

T.C.
SELÇUK ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**YORGUNLUĞA KADAR YAPTIRILAN GECE VE GÜNDÜZ
EGZERSİZLERİNİN ELEMENT METABOLİZMASI ÜZERİNE
ETKİSİ**

Übeyde GÜLNAR

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ANTRENÖRLÜK EĞİTİMİ ANABİLİM DALI

Danışman

Yrd. Doç. Dr. Süleyman PATLAR

KONYA-2012

T.C.
SELÇUK ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**YORGUNLUĞA KADAR YAPTIRILAN GECE VE GÜNDÜZ
EGZERSİZLERİNİN ELEMENT METABOLİZMASI ÜZERİNE
ETKİSİ**

Übeyde GÜLNAR

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ANTRENÖRLÜK EĞİTİMİ ANABİLİM DALI

Danışman

Yrd. Doç. Dr. Süleyman PATLAR

Bu araştırma Selçuk Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü tarafından 12202005 proje numarası ile desteklenmiştir

KONYA-2012

ÖNSÖZ

Elementlerin insan sağlığı ve fizyolojisinde oynadığı rolün belirlenmesi amacıyla son yıllarda yoğun bir şekilde çalışılmaktadır. Mineraller, sporcuların beslenme durumu ve fiziksel performans arasındaki ilişkiyi açıklayan çalışmalarda yeni bilgilere ulaşılmaktadır. Demir, magnezyum, çinko ve krom gibi birçok mineralin performanstaki rolü bu çalışmalarda tanımlanmaktadır. Bu nedenle egzersizle, mineral ve elementlerin ilişkisinin araştırılması konusunda artan bir ilginin olduğu söylenebilir. Bir fiziksel aktivite esnasında minerallerin, performanstaki artışa etki eden fizyolojik olayların önemli düzenleyicileri olduğu bildirilmektedir. Özellikle egzersize bağlı olarak bazı minerallerin vücuttaki miktarları azalmakta, oluşan mineral yetersizliği sonucu da sporcu performansı olumsuz yönde etkilenmektedir. Ayrıca, fiziksel egzersizin element metabolizmasını bozarak bağışıklık sisteminde baskılanmaya yol açtığı, konunun sadece performans yönüyle değil sağlık yönünden de önemli olabileceğine dikkat çekilmiştir. Yorgunluğa kadar yaptırılan gece ve gündüz egzersizlerinin element metabolizması üzerine etkisinin amaçlandığı bu çalışma, sportif yarışmalardaki fiziksel aktivite ve performans üzerinde element metabolizmasının etkilerinin bilinmesi yönünden önemli olabilecektir. Bu çalışmamın tasarlanmasında ve uygulama aşamasında benden yardımlarını esirgemeyen Selçuk Üniversitesi Tıp Fakültesi Fizyoloji Anabilim Dalı Başkanı Öğretim Üyesi Sayın Prof. Dr. Abdülkerim Kasım BALTACI' ya teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

ONAY SAYFASI.....	i
ÖNSÖZ.....	ii
İÇİNDEKİLER	iii
SİMGELER ve KISALTMALAR	vi
1. GİRİŞ	1
1.1. Sodyum (Na), Potasyum (K).....	2
1.1.2. Sodyum ve Potasyum'un Görevleri	2
1.2. Fosfor (P)	3
1.2.1. Fosfor Sindirim ve Emilimi	3
1.2.2. Fosfor Taşınması, Homeostazı ve Atımı	4
1.2.3. Fosfor ve Egzersiz	4
1.3. Kükürt (S)	5
1.3.1. Kükürt'ün Görevleri	6
1.4. Magnezyum (Mg)	6
1.4.1. Magnezyumun Sindirim ve Emilimi.....	7
1.4.2. Magnezyum Taşınması	7
1.4.3. Magnezyum Atımı	7
1.4.4. Magnezyum ve Egzersiz	8
1.5. Kalsiyum (Ca).....	9
1.5.1. Kalsiyum Sindirim ve Emilimi	10
1.5.2. Kalsiyum Taşınması	10
1.5.3. Kalsiyum Atımı.....	10
1.5.4. Kalsiyum ve Egzersiz	11
1.6. Demir (Fe).....	12
1.6.1. Demirin Sindirim ve Emilimi	12
1.6.2. Demir Taşınma ve Depolanması.....	13
1.6.3. Demir Atımı	13
1.6.4. Demir ve Egzersiz.....	13
1.7. Çinko (Zn).....	14
1.7.1. Çinkonun Sindirim ve Emilimi.....	15
1.7.2. Çinko Taşınması	16

1.7.3. Çinko Atımı	16
1.7.4. Çinko ve Egzersiz	17
1.8. Manganez (Mn).....	18
1.9. Bor (B)	19
1.9.1. Bor Sindirim ve Emilimi.....	19
1.9.2. Bor Taşınması, Homeostazı ve Atımı.....	20
1.9.3. Beslenme ile Alınan Borun İnsan Metabolizmasına Etkileri.....	20
1.9.4. Bor ve Egzersiz İlişkisi	21
1.10. Bakır (Cu)	22
1.10.1. Bakır Taşınma ve Depolanması.....	22
1.10.2. Bakır homeostazı ve Atımı	23
1.10.3. Bakır ve Egzersiz	23
1.11. Nikel (Ni).....	24
1.12. Selenyum (Se).....	25
1.12.1. Selenyum Sindirim ve Emilimi.....	25
1.12.2. Selenyum Taşınma ve Depolanması	25
1.12.3. Selenyum Atımı	26
1.12.4. Selenyum ve Egzersiz	26
1.13. Molibden (Mo).....	26
1.14. Kurşun (Pb).....	27
1.14.1. Kurşun'un Sindirim, Emilim ve Atımı	27
1.14.2. Kurşunun Organizmaya Etkileri	28
1.15. Krom (Cr)	28
1.16. Kobalt (Co)	29
1.17. Kadmiyum (Cd)	29
2. GEREÇ ve YÖNTEM	31
2.1. Gereç	31
2.2. Yöntem.....	31
2.2.1. Deneklerden Kan Örneklerinin Alınması	31
2.2.2. Serum Element Tayinleri	31
2.2.3. Akut Yorgunluk Egzersizi (Bruce Protokolü)	32
2.2.4. İstatistiksel Değerlendirmeler	32
3. BULGULAR.....	33

4. TARTIŞMA	38
5. SONUÇ ve ÖNERİLER	44
6. ÖZET	45
7. SUMMARY	46
8. KAYNAKLAR	47
9. EKLER.....	56
10. ÖZGEÇMİŞ	57

SİMGELER ve KISALTMALAR

Na	: Sodyum
ADP	: Adenozindifosfat
ATP	: Adenozintrifosfat
B	: Bor
Ca	: Kalsiyum
Cd	: Kadmiyum
Co	: Kobalt
CP	: Kreatin fosfat
Cr	: Krom
Cu	: Bakır
Fe	: Demir
GTF	: Glikoz Tolerans Faktör
K	: Potasyum
Mg	: Magnezyum
Mn	: Manganez
Mo	: Molibden
Ni	: Nikel
P	: Fosfor
Pb	: Kurşun
PTH	: Paratiroit hormon
RE	: Retikuloendotelyal
S	: Kükürt
Se	: Selenyum
Zn	: Çinko

1. GİRİŞ

Canlı organizmada, biyolojik olaylarda metallerin rolü çok eski zamanlardan beri bilinmekle beraber, gerçek fonksiyonları yakın zamanlara kadar açıklanamamıştır (Berth ve Alphonse 1984). Canlıların yapısında rol alan elementlerin sayısı bugün için doksanın üzerindedir. Esansiyel elementler, eser elementler ile major veya makro elementler olarak ayrılmaktadır. Esansiyel eser elementler dokularda çok küçük miktarlarda bulunan, dokunun yaş ağırlığının 1 gramına pikogramdan mikrograma kadar değişen oranlarda isabet etmelerine karşın, hayat için gerekli ve önemli elementlerdir (Mertz 1981). İnsan vücudu doğuştan gelen özellikleri itibariyle sürekli hareket etme ihtiyacıdadır. Günümüzde spor ve egzersiz ansiklopedik anlamından ayrı olarak daha geniş kapsamlı tanımıyla “kişinin sağlık durumunu iyileştiren ve bu iyi durumu devam ettiren hareketler bütünü” şeklinde ifade edilmektedir (Akgün 1979, Sarı ve ark 1981). Koruyucu rolünden ayrı olarak egzersiz ve spor bir tedavi aracı olarak da değer kazanmaktadır (Fitch ve ark 1976, Groog ve ark 1990). Bu sebeple çağdaş toplumlarda spor giderek daha fazla önem kazanmaya başlamış; egzersiz fizyolojisi gibi yeni araştırma ve spor hekimliği gibi yeni tıp dalları oluşmuştur.

Kardiyovasküler ve solunum sistemi hastalıklarıyla, obezite ve diyabet gibi kronik hastalıklarda fiziksel aktivitenin yararlı sonuçlar verdiği bilinmektedir (Garrow 1986, Holloszy ve ark 1986). Pek çok araştırmacı beslenme ile gelişme ve performansı sürdürme arasındaki ilişki üzerinde durmaktadır. Fiziksel aktivite ile beslenme arasındaki etkileşimi tayin etmek için iki yöntem sıklıkla kullanılmaktadır. Bunlardan birincisi, fiziksel aktiviteye katılanlara değişik içerikli besinler vererek fizyolojik ve performans cevaplarını incelemek, diğeri de fiziksel aktivitenin beslenme üzerindeki etkilerini tayin etmektir (Short ve Short 1983, Brotherhood 1984). Bu nedenle egzersizle, mineral ve elementlerin ilişkisinin araştırılması konusunda artan bir ilginin olduğu söylenebilir (Finstad ve ark 2001).

1.1. Sodyum (Na), Potasyum (K)

Birbirleriyle çok yakın ilişkiler içinde bulunan bu iki elementin bir arada düşünölmeleri her zaman tercih edilen bir durum olmuştur.

Na, doğada en çok miktarda deniz sularında bulunur. Suda kolay eridiğinden, yağmurlarla topraktan denize taşınır. Bu nedenle toprakta yetişen bitkilerde az bulunur. İnsanlar tuz (NaCl) biçiminde aldıklarından dolayı bu elementin noksanlığına uğramazlar. Havuç, karnabahar, kereviz, ıspanak gibi bitkilerde, yumurta, süt ve süt ürünlerinde yeteri kadar bulunur.

Organizmada, en çok kıkırdak deri ve akciğlerde bulunur. Na ekstraselöler bir elementtir. Örneğın, plazmada % 320 mg düzeyinde olmasına karşın, eritrositlerde ki düzeyi % 20 mg dır.

K, toprakta bol miktarda bulunur. Erime yeteneğine sahip olmasına karşılık topraklardaki permutit'ler aracılığıyla adsorbe edilir. Bu şekilde yağmurlarla taşınmaktan kurtulur ve bu şekilde de bitkilerde bol miktarda bulunur.

Organizmada ise kas, karaciğer, beyin ve eritrositlerde bulunur. K intraselöler bir elementtir. Her iki elementte ince barsaklardan emilirler.

Besinlerle fazla sodyum alınması, potasyum tuzlarının, fazla potasyum alınması, sodyum tuzlarının idrarla çıkarılmasına neden olur. Bitkisel besinlerde sodyum hemen hemen hiç bulunmadığı için bitkisel besinlerle beslenen otçullarda ve kısmen insanlarda sodyum gereksinimi yüksektir (Ası 1996).

1.1.1. Sodyum ve Potasyum'un Görevleri

Sodyum, tek başına ekstraselöler sıvıda ozmotik basınç dengesini korur, su kaybına karşı durur. Kasın normal uyarılımını ve hücrenin geçirgenliğini korur.

Potasyum, normal kişilerde kas aktivitesine (özellikle kalp kasına) etkilidir. Hücre içinde asit-baz dengesine, ozmotik basınca su tutulmasına, türlü metabolizma reaksiyonlarına etki eder. Ayrıca, doku hücrelerinin fazlaşmasını sağlayıcı bir etkisi ve diüretik (idrar arttırıcı) fonksiyonuda bilinmektedir.

Serum sodyum miktarı, dehidrasyonda, böbrek üstü bezinin aşırı çalışmasında veya böbrek üstü bezi hormonlarının tedavi amacıyla kullanıldığı durumlarda yükselir. Aşırı su alımında, kronik böbrek hastalıklarında, yanmalarda, ishal, kusma ve şiddetli terlemelerde ise azalır.

Serum potasyum miktarı, yaygın doku harabiyetinde, böbrek üstü bezinin yetersizliğinde yükselir. Böbrek üstü bezinin aşırı çalışmasında, kronik böbrek hastalıklarında ve diüretik ilaçların kullanılmasında düşer. Kandaki miktarı çok azalır, çizgili kaslarda felçler ve kalp kasında bozulmalar görülebilir. Bu üç elementte organizmayı idrar ve ter ile terk eder (Ası 1996).

1.2. Fosfor (P)

Fosfor (P), kalsiyumdan sonra, vücutta bulunan, ikinci büyük elementtir (Bogden ve Klevay 2000, Göğüş 2003). 70 kg bir insanda yaklaşık 560-850 g fosfor (toplam vücut ağırlığının % 0.8-1.2'si) bulunmaktadır (Şimşek ve Kocabay 2002, Gropper ve ark 2009). Vücuttaki fosforun yaklaşık %85'i iskelette **“hidroksi apatit kristalleri”** (Bogden ve Klevay 2000, Inoue 2009) ya da **“kalsiyum fosfat”** olarak, %1'i kanda ve vücut sıvılarında, %14'ü kas gibi yumuşak dokularda bulunmaktadır (Bogden ve Klevay 2000, Colgan 2002, Şimşek ve Kocabay 2002, Aksoy 2008, Gropper ve ark 2009).

Fosfor; karbonhidrat, protein ve yağların metabolizmasında görevli olan enzimlerin bir parçası olarak hücrenin çalışması için gerekli olan, nükleik asit, fosfolipit ve ATP gibi moleküller için anahtar rol oynayan önemli bir makro besin ögesidir (Alphan 2001, Li ve ark 2010).

1.2.1. Fosfor'un Sindirim ve Emilimi

Fosfor yiyeceklerde fosfat yapısında bulunduğundan emilebilmesi için öncelikle serbest hale geçmesi gerekir. Serbest fosfor yapısında jejenumdan emilir (Gropper ve ark 2009). Emilim, alınan kalsiyum miktarı ile ilişkili olup, $1,25(\text{OH})_2\text{D}_3$ tarafından düzenlenir. Serum fosfat düzeyi düştüğünde, böbreklerde $1,25(\text{OH})_2\text{D}_3$ yapımı uyarılır ve intestinalden mineralin emilimi artar. Diyet ile alınan

kalsiyum ve fosfor düzeylerinin orantısızlığı birinden birinin atımını artırıp emilimi azaltır (Aksoy 2008).

1.2.2. Fosfor'un Taşınması, Homeostazı ve Atımı

Fosfor, kanda organik ve inorganik formda bulunur. %70'i fosfolipit ve lipoprotein gibi organik fosfattır. %30'u ise, HPO_4 , H_2PO_4 olarak bulunur (Gropper ve ark 2009).

Ekstrasellüler sıvıda yaklaşık 550 mg fosfat bulunur. Diyet ile alınan fosforun üçte ikisi gastrointestinal sistemden absorpsiyona uğrar. Gastrointestinal sistemden absorbe edilen fosfor günlük gereksinimin üzerinde olup, fazlalık idrar ile atılır (Şimşek ve Kocabay 2002).

Fosforun %65-90'ı idrardan inorganik form ile %10-33'ü ise, dışkı ile atılır. Kalsiyumdaki gibi, yüksek diyet fosforu, yüksek serum fosforuna yol açar ve fazla fosfor idrar ile atılır. Fosfor tüketimi ve plazmadaki fosfor miktarı düşükse, fosforun emiliminde artış olur. Bu geri emilim, plazma fosfor düzeyinde denge sağlanmasına yardımcı olur. PTH'nin artması, idrarda fosfor kaybını artırırken, östrojen ve tiroit gibi hormonlar, fosforun tübüler geri emilimini önler (Gropper ve ark 2009).

Böbrekler serum fosfor düzeyini kontrol altında tutarlar. Plazma fosfatının % 85-90'nı böbrek glomerulu tarafından filtre edilir ve tübüler tarafından büyük bir çoğunluğu kalsiyum ile beraber geri emilir. Serumda mineralin düzeyi arttığında, PTH tübülerden geri emilimi bloke eder ve idrarla atımı artırır. Dolayısıyla serum kalsiyum/fosfor oranı normal düzeyde kalır (Aksoy 2008).

1.2.3. Fosfor ve Egzersiz

Atletik performansta ATP'nin ve CP (kreatin fosfat)'nin yapısına katılması ve enerji üretiminde görev alması dolayısıyla önemli yere sahiptir. Dayanıklılık aktiviteleri sırasında, enerji üretimine katılmakla birlikte aside karşı tamponlayıcı etki göstermekte ve sporcularda yorgunluğun önlenmesine yardımcı olmaktadır (Fink ve ark 2006).

Yapılan araştırmalarda, çoğu sporcunun fosforu yeterli tükettiği belirlenmiştir (Clarkson 1991). Supleman kullanmayan antrene sporcularda kan fosfor seviyesi, 1.5-1.9 nmol/L bulunurken, genel populasyon için yaklaşık 0.75-1.35 nmol/L bulunmuştur. Dinlenme sırasında kan seviyesi yüksek olsa bile, dayanıklılık sporcularında uzun süreli egzersizdeki fosfat kullanımına bağlı olarak seviyesinde düşüş gözlenmiştir (Van den Berghe ve Klomp 2009).

Yapılan bazı çalışmalarda, fosfat yüklemesinin performans üzerindeki olumlu etkileri gösterilmeye çalışılmıştır. 4 g/gün fosfat alımı ile ilgili yapılan çalışmalarda, kas asiditesini azalttığı, yakıt için glikojen üretimini artırdığı ve kas içine hemoglobindeki oksijeni boşaltan enzim 2,3 difosfogliserat seviyesini artırdığı ile ilgili üç farklı etkisi belirlenmiştir. Yapılan bir çalışmada, treadmill egzersizinden sonra fosfor suplemanı alımının maksimum VO₂ seviyesini düzelittiği belirlenmiştir (Benardot 2006). Ayrıca akut fosfor alımının aerobik kapasiteyi düzeltebileceği ile ilgili bulgular mevcuttur (Clarkson 1991, Clarkson ve Haymes 1995).

Ancak, yüksek doz sodyum fosfat kullanımı ise, intestinal rahatsızlık, gastrointestinal sorunlar ve mide bulantısına neden olmaktadır. Ayrıca, yüksek doz fosfat alımı, kalsiyum kaybına sebep olmaktadır (Colgan 2002).

1.3. Kükürt (S)

Doğada, kükürt bileşiklerinden, yalnız protein ve aminoasitlerde bulunan tiyo (HS), ditiyo (- S-S-) ve metiltiyo (CH₃-S-) lardan insan ve hayvan organizması yararlanabilir.

Bazı besinlerde ve sularda bulunan az miktarda sulfat iyonu ve bileşikleri barsaklardan emilirse de, organizma tarafından yararlanılmadan atılır.

Organizmada kükürt oldukça büyük miktarlarda ve özellikle protein biçimindeki kükürtlü aminoasitler halinde bulunur.

