

## Elit Güreşçilerde Çinko Uygulamasının Antioksidan Aktivite Üzerine Etkisi

Mehmet ÖZAL<sup>1</sup>, Ersan KARA<sup>2</sup>, Kadir GÖKDEMİR<sup>3</sup>, Mustafa AKIL<sup>2</sup>,  
Mehmet KILIÇ<sup>4</sup>, Rasim MOĞULKOÇ<sup>5</sup>, Abdülkerim Kasım BALTACI<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Gençlik Spor Genel Müdürlüğü-Ankara,

<sup>2</sup>Karabük Üniversitesi Hasan Doğan Beden Eğitimi ve Spor Yüksek Okulu-Karabük,

<sup>3</sup>Gazi Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulu-Ankara,

<sup>4</sup>Selçuk Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulu-Konya,

<sup>5</sup>Selçuk Üniversitesi Selçuklu Tıp Fakültesi Fizyoloji Anabilim Dalı-Konya

**İletişim Adresi:** E. Kara, e-posta:kara74@gmail.com

### ÖZET

Çinko eksikliğinin fiziksel aktivite esnasında gözlenen serbest radikal oluşumu ve lipid peroksidasyonunu artırdığı, çinko takviyesinin bu olumsuzlukları engellediğinin bildirilmesi, çinkonun antioksidan sistemle ilişkisi bakımından oldukça önemli olmasının yanı sıra, aynı zamanda sporcu sağlığı ve performansı da yakın ilişkili olduğunu göstermektedir. Bu çalışmanın amacı da, aktif güreş sporu yapan bireylerde çinko uygulamasının serbest radikal oluşumu ve antioksidan sistem üzerindeki etkisini araştırmaktır. Araştırma aynı yaş grubundaki 18 elit güreşçi ile 18 sedanter olmak üzere toplam 36 erkek denek üzerinde gerçekleştirildi. Denekler eşit sayıda 4 gruba ayrıldı. Grup 1:Çinko uygulanan sporcu grubu. Grup 2: Uygulama yapılmayan sporcu grubu. Grup 3: Çinko uygulanan sedanter grup. Grup 4: Uygulama yapılmayan sedanter grup. Çinko uygulaması oral olarak 8 hafta boyunca 5 mg/kg/gün dozunda uygulandı. Çalışmanın başlangıç ve bitiminde olmak üzere her denekden ikişer defa kan örnekleri alındı. Alınan kan örneklerinde serum MDA, GSH, GPx, SOD (ELISA kolorimetrik yöntemle) ve çinko (kolorimetrik yöntemle) tayinleri gerçekleştirildi. Çalışmanın başlangıcında, araştırmaya alınan grupların MDA düzeyleri arasında önemli bir farklılık tespit edilmedi. Çalışmanın bitiminde grup 1 ve 3'ün MDA değerleri, grup 2 ve 4'e oranla önemli ölçüde düşük bulundu ( $p<0.01$ ). Benzer şekilde çalışmanın başlangıcında ölçülen GSH, GPx ve SOD düzeyleri gruplar arasında farklılık göstermedi. Çalışmanın bitiminde yapılan ölçümlerde en yüksek GSH, GPx, SOD seviyeleri grup 1 ve 3'de elde edildi ( $p<0.01$ ). Çalışmanın başlangıcında ölçülen çinko değerleri sporcu gruplarında (grup 1 ve 2) spor yapmayan gruplardan (grup 3 ve 4) daha düşüktü ( $p<0.01$ ). Çalışmanın bitiminde yapılan ölçümlerde en yüksek çinko değerleri grup 1 ve 3'de (çinko uygulanan gruplar) elde edildi. Çalışmanın sonucunda elde edilen bulgular çinko uygulamasının egzersizden bağımsız olarak antioksidan sistemi aktive ederek serbest radikal üretimini engellediğini göstermektedir. Elit sporcularda serum çinko düzeylerinin sedanterlere göre önemli oranda düşük bulunması çalışmamızın vurgulanması gereken bir başka sonucudur.

