

AKUT EGZERSİZİN FUTBOLCULARDA ANTIOKSİDAN SİSTEM PARAMETRELERİNE ETKİSİ

Aksel ÇELİK¹ Rana VAROL¹ Taner ONAT²
Yasemin DAĞDELEN² Faruk TUGAY³

Geliş Tarihi: 01.02.2007
Kabul Tarihi: 31.10.2007

ÖZET

Bu çalışma, akut fiziksel aktivitenin, antioksidan sistem parametreleri üzerine olan etkisinin incelenmesi amacıyla planlanmıştır. Bunun için araştırmaya 14-17 yaşları arasında Altay spor kulübünde düzenli antrenman yapan gönüllü 18 sporcu katılmıştır. Futbolcuların ilk gün antropometrik ölçümleri alınmış üç gün dinlendirildikten sonra 45'er dakikalık iki devreli maç yaptırılmıştır. Antioksidan sistem parametrelerinden SOD (Süperoksiddismutaz), CAT (Katalaz); lipid peroksidasyon sonucu oluşan MDA (Malondialdehid), E vitamini aktiviteleri ve hemogram değerleri egzersiz öncesi ve egzersiz sonrası alınan kan örneklerinden incelenmiştir.

Futbolcuların % yağ oranı 10.9 ± 2.9 , indirekt $\max\text{VO}_2$ değerleri 53.12 ± 9.88 ml./kg./ dk. olarak tespit edilmiştir. Eritrosit, hemoglobin, Hematokrit, MCV düzeyinde egzersiz öncesine göre artış bulunmuştur. Bu artış istatistiksel olarak anlamlıdır ($p < 0.05$). Lökosit düzeyi artmış olmasına rağmen istatistiksel olarak anlamlı değildir ($p > 0.05$).

Akut egzersiz sonrasında istirahat durumuna göre SOD enzim aktivitesinde artış gözlenmiştir ve bu artış istatistiksel olarak anlamlıdır ($p < 0.05$). CAT enzim aktivitesinde ise dinlenme durumuna göre normal sınırlar içinde artış gözlenmiştir ancak bu artış istatistiksel anlamlı değildir ($p > 0.05$). Bu çalışmada akut egzersiz sonrasında MDA düzeyinde azalma meydana gelmiştir. Bu azalma istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p < 0.05$). MDA düzeylerinde saptanan düşüklük, antrenmanla antioksidan savunma sistemin güçlenmesi sonucunda serbest radikalleri ve buna bağlı olarak lipid peroksidasyonunu azalttığını düşündürmüştür. E vitamini düzeyinde akut egzersiz sonrasında ise dinlenme durumuna göre normal sınırlar içinde artış gözlenmiş, ancak bu artış istatistiksel olarak anlamlı değildir ($p > 0.05$).

Bu sonuçlar aerobik antrenmanın oksidatif strese adaptasyon yeteneğini geliştirdiğini ve bunun da lipid peroksidasyon düzeylerini azalttığını gösterebilir.

Anahtar Kelimeler: Antioksidan Sistem, Lipid Peroksidasyon, Akut Egzersiz, Futbol.

THE EFFECTS OF ACUTE EXERCISE ON THE PARAMETERS OF ANTIOXIDANT SYSTEM IN FOOTBALL PLAYERS

ABSTRACT

The objective of this study was to investigate the effects of acute physical activity on antioxidant stress parameters including SOD (superoxide dismutase), and CAT (catalase) activities, the amount of MDA (malondialdehyde) and vitamin E and the hemogram values of football players. The research was performed on 18 football players (aged 14-17 years) of Altay football club in Turkey. Measurements were taken before and after a 90 min. football match and results compared.

The maximum VO_2 (ml/kg/min) and average fat mass (%) of players was 53.12 ± 9.88 and 10.9 ± 2.9 . Significant increases in the levels of erythrocyt, *hemoglobin*, *hematocrit* and MCV were observed after acute exercise as compared to their levels before exercise, but *leukocyt* level did not change significantly.

Acute exercise significantly increased SOD activity but did not change CAT activity significantly ($p < 0.05$). The MDA level declined significantly after acute exercise relative to the level at resting period. Decline in the MDA levels showed the decrease of lipid peroxidation and free radicals as a result of reinforcement of antioxidant defence system by exercise. However, the vitamin E level showed no significant change after acute exercise. ($p > 0.05$).

