

Elektromanyetik Alanların Rat Beyin Dokusu ve Plazmasında, Karsinojenik Bir Bileşik Olan MDA Düzeyleri Üzerine Etkileri

The Effects of Electromagnetic Fields on the Level of MDA That's Known As A Carcinogenic Compound, in the Rats' Brain Tissue and Plasma

Öznur Köylü*

Mehmet Gürbilek*

Aynur Emine Çiçekçibaşı**

Said Bodur***

Ahmet Salbacak**

Selçuk Üniversitesi Meram Tıp Fakültesi, Konya

*Biyokimya Anabilim Dalı, **Anatomi Anabilim Dalı, ***Halk Sağlığı Anabilim Dalı

ÖZET

Amaç: Elektromanyetik alanlar insanlar tarafından hissedilmemesine karşın, bu tür alanların etkisinde kaldıklarında biyolojik değişimlerin oluşabileceği bildirilmektedir. Bu çalışmada, elektromanyetik alan etkisinde bırakılan ratların vücutlarında oluşan ve karsinojenik bir bileşik olarak kabul edilen malondialdehit (MDA) düzeylerindeki değişimlerin belirlenmesi amaçlanmıştır.

Gereç ve Yöntem: Çalışma 8 deney grubu (1 kontrol – 7 manyetik alan uygulanan grup) üzerinde yapıldı. Ratların beslendiği kafeslerin etrafında 10, 20, 30, 40, 60, 80 ve 100 mGauss'luk manyetik alan şiddetleri oluşturuldu. Manyetik alan şiddetlerinin ölçülmesinde geniş band manyetometre (Walker Scientific, USA) kullanıldı. Halotan anestezisi uygulanan ratlardan intrakardiak olarak antikoagülanlı kan örnekleri alındı ve plazma malondialdehit çalışıldı. Ayrıca kraniotomi yapılarak alınan beyin dokusu 150 mM soğuk KCl kullanılarak %10'luk homojenat oluşacak şekilde homojenize edildi ve doku malondialdehit düzeyleri belirlendi. Elde edilen veriler ortalama ± standart sapma olarak özetlendi.

Bulgular: Beyin dokusu ve plazma malondialdehit ölçümleri sonucunda, ratlara uygulanan manyetik alan şiddeti yükseldikçe malondialdehit değerlerinde artış saptandı. Sonuçlar istatistiki olarak anlamlı bulundu ($P<0.01$).

Sonuç: Manyetik alanların hangi şiddette biyolojik sistemler üzerine etkili olabileceği, sağlık üzerindeki etkilerinin hangi parametrelerle orantılı olduğu ve bunların eşik değerlerinin ne olması gerektiği tartışma

Bu çalışmamız Selçuk Üniversitesi Meram Tıp Fakültesi Deneysel Araştırma Merkezi'nde yapılmıştır.

Türk Klinik Biyokimya Derneği tarafından 16-18 Nisan 2004 tarihlerinde Bursa'da düzenlenen II. Klinik Biyokimya ve Kanser Sempozyumu'nda poster bildirisi olarak sunulmuştur.

konusudur. Malondialdehid düzeylerinin belirlenmesinin, manyetik alanların biyolojik etkilerinin laboratuva koşullarında ölçülebilir bir göstergesinin olabileceği kanaatindeyiz.

Anahtar Sözcükler: Elektromanyetik alan, MDA, Kanser

ABSTRACT

Objective: Although people do not feel, but usually exposed to the electromagnetic fields; its biological effects of have been commonly reported. The aim of the study was to investigate the effect of electromagnetic field on MDA which is considered to be a carcinogenic compound for organism.

Material and Methods: 10, 20, 30, 40, 60, 80 and 100 mGauss magnetic fields range were constituted to the cage of the eight experimental group rats, which are used in the study. The broad band magnetometer were used for measurement of magnetic range. The rats were anaesthetised by halotane and anticoagulated blood samples were collected by intracardiac way. Heparinated blood samples were centrifuged and plasma were taken and MDA levels were studied. Brain tissues which was taken by craniotomy were homogenised using of 150 mM cold KCl and MDA concentrations were calculated. The results were summarised by using of measurement data (mean \pm SD).

Results: When magnetic fields range were increased, MDA levels were also increased. The results were statistically different between each groups ($P < 0.01$).