**Anahtar Kelimeler:** Çinko uygulaması, serbest radikaller, antioksidan aktivite, elit güreşçi.

## The effect of zinc supplementation on antioxidant Activity in Elite Wrestlers

### ABSTRACT

It has been reported that zinc deficiency observed during physical activity, increased free radical formation and lipid peroxidation, zinc supplementation prevents this negative reporting, the antioxidant system in relation to zinc, as well as being very important, but also is associated closely with sports medicine and performance. The aim of present study is to examine the effect of zinc supplementation to individuals actively engaged in wrestling as a sport on free radical formation and antioxidant system. Research was performed on the total 36 male subjects who are same number as sedentary and elite wrestler. The subjects were divided into 4 groups of equal number. Group 1: Zinc supplemented to athletes. Group 2: Zinc unsupplemented to athletes. Group 3: Zinc supplemented to sedentary. Group 4: Untreated sedentary group. Zinc was supplemented 5 mg/kg/day as oral for 8 weeks. The beginning and the end of the study, all subjects, including two each time blood samples were collected. Blood samples were evaluated for MDA, GSH, Gpx, SOD (ELISA colorimetric method) and zinc (colorimetric method). Beginning of the study, MDA levels were not different among the groups. At the end of study, MDA levels in groups 1 and 3 were reduced compared to groups 2 and 4 ( $p<0.01$ ). Similarly, the beginning of the study measured GSH, GPx and SOD levels did not differ between groups. When the measurements carried out at the end of the study, the highest GSH, GPx, SOD levels were obtained in groups 1 and 3 ( $p<0.01$ ). Zinc levels at the beginning of study were reduced for groups 1 and 2 compared to groups 3 and 4 ( $p<0.01$ ). Measurements carried out at the end of the study groups 1 and 3, the highest values of zinc (zinc treatment groups) were obtained. The findings of study show that zinc

supplementation as independent from exercise activate to antioxidant system and prevent free radical formation. Zinc levels in elite subjects lower than sedentary that should be emphasized a different result of study.

**Key Words:** Zinc application, free radicals, antioxidant activity, elite wrestler.

## GİRİŞ

Serbest radikaller, hücre membranlarına zarar veren yüksek reaktifli moleküllerdir ve genellikle vücudun antioksidan savunma sistemiyle detoksifiye edilirler. Oksidatif stres, serbest radikal üretimi ile antioksidan savunma arasında hücre hasarla sonuçlanan bir dengesizlik olarak tanımlanmaktadır (1). Yoğun sportif faaliyetler vücudun oksijen ihtiyacını 10-15 kat arttırmakta, artan mitokondriyal oksijen tüketimi de elektron transport akışı, reaktif oksijen türleri (ROS) ve lipid peroksidasyonun oluşumuna yol açan oksidatif sitresi meydana getirmektedir (2). Şiddetli egzersiz sırasında aktif kaslar hipoksik olabilmekte, egzersiz katekolamin konsantrasyonunu arttırmakta ve bu da ROS'un otooksidasyonu ile sonuçlanabilmektedir (3). Yapılan çalışmalar sitotoksik reaktif oksijen türlerinin kas yorgunluğu veya kas hasarı ile sonuçlanan egzersize bağlı ortaya çıkan kas bozukluklarının sebebi olabileceğini göstermektedir (4).

