

Elektromanyetik Radyasyona Maruz Bırakılan Kobayların Serum Bakır ve Çinko Seviyelerine Yeşil Çayın Etkisi

Dide KILIÇALP^{1*} Fatmagül YUR² Yeter DEĞER²

¹ Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Fizyoloji AD, Van, Türkiye

² Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Biyokimya AD, Van, Türkiye

Geliş tarihi: 24.11.2008

Kabul Tarihi: 16.12.2008

ÖZET

Çalışmada cep telefonundan kaynaklanan elektromanyetik dalgalara maruz bırakılan ve yeşil çay uygulanan kobaylarda serum bakır ve çinko seviyeleri incelendi. Materyal olarak 28 kobay (Guinea pig) kullanıldı ve 4 gruba (n=7) ayrıldı. Hayvanlar kafeslere yerleştirilen cep telefonlarından, günde 20 dakika konuşma modunda, 23 saat 40 dakika standby konumunda 900-MHz elektromanyetik radyasyona (217-Hz pulse rate, 2-W maximum peak power, SAR 0,95 w/kg) maruz bırakıldı. Serum çinko seviyelerinde gruplar arasında önemli bir farklılık görülmezken, elektromanyetik radyasyona maruz bırakılan grupta, serum bakır seviyeleri ve Cu/Zn oranının kontrole oranla düşük olduğu (p<0.05) gözlemlendi. Elektromanyetik radyasyona maruz bırakılan gruba (Grup B) oranla, elektromanyetik radyasyona maruz bırakılıp yeşil çay ekstraktı uygulanan grupta (Grup C) ise serum bakır seviyesi ve Cu/Zn oranının yüksek (p<0.05) olduğu görüldü. Sonuç olarak, elektromanyetik radyasyonun hücrelerde hasara neden olarak serbest radikal oluşumunda etkili olduğu ve yeşil çayın serum iz element seviyelerinde değişikliği neden olduğu görüldü.

Anahtar Kelimeler

Elektromanyetik Radyasyon, Yeşil Çay, Kobay, Mineral.

Effects of Green Tea on Serum Levels Cu and Zn of Guinea Pigs Exposed to Electromagnetic Radiation

SUMMARY

We report the effects of green tea on the mineral levels of serum of Guinea pigs exposed to a 900 MHz electromagnetic field. Four experimental groups labeled as controls (Group A), irradiated (Group B), irradiated receiving green tea extract (Group C) and green tea only (Group D) were formed with seven randomly chosen animals. Irradiation was accomplished by exposing the animals in Group B and C to a 900 MHz electromagnetic field from a 217-Hz pulse rate, 2-W maximum peak power cellular phone placed in the cage where the animals were kept. After exposure for one month, the animals were sacrificed by decapitation and serum samples were collected for biochemical analysis. In Guinea pig irradiation with and without green tea as well as green tea alone caused but no significant changes of zinc concentrations. It was observed that serum copper levels and Cu/Zn ratio of EMR exposed group were lower compared to controls (p<0.05). In group C (EMR and green tea exposed), Cu levels and Cu/Zn ratio were higher than (p<0.05), EMR exposed group (Group B). As a result, the EMR effected free radical production and cell damage and green tea changed serum trace element levels.

Key Words

Electromagnetic Radiation, Green Tea, Guinea Pig, Mineral

GİRİŞ

Son yirmi yıldır manyetik dalgaların insan sağlığına zararlı etkilerinin olup olmadığı tartışılmaktadır. Radyofrekans dalgası oluşturan kaynaklar arasında radarlar, mobil telefonlar, radyo ve televizyon yayınları, tıbbi ve endüstriyel uygulamalarda kullanılan çeşitli aletler sayılabilir. Çeşitli biyokimyasal çalışmalarda birçok enzim ve hücre organellerinin yapı ve fonksiyonlarının radyofrekans dalgalarına bağlı olarak bozulduğu bildirilmektedir. Yapılan çalışmaların bazılarında kanser riskinin de manyetik alan maruziyeti sonrasında arttığı bildirilmektedir (25).

Cep telefonlarının yaydığı 900 MHz frekansındaki radyofrekans dalgalarına insanlar iki farklı şekilde maruz kalabilmektedir. Cep telefonlarından yayılan radyofrekans dalgaları vücudun çoğunlukla baş olmak üzere sadece bir

kısmını etkilerken, baz istasyonlarından yayılan dalgalar tüm vücudu etkilemektedir. Çalışmalar çoğunlukla bu etkilerden yalnız bir tanesini ortaya koyabilmektedir. Bu iki radyasyon şiddet ve yoğunluk açısından farklılık göstermektedir (19).