Conclusion: Effect of biological systems by magnetic fields are still under discussion and which markers are direct proportional for health and what threshold for these markers. In the study, effect of this results were set up in lab by measurements levels concretely.

Key Words: Electromagnetic field, MDA, Cancer

GİRİŞ

Günümüzde kimyasal maddelerle çevrenin kirletilmesi yoğun eleştirilere uğramasına karşın, elektromanyetik alan kirlenmesi cep telefonlarının kullanımından sonra dikkat çekmeye başlamıştır (1). Canlı vücudunda da birçok olayı elektriksel alan ve güçler belirlediğinden, bu tür alanlar atom ve moleküller arasında var olan dengeyi bozabilirler. Ayrıca bu alanların biyokimyasal işlevleri etkileyebileceği, en önemlisi hücrelerin ve dokuların işleyişindeki elektriksel yapının bozulmasına bağlı olarak kalp, damar, bağırsıklık ve sinir sisteminde ortaya çıkabilecek bozukluklara neden olabileceği bildirilmektedir (2). Vücudun bağırsıklık sisteminin sürekli zayıflaması da vücudun kendi savunma sistemlerinin çökmesine ve kanser olasılığının yükselmesine yol açabilecektir. Elektromanyetik alanların çocuklarda kan kanseri riskini artırdığına, kan tablosunu değiştirdiğine, baş ağrılarına ve baş dönmelerine yol açtığına ilişkin yayınlar (3-5) sonrası elektriksel alanların insan sağlığını tehdit ettiği kanısı

güçlenmiş ve bu konu yoğun bir şekilde çalışılmaya başlanmıştır. Son yıllarda elektrikli ev aletlerinin sayılarındaki artışla bu tür etkilerle her an ve yoğun bir şekilde karşılaşılması konuyu iyice gündeme taşımıştır (6). Ancak elektromanyetik alanların ve elektromanyetik dalgaların hangi niteliklerinin (frekans, şiddet, güç vb...) daha zararlı olabileceği, eşik değerlerinin ne olması gerektiği konusundaki bilgiler halen yeterli değildir. Genel kanı, canlıdaki zararın etkinin süresine bağımlı olduğudur (7). Bu çalışmanın amacı, çok düşük frekanslı (ELF) ve farklı şiddetteki manyetik alanların ratların beyin dokusu ve plazmasında malondialdehid (MDA) düzeyleri üzerine etkisini araştırmaktır.

GEREÇ VE YÖNTEM

Selçuk Üniversitesi Meram Tıp Fakültesi Deneysel Araştırma Merkezi'nden temin edilen, 150-160 gr ağırlığındaki 90 günlük ergin Sprague-Dawley ratlar, bir hafta süre ile deney öncesi alıştırmaya dönemine alındı. Hayvanlar alıştırmaya periyodu ve deney süresince ad

libitum biçimde standart rat yemi ile beslendiler ve içme suyu kısıtlanmadan verildi. Manyetik alanda oluşabilecek olan sapmalar (distorsiyonlar) engelleyebilmek ve homojen bir alan oluşturabilmek için, ratlar polivinil kloridden (PVC) özel olarak imal edilen 35x25x25 cm boyutlarındaki kafeslerde manyetik alana maruz bırakıldı. Hayvanların yemlik ve sulukları da tümüyle cam ve PVC malzemenen kullanıldı. Çevresel elektromanyetik alanların etkilerinin en aza indirilmesi amacıyla, kafesler odanın temel (back ground) manyetik alan şiddetinin en düşük (0.1 mG) olduğu bölgelere yerleştirildi. Odanın ortalama sıcaklığı 22°C, nispi nem oranı ise %55-60 arasında ayarlandı. Plastik kafeslerin etrafına 0.30 mm çapında izole bakır telden tek sıra sargı yaptırıldı. Sarım sayısının ve tel çapının belirlenmesinde, sargıdan optimal düzeyde akım geçerken bir yandan en düşük (10 mG) ve en yüksek (100 mG) manyetik alan şiddeti elde edilirken, diğer yandan sargının ısınmasıyla hayvanlarda ısı stresi oluşumunun önüne geçildi. Kafeslerin etrafındaki sargılar çıkış gerilimi 12V ve çıkış gücü 30W olan trafo ile beslendi. Trafonun primerinin besleme voltajı bir dimer devresi kullanılarak istenilen alan şiddeti elde edilirken, mekanik bir reosta aracılığıyla sargılar beslenerek hassas ayarlar sağlandı. Besleme trafosuna eklenen uygun bir voltaj regülatörü aracılığıyla şebekedeki olası voltaj dalgalanmalarının önüne geçildi.

