T.C.

GAZİ ÜNİVERSİTESİ

SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BEDEN EĞİTİMİ VE SPOR ANABİLİM DALI

ELİT GÜREŞÇİLERDE EGZERSİZİN VE EGZERSİZDE ÇİNKO UYGULAMASININ ANTİOKSİDAN AKTİVİTE ÜZERİNE ETKİSİ

DOKTORA TEZİ

Mehmet ÖZAL

DANIŞMAN

Prof. Dr. Kadir GÖKDEMİR

ANKARA

Şubat 2008

T.C.

GAZİ ÜNİVERSİTESİ

SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BEDEN EĞİTİMİ VE SPOR ANABİLİM DALI

ELİT GÜREŞÇİLERDE EGZERSİZİN VE EGZERSİZDE ÇİNKO UYGULAMASININ ANTİOKSİDAN AKTİVİTE ÜZERİNE ETKİSİ

DOKTORA TEZİ

Mehmet ÖZAL

DANIŞMAN

Prof. Dr. Kadir GÖKDEMİR

Bu tez Gazi Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi tarafından desteklenen 20/2005 - 03 nolu projeden oluşturulmuştur.

ANKARA

Şubat 2008

KABUL VE ONAY FORMU

T.C.
GAZİ ÜNİVERSİTESİ
Sağlık Bilimleri Enstitüsü

DOKTORA /YÜKSEK LİSANS TEZ SAVUNMA SINAV TUTANAĞI

ÖĞRENCİNİN ADI ve SOYADI : Mehmet Özar
ANABİLİM DALI : Beden Eğitimi
SINAV TARİHİ : 31.01.2018
TEZ KONUSU : Elit Güreşçilerde Egzersizin ve Egzersiz de Diyet uygulamasının antioksidan enzimler üzerine etkisi

KARAR : Başarılı

Yukarıda belirtilen tarihte yapılan Tez Savunma Sınavı sonucunda yukarıda konusu belirtilen tezin

Düzeltilmesine :
Kabulüne : ✓
Reddine :

OYBİRLİĞİ / ~~OYÇOKLUĞU~~ ile karar verilmiştir.

GEREKÇE :

JÜRİ BAŞKANI
Prof. Dr. Mehmet Kürüm

ÜYE
Prof. Dr. Ömür Acar

ÜYE
Prof. Dr. Kadir Gökdenir

ÜYE
Yrd. Doç. Dr. Şükrü Mülazımoğlu

ÜYE
Yrd. Doç. Dr. İbrahim Özdemir

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

KABUL VE ONAY

İÇİNDEKİLER I

TABLOLARIN LİSTESİ III

SİMGELER VE KISALTMALAR IV

1. GİRİŞ VE AMAÇ 1

2. GENEL BİLGİLER 3

2.1. Çinko Metabolizması 3

2.1.1 Çinkonun Fizyolojisi 3

2.1.2. Gıdalarda Dağılımı 4

2.1.3. Vücutta Çinko Emilimi, Dağılımı ve Atılımı 4

2.1.4. Çinkonun Biyokimyasal Fonksiyonları 6

2.1.5. Endokrin Sistemle İlişkisi 6

2.1.6. Çinkonun İmmün Sistemle İlişkisi 7

2.1.7. Çinko Toksisitesi 8

2.1.8.Çinko Eksikliği 9

2.1.9.Çinko Yetersizliğinin Tedavisi 11

2.2. Çinko ve Egzersiz 12

2.3. Çinko, Egzersiz ve Hematolojik Parametreler 16

2.4. Çinkonun Antioksidan Özellikleri 17

2.5. Serbest Radikaller ve Oksidatif Stres 18

2.6. Egzersiz, Oksidatif Stres ve Antioksidan Savunma 19

2.6.1. Akut Egzersizde Oksidatif Stres ve Antioksidan Savunma 19

2.6.2. Düzenli Egzersizde Oksidatif Stres ve Antioksidan Savunma 20

2.7. Antioksidan Sistemler 22

3. MATERYAL VE METOD 24

3.1. Çalışma Grupları 24

3.2. Çinko Sülfat ($ZnSO_4$) Preparatlarının Hazırlanması 24

3.3. Vücüt Ağırlığı ve Boy Ölçümü 24

3.4. Deneklerden Kan Örneklerinin Alınması 25

3.5. Biyokimyasal Analizler 25

3.5.1. Serum MDA Analizi 25

3.5.2. Serum GSH Analizi 26

3.5.3. Serum Glutatyon Peroksidaz (GPx) Analizi 26

3.5.4. Serum Superoksit Dismutaz (SOD) Analizi 27

3.5.5. Serum Çinko Tayinleri 27

3.6. Egzersizin Süre ve Şiddeti 27

3.7. İstatistiksel Değerlendirmeler 29

4. BULGULAR 30

5. TARTIŞMA VE SONUÇ 36

6. ÖZET 44

7. SUMMARY 46

8. KAYNAKLAR 48

9. EKLER 60

Ek 1. Gönüllü Katılım Formu 60

Ek 2. Etik kurul Onay Formu 62

Ek 3. Terminoloji 63

10. ÖZGEÇMİŞ

TABLOLARIN LİSTESİ

Tablolar	**Sayfa No**
Tablo 1. Çinko' nun eksikliğinde görülen klinik bulgular	11
Tablo 2. Çinkonun Fizyolojik Fonksiyonları	11
Tablo 3. Bir Haftalık örnek antrenman programı	29
Tablo 4. Çalışma Gruplarının Fiziksel Özellikleri	30
Tablo 5. Çinko Uygulanan Sporcu Grubunun Serum MDA, GSH, GPx, SOD ve Çinko Düzeyleri	30
Tablo 6. Uygulama Yapılmayan Sporcu Grubunun Serum MDA, GSH, GPx, SOD ve Çinko Düzeyleri	31
Tablo 7. Çinko Uygulanan Sedanterlerin Serum MDA, GSH, GPx, SOD ve Çinko Düzeyleri	31
Tablo 8. Uygulama Yapılmayan Sedanterlerin Serum MDA, GSH, GPx, SOD ve Çinko Düzeyleri	32
Tablo 9. Çalışma Gruplarının Serum MDA Düzeyleri (nmol/ml)	32
Tablo 10. Çalışma Gruplarının Serum GSH Düzeyleri (μmol/ml)	33
Tablo 11. Çalışma Gruplarının Serum GPx Düzeyleri (nmol/ml)	34
Tablo 12. Çalışma Gruplarının Serum SOD Düzeyleri (U/ml)	34
Tablo 13. Çalışma Gruplarının Serum Çinko Düzeyleri (μg/dl)	35

SİMGELER VE KISALTMALAR

% Yüzde

kg Kilogram

cm Santimetre

mg Miligaram

g Gram

nmol/ml Nanomol/mililitre

µmol/ml Mikromol/mililitre

u/ml Ünite/mililitre

µg/dl Mikrogram/desilitre

Std. Sapma Standart Sapma

LH Luteinizan hormon

FSH Folikül stimülan hormon

TSH Tiroid stimülan hormon

ROS Reaktif oksijen türleri

O2 Süperoksit radikali

H2O2 Hidrojen peroksit

HO Hidroksil radikali

HOCl Hipokloröz asit

O2U Singlet oksijen

R" Alkalik radikal

ROO Peroksil radikali

RCOO Organik peksit radikali

HO2 Perhidroksil radikali

RO Alkoksil radikali

RONS Rektif oksijen ve nitrojen türleri

TBARS Tiyobarbitürik Asit Reaktif Maddeler

GSSG Okside Glutatyon

SOD Süperoksit dismutaz

GPx Glutatyon peroksidaz

GSH Glutatyon

MDA Malondialdehit

ZnSO4 Çinko sülfat

NADP Nikotinamid dinükleotid

NADPH Nikotinamid adenin dinükleotid fosfata

NaCl Sodyum klorür

NADP Nikotinamid dinükleotid fosfat

Grup 1 Çinko uygulanan sporcu grubu

Grup2 Uygulama yapılmayan sporcu grubu

Grup 3 Çinko uygulanan sedanter grup

Grup 4 Uygulama yapılmayan sedanter grup

1. GİRİŞ VE AMAÇ

Güreş insanlık tarihinin en eski sporlarından birisidir. M. Ö. 708 de Yunanlılar, M. Ö. 2. yüzyılda Türkler, M. Ö. 22 de Japonlar, M. Ö. 260 da Sümerler, M. Ö. 2000-2470-2320 de Mısırlılar tarafından güreş yapıldığına dair belgeler bulunmuştur. Tarihte güreş sporu ile uğraşan milletlerin başında Türkler, Araplar ve Yunanlılar gelmektedir. Ülkemizde ata sporumuz olarak bilinen güreş, dünyanın birçok ülkesinde yaygın olarak yapılmaktadır. Mücadele sporları içinde yer alan güreşte başarılı olmak için çok ağır antrenman şartlarında çalışmak gereklidir. Güreş antrenmanların özelliği vücutta kısa sürede laktik asit birikimine neden olmasıdır. Enerji olarak, ağırlıklı vücuttaki glikojen depolarından yaralanılır. Egzersiz veya maç öncesi dönemlerde, glikojen depolarında doygunluğun sağlanması için karbonhidratlarca zengin yiyecekler tüketilmelidir. Aktif sporcuların günlük enerji ihtiyacı sporcunun vücut bileşimi, yaşı, cinsiyeti, çalışma şekli ve süresine göre değişmektedir. Sporcunun artan enerji ihtiyacını karşılayacak şekilde beslenmesi gerekmektedir. Alınan günlük enerjinin %55-70'i karbonhidratlardan %25-30'u yağlardan, % 10-20'si proteinlerden sağlanmalıdır. Güreş için günlük kalori miktarı 70 kg bir güreşçi için 5800 kalori olarak bildirilmektedir.

Yapılan araştırmalar sporcular arasında dengesiz beslenme sorunlarının olduğunu ortaya koymaktadır. Dengesiz beslenmenin nedenleri incelendiğinde, beslenme bilgisi ve beslenme eğitiminden yoksunluğun etkili olduğu görülmektedir. Ülkemizde özellikle güreşte beslenme konusunda yapılan çalışmalar; elit seviyedeki güreşçiler dahil bu branşla uğraşan sporcuların yeterli bilgiye sahip olmadıklarını göstermiştir.

Beslenmenin, gelişim ve performansı sürdürme üzerine etkileri ve beslenme ile fiziksel aktivite arasındaki ilişkiler birçok araştırmacı tarafından araştırılmıştır. Bu araştırmalarda fiziksel aktiviteye katılanlara değişik içerikli besin takviyeleri yapılarak beslenme üzerine etkileri incelenmiş ya da fizyolojik ve performans farklılıkları gözlemlenmiştir. Son yıllarda bilim adamları farklı besin takviyeleri üzerinde araştırmalarını yoğunlaştırarak, eser elementlerin performans üzerine etkilerini belirlemeye çalışmaktadırlar. Bu doğrultuda birçok

araştırmacı tarafından, eser elementlerin metabolik, biyokimyasal ve klinik yönden önemi vurgulanmıştır.

Enerji metabolizmasında önemli bir eser element olduğu bilinen çinkonun, performans üzerindeki etkileriyle ilgili çok az bilgi bulunmaktadır. Çinko ile egzersiz ilişkisini konu alan çalışmalar daha çok, egzersize cevap olarak bu elementin vücuttaki dağılımı üzerine yoğunlaşmakta ve bu çalışmaların genelinde egzersizi takiben plazma çinko düzeylerinde bir azalma olduğu gösterilmektedir. Plazma çinko seviyelerinin düşük olmasının bir sonucu olarak da kas çinko konsantrasyonların da bir azalma meydana gelmektedir. Enerji metabolizmasında birçok enzimin aktivitesi için çinko gerekli olduğundan, kaslardaki çinko seviyesindeki azalma sonucu, dayanıklılık kapasitesinde de bir düşüş olduğu görülmektedir.

Araştırmalarda ayrıca, vücuttaki birçok enzimlerle ilişkisi olan çinkonun antioksidan sistemi aktive ederek hücre hasarını önleyebileceğine de dikkat çekilmektedir.

Bunun yanında birçok faydalı etkiye sahip olduğu bilinen düzenli kas egzersizlerinin, radikallerin ve diğer reaktif oksijen türlerinin üretiminde artmaya yol açtığı bilinmektedir. Kas yorgunluğu veya hasarı ile sonuçlanabilen egzersize bağlı kas homeostaz bozukluklarının altındaki sebebin reaktif oksijen türlerinin olduğuna işaret eden deliller de bulunmaktadır.

Bu çalışmadaki amacımız, aktif güreş sporu yapan bireylerde çinko uygulamasının serbest radikal oluşumu ve antioksidan sistem üzerindeki etkilerini araştırmaktır.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Çinko Metabolizması

Dünyanın hemen her ülkesinde yapılan yoğun çalışmalarla, eser elementlerin metabolik, biyokimyasal ve klinik yönden önemi açıklanmış, [1,2] ve pek çok mineralin organizmanın sağlıklı olarak fonksiyonlarını yerine getirebilmesi için gerekli olduğu vurgulanmıştır [3]. Çinko önemli bir eser element olarak biyolojik aktivitesi ilk kez Raulin tarafından açıklanan, atom ağırlığı: 65.4, atom numarası: 30, yoğunluğu: 17, erime noktası: 420 ^{0}C, kaynama noktası: 907 ^{0}C olan, mavimsi-beyaz renkte heksagonal bir element olup, dünya üzerinde bol miktarda bulunmaktadır[4]. 1869 yılında Raulin Aspergillus niger mantarının gelişimi için çinkonun zorunlu olduğunu tespit etmiştir[5]. İlk defa 1934'de yapılan çalışmalarla Çinkonun büyüme, gelişme ve enzim aktiviteleri için gerekli olduğu açıklanmış, bu alana olan ilgi Keilin ve Mann'ın1940 yılında çinko ihtiva eden karbonik anhidraz enzimini bulmalarıyla artmış[6], ama insanlarda çinko noksanlığının önemi 1960'lara kadar ortaya konulamamıştır. Dr. Prasad İran'da 1958 yılında, 21 yaşında olmasına karşın 10 yaşında gibi görünen bir hastada gelişme geriliği, hepatosplenomegali, toprak yeme, demir eksikliği, mental letarji gibi bazı klinik bulgulardan çinko eksikliğinin sorumlu olabileceğini düşünmüş, ve bir süre sonra Mısır'da, 1963 yılında benzer bulguları taşıyan çocuklarda ilk defa kanda çinko ölçümleri yaparak bu elementin eksikliğini göstermiştir. O tarihten itibaren,toprak yiyen çocuklardaki bu klinik tablo literatüre "Prasad Sendromu" olarak geçmiştir[7]. 1970'li yılların başında ise Acrodermatitis enteropathica hastalığının, kalıtsal olarak çinkonun barsaklardan absorpsiyonunun bozukluğuyla ilgili olduğu belgelenmiş ve çinko üzerine olan çalışmalar giderek artmıştır[8].

2.1.1 Çinkonun Fizyolojisi:

Çinko her enzim sınıfında bulunan tek metaldir ve metaller içerisinde yer kabuğunda bulunma yönünden 23. sıradadır. Çinko biyolojide en yaygın kullanılan element özelliğini taşımakta, bunun doğal bir sonucu olarak da vücudun hemen her hücresinde bulunmaktadır[9]. Bugün için 300'den fazla enzimin aktivitesinde veya yapısında rol oynadığı bilinen çinkonun, vücutta pek çok

enzimin yapımı veya fonksiyonunda doğrudan ya da dolaylı olarak varlığı gereklidir. Bundan dolayı da, vücutta birçok reaksiyonun katalize edilmesinde etkindir[10]. Çinkonun yapısal bütünlük sağladığı veya enzimin aktif bölgesinden reaksiyona doğrudan katıldığı sanılan enzimlerin başlıcaları olarak DNA polimeraz, karbonik anhidraz, alkalen fosfataz, , timidin kinaz, alkol dehidrogenaz, triptofan, desmolaz sayılabilir[11]. Çinko RNA ve DNA metabolizmasının regülasyonundan sorumlu enzimler yoluyla gerçek biyolojik etkisini ortaya koymaktadır. Çinko azaldığı zamanlar bu enzimler fonksiyon göremezler ve RNA ile DNA oluşumunda azalmaya yol açarlar. Böylece çinko eksikliği çeşitli enzimlerin faaliyetlerini kısıtlar ve hücre çoğalmasında yavaşlama, doku büyümesi, tamiri ve matürasyonu gibi çeşitli metabolik işlevlerde azalmaya yol açarlar. Çinkoya çok sayıda enzimin bağımlı olmasından dolayı, nükleik asit sentezi, protein, karbonhidrat ve lipit metabolizmasıyla ilgili pek çok reaksiyon için esansiyel olarak Vücutta bulunması gerekmekte ve özellikle nükleik asit ve protein senteziyle ilgili fonksiyonlarından dolayı hücre gelişmesi, büyümesi ve mitotik bölünmesiyle de yakından ilişkisi bulunmaktadır[12].

2.1.2. Gıdalarda Dağılımı:

Besinlerdeki çinko miktarları değişiklikler gösterirken, en iyi çinko kaynağı et ve balık olup, her türlü hayvansal ve bitkisel kökenli besinlerde çeşitli miktarlarda çinko bulunmaktadır. Ancak hayvansal proteinlerdeki çinko bitkisel olanlara göre daha iyi absorbe edilmektedir. Zira rafine besinler, hububat ve baklagil içeriği fazla olan ürünlerde yüksek oranda bulunan fitik asit, çinko ile bir bağ teşkil ederek emilim bakımından çinkoyu elverişsiz hale getirmektedir[13]. Bu nedenle başlıca tahıl proteinleriyle beslenen toplumlarda çinko eksikliği belirtileri de yaygın olarak görülmektedir[14, 15].