Yeşil çay polifenollerini antioksidan, antiinflamatuvar, antikarsinojenik, termojenik, probiyotik ve antimikrobiyal özelliklere sahiptir ve bunlar insan, hayvan, in vitro çalışmalarla kanıtlanmıştır. Yeşil çay polifenollerinin antioksidan özelliği epigallocateşin-3-gallat'a (EGCG) dayanır. EGCG'lerin antioksidan etkinlikleri ise aromatik halkalara ve hidroksil gruplarına bağlıdır. Böylece serbest radikalleri yakalar ve nötralize eder. Tümör başlangıcı ve yayılmasının biyokimyasal işaretçileri olan apoptozis indüksiyonu, hücre replikasyonunun inhibisyonu, neoplazmanın gelişimi ve büyümesini inhibe eder. EGCG proteolitik enzim ürokinazı da inhibe eder. Ürokinaz kanserli hücrelerin metastaz yapmak için kullandıkları enzimdir (2).

*Sorumlu araştırmacı: kilicalp23@hotmail.com

İz elementler, organizmada pek çok önemli olayda katalitik, enzimatik ve yapısal faaliyetlere katılan, besin ve su ile dışarıdan alınması gereken anorganik maddelerdir. Organizmaya giren iz elementler çeşitli kan proteinlerine bağlanarak bütün dokulara dağılırlar (31).

Çinko ve bakır, hücre membranı bütünlüğünde, bir antioksidan olarak immünitede, immun sistem fonksiyonunda, hücre solunum, redoks işlemleri, protein sentezi ve büyüme faktörlerinin gen ekspresyonunda önemlidir. Bu elementler, antioksidan enzimlerin yapısına katılarak serbest radikal üretim zincirini kırar ve peroksidasyon oranını azaltarak serbest radikal oluşumunu baskırlar. Böylece kanser ve diğer kronik hastalıkların önlenmesinde önemli rol oynarlar (4). Eksiklikleri sıklıkla enzimatik ve immünolojik reaksiyonlarda bir azalmayla ilişkilidir (29).

Bu çalışmada cep telefonundan kaynaklanan elektromanyetik dalgalara maruz bırakılan ve yeşil çay uygulanan kobaylarda serum bakır ve çinko seviyeleri incelendi.

MATERYAL VE METOT

Bu çalışmada 600-800 g ağırlığında, 28 kobay (Guinea pig) kullanıldı. Hayvanlar yem fabrikası tarafından üretilen standart pelet yemle ad-libitum olarak beslendi. Bir haftalık adaptasyona tabi tutulduktan sonra, kobaylar 4 gruba (n=7) ayrıldı.

Grup A : Kontrol grubu olarak normal diyetle beslendi ve standart şartlar uygulandı.

Grup B : Bir ay süreyle elektromanyetik radyasyona maruz bırakıldı.

Grup C : Bir ay süreyle elektromanyetik radyasyona maruz bırakıldı ve aynı zamanda 100 mg/kg günlük doz olarak ağızdan yeşil çay ekstraktı uygulandı.

Grup D : Bir ay süresince 100 mg/kg günlük doz olarak ağızdan yeşil çay ekstraktı uygulandı.

Kafeslere yerleştirilen cep telefonlarından, hayvanlar günde 20 dakika çalışan, 23 saat 40 dakika standby konumunda 900-MHz elektromanyetik radyasyona (217-Hz pulse rate, 2-W maximum peak power, SAR 0,95 w/kg) maruz bırakıldı. Bu uygulama kontrol (A) ve yeşil çay grubunun (D) elektromanyetik radyasyondan etkilenmemeleri için ayrı bir odada yapıldı.

Yeşil çay uygulanan gruplardaki hayvanların vücut ağırlıkları ölçülerek 100mg/kg günlük yeşil çay ekstraktı ağız yolundan pipetle verildi. Bu işlemlerin günün aynı saatinde yapılmasına dikkat edildi.

Deneme periyodu olan 30 günün sonunda eter anestezi altında hayvanların kalbinden kan alındı ve serumları ayrıldı. Bakır ve çinko analizleri Araştırma ve Uygulama Laboratuvarındaki Unicam 929 Atomik Absorpsiyon Spektrofotometresinde yapıldı (10, 23).