Organizmada tüm proteinler, özellikler saç, tüy, tırnaklar, tendonlar, müsin, safra, tükruk salgıları ile eritrositler, insülin gibi hormon, tiamin, biotin gibi vitamin, koenzim A gibi trioz fosfat dehidrojenaz ve süksinik dehidrojenaz gibi enzimler kükürt kapsayan maddelerdir.

Kükürt sindirim kanalına iki şekilde girer.

1) Anorganik biçimde. (Na, K, Mg sulfatlar biçiminde) Bu kükürt barsaklardan olduğu gibi doğrudan doğruya emilir.

2) Organik biçimde. (proteinlerde ki bazı aminoasitlere bağlı kükürt biçiminde) Bu kükürt de, proteinler, barsaklarda hidrolize olup yapı taşları olan aminoasitlere ayrıldıktan sonra, kükürtlü aminoasitler halinde emilirler (Ası 1996).

1.3.1. Kükürt'ün Görevleri

Organik kükürdün çoğu anorganik sulfatla oksitlenip kan dolaşımına geçer ve idrarla atılır.

Karaciğerde oksidasyondan kurtulan kükürt, kükürt taşıyan çeşitli organik maddelerin, örneğin, kükürtlü aminoasitlerin, heparin'in sentezinde kullanılır.

Anorganik sulfatların bir kısmı barsaktan gelen kokuşma ürünü toksik moleküllerin (krezol, difenol, indoksil vb.) zehirsizleştirilmesinde kullanılır.

Androjen ve östrojenler gibi steroid hormonlarda metabolizmaları sırasında sulfatla konguje olurlar.

Kükürt organizmayı idrardan başka, tükürük, sindirim salgıları ile tırnak ve kılların dökülmesi ile terk eder (Ası 1996).

1.4. Magnezyum (Mg)

Magnezyum (Mg), sinir iletimi, kas kontraksiyonu ve özellikle ATP'den enerji oluşumunda görev alan, 300'den fazla enzimatik reaksiyona katılan bir mineraldir (Ivy ve Portman 2004, Lukaski 2004). Vücutta miktar bakımından dördüncü, intraselüler olarak ise potasyumdan sonra ikinci en çok bulunan katyondur (Kalaycıoğlu ve ark 2000). Bütün hücrelerde bulunmakla birlikte kemikte, kasta ve yumuşak dokularda konsantrasyonu daha yüksektir (Göğüş 2003, Ivy ve Portman 2004). 70 kg bir insanda, yaklaşık 25 g bulunmaktadır (Baysal 2007, Baysal 2009). Bunun yaklaşık %60'ı kemik ve dişlerde, %26'sı kaslarda, kalanı yumuşak

dokularda ve vücut sıvılarında bulunur (Kalaycıoğlu ve ark 2000, Bohl ve Volpe 2002, Baysal 2007, Gropper ve ark 2009).

Vücut magnezyumunun %45'i intraselüler, %1'i ise ekstraselüler magnezyumdur (Kalaycıoğlu ve ark 2000, Bohl ve Volpe 2002, Özdemir ve Rodoplu 2004). İntraselüler magnezyum konsantrasyonu ~1-3 mmol/L (2.4-7.3 mg/dL)'dir (Kalaycıoğlu ve ark 2000). Normal serum magnezyumu 1.8-3.0 mg/dL arasındadır (Bohl ve Volpe 2002). Serum magnezyumunun ise, %55'i serbest, %30'u proteinlere bağlı (özellikle albumin) ve %15'i fosfat, sitrat ve diğer anyonlarla kompleks halde bulunur (Kalaycıoğlu ve ark 2000, Aksoy 2008,).

1.4.1. Magnezyum'un Sindirim ve Emilimi

Tüketilen ve sindirilen mineral genellikle iki değerlikli magnezyum (Mg^{+2}) veya magnezyum asetat yapısındadır (Aksoy 2008). Diyetle alınan magnezyumun yaklaşık %30-50'si emilir (Bohl ve Volpe 2002). Magnezyumun emilimi, ince bağırsak boyunca gerçekleşir. Ancak maksimum emilim distal jejunum ve ileumda olur. Emilim hem aktif hem de pasif taşıma yolu ile gerçekleşir (Bohl ve Volpe 2002, Şimşek ve Kocabay 2002, Gropper ve ark 2009).

1.4.2. Magnezyum'un Taşınması

Magnezyumun çoğu (%50-55) plazmada serbest halde, %33'ü proteinlere bağlı, %13'ü sitrat, fosfat ve sülfat iyonlarına bağlı halde bulunur. Proteine bağlı olan %33'lük magnezyumun %30'u albumine, geri kalanı globuline bağlı olarak bulunur (Gropper ve ark 2009).

1.4.3. Magnezyum'un Atımı

Magnezyumun diyetle alımındaki değişiklik emilimi ve atımı etkiler. Vücuttaki magnezyumun çoğu, böbrekler yolu ile atılır. %65'i henle kulbundan, %30'u proksimal tübülden geri emilir. Bu yüzden sadece %5'lik kısmı idrar ile dışarı atılır. (Bohl ve Volpe 2002, Şimşek ve Kocabay 2002, Gropper ve ark 2009). %25-30'u proksimal tubulden pasif transport yoluyla (sodyum emilimine eşlik ederek), %65'i henle kulpunun çıkan kolunun kalın kısmından geri emilir (Bayraktar 1990, Şimşek ve Kocabay 2002). Protein, alkol ve kafein gibi diüretik etki göstericilerin

alınması magnezyum atımını artırır. Aksine PTH, tübüllerden magnezyum emilimini kolaylaştırarak, atımı önler. 25-50 mg/gün dışkı ile 15 mg/gün ter ile atılır (Bohl ve Volpe, 2002, Şimşek ve Kocabay 2002, Gropper ve ark 2009).

1.4.4. Magnezyum ve Egzersiz

Magnezyumun, sağlık üzerindeki yararlı etkisinin yanı sıra son zamanlarda, performans üzerindeki etkisi üzerinde de durulmaktadır. Son araştırmalarda, magnezyumun kas kramplarını önleyici etkisi üzerinde çalışmalar yapılmakta, magnezyum yetersizliğinin kas kramplarına neden olduğu ve performansı olumsuz etkilediği belirtilmektedir. Ergojenik etkisi hala tartışılmasına karşın, yeterli miktarda tüketilmesinin sağlık için gerekli olduğu bilinen bir gerçektir (Fink ve ark 2006).

Magnezyum, oksijen kullanımı, enerji metabolizmasında, ATP dâhil yüksek enerji bağı oluşumunda, ATP ve ADP ile ilişkili ve ilişkisiz bütün fosfor transferlerinde, kas kasılması-gevşemesinde ve protein sentezinde önemli görevleri olan bir mineraldir (Hambidge ve Krebs 2001, Bohl ve Volpe 2002, Göğüş 2003, Aksoy 2008, Laires ve Monteiro 2008). Yapılan bazı çalışmalar, magnezyumun kalp atım oranını azalttığını, dayanıklılık zamanını uzattığını göstermiştir (Lukaski 2001).

Egzersiz ile birlikte magnezyum depolarında birtakım değişiklikler oluşmaktadır. Ter ve idrar ile kayıp artmaktadır (Bohl ve Volpe 2002, Colgan 2002, Nielsen ve Lukaski 2006). Kısa süreli yüksek şiddetli anaerobik egzersizlerde, magnezyum homeostazisine yönelik çalışmada, egzersiz sonrası plazma magnezyum konsantrasyonunda önemli azalma olduğu belirlenmiştir (Deuster ve ark 1987).

Sporcularda uzun süre magnezyumdan yetersiz beslenme, kas krampları, kalp aritmileri, zihin karışıklığı, yüksek kan basıncına neden olmaktadır. Uzun süreli yüksek şiddetli egzersizlerde, enerji üretimi için magnezyuma ihtiyaç duyulduğundan, ter ve idrar ile kayıp olduğundan magnezyum yetersizliği oluşabilmektedir (Fink ve ark 2006). Bazı çalışmalarda magnezyumun egzersizin başlangıcında düştüğü, egzersiz sonrası 2-24 saatte ise normal seviyeye döndüğü belirlenmiştir (Deuster ve ark 1987). Kuvvet antrenmanları ile birlikte alınan magnezyum suplemanının kas gücü ve kuvvetini artırdığı belirlenmiştir (Brilla ve Haley 1992).

Son araştırmalar magnezyum yetersizliğinde alınan magnezyum suplemanlarının performansı düzelttiğini göstermektedir (Bohl ve Volpe 2002). Magnezyum suplemanının bazı elementler üzerine etkisi ile ilgili yapılan çalışmada, 4 hafta boyunca 10 mg/kg/gün supleman alan grupta, almayanlara nazaran magnezyum, bakır ve çinko seviyesinde ve antrenman kapasitesinde artış olduğu belirlenmiştir (Cinar ve ark 2007). Bir başka çalışmada ise, eritrosit ve hemogloblin seviyesinde artış ile birlikte sporcularda performansın arttığı belirlenmiştir (Cinar ve ark 2007).

Sporcular, magnezyumdan zengin besinleri tüketmeye özen göstermeli, magnezyum yetersizliğinde ise supleman kullanılmalıdır (Position of the American Dietetic Association, 2009).

1.5. Kalsiyum (Ca)

Kalsiyum, vücutta en çok bulunan iki değerli bir katyon (Ca²⁺) ve elzem besin öğesidir. Vücut ağırlığının yaklaşık %1.5-2'sini oluşturur (Gropper ve ark 2009). Yetişkin bir erkeğin vücudunda ortalama 1000-1100 g, kadında ise 800 g civarında kalsiyum bulunur (Maughan 1999). Vücuttaki kalsiyumun %99'u kemiklerde bulunur. %1'i ise kan, kas ve sinir dokusunda bulunmaktadır (Maughan 1999, Alphan 2001, Colgan 2002, Ivy ve Portman 2004, Bass ve Chan 2006).

Kalsiyum, kanın pıhtılaşmasında görevli fibrinin üretimine yardım etmekte sinir uyarıları ve aktivasyonunu kolaylaştıran nörotransmitterlerin salınımına yardımcı olmakta, kas hücreleri içerisine taşınarak hem düz kas, hem de kalp kası ve iskelet kasında, kasılma ve gevşeme sağlamaktadır (Howley ve Franks 1997, Bogden ve Klevay 2000, Alphan 2001, Allgrove 2003, Bass ve Chan 2006, Benardot 2006, Fink ve ark 2006).

Ayrıca, vücut yağının azaltılmasına ve ağırlık kontrolünün sağlanması yardımcı olmaktadır (Fink ve ark 2006). Enzimlerin işlevlerini yapabilmeleri için gereklidir (Bogden ve Klevay 2000, Alphan 2001). Birçok enzimin kofaktörüdür (Clarkson 1995). Hücre içi ve dışı sıvıların dengede tutulmasını sağlar (Alphan 2001).

1.5.1. Kalsiyum'un Sindirim ve Emilimi

Kalsiyum besinlerde ve suplemanlarda çözünmeyen tuz olarak bulunur. Bir miktar kalsiyum emilmeden önce tuzdan ayrılır (Gropper ve ark 2009).

Günlük diyetle 500-1200 mg kalsiyum alınmakta ve bunun ancak %30-50'si (~150-460 mg) emilmektedir. Kalsiyumun aktif absorpsiyonu, kalsitriol ve kalsitriolün sentezini düzenleyen paratiroid hormon (PTH) tarafından düzenlenir (Şimşek ve Kocabay 2001, Peacock 2010).

Kalsiyum homeostazında böbrekler önemli göreve sahiptir. Böbrek kalsiyumunun; >%80-85'i pasif yolla, <%15-20'si aktif yolla geri emilir (Ba ve Friedman 2004). Bağırsaktan emilimi, hem aktif taşınma ile hem de difüzyon yolu ile gerçekleşir (Wasserman 1981, Khazai ve ark 2008, Bronner 2009, Gropper ve ark 2009, Xue ve Fleet 2009).

1.5.2. Kalsiyum'un Taşınması

Kalsiyum, kanda 3 farklı formda taşınır. Bir miktar kalsiyum (~%40); başlıca albumin ve prealbumin proteinlerine bağlı olarak taşınırken, bir miktar kalsiyum (>~%10); sülfat, fosfat ya da sitrat kompleksi şeklinde taşınmaktadır. %50 kalsiyum ise kanda serbest halde (iyonize) dolaşır (Gropper ve ark 2009).

1.5.3. Kalsiyum'un Atımı

Kalsiyum, idrar ve dışkı yolu ile dışarı atılır. İdrarla kalsiyum kaybı, 100-240 mg/gün iken, çoğu böbreklerden geri emilir. Diyet ile yüksek protein alımı idrar yolu ile kalsiyum kaybını artırmaktadır. Yüksek sodyum alımı, aşırı kafein ve diüretikler, kalsiyum dengesini etkileyerek idrar ile kalsiyum kaybını artırır (Insel ve ark 2004).

Diyet ile alınan kalsiyumun yaklaşık %75-80'i fekal yol ile kayba uğramaktadır (Maughan 1999). Dışkı ile kayıp, 45-100 mg (3.29±0.83 mmol/gün)'dir (Insel ve ark 2004).

Egzersiz sırasında ter ile kalsiyum kaybı ise, yaklaşık 57 mg/saat kadar yükselebilmektedir. Sıcak havada uzun süreli egzersizlerde ter ile kayıp artmaktadır (Maughan 1999).

1.5.4. Kalsiyum ve Egzersiz

Kalsiyumun, kas kasılması, kan pıhtılaşması, sinir iletimi gibi görevleri olmakla birlikte, egzersiz sırasında karbonhidratların oksidasyonuna yardımcı olmaktadır (Ivy ve Portman 2004).

Kalsiyumdan zengin beslenme, erişkinlik döneminde kemik sağlığının korunmasına yardımcı olmaktadır (Position of the American Dietetic Association 2009).

Özellikle yürüme, koşma, ağırlık kaldırma gibi egzersizler, kemik yapısının korunmasına yardımcı olan egzersizlerdir (Fink ve ark 2006).

Sporcular sıklıkla, fiziksel performanslarını düzeltmek için değil de, kırık riskini önlemek için kalsiyum suplemanı tüketirler (Benardot 2006). Çoğu elit olmak isteyen ve bu nedenle çok yüksek şiddetli antrenman yapan sporcuda, steroid hormon seviyesinde azalma ve kemik kayıpları oluşmaktadır. Bu kayıplar hem erkeklerde hem kadınlarda görülmekle birlikte özellikle kadın sporcular arasında daha yaygındır. Östrojen kaybı ve besin ögesi alımındaki yetersizlik ile seyreden bu durum, kadın sporcularda amenore, anoreksia ve osteoporoz üçlüsü yani **“kadın sporcu tiradı”** adını almakta ve büyük sorunlara neden olarak sağlığı ve performansı olumsuz etkilemektedir (Colgan 2002). Kadın sporcular, 1800 kcal/gün'den az enerji tükettiğinde, yeterli makro ve mikro besin ögesi alımı da zorlaşmaktadır (Manore 1999).

Özellikle enerjisi kısıtlı diyetler ile birlikte hayvansal kaynaklı besinlerin diyetle kısıtlanması kalsiyum, demir, magnezyum ve çinkonun yetersiz alınmasına neden olmaktadır (Fink ve ark 2006).

Akut egzersiz sonucunda, hem serumdaki iyonize hem de iyonize olmayan kalsiyumda artış meydana gelirken, maraton koşanlarda, geçici olarak idrar kalsiyumu ve serum osteokalsin seviyesi azalmaktadır (Turgut ve ark 2000).

Dayanıklılık antrenmanında, D vitamininin aktif formunun serum seviyesi artmakta ve bu durum, kalsiyum emiliminde artışa yol açarak vücuttaki kalsiyum seviyesini artırmaktadır (Maughan 2001).

Yapılan bir çalışmada 4 hafta boyunca kalsiyum suplemanı alan (35 mg/kg/gün kalsiyum glukonat) sporcularda yorgunluk sonrasında beyaz ve kırmızı kan hücrelerinde artış olduğu saptanmıştır (Cinar ve ark 2010). Yine bir başka çalışmada kalsiyum suplemanı alan sporcularda testosteron seviyesinde artış olduğu belirlenmiştir (Cinar ve ark 2009).

Sporcuların kalsiyum durumu zor ölçülmektedir. Genellikle ölçüm, kandan yapılır. Ancak, kan değeri, yumuşak doku ve kemiklerdeki kalsiyum durumunu pek yansıtmaz. Sporcular, kemik ve kas kazanımı için kalsiyumdan zengin besinleri tüketmeye özen göstermelidir. 2500 mg/gün üzerinde kalsiyum tüketimi ise, demir ve çinko dengesini bozmakta, böbrek taşına neden olmaktadır (Colgan 2002).

1.6. Demir (Fe)

Demir (Fe), vücutta oksijenin taşınması, mitokondrial enerji metabolizması, DNA sentezi, elektron transportu, detoksifikasyon gibi önemli görevleri olan bir elementtir (Hentze ve Kuhn 1996, Ponka 2000, Schumacher ve ark 2002). Ancak, en önemli görevi, hemoglobinin bileşiminde bulunması ve akciğerlerden dokulara oksijen taşınmasıdır (Maughan 1999, Lukaski 2004). İnsan vücudunda yaklaşık, 2-4 g demir (kadın için; ~35mg/kg, erkek için ~45 mg/kg) bulunur (Zotter ve ark 2004, Gropper ve ark 2009).

1.6.1. Demir'in Sindirim ve Emilimi

Sağlıklı insanlar için demir, emilim, depolanma ve atım işlemlerine tabidir. Vücuttaki demir dengesi gastrointestinal yol ile sağlanır. Hem ve hem olmayan (nonhem) demir farklı mekanizmalarla emilir (King 2000). Hem demir, hayvansal kaynaklı besinlerde bulunur ve emilimi hem olmayana nazaran daha kolay gerçekleşir (Layrisse 1968, King 2000, Alphan 2001). Emilim yaklaşık %25 oranındadır (Baysal 2009).

Demir emilimi sınırlı olarak intestinal kanalın bütün bölümlerinden gerçekleşse de başlıca emilim yeri duodondur (Ergin 2005, Baysal 2009). %10-30'u duodondan emilmekte, emilmeyen %70-90'ı dışkı ile atılmaktadır (Aksoy 2008).

1.6.2. Demir'in Taşınma ve Depolanması

Demir ince bağırsaktan absorbe edildiği zaman derhal bir beta globulin olan, apotransferrine bağlanarak transferrini oluşturur ve bu şekilde kan plazmasında taşınır (Akgüneş 2004, Gropper ve ark 2009). Demir eksikliğinde transferin reseptör sayısında artış görülmektedir (King 2000, Schumacher ve ark 2002, Insel ve ark 2004,). Transferinin demir bağlama kapasitesi %20-35'tir ve geri kalan demir plazmadaki diğer alıcılar tarafından tutulmaktadır (Aksoy 2008).

Demir, karaciğer, kemik iliği ve dalakta depo edilmektedir. Demirin %60'ı karaciğerde, geri kalan %40'ı ise karaciğer, dalak ve kemik iliğindeki retikuloendotelyal (RE) hücrelerde bulunur (Gropper ve ark 2009).