Çalışmada kullanılan ratlar 8 ayrı gruba ayrıldı. Birinci grup kontrol grubu olarak ayrılırken, diğer gruplara sırasıyla 10, 20, 30, 40, 60, 80 ve 100 mG'luk elektromanyetik alanlar uygulandı.

Grup 1: Kontrol grubu olup manyetik alan uygulanmadı.

Grup 2: 10 mG'luk manyetik alan uygulanan grup.

Grup 3: 20 mG'luk manyetik alan uygulanan grup.

Grup 4: 30 mG'luk manyetik alan uygulanan grup.

Grup 5: 40 mG'luk manyetik alan uygulanan grup.

Grup 6: 60 mG'luk manyetik alan uygulanan grup.

Grup 7: 80 mG'luk manyetik alan uygulanan grup.

Grup 8: 100 mG'luk manyetik alan uygulanan grup.

Kontrol grubundaki hayvanlar, deney gruplarının beslendiği kafeslerde, fakat sargıların elektrotları besleme devresine bağlanmamış durumda tutuldular. Ülkemizde kullanılan şebeke alternatif akım frekansı 50 Hz olduğundan ve çalışmada çok düşük frekanslı (ELF) manyetik alanların etkilerinin belirlenmesi amaçlandığından, sinyal jeneratörü kullanılmadı.

Manyetik Alan Şiddetlerinin Ölçülmesi: Bu amaçla hassas (resolution: 1 nT/ 0.01 mG on 20 mG range, accuracy: $\pm 1\%$ +1count) ve taşınabilir geniş band manyetometre (Walker Scientific, USA; Broad Band AC Magnetometer, Model: BBM 3D, Walker Scientific Inc., Rockdale Street, Worcester, Massachusetts 01606, USA) kullanıldı.

Örneklerin Alınışı ve Hazırlanışı: Ratlara halotan anestezisi uygulandıktan sonra intrakardiyak olarak antikoagülanlı kan örnekleri alındı. Heparinli kan derhal santrifüj edilerek plazması ayrıldı ve plazma MDA çalışıldı. Ratlardan kraniotomi ile alınan 1'er gr beyin dokusu iyice kıyıldıktan sonra, her örnekten alınan 0.5 gr'luk örnekler 10 ml 150 mM soğuk KCl içinde homojenize edildi ve bu homojenattan doku MDA çalışıldı.

Plazma MDA Analizi: MDA analizleri için bir çok yöntem kullanılmaktadır. Yöntemler içinde en hassas çalışması, TBA ve MDA'nın sıcak ve asidik ortamda reaksiyonu ile oluşan kompleksin HPLC kolonlarında ayrıştırılmasıyla başka maddelerle vereceği interferansların önlenmesi ve ayrıştırılan komplekslerin renginin spektrofotometrede okunmasıdır. Ancak HPLC'nin pahalı olması ve her laboratuvarında bulunmaması ile kullanımı sınırlanmış, spektrofotometrik ve florometrik

yöntemlerin kullanımı ağırlık kazanmıştır (Drapper ve Hadley (8), Halliwell ve Gutteridge (9), Cheeseman ve Slater (10)). Çalışmada kullanılan yöntem Hammode ve ark. (11)'nce modifiye edilen ve çift kaynatma esasına dayanan yöntemdir. Yöntemin prensibini, ilk ısıtma ile ortamdaki proteinlerin ısı ile çöktürülerek MDA'nın serbest hale getirilmesi ve ikinci ısıtma ile serbest haldeki total MDA'nın TBA ile reaksiyona sokularak oluşan renkli kompleksin absorbansının 532 nm'de ölçülmesi ve MDA'nın molar absorpsiyon katsayısından yararlanılarak konsantrasyonunun hesaplanması oluşturur.