Elde edilen verilere Duncan's testi uygulandı ve gruplar arası farklılıkların önemi p<0.05 şeklinde değerlendirildi.

BULGULAR

Çalışma sonucunda elde edilen veriler Tablo 1'de sunuldu.

Tablo 1. Kontrol ve deneme gruplarına ait serum bakır, çinko seviyeleri ve Cu/Zn oranları

Parametreler	Kontrol Grubu (X± SD)		Deneme Grupları (X± SD)	
	A Grubu (n=7)	B Grubu (n=7)	C Grubu (n=7)	D Grubu (n=7)
Cu (µg/dl)	26.8±2.86 ^{bc}	11.6±1.42 ^a	29.2±3.37 ^c	16.4±4.99 ^{ab}
Zn (µg/dl)	116.1±4.54	111.0±4.02	104.1±2.34	112.1±4.03
Cu/Zn	0.2328±0.0240 ^{bc}	0.0894±0.0038 ^a	0.2850±0.0417 ^c	0.1717±0.0499 ^{ab}

P< 0.05

A Grubu : Kontrol grubu

B Grubu : Bir ay süreyle elektromanyetik radyasyona maruz bırakılan grup

C Grubu : Bir ay süreyle elektromanyetik radyasyona maruz bırakılıp ve yeşil çay ekstraktı uygulanan grup

D Grubu : Bir ay süreyle yeşil çay ekstraktı uygulanan grup.

TARTIŞMA VE SONUÇ

Cep telefonlarının neden olduğu elektromanyetik radyasyonun serbest radikal türlerinde artışa ve lipid peroksidasyonuna neden olduğu bildirilmektedir (11, 20, 30).

Mobil telefonların yaydıkları radyo frekans dalgaları hücre ve moleküler düzeyde birçok zararlı etkiye neden olmaktadır. Lai ve Singh (22), radyo frekans dalgalarına maruz kalmanın rat beyin hücrelerinde DNA kırıkları oluşturduğunu bildirirken, buna paralel olarak Robinson ve ark. (26), HL- 60 ve HL-60R soylarında elektro manyetik alanın etkisi ile DNA tamir oranında azalmanın olduğunu belirtmektedirler.

Yeşil çay polifenollerini antioksidan, antiinflamatuvar, antikarsinojenik, termojenik, probiyotik ve antimikrobiyal özelliklere sahiptir ve bunlar insan, hayvan ve in vitro çalışmalarla kanıtlanmıştır. Polifenollerin yaşamsal

özelliklerinin C vitamininden daha fazla olduğu ileri sürülmüştür (2).

İz element miktarları beslenme, yaş, hastalık, ekoloji gibi çeşitli faktörlerle yakından ilişkilidir. Özellikle Zn, Cu ve Mn enfeksiyon hastalıklarında immünite faktörleri ve kansere karşı koruyucu olarak önem taşımaktadırlar (31, 32).

Hücre bütünlüğünü tehdit eden en önemli sorunlardan birisi de lipid peroksidasyonudur. Lipid peroksidasyonu otokatalitik bir süreç olup, hücre membranındaki doymamış yağ asitlerinin serbest oksijen radikalleri tarafından okside edilmesi sonucunda hücre membranında geçirgenlik bozulur (15).

Eser element düzeyindeki değişikliklerin antioksidan savunma mekanizmasının etkinliğini azaltarak, serbest oksijen radikallerinin hücre bütünlüğü üzerine olumsuz etkilerinin artmasına neden olduğu bilinmektedir. Bunlardan özellikle Zn, Cu ve Fe'in lipid peroksidasyon

üzerine önemli etkileri vardır (14, 21). Antioksidan savunma sisteminin yapısında yer alan Cu, Zn farklı mekanizmalarla serbest radikallerin detoksifikasyonuna katılırlar (8).

Salonen ve ark. (28), tarafından plazma Cu seviyesi yüksek insanlarda lipid peroksidasyonun damar duvarına olumsuz etkileri sonucu, miyokard enfarktüs riskinin normal popülasyonla kıyaslandığında 4 kat fazla olduğu gösterilmiştir.

Çinko ve bakırın travmalı hastalarda serum düzeylerinin birinci günde düşmeye başladığı, yedinci günde en alt düzeye ulaştığı ve 21. günde normal düzeye döndüğü bildirilmektedir. Çinko ve bakırın yara iyileşmesinde önemli etkileri vardır. Yine çinko ve bakır kırık iyileşmesinde önemli eser elementlerdir (1, 7)

Çinko hücre membranlarının stabilizasyonunda ve serbest radikallerin neden olduğu oksidatif hasardan hücre membranlarını korumada rol oynar (4, 34). Çalışmada Zn seviyelerinin gruplar arasında farklılık göstermediği tespit edildi.

