grupta yapılan ikili karşılaştırmalar sonucunda ölçümler arasında anlamlı fark bulunmadı (sırasıyla: birinci grup; 1-3: $p=0,018$; 1-5: $p=0,173$; 3-5: $p=0,674$, ikinci grup; 1-3: $p=0,176$; 1-5: $p=0,674$; 3-5: $p=0,075$). Yüzde değişim oranları gruplar arasında karşılaştırıldığında anlamlı fark bulunmadı (1-3: $p=0,728$; 1-5: $p=0,239$; 3-5: $p=0,093$). UIBC değerlerinin birinci ve ikinci grupta azaldığı gözlemlendi, ancak sadece birinci gruptaki düşüş anlamlı bulundu (sırasıyla: $p=0,021$, $p=0,066$). Birinci grupta yapılan ikili karşılaştırma sonucunda sadece birinci ve üçüncü ölçüm arasındaki fark anlamlı bulundu (1-3: $p=0,012$; 1-5: $p=0,051$; 3-5: $p=0,327$). Yüzde değişim oranları gruplar arasında karşılaştırıldığında anlamlı fark bulunmadı (1-3: $p=0,487$; 1-5: $p=0,491$; 3-5: $p=0,563$).

4.9 1RM'nin %70 ve %85 şiddetlerinde uygulanan direnç antrenmanlarının Hb ve RBC üzerine kronik etkilerinin karşılaştırılması.



Grafik 4.25 1RM'nin %70 ve %85 şiddetlerinde uygulanan direnç antrenmanlarının Hb üzerine kronik etkisi (Friedman İki Yönlü Varyans Analizi)



Grafik 4.26 1RM'nin %70 ve %85 şiddetlerinde uygulanan direnç antrenmanlarının RBC üzerine kronik etkisi (Friedman İki Yönlü Varyans Analizi)

Hb değerlerinin birinci ve ikinci grupta arttığı gözlemlendi ancak her iki grupta ölçümler arasında anlamlı fark bulunmadı (sırasıyla: $p=0,462$, $p=0,341$). Yüzde değişim oranı gruplar arasında karşılaştırıldığında anlamlı fark bulunmadı (1-3: $p=0,791$; 1-5: $p=0,491$; 3-5: $p=0,368$). RBC ölçümleri arasında anlamlı fark bulunmadı (sırasıyla: $p=0,412$, $p=0,495$). Yüzde değişim oranı gruplar arasında karşılaştırıldığında anlamlı fark bulunmadı (1-3: $p=0,958$; 1-5: $p=0,427$; 3-5: $p=0,672$).

5. TARTIŞMA

Yaptığımız çalışmada altı haftalık direnç antrenman programından sonra belirlenen hareketlerdeki maksimal kuvvet değerlerinin bütün hareketler için birinci ve ikinci grupta önemli derecede arttığı bulundu ($p<0,05$). Bütün hareketler için meydana gelen artış, yüzde değişim oranı olarak ifade edildiğinde ve gruplar arasında karşılaştırıldığında anlamlı fark bulunmadı ($p>0,05$). 1RM'nin %70 ve %85 şiddetinde uygulanan direnç antrenmanlarının maksimal kuvvet üzerine benzer etkiye sahip olduğunu söyleyebiliriz.

Direnç antrenmanından hemen sonra GSH seviyesinin birinci grupta - birinci hafta çok az arttığı, dördüncü hafta azaldığı ve altınca hafta antrenmandan etkilenmediği gözlemlendi, ikinci grupta - birinci hafta direnç antrenmanından etkilenmediği, dördüncü ve altıncı haftalarda antrenmandan hemen sonra arttığı gözlemlendi. Ancak GSH seviyesinde meydana gelen akut değişimler her iki grupta anlamlı bulunmadı ($p>0,05$). Akut etkilerin yüzde değişim oraları gruplar arasında karşılaştırıldığında sadece dördüncü haftada anlamlı fark bulundu. Bu bulgular doğrultusunda yaptığımız çalışmada uygulanan direnç antrenmanlarının GSH seviyesini önemli derecede etkilemediğini söyleyebiliriz.

İnal vd (2001), düzenli olarak yüzme antrenmanı yapan bireylerde 100 mt yüzme egzersizinden sonra kan GSH seviyesinin azaldığını göstermiştir. Bloomer vd (2005), 1RM'nin %70 şiddetinde kesikli (aralıklı) yapılan 30 dakikalık dambıl skuat hareketinden sonra GSH seviyesinin azaldığını kaydetmişlerdir. GSH seviyesinde meydana gelen azalma, oksidatif stres hasarının azaltılması sırasında ve H_2O_2 'nin suya indirgenmesi sırasında glutatyonun (GSH) kullanılmasıyla açıklanabilir. Bu araştırma sonuçları, bizim araştırma bulgularımızı desteklememektedir. Çalışmamızda 6 egzersizden oluşan direnç antrenman programı uygulandı. Tek bir egzersiz yada tek bir deneme (100 mt yüzme) yapılmadı. Aynı antrenman protokolü uygulansa bile farklı şiddetlerde uygulanan direnç antrenmanlarının organizmayı farklı etkilediği gözlemlenmektedir. Bu durum kişilerin bireysel uyum kapasitesi ile ilgili olabilir. Antioksidan savunma kapasitesinin VO_2 max ile yüksek ilişkili olduğu kaydedilmiştir. Bireylerin, çalışmanın başında VO_2 max kapasitelerinin belirlenmesi ve bu özelliğe

bağlı gruplandırılması daha uygun olabilir. Yada deneklerin toplam antioksidan savunma kapasitelerini belirleyip, gruplandırma buna göre yapılabilir.