1.6.3. Demir'in Atımı

Günlük demir kaybı, erkekler için ortalama 1.0 mg/gün, (King 2000, Gropper ve ark 2009) kadınlarda 1.3 mg/gün'dür (King 2000). Demir, feçes, idrar ter, saç, deri ve intestinal yol ile kayba uğramaktadır (Hahn ve ark 1943, Fink ve ark 2006). Kaybın çoğu (0.6 mg/gün) feçes yolu ile gerçekleşmektedir. 0.2-0.3 mg/gün ter, az miktarda idrar (0.1 mg/gün) deriden döküntü yolu ile (0.2-0.3 mg) olmaktadır (King 2000).

1.6.4. Demir ve Egzersiz

Demir hemoglobin ve miyoglobinin yapısında bulunan, oksijenin taşınmasında görev alan sağlık ve performans için kritik öneme sahip bir mineraldir (Fink ve ark 2006). Özellikle dayanıklılık sporcularında oksijenin taşınmasında önemli görev üstlenmiştir (Position of the American Dietetic Association 2009).

Bunun dışında demirin enerji metabolizmasında, (Maughan 1999) sinir sisteminde, (Benardot 2006) immün fonksiyonda, (Gleeson ve ark 2004) görevleri bulunmaktadır. Demir yetersizliği anemisinde, kas fonksiyonlarının ve çalışma

veriminin azalması söz konusudur (Position of the American Dietetic Association 2009).

Uzun süreli şiddetli egzersizlerde ve ağır antrenmanlarda, immün hücre fonksiyonları baskılanabilmekte, yetersiz beslenildiğinde ise, bu durum daha da kötü etkilenmektedir (Gleeson ve ark 2004).

Demir yetersizliği olan sporcularda demir suplemanları kullanımı, sadece kan demir düzeyini artırmakla kalmaz, aynı zamanda egzersiz sırasında oksijen kullanma kapasitesini artırmakta, kalp atım hızını ve laktat konsantrasyonunu azaltmaktadır (Gardner ve ark 1975). Demir yetersizliği olan sporcularda performansta azalma görülmesine karşın, normal demir durumuna sahip olan sporcularda ek supleman kullanımının herhangi bir yararı yoktur. Sporcularda kan testleri sonucunda demir yetersizliği test edildiğinde, demir suplemanlarına başvurulabilir. Ancak demir suplemanını sık kullanmak, mide bulantısı, konstipasyon (kabızlık) ve mide irritasyonuna neden olabilmektedir (Benardot 2006).

1.7. Çinko (Zn)

Yaşayan organizmada çinkonun önemi ilk kez, 1869 yılında Raulin'in "Aspergillus Niger" adlı siyah ekmek mantarında çinkonun, büyüme için gerekli bir element olduğunu göstermesiyle anlaşılmıştır (Sezer 2005). Yaklaşık 40 yıl sonra, Bertrand ve Javillier tarafından da bu sonuç doğrulanmış, 1934 yılında Todd, Elvehjem ve Hart tarafından ratların büyümeleri ve sağlıklı olmaları için çinkonun gerekli olduğu belirtilmiştir (Prasad 1979, Hsu 1980, Kaya 2003).

İnsanlarda ise, ilk olarak 1961 yılında çinko yetersizliğinden şüphelenilerek, 11 İranlı erişkin erkeğin klinik bulguları incelenmiş, besinsel çinko yetersizliği saptanmış ve eksikliğinde cücelik görülmüştür (Prasad 1979, Prasad 1998, Kavas 2003).

Cüceliğin yanında bazı bireylerde ayrıca anemi, hepatosplenomegali (karaciğer ve dalak büyümesi), laterji (uyuşukluk), boy kısalığı, saç dökülmesi, iskelet gelişiminde bozulma ve hipogonadizm (genital organlarda gelişememe) gibi belirtiler görülmüştür (Prasad 1979, Insel ve ark 2004,).

Yapılan çalışmalarda ayrıca cücelerin kanlarındaki ve idrarlarındaki çinko düzeyi, kontrol grubundan daha düşük bulunmuş, çinko ile tedavi edilenlerde, büyüme, cinsiyet organları, karaciğer ve dalakta olumlu gelişmeler görülmüştür. Yine cücelerin saçlarında kontrol grubundan daha az miktarda çinko bulunmuş ve çinko tedavisi ile miktarlar artırılmıştır (Baysal 2007).

1974'de Amerika'daki Ulusal Bilimsel Akademi'nin Beslenme Bölümü'nce çinkonun esansiyel bir besin maddesi olduğu açıklanmış ve sonrasında total parenteral nutrisyon sıvılarına katılması zorunlu kılınmıştır (Prasad 2003).

Bugün artık çinkonun 300'den fazla enzimatik reaksiyonda ve gen ekspresyonunda rolü olan 2000'den fazla proteinin yapısında bulunan bir element olduğu bilinmektedir (Prasad 2003).

1.7.1. Çinko'nun Sindirim ve Emilimi

Emilme işlemi gerçekleşmeden önce çinkonun, nükleik asitler ve aminoasitlerden ayrışması gerekmektedir. Sindirim esnasında çinkonun muhtemelen mide ve ince bağırsaktaki proteaz ve nükleaz tarafından gıdalardan ayrıştırıldığına inanılmaktadır (Gropper ve ark 2009).

Çinkonun emilimi bağırsaklarda gerçekleşir (Malone 2000). Emilim yeri çoğunlukla duodenum ve proksimal jejunum olmakla birlikte, % 60'ı duodenumdan, % 30'u ileumdan, % 10'u da jejunumdan emilir (Tapiero ve Tew 2003, Ülger ve Coşkun 2003).

Emilim hem pasif difüzyonla hem de bilinmeyen bir taşıyıcı aracılığıyla aktif transportla olur. Çinko bağırsak duvarından emilip hücrelere girdikten sonra bu hücreler çinkoyu kendi metabolizmalarında kullanabilir ya da çinko kana geçerek karaciğer ve pankreas başta olmak üzere vücudun diğer bölümlerine gönderilir. Emilen çinko bağırsak hücrelerinde bulunan spesifik bir bağlayıcı protein ile hücrede tutulur. Bu proteinin işleyişi demiri bağlayan proteinlere benzer ve metabolik ihtiyaca göre az veya çok miktarda emilim gerçekleşmesi sağlanır (Özhan 2007).

1.7.2. Çinko'nun Taşınması

Plazmadaki çinko konsantrasyonu yaklaşık 15 µmol/L'dir ve bunun %84'ü albümine, %15'i α₂-makroglobüline ve %1'i ise diğer aminoasitlere bağlı olarak taşınır (Chesters ve Will 1981, King 2000, Tapiero ve Tew 2003, Insel ve ark 2004).

Çinko, biyolojik membranlardan pasif difüzyonla geçemez. Bu nedenle çinkonun hücreye alınması veya hücreden dolaşıma geçmesi için özel taşıyıcı sistemler gerekmektedir (Tuerk ve Fazel 2009). Bilinen iki çeşit çinko taşıyıcı bulunmaktadır. ZIP ailesi ve ZnT ailesidir. ZIP taşıyıcıları; çinkonun hücre içine alınmasından sorumlu iken, ZnT taşıyıcıları; çinkonun hücre dışına serbest bırakılması ve depolanması gibi görevler üstlenmektedir (Harris 2002).

Bağırsaklardan emilen çinko, transferine bağlı olarak karaciğere taşınır. Kemikler ve sinir sistemi tarafından çinko alımı göreceli olarak yavaştır. Kemiklerdeki çinko, metabolik kullanım için kolayca serbestleşmez. Çinko'nun en hızlı birikimi ve dönüşümü pankreas, karaciğer, böbrek ve dalakta gerçekleşir (Ülger ve Coşkun 2003).

1.7.3. Çinko'nun Atımı

Çinko depolarında boşalma olmasına karşın, vücut emilim ve atım yoluyla vücutta denge sağlamaya çalışır (Insel ve ark 2004).

Çinkonun %70-80'i dışkı (feçes) yolu ile %15-25'lik bir kısmı ise, ter ve idrar ile vücuttan atılır (Belgemen ve Akar 2004, Saman 2007, Gropper ve ark 2009). Fekal çinkonun çoğunluğunu diyetdeki emilmeyen veya barsak epitel hücrelerinin dökülmesi ile atılan çinko oluşturur (Ülger ve Coşkun 2003). Yaklaşık 2.5-5.5 mg/gün olarak hesaplanmıştır (Insel ve ark 2004). Alım azaldığında ve çinko yetersizliğinde, ince bağırsaktan emilim oranı artar. Bu durum bedendeki çinko miktarının, emilimin denetiminde etkin olduğunun göstergesidir (Tapiero ve Tew 2003, Sezer 2005, Baysal 2009).

Sağlıklı bireylerde idrarla çinko kaybı ise, %2-10 arasında olmaktadır (Malone 2000). Normal olarak alınan 10-15 mg/gün düzeyi ile karşılaştırıldığında idrarla atılan çinko miktarı ise çok küçüktür (0.3-0.6 µg/gün) (Sezer 2005).

Ter ile çinko kaybı ise azdır (Maughan 1999). Terle çinko atılımı idrarla atılıma benzemektedir. Prasad, ter ile çinko kaybını 115 ± 30 $\mu\text{g}/100\text{ml}$ bulmuştur (Belviranlı ve Baltacı 2008). Ter ve idrarla çinko atımının arttığı şiddetli antrenmanlarda, sporcularda çinko yetersizliği oluşabilmekte (Chesters 1981). 12 mg/gün çinko kaybı görülebilmektedir (Colgan 2002).

1.7.4. Çinko ve Egzersiz

Çinko, karbonhidrat, protein ve yağ metabolizmasında görev alan enzimlerin yapısına katıldığından özellikle egzersiz sırasında büyük rolü olan bir elementtir (Fink ve ark 2006). Hafif egzersizin çinko metabolizması üzerinde kısa süreli etkilerinin yanı sıra, yüksek seviyeli daimi egzersizin de çinko metabolizmasını uzun süreli etkileyebileceği gösterilmiştir (Baltacı 2001). Uzun süreli yüksek şiddetli egzersizlerde immünolojik baskı artabilmektedir (Nieman 1999). Çinko bu amaçla kullanılan besin suplemanlarından (Brolinson ve Elliott 2007). Doku onarımı ve protein sentezindeki görevlerinden dolayı, egzersiz sonrası toparlanma için büyük öneme sahiptir. Aynı zamanda insülini etkilemekte ve oksijen için hemoglobilin afinitesini artırmaktadır (Fink ve ark 2006). Çinko depolarının boşalması, iskelet kaslarının çalışma kapasitesini ve atletik performansı olumsuz etkilemektedir. Çinko depoları boşaldığında, kardiyovasküler fonksiyonlar, kas gücü olumsuz etkilenmekte ve yorgunluk oluşabilmektedir (Position of the American Dietetic Association 2009).

Egzersiz, şiddet ve süresine bağlı olarak oksidatif strese neden olmaktadır. Süperoksit dismutaz, serbest radikal hasarına karşı vücudu korumaktadır. Çinko ise, süperoksit dismutaz enzimi için gereklidir. Dolayısıyla, performans üzerinde de önemli görevi vardır (Micheletti ve ark 2001).

Sporcular, enerjisi kısıtlı diyet tükettiklerinde ya da vejeteryan diyetle beslendiklerinde, yetersiz çinko alımından dolayı çinko eksikliği ortaya çıkmaktadır. Bu durum, yaralanma riskinin artmasına ve geç toparlanmaya neden olmaktadır. Egzersiz sırasında ter ve idrar yolu ile çinko atımı artmakta, diyetle de yetersiz alım söz konusu ise, çinko suplemanına gereksinim duyulmaktadır (Fink ve ark 2006).

Ter ile kayıp sporcularda 3-12 mg civarında olmaktadır. Çinko yetersizliği saptanan bir sporcuda çinko suplemanının kullanılabilceği ve sporcunun kas gücünü düzeltmeye yardımcı olabileceği belirlenmiştir (Maxwell ve Volpe 2007). Çoğu çalışmada sporcuların yetersiz çinko tükettiği, özellikle, uzun mesafe koşanlarda, güreşçilerde, jimnastikçilerde ve bayan sporcularda yetersiz enerji alımına bağlı olarak da çinko yetersizliği olduğu belirlenmiştir (Lukaski 2004, Benardot 2006). Atletizm, koşu, triatlon, güreş, jimnastik, karate, basketbol gibi çoğu branşta da yetersiz çinko alımı ve düşük kan çinko düzeyi rapor edilmiştir (Colgan 2002).

Sporcular, günlük beslenmelerinde çinkodan zengin besinleri tüketmeye özen göstermelidirler. Diyetlerinde çinkoyu yetersiz tüketen ve çinko depoları boşalan bireylerde, kısa dönem çinko suplemanı kullanımının sağlık ve performans üzerinde olumlu etkisi olduğu kanıtlanmıştır. Ancak yine de sporcular, hem toksik etki gösterebileceğinden hem de diğer minerallerle olan etkileşiminden dolayı fazla miktarda çinko tüketmekten sakınmalıdır (Fink ve ark 2006).

1.8. Manganez (Mn)

Bitkilerin beslenmesinde gerekli bir element olan manganez, doğada, bitkilerde ve bitkilerle beslenen hayvanların etinde yeteri kadar bulunur.

Organizmada, yetişkin bir insanda, vücutta 10-20 mg kadar bulunur. Dokularda pek azdır. En çok karaciğerde vardır. Daha az olarak böbrekte bulunur. Bağırsaklardan güçlükle emilir ve dokularda da uzun süre tutulmaz. Yapılan izotop çalışmalarında görülmüştür ki, manganez karaciğerin mitokondri fonksiyonunda toplanmıştır.

Sıçanlarda deneysel Mn eksikliğinde yavruların emzirilmesi durmakta, erkeklerde testis dejenerasyonları ve zamanla sterilite (kısırlık) gelişmektedir.

Mn, arjinaz, fosfogliomutaz heksokinaz, izositrik dehidrojenez, pirofosfataz enzimlerinin aktivatörüdür. Plazmada bir B-globülin'e bağlanmış olarak bulunur ve buna transmanganin adı verilir.

Mn organizmadan, çoklukla dışkı, daha az olarak safra ve idrarla atılır (Ası 1996).

Spor ve fiziksel aktivite ile mangan konsantrasyonu ve değişiklikleri hakkında çok az şey bilinmektedir (Speich ve ark 2001). Ancak egzersiz stresi ve antioksidan durum göz önüne alındığında Superoksit Dismutaz (SOD)'ın yapısına giren manganın egzersizde önemli olabileceği varsayılabilir.

1.9. Bor (B)

Bir elementin esas element olarak kabul edilmesinin kriterlerinden birisi de onun homeostatik kontrol mekanizması için gerekli olmasıdır. Borun homeostatik kontrolünün olduğunun kanıtı absorbe edilen borun üriner boşaltım hızı, yumuşak dokularda bor depolanmasının olmaması ve kandaki düzeyinin düşük bulunmasıdır. Bor bileşikleri vücuda oral, intravenöz, dermal ve inhalasyon yolu ile girebilmektedir (Armstrong 2000).

1.9.1. Bor'un Sindirim ve Emilimi

Besinlerle alınan borun çoğu sindirim sisteminde çoğu bor bileşiklerinin bir son ürünü olan borik asite dönüştürülmektedir. Sonuçta bor emildikten sonra tüm vücut boyunca taşınmakta, vücut sıvılarında dağılıma uğradıktan sonra çoğunlukla ayrışmamış borik asit olarak idrarla atılmaktadır (Armstrong 2000).

Absorbe edilen borik asitin biyolojik yarı ömrünün 24 saat veya daha az olduğu belirtilmekte, absorbe edilen miktarın %95 den fazlasının böbrek yolu ile atıldığı kaydedilmektedir (Kocatürk 1998, DRI 2002). Alınan bor kemik, plazma, karaciğer, böbrek, kas, kolon, beyin, testis, epididimis, seminal vezikül, prostat ve adrenalde tespit edilmiştir. Bor dokularda ve vücut sıvılarında borik asit olarak bulunmaktadır (Devirian ve Volpe 2003).

İnsan vücudundaki toplam bor içeriğinin 3 mg dan 20 mg a kadar olduğu, en yüksek miktarın kemik (Nielsen 1997, Price ve ark 1997), tırnak ve saçta bulunduğu belirtilmektedir (Devirian ve Volpe 2003).

Bor yumuşak dokuda (DRI 2002), insan ve hayvanların vücut sıvılarında çoğunlukla tüm vücut boyunca 0.015 ve 0.6 µg/g arasındaki yoğunluklarda dağılmaktadır (Nielsen 1997). Kemik, tırnak, saç ve diş bu yoğunlukların birkaç

katını içermektedir (DRI 2002). Dalak nispeten borun yüksek miktarlarını içermektedir. Kemikteki bor yoğunluğu bor alımının azaltılmasından sonra da sürdürülür ve bu yüzden kemik dokusu borun muhtemel depolanma merkezi olarak değerlendirilmektedir (Nielsen 1997).

1.9.2. Bor'un Taşınması, Homeostazi ve Atımı

Bor idrarla hızla atılır ve hem insanlarda, hem hayvanlarda boşaltım yarı ömrü 24 saatten daha azdır (Stangoulis ve Reid 2002).

Erkeklerde 42 gün süren bir çalışmada günlük bor alımı 3.73 mg olan bireylerde idrarla atılan miktar 3.20 mg olarak tespit edilmiştir (yani alınan miktarın %86 sı atılmaktadır). Günde 3.20 mg dan az bor alan bireylerde ise idrarla kayıp daha az bulunmuştur. Bu da borun fazla miktardaki alımının depolanmadığını göstermektedir. Feçeste bor miktarı 0.18 olarak bulunmuştur (Kocatürk 1998).

1.9.3. Beslenme ile Alınan Bor'un İnsan Metabolizmasına Etkileri

Borun beyin, iskelet ve immün sistem başta olmak üzere birçok vücut sistemi üzerinde olumlu etkilerinin olabileceği belirtilmektedir (Nielsen 1998). Ayrıca yeni çalışmalar borun hücre zarı fonksiyonunda temel rolü olduğunu, hormon dengelerini etkilediğini, transmembran sinyallerini veya transmembran anyon veya katyonlarını düzenleyici etkilerinin de bulunduğunu (Nielsen 2002), karaciğer glikojenini artırdığını (Armstrong ve 2000), kalsiyum, magnezyum ve fosforun emilim dengesini ve steroid hormonların metabolizmasını etkileyebildiğini, el-göz koordinasyonunda bilişsel fonksiyonlarda etkili olduğunu (Nielsen 1998) belirtmektedir.

Besinlerle alınan borun mineral metabolizmasında hem koruyucu ve hem de düzenleyici rollerinin olduğu belirtilmektedir (Hunt ve Herbel 1992).

Yeni bulgular borun hayvanlar ve insanlar için esas bir element olduğunu göstermektedir (Nielsen 1994, Nielsen 2002). Bor eksikliğinin semptomları ratlarda, tavuklarda ve insanlarda tespit edilmiştir. Hayvanlarda bor eksikliği kilo azalması ve normal olmayan kemik gelişimi ile kendini göstermiştir. İnsan ve hayvanlardaki bor eksikliğinin Ca atılımını artırdığı (Nielsen 1994), vitamin D eksikliğinin

semptomlarını (anormal kemik formu ve düşük ağırlık gibi) şiddetlendirdiği belirtilmiştir (Devirian ve Volpe 2003).