Çinkonun serbest radikal oluşumu ve oksidatif stresten koruyucu rolünün ortaya konulması (5), çinkonun antioksidan etkisi ve antioksidan savunma sistemine katılmasıyla ilgili çalışmaları da tetiklemiştir (6). Çinko antioksidan sistemde etkili bir enzim olan süperoksit dismutazın ve dokuları serbest radikallerin zararlı etkilerinden koruyan metallothioneinlerin yapısında yer alır (7). Çinkonun antioksidan sistem üzerindeki ortaya konulan bu etkileri, araştırmacıları sporcu sağlığı ve performansı ile çinko arasındaki ilişkileri sorgulamaya yöneltmiştir. Sporcularda diyetle çinko alımının önemine dikkat çekilerek, diyetdeki çinko yetersizliğinin sadece performansı değil, hücrel immün sistemi de olumsuz etkileyerek sporcularda enfeksiyonlara olan eğilimi artırabileceği ileri sürülmektedir (8, 9). Çinko eksikliğinin fiziksel aktivite esnasında serbest radikal oluşumunu ve lipid peroksidasyonunu artırarak, antioksidan aktiviteyi olumsuz etkilediği ortaya konulmuştur (10). Buna karşın egzersizde çinko takviyesinin reaktif oksijen radikallerinin oluşumunu engellediğinin bildirilmesi (11), çinkonun antioksidan sistemle ilişkisi bakımından oldukça önemli olmasının yanısıra çinkonun aynı zamanda sporcu sağlığı ve performansı ile da yakın ilişkili olduğunu göstermektedir. Bu çalışmanın amacı, elit güreşçilerde çinko uygulamasının serbest radikal oluşumu ve antioksidan sistem üzerindeki etkisinin araştırılmasıdır.

## MATERYAL VE YÖNTEM

### Çalışma Grupları

Araştırma aynı yaş grubundaki, 18 elit erkek güreşçi (spor yapma süreleri yaklaşık olarak 12 – 15 yıl

olan) ile 18 sedanter erkek, toplam 36 denek üzerinde gerçekleştirildi. Çalışma protokolü Selçuk Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulu etik komitesi tarafından onaylandı.

Çalışmada denekler eşit sayıda 4 gruba ayrıldı:

Grup 1 (Çinko Uygulanan Sporcu Grubu) (n=9): İki ay süreyle (5 gün/hafta) egzersiz programına alınan ve aynı zamanda 8 hafta oral (5 mg/kg/gün) çinko sülfat uygulanan grup.

Grup 2 (Uygulama Yapılmayan Sporcu Grubu) (n=9): İki ay süreyle (5 gün/hafta) egzersiz programına alınan grup.

Grup 3 (Çinko Uygulanan Sedanter Grup) (n=9): İki ay boyunca (8 hafta) oral (5 mg/kg/gün) çinko sülfat uygulanan kontrol grubu.

Grup 4 (Uygulama Yapılmayan Sedanter Grup) (n=9): Hiçbir uygulamanın yapılmadığı kontrol grubu.

### Çinko Sülfat (ZnSO<sub>4</sub>) Preparatlarının Hazırlanması

Çinko sülfat preparatları Tekno – Med (Konya) çalışma laboratuvarında 100, 150, 200, 250, 300, 350'şer mg'lık kaşeler halinde hazırlandı.

### Deneklerden Kan Örneklerinin Alınması

Deneklerden çalışmanın başlangıcında ve 8 haftalık uygulamaların bitiminde olmak üzere (sabah saat dokuzda aç karnına) iki kez 5 cc'lik enjektörle ön kol venlerinden kan örnekleri alındı. Alınan kan örnekleri 3000 devirde 10 dakika santrifüj edilerek serumları ayrıştırıldıktan sonra analiz zamanına kadar - 80 °C'de muhafaza edildi.

### Biyokimyasal Analizler

#### Serum MDA Analizi

MDA analizleri Cayman marka (katalog no: 705002) ticari kitler kullanılarak ELİSA Kolorimetrik yöntemle tayin edildi. Sonuçlar nmol/ml olarak tayin edildi.

#### Serum GSH Analizi

GSH analizleri Cayman marka (katalog no: 7003002) ticari kitler kullanılarak ELİSA Kolorimetrik yöntemle tayin edildi. Sonuçlar µmol/ml olarak tayin edildi.

#### Serum Glutatyon Peroksidaz (GPx) Analizi

GPx analizleri, Cayman marka (katalog no: 703102) ticari kit kullanılarak ELİSA Kolorimetrik yöntemle tayin edildi. Sonuçlar nmol/ml olarak tespit edildi.

### Serum Superoksit Dismutaz (SOD) Analizi

SOD analizi, Cayman marka (katalog no: 706002) ticari kit kullanılarak ELİSA Kolorimetrik yöntemle tayin edildi. Sonuçlar U/ ml olarak tespit edildi.