İstirahat durumunda ölçülen GSH enzim aktivitesinin birinci ve ikinci grupta arttığı gözlemlendi. Meydana gelen artış sadece birinci grupta anlamlı bulundu. %70 şiddeti ile çalışan grupta GSH seviyesi 4 haftada yükseldiği gözlemlendi. Direnç antrenmanlarında, maksimal şiddetin daha düşük yüzdeleri ile çalışıldığında kalp atım hızı daha yüksektir. Bu durum orta şiddette uygulanan direnç antrenmanlarının dolaşım sistemini daha çok etkilediği ve zorladığı gerçeğini vurgulamaktadır. Bu nedenlerden dolayı birinci gruptaki artış anlamlı bulunmuş olabilir. Parise vd (2005), yaşlı bireylere 1 RM'nin %80 şiddetinde 12 haftalık direnç antrenmanı uygulamış ve son antrenmandan 48 saat sonra antrenmanı uygulayan bacakta antioksidan enzim aktivitelerinin (CuZn-SOD ve CAT) önemli derecede arttığını rapor etmiştir. Bu çalışma sonuçları sadece %70 şiddetinde direnç antrenmanlarını uygulayan birinci grubun araştırma bulgularını desteklemektedir. Düzenli olarak uygulanan orta şiddetteki direnç antrenmanlarının GSH'ı arttırdığını ve dolayısıyla antioksidan savunmayı arttırdığını söyleyebiliriz. % 85 şiddeti ile çalışan grupta uyum sürecini gözleyebilmek için 6 haftalık süre yetersiz kalmış olabilir. Çalışmamızda SOD ve CAT enzimleri analiz edilmedi. Ancak bu enzimlerin 12 haftalık süre sonunda önemli derecede arttığı gösterilmiştir (Parise vd 2005). Bu enzimlerin çalışma gruplarımızda artmış olması ve oksidatif stresi baskılaması olası bir durumdur. Bir başka çalışmada yaşlı hipertansif hastalara izometrik egzersiz antrenman programı uygulanmış ve GSH/GSSG oranının 6 haftada arttığı (GSH seviyesinin artması ve GSSG seviyesinin azalması) rapor edilmiştir (Peters vd 2006). Uygulanan farklı formlardaki direnç antrenmanları antioksidan enzim aktivitesini farklı şekilde ve farklı sürelerde etkiliyor olabilir. Antioksidan savunma sisteminde uyum sürecini gözleyebilmek için izometrik egzersizlerde 6 haftalık sürenin yeterli olduğunu söyleyebiliriz, ancak eksantrik ve konsantrik kasılmaları içeren egzersizler için 6 haftalık süre yetersiz kalmış olabilir. Eksantrik ve konsantrik kasılmaları içeren egzersizlerde daha uzun süreli çalışmaların yapılması uygun olabilir. Belli aralıklar ile şiddet ve yük ayarlaması yapılarak, organizmaya binen yük sabit tutulabilir.

Yaptığımız çalışmada, direnç antrenmanların akut etkisinde MDA seviyesinin birinci ve ikinci grupta azaldığı gözlemlendi ve meydana gelen azalma, birinci hafta - birinci grup hariç, her iki grupta anlamlı bulundu. Yüzde değişim oranları gruplar arasında karşılaştırıldığında, MDA seviyesinde meydana gelen akut azalma sadece birinci hafta anlamlı bulundu ($p=0,011$). İkinci grupta meydana gelen azalma birinci gruba göre daha fazladır (birinci grup = $-0,17$; ikinci grup = $-0,59$). Dördüncü ve altıncı haftalarda yüzde değişim oranları karşılaştırıldı, anlamlı fark bulunmadı.

Ilhan vd (2004), bisiklet ergometresinde maksimal hızda yapılan 30 saniyelik bir egzersizden 4 saat sonra plazma TBARS seviyesinin önemli derecede yüksek olduğunu rapor etmiştir. Sprint egzersizlerinin kullanıldığı araştırmalarda iskelet kası TBARS düzeyinde artış (Kayatekin vd 2002), konjuge dien ve MDA seviyelerinde artış saptanmıştır (Marzatico vd 1997). Steinberg vd (2002), %100 şiddeti ile uygulanan dinamik handgrip egzersizden sonra TBARS düzeyinde artış ve GSH düzeyinde düşüş meydana geldiğini belirtmiştir. Direnç antrenmanı yapan genç ve sağlıklı bireylere 1RM'nin %50 şiddetinde sekiz egzersizden oluşan dairesel antrenman uygulanmış ve antrenmandan 6 ve 24 saat sonra MDA seviyesinin önemli derecede yüksek olduğu kaydedilmiştir (McBride vd 1998). Dairesel direnç antrenmanı 3 set uygulanmış ve dinlenme araları giderek kısaltılmıştır (2dk, 1,5, dk ve 1 dk). Direnç antrenmanı yapan ve direnç antrenmanı yapmayan bireylere 1RM'nin %75 şiddetinde 8-11 tekrarlı ve 10 egzersizden oluşan, egzersizler arasında bir dakika dinlenme verilen dairesel antrenman uygulanmış ve antrenmandan hemen sonra MDA seviyesinin her iki grupta önemli derece arttığı rapor edilmiştir (Ramel vd 2004). Bu çalışmada antrenman süresi (ısınma hariç) 18,6 dakika sürmüştür. Bu sonuçlar, çalışma bulgularımızı desteklememektedir.

Uygulanan direnç antrenmanları 8-10 egzersizden oluşan dairesel antrenmanlar olup, çalışma prensipleri belirlenmiş özel antrenman şekilleridir. Bizim çalışmamızda dairesel antrenman uygulanmamış, egzersiz sayısı da 6 olarak belirlenmiştir. Literatürdeki çalışmalarda sadece egzersiz makineleri değil aynı zamanda serbest ağırlılar ile uygulanan direnç egzersizleri de uygulanmıştır. Bizim yaptığımız çalışmada deneklerin daha önceden hiç direnç antrenmanı yapmadıkları dikkate alındığından sadece direnç makinelerinde uygulanan egzersizler kullanılmıştır. Direnç makineleri, hedef kasın çalışmasını sağlarken vücudumuzun diğer bölgelerinin yük altında kalmasını da engellemektedir. Örneğin, diz ekstansiyon egzersizinin uygulandığı direnç

makinesinde quadriceps kası çalışırken diğer kasların harekete katılmaması ve mümkün olan en az düzeyde yük altında kalması sağlanmaktadır. Ancak serbest ağırlık ile uygulanan skuat hareketinde yine quadriceps kası çalışır ve diğer kaslar vücudun dengesini sağlamak için kasılır ve harekete katılırlar. Serbest ağırlıklar ile uygulanan hareketlerde daha çok sayıda kas hareketi gerçekleştirmek için çalışır. Buna bağlı olarak serbest ağırlıklar ile uygulanan direnç egzersizleri sonucunda oksidatif stresin daha fazla oluşacağı düşünülmektedir. Direnç antrenmanlarının farklı şekilde uygulanıyor olması sonuçların da farklı olmasına neden olduğu düşünülmektedir. Antioksidan savunma sisteminin birinci basamağında SOD enzimi bulunmaktadır. Yaptığımız çalışmada SOD veya CAT enzimlerini ölçmedik, belki de bu enzimlerin özellikle de SOD enziminin bu denek grubunda yüksek olması olası bir durumdur. Yapılan direnç antrenmanları sonucunda oluşan oksidatif stres SOD enzim aktivitesi tarafından baskılanıyor olabilir, farklı şiddetler ve farklı antrenman kapsamları denenmelidir. Bireylerin uyum kapasitelerinin belirlenmesi uygun olabilir.

İstirahat durumunda ölçülen MDA seviyelerinin birinci ve ikinci grupta azaldığı gözlemlendi ve meydana gelen düşüş her iki grupta anlamlı bulundu. Kronik etkinin yüzde değişim oranı gruplar arasında karşılaştırıldığında anlamlı fark bulunmadı. Ramel vd (2004) yaptığı çalışmada, direnç antrenmanı yapan ve direnç antrenmanı yapmayan iki gruba dairesel antrenman uygulanmış ve antrenmandan hemen sonra her iki grupta MDA seviyesinin arttığı ancak lipid peroksidasyonun bir diğer göstergesi olan konjuge dienlerin sadece antrenman yapmayan grupta arttığı kaydedilmiştir. Bu bulgu direnç antrenmanlarının kronik süreçte lipid peroksidasyon seviyesini azalttığı yönündeki bizim araştırma bulgularımızı desteklemektedir. MDA seviyesinde meydana gelen azalma şiddete bağlı yada kapsama bağlı olmuş olabilir. Aynı şiddette ve farklı kapsamlarda uygulanan direnç antrenmanları sonucunda benzer etkinin olup olmayacağı incelenebilir.