1.9.4. Bor ve Egzersiz İlişkisi

Sportif performansı artırdığı iddia edilen birçok ergojenik destek amatör ve profesyonel sporcu tarafından kullanılmaktadır. Bazı sporlarda sporcuların büyük bir bölümü diyetle ilave olarak bazı ergojenik destekleri alırken, bir bölümü de diyetin içinde temel elementlere ağırlık vermektedirler. Diyetle bor ilavesinin endojenik steroid üretimini artırdığı, yan etkilerinin yüksek dozlarda alındığında görülebileceği ve illegal olmadığı ifade edilmektedir (Ahrendt 2001).

Bor ilavesinin kan ve üriner minerallerdeki etkilerini araştırmak amacıyla sporcu ve tipik batı diyetiyle beslenen sedanter grupta yapılan çalışmada, serum fosfor yoğunlukları bor ilaveli grupta daha düşük çıkmış ve egzersiz bor ilavesinin neden olduğu serum fosfor yoğunluklarındaki değişiklikleri azaltmıştır. Bu bulgu bor ilavesinin mineral dengesini etkilediğini ve egzersizin bor ilavesinin serum mineralleri üzerindeki etkilerini değiştirdiğini göstermektedir (Meacham ve ark 1995).

Bir başka çalışmada bor ilavesinin steroid hormonları artırması sebebiyle atletler için ergojenik madde olabileceği açısından daha fazla araştırılmasının gerekliliği ifade edilmiştir (Naghii 1999).

Bor minerali sporculara dayanıklılık egzersizi süresince kas artışını sağlayabilen ek bir unsur olarak pazarlanmaktadır. Bu iddianın temeli aslında düşük bor diyeti ile beslenen postmenopoz kadınlara 3 mg bor ilavesinin β estradiol ve testosteron seviyelerini önemli derecede artırdığını gösteren ilk çalışmaya dayanmaktadır. Ancak daha sonraki çalışmalarda 7 hafta süre ile 2.5 mg/gün bor ilavesinin dayanıklılık egzersizi boyunca testosteron düzeylerine, vücut kompozisyonuna ve dayanıklılığa ergojenik bir değerinin olmadığı rapor edilmiştir. Sonuç olarak dayanıklılık egzersizi süresince bor ilavesinin kas gelişimini artırdığının kanıtı olmadığı ifade edilmiştir (Kreider 1999). Sporcularda yapılan çalışmalar bor ilavesinin serum T artışını doğrulamış, ancak kas ve ağırlıklarına etki etmediğini göstermiştir (Malekos 2000).

Yoğun egzersiz yaptırılan 93 wistar türü dişi rat üzerinde yapılan bir çalışmada iki grup oluşturulmuş ve birisi 50 mg/kg bor ilavesi ile beslenmiştir. Egzersiz+ bor grubunda femur ağırlığı, kemik mineral içeriği ve yoğunluğu, trabeküler kemik miktarı ve trabeküler kalınlık önemli derecede yüksek çıkmıştır ve borun yoğun egzersiz yaptırılan dişi ratlarda kemik kütlesini koruduğu sonucuna varılmıştır (Rico ve ark 2002).

1.10. Bakır (Cu)

Bakır (Cu), demir ve çinkodan sonra vücutta bulunan üçüncü büyük elzem elementtir (Çavdar 2000). Sağlıklı yetişkin bir bireyde (ortalama 70 kg), 80-150 mg bakır bulunmakla birlikte vücutta en fazla bulunulan bazı bölgeler sırasıyla, böbrek, karaciğer, beyin ve kalptir. Ayrıca çinko gibi saçta da bulunmaktadır (Luza ve Speisky 1996, King 2000, Baysal 2007, Aksoy 2008, Baysal 2009).

Vücuttaki bakırın %40'ı kemiklerde, %23'ü kaslarda, %6'sı kanda bulunmaktadır. Plazma veya serumdaki bakır oranı 0.8-1.2 µg/ml'dir. Kandaki bakır, eritrosit ve plazmaya dağılmış halde bulunmaktadır (World Health Organization 1996).

Eritrositlerdeki bakır, hem erkek hem kadın için 12.5-23.6 µmol/L iken, plazmada erkek için 8.8-17.5 µmol/L, kadın için 10.8-26.6 µmol/L 'dır (Driskell ve Wolinsky 2006).

1.10.1. Bakır'ın Taşınma ve Depolanması

Bağırsak hücrelerindeki bakır, albumine bağlanarak karaciğere portal kan yolu ile taşınır. Plazmadaki total bakırın %95'den fazlası seruloplazmin yapısındadır ve bu şekilde diğer dokulara taşınır. Bakır ayrıca sistine ve histidin gibi aminoasitlere ve transcuprein (Tc)'ye bağlanarak taşınır (Linder ve ark 1996, Camakaris ve ark 1999, Kalaycıoğlu ve ark 2000, Gropper ve ark 2009, Van den Berghe ve Klomp 2009).

Diğer iz minerallerle karşılaştırıldığında vücutta çok az bakır (~<150 mg) bulunur. Bakırın çoğu ise daha çok, karaciğerde, beyin ve böbrekte bulunmaktadır.

Diğer bakır içeren dokular ise; beyin, kalp, kemik, kas, deri, bağırsak, saç, tırnak ve dalaktır (Gropper ve ark 2009).

1.10.2. Bakır'ın homeostazı ve Atımı

Bakır, gastrik, pankreatik ve intestinal yol ile vücuttan atılır. Çok az bir miktar, idrar, deri ve saç ile dışarı atılmaktadır (King 2000).

Gasrointestinal yoldan günlük yaklaşık 4.5 mg bakır atılmakta bunun yaklaşık 2 mg/gün'ı pankreatik sıvı, 2.5 mg/gün'ı safra ile olmaktadır (Van den Berghe ve Klomp 2009).

Safra ile bakır kaybı, bakır dengesini sağlar. Ayrıca bakır alımı azaldığında, dışkı ile kaybın da azaldığı belirlenmiştir. İdrar ile bakır kaybı az miktardadır ve ekstra durumlar olmadıkça pek değişmez. Çok az miktarda bakır ter, derideki dökülmeler ve kadınlarda menstrüel yol ile atılır (Gropper ve ark 2009). Kadınlarda her menstrüel periyotta yaklaşık 0.1-0.8 mg atılmaktadır (Kalaycıoğlu ve ark 2000).

1.10.3. Bakır ve Egzersiz

Bakır, sporcular için gerekli bir mineraldir. Oksijen kullanımı, enerji dönüşümü, hemoglobin oluşumu ve strese karşı immün sistem için gereklidir (Colgan 2002). Bakır, demir metabolizmasına katılan seruloplazmin enziminin yapısına katılır. Ferrik demirin (Fe^{+3}) ferrous demire (Fe^{+2}) dönüşümüne yardımcı olur ve transferin tarafından demirin kana taşınmasını sağlar. Böylece, oksijen metabolizmasına yardım ederek anemiyi önlemektedir (Fink ve ark 2006). Bakır yetersizliğinde, demirin emiliminde azalma olacağından ve bu durumda oluşan anemi ise, oksijenin taşınması ve aktif kaslar tarafından kullanılabilirliğini azalttığından sporcunun performansının olumsuz etkilenmesine neden olacaktır (Driskell ve Wolinsky 2006).

Bakır, elektron taşıma zincirine dolayısıyla enerji üretimine katılır. Bazı antioksidan enzimler için gereklidir (Fink ve ark 2006). Çinko ile birlikte olan formu bakır/çinko süperoksit dismütaz serbest radikal hasarına karşı koruyucudur. Ayrıca, sinir sisteminde nörotransmitterlerin formasyonu, beyin, akciğer ve kalp fonksiyonları için gereklidir (Colgan 2002).

Çoğu sporcunun bakırı yeterli tükettiği, yetersizliğin ise daha çok kadın sporcularda olduğu belirlenmiştir. Kan bakır seviyesinde akut ve kronik değişikliklerin egzersizin süre ve şiddetine bağlı olduğu belirlenmiştir (Maughan 2001). Yapılan bazı çalışmalarda, egzersiz sırasında bakır gereksiniminde artış olduğu, şiddetli egzersizler sırasında ise, bakır içeren enzim, seruloplazmin seviyesinde azalma meydana geldiği belirlenmiştir (Colgan 2002).

Çalışmalarda, sporcular ve sporcu olmayanlar arasında kan bakır konsantrasyonu arasında herhangi bir farklılık saptanmamasına karşın, serum bakır konsantrasyonu sporcu olmayanlardan (%3-4) yüksek bulunmuştur (Benardot 2006). Sporculara, bakır suplemanı pek önerilmez, bakırdan zengin besinler tüketin önerisi yapılmaktadır (Wapnir 1998).

1.11. Nikel (Ni)

Canlı organizmada Ni'in sabit oluşu ilk kez 1920' de keşfedilmiştir (Dixon 1935). Ni'in canlılarda herhangi bir fizyolojik işlev gördüğüne dair kesin bir delil bulunamamıştır. Ancak, koyunda Co eksikliği tedavisinde, Ni'in, Co ile kısmen yer değiştirebildiği üzerine belirtiler gözlenmiştir (Filmer ve Underwood 1937). İnsan ve hayvanda Ni'in absorpsiyonu ve atılımı hakkındaki bilgiler yetersizdir. Sadece iki insan üzerinde yaptıkları deneylerden Kent ve Mc Cance, besinlerdeki eser miktardaki Ni'in uygun şekilde absorbe edildiğini belirlemişler, Ni'in büyük oranda ürede, bir kısmında dışkıda yavaş atılımını gözlemlemişlerdir (Kent ve Mc Cance 1941).

İnsan üzerinde yapılan çalışmaların birçoğunda Ni toksisitesi, ilke olarak yetersiz olan analiz yöntemleri nedeniyle yanıltıcı ve uyumsuzdur. Ni kontaminasyonunun insan sağlığı üzerinde önemli bir zararı olmadığı tespit edilmiştir (Lehman 1908).

Çözünabilir Ni bileşikleri insan karsinogenezinde rol oynuyor gibi durmaktadır. Çözünabilir nikelin nasıl karsinogenetik sonuç doğurabileceğine dair mekanizma bilinmemektedir.

1.12. Selenyum (Se)

Selenyum (Se), hidrojen ve organik peroksitlerin alkollere ve suya redüksiyonunu katalizleyen, prostaglandin metabolizmasında rol oynayan, E vitamini ile birlikte hücreleri oksijen radikallerinin zararına karşı koruyan glutatyon peroksidaz enziminin kofaktörüdür. İnsan için elzem bir elementtir (Ergin ve ark 1992, Kalaycıoğlu ve ark 2000, Çetin ve ark 2002, Göğüş 2003, Kavas 2003, Insel ve ark 2004, Sánchez ve ark 2010). Vücutta en fazla karaciğer, böbrekler, kalp ve dalakta bulunur. Yağ dokusu hariç diğer dokularda da bir miktar bulunmaktadır. Serumda 0.22 mg/dl düzeyindedir (Aksoy 2008).

1.12.1. Selenyum'un Sindirim ve Emilimi

Selenyum, jejunum ve ileumdan emilir (Gropper ve ark 2009). İntestinalden emilim miktarı %50-80 oranında oldukça yüksektir (Aksoy 2008).

Selenyum, besinlerde çoğunlukla organik bileşikler formunda bulunur. Bunlar; selenomethionin ve selenosistein'dir (Gropper ve ark 2009). Selenomethionin, daha çok bitkisel, selenosistein ise hayvansal kaynaklı besinlerde bulunur. Selenomethionin emilimi selenosistein, inorganik selenat ve selenitten daha iyidir (Kalaycıoğlu ve ark 2000, Gropper ve ark 2009).

İnorganik selenyumun emilimi, düzenli değildir, ancak %70-80 oranındadır (King 2000).

1.12.2. Selenyum'un Taşınma ve Depolanması

Bağırsak emilimini takiben, selenyum taşıyıcı proteinlere bağlanarak, kan yolu ile karaciğer ve diğer dokulara taşınır (Gropper ve ark 2009).

Dokuların içerdii yüksek selenyum konsantrasyonu sırasıyla; tiroit bezleri, böbrek, karaciğer, kalp, pankreas ve kastır. Akciğerler, beyin, kemik ve kırmızı kan hücreleri de selenyum içermektedir (Gropper ve ark 2009).

1.12.3. Selenyum'un Atımı

Selenyumun vücuttan atımı çoğunlukla idrar ve dışkı yolu ile olmaktadır (Bu'gel ve ark, 2008, Lescure ve ark 2009). Selenyum akciğer ve deri ile de bir miktar kayba uğramaktadır (Gropper ve ark 2009).

1.12.4. Selenyum ve Egzersiz

Selenyum, atletik performans için ergojenik etki göstermektedir. Egzersiz ile birlikte oksijen kullanımında belirgin bir artış meydana gelmektedir. Bu durum, süperoksit gibi serbest radikallerin oluşumunu artırmakta, glutatyon peroksidaz ise, serbest radikal hasarına karşı koruyucu etki göstermektedir (Maughan 1999). Selenyum yetersiz alındığında enzimler aktivitelerini yerine getiremez (Colgan 2002, Benardot 2006). Özellikle yüksek şiddetli egzersizler sırasında oksidatif stres artmakta, bu durum performansı olumsuz etkilemektedir. Selenyum, antioksidan özelliği göstererek serbest radikal hasarına karşı hücreyi korumaktadır (Fink ve ark 2006).

Selenyum yetersizliği, kas güçsüzlüğüne ve yorucu egzersizlerden sonra toparlanma zamanının gecikmesine neden olur. Bazı çalışmalarda, selenyum suplemanı alımının, egzersiz performansını düzelttiği belirlenmiştir (Benardot 2006). Ratlar üzerinde yapılan çalışmada, selenyum ve E vitamini suplemanı verilen ratlarda egzersize karşın serbest radikal hasarının daha az olduğu belirlenmiştir (Bass ve Chan 2006).

1.13. Molibden (Mo)

Bitkiler için son derece önemli olan bir element olan molibden doğada bitkilerde yeteri kadar bulunur. Organizmada ise kemiklerde ve daha az olarak da karaciğer ve böbreklerde yer alır.

Hayvanlarda en önemli görevi, ksantinin ürük asit halinde oksitlenmesini katalizleyen ksantin oksidaz enziminin yapısında bulunmasıdır.

Molibden, barsaklardan kolayca emilmesine rağmen bakır ile karşıtlığı söz konusudur. Fazla molibden alınması bakır emilimini, fazla bakır alımı da molibden emilimini aksatır (Ası 1996).

1.14. Kurşun (Pb)

Kurşun, doğada az fakat yaygın olarak bulunan bir metaldir. Atmosferde içme ve kullanma sularında bulunduğu bilinmektedir (Elwood ve ark 1980). Kurşun vücuda sindirim ve solunum yoluyla girmektedir. Kurşunun egzoz gazlarından dolayı solunumla vücuda alınması söz konusudur (Güley ve Vural 1978). Ayrıca egzoz gazlarından atmosfere yayılan kurşun toprağa geçerek su ve yiyeceklerdeki kurşun miktarını arttırmaktadır (Elwood ve ark 1980).

1.14.1. Kurşun'un Sindirim, Emilim ve Atımı

Kurşun vücuda solunum ve sindirim yoluyla girmekte ve en fazla idrar ve feçesle atılmaktadır (Gibson ve ark 1968, Pamir 1969). Vücuda solunum yoluyla giren taneciklerin büyüklüğüne göre, solunum yollarının çeşitli bölgelerinde tutulurlar (Gibson ve ark 1968, Güley ve Vural 1978). Tanecik büyüklüğüne bağlı olarak, %27-62 oranında değişen tutulma oranları saptanmıştır. Ayrıca bu oranların, solunum hızı ve derinliğine göre önemli ölçüde değiştiği anlaşılmıştır (Hurs ve Mercer 1970). Solunum yoluyla akciğerlere gelen kurşun, buradan kolayca absorbe olarak kana geçmektedir (Pamir 1969, Güley ve Vural 1978).

Yiyecekler ve içme suyuyla alınan kurşun, gastrointestinal yoldan absorbe olmaktadır. Gastrit sıvının eritebilme özelliği olmasına rağmen, bağırsaklarda bulunan hidrojen sülfid kurşunu erimeyen bileşiklere dönüştürmektedir (Pamir 1969, Güley ve Vural 1978).

Organizmada bulunan kurşunun %90'ı kemiklerde, %2'si kanda bulunmaktadır. Ayrıca kurşun saç, tırnak ve yumuşak dokularda bulunmaktadır (Elwood ve ark 1980).

Di Gregoria ve ark (2006)' ı salgı bezlerinde ve bunların salgılarında'da kurşun olduğunu saptamışlardır. Ayrıca tükürük bezlerinde kurşun olduğunu ve

tükürükle dışarı atıldığını rapor etmişlerdir. Diğer toksik maddeler gibi kurşunda terleme ile dışarı atılabilmektedir (Mobarak ve Alice 1984).

1.14.2. Kurşun'un Organizmaya Etkileri

Fazla kurşuna maruz kalan bireylerde, eritrositlerin yaşam sürelerinin yarıya indiği gözlemlenmiştir (Karai ve ark 1982). Çeşitli çalışmalarda kan kurşun düzeyleri yüksek olan kişilerde, nefropati olduğu saptanmıştır. Ayrıca bu hastalarda hipertansiyon ve uzun süreli etkilenmelerde gut ve böbrek yetmezliği olabileceği ileri sürülmüştür (Batuman ve ark 1980, Wapnir ve ark 1980).

Yine kan kurşun düzeyi yüksek olan kişilerde burun iltihabı, baş ağrıları, yorgunluk, iştahsızlık, kabızlık ve karaciğerde vasküler bozukluklar oluşmaktadır (Batuman ve ark 1980, Wapnir ve ark 1980, Rudkowski 1982).

1.15. Krom (Cr)

Glikoz ve lipit metabolizmasının kontrolünde önemli olan krom, kepekli unda, pekmezde yeter miktarda, süt ve süt ürünlerinde, ette az miktarda bulunur. İnce barsakların üst kısmından absorbe edilir. Absorbsiyondan sonra üç değerlikli krom serum proteinlerinin B-globulin fraksiyonlarına özellikle transferine bağlanarak dokulara taşınır. Kromun en çok bulunduğu yer karaciğerdir. Oral yolla alınan inorganik kromun büyük bir kısmı iyi bilinmeyen bir formda böbreklerle atılır.

Üç değerlikli kromun insülin etkisini güçlendirdiği, hücrenin glikozdan yararlanmasını artırdığı, krom noksanlığında insülinin glikoz regülatörü olarak etkisiz olduğu kabul edilir. Ancak kromun organizmadaki asıl görevi glikoz tolerans faktör (GTF) yapısında yer almasıdır. Glikoz tolerans faktör üç değerlikli krom, nikotinik asit, glutamik asit, glisin ve kükürtlü bir aminoasit içeren düşük molekül ağırlıklı organik bir komplekstir. GTF hücre membranları ile insülin arasında disülfid bağları kurarak insülinin spesifik reseptörlere bağlanmasını veya reseptörlere affinitesini arttırarak insülinin etkisini güçlendirir (Kalaycıoğlu ve ark 2000).

1.16. Kobalt (Co)

Doğada, bazı topraklarda yeter miktarda bazı topraklarda az miktarda bulunur. Az kobaltlı topraklarda yetişen otlarla beslenen hayvanlarda anemi görülür. Bunun nedeni, **B₁₂** vitamini olan **siyano kobalamin** oluşturulamamasıdır.