The results suggest that aerobic exercise develops the ability to adapt to the oxidative stress by reducing lipid peroxidation.

Key Words: Antioxidants, Lipid Peroxidation, Acute Exercise, Football.

¹ Ege Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulu

² Ege Üniversitesi Tıp Fakültesi Biyokimya Anabilim Dalı

³ İzmir Sporcu Sağlık Merkezi

GİRİŞ

İnsanın etkin olabilmesi için gerekli olan mekanik enerjinin kaynağı, aslında besinlerin vücudumuzda kimyasal enerjiye dönüşmeleridir (1,2). Her türlü fiziksel etkinliğin gerçekleşmesi için enerji gereklidir. Efor şiddeti arttıkça, gereksinim duyulan enerji miktarında da artma olur (3). Kas aktivitesindeki artış, enerji üretimi ve tüketimi dolayısıyla çalışan kasa kan akımını ve oksijen kullanımını önemli derecede artırır (1, 4).

En dış yörüngesinde çiftleşmemiş elektron bulunan atom ya da moleküllere **serbest radikal** denir. Serbest radikaller reaktif yapılardır ve tek elektronlarını çiftlemek üzere diğer moleküller ile hızla reaksiyona girmeye, dolayısıyla onların yapılarını değiştirmeye eğilimlidirler. Yeryüzünde hayatın doğuşuna serbest radikallerin neden olduğuna inanılmakla birlikte bu bileşiklerin aynı zamanda hemen hemen tüm canlılarda yaşam süresince oluşan hasarın ve ölümün temel nedeni olarak da kabul edilmektedir (5,6,7)

Organizmanın yaşamı ve bütünlüğü, homeostatik dengenin sürdürülmesine bağlıdır. Homeostazis hem iç hem de dış etkenlerle devamlı tehdit altındadır. Serbest radikallerin yıkıcı etkilerine karşı hücreler ve bir bütün olarak da organizma **antioksidan sistemlere** sahiptir. Bu mekanizmalar serbest oksijen radikallerinin öncül maddelerini safdışı ederek ya da oluşan serbest radikalleri temizleyerek etki etmektedirler.

Fiziksel egzersiz sırasında metabolizma hızı kassal aktivitenin şiddetiyle orantılı olarak artmaktadır. Egzersiz şiddet ve süresine göre oksidatif strese neden olabilmektedir. Buna bağlı olarak egzersiz sırasında serbest oksijen radikallerinin seviyesinde artış, hücrelerin savunma kapasitesindeki antioksidanları geçerse lipid peroksidasyonun olduğu düşünülmektedir. Lipid peroksidasyonu sonucu ortaya çıkan maddelerden biri olan malondialdehid (MDA) oksidatif stresin bir indikatörü olarak kullanılmaktadır. Vücutta oluşan hasarın boyutunun sporcularda rejenerasyon süresini etkileyebileceği düşünülebilir. Ancak egzersiz belirli şiddette ve düzenli olarak yapıldığında antioksidan savunmayı kuvvetlendirmektedir (8,9,10).

Bu çalışmanın amacı aerobik yüklenme ağırlıklı olan futbolda, akut yüklenmenin antioksidan savunma sistemi üzerine etkisini araştırmaktır.

MATERYAL VE YÖNTEM

Araştırmaya Altay Spor Kulübü Genç Futbol Takımı yaş ortalaması $15,56 \pm 1,25$ yıl, ortalama vücut ağırlığı $59,79 \pm 7,53$ kg., ortalama boy uzunluğu $168,0 \pm 7,89$ cm. olan gönüllü 18 erkek futbolcu katılmıştır. Çalışmaya katılan sporcular haftada 5 gün ortalama 2 saat antrenman yapmışlardır. Sporcuların testten 15 gün önce antioksidan savunmayı etkileyecek herhangi bir ilaç almamaları sağlanarak, beslenmeleri standardize edilmiştir. Çalışmada, ilk gün futbolcuların antropometrik ölçümleri ve maksimal oksijen kullanımı Astrand'ın indirekt ölçüm metodu ile alınmış (11), üç gün dinlendirildikten sonra sporculara, 45'er dakikalık iki devre halinde maç yaptırılmıştır. SOD, CAT, E vitamini, MDA aktiviteleri ve hemogram değerleri ölçümleri için istirahat ve egzersiz sonrasında 5 dakika içinde sağ antekübital ven'den kan alınmıştır.