Literatürdeki çalışmaları incelediğimizde lipid peroksidasyon seviyesinin, anaerobik egzersizlerde olduğu gibi, aerobik karakterli egzersizden sonra arttığı gösterilmiştir (Alessio vd 1988, Gül vd 2001, Koz vd 1992). Koz vd (1992), sıçanlara farklı sürelerde yüzme egzersizi yaptırmış ve egzersizden sonra farklı kas dokularında MDA seviyesinin egzersiz süresi ile orantılı olarak önemli derecede arttığını belirtmiştir. Benzer şekilde Gül vd (2001), sıçanlara 90 dakikalık yüzme egzersizi yaptırmış ve plazma MDA

seviyesinin egzersizden sonra önemli derecede arttığını kaydetmiştir. Alessio vd (1988), farklı şiddetler kullanmış ve yüksek şiddette yapılan koşu egzersizinden sonra iskelet kasında MDA seviyesinin %160 oranında arttığını, orta şiddette yapılan koşu egzersizinden sonra MDA seviyesinin %75 oranında arttığını kaydetmiştir. Isınma egzersizlerini ve hızlı koşu egzersizlerini içeren iki saatlik futbol antrenmanından bir saat sonra, genç ve yetişkin bireylerde idrar MDA seviyesinin antrenman öncesi değerlerine göre anlamlı derecede yüksek olduğu rapor edilmiştir (Demir vd 2001).

Aerobik egzersizden hemen sonra lipid peroksidasyon seviyesinin arttığı bir çok çalışmada gösterilmiş olmasına rağmen, aerobik egzersiz uzun süre düzenli olarak uygulandığında lipid peroksidasyon seviyesinin azaldığı ve antioksidan enzim aktivitelerinin arttığı saptanmıştır. Fatouros vd (2004), yaşlı ve sağlıklı bireylere 16 hafta boyunca KAH %50-80 şiddetinde dayanıklılık antrenmanı yaptırmış ve istirahat durumunda MDA seviyesinin azaldığını, toplam antioksidan kapasitenin arttığını kaydetmiştir. Ancak bireylere 4 ay süre ile antrenman yaptırılmadığında MDA seviyesinin başlangıç düzeyine geri döndüğü rapor edilmiştir. Yüzme kursuna katılan 6-11 yaşları arasındaki çocuklarda 4 hafta sonra SOD seviyesinin önemli derecede arttığı, MDA seviyesinin önemli derecede azaldığı tespit edilmiştir (Gönenç vd 1995). Bir başka çalışmada genç bireylere üç aylık dayanıklılık antrenmanı yaptırılmış ve istirahat durumunda ekstrasüler SOD enzim aktivitesinin arttığı kaydedilmiştir (Ookawara vd 2003). Bu bulgular ile çelişkili araştırma sonuçları da mevcuttur. Sıçanlara 4 hafta süre ile haftada 5 gün, günde 3 saat yüzme egzersizi yaptırılmış ve son antrenmandan 24 saat sonra alınan doku örneklerinde antioksidan enzim aktivitelerin (SOD, CAT, GPX) ve GSH seviyesinin önemli derecede azaldığı, MDA seviyesinin arttığı rapor edilmiştir (Manna vd 2004).

Birçok çalışmada antrenmanlı bireyler ile sedanter bireyler karşılaştırılmış ve sporcu bireylerde SOD enzim aktivitesinin yüksek olduğu (Mena vd 1991, Evelson vd 2002, Cazzola vd 2003, Metin vd 2003) ve MDA seviyesinin daha düşük olduğu saptanmıştır (Metin vd 2003). Düzenli yapılan egzersizler sonucunda organizmanın daha yüksek oksidatif strese maruz kaldığı, bu durum karşısında antioksidan enzim aktivitesini aktif halde korumaya çalıştığı ve SOD aktivitesini arttırdığı söylenebilir (Gönenç vd 1995, Zergeroğlu vd 1997, Elosua vd 2003). Bu durum, akut ve kronik uyuma bağlı olarak hücre içi antioksidan savunmada meydana gelen değişimlerden

kaynaklanıyor olabilir. Mitokondride oluşan uyumuna benzer şekilde, iskelet kasında antrenmana bağlı olarak antioksidan enzim uyumu meydana geliyor olabilir. ROS ile antioksidan savunma sistemi arasındaki denge; egzersizin tipi, şiddeti, süresi ve bireyin fizyolojik uyum kapasitesi ile ilişkili olduğu düşünülmektedir (Ji 1993).

Ancak yukarıdaki sonuçlar ile çelişkili bulgular da mevcuttur. Tauler vd (2005), amatör ve profesyonel bisikletçileri karşılaştırmış, profesyonel sporcularda istirahat durumunda SOD aktivitesinin amatörlere göre daha düşük olduğunu tespit etmiştir. Genç yüzücüler ile aynı yaşlarda sedanter bireylerin karşılaştırıldığı çalışmada GSH seviyesinin, GSH/GSSG oranının ve toplam antioksidan kapasitenin sporcularda daha düşük olduğu rapor edilmiştir (Kouretas vd 2006). 3 aylık dayanıklılık antrenmanından sonra sağlıklı ve genç bireylerde GSH/GSSG oranının azaldığı kaydedilmiştir (Aguilo vd 2004). 11-13 yaşları arasında düzenli olarak yüzme antrenmanı yapan kız ve erkek çocuklarında bir aylık antrenman programından sonra lipid peroksidasyon (MDA) seviyesinin arttığı belirlenmiştir (Cavas ve Tarhan 2004).

Yaptığımız çalışmada, Fe seviyesinin birinci ve ikinci grupta direnç antrenmanından hemen sonra arttığı gözlemlendi ve birinci hafta – ikinci grup hariç, meydana gelen artış anlamlı bulundu. UIBC seviyesinin birinci ve ikinci grupta antrenmandan sonra arttığı gözlemlendi ve ikinci grupta - dördüncü hafta hariç, meydana gelen artış anlamlı bulundu. Fe ve UIBC değişkenleri için yüzde değişim oranları gruplar arasında karşılaştırıldı ve anlamlı fark bulunmadı. Çalışmamızda Hb ve RBC seviyelerinin birinci, dördüncü ve altıncı haftalarda antrenmandan sonra arttığı ve meydana gelen artışın sadece birinci grupta anlamlı olduğu bulundu. Hb ve RBC değişkenleri için birinci, dördüncü ve altıncı haftalardaki yüzde değişim oranları gruplar arasında karşılaştırıldı, anlamlı fark bulundu. Ahmadızad ve El-Sayed (2005), genç bireylere 1RM'nin %80 ile 5-7 tekrar x 3 set ve 6 hareketten oluşan antrenman programı uygulamış, direnç egzersizinden sonra RBC ve Hb değerlerinin arttığını rapor etmiştir. Egzersizden sonra Hb, Hct ve RBC seviyelerinde meydana gelen artışın hemokonsantrasyona bağlı olduğu düşünülmektedir. Bu sonuç araştırma bulgularımızı desteklemektedir. Submaksimal şiddette uygulanan direnç antrenmanları sırasında kalp atım hızı daha yüksektir. Buna bağlı olarak dolaşım sistemine daha çok yük biner. Bu gerçeği dikkate aldığımızda anlamlı değişimlerin neden sadece birinci grupta bulunduğunu açıklayabiliriz.