Kobalt organizmada ancak, karaciğerde depolanmış halde en fazla bulunur. Diğer dokularda ise eser miktarda yer alır. Besinlerle alınan kobalt özellikle geniş getiren hayvanların rumenin de B₁₂ vitamininin sentezinde kullanılır. Bu vitamin yapısında % 4,5 oranında kobalt bulundurulur.

Ağız yolu ile verilen kobalt hayvanlarda eritrosit çoğalmasına neden olur. Yani eritropoezi kamçılar. Bunun eritropoezi uyaran eritropoietin hormonunun kobalt tarafından zorlanması ile oluştuğu düşünülmektedir. Bazı yazarlar ise eritropoezi B₁₂ vitamininin kamçılacağı görüşündedirler. Organizmada kobalt büyük oranda idrarla, birazda dışkı ile atılır (Ası 1996).

1.17. Kadmiyum (Cd)

Kadmiyum en toksik çevresel kirleticilerden ve nadir bulunan elementlerden birisidir. Doğada çinko ile birlikte bulunur ve diğer mineral filizlerinde de mevcuttur. Kadmiyum, çinko üretimine eşlik eden metal olarak üretilmiş ve çinko üretiminde ortaya çıkıncaya kadar havaya, yiyeceklere ve suya doğal süreçlerle önemli miktarlarda karışmamıştır; ancak günümüzde çevre kirliliğine yol açan ağır metaller arasında yerini almıştır. Endüstriyel olarak pillerde, akülerde, çeşitli metallerin korozyona karşı korunmaları için kaplanmalarında, alaslarda, dayanıklılık artırıcı olarak plastik sanayiinde kullanılmaktadır (Landrigan 1982, Kaya ve Akar 2002, Kahvecioğlu ve ark 2010).

Diğer ağır metallere oranla suda çözünme özelliği en yüksek element olan kadmiyum, hava, toprak ve su vasıtasıyla bitki ve hayvanlara, besinlerle de insanlara yansır. Bu nedenle doğada yayılım hızı yüksektir, bitki ve deniz canlıları tarafından biyolojik sistemlere alınır ve birikme özelliğine sahiptir (Kayhan 2006, DalCorso ve ark 2008).

Kadmiyum solunum ve sindirim yoluyla emilir. Tütün yaprakları ve dumanı önemli miktarda kadmiyum içerdiğinden sigara kullanımı kadmiyum alımını artırır. Emilen kadmiyum kan dolasına geçer, proteinlere ve kan hücrelerine bağlanarak taşınır.

Öncelikle karaciğer ve böbrekler olmak üzere alyuvarlar ve kemik dokuda birikir. Vücut kadmiyum miktarının % 50'si karaciğer ve böbreklerde bulunur, vücuttaki en yüksek konsantrasyonuna böbreklerde rastlanır; çünkü kadmiyum için hedef organ böbreklerdir. Çeşitli organ ve dokulardaki birikiminde kadmiyumu bağlayan küçük molekül ağırlıklı bir protein olan metallothionein rol oynar. Diğer metalleri de (çinko, civa, arsenik, kalay vb.) bağlayabilen sistein açısından çok zengin bu protein, basta kadmiyum olmak üzere, metallerin biyoetkinsizleştirilmesi bakımından önemlidir. Kadmiyumun vücuttan atılması yavaştır ve genellikle idrarla, çok az düzeylerde de diskı, ter, kıl ve sütle atılır (Güler ve Çobanoğlu 1997, Kaya ve Akar 2002).

Vücutumuzda normal olarak 40 mg'a kadar kadmiyum bulunabilmekte ve günlük olarak da 40 µg'a kadar kadmiyum vücuttan atılabilmektedir. WHO maksimum tolere edilebilir haftalık kadmiyum alımını 7 µg/kg vücut ağırlığı olarak önermiştir. Kadmiyumun akciğerler ve prostat üzerine karsinojenik etkisi de bulunmaktadır (Kahvecioğlu ve ark 2010).

2. GEREÇ ve YÖNTEM

2.1. Gereç

Bu araştırma, aktif olarak bir spor yapmayan 10 adet sağlıklı erkek sedanter üzerinde gerçekleştirildi. Deneklerin yaş ortalamaları $23,00 \pm 0,25$ yıl, boy ortalamaları $177,70 \pm 2,25$ cm, vücut ağırlığı ortalamaları ise $70,10 \pm 1,63$ kg olarak belirlendi. Çalışma protokolü Selçuk Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulu etik kurulu tarafından onaylandı.

Çizelge 2.1. Deneklerin Fiziksel Özellikleri

Yaş (yıl)	$23,00 \pm 0,25$
Vücut Ağırlığı (kg)	$70,10 \pm 1,63$
Boy (cm)	$177,79 \pm 2,25$

2.2. Yöntem

2.2.1. Deneklerden Kan Örneklerinin Alınması

Deneklerden sabah saat 10.00'da yorgunluk egzersizine tabi tutulmadan önce ön kol venalarından 2,5 ml kan örnekleri alındı. Daha sonra deneklerin tamamında Bruce protokolü uygulanarak yorgunluk oluşturuldu. Egzersizlerin bitiminden hemen sonra deneklerden aynı şekilde ikinci kan örnekleri alındı. Aynı denek grubundan 48 saat sonra gece saat 12.00'da yorgunluk egzersizine tabi tutulmadan önce 3. kan örnekleri, yorgunluk egzersizinden hemen sonra da 4. kan örnekleri alındı. Deneklerden alınan kan örnekleri 3000 devirde 10 dakika santrifüj edilerek serumları ayrıştırıldıktan sonra element tayinlerinin yapılacağı zamana kadar -80°C 'da muhafaza edildi.

2.2.2. Serum Element Tayinleri

Deneklerin serum element düzeylerinin belirlenebilmesi için dirsek venasından usulüne uygun olarak yeterli miktarlarda alınan kan örnekleri (2,5 ml) santrifüj edilip serumları ayrıştırıldıktan sonra, plastik kapaklı tüpler içerisinde analiz zamanına kadar -80°C 'da muhafaza edildi.

Deneklerden elde edilen serum örneklerinde kobalt, bor, kadmiyum, krom, nikel, mangan, molibden, bakır, demir, çinko, fosfor, sodyum, potasyum ve kalsiyum tayinleri atomik emisyon cihazında gerçekleştirildi.

Biyokimyasal analizler serum örnekleri, %1'lik Triton X-100 (Sigma Chemical Co: T-9284) çözeltisi ile 1/50 oranında dilue edilmek suretiyle Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak bölümünde bulunan “inductively coupled plasma emission spectrophotometry (ICP-AES; Varian Australia Pty LTD, Australia)” atomik emisyon cihazında gerçekleştirilerek, sonuçlar mg/L ve mmol/L olarak verildi.

2.2.3. Akut Yorgunluk Egzersizi (Bruce Protokolü)

Yorgunluk egzersizleri gece ve gündüz bir kez yorgunluk oluşuncaya kadar akut egzersizler şeklinde yapıldı. Yorgunluk egzersizi olarak klinik egzersiz testleri arasında en sık kullanılan, % 10'luk eğim ve 2,7 km/saat hızın 3'er dakikalık periyotlarla artırılması şeklinde gerçekleştirilen Bruce Protokolü (Cosmed T150 marka koşu bandı) deneklerin devam edemeyeceği ana kadar uygulanarak yorgunluk oluşturuldu.

2.2.4. İstatistiksel Değerlendirmeler

Bulguların istatistiksel değerlendirilmesi bilgisayar paket programı ile yapılarak, bütün parametrelerin aritmetik ortalamaları ve standart hataları hesaplandı. Farklı zamanlamalardaki ölçüm farklılıklarının tespitinde Tekrarlı Ölçümlerde Varyans Analizi, farklılığın hangi zamanlamadan kaynaklandığını belirlemek için ise Asgari Önem Fark (Least Significant Difference “LSD”) testi kullanıldı. $P<0.05$ düzeyindeki farklılıklar anlamlı olarak kabul edildi.

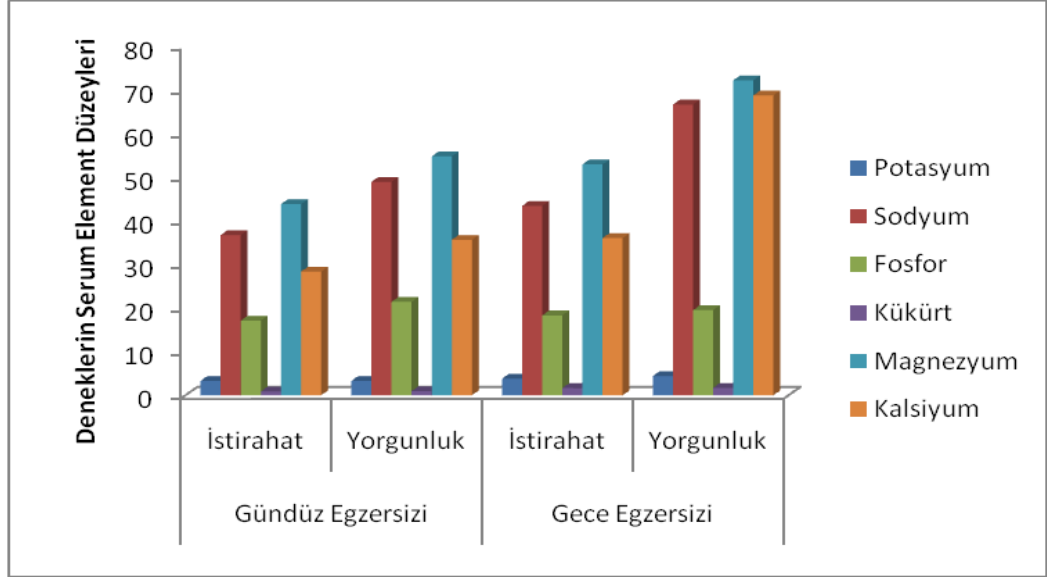
3. BULGULAR

Çizelge 3.1. Deneklerin gündüz ve gece egzersizi öncesi ve sonrası serum Potasyum, Sodyum, Fosfor, Kükürt, Magnezyum ve Kalsiyum düzeyleri.

Elementler	Gündüz Egzersizi		Gece Egzersizi	
	İstirahat	Yorgunluk	İstirahat	Yorgunluk
Potasyum (mmol/L)	3.30±0.05 ^B	3.30±0.02 ^B	3.80±0.05 ^B	4,40±0.04 ^A
Sodyum (mmol/L)	36.7±5.20 ^B	48.90±5.70 ^B	43.39±5.50 ^B	66,60±6.60 ^A
Fosfor (mmol/L)	17.10±3.15	21.40±3.80	18.3±3.20	19.5±3.30
Kükürt (mmol/L)	0.87±0.03 ^B	0.94±0.01 ^B	1.64±0.50 ^A	1.70±0.30 ^A
Magnezyum (mg/L)	43,79±1,36 ^B	54,72±6,24 ^B	52,89±5,94 ^B	72,16±6,84 ^A
Kalsiyum (mg/L)	28,32±3.47 ^B	35,61±5,80 ^B	36,00±4,83 ^B	68,70±9,64 ^A

A, B: Aynı satırda farklı harf taşıyan ortalamalar istatistiksel açıdan önemlidir ($P<0,05$).

Çalışmada gündüz egzersizinin istirahat ve yorgunluk serum potasyum, sodyum, fosfor, kükürt, magnezyum ve kalsiyum element düzeyleri incelendiğinde, istirahat ölçümlerine göre yorgunluk ölçümlerinde bir artış olmakla birlikte, bu artış istatistiki açıdan önemli değildi ($P>0,05$). Gece egzersizinin istirahat ve yorgunluk serum potasyum, sodyum, magnezyum ve kalsiyum düzeyleri değerlendirildiğinde, istirahate göre yorgunluk ölçümleri lehine önemli düzeyde bir artış belirlendi ($P<0,05$). Fosfor ve kükürt parametrelerinde ise yorgunluk lehine bir artış olmasına rağmen bu artış önemli değildi ($P>0,05$). Çalışmada gündüz ve gece egzersizinin istirahat ve yorgunluk ölçümleri birlikte incelendiğinde serum potasyum, sodyum, magnezyum ve kalsiyum element düzeylerinde, en yüksek ve önemli değerler gece egzersizinden sonraki yorgunluk zamanlamasında elde edildi ($P<0,05$). Fosfor elementinin her iki ölçüm istirahat ve yorgunluk düzeyleri birbirine benzerdi ($P>0,05$). Kükürt parametresinde ise gece egzersizinin istirahat ve yorgunluk düzeyleri gündüz istirahat ve yorgunluk düzeylerine göre önemli düzeyde yüksekti ($P<0,05$).



Şekil 3.1. Deneklerin serum Potasyum, Sodyum, Fosfor, Kükürt, Magnezyum ve Kalsiyum düzeyleri.

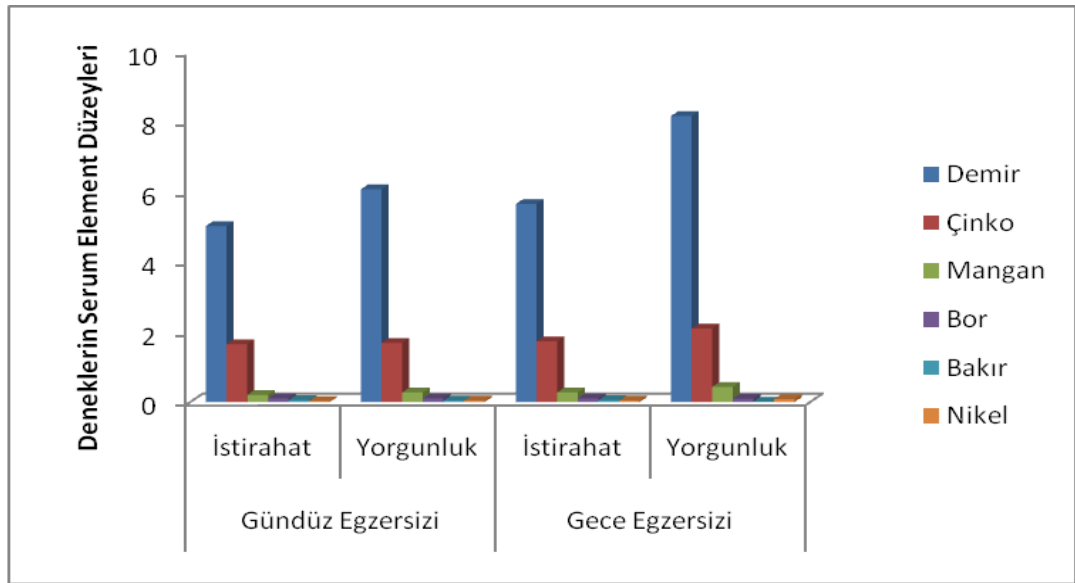
Çizelge 3.2. Deneklerin gündüz ve gece egzersizi öncesi ve sonrası serum Demir, Çinko, Mangan, Bor, Bakır ve Nikel düzeyleri.

Elementler	Gündüz Egzersizi		Gece Egzersizi	
	İstirahat	Yorgunluk	İstirahat	Yorgunluk
Demir (mg/L)	5,03±0,39 ^B	6,08±0,090 ^B	5,66±0,530 ^B	8,17±1,73 ^A
Çinko (mg/L)	1,65±0,195 ^B	1,69±0,076 ^B	1,73±0,049 ^B	2,10±0,123 ^A
Mangan (mg/L)	0,20±0,008 ^B	0,27±0,034 ^B	0,27±0,042 ^B	0,43±0,050 ^A
Bor (mg/L)	0,10±0,005	0,10±0,014	0,10±0,016	0,09±0,010
Bakır (mg/L)	0,05±0,011 ^A	0,04±0,011 ^A	0,05±0,048 ^A	0,01±0,008 ^B
Nikel (mg/L)	0,03±0,004 ^B	0,04±0,006 ^B	0,04±0,009 ^B	0,08±0,013 ^A

A, B: Aynı satırda farklı harf taşıyan ortalamalar istatistiksel açıdan önemlidir ($P < 0,05$).

Çalışmada gündüz egzersizinin istirahat ve yorgunluk serum demir, çinko, mangan ve nikel element düzeyleri incelendiğinde, istirahat ölçümlerine göre yorgunluk ölçümlerinde bir artış olmakla birlikte, bu artış istatistiki açıdan önemli değildi ($P > 0,05$). Bor parametresinin gündüz istirahat ve yorgunluk düzeyleri birbirine benzerdi ($P > 0,05$). Bakır parametresinin gündüz istirahat ve yorgunluk ile gece istirahat düzeyleri, gece yorgunluk düzeyine göre önemli şekilde yükseldi.

($P<0,05$). Gece egzersizinin istirahat ve yorgunluk serum demir, çinko, mangan ve nikel düzeyleri değerlendirildiğinde, istirahate göre yorgunluk ölçümleri lehine önemli düzeyde bir artış belirlendi ($P<0,05$). Bor parametresinin gece istirahat ve yorgunluk düzeyleri birbirine benzerdi ($P>0,05$). Bakır parametresinin gece istirahat düzeyi yorgunluk düzeyine göre önemli şekilde yüksekti ($P<0,05$). Çalışmada gündüz ve gece egzersizinin istirahat ve yorgunluk ölçümleri birlikte incelendiğinde serum demir, çinko, mangan ve nikel element düzeylerinde en yüksek ve önemli değerler gece egzersizinden sonraki yorgunluk zamanlamasında elde edildi ($P<0,05$). Bor elementinin her iki ölçüm istirahat ve yorgunluk düzeyleri birbirine benzerdi ($P>0,05$). Bakır parametresinin gündüz ve gece istirahat düzeyleri yorgunluk düzeylerine göre önemli şekilde yüksekti ($P<0,05$). Gündüz ve gece egzersizinin yorgunluk serum bakır düzeyleri ise birbirinden farklı değildi ($P>0,05$).



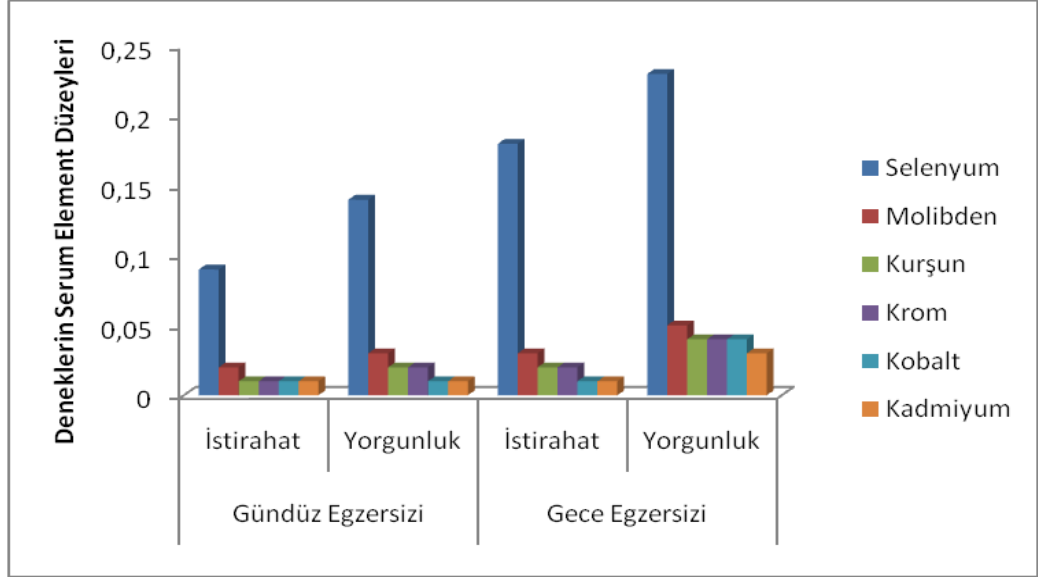
Şekil 3.2. Deneklerin gündüz ve gece egzersizi öncesi ve sonrası serum Demir, Çinko, Mangan, Bor, Bakır ve Nikel düzeyleri

Çizelge 3. 3. Deneklerin gündüz ve gece egzersizi öncesi ve sonrası serum Selenyum, Molibden, Kurşun, Krom, Kobalt ve Kadmiyum düzeyleri.