2.1.3. Çinkonun Vücutta Emilimi, Dağılımı ve Atılımı:

Çinkonun vücutta demir gibi spesifik bir deposu yoktur ve toksisitesi düşüktür. Vücutta çinko dengesinin devamı ve ter, idrar ve benzeri yollarla olan çinko kayıplarının yerine konulması için diyetle düzenli çinko alımına ihtiyaç vardır [16]. Bunlara ilave olarak büyüme çağında, gebelikte, laktasyonda, fiziksel

yaralanma gibi çinko ihtiyacını artıran durumlarda gerekli olan çinko ihtiyacı karşılanmalıdır[17]. Vücudun çinko ihtiyacı hakkında Dünya Sağlık Teşkilatının yayınladığı değerlere göre, günlük ihtiyacın bebeklerde 3-5 mg, çocuklarda 10 mg, yetişkinlerde 15 mg, gebelerde 20 mg ve emziren kadınlarda 25 mg kadar olduğu bildirilmiştir[18]. Çinko bütün ince barsaklar boyunca, özellikle duodenum ve proksimal jejunumda daha hızlı olmak üzere emilime uğramakta ancak bu miktar %20-30'u geçmemektedir. Muhtemelen emilim aktif taşınma yoluyla olmakta ve Pankreas orijinli olduğu tahmin edilen, çinkonun mukozadan karşıya transportunu sağlayan bir ligand ile bu absorpsiyon işlemi kolaylaşmaktadır [3]. Ancak lifli ve yüksek oranda fitat içeren hububatlar ve demir gibi elementler çinkoyu bağlayarak absorpsiyonu sınırlarlar. Araştırmacılar vücuttaki demir-çinko emilim oranını 2/1 olarak belirtmektedirler [1]. Kandaki çinkonun % 75-88'i eritrositlerde, % 12-22'si plazmada, % 3'ü lökositlerde, % 1'i trombositlerde bulunmaktadır. Absorbe olan dolaşımdaki plazma çinko miktarı total vücut çinko miktarının ancak % 0.5'i kadardır. Plazma çinkosunun da % 97-98'i başta albumin olmak üzere makroglobulin, transferrin, seruloplazmin, haptoglobulin ve globulinlere, % 2-3'ü aminoasitlere bağlı olarak, çok küçük bir miktarı da iyonik formda bulunur. Ayrıca plazma proteinlerinin histidin, glutamin, sistin ve lisin gruplarının da çinko bağlama yeteneği gösterilmiştir[1,3]. 70 kg ağırlıklı sağlıklı bir erkekte total vücut çinkosu ortalama 2.5 g kadardır. Vücutta hemen hemen bütün dokulara yayılmış olan çinkonun dokularda en yüksek düzeyi retinada ve spermatozoalarda bulunmuştur. Vücuttaki total çinkonun %20'si deridedir. Çinko karaciğer, dalak, böbrek, plazma, pankreas, kas, prostat, diş, saç ve tırnakta da önemli miktarda bulunmaktadır. En hassas ölçüm yöntemi olan atomik absorpsiyon spektrofotometresi ile yapılan ölçümlerde çinkonun biyolojik sıvılardaki miktarı 70-150 μg/dl olarak bildirilmiştir[1]. Vücuttan çinko atılımı büyük oranda gaita ile olmaktadır. Gaita ile atılan çinkonun çoğunu emilemeyen, bir kısmını da safra, pankreas ve barsak sekresyonlarından elde edilen çinko oluşturmaktadır. Ortalama olarak gaita ile günde 5-6 mg, idrarla 0.1-0.9 mg çinko atılmaktadır. Çinkonun ağızdan alınma miktarı artsa bile idrarla atılımı değişmez. Çinkonun diğer atılım yolları ise saç, deri, prostatik sıvı, süt ve terdir ancak sıcak ülkelerde terle atılımı daha fazladır [3].

2.1.4. Çinkonun Biyokimyasal Fonksiyonları:

Çinkonun biyokimyasal fonksiyonlarını, Yüksek konsantrasyonda yüklü olması, Yarıçapının çok küçük olması (0.65 A^0), Değerliğinin değişken olmaması (serbest radikal üretme oranının az olması), Kendisini çevreleyen bir yerden bir başka yere değişikliğe uğramadan gidebilmesi, Hızlı ligand değişimi yapabilmesi, Biyolojik sistemlerde daha çok sülfür ve azot gruplarına bağlanabilmesi şeklinde sayabiliriz. Bu özellikler çinkonun biyolojik ortamda katalizör, yapısal ve regülatör fonksiyon gören bir iyon olmasını sağlar [9,19]. Çinko metallo-enzimler olarak adlandırılan 300'den fazla enzimin yapısında; katalitik, koaktif (regülatör) ve yapısal (çinko-finger proteinlerinde) fonksiyonlara sahip olarak bulunmaktadır[10,11].

2.1.5. Endokrin Sistemle İlişkisi:

Yapılan çalışmalarla, Özellikle büyüme döneminde çinkonun hormon reseptörlerinin fonksiyonu için oldukça önemli olduğu ve Büyüme hormonunun hücresel seviyede etkili olabilmesi için çinkonun önemli bir aracı olduğu göstermiştir. Çinkonun vücutta kronik olarak eksikliği ise büyüme geriliği ve hipogonadizme neden olmaktadır[6]. Diyette çinko eksikliğinin büyümeyi yavaşlattığı, dolaşımda IGF-1 düzeyini azalttığı, ayrıca karaciğerde hem büyüme hormonunu hem de büyüme hormonu reseptörlerini azalttığı gösterilmiş, bu nedenle çinkonun büyüme üzerine olan tesiri gün geçtikçe önem kazanmıştır [20,21]. Bazı çalışmalarda Çinko takviyesi sonucu farelerde luteinizan hormon (LH), folikül stimülan hormon (FSH), tiroid stimülan hormon (TSH) düzeylerinin yükseldiği ortaya konulmuştur [22,23].

Hipertiroidizmli hastaların yüksek, hipotiroidizmli hastaların ise düşük plazma çinko seviyelerine sahip bulunması, tiroid hormonları ile çinko arasındaki ilişkinin delili olarak gösterilebilir[24]. Benzer şekilde çinko eksikliğinin ratlarda tiroid hormonları seviyesinde anlamlı bir azalmaya yol açtığının tespit edilmesi de bu ilişkiye örnek olarak verilebilir[25].

2.1.6. Çinkonun İmmün Sistemle İlişkisi:

İmmünolojik reaksiyonlar, DNA, RNA ve protein sentezinde artışa ihtiyaç gösteren olaylardır. Çinkonun önemli rollerinden biri de, enzimler aracılığıyla DNA, RNA ve protein sentezini uyarmasıdır. Bu olaylarda DNA, RNA polimeraz ve timidin kinaz gibi çinko ihtiva eden enzimler rol oynar. Çinko eksikliğine en fazla duyarlılığı çoğalma siklusuna giren hücreler göstermekte, özellikle çoğalması S ve promitotik fazda olan hücreler etkilenmektedir. Bahsedilen olaylardaki önemli rolleri nedeniyle, çinko eksikliğinin klinik belirtilerinin hızla prolifere olan hücre ve dokularda görülmesi doğal kabul edilmelidir[26]. Lenfositlerin ve diğer immünokompetan hücrelerin normal fonksiyonları, önemli ölçüde onların bölünme ve differansiye olma yeteneğine bağlıdır. Dolayısıyla kuvvetli bir immün tepki, doku ve hücrelerde yeterli çinko bulunmasıyla çok yakından ilgilidir. Bu gün için kabul edilen görüşe göre, hiçbir element eksikliği immün sistemde, çinkodan daha fazla bozukluğu neden olmamakta ve çinko eksikliği insanlarda, immün yetmezliğin en sık rastlanan nutrisyonel nedenleri arasında kabul edilmektedir[27]. Çinko eksikliğinden en fazla etkilenen immün sistem hücreleri CD_4 işaretli T4-lenfositleridir. Günümüzde T4-lenfositlerinin "effektör"; T8-lenfositlerinin "regülatör" hücreler olduğu şeklindeki klasik sınıflama her iki alt grubunda eş zamanlı olarak aynı fonksiyonları gösterebildiği ispatlandıktan sonra geçerliliğini yitirmiştir. En son sınıflamada, T4-lenfositleri sitokin salgılarına Th1 ve Th2 olarak ikiye ayrılmıştır. Th1: IFN-gama, IL-2 ve TNFα üretimini sağlarken; Th2: IL-4, IL-6 ve IL-10 üretimini sağlamaktadır. Hatta Th2'nin ürettiği bir sitokin olan IL-10 hem T-hücrelerinin hem de NK hücrelerinin gama interferon sentezini inhibe ederek hücresel immüniteyi olumsuz etkilemektedir[28]. Bu olaylarda çinko hem Th1 hem de NK hücreleri üzerinde etkili olmaktadır.

Timustan salgılanan ve çinkoya bağımlı bir hormon olan timulin hormonu çinkonun immün fonksiyonlar üzerindeki mekanizmasını açıklama da önemli bir yer tutar. Çinko bağımlı olmayan timulin inaktiftir ve aktif formu üzerinde inhibitör etkiye sahiptir[10]. Çinko-timulin kompleksi IL-2'nin olgun T-hücrelerinin proliferasyonu üzerindeki etkinliğini güçlendirir. Çinko-timulin kompleksi, IL-2 ve muhtemelen diğer sitokinler için bir sitokin duyarlaştırıcı olarak büyümenin

artırılmasında etkilidir. Çinko-timulin kompleksi "Timik Epitelyal Hücreler (TEC)" tarafından oluşturulur. TEC dolaşımdan çinkoyu alır. Timulin çinkoyu bağlar ve pg/ml düzeylerinde T-lenfositlere taşır. TEC tarafından çinko-timulin kompleksinin salgılanmasını stimüle eden faktörler ise Çinko, IL-1 ve prolaktindir. IL-1, metallotionin'in indüksiyonuyla timustan çinko alınımını başlatır. IL-1, prolaktin ve çinko-timulin kompleksi koordineli bir biçimde çalışarak T-lenfositleri içinde IL-2 üretimi ve IL-2 reseptör (IL-2r) aktivitesini destekler. Timik işlevlerin kritik bir yönünün çinkonun T-hücre sistemine paketlenmesi ve gönderilmesi olduğunu ve bu sürecin mükemmel bir nöroendokrin kontrol altında olduğunu, belki de timus involusyonunu takip eden immün yaşlanma sürecinin merkezinde olduğunu söylemek yerinde olacaktır[29]. Düşük düzeydeki IL-1 (non inflamatuar düzey: 1 ng/ml) yüksek affinitesi olan IL-2 reseptör aktivitesini başlatır ve IL-2 üretimine katkıda bulunur. Bu reseptör aracılığı ile etkili olan IL-2 T-hücresi klonlanmasını uyarır. Bu genetik program T-lenfositlerinin gelişiminde anahtar bir rol oynar. Bu olayda, bahsedilen sitokinler (IL-1, IL-2) periferden T-hücre yenilenmesi için sinyal oluşturmaktadır. Çinko-timulin kompleksi ise bu sinyal yolunu oluşturan en önemli timik peptiddir. Bu yapı şeması timusun immün sistemin kendi üretimi olan IL-1, IL-2 ve çinko-timulin kompleksi tarafından düzenlendiğini ortaya koyar[29].

2.1.7. Çinko Toksisitesi:

Çinkonun fizyolojik ihtiyacı ile toksik dozu arasında geniş bir sınır vardır. Kurşun veya arsenik gibi diğer elementlerle mukayese edildiğinde çinko rolatif olarak toksik değildir. Fakat oral olarak fazla miktarlarda çinko alınması durumunda toksik reaksiyonlar görülebilmektedir. Çinkonun gastrik irritasyon belirtisi olarak şiddetli bulantı, kusma, mide ağrısı yanında dehidratasyon, elektrolit bozuklukları, baş dönmesi görülebilir. Ani çinko zehirlenmeleri, akut böbrek yetmezliğine ve ölüme neden olabilmektedir. Çinko oksit dumanları ateş, üşüme, solunum sıkıntısı ve lökositoza yol açmaktadır. Galvanize kaplardan yenilen gıdalarla da bulantı, kusma ve anemi ile seyreden akut çinko intoksikasyonları bildirilmiştir[1,3].

2.1.8.Çinko Eksikliği:

İnsanlarda görülen çinko eksikliğinin en önemli sebebi besinsel nedenler olarak kabul edilmektedir. Bunun yanında alkol, yanıklar, karaciğer ve sindirim sistemi hastalıkları, orak hücre anemisi ve böbrek patolojileri ile akrodermatitis enteropatika gibi genetik düzensizlikler başta olmak üzere bir çok faktör çinko eksikliğine yol açmakta ve/veya çinko eksikliğiyle beraber seyrettiği görülmekte [1], çinko ihtiyacının arttığı, gebelik veya laktasyon dönemleri, büyüme dönemi ve yaşlılık gibi değişik durumlarda da yine çinko eksikliğiyle karşılaşılmaktadır [2]. Çinko eksikliği tahıl ürünleriyle beslenen toplumlarda yaygın olarak görülmesine rağmen, gelişmiş ülkelerde de sıklıkla rastlanan bir problemdir[1]. Çinko eksikliğinin tespitinde ihmal edilen en önemli husus sınırda bir çinko yetersizliğinin göz ardı edilmesidir. Araştırıcılar sınırda çinko yetersizliğinin iyi değerlendirilmesi gerektiğini, sınırda bulunan çinko eksikliğinin gelecekteki bir çok patolojinin de hazırlayıcısı olabileceğini söylemektedirler [1,3].

Eser elementler fizyolojik açıdan, metabolizmalarındaki bozuklukların şiddetli klinik bulgular göstermesi ile önem taşımaktadır. Bir bağırsak emilim bozukluğu olan Akrodermatitis enteropathika çinko metabolizmasının en önemli hastalığı olarak bilinir. Bu hastalarda eksik olan çinko karşılanmadığında, karekteristik döküntüler, büyüme yetersizlikleri, ishal ve immün yetmezlik içeren bulgular ortaya çıkar[30].

Çinkonun insan ve hayvanların vücut gelişimleri için gerekli bir element olduğu bilinmektedir. Kemik büyümesindeki yavaşlamanın, çeşitli koşullarda çinko azalması ile ilgili olduğu gösterilmiştir[31]. Gerçekte çinko yetersizliği ile ilgili ilk klinik deliller, hipogonadizm ve büyüme geriliğidir[7]. Ancak, şunu hatırlamak önemlidir ki, çinko büyümede farmakolojik etkilere sahip değildir, bu yüzden büyüme hızı üzerine etkisi, çinko eksikliğinin düzeltilmesinin bir sonucudur. Yenidoğan, bebek ve gençlerin büyümesini etkilemesine ilave olarak, çinko yetersizliği intrauterin büyümede etkilidir[32]. Deney hayvanlarında büyüme üzerine maternal çinko yetersizliğinin etkisi çok açıktır. Bu, doğumdan birkaç ay sonra geç etkilerle sonuçlanır. Bunlar; azalmış immünüte, öğrenme ve hafıza bozukluklarıdır. İnsanlarda çinko yetersizliği maternal ve neonatal morbidite ve mortalitenin artmış riskine yol açar[3]. Çoğu çalışmalar gebe kadınların çinko

yetersizliği riskine sahip olduğunu göstermiştir. Çünkü gebelik döneminde çinko alımı tavsiye edilen dozla karşılaştırıldığında çok azdır ve yine tüketilen diyetin çoğu, yüksek miktarda fitat içerir[1]. Normal doğumlu matür infantlı bayanlar gebelik süresince, anormal doğumlu ve / veya anormal gelişimli infantlı bayanlardan daha yüksek çinko düzeylerine sahiptir[3]. Maternal çinko yetersizliğinin sonuçları şunlardır:

- Düşük doğum ağırlıklı intrauterin gelişme gerilği
- Preterm veya postterm doğum
- Gebelikle ilgili toksemi.
- Spontan abortus.
- Konjenital malformasyon.
- Memranların erken rüptürü

Postnatal yaşamın büyük bir belirleyicisi, infeksiyonlara, solunum hastalıklarına ve diare ile seyreden hastalıklara karşı dirençtir. Yenidoğanlar, yaşamın ilk 6 ayı süresince infeksiyonlara karşı büyük bir riskle karşı karşıyadır. Bunun için, immünüte ve sağlığın gelişiminde çinko, merkezi bir role sahip olduğu için yetersizliği, bebeklerde azalmış aşılama etkinliğinin önceden tanımlanmamış bir nedeni olabilir. Sadece meme yolu ile besleme koruyucudur. Böylece 5-6. aydan önce tamamlayıcı gıdaların kullanımı tavsiye edilmez[33].

Çinko asıl olarak kemik metabolizması ile ilgilidir. Çinko eksikliği kemik formasyonu üzerine negatif etkiye yol açan protein metabolizması ve DNA metabolizmasının bozulması ile sonuçlanır[31]. Kemik formasyonunda çinkonun rolü hayvan modellerinden iyi anlaşılır ve düşük serum çinko seviyesi ve idrarla aşırı atılımı osteoporozla ilişkilidir. Kemik çinko konsantrasyonu çinko eksikliği sırasında büyük miktarda azalır. Çinko desteğinin yararlı etkisi sıçanlarda femoral ve vertebral kemik kütlesinde gözlenmiştir[31].

Çinko pek çok besinde bulunmaktadır. Buna rağmen, populasyonda infantlar ve ergenler de büyüme sırasında ihtiyaç artmasıyla, tahıl ağırlıklı diyet ve yanlış yeme alışkanlıkları sırasında orta derecede çinko eksikliği olabilir. Düşük protein ve kalsiyum, fiber ve fitik asit içermesiyle oluşturulan pek çok diyet çinkonun biyoyararlanımını azaltabilir[33].

Tablo 1: Çinkonun eksikliğinde görülen klinik bulgular.

Büyümede gerilik
Seksüel gelişmede gecikme
Anoreksia
Koku ve tat duyusunda azalma
Libido kaybı, hipogonadizm
Daire
Dermatozlar
Anemi
Saç büyümesinde zayıflık veya alopesi

2.1.9.Çinko Yetersizliğinin Tedavisi:

Çocuklara çinko ve diğer besleyicilerin uygulanması ve büyümenin çok önemli olduğu gebelik ve erken çocukluk dönemi diyette hayvansal gıdaların düşük olduğu ve yüksek oranda fitatlar ve baklagiler üzerinde oluşturulmuş dönemde faydalı olabilir[33]. Büyüme döneminde, özellikle bayanlarda menarşdan sonra ve gebelik döneminde iskelet büyümesi için fazla miktarda çinkoya ihtiyaç duyar. Ancak, bebekler ve çocuklar için sütten diğer gıdalara geçişde ihtiyaç duyulan çinkonun karşılanması gerekir[3]. Çinkonun hayatı baştan sona sürdürmede önemli fonksiyonları vardır (Tablo 1).

Tablo 2. Çinkonun Fizyolojik Fonksiyonları

Metallo enzimlerin yapısına girer (300 den fazla enzim için gereklidir)
Protein metabolizmasına etkisi (DNA, RNA, AA sentezi)
İmmün sisteme etkisi (hücresel immünite ve timus ağırlıklı)
Endokrin sistemle ilişkisi
Hipofiz, Pankreas, Gonadlar, Tiroid
Embiryogenezisle ve fötal gelişme ile ilgili
Kemik kollegeni ve kalsifikasyonu
Bio-memranları stabilize eder
Normal keratogenezis için gerekli

Çoğu uygulamalarda kullanılan çinko tuzları; çinko sulfat, çinko asetat, çinko glukonat, aminoasit şelatları, çinko metihonen, çinko karbonat, çinko klorit ve çinko oksit gibi sıklıkla kullanılan formlardır[33]. Bu çinko tuzlarının avantajlı olmayan yönü irrite edici bir tad, bulantı ve hazımsızlığa yol açmasıdır. Bunların çözünürlüğü ve aynı zamanda emilebilir olması oldukça önemlidir. Çözünürlüğü en yüksek olan çinko formları; çinko sülfat, çinko klorit ile çinko asetattır. Emilebilir çinko tuzları ve uygulanan dozlar elementler arası etkileşime yol açmamalıdır. Ancak biyoyararlanımı en fazla olan çinko tuzunun çinko sülfat olduğu şeklinde bilgiler vardır[33]. Kombine besin yetersizliklerinin giderilmesi için üç genel strateji vardır: Uygulama, katkı ve diyetin modifiye edilmesi ile değiştirilmesidir. Uygulamalar kısa sürede çinko yetersizliğinin üstesinden gelmek ve gereksinimini gıdalardan karşılayamayanlar için uygundur. Böylesi durumda tavsiye edilen doz 5 yaşından küçük çocuklar için 5 mg / gün, büyük olanlar için 10 mg / gün, gebeler için 20 – 25 mg / gün ve protein malnütrisyonlu ve dirençli diyaresi olanlar için 4 mg / kg / gündür[18, 33].