Cu seviyelerinde ise kontrol grubuna oranla elektromanyetik radyasyona maruz bırakılan grupta önemli düşüş olduğu gözlemlendi ($p < 0.05$). Yine elektromanyetik radyasyona maruz bırakılıp aynı zamanda yeşil çay uygulanan grupta Cu seviyeleri kontrol grubuyla aynı düzeyde olduğu fakat diğer gruplara oranla yüksek olduğu gözlemlendi. Yeşil çay ekstraktı uygulanan grupta Cu seviyeleri kontrollere oranla düşük bulunmasına karşın istatistiksel olarak önem görülmedi.

Donma ve ark. (5), kanserli çocuklarda yaptıkları çalışmada, sağlıklı ve hastalıklı grup arasındaki Zn ve Cu konsantrasyonları bakımından farkın istatistiksel olarak çok anlamlı olduğunu ($p < 0.01$), saçtaki Zn, Cu ve Zn/Cu oranlarının vücut iz element konsantrasyonlarını yansıttığı için, kanserli çocukların teşhis ve tedavisinde yararlanılabilecek parametreler olduğunu belirtmişlerdir.

Yeşil çay uygulanmasından sonra testislerde Zn seviyesinin arttığı, elektromanyetik radyasyona maruz bırakıldığında tersi olduğu gözlemlendi. Çinko seviyesi azalan ve cep telefonlarının neden olduğu elektromanyetik alanın düşük seviyesine dahi maruz kalan erkeklerde, üreme sisteminin hasara uğrayabilme riski olduğu söylenmektedir (3).

Mekanizması bugün için tam olarak anlaşılmamış olan karsinogenezde çok basamaklı bir süreç söz konusudur ve her basamakta farklı mekanizmalar etkilidir (9).

Bakır ve çinko gibi bazı elementlerin karsinogenezde de önemli rol oynadığı bildirilmektedir. Bazı çalışmalarda, çeşitli tümörlerde çinko seviyesinin azaldığı bakır seviyesinin de arttığı söylenmektedir (12, 13). Ayrıca hayvanlarda radyasyondan dolayı bakır ve çinko seviyelerinde şiddetli değişiklik olmaktadır (4). Çalışmada, elektromanyetik radyasyona maruz bırakılan kobaylarda bakır seviyelerinin düştüğü gözlemlendi. Bu düşüğe dayanarak elektromanyetik radyasyonun, serum iz element düzeyinde olumsuz şekilde farklılaşmaya yol açtığı düşünülebilir.

Russano ve ark. (27), Cu'nin kofaktör olduğu SOD ve CAT enzimlerinin radyasyon sonucu seviyelerinde artış gözlemlediklerini, bunun da nedeninin radyasyon olduğu ve lipid peroksidasyona karşı koruyucu etki göstermelerinden kaynaklandığını, Hamdaoui ve ark. (16) ise çayın etkisiyle kanda bakır seviyesinin yükseldiğini bildirdiler. Bu çalışmada elektromanyetik radyasyona maruz bırakılıp ve yeşil çay uygulanan grupta da bakır seviyesinin kontrol grubuyla aynı olduğu, elektromanyetik radyasyona maruz

bırakılan grupta ise Cu seviyesinin düştüğü gözlemlendi. Cu'nun kofaktörü olduğu SOD enziminin EMR'nin olumsuz etkilerini ortadan kaldırmak için kullanılması, bu azalmanın nedeni olarak düşünülebilir

Çinko (Zn) ve seruloplazmin (Cp), lipid peroksidasyonunu inhibe eden antioksidanlardır (6, 24). Bakır ise hidroksil radikali oluşumunu artırarak, lipid peroksidasyonunu indükler (14).

Çinko ve bakırın emilimi ile ilgili karşılıklı bir antagonizma olduğu bildirilmektedir (31). Bazı yazarlar çeşitli malignitelerin seviyeleri ile artmış serum bakır düzeyleri ve Cu/Zn düzeyleri ile diğer taraftan azalmış serum çinko düzeyleri arasında güçlü bir korelasyon bildirmişlerdir (12, 18, 27).