Deneyin yapılışı: Her örnek için kontrol ve numune olmak üzere iki deney tüpü hazırlandı. Her iki tüpe proteinlerin çöktürülmesi amacıyla 5'er ml %10'luk TCA alındıktan sonra, deney tüpüne 0.5 ml plazma, kontrol tüpüne 0.5 ml distile su ilave edilip, ağızları sıkıca kapatılarak 15 dk 90°C'lik su banyosunda tutuldular. Bekleme süresi sonunda alınan tüpler musluk suyu altında soğutulduktan sonra, 3000 rpm'de 10 dk santrifüj edildi ve süpernatantlardan 2'şer ml iki ayrı tüpe alındı ve üzerlerine 1 ml TBA (%0.675) eklendikten sonra tüplerin ağızları kapatılarak tekrar +90°C'lik su banyosunda 15 dk inkübe edildi. Su banyosundan alınan tüpler çeşme suyu altında soğutuldu ve oluşan rengin absorbansı 532 nm'de ölçüldü. MDA – TBA kompleksinin 532 nm molar ekstinksiyon katsayısı olan $1.56 \times 10^5 \text{ M}^{-1} \text{ cm}^{-1}$ 'den yararlanılarak MDA'nın molar konsantrasyonu aşağıdaki şekilde hesaplandı.

$$A = a \times b \times c$$

(A= absorbans, a= molar ekstinksiyon katsayısı, b= ışık yolu, c= konsantrasyon)

$$c = A/axb$$

$$c = \{A / (1.56 \times 10^5 \text{ M}^{-1} \text{ cm}^{-1}) \times (1 \text{ cm})\} \times \text{dilüsyon faktörü (9.09)}$$

$$c \text{ (nmol/ml)} = A \times 58.27$$

Doku MDA Analizi: Doku MDA düzeyleri Uchiama Miha ra yöntemine göre ölçüldü.

Dokular 150 mM soğutulmuş KCl içerisinde 1:10 oranında seyreltilerek homojenize edildi. Elde edilen homojenattan 1 ml, %0.01'lik BHT'den 0.08 ml, 3 ml fosforik asit ve %0.6'lık TBA'dan 1 ml alındı ve vortekste karıştırıldıktan sonra 45 dk kaynar su banyosunda tutuldu, sürenin sonunda soğutulan tüplere 4'er ml bütanol eklenip, 150 nm'lik KCl körüne karşı 532 nm'de absorbansları okundu. Hesaplamalar plazma MDA analizlerindeki yöntemlere göre yürütüldü.

İstatistiksel Analiz: Elde edilen veriler ortalamaya \pm standart sapma ve % olarak özetlendi. Gruplar arası farklılıklar Kruskal-Wallis varyans analizi ve Bonferroni düzeltmeli Mann-Whitney U testi ile belirlendi. Test anlamlılık düzeyi 0.05 olarak değerlendirildi.

BULGULAR

Kontrol ve deney gruplarındaki ratların beyin dokusu ve plazma MDA değerleri Tablo 1'de değerlerin ortalama \pm standart sapma değerleri Tablo 2'de gösterilmiştir ve açıklamaları aşağıda belirtilmiştir.

- 60, 80, 100 mG manyetik alan uygulanan gruplarda beyin dokusu MDA düzeyleri, kontrol ve 10, 20, 30 mG manyetik alan uygulanan gruplara göre anlamlı bulundu.
- 100 mG manyetik alan uygulanan grupta beyin dokusu MDA düzeyleri, tüm gruplardan yüksek bulundu.
- 60, 80, 100 mG manyetik alan uygulanan gruplarda plazma MDA düzeyleri, kontrol ve 20 mG uygulanan gruplardan anlamlı bulundu.
- 100 mG manyetik alan uygulanan grupta plazma MDA düzeyleri, 30 ve 40 Gauss uygulanan gruplara göre anlamlı bulundu.