İstirahat durumunda ölçülen Fe değerlerinin birinci grupta arttığı, ikinci grupta önce arttığı sonra azaldığı gözlemlendi. Meydana gelen değişim birinci ve ikinci grupta anlamlı bulundu. İstirahat durumunda ölçülen UIBC değerlerinin birinci ve ikinci grupta azaldığı gözlemlendi ancak meydana gelen azalma sadece birinci grupta anlamlı bulundu. İstirahat durumunda ölçülen Hb ve RBC değerlerinin birinci ve ikinci grupta antrenmanlarından etkilenmediği gözlemlendi ve ölçümler arasında anlamlı fark bulunmadı.

Schobersberger vd (1990), 6 haftalık direnç antrenmanından sonra genç erkeklerde serum demir düzeylerinin değişmediğini rapor etmiştir. Salıklı ve yaşlı bireylere 12 hafta süreyle haftada iki kez, 1RM'nin %80 ile 3 setlik direnç antrenmanı uygulanmış, program sonunda Hb ve serum demir konsantrasyonunun değişmediği tespit edilmiştir (Murray-Kolb vd 2001). Yaptığımız çalışmada demir seviyesinin her iki grupta önemli düzeyde değiştiğini bulduk. Ancak Hb seviyesi iki grupta da önemli derecede değişmemiştir. Ahmadızad ve El-Sayed (2005), direnç antrenmanı yapan ve direnç antrenmanı yapmayan iki grubu karşılaştırmış ve istirahat durumunda iki grup arasında RBC ve Hb değerleri açısından anlamlı fark olmadığını kaydetmiştir. Ancak çelişkili sonuçlar da mevcuttur. 8 haftalık direnç antrenmanından sonra demir bağlama kapasitesinin önemli derecede azaldığı kaydedilmiştir (Lukaski vd 1996). Bu sonuç araştırma bulgularımızı desteklemektedir. Çalışmamızda %70 şiddetinde direnç antrenmanlarını uygulayan birinci grupta, demir bağlama kapasitesinin önemli derecede azaldığı bulundu. Ancak bu değişim %85 şiddetinde direnç antrenmanlarını uygulayan ikinci grupta anlamlı bulunmadı.

Farklı sonuçların bulunmuş olması yaşa, direnç antrenmanlarını uygulama sıklığına bağlı olabilir. Çalışmamızdaki direnç antrenmanları haftada iki kez değil üç kez uygulanmıştır. Bu durum toplamda yapılan iş miktarını (kapsamı) arttırmıştır. Gözlenen değişimler buna bağlı olabilir. Farklı şiddette uygulanan direnç antrenmanlarının demir, demir bağlama değişkenleri üzerine farklı sonuçlara neden olduğunu söyleyebiliriz.

Yaptığımız çalışma sonucunda, uzun süre düzenli olarak uygulanan direnç antrenmanlarının antioksidan enzim aktivitesini arttırdığını ve lipid peroksidasyon seviyesini azalttığını söyleyebiliriz. Farklı formlardaki (aerobik, anaerobik) egzersiz programları, ve farklı formlardaki kas kasılmaları (izometrik, eksantrik, konsentrik) oksidatif stresi ve antioksidan savunmayı farklı şekillerde ve farklı sürelerde etkiliyor olabilir. Direnç antrenmanlarının akut etkisinde biyokimyasal parametrelerin (Fe, UIBC, Hb ve RBC) direnç antrenmanlarından hemen sonra arttığı gözlemlendi. Özellikle 1RM'nin %70 şiddetinde antrenman yapan birinci grupta, meydana gelen değişikliklerin daha belirgin olduğu saptandı. Meydana gelen artışın hemokonsantrasyona bağlı olduğu düşünülmektedir. Direnç antrenmanların kronik etkisinde, istirahat durumunda ölçülen Fe seviyelerinin arttığı gözlemlendi ve meydana gelen artış her iki grupta anlamlı bulundu. Direnç antrenmanların kronik etkisinde, istirahat durumunda ölçülen UIBC seviyesinin azaldığı gözlemlendi ve meydana gelen düşüş sadece birinci grupta anlamlı bulundu, ikinci grupta anlamlı bulunmadı. Direnç antrenmanların kronik etkisinde, istirahat durumunda ölçülen Hb ve RBC seviyelerinin direnç antrenmanlarından etkilenmediği gözlemlendi.

6. SONUÇ

1. Çalışmamızda, direnç antrenmanlarından hemen sonra ölçülen GSH değerleri direnç antrenmanlarından önce ölçülen değerler ile karşılaştırıldı ve GSH seviyesinin antrenmanlardan önemli derecede etkilenmediği bulundu. Buna karşın, MDA seviyesinin direnç antrenmanlarından hemen sonra önemli derecede azaldığı bulundu.

2. Çalışmamızda, direnç antrenmanların kronik etkisi incelendiğinde istirahat durumunda ölçülen GSH değerlerinin arttığı gözlemlendi ancak ölçümler arasında anlamlı fark, sadece birinci grupta bulundu. Lipid peroksidasyonun bir göstergesi olan MDA seviyesinin altı haftalık direnç antrenman programından sonra azaldığı gözlemlendi ve meydana gelen azalma her iki grupta anlamlı bulundu.

3. Çalışmamızda, direnç antrenmanların akut etkisinde biyokimyasal parametrelerin (Fe, UIBC, Hb ve RBC) direnç antrenmanlarından hemen sonra arttığı gözlemlendi. Özellikle 1RM'nin %70 şiddetinde antrenman yapan birinci grupta, meydana gelen değişikliklerin daha belirgin olduğu saptandı. Meydana gelen artışın hemokonsantrasyona bağlı olduğu düşünülmektedir.

4. Çalışmamızda, direnç antrenmanların kronik etkisinde, istirahat durumunda ölçülen Fe seviyelerinin her iki grupta önemli derecede arttığı, UIBC seviyesinin sadece birinci grupta önemli derecede azaldığı bulundu. Hb ve RBC seviyelerinin direnç antrenmanlarından etkilenmediği gözlemlendi.