Larinks kanserli hastalarda plazma Cu, Cp (seruloplazmin) seviyeleri ile Cu/Zn oranının arttığı ve Zn seviyesinin azaldığı tespit edilmiş, bunlar arasındaki en önemli değişikliğin Cu seviyesinde olduğu, bunu önem sırasına göre Cu/Zn, seruloplazmin ve Zn'nin takip ettiği saptanmıştır (33).

Çalışmada Cu/Zn oranı kontrol grubuna oranla, elektromanyetik radyasyona maruz bırakılan grup ile yeşil çay ekstraktı uygulanan grupta düşük bulunurken, elektromanyetik radyasyona maruz bırakılıp aynı zamanda yeşil çay ekstraktı uygulanan grupta ise kontrole oranla istatistiksel olarak önem arz etmeyen bir artış, diğer gruplara oranla ise önemli bir artış olduğu gözlemlendi.

Yeşil çay polifenollerini hepatik detoksifikasyon yapan enzimlerin aktivitesinin stimülasyonu, ksenobiyotik bileşiklerinin detoksifikasyonu ve radikal oksijen türlerinin üretimini tetikleyen demir gibi metal iyonlarının şelasyonu olaylarına katılır (2). Hamdaoui ve ark. (17), yeşil çayın önemli bir antioksidan etkiye sahip olduğunu belirtmektedirler.

Sonuç olarak, elektromanyetik radyasyona maruz bırakılan hayvanlarda hücrelerde hasar görüldüğü ve serbest radikal oluşumunda etkili olduğu ve iz elementlerin antioksidan savunma üzerine olan etkilerinden dolayı seviyelerinde değişikliğe neden olduğu görülmektedir. Yeşil çayın da koruyucu etkisinden dolayı iz elementlerin bu savunma mekanizmalarına yardımcı olduğunu ve iz elementlerin seviyesini etkilediğini söylemek mümkündür.

KAYNAKLAR

1. Andrean O, Larsson SE (1984): Multiple trauma and zinc metabolism in adult rats. *J Trauma*. 24:332-339.
2. Anonim (2008): <http://www.solgar.com.tr/Literatur.asp?KK=730>
3. Bedwal RS, Bahuguna A (1994): Zinc, copper and selenium in reproduction. *Experientia*. 50:626-640.
4. Dede S, Deger Y, Mert N, Kahraman T, Alkan M, Keles I (2003): Studies on the effects of x-ray on erythrocyte zinc and copper concentrations in rabbits after treatment with antioxidants. *Biol. Trace. Elem. Res.* 92(1):55-60.
5. Donma MM, Donma O, Tas MA (1993): Hair zinc and copper concentrations and zinc: copper ratios in pediatric malignancies and healthy children from southeastern Turkey. *Biol Trace. Elem. Res.* 36(1):51-63
6. Dorgan J F, Schatzkin A (1991): Antioxidant micronutrients in cancer prevention. *Haem. Onco. Clinical. North. Amer.* 5 : 43 - 68
7. Eksikoğlu F, Yetkin H, Atik S (1994): The role of trace elements in fracture healing. *Gazi Med. J.* 5:67-69.