Tüm kan analizleri Ege Üniversitesi Tıp Fakültesi Biyokimya Araştırma Laboratuvarında çalışılmıştır.

Maksimal oksijen kullanımı: Monark bisiklet ergometresi kullanılarak Astrand'ın indirekt ölçüm metodu (11), ile yapılmıştır. Bu yöntemde sporcular, 60 pedal devriyle belirli bir yükte teste başlamışlardır. Test sırasında nabız ölçer kullanılarak kalp atım sayıları takip edilmiştir. Testin 5. ve 6. dakikalarındaki kalp atım sayıları kaydedilmiş ve ortalaması alınmıştır. 2 değer arasındaki farkın 5' in altına inmediği durumda teste devam edilmiştir. Test sonrası uygulanan yük ile kalp atım sayısı Astrand-Rhyming nomogramında işaretlenerek ve yaşa göre düzeltilmiş değerler tablosu kullanılarak indirekt maxVO₂ değerleri saptanmıştır.

Saha testi: Sporculara 45'er dakikalık 2 devre halinde futbol maçı yaptırılmıştır. Maç öncesi ve hemen sonrasında kan örnekleri alınmıştır.

Kan Analizleri: Antekübital venden alınan heparinize kan örneklerinde süperoksitdismutaz (SOD), malondialdehid (MDA), katalaz (CAT) ve E vitamini düzeyleri saptanmıştır. Kan örnekleri sabah dinlenim durumunda ve yüklenme sonrası alınmıştır.

Kan örnekleri heparinli tüplere alınmıştır. Kan alındıktan sonra 1/2 saat içerisinde eritrosit yıkama işlemi yapılmıştır.

Serum SOD düzeyleri ksantin-ksantin oksidaz yöntemi ile tayin edilmiştir. (4). Ksantin oksidazın etkisiyle ksantin oluşturduğu süperoksid radikali; (O₂), 2-(4- iodo fenil)-3-(4-nitro fenol)-5-fenilte trazolium (INT) boyası ile kırmızı renk vermektedir. Ortamda bulunan ve tepkimeyi inhibe eden SOD, süperoksid radikalini hidrojen perokside dönüştürür. Ortamda bulunan SOD bu reaksiyonu inhibe etmekte ve renk oluşumu azalmaktadır. SOD'un bu reaksiyonu inhibe etme derecesine bağlı olarak SOD aktivitesi belirlenmiştir. SOD aktivitesi ile renk miktarı arasında ters ilişki vardır. 5.2 Ü/ml. SOD içeren stok çözeltiden 5.2 Ü/ml, 2.6 Ü/ml, 1.3 Ü/ml, 0.65 Ü/ml, 0.32 Ü/ml, 0.16 Ü/ml, 0.08 Ü/ml, 0.04 Ü/ml olacak şekilde hazırlanan standartlar ile çizilen grafik hesaplamalar Ü/ml olarak verilmiştir.

Katalaz tayini için de değiştirilmiş L. Göth yöntemi kullanılmıştır (4). 1 µmol hidrojen peroksidi 37 °C sıcaklıkta 1 dakikada parçalayan enzim miktarı 1 Ü catalaz enzim aktivitesi olarak belirlenmiştir. 0.75/L µmol hidrojen peroksidin oluşturduğu komplekse dayanarak çizilen grafik kullanılarak sonuçlar değerlendirilmiştir. Sonuçlar Ü/ml olarak verilmiştir.

Eritrosit üzerine TBA (Tiobarbütirik asit) eklendikten sonra 100 °C 'de 20 dakika kaynatılarak 2000 rpm 10 dakika santrifüjlendikten sonra süpernatantta 532 nm dalga boyunda kalorimetrik ölçüm yapılmıştır. Standart grafikten nmol/mL MDA hesaplanmıştır (12).

α- Tocopherol etanolde çözülmüştür. Stok -18 °C de saklanmıştır (yaklaşık 2 ay). Stok konsantrasyonu 10 mg/ml olmuştur. Stoklar seyreltilerek 5 noktada kalibrasyon eğrisi oluşturulmuştur (13). Hesaplamalar CR-6 Shimadzu integratörde yapılmıştır. Aranılan konsantrasyonlara en yakın olan standart enjekte edilip yeri ve alan büyüklüğü saptanıp kalibrasyon yapılmıştır. Standart alan değerlerine göre örnek alanlarından düzey saptaması yapılmıştır. Verilen değer 20 µl değeri olup µl serum veya µl plazma için hesaplanmıştır (µg/ml serum veya µg/ml plazma olarak).