ÖNERİLER

- Bireylerin VO₂ max kapasiteleri belirlendikten sonra gruplar oluşturulabilir.
- Bireylerin toplam antioksidan savunma kapasitelerini belirleyip, gruplandırma buna göre yapılabilir.
- Antioksidan savunma sisteminin birinci basamağında görev alan SOD enzimi analiz edilebilir.
- Anlamlı bulunan farklılıklar antrenman uygulamasına bağlı olabilir. Antrenman sürelerinin ve antrenman kapsamlarının eşitlenmesi denenebilir.
- Antrenman programının dört haftadan sonra yeniden düzenlenmesi, maksimal kuvvetin belirlenmesi ve buna uygun olarak antrenman yükünün yeniden ayarlanması denenebilir.
- Antrenman uygulaması sırasında eksantrik ve konsantrik fazların oksidatif strese etkisi ayrı olarak incelenebilir.
- Bireylerin kas lif dağılımı antioksidan savunma sistemini ve dolayısıyla oksidatif stresi etkileyeceğinden kas lif tipinin dağılımı belirlenebilir.

KAYNAKLAR

- Açıkada, C., ve Ergen, E. (1990) Antrenman Bilgisi, Bilim ve Spor, **Büro-Tek Ofset Matbaacılık**, Ankara, s. 74-79
- Aguilo, A., Tauler, P., Fuentespine, E., Villa, G., Cordova, A., Tur, J. A., and Pons, A. (2004) Antioxidant Diet Supplementation Influences Blood Iron Status in Endurance Athletes. **Int. J. Sports Nutr. Exerc. Met.**, 14:147-160.
- Ahmadızad, S., and El-Sayed, M. S. (2005) The Acute Effects of Resistance Exercise on The Main Determinants of Blood Rheology. **J. Sports Sci.**, 23 (3): 243-249.
- Akgün, N. (1989) Egzersiz Fizyolojisi, **Gökçe Ofset Matbaacılık**, Ankara, s. 30, 87-92
- Alessio, H. M., Hagerman, A. E., Fulkerson, B. K., Ambrose, J., Rice, R. E., and Wiley, R. L.(2000) Generation of Reactive Oxygen Species After Exhaustive Aerobic and Isometric Exercise. **Med. Sci. Sports Exerc.**, 32: 1576-1581.
- Andrade, F. H. (2000) Reactive Oxygen Species and Skeletal Muscle Function, Free Radicals in Exercise and Aging, (Radak, Z., Eds), **Human Kinetics**, USA, s. 117-120.
- Baechle, T. R., and Earle, R. W. (2000) Essentials of Strength Training and Conditioning, **Human Kinetics**, United States, s. 343-427.
- Baechle, T. R., and Groves B. R. (1998) Weight Training: Step To Success, **Human Kinetics**, United States, s. 5-28.
- Bast, A., Haenen, G. R. M., and Doelman, J. A. (1991) Oxidants and Antioxidants: State of the Art. **Am. J. Med.**, 91(3): 2-13.
- Beutler, E. (1957) Glutathione Instability Of Drug- Sensitive Red Cells; A New Method For The In Vitro Detection Of Drug Sensitivity. **J.Lab. Clin Med.**, 49:84-95.
- Beutler, E., Duron, O., and Kelly, B.M. (1963) improved method for the determination of blood Glutathione. **J.Lab. Clin Med.**, 61:882-888.
- Bloomer, R. J., and Goldfarb, A. H. (2004) Anaerobic Exercise and Oxidative Stres: A Review. **Can. J. Appl. Physiol.**, 29(3):245-263.
- Bloomer, R.J., Goldfarb, A.H., Wideman, L., McKenzie, M.J., and Consitt, L.A. (2005) Effects of Acute Aerobic and Anaerobic Exercise on Blood Markers of Oxidative Stress. **J. Strength Cond. Res.**, 19:276-285.
- Bompa, T. O, and Carrera, M. C. (2005) Periodization Training For Sports. **Human Kinetics**, USA, s.70.

- Bompa, T. O. (2001) Antrenman Kuramı ve Yöntemi. (çeviren İlknur Keskin ve Burcu Tüner), *Bağrgan Yayınevi*, Ankara.
- Brzycki, M. (1993) Strength Testing- Predicting a One-Rep Max From Reps-To-Fatigue, *JOPERD/* January, 64: 88-90.
- Cavas, L., and Tarhan, L. (2004) Effects of Vitamin- Mineral Supplementation on Cardiac Marker and Radical Scavenging Enzymes, and MDA Levels in Young Swimmers. *Int. J. Sports Nutr. Exerc. Met.*, 14:133-146.
- Cazzola, R., Russo-Volpe, S., Cervato, G., and Cestaro, B. (2003) Biochemical Assessments of Oxidative Stress, Erythrocyte Membrane Fluidity and Antioxidant Status in Professional Soccer Players and Sedentary Controls. *Eur. J. Clin. Invest.*, 33:924-930.
- Child, R., Brown, S., Day, S., Donnelly, A., Roper, H. and Saxton, J. (1999) Changes in Indices of Antioxidants Status, Lipid Peroxidation and Inflammation in Human Skeletal Muscle After Eccentric Muscle Actions. *Clin. Sci.*, 96:105-115.
- Childs, A., Jacobs, C., Kaminski, T., Halliwell, B. and Leeuwenburgh, C. (2001) Supplementation With Vitamin C and N-acetyl-cysteine Increases Oxidative Stress in Humans After an Acute Muscle Injury Induced by Eccentric Exercise. *Free Radic. Biol. Med.*, 31:745-753.
- Chu, D. A. (1996) Explosive Power and Strength: Complex Training For Maximum Results, *Human Kinetics*, United State, s. 5.
- Clarkson, P. M., and Thompson, H. S. (2000) Antioxidants: What Role Do They Play In Physical Activity And Health?. *Am. J. Clin. Nutr.*, 72:637-646.
- Covas, M. I., Elosua, R., Fito, M., Alcantara, M., Coca, L., and Marrugat, J. (2002) Relationship Between Physical Activity and Oxidative Stress Biomarkers in Women. *Med. Sci. Sports Exerc.*, 34: 814-819.
- Coyle, J. T., and Puttfarcken, P. (1993) Oxidative Stress, Glutamate, and Neurodegenerative Disorders. *Sci.*, 262:29.
- Demir, S., Özkurt, S., Köseoğlu, M., Enli, Y., Aslan, D., ve Gümüüşsu, N. (2001) Sigara İçenlerde Plazma Lipid Peroksidasyonu. *Solunum*, 3:57-59.
- Demir, S., Turgut, G., Yurtseven, Ö., Aslan, D. ve Genç, O. (2001) Effect of Exercise on Lipid Peroxidation. *Acta Med.*, 44: 41-42.
- Dousset, E., Steinberg, J. G., Faucher, M., and James, Y. (2002) Acute Hypoxemia Does Not Increase The Oxidative Stress in Resting and Contracting Muscle in Humans. *Free Radic. Res.*, 36:701-704.
- Draper, H. H., Polensek, L., and Hadley, M., (1990) A Review of Recent Studies on The Metabolism of Exogenous and Endogenous Malondialdehyde. *Xenobiotica*, 20(9): 901-907