8. Erdem T (1997): İskemik kalp hastalıklarında eritrositlerin lipid peroksidasyona duyarlılığı ve antioksidan aktivitesi. Uzmanlık Tezi. Haseki Devlet Hastanesi, Dahiliye Kliniği, İstanbul.
9. Gerber M, Segala C (1992): Aging and cancer ; plasma antioxidants and lipid peroxidation in young and aged breast cancer patients. *Exs.* 62 : 235 - 46
10. Greenberg WE, Trusell RR, Clescer LS (1996): Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 60th edn. American Public Health Assc, Washington, 143-179.
11. Guney M, Ozguner F, Oral B, Karahan N, Mungan T (2007): 900 MHz radiofrequency-induced histopathologic changes and oxidative stress in rat endometrium: protection by vitamins E and C. *Toxicol. Ind. Health.* 23(7):411-420.
12. Gupta SK, Shukla VK, Vaidya MP, Roy SK, Gupta S (1993): Serum and tissue trace elements in colorectal cancer. *J. Surg. Oncol.* 52:172-175.
13. Gupta SK, Singh SP, Shukla VK(2005): Copper, zinc, and Cu/Zn ratio in carcinoma of the gallbladder. *J. Surg. Oncol.* 91(3):204-208.
14. Halliwell B. Gutteridge JMC (1984): Oxygen toxicity. Oxygen radicals. transition metals and disease. *Biochem. J.* 219 ; 1 - 14
15. Halliwell B, Borish ET, Pryor WA, Ames EN, Soul RL (1987): Oxygen free radicals and human disease. *Ann. Inter. Med.* 107:526-45.
16. Hamdaoui M, Hédhili A, Doghri T, Tritar B (1997): Effect of tea decoction given to rats ad libitum for a relatively long time on body weight gains and iron, copper, zinc, magnesium concentrations in blood, liver, duodenum and spleen. *Ann. Nutr. Metab.* 41(3):196-202.
17. Hamdaoui MH, Chahed A, Ellouze-Chabchoub S, Marouani N, Ben Abida Z, Hédhili A (2005): Effect of green tea decoction on long-term iron, zinc and selenium status of rats. *Ann Nutr. Met.* 49:118-124.
18. Han C, Jing J, Zhao X, Guo J, Zheng S, Du L (2003): Serum and tissue levels of six trace elements and copper/zinc ratio in patients with cervical cancer and uterine myoma. *Biol Trace Elem Res* 94(2):113-122.
19. Hyland GJ (2000): Physics and biology of mobile telephony. *Lancet.* 356(9244):1833-1836.
20. Karger CP (2005): Mobile phones and health: a literature overview. *Z. Med. Phys.* 15:73-85.
21. Khaled S, Brun JF, Bardet ML, Cassanas G, Monnier JF, Orsetti A (1997): Serum zinc and blood rheology in sportsmen. *Cli. Hemorheol. Microcirc.* 17:47-58.
22. Lai H, Singh NP (1997): Melatonin and a spin-trap compound block radiofrequency electromagnetic radiation-induced DNA strand breaks in rat brain cells. *Bioelectromag.* 18:446-54
23. Longbottom JE, Martin TD, Edgell KW, Long SE, Plantz MR, Warden BE (1994): Determination of trace elements in water by inductively coupled plasma-mass spectrometry: collaborative study. *J. AOAC Int.* 77(4): 1004-1023.
24. Mulhol C W, Strain J (1991): Serum total free radical trapping ability in acute myocardial infarction. *Clinical Biochemistry* 24 : 437- 441.
25. Özgüner F, Mollaoğlu H (2006): Günümüzde elektromanyetik alan oluşturan kaynaklar (Manyetik alanın organizma üzerindeki biyolojik etkileri) *S.D.Ü. Tıp. Fak. Derg.* 13(1): 38-41
26. Robinson JG, Pendleton AR, Monson KO, Murray BK, O'neill KL (2002): Decreased DNA repair rates and protection from heat induced apoptosis mediated by electromagnetic field exposure. *Bioelectromagnetics ;*23(2):106-12
27. Russano E, Baleska P, and Leutshev S (1979): X-irradiation effects on lipid peroxidation and superoxide dismutase and catalase activities in copper deficient and copper loaded rat liver. *Acta. Physiol. Pharmacol.Bulg.* 5(2):73-78
28. Salonen JT, Salonen R, Korpela H, Suntioinen S, Tuomiletho J (1991): Serum copper and the risk of acute myocardial infarction: A prospective study in men in Eastern Finland. *Am. J. Epidemiol.* 134:268-74.
29. Sturniolo GC, Mestriner C, Renata D (2000): Trace Element And Mineral Nutrition in Gastrointestinal Disease. Chapter 1. in: *Clinical Nutrition of the Essential Trace Elements and Minerals* Ed: Bogden J.D. Klevay L.M. Humana Press, Totowa, New Jersey . 289-294
30. Sylzona M (2007): Reducing the in-vitro electromagnetic field effect of cellular phones on human DNA and the intensity of their emitted radiation. *Acupunct. Electrother. Res.* 32:1-14.
31. Underwood EJ (1977): Trace Elements in Human and Animal Nutrition, 4th ed, Academic Press, New York
32. Williams RPJ (1984): Zinc: what is its role in biology? *Endeaouv, New Series.* 8(2): 65-70
33. Yiğitbaşı OG, Yiğitbaşı T, Güney E, Doğan P, Haghghi N (1995): Larinks kanserlerinde lipid peroksidasyonu, seruloplazmin, bakır ve çinko seviyeleri. *KBB-BBC Dergisi.* 3 :120-124.
34. Zowczak M, Iskra M, Torlinski L, Cofta S (2001): Analysis of serum copper and zinc concentrations in cancer patients. *Biol. Trace. Element. Res.* 82(1-3):1-8.