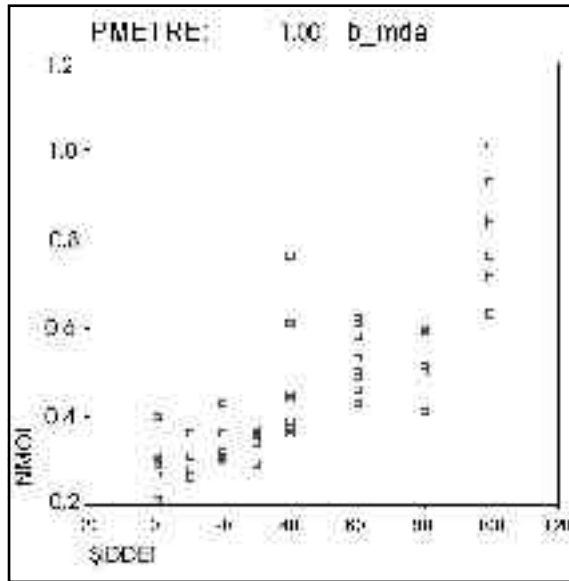
Değerlendirme sonucunda, ratlara uygulanan manyetik alan şiddeti arttıkça beyin dokusu ve plazma MDA değerlerinde artış saptandı (Grafik 1, 2). Sonuçlar istatistiki olarak anlamlı bulundu ($P < 0.01$) (Tablo 2).

Tablo 1. Kontrol ve deneme gruplarında yer alan ratların bireysel beyin dokusu ve plazma MDA düzeyleri.

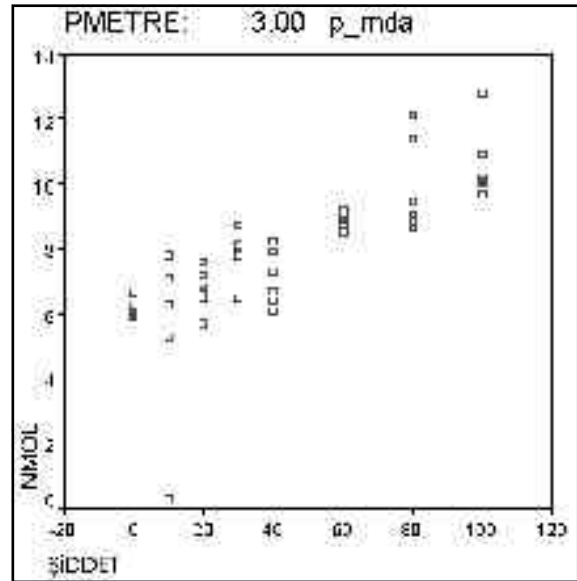
Grup 1 n= 7	Grup 2 n= 5	Grup 3 n= 6	Grup 4 n= 6	Grup 5 n= 7	Grup 6 n= 8	Grup 7 n= 7	Grup 8 n= 8
Beyin MDA (nmol/ml)							
0.29	0.30	0.31	0.35	0.61	0.53	0.50	0.63
0.21	0.31	0.32	0.29	0.39	0.62	0.59	1.01
0.31	0.26	0.30	0.34	0.76	0.50	0.60	0.93
0.30	0.36	0.36	0.36	0.37	0.46	0.51	0.71
0.51	0.31	0.31	0.35	0.45	0.43	0.41	0.76
0.40		0.43	0.37	0.36	0.49	0.59	0.85
0.27				0.44	0.61	0.51	0.72
					0.58		0.83
Plazma MDA (nmol/ml)							
6.00	5.90	6.50	8.70	8.20	8.80	9.01	10.2
6.06	5.30	5.70	7.80	6.10	8.70	12.1	12.8
5.94	6.30	6.80	7.80	6.70	9.00	11.38	10.9
6.64	7.10	7.20	6.50	6.40	9.20	8.66	9.70
6.23	7.80	7.60	6.50	8.20	8.50	8.6	10.9
5.89		6.70	8.10	7.90	8.90	9.5	12.8
6.04				7.30	9.00	8.9	10.05
					9.20		10.1

Tablo 2. Uygulanan değişik şiddetteki manyetik alanlarda beyin dokusu ve plazma MDA ortalama±SS değerleri.

Şiddet	0	10 mG	20 mG	30 mG	40 mG	60 mG	80 mG	100 mG	KV	P
Ort±SD	Grup 1	Grup 2	Grup 3	Grup 4	Grup 5	Grup 6	Grup 7	Grup 8		
Beyin MDA	0.29±0.06	0.30±0.04	0.33±0.05	0.34±0.03	0.48±0.14	0.52±0.07 ^a	0.53±0.07 ^a	0.80±0.12 ^{ab}	43.89	0.000
Plazma MDA	6.12±0.27	5.36±2.96	6.75±0.64	7.56±0.88	7.25±0.87	8.91±0.24 ^c	9.73±1.41 ^c	10.93±1.2 ^{cd}	43.45	0.000



Grafik 1. Manyetik alan şiddeti ile beyin MDA arasındaki ilişki.