- Elosua, R., Molina, L., Fito, M., Arquer, A., Sanchez-Quesada, J. L., Covas, M. I., Ordóñez-Llanos, J. and Marrugat, J. (2003) Response of Oxidative Stress Biomarkers to a 16-week Aerobic Physical Activity Program, and to Acute Physical Activity, in Healthy Young Men And Women. *Atherosclerosis*, 167:327-334.
- Evelson, P., Gambino, G., Travacio, M., Jaita, G., Verona, J., Maroncelli, C., Wikinski, R., Llesuy, S., and Brites, F., (2002) Higher Antioxidant Defences in Plasma and Low Density Lipoproteins from Rugby Players. *Eur. J. Clin. Invest.*, 32:818-825.
- Fatouros, I. G., Jamurtas, A. J., Villiotou, V., Pouliopoulou, S., Fotinakis, P., Taxildaris, K., and Deliconstantinos, G. (2004) Oxidative Stress Responses in Older Men During Endurance Training And Detraining. *Med. Sci. Sports Exerc.*, 36:2065-2072.
- Fleck, S. J., and Kraemer, W. J. (1997) Designing Resistance Training Programs, *Human Kinetics*, United States.
- Goldfarb, A. H., Bloomer, R. J., and McKenzie, M. J. (2005) Combined Antioxidant Treatment Effects on Blood Oxidative Stress After Eccentric Exercise. *Med. Sci. Sports Exerc.*, 37: 234-239.
- Gorostiaga, E. M., Izquierdo, M., Iturralde, P., Ruesta, M. and Ibanez, J. (1999) Effects of Heavy Resistance Training on Maximal and Explosive Force Production, Endurance and Serum Hormones in Handball Players. *Eur. J. Appl. Physiol. Occup. Physiol.*, 80: 485-493.
- Gönenç, S., (1995) Çocuklarda Dört Haftalık Yüzme Egzersizinin Antioksidan Enzimler ve Lipid Peroksidasyona Etkisi, Uzmanlık Tezi, *Dokuz Eylül Üniversitesi Tıp Fakültesi Fizyoloji Anabilim Dalı*, İzmir, s. 45.
- Groussard, C., Rannou-Bekono, F., Machefer, G., Chevanne, M. Vincent, S., Sergent, O., Cillard, J., and Gratas-Delamarche, A. (2003) Changes In Blood Lipid Peroxidation Markers And Antioxidants After A Single Sprint Anaerobic Exercise. *Eur. J. Appl. Physiol.*, 89:14-20.
- Gül, G. (2005) Çevrimsel Antrenman, *Bağrgan Yayınevi*, Ankara, s. 14.
- Gül, M., Öztaşan, N., Taysi, S., Gümüştekin, K., Akar, S., Bakan, N., ve Dane, Ş. (2001) Sıçanda Oksidatif Stres Modeli Olarak Kısa Süreli Yüzme Egzersizi. *Spor Bilimleri Dergisi Hacettepe J. Sport Sci.*, 12:26-32.
- Gündüz, N. (1997) Antrenman Bilgisi, *Saray Tıp Kitabevleri*, İzmir, s 90-91.
- Heyward, V. H. (1998) Advanced Fitness Assessment and Exercise Prescription, Third Edition, *Human Kinetics*, United States, s. 118- 126.
- Ho, S. P, Chan-Yeung, M., Chow, K. K. M., Ip, M. S. M. and Mak, J. C. W. (2005) Antioxidant Enzyme Activities in Healthy Chinese Adults: Influence of Age, Gender and Smoking. *Respirology*,10: 305-309.

- Ilhan, N., Kamanlı, A., Özmerdivenli, R., and Ilhan, N. (2004) Variable Effects of Exercise Intensity on Reduced Glutathione, Thiobarbituric Acid Reactive Substance Levels, and Glucose Concentration. *Arch.Medical Res.*, 35:294-300.
- Inal, M., Akyüz, F., Turgut, A., and Getsfrid, W. M. (2001) Effect of Aerobic and Anaerobic Metabolism on Free Radical Generation Swimmers. *Med. Sci. Sports Exerc.*, 33:564-567.
- Jamurtas, A. Z., Theodorou, A., Stavrakoudi, A., Kostaropoulos, I. A., Nikolaidis, M. G., Ikonomidou, G. V., Makrygiannis, V., Papadopoulos, G., and Kouretas, D. (2006) "Comparison of the Blood Redox Status Between Long Distance and Short Distance Runners", *11th Annual Congress of the Eur. Coll. Sport Sci.*, Lausanne-Switzerland, s.409.
- Ji, L. L. (1993) Antioxidant Enzyme Response to Exercise and Aging. *Med. Sci. Sports Exerc.*, 25:225-231.
- Ji, L. L. (1995) Oxidative Stress During Exercise: Implications of Antioxidant Nutrients. *Free Radic. Biol. Med.*, 18:1079-1086,
- Ji, L. L., and Fu, R. G. (1992) Responses of Glutathione System and Antioxidant Enzymes to Exhaustive Exercise and Hydroperoxide. *J. Appl. Physiol.* 72:549-554.
- Ji, L. L., and Hollander, J. (2000) Antioxidant Defence: Effects Of Aging And Exercise, Free Radicals in Exercise and Aging (Radak, Z., Eds), *Human Kinetics*, USA, s.35-72.
- Ji, L. L., Dillon, D., and Wu, E. (1990) Alteration of Antioxidant Enzyme with Aging in Rat Skeletal Muscle and Liver. *Am. J. Physiol.*, 258:918-923.
- Ji, L. L., Fu, R. G., and Mitchell, E. W. (1992) Glutathione and Antioxidant Enzymes in Skeletal Muscle: Effects of Fiber Type and Exercise Intensity. *J. Appl. Physiol.*, 73:1854-1859.
- Ji, L. L., Katz, A., Fu, R. G., Parchert, M., and Spencer, M. (1993) Alteration of Blood Glutathione Status During Exercise: The Effect of Carbohydrate Supplementation. *J. Appl. Physiol.*, 74:788-792.
- Karlsson, J. (1996) Principles of Radical Formation, Antioxidants and Exercise. *Human Kinetics*, United States, s. 25-38.
- Kayatekin, B. M., Göneng, S., Acıkgöz, O., Uysal, N., and Dayi, A. (2002) Effects of Sprint Exercise on Oxidative Stress in Skeletal Muscle and Liver. *Eur. J. Appl. Physiol.*, 87:141-144.
- Kouretas, D., Gougoura, S., Nikolaidis, M. G., Kostaropoulos, I. A., Koukoulis, G., and Jamurtas, A. Z. (2006) "Increased Oxidative Stress Indices in the Blood of Children Swimmers", *11th Annual Congress of the Eur. Coll. Sport Sci.*, Lausanne-Switzerland, s.410.