2.2. Çinko ve Egzersiz:

Çinko metabolizması üzerinde egzersiz önemli bir etkiye sahip olduğu ve kısa süreli etkilerinin yanı sıra, yüksek seviyeli daimi egzersizin de çinko metabolizmasını uzun süreli etkileyebileceği gösterilmiştir [5]. Yapılan bir çalışmada, köpeklerde yoğun kısa egzersiz sonrasında serum çinko konsantrasyonunda anlamlı yükselmeler olduğu gösterilmiştir [34]. Beş saatlik 70 km kırkayak yarışına katılan erkeklerde serum çinko konsantrasyonu, yarıştan hemen sonra yüzde 19 daha artmışken, yarıştan bir gün sonra tekrar normale döndüğü bildirilmiştir[35]. Gerçekleştirilen bir çalışmada, egzersizden hemen sonra plazma çinko düzeylerinde önemli bir artma, buna karşın eritrosit çinkosunda önemli azalmalar olduğu ve yarım saatlik bir dinlenmeden sonra her iki parametrenin de egzersiz öncesi değerlere döndüğü gösterilmiştir[36]. Benzer bulgular birçok araştırıcı tarafından da ortaya konulmuştur[37,38]. Ancak yoğun egzersizden sonra plazma çinko seviyesi artışındaki büyüklüğün hemokonsantrasyon mekanizmasının doğal bir sonucu olarak açıklanamayacağına dikkat çekilmektedir[5]. Egzersizdeki plazma çinko seviyelerindeki artışın sebebi olarak, egzersizde meydana gelen kas hasarından sonra, kasın çinkoyu

ekstrasellüler sıvıya sızdırdığı düşünülmektedir [39]. Çinko ve egzersiz konusunda ortaya konulan bilgilerin paralellik arz etmediği de söylenebilir[40]. Singh ve ark.'ı[41] submaksimal bir egzersizin plazma çinko düzeylerini etkilemediğini göstermişlerdir. Lukaski'nin[42] bildirdiğine göre fiziksel aktivite sonrasında diğer araştırıcıların aksine plazma çinko düzeylerinde anlamlı bir değişiklik meydana gelmemektedir. Benzer şekilde egzersiz yaptırılan ratlarda, plazma çinko düzeylerinde bir farklılık bulunmadığı ileri sürülmüştür[43]. Yine bir çalışmada, akut egzersiz sonrası serum çinko düzeylerinin hem eğitimli atletlerde, hem de eğitimsiz deneklerde yükseldiği, ancak bu yüksekliğin gruplar arasında farklılık göstermediği, dolayısıyla da çinko düzeylerindeki artışın antrenman düzeyiyle ilgili olmadığı kanısına varılmıştır[44]. Çelişkilerde bulunmakla beraber bulgular fiziksel egzersizin çinko metabolizmasını etkilediğini göstermektedir[36]. 6 mil zorlu bir koşudan sonra sporcuların serum çinko konsantrasyonlarında bir değişiklik olmamasına karşın, yarıştan 2 saat sonra serum çinkosunda önemli azalmalar gözlenmiştir. Bu azalma çinkonun serumdan doku ve eritrositlere yeniden dağılımını yansıtabilir[45]. Cordova ve ark.'ı[46] maksimal egzersizden sonra serum çinkosundaki artışın, kısmen egzersizin yol açtığı strese dayalı olabileceğini bildirmişlerdir. Egzersiz sonrası serum çinkosundaki hızlı düşüş, bu elementin karaciğere dağılımındaki değişme veya yüksek üriner atılımının bir sonucu da meydana gelebilir[46]. Bahsedilen bilgiler egzersizin çinko metabolizması üzerinde kısa süreli etkilerinin bir delili olarak kabul edilebilir. Erkek ve bayan atletlerde yaptırılan uzun süreli dayanıklılık antrenmanının sedanterlerle karşılaştırıldığında serum çinko seviyelerini her iki grupta da önemli derecede azalttığı gösterilmiştir[47]. Dayanıklılık sporcularında gözlenen azalmış çinko düzeyleri çeşitli mekanizmalarla açıklanabilir. Ancak en önemli sebep olarak çinkodan yetersiz beslenme gösterilmiştir[48]. Atletlerde ter ve deri ile çinko kaybının, atlet olmayan populasyondan daha fazla olduğu bilinmekte ve bu noktadan hareketle gerçekleştirilen bir çalışmada, oral çinko takviyesinin koşucuların serum çinkosunu anlamlı şekilde yükselttiği ortaya konulmuştur[49]. Bir başka çalışmada oldukça eğitimli atletlerde düşük çinko seviyelerinin görülmesi[50], bu eser elementin klinik göstergelerle ilişkili olmayan kusurlu bir durumuna delil teşkil edebilir. Orta dereceli egzersizin atletlerde terle çinko kaybını artırdığı, ancak bu kayıpların terleme oranı dikkate alındığında erkeklerde bayanlardan daha fazla olabileceği ifade edilmektedir[51]. Cordova ve Alvarez-Mon'un[5]

bildirdiğine göre sporcularda gözlenen düşük serum konsantrasyonunun bir sonucu olarak, kas çinko konsantrasyonu da azalmaktadır. Çinkonun metabolizmada yer alan birçok enzim için gerekli olması sebebiyle de, ciddi çinko eksikliği kas fonksiyonlarını olumsuz etkileyecektir. Düşük kas çinko düzeyi sonuç olarak dayanıklılık kapasitesini de azaltacaktır[5]. Buna karşın, egzersize bağlı olarak görülen kas hasarının plazma çinko düzeylerini değiştirmediği de araştırmacılar tarafından ileri sürülmüştür[52]. Günlük ve sürekli olarak yapılan egzersizlerin çinko metabolizmasındaki bozukluktan sorumlu olabileceği, çinko metabolizmasındaki bozukluklar ve çinko kaybının da kas yorgunluğu ve güçsüzlüğüne yol açabileceği belirtilmektedir[53]. Çinko eksikliğinin tahıl ürünleriyle beslenen toplumlarda yaygın olarak görülmesinden yola çıkılarak, tahıl ürünleriyle 8 hafta boyunca beslenen atletlerde plazma çinko miktarında anlamlı azalmalar tespit edilmiştir[54]. Yapılan bir başka çalışmada, yaşları 23-57 arasında değişen 5 sağlıklı erkek 30 gün boyunca yeterli çinko içeren bir diyetle, bunu takip eden 120 gün çinko fakir bir diyetle, takip eden 30 gün boyunca da çinko takviyeli diyetle beslenmişler. Bütün diyet uygulamalarında aerobik kapasite periyodik olarak tespit edilmiştir. Çinko eksikliği sırasında relatif çinko balansı azalmış, pre ve post egzersiz çinko düzeyleri düşük bulunmuştur. Buna karşın takviye sırasında çinko balansı artmış, egzersiz sonrasında hem plazma çinko düzeyleri, hem de hematokrit oranları takviye alan grupta yüksek bulunmuştur. Bu bulgularla çinko eksikliği sırasında, dokulardan çinko mobilizasyonunun azaldığı gösterilmektedir[55]. Yine egzersizin doku çinko düzeyini diabetik olan ve olmayan ratlarda bozduğu tespit edilmiştir[56]. Sporcularda diyetle çinko alımının önemine dikkat çekilerek, diyetteki çinko yetersizliğinin sadece performansı değil, hücresel immün sistemi de olumsuz etkileyerek sporcularda enfeksiyonlara olan eğilimi artırabileceği ileri sürülmektedir[57,58]. Çinko eksikliğinin fiziksel aktivite esnasında gözlenen serbest radikal oluşumu ve lipid peroksidasyonunu artırarak, antioksidan aktiviteyi olumsuz etkilediği ortaya konulmuştur[59]. Buna karşın egzersizde çinko takviyesinin reaktif oksijen radikallerinin oluşumunu engellediğinin bildirilmesi, çinkonun antioksidan sistemle ilişkisi bakımından oldukça önemlidir[60]. Birçok araştırmacı tarafından egzersizin vücuttan çinko atılımını artırdığı ve özellikle bayan sporcularda diyetle çinko alımında da yetersizlik olduğu, bu nedenle eksikliği olan sporculara çinko desteğinin gerekli olduğuna dikkat çekilmektedir

[61,62,63] . Araştırmacılar fiziksel egzersizin, çinkonun vücut depoları, kan ve dokular arasında yeniden dağılımına ve artmış metabolizmanın çinko eksikliğine yol açtığını göstererek, bu göstergelerin çinko takviyesini gerektirdiği sonucuna varmışlardır[64]. Benzer şekilde çinko takviyesinin fiziksel aktivitede kas gücünü ve metabolizmasını güçlendirdiği, ancak tavsiye edilenin dışında fazla çinko takviyesinin de vücut sağlığını olumsuz etkileyebileceği belirtilmektedir [63,65]. Sporculara çinko takviyesi uygulanırken, çinkonun bakır ve diğer metallerle olan ilişkisinin de göz ardı edilmemesinin önemine işaret edilmekte[66], ancak öngörülen düzeyin üzerindeki bir çinko takviyesinin bakır absorpsiyonunu bozduğu, bunun da performansı olumsuz etkileyebileceği de kabul edilmektedir[67]. Çinko ile kas fonksiyonları arasındaki ilişkiye, Sirozlu hastalarda oral çinko takviyesinin kas kramplarını giderdiğinin ortaya konulması çarpıcı bir örnek olarak verilebilir[68]. 12 profesyonel futbolcu ergometrede maksimum bir egzersize tabi tutulmuşlar, egzersiz sonrası genel olarak deneklerin serum çinko düzeylerinin düşük bulunduğu, serum çinkosu düşük bulunanların plazma laktat düzeylerinin de yüksek bulunduğu ve bahsedilen deneklerde aynı zamanda hipoglisemi geliştiği ortaya konulmuştur[69]. Yaşları 12-15 arasında değişen 20 jimnastikcide serum çinko düzeyleri kontrollerinden düşük bulunmuş, kız jimnastikcilerdeki serum çinko düzeyleri erkek jimnastikciler oranla düşük olarak tespit edilmiştir. Aynı çalışmada düşük çinko düzeyleriyle izometrik aktivite gücü arasında pozitif bir korelasyon gözlenmiştir. Bu sonuçlara göre düşük çinko düzeylerinin pubertal büyüme ve kas performansında bozukluğa yol açabileceği kanaatine varılmıştır[70]. Ratlarda yaptırılan egzersiz sonucunda çinko eksikliğinin hayvanların boy ve kilolarında azalma; femur ve vertebrada kemik mineral içeriği ile kemik mineral dansitesinde azalma gözlemişlerdir. Aksine çinko takviyesi, egzersizde bahsedilen kemik hasarlarını düzeltici yönde fonksiyon görmüştür[71]. İki saatlik yüzme egzersizi yaptırılan ratlarda plazma çinko düzeylerinde gözlenen anlamlı artışların, hemokonsantrasyon mekanizmasından ziyade zamana ve strese bağlı olduğu öngörülmüştür[46]. Cordova ve ark'ının[72] ratlarda gerçekleştirdiği çalışmada, değişik ısı ortamında yüzme egzersizi yaptırılmış, rektal ısının artışıyla paralel olarak çinko düzeylerinin arttığı da gösterilmiştir. Akut yüzme egzersizi, deney hayvanlarında eritrosit içi çinkoda %27 oranında bir azalmaya yol açarken, plazma çinkosunda ise %49 oranında yükselmeye yol açtığı gösterilmiştir[73].

2.3. Çinko, Egzersiz ve Hematolojik Parametreler

Çinkonun egzersizde hematolojik parametreleri nasıl etkilediğine dair literatürde çok fazla çalışma bulunmamaktadır. Çalışmalar daha çok egzersizin hematolojik parametreleri nasıl etkilediği konusuna odaklanmış görülmektedir. Aslında kan parametreleri egzersizin tipini ve yoğunluğunu kısıtladığı gibi, egzersizde kan parametrelerini etkilemekte ve çeşitli kan patolojileri yönünden önem taşımaktadır[74]. Akar ve ark'ı[75] tarafından gerçekleştirilen bir çalışmada, akut submaksimal egzersizin eritrosit, hematokrit (Hct), hemoglobin (Hb), lökosit ve trombosit sayılarını egzersiz öncesi değerlere oranla anlamlı şekilde artırdığı gösterilmiş, bu artışların egzersizin yol açtığı plazma kayıplarına bağlı olduğu sonucuna varılmıştır. Yorgunluğa kadar yapılan kısa süreli egzersizin lökositer parametreleri yükselttiği, bu olayın sadece hemokonsantrasyon mekanizmasıyla açıklanamayacağı, egzersiz esnasında meydana gelen metabolik değişikliklerin hematolojik değişikliklerle ilişkili olabileceği ileri sürülmüştür[76]. Benzer şekilde akut submaksimal egzersizin lökositer parametreleri artırdığı ve bu artışın egzersizin şiddetiyle korele olduğu ortaya konulmuştur[77]. Akut submaksimal egzersizi takiben trombosit düzeylerinin yükseldiği, kanama ve pıhtılaşma sürelerinin ise kısaldığı ileri sürülmektedir[78]. Konuyla ilgili çalışmalar hematolojik parametrelerdeki bu değişikliklerin egzersizden hemen sonra görülmesine karşın, egzersizi takiben 24 saat içinde bu değişikliklerin istirahat düzeyine döndüğünü de göstermektedir[79]. Gerçekleştirilen bir çalışmada ratlarda akut yüzme ve koşma egzersizlerinin hematolojik parametrelerde anlamlı bir değişiklik oluşturmadığı ifade edilmektedir[80]. Buna karşın ratlarda akut yüzme egzersizinin eritrosit, Hb ve Hct oranlarını yüzme öncesi değerlere oranla azalttığı bildirilmiştir[81]. Voleybol ve atletizm sporu yapan kız çocuklarında ertitrositer ve lökositer parametrelerin spor yapmayan çocuklara oranla daha yüksek olduğu bildirilmiş, aynı çalışmada plazma çinko düzeylerinin sadece voleybol sporu yapanlarda kontrollerine oranla arttığı belirlenmiştir[82]. Baltacı ve ark'ı[83] tarafından gerçekleştirilen bir çalışmada, spor yapan genç kızlarda kontrollerinden yüksek kan değerleri elde edilirken, plazma çinko düzeyleri yönünden gruplar arasında bir farklılık gözlenmemiştir. Benzer bulgular fiziksel aktivite gösteren erkek çocuklarda, Moğulkoç ve ark'ı[84] tarafından da elde edilmiştir. Akut yüzme egzersizi yaptırılan ratlarda, çinko takviyesinin eritrosit, hb ve hct değerlerini

artırdığı gösterilmiştir[85]. Yüzme egzersizinin farklı olarak, ratlarda lipid peroksidasyonunu artırdığı, yani hücresel hasara yol açtığı da bildirilmektedir[86]. Sonuç olarak egzersizin kan değerlerini nasıl etkilediğine dair literatürlerde tam bir fikir birliği bulunmadığı söylenebilir. Ancak karbonhidrat, protein ve lipid metabolizması üzerinde önemli etkilerinin yanı sıra[5], hücre bölünmesi, büyümesi, olgunlaşması ve çok sayıda enzimin fonksiyonlarını yerine getirebilmesi için kritik bir rol oynayan çinkonun[29], fiziksel performans üzerinde de etkilerinin olabileceği ileri sürülebilir.

2.4. Çinkonun Antioksidan Özellikleri

Bir yada daha fazla eşleşmemiş elektronları içeren türlerin herhangi birisi serbest radikal olarak adlandırılır [87]**.** Serbest radikaller, hücre içindeki metabolik olaylar sırasında ortaya çıkarak dokuyu hasara uğratırlar, bu hasarları önlemek için antioksidan sistem olarak bilinen koruyucu bir mekanizma devreye girer. Çinko esansiyel biyokimyasal fonksiyonu olarak bir antioksidan gibi görev yapar.

Antioksidanlar;

- Elektronların moleküler oksijene ve organik moleküllere veya moleküllerden transferini önlerler.
- Organik serbest radikalleri stabilize ederler.
- Organik serbest oksijen radikal reaksiyonlarını sonlandırırlar.
- Koruyucu enzimler: katalaz, glutasyon peroksidaz, süperoksit dismutaz'dır.
- Seruloplazmin ve metallotionin ise serbest radikallerin zararlı etkilerinden dokuyu koruyan proteinlerdir.

Çinko ise, oksijen ve organik moleküllerden elektron transferini önler, organik serbest radikalleri stabilize eder, ayrıca organik serbest radikal reaksiyonlarını sonlandırır. Çinko iki mekanizma ile antioksidan görevini yapar;

- Oksidasyona karşı sülfidril gruplarını korur,
- Transisyon metaller tarafından reaktif oksijen oluşumunu inhibe eder [88,89,90,91].

Son yıllarda oksidatif stresin etkilerinin azaltılmasında çinkonun rolü ortaya konulmuştur. Oksidatif stres ateroskleroz ve ilgili vasküler hastalıklar, mutagenez ve kanser, nöro dejenerasyon, immünolojik bozukluklar ve yaşlanma sürecindeki pek çok kronik hastalığa önemli ölçüde katkıda bulunur. Bununla beraber O_2^-, H_2O_2 ve OH reaktif oksijen türleri olarak (ROS) bilinmektedirler ve bunlar aerobik şartlar altında in vivo olarak devamlı üretilirler [88,89]. Ökaryotik hücrelerde, mitokondrial solunum zinciri, mikrozomal sitokrom P450 enzimleri, flavoprotein oksidazlar ve peroksizomal yağ asidi metabolizması en önemli intrasellüler (ROS) kaynaklarıdır. NADPH'ı elektron vericisi olarak kullanmak suretiyle oksijenden O_2^- üretimini katalizleyen NADPH oksidazlar plazma membranı ile birleşen bie enzim grubudur. Çinko bu enzimin inhibitörüdür. O_2^- 'nin H_2O_2'ye dönüşümü de hem bakır hem de çinko içeren bie enzim olan süperoksit dismutaz tarafından katalizlenmektedir. Çinkonun mükemmel bir OH kovucu olan ve sisteince çok zengin olan metallotioninlerin üretimine neden olduğu da bilinmektedir. Demir ve bakır iyonları H_2O_2'den OH üretimini katalizlerler. Çinko hücre membranına bağlanmak için hem bakır, hem de demir ile yarışır ve böylece OH üretimini azaltır [92,93]. Çinkonun bir antioksidan olarak çok yönlü biyokimyasal fonksiyonları bilinmesine rağmen pek çok çalışma hücre kültürü ve hayvanlar kullanılarak yapılmış ve çok az sayıdaki çalışmada insanlarda oksidatif stres düzenleyicisi olarak çinko kullanımı araştırılmıştır. Bunun yanında sağlıklı insanlarda çinkonun oksidatif strese karşı koruyucu etkisini gösteren çalışmalar da yapılabilir.

2.5. Serbest Radikaller ve Oksidatif Stres

Serbest radikaller bir veya daha fazla eşlenmemiş elektrona sahip, molekül ağırlığı düşük, kısa ömürlü, çok etkin ve kararsız moleküllerdir. Serbest radikaller, radikal olmayan bir atom veya molekülden bir elektron çıkmasıyla veya bir elektron ilavesiyle oluşurlar[94].

Reaktif oksijen türleri (ROS), Serbest radikaller ve oksijenin radikal olmayan türevleri ihtiva ederler. Reaktif oksijen türleri ve reaktif nitrojen türleri, bütün aerobik organizmalar tarafından metabolik süreçlerin sonucu olarak üretilen serbest radikal ürünleridir [94,95]. Oksijenin radikal olmayan ozon ve hidrojen

peroksit gibi türevleri oksijenden daha reaktiftirler ve aynı zamanda oksidatif hasara sebep olabilirler [96].

Başlıca ROS türleri olarak; O{ (Süperoksit) radikali, H2O2 (Hidrojen peroksit), HO- (Hidroksil) radikali, HOCİ (Hipokloröz asit), Singlet O_2 (O_2^U), R" (Alkil radikali), ROO (Peroksil radikali), RCOO (Organik peroksit radikali), HO_2 (Perhidroksil radikali), O (Alkoksil radikali) gösterilebilir.

