DOI: 10.4274/npa.5661

Elektromanyetik Kirlilik ve Sağlığımız

Electromagnetic Pollution and Our Health

Nesrin SEYHAN
Gazi Üniversitesi Tıp Fakültesi Biyofizik Anabilim Dalı Başkanı
Gazi Non-İyonizan Radyasyondan Korunma Merkezi -GNRK- Müdürü
Dünya Sağlık Örgütü Elektromanyetik Alanlar Uluslararası Danışma Komitesi Türkiye Temsilcisi
NATO TIP Araştırmaları, Akademi Temsilcisi
Uluslararası Elektromanyetik Güvenlik Komisyonu, Bilimsel Sekreterya Üyesi
Ankara, Türkiye

ÖZET

Elektromanyetik (EM) alanlar birçok doğal ya da insan yapımı kaynak tarafından yayılmaktadır. Radyo Frekans (RF; 10 kHz-300 GHz) bölgesinde yer alan elektromanyetik dalgalar iletişimde, cep telefonlarında, baz istasyonlarında, radyo ve televizyon yayınlarında v.s. kullanılmaktadır. Oldukça Düşük Frekans (ELF; 0-300 Hz) bölgesi ise trafo, yüksek gerilim hatları, ev ve iş yerlerinde kullanılan ve elektrikle beslenen sistemler tarafından üretilmektedir. Teknolojideki gelişmelerin sonucu olarak elektromanyetik dalgaların kullanımı her geçen gün artmakta ve günlük yaşamda doğada bulunanın çok üstündeki seviyelerde elektromanyetik dalgalara maruz kalınmaktadır. Son yıllarda yaygın olarak kullanılmaya başlanan cep telefonları, baz istasyonları ve kablosuz iletişim kaynaklı elektromanyetik alanların insan sağlığına etkileri konusunda kamuoyunun duyarlılığı artmaktadır. Gazi Üniversitesi Biyofizik Anabilim Dalı 25 yılı aşkın süredir (EM) alanların sağlık ve biyolojik etkilerini araştırmaktadır. Bu çalışmada, doğal ve yapay EM alan kaynakları ve bu alanların etkileri ile Gazi Biyofizik'in bu alandaki çalışmaları özetlenerek; Türkiye'de bu alanların ölçümü amacıyla kurulmuş ilk merkez olan Gazi Non-İyonizan Radyasyondan Korunma Merkezi (GNRK) tanıtılmaktadır. *(Nöropsikiyatri Arşivi 2010; 47: 158-61)*

Anahtar kelimeler: Elektromanyetik kirlilik, elektromanyetik alanların biyolojik etkileri, radyofrekans radyasyonun biyolojik etkileri

ABSTRACT

Electromagnetic (EM) fields are generated by several natural and man-made sources. Part of the electromagnetic spectrum called Radiofrequency (RF; 10 kHz – 300 GHz) is used in communications, mobile phones, radio and television broadcasts, etc. Extremely Low Frequency (ELF; 0 - 300 Hz) region of the spectrum is radiated by transformers, high power lines, household or working area appliances, and by the electrical goods. The use of electromagnetic waves increases due to the technological improvements, therefore, people are exposed to high levels of electromagnetic fields in their daily lives. The health priority of public concerns occurred about the mobile phones, base stations and wireless technologies. Furthermore, the sensitivity of the public is increasing on their adverse effects on the human health. The biological and health effects of EM radiation have been investigated for more than 25 years in Biophysics Department at Gazi University. In this study, the sources and the effects of EM fields along with the studies performed in Gazi Biophysics are summarized, and Gazi Non-Ionizing Radiation Protection Center (GNRK), the first scientific center founded to measure EM fields, is introduced. *(Archives of Neuropsychiatry 2010; 47: 158-61)*