### Serum Çinko Tayinleri

Kolorimetrik yöntemle 5X10 ml ambalajlı Spinreact marka kitle çalışıldı. Çinko analizleri BPC marka Prime model Spektrofotometrede çalışıldı. Sonuçlar µg/dl olarak verildi.

### Egzersiz Programı

Sporcu grubu (n=20) 2 ay boyunca kulüplerinde düzenli olarak antrenman yapmışlardır. 20 sporcuda aynı egzersiz programını uygulamışlardır. Antrenmanlar bizzat antrenörler nezaretinde yapılmıştır. Güreş ve teknik antrenmanlar genellikle orta şiddetli olarak (% 60–80 arasında), kuvvet antrenmanları ise yüksek yoğunlukta (% 70–100 arasında) yapılmıştır.

### İstatistiksel Değerlendirmeler:

Verilerin analizi SPSS 10,3 paket programı kullanılarak yapıldı. Bulguların istatistiksel analizinde eşleştirme yöntemiyle yapılan ikili karşılaştırmalar için student t testi kullanıldı. Ayrıca aynı program ile her

grup için yaş, boy ve kilo ortalamaları ve standart hataları da hesaplandı. Çalışmada elde edilen bulgularda çoklu karşılaştırmalar için varyans analiz uygulandı. Varyans analizi sonucu farklılık bulunan verilerin önem derecelerini belirlemek için Duncan testi kullanıldı.

### BULGULAR

Çalışmanın başlangıcında, araştırmaya alınan grupların MDA düzeyleri arasında önemli bir farklılık tespit edilmedi. Çalışmanın bitiminde grup 1 ve 3'ün MDA değerleri, grup 2 ve 4'e oranla önemli ölçüde düşük bulundu ( $p<0.01$ , Tablo 1). Benzer şekilde çalışmanın başlangıcında ölçülen GSH, GPx ve SOD düzeyleri gruplar arasında farklılık göstermedi. Çalışmanın bitiminde yapılan ölçümlerde en yüksek GSH, GPx, SOD seviyeleri grup 1 ve 3'de elde edildi ( $p<0.01$ , Tablo 2, 3, 4). Çalışmanın başlangıcında ölçülen çinko değerleri sporcu gruplarında (grup 1 ve 2) spor yapmayan gruplardan (grup 3 ve 4) daha düşüktü ( $p<0.01$ ). Çalışmanın bitiminde yapılan ölçümlerde en yüksek çinko değerleri grup 1 ve 3'de (çinko uygulanan gruplar) elde edildi ( $p<0.01$ , Tablo 5).

**Tablo 1.** Çalışma Gruplarının Serum MDA Düzeyleri (nmol/ml)

Grup(n=36)	MDA (Çalışma Öncesi)	MDA (Çalışma Sonrası)
1 Çinko Uygulanan Sporcu Grubu	0.60 ± 0.05	0.25 ± 0.01 <sup>c</sup>
2 Uygulama Yapılmayan Sporcu Grubu	0.55 ± 0.05	0.35 ± 0.06 <sup>b</sup>
3 Çinko Uygulanan Sedanter Grup	0.58 ± 0.06	0.27 ± 0.03 <sup>c</sup>
4 Uygulama Yapılmayan Sedanter Grup	0.58 ± 0.07	0.55 ± 0.07 <sup>a</sup>

\*Aynı sütunda değişik harf taşıyan ortalamalar arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemlidir ( $P<0.01$ ).

**Tablo 2.** Çalışma Gruplarının Serum GSH Düzeyleri (µmol/ml)

Grup	GSH (Çalışma Öncesi)	GSH (Çalışma Sonrası)
1 Çinko Uygulanan Sporcu Grubu	16.56 ± 1.44	33.64 ± 3.19 <sup>a</sup>
2 Uygulama Yapılmayan Sporcu Grubu	17.50 ± 3.19	21.00 ± 3.81 <sup>b</sup>
3 Çinko Uygulanan Sedanter Grup	17.37 ± 1.79	39.62 ± 2.83 <sup>a</sup>
4 Uygulama Yapılmayan Sedanter Grup	17.18 ± 5.98	21.35 ± 3.30 <sup>b</sup>

\*Aynı sütunda değişik harf taşıyan ortalamalar arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemlidir ( $P<0.01$ ).