- Koz, M., (1991) Akut Yüzme Egzersizi Sonrası Eritrosit ve Kas Dokusu Malondialdehide (MDA) ve Plazma Askorbik Asit Düzeyleri, Yüksek Lisans Tezi, *Gazi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Fizyoloji Anabilim Dalı*, Ankara,12-20.
- Koz, M., Erbas, D., Bilgihan, A., and Arıcıoğlu, A. (1992) Effects of Acute Swimming Exercise on Muscle and Erythrocyte Malondialdehyde, Serum Myoglobin, and Plazma Ascorbic Acid Concentrations. *Can. J. Physiol. Pharmacol.*, 70:1392-1395.
- Leaf, D. A., Kleinman, M. T., Hamilton, M., and Barstow, T. J. (1997) The Effect of Exercise Intensity on Lipid Peroxidation. *Med. Sci. Sports Exerc.*, 29:1036-1039.
- Lee, D. H., and Jacobs, D. R. (2004) Serum Markers of Stored Body Iron Are Not Appropriate Markers of Health Effects of Iron: A Focus on Serum Ferritin. *Medical Hypotheses*, 62:442-445.
- Lee, J., and Clarkson, P. M. (2003) Plasma Creatine Kinase Activity And Glutathione After Eccentric Exercise. *Med. Sci. Sports Exerc.*, 35:930-936.
- Lee, J., Goldfarb, A. H., Rescino, M. H., Hegde, S., Patrick, S., and Apperson, K. (2002) Eccentric Exercise Effect On Blood Oxidative Stres Markers And Delayed Onset Of Muscle Soreness. *Med. Sci. Sports Exerc.*, 34:443-448.
- Leeuwenburgh, C., and Ji, L. L. (1995) Glutathione Depletion in Rested and Exercied Mice: Biochemical Consequence and Adaptation. *Arch. Biochem. Biophys.*, 316: 941-949.
- Lukaski, H. C., Bolonchuk, W. W., Siders, W. A., Milne, D. B. (1996) Chromium Supplementation and Resistance Training: Effects on Body Composition, Strength, and Trace Element Status of Men. *Am. J. Clin. Nutr.*, 63:954-965.
- Maglischo, E. W. (1993) Swimming Even Faster, *Mayfield Publishing Company*, California, s. 633-646.
- Manna, I., Jana, K., and Samanta, P. K. (2004) Intensive Swimming Exercise – Induced Oxidative Stress And Reproductive Dysfunction in Male Wistar Rats: Protective Role of α -Tocopherol Succinate. *Can. J. Appl. Physiol.*, 29:172-185.
- Margonis, K., Fatouros, I., Jamurtas, A. Z., Kouretas, D., Mastorakos, G., Mitrakou, A., Douroudos, I., Taxildaris, K., Papassotiriou, I. (2006) “ Oxidative Stress Responses to Resistance Exercise Overtraining”, *11th Annual Congress of the Eur. Coll. Sport Sci.*, Lausanne-Switzerland, s.193.
- Marzatico, F., Pansarasa, O., Bertorelli, L. Somenzini, L., and Della Valle, G. (1997) Blood Free Radical Antioxidant Enzymes And Lipid Peroxides Following Long-Distance And Lactacidemic Performances In High Trained Aerobic And Sprint Athletes. *J. Sports Med. Phys. Fithess.*, 37:235-239.

- Matsuo, M., and Kaneko, T. (2000) The Chemistry of Reactive Oxygen Species and Related Free Radicals, Free Radicals in Exercise and Aging (Radak, Z., Eds), *Human Kinetics*, USA, s. 1-33.
- McBride, J. M., Kraemer, W. J., Triplett-McBride, T., and Sebastianelli, W. (1998) Effect of Resistance Exercise on Free Radical Production. *Med. Sci. Sports Exerc.*, 30:67-72.
- Mena, P., Maynar, M., Gutierrez, J. M., Maynar, J., Timon, J. ve Campillo, J. E. (1991) Erythrocyte Free Radical Scavenger Enzymes in Bicycle Professional Racers. Adaptation to Training. *Int. J. Sport Med.* 12(6):563-566.
- Metin, G., Atukeren, P., Alturfan, A. A., Gülyaşar, T., Kaya, M., Gümüştaş, M. K. (2003) Lipid Peroxidation, Erythrocyte Superoxide-Dismutase Activity and Trace Metals in Young Male Footballers. *Yonsei Med. J.*, 44:979-986.
- Murray-Kolb, L. E., Beard, J. L., Joseph, L. J., Davey, S. L., Evans, W. J., and Campbell, W. W. (2001) Resistance Training Affects Iron Status in Older Men and Women. *Int. J. Sports Nutr. Exerc. Met.*, 11:287-298.
- Nilson, K., Schoene, R. B., Robertson, H. D., and Escourrou, P. (1981) The Effects Of Iron Repletion On Exercise- Induced Lactate Production in Minimally Iron-Deficient Subjects. *Med. Sci. Sports Exerc.*, 13:92-96.
- Okhawa, H., Ohishi, N., Yagi, K. (1979) Assay For Lipid Peroxides in Animal Tissues by Thiobarbituric Acid Reaction. *Anal. Biochem.*, 95: 351-358.
- Özer, N. K. (2002) Vitaminler ve Mineraller, İnsan Biyokimyası, (Onat, T., Emerk, K. ve Sözmen, E.Y., Eds.), *Palme Yayıncılık*, Ankara, s. 529-530.
- Packer, L. (1997) Oxidants, Antioxidant Nutrients and the Athlete. *J. Sports Sci.*, 15:353-363.
- Palazzetti, S., Richard, M.-J., Favier, A. ve Margaritis, I., (2003) Overloaded Training Increases Exercise- Induced Oxidative Stress and Damage. *Can. J. Appl. Physiol.*, 28(4):588-604.
- Parise, G., Phillips, S. M., Kaczor, J. J. and Tarnopolsky, M. A. (2005) Antioxidant Enzyme Activity is Up-Regulated After Unilateral Resistance Exercise Training in Older Adults. *Free Radic. Biol. Med.*, 39:289-295.
- Peters, P. G., Alessio, H. M., Hagerman, A. E., Ashton, T., Nagy, S., and Wiley, R. L. (2006) Short Term Isometric Exercise Reduces Systolic Blood Pressure in Hypertensive Adults: Possible Role of Reactive Oxygen Species. *Int. J. Cardiol.*, 110:199-205.
- Powers, S. K., Criswell, D., Lawler, J., Ji, L. L., Martin, D., Herb, R., and Dudley, G. (1994) Influences of Exercise Intensity and Duration on Antioxidant Enzyme Activity in Skeletal Muscle Differing in Fiber Type, *Am. J. Physiol.*, 266: 375-380.