Elementler	Gündüz Egzersizi		Gece Egzersizi	
	İstirahat	Yorgunluk	İstirahat	Yorgunluk
Selenyum (mg/L)	0,09±0,021 ^B	0,14±0,032 ^B	0,18±0,044 ^B	0,23±0,063 ^A
Molibden (mg/L)	0,02±0,003 ^B	0,03±0,007 ^B	0,03±0,055 ^B	0,05±0,008 ^A
Kurşun (mg/L)	0,01±0,006 ^B	0,02±0,006 ^B	0,02±0,012 ^B	0,04±0,008 ^A
Krom (mg/L)	0,01±0,002 ^B	0,02±0,002 ^B	0,02±0,003 ^B	0,04±0,005 ^A
Kobalt (mg/L)	0,01±0,001 ^B	0,01±0,002 ^B	0,01±0,003 ^B	0,04±0,006 ^A
Kadmiyum (mg/L)	0,01±0,001 ^B	0,01±0,003 ^B	0,01±0,004 ^B	0,03±0,003 ^A

A, B: Aynı satırda farklı harf taşıyan ortalamalar istatistiksel açıdan önemlidir ($P<0,05$).

Çalışmada gündüz egzersizinin istirahat ve yorgunluk serum selenyum, molibden, kurşun, krom, element düzeyleri incelendiğinde, istirahat ölçümlerine göre yorgunluk ölçümlerinde bir artış olmakla birlikte, bu artış istatistiki açıdan önemli değildi ($P>0,05$). Kobalt ve kadmiyum parametresinin gündüz istirahat ve yorgunluk düzeyleri de birbirine benzerdi ($P>0,05$). Gece egzersizinin istirahat ve yorgunluk serum selenyum, molibden, kurşun, krom, kobalt ve nikel düzeyleri değerlendirildiğinde, istirahate göre yorgunluk ölçümleri lehine önemli şekilde bir artış belirlendi ($P<0,05$). Çalışmada serum selenyum, molibden, kurşun, krom, kobalt ve kadmiyum element düzeyleri gündüz ve gece egzersizlerinin her iki ölçüm düzeyleri açısından incelendiğinde, en yüksek ve önemli değerler gece egzersizinden sonraki yorgunluk zamanlamasında elde edildi ($P<0,05$).



Şekil 3.3. Deneklerin serum Selenyum, Molibden, Kurşun, Krom, Kobalt ve Kadmiyum düzeyleri.

4. TARTIŞMA

4.1. Potasyum, Sodyum, Fosfor, Kükürt, Magnezyum ve Kalsiyum Parametrelerinin Tartışılması

Vücutta metabolik fonksiyonların normal sınırlar içinde devam edebilmesi için bazı makro elementlerin kan ve dokulardaki regülasyonunun sağlanması gerekir. Güçlü fiziksel aktivite iskelet kasındaki enerji dönüşüm oranını birkaç kat artırabilir ve bu artış kandaki makro elementlerin düzeyini çeşitli şekillerde değiştirebilir (Maughan 1999). Bu makro elementler içerisinde potasyum, sodyum, fosfor, magnezyum ve kalsiyumun çeşitli kemik elementleri, nukleik asitler, hücre membranları, proteinler ve enzimlerin yapılarına katıldıkları için sporda ve fiziksel aktivite esnasında metabolik denge için oldukça önemli oldukları kabul edilir (Maughan 1999).

Gerçekleştirdiğimiz çalışmada gündüz yorgunluğa kadar yaptırılan egzersiz, egzersiz öncesi değerlerle mukayese edildiğinde potasyum, sodyum, fosfor, kükürt, magnezyum ve kalsiyum seviyelerinde önemli bir değişikliğe yol açmadı. Buna karşın gece yorgunluğa kadar yaptırılan egzersiz, egzersiz öncesi değerlerle karşılaştırıldığında fosfor parametresinde bir değişikliğe yol açmazken potasyum, sodyum, kükürt, magnezyum ve kalsiyum düzeylerinde artışla sonuçlandı. Hem gündüz, hem de gece egzersizleri fosfor düzeylerinde önemli bir değişikliğe yol açmadı. Fosforun fiziksel egzersizde metabolik dengenin devamı, enerji metabolizması ve hücre solunum gibi olaylarda rolleri vardır (Speich ve ark 2001). Ancak fosfor ve egzersiz ilişkisini konu alan yayınların azlığı da dikkat çekicidir. Zaten çalışmamızda da gündüz ve gece egzersizleri fosfor düzeylerinde bir değişikliğe yol açmamıştır. Yüksek ısı ve nemli ortamda yaptırılan uzun koşu egzersizlerinin plazma sodyum ve potasyum düzeylerinde artışa yol açarken, magnezyum düzeylerinde ise önemli baskılanmayla sonuçlandığı rapor edilmiştir (Singh ve Sirisinghe 1999). Gerçekleştirdiğimiz çalışmada gece egzersizinde elde ettiğimiz artmış sodyum ve potasyum değerleri Singh ve Sirisinghe (1999)'in bulgularıyla uyumlu, magnezyum düzeyleri ise çelişkilidir. Maraton koşucularının önemli şekilde azalmış serum ve idrar magnezyumuna sahip oldukları gösterilmiştir (Buchman ve ark 1998). Shephard ve Shek (1998)'in bildirdiğine göre ise maksimal bir egzersiz böbreklerde fitre edilebilir magnezyumu azaltarak serum

magnezyumunda artışa yol açabilmektedir. Yine benzer şekilde farklı spor branşlarındaki bayanlarda serum magnezyum seviyelerinin kontrollerinden daha yüksek olduğunun bildirilmesi de (Nuviala ve ark 1999) çalışmamızda gece egzersizinde elde ettiğimiz yüksek magnezyum düzeyleriyle paralellik arz eder. Egzersiz kalsiyum ilişkisi dikkate alındığında, çok şiddetli egzersizin kalsiyum kaybını artırabileceğini dikkat çekilmektedir (Maughan 1999). Biz çalışmamızda gece egzersizinde artmış serum kalsiyumu elde ettik. Bizim bulgumuz Maughan (1999)'ın raporuyla çelişkili gibi görünmektedir. Ancak biz çalışmamızda artmış serum kalsiyumunu yorgunluğa kadar yaptırılan bir egzersiz sonrası elde ettik. Sıçanlarda akut yüzme egzersizinin vücut kalsiyumunda artışa yol açabileceğini bildiren Sivrikaya ve ark (2012)'nin raporu bizim sonuçlarımızı destekleyen önemli bir sonuç olarak kabul edilebilir. Gerçekleştirdiğimiz çalışma gece yaptırılan egzersizin serum kükürt değerlerinde de önemli bir artışa yol açtığını göstermektedir. Kükürt ve egzersiz ilişkisini konu alan çalışmaların azlığı dikkat çekicidir. Akut yüzme egzersizinin sıçanlarda serum kükürt değerlerinde artışa yol açtığının gösterilmesi (Bicer ve ark 2011) bizim gece egzersizinde elde ettiğimiz artmış serum kükürt seviyeleriyle uyumludur.

Gerçekleştirdiğimiz çalışmada potasyum, sodyum, fosfor, kükürt, magnezyum ve kalsiyum parametreleri genel olarak değerlendirildiğinde gece yorgunluğa kadar yaptırılan egzersiz serum potasyum, sodyum, kükürt, magnezyum ve kalsiyum seviyelerinde artışla sonuçlanırken, gündüz yorgunluğa kadar yaptırılan egzersiz serumdaki potasyum, sodyum, fosfor, kükürt, magnezyum ve kalsiyum değerlerinde önemli bir değişikliğe yol açmadı. Elde ettiğimiz bu sonuçlar önemli olabilir. Zira aynı denek grubu ve aynı egzersiz programı uygulanmasına karşın, gündüz yaptırılan egzersizin aksine, gece egzersizinde elde ettiğimiz serumdaki yükselmiş potasyum, sodyum, kükürt, magnezyum ve kalsiyum seviyeleri oldukça ilginç bulgulardır. Gece egzersizinde elde ettiğimiz bu değerleri bire bir karşılaştırabileceğimiz çalışmalara med-line taramalarda rastlayamadık. Ancak çalışmaya alınan denekler herhangi bir sportif aktivite göstermeyen bireylerden oluşmuş ve bu bireyler oldukça geç bir saatte (24:00) uygulanan egzersiz programıyla ilk defa karşılaşmışlardır. Bu durumun denekler üzerinde oluşturduğu zorlayıcı stres muhtemelen bu sonuçların ortaya çıkmasında rol oynamış olabilir.

Elde ettiğimiz bulgular sonuç olarak gece egzersizinin serumdaki potasyum, sodyum, fosfor, kükürt, magnezyum ve kalsiyum düzeylerini önemli ölçüde artırdığını göstermektedir.

4.2. Demir, Çinko, Mangan, Bor, Bakır ve Nikel Parametrelerinin Tartışılması

Gerçekleştirdiğimiz çalışmada gündüz yorgunluğa kadar yaptırılan egzersiz, egzersiz öncesi değerlerle mukayese edildiğinde serumdaki demir, çinko, mangan, bor, bakır ve nikel önemli bir değişikliğe yol açmadı. Buna karşın gece yorgunluğa kadar yaptırılan egzersiz, egzersiz öncesi değerlerle karşılaştırıldığında bor parametresinde bir değişikliğe yol açmazken demir, çinko, mangan, bakır ve nikel düzeylerinde artışla sonuçlandı.

Sitokromların O₂ bağlayıcı bir molekülü ve bir çok enzimin ko faktörü olan demirin yetmezliği direkt olarak hemoglobin yetmezliğine yol açarak kalp ve kas sistemi üzerinden egzersiz performansında azalmayla sonuçlanır (Maughan 1999, Speich ve ark 2001). Bu nedenle de fiziksel performans ve demir arasında önemli bir ilişki vardır. Akut yüzme egzersizi yaptırılan sıçanlarda kontrollerine oranla serumda yüksek demir seviyelerinin rapor edilmesi (Baltacı ve ark 2009), çalışmamızda gece egzersizinde elde ettiğimiz yüksek demir seviyeleriyle uyumludur. Nukleik asit sentezi, protein sentezi, büyüme ve gelişme, antioksidan aktivite, testosteron salgısı ve beyin fonksiyonlarına karışan çinko, vücutta 300'den fazla enzimle ilişkilidir (König ve ark 1998). Rodriguez Tuya ve ark (1996)'ı judo ve eskrim sporu yapan bireylerde yüksek plazma çinko düzeylerini bildirmişlerdir. Yine benzer şekilde 16 karateci ve 23 orta uzun mesafe koşucusundan oluşan bayan sporcuların yüksek serum çinkosuna sahip oldukları gösterilmiştir (Nuviala ve ark 1999). Her iki çalışmanın sonuçları da gece egzersizinde elde ettiğimiz yüksek serum çinkosunu önemli şekilde desteklemektedir. Spor ve fiziksel aktivite ile mangan konsantrasyonu ve değişiklikleri hakkında çok az şey bilinmektedir (Speich ve ark 2001). Ancak egzersiz stresi ve antioksidan durum göz önüne alındığında Superoksit Dismutaz (SOD)'ın yapısına giren manganın egzersizde önemli olabileceği varsayılabilir. Bu yönüyle de çalışmamızda gece egzersizinde elde ettiğimiz serumdaki yüksek mangan düzeyleri çarpıcı bir sonuç olarak değerlendirilebilir. Bor ile egzersiz ilişkisini konu alan çalışmalar daha çok bu elementin kas gelişimi veya kemik metabolizması

üzerindeki etkilerini konu almaktadır (Naghii ve Saman 1993). Bor uygulamasının menapozal dönemdeki kadınlarda kalsiyum atılımını azalttığı, östrojen düzeylerini yükselttiği ve kemik kayıplarını önlediği bildirilmektedir (Naghii ve Saman 1993) Dayanıklılık antrenmanı yapan bireylerde diyetle bor ilavesinin performans üzerinde yararlı olabileceği belirtilmektedir (Ahrendt 2001). Bildirildiğine göre diyetle bor ilavesinin steroid hormonları artırması sebebiyle atletler için ergojenik madde olabileceğine dikkat çekilerek, bor-egzersiz ilişkisinin daha fazla araştırılmasının gerekli olduğuna dikkat çekilmektedir (Naghii 1999, Ahrendt 2001). Bor elementinin fiziksel performans da önemli olabileceğine dikkat çekilmesine karşın, hem gündüz, hem de gece egzersizlerinden serum bor düzeyleri etkilenmedi. Zaten bor egzersiz ilişkisinde daha sıklıkla bor eksikliği veya uygulamasındaki çalışmalar ön planda yer almaktadır (Yazıcı ve ark 2008, Yazıcı ve ark 2011).

Bakır enerji metabolizmasında oldukça önemlidir ve hemoglobin, miyoglobulin, sitokromlar ve bazı peptid hormonların sentezi için önemli bir elemandır (Maughan 1999). Fiziksel aktivite sırasında önemli bir rol oynamasına rağmen bakırın atletlerdeki durumuyla ilgili bulgular farklıdır (Resina ve ark 1991). Seruloplazmin ve bakır bağlayıcı enzimlerdeki değişiklikler nedeniyle kandaki bakır konsantrasyonu, atletlerde kontrol grubundan yüksek, düşük ve farklı olmayabilir (Resina ve ark 1991). Buz hokeyi yapan erkek sporcularda serum bakır düzeylerinin kontrollerine oranla düşük olduğu gözlenmiştir (Rankinen ve ark 1995). Fiziksel aktivite sonrası serum bakır düzeylerinde önemli azalmaların meydana geldiği başka araştırmacılar tarafından da rapor edilmiştir (Marrella ve ark 1993, Bicer ve ark 2011). Gece egzersizi sonrası elde ettiğimiz azalmış serum bakır konsantrasyonu, yukarıda bulguları verilen araştırmacıların raporlarıyla da paralellik arz eder.

Serumdaki nikel düzeyleriyle egzersiz ilişkisini konu alan bir çalışmaya yaptığımız med-line taramalarda rastlayamadık. Ancak nikelin dokularda biriktiğinde hücre hasarına yol açtığı gösterilmiştir (Gupta ve ark 2007). Çalışmamızda gece egzersizinde ortaya çıkan yüksek serum nikel düzeyleri hücre hasarıyla ilişkili olabilir ve aynı zamanda gece egzersizi ve nikel ilişkisini araştıran muhtemelen ilk bulgudur.

4.3. Selenyum, Molibden, Krom, Kobalt, Kurşun ve Kadmiyum Parametrelerinin Tartışılması

Gerçekleştirdiğimiz çalışmada serumdaki selenyum, molibden, kurşun, krom, kobalt ve kadmiyum seviyeleri gündüz yorgunluğa kadar yaptırılan egzersizden etkilenmezken; ölçümü yapılan aynı parametrelerin tamamı gece yorgunluğa kadar yaptırılan egzersiz sonrasında, egzersiz öncesi düzeylere göre anlamlı şekilde artış gösterdi. İnsan sağlığı için son derece önemli olan selenyum, tiroit hormon metabolizması, oksidatif strese karşı koruyucu özelliği, bağışıklık işlevleri de dahil çeşitli metabolik süreçler için gereklidir (Akil ve ark 2011). Selenyum glutatyon peroksidazı aktive eden bir moleküldür ve bu nedenle oksidan hasarı önleyici antioksidan mekanizmalara karışır (Akil ve ark 2011). Tüketici fiziksel egzersizin hayvanlarda kas, karaciğer, kalp ve akciğerleri de içeren birçok dokuda muhtemelen serbest radikal üretimini uyararak oksidan hasara yol açtığı bilinmektedir (Akil ve ark 2011). Egzersizde oksidatif stresin artması, selenyumunda antioksidan aktiviteyi uyardığının bilinmesi, selenyum ve egzersiz arasındaki bir ilişkiyi de kaçınılmaz kılmaktadır (Akil ve ark 2011). Selenyumun egzersizden nasıl etkilendiğine dair bilgiler çelişkilidir. (Akil ve ark 2011) akut yüzme egzersizinin serum selenyum düzeylerinde azalmayla sonuçlandığını göstermişlerdir. Vücuttaki selenyum dağılımının egzersiz sırasında değişebileceği (Grant ve ark 2002), ve bu değişimin fiziksel performans üzerinde önemli olabileceğine dikkat çekilmektedir (Thompson 2004).

Gerçekleştirdiğimiz çalışmada gece egzersizinde elde ettiğimiz artmış serum selenyumunu, hem gece egzersizinin deneklerde oluşturduğu stres, hem de akut ve yorucu egzersizin kan ve dokular arasında selenyum dağılımını etkilemesinden kaynaklanabilir. İnsan ve hayvanlar için esansiyel bir iz element olan molibdenin fazlalığının bakır emiliminde yetersizliğe yol açtığı bilinmektedir (İpek 2003). Molibdenin fiziksel aktivitede nasıl etkilendiği konusunda çalışma yok denecek kadar azdır, ancak Bicer ve ark (2011)'ı akut yüzme egzersizi yaptırılan sıçanlarda molibden değerlerinin fiziksel aktiviteden etkilenmediğini bildirmişlerdir. Bizim çalışmamızda ise molibden düzeyleri gece egzersizinde önemli şekilde artış göstermiştir. Molibden ile bakır arasında zıt bir ilişki var gibi görülmektedir (İpek 2003). Çalışmamızda elde ettiğimiz yüksek molibden değerleri muhtemelen bir

önceki bölümde gösterildiği gibi serum bakırındaki bir azalma sonucu ortaya çıkmış olabilir. En azından elde ettiğimiz bu bulgu molibden ile bakır arasında ilişki olabileceğini bildiren raporlarla (İpek 2003) uyumludur. Krom metabolizmasının stres sırasında değiştiği bilinmektedir (Speich ve ark 2001). Dayanıklılık antrenmanının böbrekler yoluyla kromun üriner atılımını artırarak, krom metabolizmasını negatif olarak değiştirebileceği öne sürülmektedir (Frentsos ve Baer 1997). Egzersizde krom uygulamasının genç erkek ve bayan sporcularda performans üzerinde önemli bir etkisinin olmadığı (Lukaski 2000), benzer bulguların futbolcularda da elde edildiği rapor edilmiştir (Clancy ve ark 1994). Çalışmamızda gece egzersizinde elde ettiğimiz artmış serum kromu, muhtemelen gece egzersizinin oluşturduğu stres, zorlanım ve/veya hemokonsantrasyon mekanizmasının bir sonucu olarak ortaya çıkabilir. Kobalt'ın performans üzerinde yararlı olduğuna ve/veya fiziksel aktivite sırasında kobalt ihtiyacının arttığına dair bir bilimsel veri yoktur (Maughan 1999). Ancak B₁₂ vitaminin yapısına girmesi nedeniyle insan diyetinde kobaltın biyolojik olarak aktif formda verilmesi ve atletlerde de kobalt takviyesinin kullanılabilmesi önerilmektedir (Maughan 1999, Speich ve ark 2001). Yukarıda sunulan bilgilerle bir arada düşünüldüğünde, gece egzersizinde elde ettiğimiz artmış serum kobaltı ilginç bir bulgu olarak kabul edilebilir. Kadmiyum organizmaya akciğerler (endüstriyel atık, sigara), besin, içme suyu gibi yollarla alınır (Speich ve ark 2001). Bakır, çinko ve kobaltın biyokatalitik etkisini bloklamak suretiyle eritrosit, böbrek ve karaciğerde toksik etkiye yol açar (Speich ve ark 2001). Bütün bu bilgiler organizmada toksik etki gösteren kurşun içinde geçerlidir (Speich ve ark 2001). Ancak sporcularda kadmiyum ve kurşun değerleri yoruma açıktır (Rodríguez Tuya ve ark 1996).