Hemoglobin, eritrosit, lökosit ölçümü Cell-Dyne 400 analizörü ile elektronik rezistans prensibine göre ölçülmüştür. Hematokrit Ölçüm Yönteminde, Hettich marka mikrohematokrit santrifüjünde, her denek için ikişer adet olmak üzere 20.000 g'de 5 dk. süreyle santrifüj edilerek yapılmıştır. Eritrosit hacminin tüm kan hacmine oranı Htc olarak ifade edilmiştir.

İstatistiksel Analiz: Araştırma verilerine tek yönlü varyans analizi uygulanmış ve önem düzeyi p<0.05 olarak alınmıştır. Verilerin çözümlenmesinde SPSS 10.1 istatistik programı kullanılmıştır.

BULGULAR

Sporcuların egzersiz öncesi dinlenme (kontrol) ve egzersiz sonrası hemogram değerleri Tablo.1'de verilmiştir.

Tablo 1: Futbolcuların İstirahat Durumunda ve Akut Egzersiz Sonrası Eritrosit, Lökosit, Hemoglobin, Hematokrit ve MCV* Düzeyi (ORT ve SD***)**

	Eritrosit Düzeyi mm ³ /milyon		Lökosit Düzeyi mm ³		Hemoglobin Düzeyi gr/dl		Hematokrit Düzeyi %		MCV Düzeyi fl	
	ORT	SD	ORT	SD	ORT	SD	ORT	SD	ORT	SD
Egzersiz Öncesi	5487,77	531,27	8472,22	1340,23	15,87	1,315	41,61	3,109	76,50	10,00
Egzersiz Sonrası	5659,44	444,42	10850,0	2574,36	16,22	1,368	43,22	2,69	76,66	5,64
p	p<0.05		p>0.05		p<0.05		p<0.05		p<0.05	

MCV*: Mean Corpuscular Volume, ORT**: Ortalama, SD***: Standart Sapma

Sporcuların egzersiz öncesi dinlenme (kontrol) ve egzersiz sonrası antioksidan aktivite değerleri Tablo.2'de verilmiştir.

Tablo 2: Futbolcuların İstirahat Durumunda ve Akut Egzersiz Sonrası SOD*, CAT, MDA*** ve E Vitamini Düzeyi (ORT**** ve SD*****)**

	SOD U/gr Hb		CAT k/gr Hb		MDA nmol/ml		E Vitamini U/gr Hb	
	ORT	SD	ORT	SD	ORT	SD	ORT	SD
Egzersiz Öncesi	41,6060	23,3350	3740,41	891,57	14,788	3,357	1,053	0,185
Egzersiz Sonrası	78,794	33,459	4060,71	985,58	10,269	3,75	1,358	0,858
p	p<0.05		p>0.05		p<0.05		p>0.05	

SOD*: Süperoksitdismutaz, CAT**: Katalaz, MDA***: Malondialdehid, ORT****: Ortalama, SD*****: Standart Sapma

TARTIŞMA VE SONUÇ

Akut egzersiz şiddeti, süresi ve türüne bağlı olarak serbest radikal oluşumuna yol açabilmektedir (14,8,15,9). Akut aerobik egzersiz ve oksidatif stresi birleştiren iki mekanizma vardır; birincisi oksijen kullanımının istirahatından 10-15 misli fazla olması, ikincisi ise oksidanların oluşumu sonrası antioksidan aktivite yetersizliğidir (14). Serbest radikal üretim hızının, doku kan akımı veya oksijen kullanımının bir fonksiyonu olarak gerçekleştiği bildirilmiştir (16,17,18,19). Şiddetli bir egzersiz iskelet kaslarının oksijen kullanımını 100-200 kat artırabilmektedir (20,21).

Yapılan hematolojik testler sonucunda tüm kan hücrelerinde akut egzersiz sonrasında bir artış olduğu gözlenmiştir. Sadece lökosit normal sınırlar içinde artmış olmasına rağmen istatistiksel olarak anlamlı değildir (p>0.05). Elde edilen değerler egzersizle kan hücrelerinin arttığını bildiren çalışma sonuçları ile uyumludur.