**Tablo 3.** Çalışma Gruplarının Serum GPx Düzeyleri (nmol/ml)

Grup	GPx (Çalışma Öncesi)	GPx (Çalışma Sonrası)
1 Çinko Uygulanan Sporcu Grubu	1136 ± 37.61	1648 ± 78.74 <sup>a</sup>
2 Uygulama Yapılmayan Sporcu Grubu	1174 ± 47.23	1250 ± 82.83 <sup>b</sup>
3 Çinko Uygulanan Sedanter Grup	1088 ± 53.41	1516 ± 75.27 <sup>a</sup>
4 Uygulama Yapılmayan Sedanter Grup	1161 ± 87.31	1245 ± 87.55 <sup>b</sup>

\*Aynı sütunda değişik harf taşıyan ortalamalar arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemlidir ( $P<0.01$ ).

**Tablo 4.** Çalışma Gruplarının Serum SOD Düzeyleri (U/ml)

Grup	SOD (Çalışma Öncesi)	SOD (Çalışma Sonrası)
1 Çinko Uygulanan Sporcu Grubu	0.19 ± 0.01	0.47 ± 0.03 <sup>a</sup>
2 Uygulama Yapılmayan Sporcu Grubu	0.21 ± 0.03	0.24 ± 0.07 <sup>b</sup>
3 Çinko Uygulanan Sedanter Grup	0.22 ± 0.03	0.46 ± 0.05 <sup>a</sup>
4 Uygulama Yapılmayan Sedanter Grup	0.22 ± 0.03	0.23 ± 0.03 <sup>b</sup>

\*Aynı sütunda değişik harf taşıyan ortalamalar arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemlidir (P<0.01).

**Tablo 5.** Çalışma Gruplarının Serum Çinko Düzeyleri (µg/dl)

Grup	Çinko (Çalışma Öncesi)	Çinko (Çalışma Sonrası)
1 Çinko Uygulanan Sporcu Grubu	88.75 ± 12.55	155.00 ± 21.00 <sup>a</sup>
2 Uygulama Yapılmayan Sporcu Grubu	91.50 ± 11.20	95.00 ± 19.00 <sup>b</sup>
3 Çinko Uygulanan Sedanter Grup	89.60 ± 13.45	160.00 ± 20.00 <sup>a</sup>
4 Uygulama Yapılmayan Sedanter Grup	87.55 ± 15.30	90.00 ± 22.00 <sup>b</sup>

\*Aynı sütunda değişik harf taşıyan ortalamalar arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemlidir (P<0.01).

## TARTIŞMA

Çalışmanın başlangıcında, araştırmaya alınan grupların serum MDA düzeyleri arasında önemli bir farklılık tespit edilmedi. Çalışmanın bitiminde ise, en yüksek MDA değeri uygulama yapılmayan sedanter grubunda (grup 4) tespit edildi. Uygulama yapılmayan sporcu grubunun (grup 2) serum MDA seviyeleri çinko uygulanan sporcu (grup 1) grubu ile çinko uygulanan sedanter gruptan (grup 3) önemli şekilde yüksek bulundu. Farelerde yorucu akut egzersizin lipid peroksidasyonunu artırdığı (3), benzer şekilde eğitimli farelerde 60 dakika süreyle yaptırılan egzersizin iskelet kasında ve böbrekte serbest radikal üretimini artırdığı gösterilmiştir (12). Gerçekleştirdiğimiz çalışmada uygulama yapılmayan sporcu grubunun çalışma sonrası ölçülen serum MDA düzeyleri, uygulama yapılan grupların (grup 1 ve 3) aynı değerlerinden önemli şekilde yüksekti. Elde ettiğimiz bu bulgu egzersizin serbest radikal oluşumunu artırdığını ileri süren araştırmacıların bulgularıyla uyumludur. Gerçekleştirdiğimiz çalışmada en düşük serum MDA düzeyleri 8 hafta süreyle çinko uygulaması yaptığımız sporcu grubu (grup 1) ile sedanter grupta (grup 3) elde edildi. Bu bulgu bize ister spor yapsın ve ister yapmasın her iki çalışma grubunda da (grup 1 ve 3) çinko uygulamasının serbest radikal üretimini engellediğini gösterir. Cao ve Chen (2) tarafından gerçekleştirilen çalışmada çinko eksikliğinin egzersizde serbest radikal oluşumunu artırdığı, 5 mg/kg çinko uygulamasının ise bu farelerde serbest radikal üretimini engellediği ortaya koyulmuştur. Cao ve Chen (2)'in bu raporu, bu araştırmada çinko uygulaması yaptığımız gruplardaki (grup 1 ve 3) azalmış MDA düzeyleriyle uyumludur.