Grafik 2. Manyetik alan şiddeti ile plazma MDA arasındaki ilişki.

TARTIŞMA

Elektromanyetik alanların çevremizde yaygın bir biçimde, değişik şiddet ve frekanslarda her yönde dağıldığı göz önüne alınır, sağlık üzerine muhtemel etkilerini ve bu etkileri ortaya çıkaran seviyeleri belirlemek gerektiği düşünülür. Deneysel laboratuvar çalışmaları elektromanyetik alanların canlı hücreler üzerindeki biyolojik etkileriyle ilgili veriler elde edilmesinde iyi bir yöntem oluştursa da, insanlarla deneysel laboratuvar çalışmalarının yürütülmesi kolay değildir. Bu sınırlama, araştırmacıları epidemiyolojiye ve epidemiyolojinin insanlarda hastalığa yol açan faktörlerin araştırılmasıyla ilgili çalışmalara zorlamıştır (12). Epidemiyolojik çalışmalarla hastalıklar arasında ilişkiler kurulabilir, ancak ilişkilerin biyolojik açıdan doğruluğunu ve mekanizmalarını açıklayacak hipotezler, değişkenlerin incelendiği laboratuvar araştırmalarıyla incelenmelidir (2).

Bu çalışmada, manyetik alanların laboratuvar ortamındaki biyolojik süreçlere etkilerini ortaya koymak amacıyla ratlara manyetik alan uygulanmış ve ratların beyin dokusu ve plazma MDA düzeylerine etkileri saptanmıştır.

Sinyallerin nereden geldiğine bakılmaksızın elektromanyetik alanlar, fiziksel olarak yayılırken biyolojik yanıtı oluşturacak hücresel sistemleri etkilerler. Manyetik alanların biyolojik sistemlerin biyosentez (13) hızlarını, G-protein bağlı membran reseptörlerini (14) ve melatonin bağlı reseptörlerini (15) değiştirerek etkiledikleri öne sürülmüştür. Kula (16) şiddeti ölçülmeyen manyetik alan ortamında uzun süre çalışan çelik işçilerinin plazma MDA düzeylerinde üç yılın sonunda istatistiki açıdan anlamlı artışlar saptanmıştır. Bu çalışmada 60, 80 ve 100 mG'luk elektromanyetik alan uygulanan grupların beyin dokusu ve plazma MDA düzeylerinin kontrol, 10, 20 ve 30 mG manyetik alan uygulanan gruplardan istatistiki açıdan anlamlı derecede yüksek olduğu gözlenmiş ve özellikle de 100 mG'luk alanın etkisinin çok güçlü olduğu belirlenmiştir.

Mesleki olarak veya tesadüfen elektromanyetik alana maruz kalan bireylerde bazı özel

kanser tiplerinin insidansında artış görüldüğü ve özellikle de astrositoma gibi merkezi sinir sistemi solid tümörlerinin geliştiği bildirilmiştir (17). Feychting ve ark. (5) gerek uzun süreli elektrik enerjisi kullanımının, gerekse ortalama 12 ay boyunca belli bir seviyede manyetik alanda kalınmasının insanlar üzerindeki etkilerini araştırmışlar ve 2 mG'un üzerinde manyetik alana sahip evlerde yaşayanlarda lösemi riski 2.7 kat artarken, bu artışın 3 mG manyetik alana sahip evlerde yaşayan insanlarda 3.8 kata yükseldiğini belirlemişlerdir. Floderus ve ark. (17) yetişkinlerde kronik lenfositik lösemi ile elektriksel alan arasındaki ilişkiyi destekleyecek delilleri elde etmişlerdir.