Egzersiz sırasında, kassal aktivitenin şiddeti ile ilişkili olarak dolaşımdaki eritrosit miktarı, dolaşım hızı ve arterio-venöz oksijen farkı; yani aktif kasa bırakılan oksijen miktarı ve metabolik hız artmaktadır (7). Bu ise serbest radikal açığa çıkışında artışa yol açmaktadır.

Duthie ve arkadaşları (22), antioksidan enzim aktivitesinin yarı maraton koşusu ile egzersizden etkilenmediğini bildirmişlerdir.

Literatürde SOD değerinin akut veya kronik egzersizde değişmediğini bildiren çalışmalar vardır. Kanter (23), 80 km koşu sırasında SOD değerinin artmadığını bulmuştur. Qrtenblad ve arkadaşları (24), voleybolcularda, Duthie ve arkadaşları (22), yarı maraton koşucularında, Ohno ve arkadaşları (25), sedanter öğrencilerde SOD aktivitesinin değişmediğini bulmuşlardır.

Marzatiko ve arkadaşları (26), sprinterler ve yarı maratoncularda SOD değerinin arttığını saptamışlardır. Balakrishnan (27), de SOD'da artış saptamıştır. Turgut ve arkadaşları (10), 800 m. serbest stil yüzme sonrası SOD artışını belirlemişlerdir. Zergeroğlu ve arkadaşları (28), bisikletçilerde ve yine Zergeroğlu ve arkadaşlarının (29), başka bir çalışmada, dayanıklılık antrenmanında, SOD artışını saptamışlardır. Gönenç (30), 4 haftalık yüzme kursundan sonra SOD'da anlamlı bir yükselme bulmuştur. Bu çalışmada da SOD aktivitesinde artış olduğu saptanmıştır. Bu artış istatistiksel olarak anlamlıdır ($p < 0.05$).

Bu çalışmada CAT aktivitesi dinlenme durumuna göre akut egzersiz sonrasında normal sınırlar içinde hafif bir artış göstermiştir. Ancak bu artış istatistiksel olarak anlamlı değildir ($p > 0.05$). Bunun uygulanan egzersiz programının ikinci basamak antioksidan savunmada yer alan enzimlerin kapasitelerini aşacak düzeyde olmamasından kaynaklandığı düşünülmüştür. (Yani 1. Basamak antioksidan savunma çok kuvvetli işlemektedir). Çünkü savunmanın birinci basamağında süperoksit radikalleri SOD enzimi katalizörülüğünde H_2O_2 'e dönüştürülür.

Mena ve arkadaşları (15), bisikletçilerde CAT değerinin düştüğünü tespit etmişlerdir. Zergeroğlu ve arkadaşları (28), bisikletçilerde yaptığı çalışmada CAT değerinin azaldığını saptamıştır.

CAT enzimi ile ilgili bulgular çelişkili olmakla beraber literatürden elde edilen genel görüş değişim olmadığı yönündedir (7).

Salminen ve arkadaşları (21), dayanıklılık çalışmasında, Ohno (25), akut egzersizde, Zergeroğlu ve arkadaşları (28), sedanterlerdeki çalışmasında ve yine Zergeroğlu ve arkadaşlarının (29), başka bir çalışmada dayanıklılık antrenmanında CAT değerinin değişmediğini saptamışlardır.

Marzatiko ve arkadaşları (26), yaptıkları çalışmada sprinterlerde maratonculara göre CAT'da daha az bir artış olduğunu saptamışlardır.

MDA'nın egzersizin şiddet ve süresiyle orantılı olarak oksidatif strese neden olduğu ve lipid peroksidasyon reaksiyonlarını arttırdığı düşünülmektedir (31,32). Oksijen kullanımının düşük olduğu durumlarda süperoksit radikali ve onun türevleri antioksidan savunma ile zararsızlaştırılır. Ancak oksijen tüketim hızının önemli derecede arttığı egzersiz durumunda bu savunma mekanizmaları, serbest radikal oluşumuna ayak uyduramayabilir, bu da hücre hasarı ile sonuçlanabilir (5). Akut egzersizin Lipid Peroksidasyon seviyesini arttırdığı sonucu bildirilmiştir (33,34). Marzatiko ve arkadaşları (26), sprint ve yarı maratoncularda, Sahlin ve arkadaşları (35), akut egzersizde MDA'nın arttığını tespit etmişlerdir. Egzersiz öncesine göre MDA'nın oksijen kullanımı arttıkça daha da arttığı bildirilmiştir (36).