2.6. Egzersiz, Oksidatif Stres ve Antioksidan Savunma

Egzersizde artan oksijen tüketimi serbest radikal üretimini artırır. Artan bu serbest radikaller enzimatik ve nonenzimatik antioksidanları içeren bir savunma sistemi tarafından nötralize edilir. Egzersiz, ROS ve antioksidanlar arasında oksidatif stres olarak adlandırılan bir dengesizlik oluşturur [95]. Sağlık açısından düzenli antrenmanların çok sayıda faydası varken, şiddetli fiziksel stresörler muhtemelen ROS üretimindeki artıştan dolayı oksidatif hasarı artırabilir[97].

2.6.1. Akut Egzersizde Oksidatif Stres ve Antioksidan Savunma

Egzersiz anında radikal oluşumunu ile birçok farklı sistem aktivasyonu olabilir [98]. Yüksek şiddette yapılan akut egzersizin oksidatif strese neden olduğu gösterilmiştir. Akut aerobik egzersizde oksidatif stresle bağlantılı iki mekanizma vardır; birincisi VO_2 istirahat seviyelerinin 10–15 kat üzerine çıktığı zaman kütle olayı etkisiyle pro-oksidan aktivite artar ve ikincisi Pro-oksidanlara kıyasla antioksidan aktivite yetersiz kalır [99].

Özellikle son 10 yılda akut egzersizin oluşturduğu oksidatif stres kapsamlı olarak araştırılmıştır. Egzersizin ROS ve nitrojen türlerinin oluşumuna ve bununla bağlantılı oksidatif hasara neden olduğu, düzenli antrenmanın ise ROS'un neden olduğu lipid peroksidasyonuna karşı direnci artırdığı ve oksidatif proteinleri ve DNA hasarını azalttığı bilinmektedir [100]. Önceki çalışmaların akut egzersizden sonra kandaki oksidatif stres markerlarında artış tanımlaması, oksidatif stresin sadece hücresel elemanlarla sınırlı olmadığına işaret etmektedir[101].

Fiziksel aktivite serbest radikal üretimini birçok yolla artırır [96]. Egzersizde oksijen tüketimi birçok kat artar. Mitokondriyal elektron transfer zincirinden elektron sızıntısı süperoksit anyonu üretiminde artışla sonuçlanır. Ksantin dehidrogenaz, hipoksantini ksantine ve ksantini de ürik aside okside eder. Şiddetli egzersizde aktif kaslar lıipoksik olabilir. İskemide anaerobik metabolizmayla ksantin üretilir ve ksantin dehidrogenaz ksantin oksidaza dönüştürülür. Egzersiz sonucunda oluşan doku hasarı daha sonra NADPH oksidaz tarafından serbest radikal üretimi ile nötrofil gibi inflamatuar hücrelerin aktivasyonuna neden olabilir. Egzersiz esnasında katekolamin konsantrasyonu artar ve buda ROS'un otooksidasyonu ile sonuçlanır. Egzersizin neden olduğu hipertermi oksidatif hasara neden olabilir. Oksihemoglobinin methemoglobine otooksidasyonu egzersiz ile artabilir, bu da süperoksit üretimiyle sonuçlanır.

Egzersiz tipine ve organa bağlı olarak antioksidan durumu büyüklük ve yön açısından farklılıklar gösterir. Farklı egzersiz tiplerinin farklı seviyelerde oksidatif hasarla sonuçlandığı bilinmektedir. Akut egzersiz beyin koenzim Q10, karaciğer sistein ve sistin ve yavaş kas askorbik asit seviyelerinde azalmaya, kalp GSH ve askorbik asit seviyelerinde artışa neden olur [102]. Araştırmacılar akut egzersizin sıçan kalbi antioksidan enzim aktivitesinde kronik egzersizin yaptığından daha büyük bir artışa yol açtığını göstermişlerdir [103]. Bu farklılığın tüketici egzersiz esnasında artan süperoksit ve oksiradikal üretimi ile başa çıkmak için kompansatuar mekanizmanın sonucu olduğu ileri sürülmüştür. Bir saatlik yüzme egzersizinin erkek sıçanlarda katalaz seviyelerini karaciğerde % 462, kalpte % 302, böbrekte % 598 ve akciğerde % 253, dişi sıçanlarda ise karaciğerde % 436, kalpte % 251, böbrekte % 760 ve akciğerde % 271 artırdığı gösterilmiştir [104].

2.6.2. Düzenli Egzersizde Oksidatif Stres ve Antioksidan Savunma

Yapılan bir çalışmada antrenmansız erkeklere 12 haftalık yorucu bir dayanıklılık antrenman programından önce ve sonra bisiklet ergometresinde egzersiz yaptırılmış ve yüksek şiddetteki dayanıklılık antrenmanının eritrositlerdeki antioksidan enzim aktivitelerini artırdığı ve tüketici egzersize cevap olarak nötrofillerden süperoksit üretimini azalttığı gösterilmiş, üstelik antioksidan savunmadaki bu upregülasyonun eritrosit membranında egzersizin neden olduğu lipid peroksidasyondaki azalma ile bağlantılı olduğu ileri sürülmüştür [105].

Düzenli egzersiz, akut egzersizin yol açtığı oksidatif stresi azaltmak için adaptasyona neden olabilir. Antrenmana cevap olarak antioksidan enzim aktivitesinin artması, sistemin reaktif oksijen ve nitrojen türlerine (RONS) karşı korumayı kolaylaştırmak için antioksidan oluşturma ihtiyacından doğar. Çok hafif egzersiz adaptasyon sağlamada başarısız olur, çünkü oluşan RONS antioksidan savunma sistemi tarafından yeterince elimine edilir. Yeterli şiddet ve sürede tekrarlanan egzersizlerin biriken etkilerinin sonucunda adaptasyon gerçekleşir. Özetle, aerobik antrenmanlar egzersizin neden olduğu oksidatif stresi baskılamaya ilaveten antioksidan üretimini de uyarır [106]. Düzenli antrenmanın, süperoksit dismutaz ve glutatyon peroksidaz gibi antioksidan enzimlerin aktivitelerini artırmak suretiyle oksidatif stresin zararlı etkilerini ortadan kaldırdığı gösterilmiş, bu upregülasyonun, antioksidan enzimlerin mitokondriyal biyosentezini uyaran serbest radikal miktarındaki artışın sonucu olduğu ileri sürülmüştür [107]. Bir diğer araştırmada antrenmanın neden olduğu antioksidan enzimlerdeki artışın kasa spesifik olduğunu bulmuşlar ve yüksek ve orta şiddetteki antrenmanın ventrikül kasındaki süperoksit dismutaz aktivitesini artırdığı gösterilmiştir [108]. İki temel antioksidan enzim olan mitokondriyal süperoksit dismutaz ve sitozolik glutatyon peroksidaz aktivitesi antrenman yapan hayvanlarda yapmayanlara göre önemli ölçüde yüksek bulunmuş, katalaz ve sitozolik süperoksit dismutazda ise küçük bir farklılık gözlenmiştir [109]. Araştırmacılar yaptıkları çalışmada şiddete ilave olarak antrenman hacminin de antioksidan enzim aktivitelerinin adaptasyonunda önemli olduğunu göstermişlerdir [110]. Sporcularda 90 günlük antioksidan takviyesinin submaksimal testten sonra lenfosit katalaz aktivitesinde belirgin adaptasyona neden olduğu bulunmuştur[111]. Antrenmanlı denekler sedanter bireylerden daha yüksek eritrosit antioksidan enzim aktivitesi göstermişlerdir [112]. Başlangıç antrenman durumu, antrenman protokolü ve sporcunun beslenme durumu gibi birçok faktörün bazal eritrosit antioksidan enzim aktivitelerini etkilediği bilinmektedir [111]. Sıçanlar üzerinde yapılan 6.5 hafta kronik treadmill egzersizinden sonra beyin TBARS seviyelerinde önemli bir değişiklik gözlenmezken antrenman periyodu esnasında C vitamini takviyesi yapılan sıçanlarda beyin TBARS seviyelerinin yükseldiği gösterilmiştir [113]. Sıçanlarda 8 haftalık koşu egzersizinin yavaş kas liflerinde MDA, protein karbonil ve ubikinon seviyelerini artırıp glutamin sentetaz aktivitesini ve askorbik asit seviyelerini azalttığı, hızlı kas liflerinde MDA seviyesini ve glutamin sentetaz

aktivitesini artırırken askorbik asit ve a-tokoferol seviyelerini azalttığı, kalpte MDA seviyesini artırdığı, karaciğerde protein karbonil, sistein ve sistin seviyelerini, glutamin sentetaz aktivitesini azalttığı, beyinde askorbik asit seviyesi artarken MDA seviyesini azalttığı gösterilmiştir [102].

Oksijen tüketimi ve oksidan oluşumu kütle başına en fazla organ olan kalp, karaciğere kıyasla 4 kat daha az süperoksit dîsmutaz (SOD) aktivitesine sahiptir ve katalaz aktivitesi de düşüktür [103]. Bilim adamları doymamış yağ içeren diyetin yüzme egzersizinden sonra sadece karaciğerdeki lipid peroksidasyonunu biraz arttığını, düzenli egzersiz yaptırılan sıçanların kaslarında bu artışın daha az olduğunu göstermişler ve muhtemelen bunu kaslarda artan GSH seviyelerinden dolayı olduğunu bildirmişlerdir. [114].

2.7. Antioksidan Sistemler

Enzimatik Olmayan Antioksidanlar; Glutatyon, askorbik asit ve ürik asit önemli hidrophilik antioksidanlardandır. Vitamin E majör lipophilic antioksidandır ve membran ve lipoproteinlerde mevcuttur [115, 116].

Enzimatik antioksidanlar; Enzimatik antioksidanlar enzimatik olmayan antioksidanları tamamlarlar ve hem ROS' u uzaklaştırmada reaksiyonları katalizlerler hemde oksidize olmuş antioksidanları çoğaltırlar. Örneğin, glutatyon reduktaz, glutatyonu azaltmak için oksidize olmuş glutatyon'u (GSSG, glutatyon disülfat) çoğaltabilirken, süperoksit dismutaz (SOD), oksijen ve daha az reaktif radikal olmayan türler, hidrojen peroksitten süperoksit radikalleri üzerine hareket eder. SOD içeren majör antioksidan enzimler; glutatyon peroksidaz, glutatyon reduktaz, katalaz ve thioredoksinler, glutaredoksinler ve peroksiredoksinler [117].

Katalaz; Antrenman ve egzersizle ilişkide hem SOD hem de GSHPx' den daha az bir kapsamda çalışılmaktadır[117].

Süperoksit Dismutaz (SOD); SOD egzersiz ve antrenmanla ilişkide diğer antioksidan enzimlerin herhangi birinden daha büyük bir genişlikte çalışılmaktadır. İnsan deneklerdeki çalışmalar hem maraton koşusunu takiben kasın toplam SOD aktivitesinde hiçbir değişiklik olmadığını hem de kısa-ılımlı süre devam eden bisiklet egzersizini takiben kırmızı kan CuZn SOD aktivitesinde

hiçbir değişikliğin olmadığını göstermişlerdir [118, 119]. Çalışmaların büyük çoğunluğu, kemirgenlerde egzersizi takiben SOD aktivitesini göstermişlerdir[120]. Çalışmaların büyük bir çoğunluğu da zaten antrenmanı takiben SOD düzeylerinde artışlar olduğunu bildirmişlerdir.

GSHPx; Araştırmaların çoğunluğu dayanıklılık antrenmanları ile kastaki GSHPx aktivitesinde bir artış göstermiştir [121, 122]. Atletlerin aşırı yüklenme antrenmanı plazmada GSHPx artışıyla sonuçlanırken, eritrositte bir artış gözlenememiştir [123].

3. MATERYAL VE METOT

3.1. 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.

3.2. Çinko Sülfat ($ZnSO_4$) Preparatlarının Hazırlanması

Çinko sülfat preparatları Tekno – Med (Konya) çalışma laboratuarında 100, 150, 200, 250, 300, 350' er mg'lık kaşeler halinde hazırlandı. Denekler kilolarına göre kullanacakları miligramlar belirlendi ve günde bir defa, tek seferde sabah veya öğle öğününden sonra kullanmaları istendi.

3.3. Vücut Ağırlığı ve Boy Ölçümü

Vücut ağırlığı 0,1 kg hassas tartı ile ölçülürken, boy 0,01 hassalıkta boy ölçer ile ölçülmüştür.

3.4. 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 ^{o}C'de muhafaza edildi.

3.5. Biyokimyasal Analizler

Tüm deneklerden çalışmanın başlangıcında ve bitiminde olmak üzere ikişer defa 5 cc kan örnekleri alındı. Alınan kan örneklerinde aşağıdaki parametrelerin analizi yapıldı.

1. Malondialdehit (MDA) (Spektrofotometre ile).
2. Glutatyon (GSH) (Spektrofotometre ile)
3. Glutatyon Peroksidaz(Gpx) (Spektrofotometre ile)
4. Süperoksit Dismutaz(SOD) (Spektrofotometre ile)
5. Çinko Sülfat (Atomik absorpsiyon spektrofotometre ile).

3.5.1. Serum MDA Analizi

MDA analizleri Cayman marka (katalog no: 705002) ticari kitler kullanılarak ELİSA Kolorimetrik yöntemle tayin edildi. Vorteksle karıştırıldıktan sonra, tüpün ağzı kapatılıp 90 ^{o}C' deki su banyosunda 15 dakika bekletildi. Su banyosundan alınan tüpler, buz içerisinde 15 dakika bekletildikten sonra, oda sıcaklığına gelmesi sağlandı. 3000 rpm' de 10 dakika santrifüj edilerek süpernatant elde edildi. 2 ml süpernatant alınarak başka tüpe aktarıldı ve üzerine

% 0,675'lik TBA'dan 1 ml ilave edilerek, 90 ^{o}C' deki su banyosunda 15 dakika bekletildi. Örnekler tekrar buz dolu kap içerisinde 15 dakika bekletildikten sonra, oda sıcaklığına gelmesinin ardından spektofotometrede 532 nm' de kör tüpüne karşı absorbansları okundu (nmol/ ml). Kör tüpü hazırlanırken, deney başlangıcındaki serum yerine 0,5 ml distile su alınıp diğer işlemlerin aynısı uygulandı.

3.5.2. Serum GSH Analizi

GSH analizleri Cayman marka (katalog no: 7003002) ticari kitler kullanılarak ELİSA Kolorimetrik yöntemle tayin edildi. Eritrositlerin tüm non-sülfidril grupları indirgenmiş GSH formundadır. DNTB disülfid kromojen yapısındadır ve sülfidril bileşikler tarafından indirgenerek sarı bileşik oluşturur. Bu indirgenmiş kromojenin 412 nm' de okunan absorbansı GSH konsantrasyonu ile doğru orantılıdır. Tüm kandan 0,2 ml alınarak 10 ml'lik test tüpüne konuldu ve üzerine 1,8 ml distile su ilave edilerek hemoliz olabilmesi için iyice karıştırıldı. Presipitasyon solüsyonunun 3 ml' si hızlıca eklenip karıştırıldı. 5 dakika oda ısısında bekletildikten sonra kalın dereceli filtre kâğıtlarından filtre edildi. Küvetler hazırlandıktan sonra, kapak ile kapatılarak karışması için 3 kere ters çevrildi ve 4 dakika içerisinde spektofotometrede 412 nm'de ölçüm yapıldı (µ mol/ ml).

3.5.3. Serum Glutatyon Peroksidaz (GPx) Analizi

GPx analizleri, Cayman marka (katalog no: 703102) ticari kit kullanılarak ELİSA Kolorimetrik yöntemle tayin edildi. GPx, glutatyon cumen hidroperoksit

tarafından oksidasyonunu katalizler. Glutatyon reduktazın yardımıyla indirgenmiş GSH, NADPH'ı, nikotinamid dinükleotid fosfat'a (NADP) indirger. Bu reaksiyonun absorbansı 340 nm de ölçüldü. Sonuçlar nmol/ml olarak tespit edildi.

3.5.4. Serum Superoksit Dismutaz (SOD) Analizi

SOD analizi, Cayman marka (katalog no: 706002) ticari kit kullanılarak ELİSA Kolorimetrik yöntemle tayin edildi. Heparinli tüplere toplanan tüm kanın 0,5 ml'si ependorf tüplere alınarak 3000 rpm' de 10 dakika santrifüj edildi. Santrifüj sonrası üstte kalan serum alındı. Ardından eritrosit % 0,9' luk NaCl solüsyonu ile 4 defa yıkandı. Her yıkama sonrası 3000 rpm'de 10'ar dakika santrifüj edildi. Yıkanan eritrositler soğuk bidistile su ile 2 ml'ye tamamlandı. Vorteksle iyice karıştırıldıktan sonra + 4 ^{o}C' de 15 dakika bekletildi. Oluşan lizat 0,01 mol L^{-1} fosfat tampon (pH 7,0) ile son dilusyon faktörü 200 olacak şekilde sulandırıldı. Sonuçlar U/ ml olarak tespit edildi.

3.5.5. Serum Çinko Tayinleri

Çinko tayinleri kolorimetrik yöntemle 5X10 ml ambalajlı Spinreact marka kitle çalışıldı. Çinko analizleri BPC marka Prime model Spektofotometrede çalışıldı. Sonuçlar μg/dl olarak tespit edildi.

3.6. Egzersizin Süre ve Şiddeti

Sporcu grubumuz (n=18) 2 ay boyunca sürekli ve düzenli olarak antrenman yapmışlardır. Yapmış oldukları antrenmanların şiddeti ve süresi aşağıdaki örnek programlarda gösterilmiştir. Güreş ve teknik antrenmanlar genellikle orta şiddetli

olarak (%50-80 arası), kuvvet antrenmanları ise yüksek yoğunlukta (%60-90 arası) yaptırılmıştır.

Sporcu gruplarındaki elit güreşçiler Konya şeker spor kulübünde güreş yapan sporculardan oluşmuştur.

1 günlük örnek antrenman programı:

Güreş Antrenmanı:

Antrenman İçeriği: Güreş (Minderde Teknik ve Taktik Çalışması)

Antrenman saati: 10:00 am veya 17:00 pm

Toplam Süre:70-100 dakika

- 10 dk ısınma
- 20 dk Teknik taktik çalışması (ayakta uygulanan teknikler)
- 20 dk Teknik taktik çalışması (yerde uygulanan teknikler)
- 15 dk Tamamlayıcı kuvvet antrenmanı (Barfix, şınav, halat, mekik vb.)
- 5 dk Streching ve esneklik çalışması (açma ve germe)

Kuvvet Antrenmanı:

Antrenman içeriği: (Halterle veya Eşli Kuvvet Çalışması)

Antrenman Saati: 10:00 am veya 17:00 pm

Toplam Süre: 70-120 dakika

- 10 dk ısınma
- 50 dk kuvvet çalışması (Kas yapıcı kuvvet antrenmanı veya Çabuk kuvvet antrenmanı- Silkme, Suquat, Deathlift, Dambul çevirme, Ağırlıklı eller açık bankta şınav vb..)
- 10 dk streching ve esneklik çalışması (5 dk joging ve 5 dk açma germe jimnastiği)

Not: İlk haftalarda Kas yapıcı kuvvet antrenmanları, son haftalarda ise Çabuk kuvvet ve Eşli kuvvet antrenmanları yaptırılmıştır.