Grupların çalışmanın başlangıcında tayin edilen serum GSH, GPx ve SOD seviyeleri birbirlerinden farklı değilken, çalışmanın bitiminde çinko uygulaması yapılan grupların (grup 1 ve 3) serum GSH, GPx ve SOD düzeyleri, uygulama yapılmayan gruplara (grup

2 ve 4) oranla önemli şekilde yüksek bulundu. Elektromanyetik alana maruz kalmış ratlarda azalan testis, böbrek ve eritrosit GSH düzeylerinin çinko uygulamasıyla önemli oranda arttığı bildirilmesi (13), veya benzer şekilde elektromanyetik alana maruz kalmış ratlarda azalan beyin ve eritrosit GSH düzeylerinin çinko uygulamasıyla düzeltilmesi (14) çinkonun önemli bir antioksidan olduğunu gösterir. Yine akut yüzme egzersizi yaptırılan ratlarda hem akut egzersiz, hem de çinko eksikliğiyle ortaya çıkan GSH düzeylerindeki baskılanmanın, çinko uygulamasıyla tersine çevrildiğinin bildirilmesi (15) çinkonun sporcularda kullanımının da önemli olabileceğini düşündürmektedir. Çinkonun antioksidan sistemle ilişkisinde bu gün için kabul edilen görüş, çinkonun bir antioksidan ilaç gibi kullanılabileceği şeklindedir (7). Nitekim Fortes ve ark (16) tarafından yaşlı insanlar üzerinde gerçekleştirilen çalışmada çinko uygulamasının antioksidan aktiviteyi uyararak lipid peroksidasyonunu azalttığı ortaya konulmuş, ve bu noktadan hareketle yaşlılıkta çinko uygulamasının önemli olabileceğine dikkat çekilmiştir. Çalışmamızda çinko uygulamasıyla elde ettiğimiz (grup 1 ve 3) artmış GSH, GPx ve SOD düzeylerindeki artışı, konuyla ilgili diğer araştırmacıların bulguları da desteklemektedir.

Gerçekleştirdiğimiz çalışmada elde edilen bulgular genel olarak değerlendirildiğinde çinko uygulamasının hem sporcularda, hem de sedanterlerde antioksidan aktiviteyi uyararak serbest radikal üretimini baskıladığını göstermektedir.

Gerçekleştirdiğimiz çalışmada sonuç olarak; sporcularda ve sedanterlerde çinko uygulaması ile serbest radikal üretiminde azalmayla sonuçlanmakta, Çinko uygulaması bu etkisini antioksidan sistemi uyararak göstermektedir. Ayrıca çinko uygulaması yapılmayan sporcu grubunun çalışmanın başlangıç ve bitiminde ölçülen parametreleri arasında anlamlı bir farklılık bulunmamıştır bu olay iki faktörden kaynaklanabilir. Bunlardan ilki deneklerin kan

örneklerinin istirahat döneminde alınmış olması ikincisi ise çalışmaya alınan denekler yaklaşık 6 yıldır güreş sporu yapması olabilir. Bu süre antioksidan sistem için bir adaptasyonu ortaya çıkarabilir ve sonuç olarak spor yapma süresi burada bir başka etken olarak karşımıza çıkabilir.