Meslek gruplarında yapılan küçük çaplı araştırmalar da vardır (18,19). Bu çalışmalardan özellikle telefon hattında çalışan erkek işçilerde meme kanseri insidansının artışı tespit edilmiş ve bu bulgu meme kanserinin nadir görüldüğü erkekler için dikkat çekici bulunmuştur. Literatür taramalarında beyin dokusu ve plazma MDA'sının birlikte yürütüldüğü bir çalışmayla karşılaşılmamıştır.

Sonuç olarak, soluduğumuz hava gibi kaçınılmaz olarak bütün vücudumuza nüfuz eden elektromanyetik alanlar ve bunların canlı hücreler üzerinde meydana getirdiği biyolojik etkileri ve zararlarının, sadece epidemiyolojik çalışmalarla değil, bilakis deneysel laboratuvar çalışmalarıyla ortaya çıkarılması zorunludur. Bu çalışma bu alandaki boşluğu doldurmak amacıyla yürütülmüştür. Farklı dozlarda elektromanyetik alan şiddetinde tutulan ratlarda belirlenen MDA düzeylerindeki artış gibi zararlı etkilerin insanlar içinde geçerli olabileceği ve zararlı ancak insanlar tarafından hissedilmeyen alanların belirlenmesinin gerekli olduğu kanaatine ulaşılmıştır.

KAYNAKLAR

1. Dalgıç B. Hacettepe Üniversitesi Elektromanyetik Alan Sempozyumu. 2002.
2. Blank M. Biological Effects of Environmental Electromagnetic fields: An Overview. 1995; 1-10.
3. Wertheimer N, Leeper ED. Electrical wiring configurations and childhood cancer. Am J Epidemiol 1979; 109: 273-84.

4. Tomenius L. 50 Hz electromagnetic environment and incidence of childhood tumors in Stockholm Country. *Bioelectromagnetics* 1986; 7: 191-207.
5. Feychting M, Ahlbom A. Magnetic fields and cancer in children residing near Swedish high-voltage power lines. *Am J Epidemiol* 1993; 138: 467-81.
6. Seyan N. Bilişim Toplumuna Giderken Elektromanyetik Kirlilik Etkileri Sempozyumu. 2002.
7. Güler G, Atalay NS, Altan N, Gönül B, Çevik C. Tissue Response to Electric Fields with Different Intensities and Directions. *Progress in Biophysics & Molecular Biology*. 1996.
8. Draper HH, Hadley M. Malondialdehyde determination as index of lipid peroxidation. *Methods Enzymol* 1990; 186: 429-31.
9. Halliwell B, Gutteridge JMC. *Free Radicals Biology and Medicine*. 1989.
10. Cheeseman KH, Slater TF. An introduction to free radical biochemistry. *Br Med Bull* 1993; 49: 481-93.
11. Hammode RMA, Khalil MMM, Salem A. Lipid peroxidation products in pleural fluid for separation of transudates and exudates. *Clin Chem* 1995; 41: 1314-5.
12. Hileman B. Health Effects of Electromagnetic Fields Remain Unresolved. 1993; 15-29.
13. Goodman R, Henderson AS. Exposure of salivary gland cells to low-frequency electromagnetic fields alters polypeptide synthesis. *Proc Natl Acad Sci USA* 1988; 85: 3928-32.
14. Luben R, Duong H. In *Electricity and Magnetism in Biology and Medicine*. In: Blank M. San Francisco Press; 1993: 57-62.
15. Reiter RJ, Yaga K. In *Electricity and Magnetism in Biology and Medicine*. In: Blank M. San Francisco Press; 1993: 67-71
16. Kula B. Effect of an electric field of industrial frequency on selected biochemical parameters in the guinea pig liver. *Med Pr* 1985; 36: 354-62.
17. Floderus B, Persson T, Stenlud C. Increased risk of leukemias and brain tumors in occupational exposure to magnetic fields. *Lakartidningen* 1992; 89: 4363-6.
18. Tynes T, Andersen A. Electromagnetic fields and male breast cancer. *Lancet* 1990; 336: 1596.
19. Matanoski G, Breyse PN, Elliott EA. Electromagnetic field exposure and male breast cancer. *Lancet* 1991; 337: 737.

Yazışma adresi:

Dr. Öznur Köylü
Selçuk Üniversitesi Meram Tıp Fakültesi
Biyokimya Anabilim Dalı, Konya
e-mail : drkoylu@mynet.com
Tel : 0.533 395 17 74