Tablo 3. Bir Haftalık örnek antrenman programı:(Haftada 5 gün ve günde 1 defa)

	Pazartesi	Salı	Perşembe	Cuma	Cumartesi
Sabah veya Akşam	Minderde Teknik taktik çalışması + Tamamlayıcı Kuvvet Antrenmanı	Kuvvet Çalışması (Kas yapıcı Kuvvet Antrenmanı)	Minderde Teknik taktik çalışması + Tamamlayıcı Kuvvet Antrenmanı)	Kuvvet Çalışması (Kas yapıcı Kuvvet Antrenmanı)	Koşu veya Sportif Oyun (Basketbol, Futbol gibi)

3.7. İstatistiksel Değerlendirmeler:

Analizler SPSS 10,3 paket programı kullanılarak yapıldı [124]. İstatistiksel analizlerde ikili karşılaştırmalar için student T testi kullanıldı. Her grup için yaş, boy ve kilo ortalamaları ve standart hataları da hesaplandı. Çoklu karşılaştırmalar için varyans analiz uygulandı. Varyans analizi sonucu farklılık bulunan verilerin önem derecelerini belirlemek için Duncan testi uygulandı.

4. BULGULAR

Aktif güreş sporu yapan bireylerde çinko uygulamasının serbest radikal oluşumu ve antioksidan sistem üzerindeki etkisinin belirlenmesinin amaçlandığı araştırmada aşağıdaki veriler elde edilmiştir.

Tablo 4. Çalışma Gruplarının Fiziksel Özellikleri.

Gruplar	**N**	**Yaş (Yıl)**	**Boy Uzunluğu (cm)**	**Vücut Ağırlığı (kg)**
Grup 1	**9**	26,44 ± 1,22	175,30 ± 2,45	86,44 ± 3,80
Grup 2	**9**	24,22 ± 1,18	178,50 ± 2,20	84,75 ± 3,86
Grup 3	**9**	24,33 ± 1,25	174,80 ± 1,30	79,80 ± 4,75
Grup 4	**9**	24,33 ± 1,25	174,80 ± 1,30	79,80 ± 4,75
P > 0,05				

Grup1(Çinko Uygulanan Sporcu Grubu), Grup2(Uygulama Yapılmayan Sporcu Grubu), Grup3(Çinko Uygulanan Sedanter Grup), Grup4(Hiçbir Uygulama Yapılmayan Sedanter Grup)

Çalışmaya katılan deneklerin fiziksel özellikleri tablo 4'de sunulmaktadır ($p > 0,05$).

Tablo 5. Çinko Uygulanan Sporcu Grubunun Serum MDA, GSH, GPx, SOD ve Çinko Düzeyleri.

Parametre	**Çalışma Öncesi (1. Ölçüm)**	**Çalışma Sonrası (2. Ölçüm)**	**Anlamlılık**
MDA (nmol/ml)	0,59 ± 0,09	0,26 ± 0,04*	**P < 0.01**
GSH (µmol/ml)	12,59 ± 1,02	29,74 ± 2,15*	**P <0.01**
GPx (nmol/ml)	1216 ± 35,40	1690 ± 58,65*	**P < 0.01**
SOD (U/ml)	0,13 ± 0,00	0,48 ± 0,05*	**P < 0.01**
Çinko (µg/dl)	71,80 ± 11,10	158,00 ± 12,20*	**P < 0.01**

*Aynı satırda birinci ve ikinci ölçümler arasında istatistiksel farklılık olduğunu gösterir .

Çinko uygulanan sporcu grubunun (grup 1) 8 haftalık uygulama sonrası ölçülen serum MDA düzeyleri uygulama öncesine göre önemli bir şekilde azalmıştı ($p < 0,01$). Uygulama sonrası ölçülen serum GSH, GPx, SOD ve çinko düzeyleri ise uygulama öncesine göre anlamlı şekilde artmıştı ($p < 0,01$, Tablo 5).

Tablo 6. Uygulama Yapılmayan Sporcu Grubunun Serum MDA, GSH, GPx, SOD ve Çinko Düzeyleri.

Parametre	**Çalışma Öncesi (1. Ölçüm)**	**Çalışma Sonrası (2. Ölçüm)**	**Anlamlılık**
MDA (nmol/ml)	0,62 ± 0,15	0,58 ± 0,16	
GSH (µmol/ml)	13,18 ± 2,10	14,60 ± 2,00	
GPx (nmol/ml)	1167 ± 51,30	1250 ± 59,75	
SOD (U/ml)	0,12 ± 0,05	0,15 ± 0,10	
Çinko (µg/dl)	72,85 ± 09,15	75,00 ± 10,00	

Uygulama yapılmayan sporcu grubunun (grup 2) çalışma öncesi ve sonrasında tayin edilen serum MDA, GSH, GPx, SOD ve çinko düzeyleri birbirinden farklı değildi (Tablo 6).

Tablo 7. Çinko Uygulanan Sedanterlerin Serum MDA, GSH, GPx, SOD ve Çinko Düzeyleri.

Parametre	**Çalışma Öncesi (1. Ölçüm)**	**Çalışma Sonrası (2. Ölçüm)**	**Anlamlılık**
MDA (nmol/ml)	0,59 ± 0,04	0,30 ± 0,07*	**P < 0,01**
GSH (µmol/ml)	13,81 ± 1,80	24,55 ± 1,83*	**P < 0,01**
GPx (nmol/ml)	1185 ± 48,25	1509 ± 55,25*	**P < 0,01**
SOD (U/ml)	0,12 ± 0,05	0,40 ± 0,05*	**P < 0,01**
Çinko (µg/dl)	87,75 ± 10,45	148,60 ± 17,00*	**P < 0,01**

*Aynı satırda birinci ve ikinci ölçümler arasında istaistiksel farklılık olduğunu gösterir ($p < 0,01$).

Çinko uygulanan sedanter grubun (grup 3) 8 haftalık çinko uygulaması sonrasında ölçülen serum MDA düzeyleri uygulama öncesine göre önemli bir şekilde azalmıştı ($p < 0,01$). Uygulama sonrası ölçülen serum GSH, GPx, SOD ve çinko düzeyleri ise uygulama öncesine göre anlamlı bir şekilde artmıştı ($p < 0,01$, Tablo 7).

Tablo 8. Uygulama Yapılmayan Sedanterlerin Serum MDA, GSH, GPx, SOD ve Çinko Düzeyleri.

Parametre	**Çalışma Öncesi (1. Ölçüm)**	**Çalışma Sonrası (2. Ölçüm)**	**Anlamlılık**
MDA (nmol/ml)	0,55 ± 0,05	0,57 ± 0,06	
GSH (µmol/ml)	12,15 ± 4,90	11,15 ± 4,55	
GPx (nmol/ml)	1166 ± 80,32	1200 ± 79,20	
SOD (U/ml)	0,11 ± 0,04	0,13 ± 0,06	
Çinko (µg/dl)	85,25 ± 12,30	87,25 ± 13,00	

Uygulama yapılmayan sedanter grubun (grup 4) çalışma öncesi ve sonrasında tayin edilen serum MDA, GSH, GPx, SOD ve çinko düzeyleri birbirinden farklı değildi (Tablo 8).

Tablo 9. Çalışma Gruplarının Serum MDA Düzeyleri (nmol/ml).

Gruplar	**N**	**MDA (Çalışma Öncesi)**	**MDA (Çalışma Sonrası)**
Grup 1	**9**	0,59 ± 0,09	0,26 ± 0,04[b]
Grup 2	**9**	0,62 ± 0,15	0,58 ± 0,16[a]
Grup 3	**9**	0,59 ± 0,04	0,30 ± 0,07[b]
Grup 4	**9**	0,55 ± 0,05	0,57 ± 0,06[a]
P < 0,01			

*Aynı sütunda değişik harf taşıyan ortalamalar arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemlidir ($p<0,01$).

Çalışmanın başlangıcında, araştırmaya alınan grupların serum MDA düzeyleri arasında önemli bir farklılık tespit edilmedi. Çalışmanın bitiminde tayin edilen serum MDA düzeyleri mukayese edildiğinde, en yüksek MDA değeri uygulama yapılmayan sporcu (grup 2) ve sedanter gruplarında (grup 4) tespit edildi ($p<0,01$). Çinko uygulaması yapılan grupların (grup 1 ve grup 3) serum MDA düzeyleri uygulama yapılmayan gruplardan (grup 2 ve 4) düşük ($p<0.01$) iken, çinko uygulaması yapılan grup 1 ve 3'ün çalışma sonrasında elde edilen MDA düzeyleri birbirinden farklı değildi (Tablo 9).

Tablo 10. Çalışma Gruplarının Serum GSH Düzeyleri (μmol/ml).

Gruplar	**N**	**GSH (Çalışma Öncesi)**	**GSH (Çalışma Sonrası)**
Grup 1	**9**	12,59 ± 1,02	29,74 ± 2,15[a]
Grup 2	**9**	13,18 ± 2,10	14,60 ± 2,00[b]
Grup 3	**9**	13,81 ± 1,80	24,55 ± 1,83[a]
Grup 4	**9**	12,15 ± 4,90	11,15 ± 4,55[b]
P < 0,01			

*Aynı sütunda değişik harf taşıyan ortalamalar arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemlidir ($p<0,01$).

Grupların çalışmanın başlangıcında tayin edilen serum GSH seviyeleri birbirlerinden farklı değilken, çalışmanın bitiminde çinko uygulaması yapılan grupların (grup 1 ve 3) serum GSH düzeyleri, uygulama yapılmayan gruplara (grup 2 ve 4) oranla önemli şekilde yüksek bulundu ($p < 0,01$, Tablo 10).

Tablo 11. Çalışma Gruplarının Serum GPx Düzeyleri (nmol/ml).

Gruplar	N	GPx (Çalışma Öncesi)	GPx (Çalışma Sonrası)
Grup 1	**9**	1216 ± 35,40	1690 ± 58,65[a]
Grup 2	**9**	1167 ± 51,30	1250 ± 59,75[b]
Grup 3	**9**	1185 ± 48,25	1509 ± 55,25[a]
Grup 4	**9**	1166 ± 80,32	1200 ± 79,20[b]
P < 0,01			

*Aynı sütunda değişik harf taşıyan ortalamalar arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemlidir (p < 0,01).

Çalışma gruplarının serum GPx düzeyleri çalışmanın başlangıcında birbirlerinden farklı değilken, 8 haftalık çinko uygulamalarından sonra grup 1 (çinko uygulanan sporcu grubu) ve grup 3 (çinko uygulanan sedanter grubu)' ün GPx düzeyleri uygulama yapılmayan gruplardan (grup 2 ve grup 4) önemli şekilde yüksek bulundu (p < 0,01, Tablo 11).

Tablo 12. Çalışma Gruplarının Serum SOD Düzeyleri (U/ml).

Gruplar	N	SOD (Çalışma öncesi)	SOD (Çalışma Sonrası)
Grup 1	**9**	0,13 ± 0,00	0,48 ± 0,05[a]
Grup 2	**9**	0,12 ± 0,05	0,15 ± 0,10[b]
Grup 3	**9**	0,12 ± 0,05	0,40 ± 0,05[a]
Grup 4	**9**	0,11 ± 0,04	0,13 ± 0,06[b]
P < 0,01			

*Aynı sütunda değişik harf taşıyan ortalamalar arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemlidir (p<0,01).

Serum SOD değerleri benzer şekilde çalışmanın başlangıcında gruplar arasında farklılık göstermezken, 8 haftalık çinko uygulamalarından sonra, uygulama yapılan grupların (grup 1 ve 3) serum SOD düzeyleri uygulama yapılmayan gruplara oranla önemli şekilde artış gösterdi ($p < 0,01$, Tablo 12).

Tablo 13. Çalışma Gruplarının Serum Çinko Düzeyleri (μg/dl).

Gruplar	**N**	**Çinko (Çalışma Öncesi)**	**Çinko (Çalışma Sonrası)**
Grup 1	**9**	$71,80 \pm 11,10^{b}$	$158,00 \pm 12,20^{a}$
Grup 2	**9**	$72,85 \pm 09,15^{b}$	$75,00 \pm 10,00^{b}$
Grup 3	**9**	$87,75 \pm 10,45^{a}$	$148,60 \pm 17,00^{a}$
Grup 4	**9**	$85,25 \pm 12,30^{a}$	$87,25 \pm 13,00^{b}$
P < 0,01			

*Aynı sütunda değişik harf taşıyan ortalamalar arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemlidir ($p<0,01$).

Grupların serum çinko düzeyleri Tablo 12'de sunulmaktadır. Buna göre çalışmanın başlangıcında serum çinko düzeyleri sporcu gruplarında (grup 1 ve 2) spor yapmayan gruplara oranla (grup 3 ve 4) önemli ölçüde düşüktü ($p<0.01$). Çalışmanın bitiminde 8 hafta süreyle çinko uygulaması yapılan grupların (grup 1 ve 3) serum çinko düzeyleri, uygulama yapılmayan gruplardan (grup 2 ve 4) daha yüksek olarak tespit edildi ($p< 0,01$, Tablo 13).

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Çalışmamızda grupların yaş, boy ve ağırlık olarak tespit edilen değerleri arasında önemli bir farklılık bulunamamıştır. Bu durum çalışmamızdaki diğer bulguların daha sağlıklı tartışılmasını sağlayabilmesi açısından önemlidir.

Çinko uygulanan sporcu ve sedanter grupların (grup 1 ve 3) 8 haftalık uygulama sonrası ölçülen serum MDA düzeyleri uygulama öncesine göre önemli bir şekilde azalmıştı ($P<0.01$). Uygulama sonrası ölçülen serum GSH, GPx, SOD ve çinko düzeyleri ise uygulama öncesine göre anlamlı şekilde artmıştı ($P<0.01$).

Çalışmada antioksidan sistemin göstergesi olarak serumda GSH, Gpx ve SOD parametreleri tayin edilmiştir. Grup 1 ve 3' de elde ettiğimiz bulgular 8 haftalık çinko uygulamasının hem sporcularda hem de sedanterlerde antioksidan sistemi aktive ettiğini göstermektedir. Çinko uygulanan sedanter grupta (Grup 3) elde ettiğimiz azalmış MDA ve artmış GSH, GPx ve SOD değerleri iki yönüyle oldukça önemlidir: 1. Sadece sporcu grubunda değil, sedanter grupta da elde edilen bu değerler çinkonun antioksidan sistemi aktive ederek, serbest radikal oluşumunu önemli şekilde engellediğini göstermektedir. 2. Çinko uygulaması sonucu ortaya konulan bu değerler egzersizden bağımsız olarak ortaya çıkmaktadır. Çünkü hem sporcu grubunda, hem de sedanter grupta çinko uygulamasıyla aynı değerler elde edilmiştir.

Uygulama yapılmayan sporcu ve sedanter grupların (grup 2 ve 4) çalışma öncesi ve sonrasında tayin edilen serum MDA, GSH, GPx, SOD ve çinko düzeyleri birbirinden farklı değildi. Gerçekleştirdiğimiz çalışmada uygulama yapılmayan sporcu grubunda (Grup 1), çalışma öncesi ve sonrası elde edilen

MDA, GSH, GPx, SOD değerleri arasında herhangi bir farklılık ortaya konulamaması muhtemelen iki nedenden kaynaklanabilir: 1. Deneklerin kan örneklerinin istirahat döneminde alınması bunda etkili olabilir. 2. Çalışmaya alınan denekler yaklaşık 12 yıldır güreş sporu yapmaktadır. Bu süre antioksidan sistem için bir adaptasyonu ortaya çıkarabilir ve sonuç olarak spor yapma süresi burada bir başka etken olarak karşımıza çıkabilir. Yine çalışmamızdaki Sedanter grupta (Grup 3) çalışma öncesi ve sonrası değerlerde bir farklılık tespit edilmemesi ise; hem çalışmanın uygun şartlarda yapıldığının bir göstergesidir, hem de diğer çalışma gruplarında elde edilen verilerin daha sağlıklı tartışılması yönünden de önemlidir.

Çinkonun serbest radikal oluşumu ve oksidatif stresten koruyucu rolünün ortaya konulması [125], çinkonun antioksidan etkisi ve antioksidan savunma sistemine katılmasıyla ilgili çalışmaları da tetiklemiştir [126]. Çinko antioksidan sistemde etkili bir enzim olan süperoksit dismutazın ve dokuları serbest radikallerin zararlı etkilerinden koruyan metallotiyoneinlerin yapısında yer alır [127]. Çinkonun antioksidan sistem üzerindeki ortaya konulan bu etkileri, araştırıcıları sporcu sağlığı ve performansı ile çinko arasındaki ilişkileri sorgulamaya yöneltmiştir. Sporcularda diyetle çinko alımının önemine dikkat çekilerek, diyetteki çinko yetersizliğinin sadece performansı değil, hücresel immün sistemi de olumsuz etkileyerek sporcularda enfeksiyonlara olan eğilimi artırabileceği ileri sürülmektedir [57,58]. Çinko eksikliğinin fiziksel aktivite esnasında gözlenen serbest radikal oluşumu ve lipid peroksidasyonunu artırarak, antioksidan aktiviteyi olumsuz etkilediği ortaya konulmuştur[128]. Buna karşın egzersizde çinko takviyesinin reaktif oksijen radikallerinin oluşumunu engellediğinin bildirilmesi [60], çinkonun antioksidan sistemle ilişkisi bakımından oldukça önemli olmasının

yanısıra çinkonun aynı zamanda sporcu sağlığı ve performansıyla da yakın ilişkili olduğunu gösterir.

Organizmada oksidatif stresin göstergesi olarak birçok yöntem kullanılmaktadır. Bunlar içerisinde lipit peroksidasyonunun son ürünlerinden biri olan malondialdehit (MDA) miktarının tiobarbütirik asit yöntemi ile ölçülmesi mevcut klinik ve deneysel çalışmalarda en çok kullanılan yöntemdir[129,130]. Çalışmamızda sporculara ve sedanterlere 8 hafta süreyle oral çinko uygulaması serum MDA düzeylerini uygulama öncesine oranla önemli şekilde azaltmıştı. Rat testislerinde kadmiyumun neden olduğu oksidatif hasarın çinko eksikliğinde daha da arttığı gösterilmiştir[131]. Oteiza ve ark [132] tarafından gerçekleştirilen bir başka çalışmada sadece diyetteki çinko eksikliğinin bile rat testislerinde oksidatif hasarı artırdığı rapor edilmiştir. Çinko eksik diyetle beslenen ratlarda plazma, karaciğer ve pankreas dokusundaki MDA üretimi anlamlı derecede artarken, aynı ratlara çinko uygulaması artan MDA düzeylerini önemli şekilde baskılamıştır[133]. Ozturk ve ark[128] tarafından gerçekleştirilen çalışmada, akut yüzme egzersizi yaptırılan ratlarda akut egzersizin plazma MDA düzeylerini artırdığı, çinko eksikliğinde MDA düzeylerinin daha da arttığı, buna karşın çinko uygulamasıyla MDA düzeylerinin baskılandığı ortaya konulmuştur. Rapor edilen bu bulgu [128], çinko uygulaması yaptığımız sporcu ve sedanter gruplarında (grup 1 ve 3) elde ettiğimiz azalmış MDA düzeyleriyle uyumludur.

Farelerde çinko eksikliğinin kan ve karaciğerdeki SOD aktivitesini azalttığını, aynı farelere 3 hafta boyunca yapılan çinko uygulamasının ise azalan SOD aktivitesinin önemli derecede artırdığı bildirilmiştir[134]. Bediz ve ark' nın[135] gerçekleştirdiği çalışmada elektromanyetik alana maruz bırakılmış ratlarda beyin

dokusunda azalan GSH düzeylerinin, çinko uygulamasıyla artırdığının ortaya konulması, çinkonun antioksidan sistem üzerindeki etkisine çarpıcı bir örnektir. Akut yüzme egzersizi yaptırılan ratlarda azalan GSH düzeylerinin, çinko eksikliğinde daha da azaldığı, aynı ratlara çinko uygulamasının ise azalan GSH düzeylerini önemli ölçüde artırdığının bildirilmesi [128], çalışmamızda çinko uygulamasıyla elde ettiğimiz artmış GSH, GPx ve SOD değerlerini destekleyen önemli bir bulgudur.