Alessio ve arkadaşları (14), tüketici aerobik egzersizde MDA'nın değişmediğini, Leaf ve arkadaşları (8), maksimal egzersizde, egzersiz öncesi ve sonrası MDA'da değişme olmadığını belirlemişlerdir. Grisham (37), yaptığı çalışmada akut egzersizde MDA'da anlamlı fark bulamamıştır.

Selamoğlu (38), uzun mesafe koşucularında, Gönenç ve arkadaşları (30), 4 haftalık yüzme kursu sonunda MDA'da istatistiksel olarak anlamlı düşüş saptamışlardır. Bizim yaptığımız bu çalışmada da akut egzersiz sonrasında MDA düzeyinde azalma meydana gelmiştir. Bu azalma istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p < 0.05$). Bu da çalışmaya katılan futbolcuların antioksidan savunma sisteminde gözlenen güçlenme nedeniyle lipid peroksidasyonunda azalma meydana geldiğini ve egzersizin neden olduğu serbest radikallerdeki artış ile baş edebilecek yeterlilikte olduğu sonucuna ulaşılmasına yol açmıştır.

E vitamini dokudaki en önemli zincir-kırıcı antioksidandır ve lipid peroksidasyonundan korunmada ilk sıradaki mekanizmadır (7,39).

Vigue ve arkadaşları (19), kısa süreli tüketici egzersizde E vitamininin arttığını bildirmişlerdir. Buna karşılık Salminen ve arkadaşları (21), dayanıklılık çalışmasında, Vigue ve arkadaşları (19), submaksimal egzersizde ve Mena ve arkadaşları (15), bisikletçilerde egzersiz sonrasında E vitamininin değişmediğini saptamışlardır. Duthie ve arkadaşları (22), E vitamininin yarı maraton koşusu sonrasında değişme gösterdiğini, ancak bunun istatistiksel olarak anlamlı olmadığını tespit etmişlerdir.

Bizim yaptığımız bu çalışmada E vitamini düzeyinde artış olmuştur. Ancak bu artış istatistiksel olarak anlamlı değildir ($p > 0.05$). Akut egzersiz sonrası oluşan bu artışta hemokonsantrasyona bağlı olduğu düşünülmektedir. Futbol genelde submaksimal egzersiz tipi ile gerçekleştirilen aerobik bir aktivitedir. Aerobik metabolik aktivite sırasında aktivite

şiddetiyle orantılı serbest radikal üretimi olur. Ancak bu yolda birinci sırada oluşan O₂ radikali daima süperoksittir. Bu nedenle de aerobik antrenman süperoksit anyonlarına karşı antioksidan koruma kapasitelerini güçlendirmekte, bu tip egzersize adaptasyonu kolaylaştırmaktadır.

Sonuç olarak yapılan bu çalışmada aerobik egzersiz tipi ile antrenmanlı futbolcularda akut egzersiz sonrası SOD düzeyi yüksek bulunmuştur. CAT düzeyinde anlamlı bir değişiklik meydana gelmemiştir. MDA aktivitesinde azalma meydana gelmiş, E vitamini değerinde ise anlamlı bir değişiklik olmamıştır. Bu sonuçlar aerobik antrenmanın oksidatif strese adaptasyon yeteneğini geliştirdiğini ve bunun da lipid peroksidasyon düzeylerini azalttığını gösterebilir. Bununla birlikte elde edilen sonuçların daha anlamlı olabilmesi için denek sayıları artırılabilir.