Gerçekleştirilen çalışmada elde edilen bulgulardan yola çıkarak sporculara fizyolojik dozda çinko uygulamasının sporcu sağlığı ve performansı açısından yararlı olabileceği öneri olarak ileri sürülebilir.

#### KAYNAKLAR

1. Urso ML, Clarkson PM. Oxidative Stress, Exercise and Antioxidant Supplementation. *Toxicology*, 2003; 189(1 -2): 41 -54.
2. Micheletti A, Rossi R, Rufini S. Zinc status in athletes: relation to diet and exercise. *Sports Med*. 2001; 31(8): 577-82.
3. Deaton CM, Marlin DJ. Exercise-Associated Oxidative Stress. *Clin Tech Equine Prac*, 2003; 2(3): 278 – 291.
4. Powers SK, Hamilton K. Antioxidants and exercise. *Clin Sports Med*. 1999; 18(3): 525-36.
5. Prasad AS, Bao B, Beck FW, Kucuk O, Sarkar FH. Antioxidant Effect of Zinc in Humans, *Free Radic Biol Med*, 2004; 37(8):1182–1190.
6. De Oliveira Kde J, Donangelo CM, de Oliveira AV Jr, da Silveira CL, Koury JC. Effect of zinc supplementation on the antioxidant, copper, and iron status of physically active adolescents. *Cell Biochem Funct*, 2009; 27: 162-166.
7. Powell SR. The Antioxidant Properties of Zinc. *J Nutr*, 2000;130: 1447S-1454S.
8. Konig D, Weinstock C, Keul J, Northoff H, Berg A. Zinc, Iron And Magnesium Status in Athletes – Influence on the Regulation of Exercise-Induced Stress and Immune Function, *Exerc Immunol Rev*, 1998; 4: 2 – 21.
9. Singh A, Failla ML, Deuster PA. Exercise-Induced Changes in Immune Function: Effects of Zinc Supplementation, *J Appl Physiol*, 1994: 76; 2298 – 2303.
10. Jana K, Samanta PK, Manna I, Ghosh P, Singh N, Khetan RP, Ray BR. Protective effect of sodium selenite and zinc sulfate on intensive swimming-induced testicular gamatogenic and steroidogenic disorders in mature male rats. *Appl Physiol Nutr Metab*, 2008; 33: 903-914.
11. Cao GH. Chen JD. Effects of Dietary Zinc on Free Radical Generation, Lipid Peroxidation, and Superoxide Dismutase in Trained Mice, *Arch Biochem Biophys*, 1991: 291; 147 – 153.
12. Semin I, Kayatekin BM, Gonenc S, Acikgoz O, Uysal N, Delen Y, Gure A. Lipid peroxidation and antioxidant enzyme levels of intestinal renal and muscle tissues after a 60 minutes exercise in trained mice. *Indian J Physiol Pharmacol*, 2000; 44(4): 419-427.
13. Ozturk A, Baltaci AK, Mogulkoc R, Oztekin E. Zinc prevention of electromagnetically induced damage to rat testicle and kidney tissues. *Biol Trace Elem Res*. 2003; 96(1-3): 247-54.
14. Bediz CS, Baltaci AK, Mogulkoc R, Oztekin E. Zinc Supplementation Ameliorates Electromagnetic Field-induced Lipid Peroxidation in the Rat Brain. *Toboku J Exp Med*, 2006; 208(2): 133–140.
15. Ozturk A, Baltaci AK, Mogulkoc R, Oztekin E, Sivrikaya A, Kurtoglu E, Kul A. Effects of zinc deficiency and supplementation on malondialdehyde and glutathione levels in blood and tissues of rats performing swimming exercise. *Biol Trace Elem Res*. 2003; 94(2): 157-66.
16. Fortes C, Agabiti N, Fano V, Pacifici R, Forastiere F, Virgili F, Zuccaro P, Perruci CA, Ebrahim S. Zinc supplementation and plasma lipid peroxides in an elderly population. *Eur J Clin Nutr* 1997; 51(2): 97-101.