Çalışmanın başlangıcında ölçülen değerlerle mukayese edildiğinde 8 hafta süreyle çinko uygulaması sporcu ve sedanter gruplarında (grup 1 ve 3) serum çinko düzeylerinde artışla sonuçlanmıştır. Grup 1 ve 3'de elde ettiğimiz artmış çinko düzeyleri 8 hafta süreli uygulamanın doğal bir sonucu olarak kabul edilebilir.

Birçok faydalı etkiye sahip olduğu bilinen düzenli kas egzersizleri, radikallerin ve diğer reaktif oksijen türlerinin üretiminde artmaya yol açar. Kas yorgunluğu veya hasarı ile sonuçlanabilen egzersize bağlı kas homeostaz bozukluklarının altındaki sebebin reaktif oksijen türleri olduğunu işaret eden deliller bulunmaktadır[135]. Yarı maraton koşucularında egzersiz sonrası artmış MDA ve kreatinin kinaz bulguları tespit edilmiştir. Bu durum yarı maraton koşucularında antioksidan savunma mekanizmasının yetersizliğini gösteren bir bulgudur[136]. Yine Anuradha ve Balakrishnan[137] tarafından gerçekleştirilen çalışmada, egzersiz yaptırılan ratlarda lipid peroksidasyonun arttığı, aynı zamanda GSH düzeylerinin de arttığı gösterilmiştir. Bu bulgu egzersizin bir yandan serbest radikal üretiminde artışa yol açarken, aynı zamanda antioksidan sistemi de aktive ederek bu olumsuzluğu ortadan kaldırdığını düşündürmektedir. Buna karşın

Gonenc ve ark[138] tarafından gerçekleştirilen çalışmada düzenli yüzme egzersizi yaptırılan çocuklarda antioksidan sistemin aktive olduğu gösterilmiştir.

Yapmış olduğumuz çalışmada elde edilen bulguların gruplar arasındaki karşılaştırmalarında, çalışmanın başlangıcında grupların serum MDA düzeyleri arasında önemli bir farklılık tespit edilmedi. Çalışmanın bitimindeki serum MDA düzeyleri mukayese edildiğinde, en yüksek MDA değeri uygulama yapılmayan sporcu ve sedanter gruplarda (grup 2 ve 4) tespit edildi ($P<0.01$). Çinko uygulaması yapılan grupların (grup 1 ve 3) çalışma sonrasında elde edilen serum MDA düzeyleri birbirinden farklı değildi. Farelerde yorucu akut egzersizin lipid peroksidasyonunu artırdığı [139], benzer şekilde eğitimli farelerde altmış dakika süreyle yaptırılan egzersizin iskelet kasında ve böbrekte serbest radikal üretimini artırdığı gösterilmiştir[59]. Gerçekleştirdiğimiz çalışmada uygulama yapılmayan sporcu ve sedanter gruplarının 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 araştırıcıların bulgularıyla uyumludur. Gerçekleştirdiğimiz çalışmada en düşük serum MDA düzeyleri 8 hafta süreyle çinko uygulaması yaptığımız gruplarda (grup 1 ve 3) elde edildi. Bu bulgu bize ister spor yapsın, ister yapmasın her iki çalışma grubunda da (grup 1 ve 3) çinko uygulamasının serbest radikal üretimini engellediğini gösterir. Cao ve Chen[60] tarafından gerçekleştirilen çalışmada çinko eksikliğinin egzersizde serbest radikal oluşumunu artırdığı, 5 mg/kg çinko uygulamasının ise bu farelerde serbest radikal üretimini engellediği ortaya konulmuştur. Bu rapor, çinko uygulaması yaptığımız grupların (grup 1 ve 3) azalmış MDA değerlerini desteklemektedir.

Çalışmamızın başlangıcında grupların tayin edilen serum GSH, GPx, SOD ve çinko seviyeleri birbirlerinden farklı değilken, çalışmanın bitiminde çinko uygulaması yapılan grupların (grup 1 ve 3) serum GSH, GPx, SOD ve çinko düzeyleri, uygulama yapılmayan gruplara (grup 2 ve 4) oranla önemli şekilde yüksek bulundu ($P<0.01$). Elektromanyetik alana maruz kalmış ratlarda azalan testis, böbrek ve eritrosit GSH düzeylerinin çinko uygulamasıyla önemli oranda arttığının bildirilmesi [140], veya benzer şekilde elektromanyetik alana maruz kalmış ratlarda azalan beyin ve eritrosit GSH düzeylerinin çinko uygulamasıyla düzeltilmesi [126] 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[128] çinkonun sporcularda kullanımının da önemli olabileceğini düşündürmektedir. Çinkonun antioksidan sistemle ilişkisinde bu gün için kabul edilen görüş, çinkonun bir antioksidan ilaç gibi kullanılabileceği şeklindedir [127]. Nitekim Fortes ve ark[141] 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. Araştırmacıların bu raporları bizim çinko uygulamasıyla elde ettiğimiz (grup 1 ve 3) artmış GSH, GPx ve SOD değerlerimizi desteklemektedir.

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

Gruplar çinko düzeyleri yönünden karşılaştırıldığında; çalışmanın başlangıcında sporcu gruplarının (grup 1 ve 2) çinko düzeylerinin spor yapmayan gruplardan (grup 3 ve 4) önemli şekilde düşük olduğu gözlendi. Erkek ve bayan atletlerde uzun süreli dayanıklılık antrenmanları yaptırılarak serum çinko seviyelerini sedanterlere göre önemli derecede azalttığı gösterilmiştir[47]. Elit atletlerde bulunan düşük çinko seviyeleri[50], bu eser elementin klinik göstergelerle ilişkili olmayan kusurlu bir durumuna delil teşkil edebilir.

Dayanıklılık sporcularında gözlenen azalmış çinko düzeyleri çeşitli mekanizmalarla açıklanabilir. Ama en önemli sebep çinkodan yetersiz beslenmeyle ilgili olabilir[48]. Atletlerde ter ve deri ile çinko kaybının daha da fazla olduğu bilinmektedir [49]. Atletlerde orta dereceli egzersizin terle çinko kaybını artırdığı, ancak bu kayıpların terleme oranı dikkate alındığında erkeklerde bayanlardan daha fazla olabileceği ifade edilmektedir[51]. Çinko metabolizmasındaki bozukluktan günlük ve sürekli olarak yapılan egzersizlerin sorumlu olabileceği, çinko metabolizmasındaki bozukluğun ve çinko kaybının kas yorgunluğu ve güçsüzlüğüne yol açabileceği belirtilmektedir[53]. Tahıl ürünleriyle beslenen toplumlarda çinko eksikliğinin de yaygın olarak görülmesinden yola çıkılarak gerçekleştirilen bir çalışmada, tahıl ürünleriyle 8 hafta boyunca beslenen atletlerde plazma çinko miktarında anlamlı azalmalar tespit edilmiştir[54]. Sürekli yapılan egzersizin vücuttan çinko atılımını artırdığı ve özellikle bayan sporcularda diyetle çinko alımında da yetersizlik olduğu, bu nedenle eksikliği olan sporculara çinko desteğinin gerekli olduğuna dikkat çekilmektedir[61,62,63]. Çalışmamızın başlangıcında elde edilen verilerde sporcu gruplarının (grup 1 ve 2) çinko düzeylerinin spor yapmayan gruplardan (grup 3 ve 4) daha düşük bulunması literatür bulgularla uyumludur.

Çalışma gruplarının araştırmanın bitimindeki serum çinko düzeyleri karşılaştırıldığında, 8 hafta boyunca çinko uygulaması yapılan grupların (grup 1 ve 3) serum çinko düzeyleri, uygulama yapılmayan gruplardan (grup 2 ve 4) anlamlı derecede yüksekti. Elde ettiğimiz bu bulgu çinko uygulamasının doğal bir sonucu olarak görülebilir.

Yapmış olduğumuz çalışmada sonuç olarak; Sporcularda ve sedanterlerde çinko uygulaması serbest radikal üretiminde azalmayla sonuçlanır. Çinko uygulaması bu etkisini antioksidan sistemi uyararak gösterir.

Çinko uygulaması yapılmayan sporcu grubunun (Grup 2) çalışmanın başlangıç ve bitiminde ölçülen parametreleri arasında anlamlı bir farklılık bulunamamıştır. Muhtemelen bu olay iki faktörden kaynaklanabilir. 1. Deneklerin kan örneklerinin istirahat döneminde alınması bunda etkili olabilir. 2. Çalışmaya alınan denekler yaklaşık 12 yıldır güreş sporu yapmaktadır. Bu süre antioksidan sistem için bir adaptasyonu ortaya çıkarabilir ve sonuç olarak spor yapma süresi burada bir başka etken olarak karşımıza çıkabilir.

Çalışmanın sonucunda elde edilen bulgulardan yola çıkarak sporculara fizyolojik dozda çinko uygulamasının sporcu sağlığı ve performansı açısından yararlı olabileceği söylenebilir.

6. ÖZET

Elit Güreşçilerde Egzersizin Ve Egzersizde Çinko Uygulamasının Antioksidan Aktivite Üzerine Etkisi

Anahtar Kelimeler: Elit Güreşçiler, Çinko Uygulaması, Antioksidan Aktivite

Bu çalışma, aktif güreş sporu yapan bireylerde çinko uygulamasının serbest radikal oluşumu ve antioksidan sistem üzerindeki etkisini araştırmak amacıyla yapıldı.

Araştırma aynı yaş grubundaki 18 elit erkek güreşçi ile 18 sedanter erkek olmak üzere toplam 36 denek üzerinde gerçekleştirildi.

Denekler eşit sayıda 4 gruba ayrıldı: Grup 1: Çinko Uygulanan Sporcu Grubu: Bu grubu oluşturan bireylere 8 hafta boyunca oral çinko sülfat (5mg/kg/gün) uygulaması yapıldı. Grup 2: Uygulama Yapılmayan Sporcu Grubu: Bu grubu oluşturan bireyler normal antrenman programlarına devam etmişler ancak çinko sülfat almamışlardır. Grup 3:Çinko Uygulanan Sedanter Grup: Bu grubu oluşturan bireylere 8 hafta boyunca oral çinko sülfat (5mg/kg/gün) uygulaması yapıldı. Grup 4:Uygulama Yapılmayan Sedanter Grup: Hiçbir uygulamanın yapılmadığı genel kontrol grubu.

Çalışmanın başlangıcında ve 8 hafta süren uygulamaların bitiminde olmak üzere her denekden iki defa 5'er mililitre kan örnekleri alındı. Alınan kan örneklerinde serum MDA, GSH, GPx, SOD (ELISA kolorimetrik yöntemle) ve çinko (kolorimetrik yöntemle) tayinleri gerçekleştirildi.

Çinko uygulanan grupların (grup 1 ve 3) çalışma sonrası elde edilen serum MDA düzeyleri çalışma öncesine oranla önemli şekilde azalmıştı ($P<0.01$). Yine çinko uygulanan grupların çalışma sonrası ölçülen serum GSH, GPx, SOD ve çinko değerleri çalışma öncesine oranla anlamlı şekilde artmıştı ($P<0.01$). Uygulama yapılmayan grupların (grup 2 ve 4) çalışma öncesi ve sonrası ölçülen serum MDA, GSH, GPx, SOD ve çinko düzeyleri birbirinden farklı değildi.

Çalışmanın başlangıcında ölçülen serum MDA, GSH, GPx ve SOD düzeyleri gruplar arasında farklılık göstermedi. Çinko düzeyleri ise sporcu gruplarında (grup 1 ve 2) spor yapmayan gruplardan (grup 3 ve 4) daha düşüktü ($P<0.01$). Çalışmanın bitiminde yapılan ölçümlerde en düşük serum MDA ile en yüksek serum GSH, GPx, SOD ve çinko seviyeleri grup 1 ve grup 3 (çinko uygulanan gruplarda)'de elde edildi ($P<0.01$). Uygulama yapılmayan grupların (grup 2 ve 4) aynı parametreleri birbirinden farklı değildi.

Çalışmanın sonucunda elde edilen bulgular çinko uygulamasının antioksidan sistemi aktive ederek serbest radikal üretimini engellediğini göstermektedir.

7. SUMMARY

The Effect Of Exercise And Zinc Supplementation During Exercise

On Antioxidant Activity Of Elite Wrestlers

Key words: Elite Wrestlers, Zinc Supplement, Antioxidant Activity

This study was done to measure effect of zinc supplementation to produce free radicals and antioxidant system on active wrestling athletes.

This study was done by 18 elite male wrestlers and 18 sedentary male, totally 36, participants.

Participants were divided in to four groups as randomly: Group1: Zinc supplemented athletes group: for this group; applied 8 weeks oral zinc sulphate (5 mg/kg/day). Group 2: Nonpractice athletic group: for this group; continued normally training programme, but don't receive zinc sulphate. Group 3: Zinc supplemented sedentary group: for this group; applied 8 weeks oral zinc sulphate (5 mg/kg/day). Group 4: Nonpractice sedentary group: as the only control group

At the beginning of the this study and at the end of 8 weeks applications 5'cc blood samples were taken from all participants. Serum MDA, GSH, GPx, SOD (with ELISA colorimetric method) and zinc (with colorimetric method) was evaluated in blood samples.

Post – test MDA levels of zinc groups (group 1 and 3) significantly decrased compared to pre – test serum MDA levels ($P < 0,01$). On the contrary GSH, GPx, SOD ve zinc scores of zinc groups significantly increased at the end

of the study ($p < 0,01$). It was not different that MDA, GSH, GPx, SOD and zinc scores of sedantary groups (group 2 and 4) were measured at the beggining of the study and at the end of the study.

At the beginning of the study MDA, GSH, GPx, SOD parameters did not show any differences between groups ($p > 0,05$). Zinc levels was lower at the athletes groups (group 1 and 2) than sedentary groups (group 3 and 4) ($p < 0,01$). At the end of the study the lowest MDA with the highest GSH, GPx, SOD and zinc level determined group 1 and 3 (Zinc supplemented groups). It was not different that same paremetres of Nonpractice sedentary and athletic group 2 and 4 between eachother.

Findings at the end of the this study showed that the zinc supplementation inhibted free radicals production by activating antioxidant system.

8. KAYNAKLAR

1. **Prasad AS.** Clinical manifestations of zinc deficiency, Ann Rev Nutr 1985; 5: 341 – 363.
2. **Baltacı AK, Ergene N, Özkal ZE, Divanlı Y, Şengil AZ ve Gedikoğlu G.** Yaşlılarda hücresel bağışıklığın çinko sülfatla artırılması, SÜ Tıp Fak Derg 1990; 6: 331 – 336.
3. **Vallee BL and Kenneth HF.** The biochemical basis of zinc physiology 1993; 73: 341 – 363.
4. **Chandra RK.** Trace elements and immune response, Immunol Today 1983; 4: 32–35.
5. **Cordova A and Alvarez-Mon M.** Behaviour of zinc in physical exercise: A special reference to immunity and fatigue, Neurosci Biobehav Rev 1995; 19: 439–445.
6. **Ripa S and Ripa R.** Zinc and the growth hormone system, Minerva Med 1996; 87: 25 – 31.
7. **Prasad AS, Halsted JA and Nadimi M.** Syndrome of ıron anemia hepatosplenomegaly, hypogonadism, dwaefism and geophagia, Am J Med 1961; 31: 532–546.
8. **Oleske JM, Westphal ML, Shore S, Gorden D, Bogden JD and Nahmias A.** Zinc therapy of depressed cellular immunity in acrodermatitis enteropathica, Am J Dis Child 1979; 133: 915–918.
9. **Vallee BL and Auld DS.** Short and long spacer and other features of zinc binding sites in zinc enzymes, FEBS Lett 1989; 257: 138–140.
10. **Mocchegiani E, Muzzioli M and Giacconi R.** Zinc and immunoresistance to infection in aging: new biological tools, TiPS 2000; 21: 205–208.
11. **Mocchegiani E, Giacconi R, Muzzioli M and Cipriano C.** Zinc, infections and immunosenescence, Mech Ageing Develop 2001; 121: 21–35.
12. **Laith JH, Lee MB and Wright PE.** Zinc finger proteins: new insights into structural and functional diversity, Curr Opin Structural Biol 2001; 11: 39–46.
13. **Kalayci M, Torun B, Eker S, Aydin M, Ozturk L and Cakmak I.** Grain yield, zinc deficiency and zinc concentration of wheat cultivars grown ina

zinc-deficient calcareous soil in field and greenhouse, Field Crops Res 1999; 63: 87–98.

14. **Cakmak I, Kalayci M, Ekiz H, Braun HJ, Kilinc Y and Yilmaz A.** Zinc deficiency as a practical problem in plant and human nutrition in Turkey: A NATO-science for stability project, Field Crops Research 1999; 60: 175–188.
15. **Cavdar A, Arcasoy O, Cin, S and Gumus H.** Zinc deficiency in geophagia in Turkish children and response to treatment with zinc sulphate, Haematologica 1980; 65: 403–408.
16. **Prasad AS, Fitzgerald JT, Hess JV, Kaplan J, Pelen F and Dardenne M.** Zinc deficiency in elderly patients, Nutrition 1993; 9: 218–224.
17. **Wellinghausen N, Kirchner H and Rink L.** The immunobiology of zinc, Immunol Today 1997; 18: 519–521.
18. **Schneider CL and Nordlund DJ.** Prevalence of vitamin and mineral supplement use in the elderly. J Fam Pract 1983; 17: 243-7.
19. **Mocchegiani E, Muzzioli M, Cipriano C and Giacconi R.** Zinc T-cell pathways aging role of metallothioneins, Mech Ageing Develop 1998; 106: 183–204.
20. **Lefebvre D, Beckers F, Ketejslegers JM and Thissen JP.** Zinc regulation of insulin-like grovth factor-1 (IGF-1), growth hormone receptor (GHR) and binding protein (GHBP) gene expression in rat cultured hepatocytes, Mol Cell Endocrinol 1998; 16: 127 – 136.
21. **Gold G and Grodsky GM.** Kinetic aspects of comparrmental storage and secretion of insulin and zinc, Experientia 1984; 40: 1105 – 1114.
22. **Bedwall RS and Bahuguna A.** Zinc, copper and selenium in reproduction, Experientia 1994; 50: 626–640.
23. **Prasad AS, Mantzoros CS, Beck FW, Hess JW and Brewer GJ.** Zinc status and serum testosterone levels of healthy adults, Nutrition 1996; 12: 344 – 348.
24. **Baltacı AK, Moğulkoç R, Bediz CŞ, Kutlu S, Sandal S ve Doğru O.** Ratlarda hipotiroidizmin plazma çinko düzeylerine etkisi, Türkiye Tıp Derg 1999; 6: 105–109.