Çalışmamızın sonuçları gece egzersizinin serumda hem kadmiyum, hem de kurşun seviyelerinin egzersiz öncesine göre önemli şekilde arttığını göstermektedir. Daha önceki bulgulara benzer şekilde, artmış kadmiyum ve kurşun düzeyleri muhtemelen gece egzersizinin organizma üzerinde oluşturduğu zorlanım ve stres gibi faktörlerin bir sonucu olarak ortaya çıkmış olabilir. Zira çalışmamıza katılan denekler, aktif spor yapmayan ve aynı zamanda ilk defa gece egzersizi uygulamasına maruz bırakılan sedanter bireylerden oluşmaktaydı.

5. SONUÇ ve ÖNERİLER

Gerçekleştirdiğimiz çalışmada sonuç olarak;

1. Gündüz yorgunluğa kadar yaptırılan egzersiz serum potasyum, sodyum, fosfor, kükürt, magnezyum, kalsiyum, demir, çinko, mangan, bor, bakır, nikel, selenyum, molibden, krom, kobalt, kurşun, ve kadmiyum düzeyleri üzerinde önemli bir etkiyle sonuçlanmamıştır.

2. Egzersiz öncesi (istirahat) değerleriyle mukayese edildiğinde gece yorgunluğa kadar yaptırılan egzersiz serum potasyum, sodyum, kükürt, magnezyum, kalsiyum, demir, çinko, mangan, nikel, selenyum, molibden, krom, kobalt, kurşun, ve kadmiyum seviyelerini önemli şekilde artırmıştır.

3. Gece egzersizi sadece serum bakırında önemli bir baskılanmayla sonuçlanmıştır.

4. Gece egzersizinde elde ettiğimiz potasyum, sodyum, kükürt, magnezyum, kalsiyum, demir, çinko, mangan, nikel, selenyum, molibden, krom, kobalt, kurşun, ve kadmiyum değerleri, gece egzersizi ve eser element metabolizması arasındaki ilişkiyi araştıran ilk çalışmadır.

5. Gece egzersizi ve element metabolizmasını konu alan bundan sonraki çalışmalarda, egzersiz öncesi ve yorgunluğa kadar yaptırılan egzersizin hemen bitiminde yapılacak element tayinlerine ek olarak, egzersizden 2, 24 ve 48 saat sonra aynı analizlerin kandaki tayinlerinin gerçekleştirilmesinin konunun daha iyi anlaşılması açısından önemli olabileceği bir öneri olarak ileri sürülebilir.

6. ÖZET

T.C.

SELÇUK ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Yorgunluğa Kadar Yaptırılan Gece ve Gündüz Egzersizlerinin Element Metabolizması Üzerine Etkisi

Übeyde GÜLNAR

Antrenörlük Eğitimi Anabilim Dalı

YÜKSEK LİSANS TEZİ/KONYA-2012

Bu çalışmanın amacı, yorgunluğa kadar yaptırılan gece ve gündüz egzersizlerinin serum element düzeylerini nasıl etkilediğinin araştırılmasıdır.

Bu araştırma, aktif olarak bir spor yapmayan 10 adet sağlıklı erkek sedanter üzerinde gerçekleştirildi. Deneklerin yaş ortalamaları 23.00 ± 0.25 yıl, boy ortalamaları 177.79 ± 2.25 cm, vücut ağırlığı ortalamaları ise 70.10 ± 1.63 kg olarak belirlendi. Çalışma protokolü Selçuk Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulu etik kurulu tarafından onaylandı.

Deneklerden sabah saat 10.00'da istirahat ve Bruce protokolü uygulanarak tükenme egzersizine tabi tutulduktan hemen sonra olmak üzere iki defa kan örnekleri alındı. Aynı denek grubundan 48 saat sonra benzer şekilde gece saat 12.00'da istirahat ve Bruce protokolü uygulanarak tükenme egzersizine tabi tutulduktan hemen sonra olmak üzere yine iki defa olmak üzere toplam 4 defa kan örnekleri alındı. Alınan kan örneklerinde serum kobalt, bor, kadmiyum, krom, nikel, mangan, molibden, bakır, demir, çinko, fosfor, sodyum, potasyum ve kalsiyum tayinleri atomik emisyon cihazında (ICP-AES; Varian Australia Pty LTD, Australia) mg/L ve mmol/L olarak ölçüldü.

Gündüz yorgunluğa kadar yaptırılan egzersiz serum potasyum, sodyum, fosfor, kükürt, magnezyum, kalsiyum, demir, çinko, mangan, bor, bakır, nikel, selenyum, molibden, krom, kobalt, kurşun, ve kadmiyum düzeyleri üzerinde önemli bir etkiyle sonuçlanmamıştır ($P>0.05$). Egzersiz öncesi (istirahat) değerleriyle mukayese edildiğinde gece yorgunluğa kadar yaptırılan egzersiz serum potasyum, sodyum, kükürt, magnezyum, kalsiyum, demir, çinko, mangan, nikel, selenyum, molibden, krom, kobalt, kurşun, ve kadmiyum seviyelerini önemli şekilde artırmıştır ($P<0.05$). Gece egzersizi sadece serum bakırında önemli bir baskılanmayla sonuçlanmıştır ($P<0.05$).

Anahtar Sözcükler: Gündüz ve gece egzersizi; serum element düzeyleri; yorgunluk.

7. SUMMARY

The effect of fatigue exercise during the day and night on the elements metabolism.

The aim of this study was to investigate how the affect fatigue exercise during the day and night on serum element levels.

This research was performed on ten healty sedanter men who was not engaged active sport. Mean age of subjects are 23.00 ± 0.25 years, mean heigth are 177.79 ± 2.25 cm, body weigth was determined as 70.10 ± 1.63 kg. Study protocol was approved by Selcuk University Physical Education and Sport Education ethics committe.

Blood samples was taken from subject two times firstly at a.m. 10.00 and secondly immediately after Bruce protocol exercise by applying the exhaustion. From the same subjects blood samples were taken at p.m. 12 and immediately after Bruce protocol exercise by applying the exhaustion and in this manner 4 times blood had been taken 4 times. Blood samples were analyzed for serum cobalt, boron, cadmium, chrome, nickel, manganese, molybdenum, copper, iron, zinc, phosphorus, sodium, potasium ve calcium by atomic emission device (ICP-AES; Varian Australia Pty LTD, Australia) and levels given as mg/L and mmol/L.

The fatigue exercise that performed at the during the day has not affects on serum potasium, sodium, sulfur, magnesium, calcium, iron, zinc, manganese, boron, cupper, nickel, selenium, molybdenium, chrome, cobalt, lead and cadmium levels ($P>0.05$). Exercise that performed by exhausting during the night have significantly increased serum potasium, sodium, sulfur, magnesium, calcium, iron, manganese, nickel, selenium, molybdenium, chrome, cobalt, lead and cadmium levels compared to before exercising levels ($P<0.05$). Night exercise only significantly inhibited serum cupper levels ($P<0.05$).

Key Words: Day time and nighth exercise; serum element levels; fatigue.

8. KAYNAKLAR

1. Ahrendt DM. Ergogenic aids: counseling the athlete. *Am Fam Physician* 2001; 63: 913.
2. Akgün N. Çocuk ve spor, *Spor Hek Derg*, 1979; 14, 1- 16.
3. Akgüneş E. Çocuklarda demir eksikliği tarama testi olarak eritrosit indekslerinden RDW ve MCW'nin irdelenmesi. Uzmanlık Tezi. İstanbul: Sağlık Bakanlığı Dr Sadi Konuk Eğitim ve Araştırma Hastanesi; 2004.
4. Akil M, Gurbuz U, Bicer M, Sivrikaya A, Mogulkoc R, Baltacı AK. Effect of selenium supplementation on lipid peroxidation, antioxidant enzymes, and lactate levels in rats immediately after acute swimming exercise. *Biol Trace Elem Res*, 2011;142(3):651-9.
5. Aksoy M. Beslenme Biyokimyası. Ankara: Hatiboğlu Yayınevi; 2008.
6. Allgrove J. Disorders of calcium metabolism. *Current Paediatrics* 2003; 13 (7): 529-35.
7. Alphan E. Özel diyet yemekleri. Sağlıklı yemekler sağlıklı lezzetler. İstanbul: Marmara Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi Döner Sermaye İşletmesi Matbaa Birimi, 2001.
8. Armstrong TA Evaluation of the Role of Boron in Swine Nutrition, Graduate Faculty of North Carolina State University, Raleigh; 2000.
9. Ası T. Tablolarla Biyokimya. İstanbul: Nobel Tıp Kitabevleri; 1996.
10. Ba J, Friedman PA. Calcium-sensing receptor regulation of renal mineral ion transport. *Cell Calcium* 2004; 35(3):229-37
11. Baltacı AK. Çinko ve egzersiz. *Genel Tıp Derg*, 2001; 11(3): 129-33.
12. Baltacı AK, Uzun A, Kilic M, Mogulkoc R. Effects of acute swimming exercise on some elements in rats. *Biol Trace Elem Res*, 2009;127(2):148-53.
13. Bass JK, Chan GM. Calcium nutrition and metabolism during infancy. *Nutrition*, 2006; 22(10): 1057-66.
14. Batuman V, Measaka JK, Haddad B, Tepper E, Landey E, Weedwn PP. The role of lead in gout nephropaty, *N.Engl. J.Med*, 1980; 304, ss:520-529;.
15. Bayraktar M. Magnezyum ve magnezyum eksikliği. *Türk Klin Tıp Bilim Derg* 1990; 10(3): 206-10.
16. Baysal A. Beslenme. 11. baskı. Ankara: Hatiboğlu yayınevi; 2007.
17. Baysal A. Beslenme. 12. Baskı. Ankara: Hatiboğlu yayınevi; 2009.
18. Belgemen T, Akar N. Çinkonun yaşamsal fonksiyonları ve çinko metabolizması ile ilişkili genler. *Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi Mecmuası*, 2004; 57(3):161-6.
19. Belviranlı M, Baltacı AK. The relation between reduced serum melatonin levels and zinc in rats with induced hypothyroidism. *Cell Biochem Funct*, 2008; 26(1): 19-23.
20. Benardot D. Advanced sports nutrition. USA: Human kinetics, 2006.
21. Berth LV and Alphonse G. The metallobiochemistry of zinc enzymes, *Adv Enzymol*, 1984; 56, 283 – 430.

22. Bicer M, Akil M, Sivrikaya A, Kara E, Baltaci AK, Mogulkoc R. Effect of zinc supplementation on the distribution of various elements in the serum of diabetic rats subjected to an acute swimming exercise. *J Physiol Biochem*, 2011;67(4):511-7.
23. Bogden JD, Klevay LM. editors. *Clinical Nutrition of the Essential trace elements and minerals. The guide for health professionals*. Totowa (New Jersey): Humana pres, 2000.
24. Bohl CH, Volpe SL. Magnesium and exercise. *Crit Rev Food Sci Nutr*, 2002; 42(6): 533-63.
25. Brilla LR, Haley TF. Effect of magnesium supplementation on strength training in humans. *J Am Coll Nutr*, 1992; 11(3): 326-9.
26. Brolinson GP, Elliott D. Exercise and immune system. *Clin Sports Med*, 2007; 26(3): 311-9
27. Bronner F. Recent developments in intestinal calcium absorption. *Nutr Rev*, 2009; 67(2):109-13.
28. Brotherhood JR. Nutrition and sports, *Sports Med*, 1984 1, 350 – 389.
29. Bu^ggel S, Larsen EH, Sloth JJ, Flytlie K, Overvad K, Steenberg LC, Moesgaard S. Absorption, excretion, and retention of selenium from a high selenium yeast in men with a high intake of selenium. *Food Nutr Res*, 2008.
30. Buchman AL, Keen C, Commisso J, Killip D, Ou CN, Rognerud CL, Dennis K, Dunn JK. The effect of a marathon run on plasma and urine mineral and metal concentrations. *J Am Coll Nutr*, 1998;17(2):124-7.
31. Cadmium, Mercury and Arsenic, *West J Med*, 137: 531-539.
32. Camakaris J, Voskoboinik I, Mercer JF. Molecular mechanisms of copper homeostasis. *Biochem Biophys Res Commun*, 1999; 261(2): 225-32.
33. Chesters JK, Will M. Zinc transport proteins in plasma. *Br J Nutr*, 1981; 46(1): 111-8.
34. Cinar V, Baltaci AK, Mogulkoc R, Kilic M. Testosterone levels in athletes at rest and exhaustion: effects of calcium supplementation. *Biol Trace Elem Res*, 2009; 129(1-3): 65-9.
35. Cinar V, Mogulkoc R, Baltaci AK, Nizamlioglu M. Effect of magnesium supplementation on some plasma elements in athletes at rest and exhaustion. *Biol Trace Elem Res*, 2007; 119(2): 97-102.
36. Cinar V, Mogulkoc R, Baltaci AK. Calcium supplementation and 4-week exercise on blood parameters of athletes at rest and exhaustion. *Biol Trace Elem Res*, 2010; 134(2): 130-5.
37. Cinar V, Nizamlioglu M, Mogulkoc R, Baltaci AK. Effects of magnesium supplementation on blood parameters of athletes at rest and after exercise. *Biol Trace Elem Res*, 2007; 115(3): 205-12.
38. Clancy SP, Clarkson PM, DeCheke ME, Nosaka K, Freedson PS, Cunningham JJ, Valentine B. Effects of chromium picolinate supplementation on body composition, strength, and urinary chromium loss in football players. *Int J Sport Nutr*, 1994;4(2):142-53.
39. Clarkson PM. Micronutrients and exercise: Antioxidants and minerals. *J Sports Sci*, 1995;13: 11-24.
40. Clarkson PM. Minerals: exercise performance and supplementation in athletes. *J Sports Sci*, 1991; 9: 91-116.
41. Clarkson PM., Haymes EM. Exercise and mineral status of athletes: Calcium, magnesium, phosphorus, and iron. *Med Sci Sports Exerc*, 1995; 27(6): 831-43.

42. Colgan M. Sports nutrition guide minerals, vitamins & antioxidants for athletes. Columbia, Apple publishing, 2002.
43. Çavdar AO. Analysis of zinc (serum, plasma, erythrocyte, and hair zinc) and its relation to nutrition in pregnant Turkish women: A review of cross-sectional and longitudinal studies. *J Trace Elem Exp Med*, 2000; 13(1): 63-71.
44. Çetin M, Deniz G, Polat Ü, Yalçın A. Bireylerde inorganik ve organik selenyum ilavesinin biyokimyasal kan parametreleri üzerine etkisi. *Uludağ Univ J Fac Vet Med*, 2002; 21: 59-63.
45. Dalcorsa G, Farinati S, Mastrı S, Furını A. How Plants Cope with Cadmium, Staking All on Metabolism and Gene Expression, *J Integr, Plant Biol*, 2008; 50: 1268- 1280.
46. Deuster P.A, Dolev E, Kyle S. B, Anderson R. A, Schoomaker E. B, Magnesium homeostasis during high-intensity anaerobic exercise in men. *J Appl Physiol*, 1987; 62(2): 545-50.
47. Devirian TA and Volpe SL The Physiological Effects of Dietary Boron, *Critica Reviews in Food Science and Nutrition*, 2003; 43 (2): 219-231.
48. Dixon TF, Bromine in the tissues. *Biochem J*, 1935; 28, 86.
49. Dietary Reference Intakes for Vitamin A, Vitamin K, Arsenic, Boron, Chromium, Copper, Iodine, Iron, Manganese, Molybdenum, Nickel, Silicon, Vanadium and Zinc, A Raport of the Panel on Micronutrients, National Academy Press, Washington, D.C. 2002.
50. Driskell JA, Wolinsky I, editors. Sport nutrition vitamins and trace elements. Second ed. USA: CRC pres, 2006.
51. Elwood MD, Gallacher B, Blood lead Medical Research Council, 1980; 310,:17:1125,;
52. Ergin A, Kütük E, Tümtürk N, Duru E, Güvendik G, Dinçer H, Göksel S. İskemik kalp hastalığı ve selenyum. *Turk J Cardiol*, 1992; 5(1): 23-7.
53. Ergin FT. TC. Demir eksikliği anemisinin tiroit hormonları üzerine etkisi. Sağlık Bakanlığı Lütfi Kırdar Kartal Eğitim ve Araştırma Hastanesi Uzmanlık Tezi, İstanbul, 2005.
54. Filmer J F, Underwood E J, Australian Vet. J. 1937; 13-57.
55. Fink HH, Burgoon LA, Mikesky AE. Practical Applications in Sports Nutrition. Jones and Bartlett Publishers, Canada, 2006.
56. Finstad EW, Newhouse IJ, Lukaski HC, McAuliffe JE and Stewart CR. The effects of magnesium supplementation on exercise performance, *Med Sci Sports Exerc*, 2001; 33, 493 – 498.
57. Fitch KD, Morton AR and Blansky BA Effects of svimming training on children with astma, *Arch Dis Childh*, 1976; 51, 190 – 194.
58. Frentsos JA, Baer JT. Increased energy and nutrient intake during training and competition improves elite triathletes' endurance performance. *Int J Sport Nutr*, 1997; 7(1):61-71.
59. Gardner GW, Edgerton VR, Barnard RJ, Bernauer EM. Cardiorespiratory, hematological and physical performance responses of anemic subjects to iron treatment. *Am J Clin Nutr*, 1975; 28(9): 982-8.
60. Garrow JS. Rffect of exercise on obesity, *Acta Med Scand*, 1986; 711, 85 – 92.
61. Gibson SLM, Mackenzia JC, Goldberg A, The diagnosis of industrial lead poisoning, *Br J Ind Med*, 1968; 25, 40-51,
62. Gleeson M, Nieman DC, Pedersen BK. Exercise, nutrition and immune function. *J Sports Sci*, 2004; 22(1): 115-25
63. Göğüş U, Mutluluğa doğru gıda-spor ve sağlık. Ankara: Pelikan yayıncılık; 2003.