KAYNAKLAR

1. **Akgün, N.**, Egzersiz Fizyolojisi, Ege Üniversitesi Yayınları, s.25-45, İzmir,1994
2. **Fox, E.L., Mathews, D.K.**, The Physiological Basis Of Physical Education And Athletics, WB Saunders, Philadelphia, 1981
3. **Kalyon, T.A.**, Spor Hekimliği Sporcu Sağlığı ve Spor Sakatlıkları, 4. Baskı, Ankara 1997
4. **Taşkıran, D., Kutay, F.Z., Sözman, E.Y., Pöğün, Ş.**, "Sex Differences in Nitrid-NitratL Levels and Antioxidant Defence in Rat Brain", Neuroreport, Vol:8 (4), 881-84, 1997
5. **Cheeseman, K.H., Slater, T.F.**, "An Introduction to Free Radical Biochemistry", Brit. Med. Bull, 49(3), 481-493, 1993
6. **Fridovich, I.**, "Superoxide Radical and Superoxide Dismutases", Annu. Rev. Biochem.. 64; 97-105, 1995
7. **Ji, L.L., Leichtweis, S.**, "Exercise and Oxidative Stress: Sources Of Free Radicals and Their Impact on Antioxidant Systems", Age,Vol: 20, pp.91-106, 1997
8. **Leaf, D.A., ve ark.**, "The effect of Exercise Intensity on Lipid Peroxidation", Med. Sci. Sports Exerc. Vol. 29, No.8, pp.1106-1109, 1997
9. **Schröder, H., ve ark.**, "Nutrition Antioxidant Status and Oxidative Stress in Professional Basketball Players: Effects of a three Compound Antioxidative supplement", Int. J. Sports Med. 21:146-150, 2000
10. **Turgut, A., Özgürbüz, C., Azboy, O., Akyüz, F., İnal, M., Göktürk, E., Seber, S.**, "Yüzücülerde Aerobik ve Anaerobik Ağırlıklı Yüklenmelerde Oksidatif Stresin Karşılaştırılması", Spor Hekimliği Dergisi, Cilt:34, s.1-10, 1999
11. **Astrand P.O., Rodahl, K.**, Textbook Of Work Physiology, McGraw Hill Co., NewYork,1986
12. **Buege, J.A., Aust, S.D.**, "Microsomal Lipid Peroksidaton Methods Enzymol", Clin. Chem, 52:302-310, 1978
13. **De Leenheer, A.P., De Bevere, V.O.**, "Cruyl A.A, Claeys A.E, Determination of Serum α -Tocopherol (Vitamin E) by High Performance Liquid Chromatography", Clin. Chem, 24/4, 585-590, 1978
14. **Alessio, H.M., Hagerman, A.E., Fulkerson, B.K., Ambrose, J., Rice, R.E., Wiley, R.L.**, "Generation of Reactive Oxygen Species After Exhaustive Aerobic and Isometric Exercise", Med Sci. Sports Exerc., Vol. 32 No.9, pp.1576-1581, 2000
15. **Mena, P., Maynar, M., Gutierrez, J.M., Maynar, J., Timon, J., Campillo, J.E.**, "Erythrocyte Free Radical Scavenger Enzymes in Bicycle Professional Racers, Adaptation to Training", Int. J. Sports Med., 12:6,563-566, 1991
16. **Jenkins, R.R., Goldfarb, A.**, "Introduction Oxidant Stress, Aging and Exercise", Med. Sci. Sports Exercise, Vol.25, No.2, pp.210-212, 1993
17. **Polidori, M.C., ve ark.**, "Physical Activity and Oxidative Stress During Aging", Int. J. Sports Med. 21: 154-157, 2000
18. **Venditti, P., Di Meo, S.**, "Effects Of Training On Antioxidant Capacity, Tissue Damage And Endurance Of Aduld Male Rats", Int. J. Sports Med. 18: 497-502, 1997
19. **Vigue, C.A., Frei, B., Shigenaga, M.K., Ames, B.N., Packer, L., Brooks, G.A.**, "Antioksidan Status and İndexes of Oxidative Stress During Consecutive Days of Exercise", J. Appl. Physiol. 75 (2): 566-572, 1993
20. **Alessio, H.M.**, "Exercise-Induced Oxidative Stres", Med. Sci. Sports Exerc. Vol. 25, No.2, pp.218-224, 1993
21. **Salminen, A., Vihko, V.**, "Endurance Training Reduces the Susceptibility of Mouse Skeletal Muscle to Lipid Peroxidation in Vitro", Acta Physiol Scand, 117:109-106, 1983
22. **Duthie, G.G., Robertson, J.D., Morrice, P.C.**, "Blood Antioxidant Status and Erythrocyte Lipid Peroxidation Following Distance Running", Archives of Biochemistry and Biophysics, 282,No.1 October, pp. 78-83, 1990
23. **Kanter, M.M., Nolte, L.A., Holloszy, J.O.**, "Effects of an Antioxidant Vitamin Mixture on Lipid Peroxidation at Rest and Post Exercise", J. Appl. Physiol, 74,(2), 965-969, 1993
24. **Qrtenblad, N., Mad, K., Djurhuus, M.S.**, "Antioxidant Status And Lipid Peroxidation After Short-Term Maximal Exercise in Trained and Untrained Humans", Am. J. Physiol, 272: 1258-1263, 1997
25. **Ohno, H., Yahata, T., Sato, Y., Yamamura, K., Tanuguchi, N.**, "Physical Training and Fasting Erythrocyte Activities of Free Radical Scavenging Enzyme Systems in Sedantery Men", J.Appl. Physiol. 57: 173-176, 1988
26. **Marzatiko, F., ve ark.**, "Blood Free Radical Antioxidant Enzymes and Lipid Peroxidas Following Long-Distance and Lactacemic Performance in Highly Trained Aerobic and Sprint Athletes", J. Sports Med Phys Fitness 37: 235-239, 1997
27. **Balakrishnan, S.D., Anuradha, C.V.**, "Exercise Depletion of Antioxidants and Antioxidant Manipulation", Cell Biochem Funct Dec;16(4): 269-275, 1998
28. **Zergeroğlu, A.M., Yavuzer, S.**, "Supramaksimal Egzersizin Eritrosit Antioksidan Enzimler Üzerine Etkisi", Spor Bilimleri Dergisi, (8)4, 13-24, 1997
29. **Zergeroğlu, A.M., Ersöz, G., Yavuzer, S.**, "Dayanıklılık Antrenmanlarında Antioksidan Savunma", Hacettepe Üniversitesi Spor Bilimleri Dergisi, (8), 4, 1997, 25-32