25. **Bediz CŞ, Baltacı AK, Tiftik AM, Vatansev H ve Gökçen M.** Ratlarda çinko eksikliğinin bazı hormonlar üzerine etkisi, SÜ Tıp Fak Derg 1999; 15: 59–63.
26. **Prasad AS.** Zinc and immunity, Mol Cell Biochem 1998; 188: 63–69.
27. **Baltaci AK, Ozyurek K, Mogulkoc R, Kurtoglu E and Oztekin E.** Effects of zinc deficiency and supplementation on some hematologic parameters of rats performing acute swimming exercise, Acta Physiol Hung 2003; 90: 125-32.
28. **Baltaci AK, Mogulkoc R, Turkoz Y, Bediz CS, Ozugurlu F.** The Effect of Pinealectomy and Zinc Deficiency on Nitric Oxide Levels in Rats with Induced Toxoplasma Gondii Infection. Swiss Medical Weekly 2004; 134: 359-363.
29. **Hadden JW.** Thymic endocrinology, Ann N Y Acad Sci. 1998; 840: 352-8.
30. **Sampson B, Fagerhol MK, Sunderkotter C, Golden BE, Rehmond P, Klein N, at all.** Hyperzinconemia and hipercalprotectinaemia ; anew disorder of metabolism, Lanset 2002; 360: 1742-45.
31. **Ma ZJ and Yamaguchi M.** Role of endogenous zinc in the enhancement of bone protein synthesis associated with bone growth of newborn rats, J Bone Miner Metab 2001; 19: 38-44.
32. **Nishi Y.** Zinc and growth, J Am Coll Nutr 1996; 15: 340 – 344
33. **Salgueiro MJ, Zubillaga MB, Lysionek AE, Caro RA, Weill R and Boccio JR.** The role of zinc in the growth and development of children, Nutrition 2002; 18: 510-9.
34. **Lichti E, Turner M, Deweese M and Henzel J.** Zinc concentration in venous plasma before and after exercise in dogs, Missouri Med 1970; 2: 303–304.
35. **Hetland O, Brudak EA, Refsum HE and Stromme SB.** Serum and erythrocyte zinc concentrations after prolonged heavy exercise, In, Howard H, Poortmans P, ds, Metabolic adaptation to prolonged physical exercise, Basel-Brikhausen Verlag 1975; 367–370.
36. **Marrella M, Guerrini F, Solero PL, Tregnaghi PL, Schena F and Velo GP.** Blood copper and zinc changes in runners after a marathon, J Trace Elem Electrolytes Health Dis 1993; 7: 248 – 250.

37. **Dressenderfor RH, Wade CE, Keen CL and Scaff JH.** Plasma mineral levels in marathon runners during a 20-day road race, Phys Sportsmed 1982; 10: 113–118.
38. **Lukaski HC, Bolonchuk WW, Kleway LM, Milne DB and Sandstead HH.** Maximal oxygen consumption as related to magnesium, copper and zinc nutriture, Am J Clin Nutr 1983; 37: 407–415.
39. **Mundie TG and Hare B.** Effects of resistance exercise on plasma, erithrocyte and urine Zn, Biol Trace Elem Res 2001; 79: 23 – 28.
40. **Clarkson PM.** Micronutrients and exercise: anti-oxidant and minerals, J Sport Sci 1995; 13: 11 – 14.
41. **Singh A, Moses FM, Smoak BL and Deuster PA.** Plasma zinc uptake from a supplement during submaximal running, Med Sci Sports Exerc 1992; 24: 442–446.
42. **Lukaski HC.** Effects of exercise training on human copper and zinc nutriture, Adv Exp Med Biol 1989; 258: 163 – 170.
43. **Cordova A and Escanero JF.** Influence of lithium and exercise on serum levels of copper and zinc in rats, Rev Esp Fisiol 1991; 47: 87 – 90.
44. **Anerson RA, Bryden NA, Polansky MM and Deuster PA.** Acute exercise effects on urinary losses and serum concentrations of copper and zinc of moderately trained and untrained men consuming a controlled diet, Analyst 1995; 120: 867–870.
45. **Dressenderfor RH and Sockolov R.** Hypozincemia in runners, Phys Sportsmed 1980; 8: 97 – 100.
46. **Cordova A, Gimenez M and Escanero JF.** Changes of plasma zinc and copper at various times of swimming until exhaustion in the rat, J Trace Elem Electrolytes Health Dis 1990; 4: 189–192.
47. **Haralambie G.** Serum zinc athletes in training, Int J Sports Med 1981; 2: 135–138.
48. **Khaled S, Brun JF, Cassanas G, Bardet L and Orsetti A.** Effects of zinc supplementation on blood rheology during exercise, Clin Hemorheol Microcirc 1999; 20: 1 –10.
49. **Campbell WW and Anderson RA.** Effects of aerobic exercise and training on the trace minerals chromium, zinc and copper, Sports Med 1987; 4: 9 – 18.

50. **Couzy F, Lafargue P and Guezennec CY.** Zinc metabolism in the athlete: influence of training nutrition and other factors, Int J Sports Med 1990; 11: 263–266.
51. **Tipton K, Green NR, Haymes EM and Waller M.** Zinc loss in sweat of athletes exercising in hot and neutral temperatures, Int J Sport Nutr 1993; 3: 261 – 267.
52. **Nosaka K and Clarkson PM.** Changes in plasma zinc following high force eccentric exercise, Int J Sport Nutr 1992; 2: 175 – 184.
53. **Cordova A and Navas FJ.** Effect of training on zinc metabolism: changes in serum and sweat zinc concentrations in sportsmen, Ann Nutr Metab 1998; 42: 274–282.
54. **Schardt F.** Effects of doses of cereal foods and zinc on different blood parameters in performing athletes, Z Ernahrungswiss 1994; 33: 207 – 216.
55. **Lukaski HC, Bolonchuk WW, Klevay LM, Milne DB and Sandstead HH.** Changes in plasma zinc content after exercise in men fed a low-zinc diet, Am J Physiol 1984; 247: 88 – 93.
56. **Cordova A.** Zinc content in selected tissues in streptozotocin-diabetic rats after maximal exercise, Biol Trace elem Res 1994; 42: 209 – 216.
57. **Konig D, Weinstock C, Keul J, Northoff H and 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.
58. **Singh A, Failla ML and Deuster PA.** Exercise-induced changes in immune function: effects of zinc supplementation, J Appl Physiol 1994; 76: 2298–2303.
59. **Semin I, Kayatekin BM, Gonenc S, Acikoz E, Uysal N, Delen Y and Gure A.** Lipid peroxidation and antioxidant enzyme levels of intestinal and muscle tissues aftere a 60 minutes exercise in tarined mice, Indian J Physiol Pharmacol 2000; 44: 419 – 427.
60. **Cao GH and Chen JD.** Effects of dietary zinc on free radical generation, lipd peroxidation, and superoxide dismutase in trained mice, Arch Biochem Biophys 1991; 291: 147 – 153.
61. **Clarkson PM.** Minerals: exercise performance and supplementation in athletes, J Sports Sci 1991; 9: 91 – 116.

62. **Clarkson PM and Haymes EM.** Trace mineral requirements for athletes, Int J Sport Med 1994, 4, 104 – 119.
63. **Gleeson M and Bishop NC.** Elite athlete immunology: importance of nutrition, Int J Sports Med 2000; 1: 44 – 50.
64. **Bordin D, Sartorelli L, Bonanni G, Mastrogiacomo I and Scalco E.** High intensity physical exercise induced effects on plasma levels of copper and zinc, Biol Trace Elem Res 1993; 36: 129 – 134.
65. **Lukaski HC.** Magnesium, zinc, and chromium nutriture and physical activity, Am J Clin Nutr 2000; 72: 585 – 593.
66. **Mcdonald R and Keen CL.** Iron zinc and magnesium nutrition and athleticperformance, Sports Med 1998; 5: 171 – 184.
67. **Haymes EM.** Vitamin and mineral supplementation to athletes, Int J Sport Nutr 1991; 1: 146 – 169.
68. **Kugelmas M.** Preliminary observation: oral zinc sulfate replecement is effective in treating muscle cramps in cirrhotic patients, J Am Coll Nutr 2000; 19: 13 – 15.
69. **Khaled S, Brun JF, Micallel JP, Bardet L, Cassanas G, Monnier JF and Orsetti A.** Serum zinc and blood rheology in sportsmen (football players), Clin Hemorheol Microcirc 1997; 17: 47 – 58.
70. **Brun JF, Dieu-Cambrezy C, Charpiat A, Fons C, Fedou C, Micallef JP, Fusseillier M, Bardet L and Orsetti A.** Serum zinc in highly trained adolescent gymnasts, Biol Trace Elem Res 1995; 471: 373 – 378.
71. **Seco C, Revilla M, Hernandez ER, Gervas J, Gonzales-Riola J, Vill LF and Rico H.** Effects of zinc supplementation on vertebral and femoral bone mass in rats on strenuous treadmill training exercise, J Bone Minor Res 1998; 13: 508–512.
72. **Cordova A, Gimenez M and Escanero JF.** Effect of swimming to exhaustion, at low temperatures on serum Zn, Cu, Mg and Ca in rats, Physiol Behav 1990; 48: 595 – 598.
73. **Dursun N, Aydoğan S ve Saraymen R.** Akut yüzme egzersizinin vücuttaki çinko-bakır dağılımına etkisi, Spor Hek Derg 1991; 26: 59 – 64.
74. **Çavuşoğlu H.** Egzersiz ve kan, İstanbul Tıp Fakültesi 11. Kurultayı Bidiri Kitabı 1991; 249 – 252

75. **Akar S, Beydağı H, Temoçin S, Süer C ve Erenmemişoğlu A.** Egzersizin bazı kan parametreleri üzerine etkisi, Spor Hek Derg 1992; 27: 93 – 99.
76. **Özyener F, Gür H ve Özlük K.** Sedanter erkeklerde yorgunluğa kadar yapılan kısa süreli maksimal bir egzersizi takiben kan hücrelerinde gözlenen değişiklikler, SBD 1994; 6: 27 – 37.
77. **Beydağı H. Çoksevim B, Temoçin S ve Akar S.** Akut submaksimal egzersizin spor yapan ve yapmayan kişilerde lökositlere etkisi, Spor Hek Derg 1993; 28: 52–62.
78. **Beydağı H, Çoksevim B, Temoçin S ve Akar S**. Akut submaksimal egzersizin spor yapan ve yapmayan kişilerde koagülasyona etkisi, Spor Hek Derg 1992; 27: 113–119.
79. **Beydağı H, Çoksevim B ve Temoçin S.** Spor yapan ve yapmayan gruplarda bazı eritrositer parametrelere egzersizin etkisi, Gaziantep Üniversitesi Tıp Fak Derg 1994; 5: 21-28.
80. **Temoçin S, Aydoğan S, Beydağı H ve Süer C.** Laboratuvar hayvanlarında (sıçanlarda) akut koşma ve yüzme egzersizlerinin kan parametreleri üzerine etkileri, Spor Hek Derg 1992; 27: 121 – 131.
81. **Dursun N, Aydoğan S ve Akar S.** Akut yüzme egzersizinin kan parametrelerine etkisi, Spor Hek Derg 1990; 25: 147 – 152.
82. **Arslan C, Bingölbalı A, Kutlu M ve Baltacı AK.** Voleybol ve atletizm sporunun kız çocukların hematolojik ve biyokimyasal parametrelerine etkisi, Bed Eğt Spor Bil Derg 1997; 2: 28 – 34.
83. **Baltacı AK, Moğolkoç R, Üstündağ B, Koç S ve Özmerdivenli R.** Sporcu genç kızlarda bazı hematolojik parametreler ile plazma proteinleri ve serum çinko, kalsiyum, fosfor düzeyleri, Bed Eğt Spor Bil Derg 1998; 3: 21 – 30.
84. **Moğolkoç R, Baltacı AK, Üstündağ B, Özmerdivenli R ve Kutlu S.** Sporun erkek çocuklarda bazı hematolojik ve biyokimyasal parametreler üzerine etkisi, Spor Hek Derg 1997; 31: 1 – 10.
85. **Cordova A, Navas FJ and Escanero JF.** The effect of exercise and zinc supplement on the hematological parameters in rats, Biol Trace Elem Res 1993; 39: 13 - 20.
86. **Yalcin O, Bor-Kucukatay M, Senturk UK and Baskurt OK.** Effects of swimming exercise on red blood cell rheology in trained and untrained rats, J Appl Physiol 2000; 88: 2074 – 2080.

87. **Proyor WA.** Free radicals. New York: McGraw – Hill; 1966.
88. **Klug A, Rhodes D.** Zinc Fingers: A Novel Protein Motif for Nucleic Acid Recognition. TIBS 1998; 7: 464 – 473.
89. **Kelly RE, Mally MI, Evans DR.** The Dihydroorotase Domain of the Multifonctional Protein CAD. J Biol Chem 1986; 261: 6073 – 6081.
90. **Fu, HW, Moomaw JF, Moomaw CR and Casey PJ.** Identification of Cysteine Residue Essential for Activity of Protein Farnesyltransferase. Cys 299 os Exposed Only Upon Removal of Zinc From the Enzyme. J Biol Chem 1996; 271: 28541 – 28548.
91. **Gibbs PNB, Gore MG and Jordan PM.** Investigation of The Effect of Metal Ions on the Reactivity of Thiol Groups in Humans: Aminolevulinate Dehydratase. Biochem J 1985; 225: 573 – 580.
92. **Chevion M.** A Site Specific Mechanism for Free Radical Induced Biological Damage: The Essential Role of Redox – Active Transition Metals. Free Radic Biol Med 1988; 5: 27 – 37.
93. **Bhat R, Hadi SM.** DNA Breakage by Tannic Acid and Cu (II): Sequence Specificity of the Reaction and Involment of Active Oxygen Species. Mutat Res Environ Mutagen Rel Subj 1994; 313: 39 – 48.
94. **Halliwell B, Gutteridge JMC.** Free Radicals in Biology and Medicine Oxford University Pres New York USA 2000; 534–537.
95. **Urso ML, Clarkson PM.** Oxidative Stress, Exercise, and Antioxidant Supplementation. Toxicology 2003; 189(1 -2): 41 -54.
96. **Deaton CM and Marlin DJ.** Exercise-Associated Oxidative Stress, Clin Tech Equine Prac 2003; 2 (3): 278 – 291.
97. **Vollaard NB, Shearman JP, Cooper CE.** Exercise-Induced Oxidative Stress: Myths, Realities and Physiological Relevance. Sports Med 2005; 35(12): 1045-62.
98. **Bloomer RJ, Goldfarb AH, Wideman L, Mckenzie MJ, Consitt LA.** Effects of Acute Aerobic and Anaerobic Exercise on Blood Markers of Oxidative Stress. J Strength Cond Res 2005; 19(2): 276-85.
99. **Alessio HM, Hagerman AE, Fulkerson BK, Ambrose J, Rice RE, Wiley RL.** Generation of Reactive Oxygen Species After Exhaustive Aerobic and Isometric Exercise Med Sci Sports Exerc 2000; 32(9): 1576-81.

100. **Radak Z, Taylor AW, Sasvari M, Ohno H, Horkay B, Furesz J, Gaal D, Kanel T.** Telomerase Activity is Not Altered by Regular Strenuous Exercise in Skeletal Muscle or by Sarcoma in Liver of Rats. Redox Rep 2001; 6(2): 99-103.

101. **Quindry JC, Stone WL, King J, Broeder and CE.** The Effects of Acute Exercise on Neutrophils and Plasma Oxidative Stress. Med Sci Sports Exerc 2003; 35(7): 1139-45.

102. **Liu J, Yeo HC, Overvik-Douki E, Hagen T, Doniger SJ, Chyu DW. Brooks GA, Ames BN.** Chronically and Acutely Exercised Rats: Biomarkers of Oxidative Stress and Endogenous Antioxidants, Appl Physiol 2000; 89(l): 21-8.

103. **Somani SM, Frank S, Rybak LP.** Responses of Antioxidant System to Acute and Trained Exercise in Rat Heart Subcellular Fractions Pharmacol Biochem Behav 1995; 51 (4): 627-34.

104. **Terblanche SE.** The Effects of Exhaustive Exercise on the Activity Levels of Catalase in Various Tissues of Male and Female Rats. Cell Biol Int 2000; 23(11): 749-53.

105. **Miyazaki H, Oh-Ishi S, Ookawara T, Kizaki T, Toshinai K, Ha S, Haga S, Ji LL, Ohno H.** Strenuous Endurance Training in Humans Reduces Oxidative Stress Following Exhausting Exercise. Eur J Appl Physiol 2001; 84(l-2): l-6.

106. **Bloomer RJ, Goldfarb AH.** Anaerobic Exercise and Oxidative Stress: A review. Can J Appl Physiol 2004; 29(3): 245 – 263.

107. **Greathouse KL, Samuels M, Dimarko NM, Criswell DS.** Effects of Increased Dietary Fat and Exercise on Skeletal Muscle Lipid Peroxidation and Antioxidant Capacity in Male Rats Eur J Nutr 2005; 44(7): 429-435.

108. **Powers SK, Criswell D, Lawler J, Ji LL, Martin D, Herb RA, Dudley G.** Influence of Exercise and Fiber Type on Antioxidant Enzyme Activity in Rat Skeletal Muscle Am J Physiol 1994; 266(2Pt2): 375 – 380.

109. **Leeuwenburgh C, Heinecke JW.** Oxidative Stress and Antioxidants in Exercise Curr Med Chem 2001; 8(7): 829- 838.

110. **Hellsten Y, Apple FS, Sjodin B.** Effect of Sprint Cycle Training on Activities of Antioxidant Enzymes in Human Skeletal Muscle. J Appl Physiol 1996; 81(4): 1484- 1487.

111. **Tauler P, Aguilo A, Gimeno I, Fıentespina E, Tur JA, Pons A.** Response of Blood Cell Antioxidant Enzyme Defences to Antioxidant Diet Supplementation and to Intense Exercise, Eur J Nutr Epub ahead of print 2005.

112. **Robertson JD, Maughan RJ, Duthie GG, Morrice PC.** Increased Blood Antioxidant Systems of Runners in Response to Training Load.Clin Sci (Lond) 1991; 80(6): 611-618.

113. **Coskun S, Gonul B, Guzel NA, Balabanli B.** The Effects of Vitamin C Supplementation on Oxidative Stress and Antioxidant Content in the Brains of Chronically Exercised Rats. Mol Cell Biochem 2005; 280(1-2): 135-8.

114. **Karanth J, Kumar R, Jeevaratnam K.** Response of Antioxidant System in Rats to Dietary Fat and Physical Activity Indian J Physiol Pharmacol 2004; 48(4): 446-52.

115. **Burton GW, Joyce A, Ingold KU.** First Proof that Vitamin E is Major Lipid – Soluble, Chain – Breaking Antioxidant in Human Blood Plasma, Lancet 1982; 2: 327.

116. **Frei B.** Reactive Oxygen Species and Antioxidant Vitamins: Mechanism of Action. Am J Med 1994; 97: 5 – 13.

117. **Deaton CM, Marlin and DJ.** Exercise – Associated Oxidative Stress 2004; 285–286.

118. **Cooper MB, Jones DA, Edwards RH, et al.** The Effect of Marathon Running on Carnitine Metabolisim and on Some Aspect of Muscle Mitochondrial Activities and Antioxidant Mechanisms. J Sports Sci 1986; 4: 79 – 87.

119. **Mena P, Maynar M, Gutierrez JM et al.** Erythrocyte Free Radical Scavenger Enzymes in Bicycle Professional Racers, Adaptation to Training. Int J Sports Med 1991; 12: 563 – 566.

120. **Powers SK, Sen CK.** Physiological Antioxidants and Exercise Training, in Hanninen O (Ed): Handbook Of Oxidants and Antioxidants in Exercise. Amsterdam, Elsevier Science BV 2000; pp 221 – 295.

121. **Leeuwenburg C, Fiebig R, Chandwaney R et al.** Aging and Exercise Training in Skeletal Muscle: Responses of Glutathione and Antioxidant Enzyme Systems. Am J Physiol 1994; 267: 439 – 445.