64. Grant S., McMillan, K., Newell, J., Wood, L., Keatley, S., Simpson, D., Leslie, K. & Fairlie-Clark, S. Reproducibility of the blood lactate threshold, 4 mmol.l(-1) marker, heart rate and ratings of perceived exertion during incremental treadmill exercise in humans. *Eur J Appl Physiol*, 2002; 87, 159-166.
65. Groog L, Stenman S, Groop PH, Makipemaa A and Teppo MA. The effect of exercise on urinary excretion of different size proteins in patients with insulin dependent diabetes mellitus, *Scand J Clin Lab Invest*, 1990; 50, 525 – 532.
66. Gropper SS, Smith JL, Groff JL. *Advanced nutrition and human metabolism*. Fifth ed. USA: Wadsworth cengage learning; 2009; p.429-512.
67. Gupta AD, Dhundasi SA, Ambekar JG, Das KK. Effect of l-ascorbic acid on antioxidant defense system in testes of albino rats exposed to nickel sulfate. *J Basic Clin Physiol Pharmacol*, 2007; 18(4):255-266.
68. Güler Ç, Çobanaoğlu Z. *Kimyasallar ve Çevre, Sağlık Bakanlığı Sağlık Projesi Genel Koordinatörlüğü, Çevre Sağlığı Temel Kaynak Dizisi No: 50, Ankara*. 1997.
69. Güley M, Vural N,, *Metal Zehirleri ‘‘toksikoloji’’ Ankara Üniversitesi Eczacılık Fakültesi Yayınları*, 1978; 171-173, Ankara.
70. Hahn PF, Bale WF, Ross JF, Balfour WM, Whipple GH. Radioactive iron absorption by gastrointestinal tract: influence of anemia, anoxia, and antecedent feeding distribution in growing dogs. *J Exp Med*, 1943; 78(3): 169-88.
71. Hambidge M, Krebs NF. Interrelationships of key variables of human zinc homeostasis: Relevance to dietary zinc requirements. *Annu Rev Nutr*, 2001; 21: 429-52.
72. Harris ED. Cellular transporters for zinc. *Nutr Rev*, 2002; 60(4):121-4.
73. Hentze MW, Kuhn LC. Molecular control of vertebrate iron metabolism: Mrna- based regulatory circuits operated by iron, nitric oxide, and oxidative stress. *Proc Natl Acad Sci*, 1996; 93(16): 8175-82.
74. Holloszy JO, Schultz J, Hagberg JM and Ehsani AA. Effects of exercise on glucose tolerance and insulin resistance, *Acta Med Scand*, 1986; 711, 55 – 56.
75. Howley ET, Franks BD. *Health fitness instructor’s handbook*. Third ed. USA: Human kinetics, 1997.
76. Hsu JM. Biochemistry and metabolism of Zinc. In: Karcioğlu ZA, Sarper RM, editors. *Zinc and copper in medicine*. USA: Charles C Thomas Publisher; 1980.p.66-82.
77. Hunt CD and Herbel JL *Boron Effects Energy Metabolism in the Streptozotocin- Injected, Vitamin D3- Deprived Rat*, USDA, Grand Forks Human Nutrition Research Center, N Dak, 1992.
78. Hurs JB, Mercer TT, Measurement of 212 Pb loss rate from human lungs, *J Appl Physiol*, 1970; 28, 268-274.
79. Inoue D. Clinical aspect of recent progress in phosphate metabolism. Physiological system regulating serum levels of inorganic phosphate. *Clin Calcium*, 2009; 19(6): 778-84.
80. Insel P, Turner RE, Ross D. *Nutrition*. Second ed. Canada: Jones and Bartlett Publishers; 2004.
81. Ivy J, Portman R. *Nutrient Timing. The Future of Sports Nutrition*. USA: Basic Health Publications; 2004.
82. İpek H. Molibden. *YYÜ Vet Fak Derg*, 2003;14(1):73-76.
83. Kahvecioğlu Ö, Kartal G, Güven A, Temur S. *Metallerin Çevresel Etkileri -I*. 2010.

84. Kalaycıoğlu L, Serpek B, Nizamlıoğlu M, Başınar N, Tiftik M. Biyokimya. 2. baskı. Ankara: Nobel Yayınevi, 2000; 35-53.
85. Karai I, Fukumoto K, Horiguchi S, Alternation of lipids of the erythrocyte membranes in workers exposed to lead, *Int Archoccup Environ Healty*, 1982; 50, 2-16.
86. Kavas A. Sağlıklı yaşam için doğru beslenme. 3. basım, Mart matbaacılık, İstanbul 2003.
87. Kaya O. Melatonin ile çinko uygulanmış ratlarda akut yuzme egzersizinin kas ve karaciğer glikojeni ile plazma laktat duzeylerine etkisi. Gazi Uiversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ankara, Doktora tezi, 2003.
88. Kaya S, Akar F. Metaller, Diğer İnorganik ve Radyoetkin Maddeler Alınmıştır. Veteriner Hekimliğinde Toksikoloji. Ed: Kaya, S, Pirinçci, İ, Bilgili, Medisan Yayınevi, 2. Baskı, Ankara, 2002; 212- 233.
89. Kayhan F. E. Su Urunlerinde Kadmiyumun Biyobirikimi ve Toksisitesi, *E.U. Su Urunleri Dergisi*, 2006; 23: 215-220..
90. Kent NL, Mccance RA, *Biochem. J.* 1941; 35-837-877.
91. Khazai N, Judd SE, Tangpricha V. Calcium and vitamin D: Skeletal and extraskeletal health. *Curr Rheumatol Rep*, 2008; 10(2): 110-7.
92. King JC. Specific nutrient requirements trace elements. In: Gershwin ME, German JB, Keen CL, editors. *Nutrition and immunology and practise*. Totowa (New Jersey): Humana pres; 2000; p.65-72.
93. Kocatürk PA Rat Testis Dokusu Uzerine Akut Borik Asit Uygulamasının Fiziopatolojik ve Histopatolojik Etkileri, Ankara Uiversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü İ Hastalıkları Anabilim Dalı Fiziopatoloji Bilim Dalı, Doktora Tezi, Ankara, 1998.
94. König D, Weinstock C, Keul J, Northoff H, Berg A. Zinc, iron, and magnesium status in athletes-- influence on the regulation of exercise-induced stress and immune function. *Exerc Immunol Rev*, 1998;4:2-21
95. Kreider RB. Dietary Supplements and the Promotion of Muscle Growth with Resistance Exercise, *Sports Med Feb*: Kreider RB Dietary Supplements and the Promotion of Muscle Growth with Resistance Exercise, *Sports Med Feb*, 1999; 27 (2) : 97-100.
96. Laires MJ, Monteiro C. Exercise, magnesium and immune function. *Magnes Res*, 2008; 21(2): 92-6.
97. Landrigan PJ. Occupational and Community Exposures to Toxic Metals: Lead, 1982.
98. Layrisse M, Martinez-Torrez C, Roche M. Effect of interaction of various foods on iron absorpction. *Am J Clin Nutr*, 1968; 21(10): 1175-83.
99. Lehman KB, *Arch Hyg*, 1908; 68-421.
100. Lescure A, Rederstorff M, Krol A, Guicheney P, Allamand V. Selenoprotein function and muscle disease. *Biochim Biophys Acta*, 2009; 1790(11): 1569-74.
101. Li L, Liu C, Lian X. Gene expression profiles in rice roots under low phosphorus stress. *Plant Mol Biol*, 2010; 72(4-5): 423-32
102. Linder MC. Hazegh-Azam M. Copper biochemistry and molecular biology. *Am J Clin Nutr*, 1996; 63(5): 797-811.
103. Lukaski HC. Magnesium, zinc, and chromium nutrition and athletic performance. *Can J Appl Physiol*, 2001; 26(Suppl): 13-22.

104. Lukaski HC. Magnesium, zinc, and chromium nutriture and physical activity. *Am J Clin Nutr*, 2000;72(2 Suppl):585S-93S.
105. Lukaski HC. Vitamin and mineral status: Effects on physical performance. *Nutrition*, 2004; 20(7-8): 632-44.
106. Luza SC, Speisky HC. Liver copper storage and transport during development: Implications for cytotoxicity. *Am J Clin Nutr*, 1996; 63(8): 812-20.
107. Malekos A. The Use of Dietary Supplements Among Elite National Athletes, Varsity Athletes and Non- Athletic University Students, University of Calgary, Degree of Master of Science, 2000.
108. Malone AM. Supplemental zinc in wound healing: Is it beneficial? *Nutr Clin Pract*, 2000; 15(5): 253-6.
109. Manore MM. Nutritional needs of the female athlete. *Clin Sports Med*, 1999; 18(3): 549-63.
110. Marrella M, Guerrini F, Solero PL, Tregnaghi PL, Schena F, Velo GP. Blood copper and zinc changes in runners after a marathon. *J Trace Elem Electrolytes Health Dis*, 1993; 7(4):248-50.
111. Maughan RJ. editors. *Nutrition In Sport. USA*; Blackwell publishing; 2001; P.318-355.
112. Maughan RJ. Role of micronutrients in sport and physical activity. *Br Med Bull*, 1999; 55(3): 683-90.
113. Maxwell C, Volpe SL. Effect of zinc supplementation on thyroid hormone function. *Ann Nutr Metab*, 2007; 51(2): 188-194.
114. Meacham SL, Taper LJ, Volpe SL. Effect of Boron Supplementation on Blood and Urinary Calcium, Magnesium, and Phosphorus, and Urinary Boron in Athletic and Sedentary Women, *American Journal of Clinical Nutrition*, 1995; 61 (2):341-345.
115. Mertz W. The essential trace elements, *Science*, 1981; 213, 1332 – 1338.
116. Micheletti A, Rossi R, Rufini S. Zinc status in athletes. Relation to diet and exercise. *Sports Med*, 2001; 31(8): 577-82.
117. Mobarak N, Alice YS. Lead distribution in the saliva and blood fractions of rats after interperioheal injections, *Toxicology*, 1984; 32, ss:67-74.
118. Naghii MR, Samman S. The role of boron in nutrition and metabolism. *Prog Food Nutr Sci*, 1993; 17: 331
119. Naghii MR. The significance of dietary boron, with particular reference to athletes. *Nurt Health*, 1999; 13:31.
120. Naghii MR. The Significance of Dietary Boron, with Particular Reference to Athletes, *Nurt Health*, 1999; 13 (1) :31-7.
121. Nielsen FH, Lukaski HC. Update on the relationship between magnesium and exercise. *Magnes Res*, 2006; 19(3): 180-9.
122. Nielsen FH. Biochemical and Physiologic Consequences of Boron Deprivation in Humans, *Environ Health Perspect*, 1994; 102 Suppl 7: 59-63.
123. Nielsen FH. *Boron in Human and Animal Nutrition, Plant and Soil*, Kluwer Academic Publisher, Netherland, 1997; 193: 199-208.
124. Nielsen FH. The Justification for Providing Dietary Guidance for The Nutritional Intake of Boron, *Biol Trace Elem Res*, 1998; 66 (1-3): 319-30.

125. Nielsen FH. The Nutritional Importance and Pharmacological Potential of Boron for Higher Animals and Human, *Boron in Plant and Animal Nutrition*, 2002; 37-49,
126. Nieman DC. Nutrition, exercise, and immune system function. *Clin Sports Med*, 1999; 18(3): 537-48.
127. Nuviala RJ, Lapieza MG, Bernal E. Magnesium, zinc, and copper status in women involved in different sports. *Int J Sport Nutr*, 1999; 9(3):295-309.
128. Özdemir F, Rodoplu M. Magnezyum ve osteoporoz. *Osteoporoz dünyasından*, 2004; 10(1): 32-7.
129. Özhan O. Demir eksikliği anemisi olan kadınlarda serum çinko düzeyinin değerlendirilmesi, İnönü Üniversitesi, Malatya, Uzmanlık tezi, 2007.
130. Pamir F. Kurşun ‘Klinik Toksikoloji’ Ankara, Yarı Açık Cezaevi Matbaası, 1969; 385-390,
131. Peacock M. Calcium metabolism in health and disease. *Clin J Am Soc Nephrol*, 2010; 5(1 Suppl): 23-30.
132. Ponka P. Iron metabolism: Physiology and pathophysiology. *J Trace Elem Exp Med*, 2000; 13(1): 73-83.
133. Pozition of the American Dietetic Association, Dietitians of Canada, and the American College of Sports Medicine: Nutrition and athletic performance. *J Am Diet Assoc*, 2009; 109: 509-27
134. Prasad AS. Zinc deficiency has been known of for 40 years but ignored by global health organisations. *BMJ*, 2003; 326: 409-10.
135. Prasad AS. Zinc in human health: An update. *J Trace Elem Exp Med*, 1998; 11(2-3); 63-87.
136. Prasad AS. Zinc in human nutrition. Florida: CRC Press. F; 1979.
137. Price CJ, Strong PL, Murray AJ, Goldberg MM. Blood Boron Concentrations in Pregnant Rats Fed Boric Acid Throughout Gestation, *Reproductive Toxicology*, 1997; 833-842.
138. Rankinen T, Fogelholm M, Kujala U, Rauramaa R, Uusitupa M. Dietary intake and nutritional status of athletic and nonathletic children in early puberty. *Int J Sport Nutr*, 1995; 5(2):136-50.
139. Resina A, Gatteschi L, Rubenni MG, Giamberardino MA, Imreh F. Comparison of some serum copper parameters in trained professional soccer players and control subjects. *J Sports Med Phys Fitness*, 1991;31(3):413-6.
140. Rico H, Crespo E, Hernandez E R, Seco C, Crespo R. Influence of Boron Supplementation on Vertebral and Femoral Bone Mass in Rats on Strenuous Treadmill Exercise: A Morphometric, Densitometric, and Histomorphometric Study, *Journal of Clinical Densitometry*, 2002; 187-192.
141. Rodríguez Tuya I, Pinilla Gil E, Maynar Mariño M, García-Moncó Carra RM, Sánchez Misiego A. Evaluation of the influence of physical activity on the plasma concentrations of several trace metals. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*, 1996;73(3-4):299-303.
142. Rudkowski Z, Boguslowska JJ, Chabudzinska S, et. Al Healty state of children in indistrial centers compre nensive clinico-biochemical studies including blood lead level, *Zesp Ochr, Sr Indst, Pediatr*, 1982; 57:9, 679-683;.
143. Samman S. Zinc. *Nutrition & Dietetics*. Sidney, 2007; 64: 131-4.
144. Sánchez C, López-Jurado M, Aranda P, Llopis J. Plasma levels of copper, manganese and selenium in an adult population in southern Spain: Influence of age, obesity and lifestyle factors. *Sci Total Environ*, 2010; 408(5): 1014-20.

145. Sarı H, Terzioğlu M ve Erdoğan F. Farklı spor branşlarındaki sporcular ile sedanter kişilerin istirahat, egzersiz ve dinlenmede solunum-dolaşım parametrelerinin karşılaştırılması, Spor Hek Derg, 1981; 16, 121 – 133.
146. Schumacher YO, Schmid A, König D, Berg A. Effects of exercise on soluble transferrin receptor and other variables of the iron status. Br J Sports Med, 2002; 36(3): 195-9.
147. Sezer RG. Febril konvüziyonlu çocuklarda serum çinko düzeyleri. T. C. Sağlık bakanlığı Zeynep Kamil Kadın ve Çocuk Hastalıkları Eğitim ve Araştırma Hastanesi, İstanbul, 2005.
148. Shephard RJ, Shek PN. Immunological hazards from nutritional imbalance in athletes. Exerc Immunol Rev, 1998;4:22-48.
149. Short SH and Short WR. Four year study of university athletes, J Am Diet Assoc, 1983; 82, 632 – 645.
150. Singh R, Sirisinghe RG. Haematological and plasma electrolyte changes after long distance running in high heat and humidity. Singapore Med J, 1999;40(2):84-7.
151. Sivrikaya A, Bicer M, Akil M, Baltacı AK, Mogulkoc R. Effects of zinc supplementation on the element distribution in kidney tissue of diabetic rats subjected to acute swimming. Biol Trace Elem Res, 2012; 147(1-3):195-9.
152. Speich M, Pineau A, Ballereau F. Minerals, trace elements and related biological variables in athletes and during physical activity. Clin Chim Acta, USA, 2001; 312(1-2):1-11.
153. Stangoulis JC and Reid RJ. Boron Toxicity in Plants and Animals, Boron in Plant and Animal Nutrition, Kluwer Academic / Plenum Publishers;2002; pp 227-240.
154. Şimşek E, Kocabay K. Kalsiyum, fosfor ve magnezyum Homeostasisi. T Klin J Pediatr, 2002; 11: 211-20.
155. Şimşek E, Kocabay K. Minerallerin intestinal emilimi ve böbreklerden atılımının düzenlenmesi. T Klin J Pediatr, 2001; 4: 181-9.
156. Tapiero H, Tew KD. Trace elements in human physiology and pathology: Zinc and metallothioneins. Biomed Pharmacother, 2003; 57(9): 399-411.
157. Thomson CD. Assessment of requirements for selenium and adequacy of selenium status: a review. Eur J Clin Nutr, 2004; 58, 391-402.
158. Tuerk MJ, Fazel N. Zinc deficiency. Curr opin gastroenterol, 2009; 25(2): 136-43.
159. Turgut G, Genç O, Kaptanoğlu B, Vural G. Egzersizin üriner kalsiyum ve fosfor atılımına etkisi. Genel Tıp Derg, 2000; 10(1): 13-5.
160. Ülger H, Coşkun A. Çinko: Temel fonksiyonları ve metabolizması. Düzce Tıp Fak Derg, 2003; 5(2): 38-44.
161. Van den Berghe PV, Klomp LW. New developments in the regulation of intestinal copper absorption. Nutr Rev, 2009; 67(11): 658-72
162. Wapnir RA, Moak SA, Lifshitz F. Malnutrition during development: Effect on later susceptibility to lead poisoning, Am J Clin, Nutr, 1980; 33:5, ss:1071-1076.
163. Wapnir RA. Copper absorption and bioavailability. Clin Nutr, 1998; 67(5 Suppl): 1054-60.
164. Wasserman RH. Intestinal absorption of calcium and phosphorus. Fed Proc, 1981; 40(1): 68-72

- 165.** World Health Organization (WHO). Trace elements in human nutrition and health. Belgium, 1996. 72-139.
- 166.** Xue Y, Fleet JC. Intestinal vitamin D receptor is required for normal calcium and bone metabolism in mice. *Gastroenterology*, 2009; 136(4): 1317-27.
- 167.** Yazici Z, Baltaci AK, Mogulkoc R, Halifeoglu I, Kaya Y. Effect of boron supplementation on plasma element distribution in ovariectomized rats subjected to acute swimming exercise. *Bratisl Lek Listy*, 2011;112(6):323-6.
- 168.** Yazici Z, Kaya Y, Baltaci AK, Mogulkoc R, Oztekin E. The effects of boron administration on plasma leptin and lactate levels in ovariectomized rats which had acute swimming exercise. *Neuro Endocrinol Lett*, 2008;29(1):173-7.
- 169.** Zotter H, Robinson N, Zorzoli M, Schattenberg L, Saugy M, Mangin P. Abnormally high serum ferritin levels among professional road cyclists. *Br J Sports Medc*, 2004; 38(6): 704–8.

10. ÖZGEÇMİŞ

1979 yılında Kahramanmaraşta doğdu. İlk, orta ve lise öğrenimini Kahramanmaraş'ta tamamladı. 1992-2001 yılları arasında çeşitli kulüplerde amatör olarak futbol oynadı. 2004 yılında Selçuk Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulu sınavını kazanarak lisans eğitimine başladı. 2008 yılında aynı okuldan mezun oldu. 2010 yılında S.Ü Sağlık Bilimleri Enstitüsü Antrenörlük Eğitimi Anabilim Dalı'nda yüksek lisans eğitimi programına başladı. Evli ve bir kız çocuk babası olan Übeyde Gülnar Selçuk Üniversitesi olimpik yüzme havuzunda spor uzmanı olarak çalışmaktadır.