30. **Gönenç, S.**, "Çocuklarda 4 Haftalık Yüzme Egzersizinin Antioksidan Enzimler ve Lipid Peroksidasyonuna Etkisi", Dokuz Eylül Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Uzmanlık Tezi, İzmir, 1995
31. **Goldfarb, A.H, Mc.Intosh, M.K., Bayer, B.T., Fatouros, J.**, "Vitamin E Effects On Indexes Of Lipidperoxidation in Muscle From DHEA-Treated And Exercised Rats". J. Appl. Physical, 76: 1635, 1994
32. **Gönenç, S.M., Açıkgöz, O., Türkmen, S., Kandemir, F., Özgönül, H.**, "Dört haftalık Yüzme Eğitim Kursunun Çocuklarda Vücut Kompozisyonuna ve Solunum Parametrelerine Etkisi", Spor Hekimliği Dergisi, Vol:31, (1), s.27-35, Mart 1996
33. **Alessio, H.M., Goldffarb, A.H.**, "Lipid Peroxidation and Scavenger Enzymes During Exercise. Adaptive Response to Training", J. Appl. Physiol. 64,4, 1333-1336, 1988
34. **Gönenç, S., Açıkgöz, O.**, "Akut Egzersizin Lipid Peroksidasyon Düzeylerine Etkisi", Spor Hekimliği Dergisi, Vol:32, s.155-160, 1997
35. **Sahlin, K., Ekberg, K., Cizinsky, S.**, "Changes in Plasma Hypoxanthine and Free Radical Markers During Exercise in Man", Acta Physiol. Scand. 142, 275-281, 1991
36. **Lovlin, R., Cottle, W., Pyke, I., Kavanagh, M., Belcastro, A.N.**, "Are Indices Of Free Radical Damage Related To Exercise İntensity", Eur J. Apply Physiol 56: 313-316, 1987
37. **Grisham, M.B.**, Reactive Meabolitesof Oxygen and Nitrogen in Biology and Medicine., RG Landes Comp. Pp.5-28, Austin /Georgetown,1992
38. **Selamoğlu, S.**, "Aerobik Ve Anaerobik Antrenmanların Sporcuların Savunma Sistemi Üzerine Etkisi", Dokuz Eylül Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi, İzmir, 2000
39. **Itoh, H., ve ark.**, "Vitamin E Supplementation Attenuates Leakage of Enzymes Following 6 Succesive Days of Running Training", Int. J. Sports Med., 21: 369-374, 2000