122. **Somani SM, Frank S, Rybak LP.** Responses of Antioxidant System to Acute and Trained Exercise in Rat Heart Subcellular Fractions. Pharmacol Biochem Behav. 1995; 51: 627 – 634.

123. **Palazzetti S, Richard MJ, Favier A, et al.** Overloaded Training Increases Exercise – Induced Oxidative Stress and Damage. Can J Appl Physiol 2003; 28: 588–604.

124. **SPSS,** Ver., 10,3 userguide, SPSS inc., headquarter, 233 s., Wacker Drive, 11th floor, Chicago, Illinois 2002; 60606.

125. **Prasad AS, Bao B, Beck FW, Kucuk O, Sarkar FH.** Antioxidant Effect of Zinc in Humans, Free Radic Biol Med 2004; 1182–1190.

126. **Bediz CS, Baltaci AK, Mogulkoc R, Oztekin E.** Zinc Supplementation Ameliorates Electromagnetic Field-induced Lipid Peroxidation in the Rat Brain. Tohoku J Exp Med 2006; 208(2):133–140.

127. **Powell SR.** The Antioxidant Properties of Zinc. J Nutr 2000; 130(5S Sup):1447S-1454S.

128. **Ozturk A, Baltaci AK, Mogulkoc R, Oztekin E, Sivrikaya A, Kurtoglu E and 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.

129. **Goode HF, Cowley HC, Walker BE, Howdle PD, Webster and NR.** Decreased Antioxidant Status and Increased Lipid Peroxidation in Patients With Septic Shock and Secondary Organ Dysfunction, Crit Care Med 1995; 646-51.

130. **Galley HF, Davies MJ, Webster NR.** Xanthine Oxidase Activity and Free Radical Generation in Patients with Sepsis Syndrome. Crit Care Med 1996; 24: 1649-53.

131. **Oteiza PI, Adonaylo VN, Keen CL.** Cadmium-induced Testes Oxidative Damage in Rats can be Influenced by Dietary Zinc Intake, Toxicology 1999; 137(1): 13–22.

132. **Oteiza PI, Olin KL, Fraga CG, Keen CL.** Oxidant Defense Systems in Testes From Zinc-Deficient Rats. Proc Soc Exp Biol Med 1996; 213(1): 85–91.

133. **Shaheen AA, El-Fattah AA.** Effect of Dietary Zinc on Lipid Peroxidation, Glutathione, Protein Thiols Levels and Superoxide Dismutase Activity in Rat Tissues, Int J Biochem Cell Biol 1995; 27(1): 89-95.
134. **Cao G.** Effects of Zinc Deficiency and Supplements on Lipid Peroxidation and Superoxide Dismutase in Mice Zhonghua Yi Xue Za Zhi 1991; 71(11): 623–6, 44.
135. **Powers SK, Hamilton K.** Antioxidants and Exercise. Clin Sports Med 1999; 18(3): 525–36.
136. **Child RB, Wilkinson DM, Fallowfield JL, Donnelly AE.** Elevated Serum Antioxidant Capacity and Plasma Malondialdehyde Concentration in Response to a Simulated Half-Marathon Run. Med Sci Sports Exerc 1998; 30(11): 1603–7.
137. **Anuradha CV, Balakrishnan SD.** Effect of Training on Lipid Peroxidation, Thiol Status and Antioxidant Enzymes in Tissues of Rats. Indian J Physiol Pharmacol 1998; 42(1): 64–70.
138. **Gonenc S, Acikoz O, Semin I, Ozgonul H.** The Effect of Moderate Swimming Exercise on Antioxidant Enzymes and Lipid Peroxidation Levels in Children, Indian J Physiol Pharmacol 2000; 44(3): 340–344.
139. **Temiz A, Baskurt OK, Pekcetin C, Kandemir F, Gure A.** Leukocyte Activation, Oxidant Stress and Red Blood Cell Properties after Acute, Exhausting Exercise in Rats, Clin Hemorheol Microcirc 2000; 22(4): 253-9.
140. **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.
141. **Fortes C, Agabiti N, Pacifici R, Forastiere F, Virili F, Zuccaro P, Perruci C A and Ebrahim S.** Zinc Supplementation and Plasma Lipit Peroxides in an Elderly Populatin, Eur J Clin Nutr 1997; 51(2): 97 – 101.

9. EKLER

Ek 1: Gönüllü Katılım Formu

Sayın katılımcı, **"**Elit Güreşçilerde Egzersizin ve Egzersizde Çinko Uygulamasının Antioksidan Aktivite Üzerine Etkisi" konulu çalışmada yer almak üzere davet edilmiş bulunmaktasınız. Bu çalışma, araştırma amaçlı olarak yapılmaktadır. Çalışmaya katılma konusunda karar vermeden önce araştırmanın neden ve nasıl yapıldığını, sizinle ilgili bilgilerin nasıl kullanılacağını, çalışmanın neler içerdiğini, olası yararlarını, risklerini ve rahatsızlıklarını bilmeniz önemlidir. Araştırmacılardan konuyla ilgili bilgileri detaylı bir şekilde öğrenip aileniz ve doktorunuzla tartışın. Çalışma hakkında tam olarak bilgi sahibi olduktan sonra ve sorularınız cevaplandıktan sonra eğer katılmak isterseniz sizden bu formu imzalamanız istenecektir.

Şu anda bu formu imzalasanız bile istediğiniz herhangi bir zamanda bir neden göstermeksizin çalışmayı bırakmakta özgürsünüz. Eğer katılmak istemezseniz veya çalışmadan ayrılırsanız, doktorunuz tarafından sizin için en uygun tedavi planı uygulanacaktır. Aynı şekilde çalışmayı yürüten araştırmacılar çalışmaya devam etmenizin sizin için yararlı olmayacağına karar verebilir ve sizi çalışma dışı bırakabilir.

8 haftalık araştırma sürecinin başında ve sonunda çalışma ve kontrol gruplarına ait katılımcıları aşağıdaki değerlerine bakılacaktır.

<u>1- Vücut Kompozisyonu:</u> Boy, vücut ağırlığı.

<u>2- Deneklerden Kan Örneklerinin Alınması</u>

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 alınacak.

3- Biyokimyasal Analizler: Süperoksit Dismutaz(SOD) (Spektrofotometre ile), glutatyon Peroksidaz(GPx) (Spektrofotometre ile), glutatyon (GSH) (Spektrofotometre ile), malondialdehit (MDA) (Spektrofotometre ile), çinko (Atomik absorpsiyon spektofotometre ile).

03.03.2006 – 03.05.2006 tarihleri arasında yapılacak olan **"**Elit Güreşçilerde Egzersizin ve Egzersizde Çinko Uygulamasının Antioksidan Aktivite Üzerine Etkisi" konulu araştırmaya gönüllü olarak katılmak istiyorum.

Adı Soyadı:

İmza

Tel No:

EK 2: Etik kurul Onay Formu

SELÇUK ÜNİVERSİTESİ BEDEN EĞİTİMİ VE SPOR YÜKSEKOKULU

Etik Kurul Kararları

Toplantı Sayısı : 2006/003	Toplantı Tarihi: 06.03.2006

Gazi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Doktora öğrencisi Mehmet ÖZAL'ın "Çocuklarda, Genç Sporcularda ve Elit Sporcularda Egzersizin ve Egzersizde Çinko uygulamasının Aktioksidan Aktivite ile İmmünolojik Parametreler Üzerine Etkisi ve Melatonin Hormonu ile İlişkisi" isimli projesi Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulu Etik kurul Yönergesi çerçevesinde değerlendirilmiştir.

Bu araştırmada , Çocuk, genç ve elit sporcularda egzersizin ve egzersizde çinko uygulamasının antioksidan sistem ile immünolojik parametreleri nasıl etkilediği ve bu olayların melatonin le ilişkisini araştırmaktır.

Bu araştırmada çinko ile egzersiz arasında melatonin ile egzersiz arasında,çinko ile melatonin arasında kompleks ilişkilerin bulunduğu gözlenmektedir

Yönergede belirtilen araştırıcının sorumlukları saklı kalmak kaydıyla Etik Kurul Yönergesi ilkelerine (İnsanlar üzerindeki yapılacak olan araştırmalar ile ilgili etik ilkelere) uyulduğuna oy birliği ile karar verilmiştir.

Prof. Dr. Beliz SERPEK Başkan	Yrd.Doç.Dr.Hasan AKKUŞ Başkan Yardımcısı	Doç.Dr.A.Kasım BALTACI Üye
Yrd. Doç. Dr Turgut KAPLAN Üye	Yrd. Doç. Dr Mehibe AKANDERE Raportör	

Ek 3: Terminoloji

Akrodermatitis Enteropathica: Çinko yetersizliğine bağlı ağız ve anüste iltihaplı yaralar ve saç kaybı.

Albümin: İnsan ve memeli hayvanların kan plazmasında bulunan en yaygın proteindir. Yağ asitleri ve çeşitli başka maddeleri kanda taşımasının yanı sıra en önemli işlevi, kan ile doku sıvıları arasında suyun dengelenmesini sağlamaktır.

Alkalen Fosfataz: Vücutta neredeyse bütün dokularda bulunan ama ne iş yaptıkları tam anlaşılamamış bir enzimdir. Normal yetişkinde kanda ölçülen ALP ın yarısı karaciğer yarısı da kemik kökenlidir.

Alkol Dehidrogenaz: Metil alkolün metabolizmasında rol oynayan bir enzimdir. Metil alkol etil alkole göre çok daha yavaş metabolize olur. Bu enzime karşı metil alkolle etil alkol arasında bir yarışma vardır. Eğer ortamda etil alkol varsa enzim etil alkolle reaksiyona girer ve metil alkolün zehirleyici etkisini ortadan kaldırır.

Alkoksil Radikali: Reaktif oksijen partiküllerindendir.

Anoreksia: Bu tür yeme bozukluğu, psikolojik kökenli olup zayıflamayı takıntı haline getiren genç kadınlarda daha fazla ortaya çıkar.

Antioksidan Aktivite: Radikallerin oluşumunun engellenmesi, oluşan radikallerin temizlenmesi, daha güçlü radikallerin, metal iyonlarının varlığında daha zayıf radikallere dönüştürülmesi, hasarlanmış hedefin onarılması, hedef dokuların antioksidan kapasitelerinin arttırılması.

Askorbik Asit: Askorbik asit kimyasal açıdan hem indirgen hem de yükseltgen madde olarak etki etmektedir. İndirgen olarak, lipid peroksitleri ile direkt reaksiyona girmekte ve ön-yükseltgen metalleri indirgeyerek lipidlerin oksidasyonuna karşı önleyici bir etki oluşturmaktadır. Askorbik asit aynı zamanda demirin emilimini geliştirmekte ve bu nedenle ekmeğin tüm besin değerinin korunmasına yardımcı olmaktadır.

Azot: Renksiz, kokusuz, tatsız ve inert bir gazdır. Azot, dünya atmosferinin % 78'ini oluşturur ve tüm canlı dokularda bulunur. Azot ayrıca, amino asit, amonyak, nitrik asit, ve siyanür gibi önemli bileşikler de oluşturur.

Barsak Lümeni: Hücrenin açıkta bulunan yüzeyi, boşluğa bakan kısmına denir.

Desmolaz: 17-hidroksilaz ve 17,20 desmolaz aktivitesinin yokluğu sex steroidlerinin oluşumunu yetersiz hale getirerek sekonder sex karekterlerinin yokluğuna (kadınlarda primer amenore, erkelerde pödohermafroditizm) yol açar.

Detoksifikasyon: Toksinlerden arınma.

Dihidroksikolekalsiferol: D vitaminin aktif şekli olup barsaklardan CA emilmesini ve kemikte CA depolanmasını sağlar.

Dilüsyon: Dilüsyon veya seyreltme çözünen payının toplam çözeltiye oranı şeklinde ifadesidir. / işareti kullanır. Bir maddenin dilüsyonu çözünen hacminin toplam hacme bölümüdür.

Fitik Asit: Fazla miktardaki fitik asit çinko emilimini engelleyebilmektedir. Fitik asit işlenmemiş tahıllarda ve diğer posalı yiyeceklerde bulunmaktadır.

Flavoprotein: Bu proteinler mitokondrideki biyolojik reaksiyonlar içerisinde dehidrogenasyon katalizleri gibi fonksiyon görürler.

Glisin: Apolar bir aminoasittir. Yapısal olarak proteinlerde bulunan 20 aminoasit arasında en basit olanıdır. Yan zinciri sadece bir hidrojen atomundan ibarettir.

Globülin: Molekül ağırlığı yüksek bir protein. Sodyum klorür, sodyum sülfat, magnezyum sülfat gibi elektrolit ihtiva eden, zayıf tuzlu solüsyonlarda çözünür. Suda zorlukla erir veya erimez.

Glutamin: Polar yüksüz amino asittir. Toksik amonyağın toksik olamayan deposudur.

Hematokrit: Hematokrit kırmızı kan hücrelerinin oluşturduğu hacmin, toplam kan hacmine oranıdır.

Hemoliz: Hemoliz eritrositlerin (alyuvarların) büyük boyutlarda yıkımı.

Histidin: Esansiyel amino asitlerdendir. Proteinlerde mevcut olan 20 en yaygın doğal amino asitlerden biridir.

HO- (Hidroksi Radikali): Hidroksil radikali kimyada en aktif radikal olarak bilinir. Hemen her moleküle saldırır ve oluştuğu yerdede büyük hasara neden olur.

In Vivo: Canlı organizmalar üzerinde yapılan araştırmalar.

Nötrofil: Nötrofil granülosit olarak da adlarılan lökosit (akyuvar) hücresi.

Nötropeni: Nötrofil sayısının azalmasına denir.

Nükleik Asit: Bütün canlı hücrelerde ve virüslerde bulunan, nükleotid birimlerden oluşmuş polimerlerdir.

Oksihemoglobin: Oksijen ile hemoglobinin birleşmesi sonucu oluşur.

Oligospermia: Erkekleri etkileyen medikal bir semptomdur. Çoğ farklı medikal koşullar gibi çok sayıda farklı nedenlere sahip olan oligospermia sperm konsantrasyonunu azaltabilir.

Ökaryotik Hücre: Ökaryotlar, organel zarı bulunduran dolayısıyla çekirdek materyali hücrenin sitoplazmasına dağılmamış olduğundan da gerçek çekirdeğe sahip organizmaları kapsayan canlı âlemidir. Kalıtsal materyal, hücre içerisinde belirli bir zarla çevrilmiş çekirdeğin içinde bulunur. Kromozomlar DNA'dan ve proteinden oluşmuş olup, mitozla bölnürler. Sitoplâzmalarında karmaşık organeller bulundururlar.

P 450 Enzimi: Sitokrom P450 (CYP450) monooksijenaz enzim sistemleri, matür eritrosit ve iskelet kası hücreleri dışında tüm memeli hücre tiplerinde ve prokaryotlarda bulunan hem-protein ailesidir. Bu enzimler, yapısal olarak farklı çeşitli bileşiklerin oksidasyonunu katalize ederler. Endojen sentezlenen birçok bileşik, CYP450 enzimlerinin substratı olarak görev yapar.

Pikolinik Asit: Krom emilimini ve vücudun krom kullanımını artıran organic bir bileşikleşiktir.

Polimeraz Zincir Reaksiyonu: DNA içerisinde yer alan, dizisi bilinen iki segment arasındaki özgün bir bölgeyi enzimatik olarak çoğaltmak için uygulanan tepkimelere verilen ortak bir isimdir.

Prasad Sendromu: Toprak yiyen çocuklarda tanımlanan bu klinik tablo araştırıcının adı ile Prasad Sendromu olarak literatüre geçmiştir.

Prostatik: Ön parça mesane ile komşu olup, önünden dış idrar yolunun prostatik parçası geçer. Arka parçada prostatik bir oluk bulunur.

Selenyum: Yüksek oranda alınırsa ishal, saç dökülmesi, tırnak kırılması, yorgunluk, sinir sisteminde istemdışı hareketlere neden olur. Simgesi "se" olan, atom numarası 34 olan, kütle numarası 78.96 olan, periyodik cetvelin 4. periyodunda 6a grubunda bulunan element.

Sistein: Bir amino asit. Vücuttaki toksin maddeleri temizler, bu sayede hücreleri korur. Hücreleri radyasyonun zararlı etkilerinden korumasının yanı sıra beyin ve karaciğeri de sigara ve alkolün zararlarından korur. Nefes kanallarında mukusu parçalama özelliği olduğundan genellikle bronşit, amfizem ve tüberküloz tedavisinde faydalıdır.

Sistin: Sistin sinir kas ve bazı dokuların yapı taşlarından olan aminiasitlerden biridir.

Sitrat: Triprotik bir asittir. Sitrik asit doğal bir bileşiktir ve bütün hayvan ve bitki maddelerinde bulunur.

Sülfür: Kendi doğal forundadır ve yeşil kristalize bir katıdır. Doğada saf element yada sülfid ve sülfat minareleri gibi bulunabilir.

Timidin Kinaz: DNA sentezinde önemli fonksiyonu olan enzimdir.

Transisyon: Bir bazın yerine aynı kimyasal grupta yer alan diğer bir bazın geçmesidir.

Triptofan: Triptofan, vücutta serotoninin oluşmasında ve hücrelere taşınmasında önemli bir görev alır.

ZnT – 1: ZnT – 1 organizmada yaygın bir şekilde bulunur ve bir çinko taşıyıcı gibi hareket eder.

ZnT – 2: ZnT – 2 merkezi sinir sisteminde ve testislerde çinko taşınımına hizmet eder.

ZnT – 3: ZnT – 3' ün aktivasyonu çinkonun kese şeklinde paketlenmesiyle ilişkilidir.

ZnT – 4: ZnT – 4 memeliye ait çeşitli dokularda ve özellikle beyinde hızlı çinko taşınımını sağlar.

10. ÖZGEÇMİŞ

31.10.1973 tarihinde Ankara' da doğdu. İlk, orta ve lise öğrenimini Ankara' da tamamladı. 1997 yılında Ankara Gazi Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulundan Güreş Uzmanlık dalı alarak mezun oldu. Aynı yıl Gazi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Antrenörlük Eğitimi Dalında Yüksek lisans'a başladı. 2001 yılında "1999-2000 yılı Güreş Eğitim merkezleri Sınavlarına Katılan Sporculara Uygulanan Testlerin Kazananlar ve Kaybedenler Açısından Araştırılması" konulu tezi ile Yüksek lisans'ını tamamladı. 2005 yılında Milli Eğitim Gençlik ve Spor Genel Müdürlüğü'nden Güreş 4. Kademe (Baş Antrenörlük) Antrenörlük belgesi aldı. Ortaokul yıllarından itibaren Amatör olarak Güreş sporuyla uğraştı. Bu sporda ulusal ve uluslar arası birçok başarılar yaşadı. Bunların en önemlileri içinde Büyükler Grekoromen Güreş Dünya Şampiyonluğu ve Olimpiyat 3. lüğü bulunmaktadır.

2001 yılında Samsun 19 Mayıs Üniversitesinde Doktora Eğitimine başladı. 2001 yılında Ankara Gazi Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulunda Araştırma görevlisi oldu ve Doktora Eğitimine bir sömestr sonra yatay geçiş yaparak Ankara Gazi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsünde Hareket ve Antrenman Bilimleri Dalında devam etti. Yayımlanmış 1 adet makalesi, 1 adet Uluslar arası bildirisi ve yayıma hazır 2 adet özgün makalesi bulunmaktadır. 2007 Ağustos ayında Araştırma Görevlisi Kadrosundan Gençlik ve Spor Genel Müdürlüğü'nde Spor Kontrolörlüğü Kadrosuna Atandı. Evli ve Bir çocuk babasıdır.