- Powers, S. K., Ji, L. L., and Leeuwenburgh, C. (1999) Exercise Training – Induced Alteration in Skeletal Muscle Antioxidant Capacity: A Brief Review. *Med. Sci. Sports Exerc.*, 31:987-997.
- Radak, Z., Asano, K., Inoue, M., Kizaki, T., Oh-İshi, S., Suzuki, K., Taniguchi, N., and Ohno, H., (1995) Superoxide Dismutase Derivative Reduces Oxidative Damage in Skeletal Muscle of Rats During Exhaustive Exercise. *J. Appl. Physiol.*, 79:129-135.
- Radak, Z., Ogonovszky, H., Dubecz, J., Pavlik, G., Sasvari, M., Pucsok, J., Berkes, I., Csont, T., and Ferdinandy, P. (2003) Super-Marathon Race Increases Serum and Urinary Nitrotyrosine and Carbonyl Levels. *Eur. J. Clin. Invest.*, 33:726-730.
- Radak, Z., Pucsok, J., Boros, S., Jوسفai, L., and Taylor, A. W. (2000) Changes in Urine 8-Hydroxydeoxyguanosine Levels of Super-Marathon Runners During a Four-Day Race Period. *Life Sci.*, 66:1763-1767.
- Ramel, A., Wagner, K. H. ve Elmadfa, I. (2004) Plasma Antioxidants and Lipid Oxidation After Submaximal Resistance Exercise in Men. *Eur. J. Nutr.*, 43:2-6.
- Sahlin, K., Cizinsky, S., Warholm, M., and Hoberg, J. (1992) Repetitive State Muscle Contractions in Humans –A Trigger of Metabolic and Oxidative Stres?. *Eur. J. Appl. Physiol.*, 64:228-236.
- Sanchez-Quesada, J. L., Holms-Serrade-sanferm, R., Serrat-Serrat, J., Serra-Grima, J. R., Gonzalez-Sastre, J., and Ordonez- Llanos, J. (1995) Increase of LDL Susceptibility to Oxidation Occuring After Intense, Long Duration Aerobic Exercise. *Atherosclerosis*, 118: 297-305.
- Schobersberger, W., Tscann, M., Hasibeder, W., Steidl, M., Herold, M., Nachnauer, W., and Koller, A. (1990) Consequences of 6 Weeks of Strength Training on Red Cell O2 Transport and Iron Status. *Eur. J. Appl. Physiol.*, 60: 163-168.
- Sen, C. K. (1995) Oxidants and Antioxidants in Exercise. *J. Appl. Physiol.*, 79:675-686,
- Singh, V.N. (1992) A Current Perspective on Nutrition and Exercise. *J. Nutr.*, 22:760-765.
- Sözmen, E. Y. (2002) Radikal Kavramı ve Oksijen Radikalleri, İnsan Biyokimyası, (Onat, T., Emerk, K. ve Sözmen, E. Y., Eds.), *Palme Yayıncılık*, Ankara, s. 666-673.
- Sreedhar, B., Subramanian, R., and Nair, K. M. (2004) A Protective Role for Zinc on Intestinal Peroxidative Damage During Oral İron Repletion. *Biochem .Biophys. Res. Com.*, 318: 992-997.
- Steinberg, J., Gannier, M., Fabrice, M., Faucher, M., Arnaud, C., and James, Y. (2002) The Post-Exercise Oxidative Stres is Depressed By Acetylsalicylic Acid. *Resp. Physiol. Neurobiol.*, 130:189-199.

- Şemin, I., Kayatekin, B.M., Gönenç, S., Açıkgöz, O., Uysal, N., Delen, Y., ve Güre, A. (1998) Antrene Farelerde Bir Saatlik Egzersizin İnce Bağırsak, Böbrek ve Kas Dokusunda Lipid Peroksidasyonuna ve Antioksidan Enzimlere Etkisi. *Spor Bilimleri Dergisi Hacettepe J. Sport Sci.*, (9) 4: 33-40.
- Tauler, P., Aguilo, A., Guix, P., Jimenez, F., Villa, G., Tur, J.A., Cordova, A. ve Pons, A. (2005) Pre-Exercise Antioxidant Enzyme Activities Determine the Antioxidant Enzyme Erythrocyte Response to Exercise. *J. Sports Sci.*, 23:5-13.
- Turgut, G., Demir, S., Genç, O., Karabulut, İ. ve Akalın, N. (2003) The Effects of Swimming Exercise on Lipid Peroxidation in Rat Brain, Liver and Heart. *Acta Physiol. Pharmacol. Bulg.*, 27:43-45.
- Turgut, G., Genç, O. ve Demir, S. (1999) Sporcu ve Sedanter Kişilerde Serum Demir, Ferritin, Total Demir Bağlama Kapasitesi, Transferin, Transferin Saturasyonu Karşılaştırması. *Anadolu Tıp Dergisi*, 2: 87-91.
- Vincent, K. R., Vincent, H. K., Braith, R. W., Lennon, S. L., and Lowenthal, D. T. (2002) Resistance Exercise Training Attenuates Exercise-Induced Lipid Peroxidation in the Elderly. *Eur. J. Appl. Physiol.*, 87:416-423.
- Zergeroğlu, A. M. ve Yavuzer, S. (1997) Supramaksimal Egzersizin Eritrosit Antioksidan Enzimler Üzerine Etkisi. *Spor Bilimleri Dergisi Hacettepe J Sport Sci*, (8) 4,13-24.
- Zergeroğlu, A. M., Ersöz, G. ve Yavuzer, S., (1997) Dayanıklılık Antrenmanlarında Antioksidan Savunma. *Spor Bilimleri Dergisi Hacettepe J. Sport Sci*,(8)4:25-31.
- WEB_1. (1997). The Exercise and Physical Fitness Page, Georgia State University. <http://www2.gsu.edu/~wwwfit/benefits.html> (11.08.2006)
- WEB_2. (2005). Nutri Strategy. <http://www.nutristrategy.com/health.htm> (11.08.2006)
- WEB_3. (2006). Health AtoZ, Your family health site. <http://www.healthatoz.com/healthatoz/Atoz/hl/fit/strg/restrain.jsp> (11.08.2006)
- WEB_4. (2006). http://www.betterhealth.vic.gov.au/bhcv2/bhcarticles.nsf/pages/Resistance_training?OpenDocument (11.08.2006)

ÖZGEÇMİŞ

Hayriye ÇAKIR 14.09.1979 tarihinde Bulgaristan'ın Kırcaali kentinde doğmuştur. İlköğretim eğitiminin ilk üç yılını Bulgaristan'da tamamladıktan sonra 1989 yılında ailesi ile birlikte Türkiye'ye göç etmiş ve Bursa'ya yerleşmiştir. Eğitimine sırasıyla "Ahmet Hamdi Tanpınar İlkokulu"nda ve "Bursa Kız Lisesi"nde devam etmiştir. 1991-2002 yılları arasında aktif olarak spor yapmış ve Bursa "DSİ Nilüfer" spor kulübü ile İzmit Yuvacık Belediyesi "Thames Water" spor kulübü adına atletizm – atmalar branşında yarışmıştır. Yıldızlar ve gençler kategorisinde Türkiye çapında birçok kez dereceye girmiştir. 1998 yılında Hacettepe Üniversitesi Spor Bilimleri ve Teknolojisi yüksekokulunu kazanmış ve 2003 yılında Antrenman ve Hareket Anabilim Dalında üniversiteden mezun olmuştur. Lisansüstü eğitimini bu alanda devam ettirmektedir.