Key words: Electromagnetic pollution, biological effects of ELF and RF

Elektromanyetik Kirlilik ve Kaynakları

Endüstrileşme, teknoloji ve bilimin gelişimiyle hayatımıza yoğun bir şekilde giren ve son yıllarda trafik ve askeri alanlarda kullanılan radarların, mikrodalga fırınların, telsiz iletişim sistemlerinin, baz istasyonlarının, özel TV ve radyoların, cep telefonlarının artmasıyla daha yoğun olarak maruz kaldığımız Radyo Frekans (RF; 10 kHz-300 GHz) radyasyon kaynaklarını aynı zamanda tedavi amaçlı diatermi ve MRI üniteleri gibi medikal sistemlerde de kullanmaktayız. Oldukça düşük frekanslı (ELF-Extremely Low Frequency ; 0-300 Hz) alanlar ise evlerde ve ofislerde kullandığımız elektrikli cihazlar, trafolar ve Yüksek Gerilim Hatları (YGH) ile giderek artan oranda yaşamımızda yerini yoğun biçimde almaktadır. Akım taşıyan kablolar, ev ve iş yerinde kullanılan elektrikli aletler, TV ve bilgisayarlar, TV ve radyo antenleri, uydu antenleri ve verici antenler, saç kurutma makinesi, elektrikli tıraş makinesi, kablosuz telefon ve internet, elektrikli ısıtıcı, çamaşır makinesi, buzdolabı, vs her birinin etrafında Elektromanyetik (EM) alan vardır. Askeri radarlar, trafik ve hava durumu kontrol radarları, dielektrik ısıtıcı ve yapıştırıcılar, eritme fırınla-

Yazışma Adresi/Address for Correspondence: Dr. Nesrin Seyhan, Gazi Üniversitesi Tıp Fakültesi Biyofizik Anabilim Dalı, Ankara, Türkiye
E-posta: nesrin@gazi.edu.tr - www.gnrk.gazi.edu.tr - www.med.gazi.edu.tr **Geliş tarihi/Received:** 10.04.2010 **Kabul tarihi/Accepted:** 17.04.2010
© Nöropsikiyatri Arşivi Dergisi, Galenos Yayınevi tarafından basılmıştır. / *© Archives of Neuropsychiatry, published by Galenos Publishing.*

rı, kaynak işlemleri, haberleşme antenleri, elektrikli trenler, mikrodalga linkler, havaalanı haberleşme sistemleri, TV ve Radyo Yayın ve Montaj Odaları, Yoğun Bakım Üniteleri de birer elektromanyetik alan kaynağı olarak sıralanabilir.

Elektrikle çalışan ev aletlerinde kullandığımız EM dalga saniyede 50-60 defa (f=50 Hz) titreşir. Güneş ışığı da bir EM dalgadır/enerjidir ve saniyede 10^{12} defa titreşim (10^{12} Hz) yapar. Radyo Frekans (RF) ve mikrodalgalar saniyede 10^{9} defa titreşir. Röntgende kullanılan X- ışını saniyede 10^{18} defa, kanser tedavisinde kanserli dokuyu yok etmekte kullandığımız γ ışını 10^{22} defa titreşim yapar. Vücudumuz, besinleri yakmakla oluşan ısının %60'ını, vücut sıcaklığını 37°C sabit tutmak için IR radyasyonla etrafa verir. Canlılığımız devam ettikçe bizler 10^{12} Hz'den daha az titreşimli IR (Infrared, Kızılötesi) EM radyasyon yapmaya devam ederiz (1).

Normal havada atmosferin Elektrik (E) alanı 120-150 V/m iken, şimşekli havalarda bu değer 100–200 katı artarak 10.000 V/m'ye çıkabilmektedir. Yerkürenin DC geomanyetik alanı ortalama 0,5 G (Gauss), AC alanı ise (3-10)x10^{-5} G mertebesindedir. Vücudumuzun DC manyetik alanları; zedeli kalp kası 3x10^{-7} G, abdominal bölge 10^{-6} G, ciğerlerimizdeki magnetit/asbestos'dan kaynaklanan manyetik alan 3x10^{-5} G büyüklüğünde. AC manyetik alanları ise; beyin dalgaları spontan aktivitede (0.1-20 Hz) 10^{-8} G, uyarılmış durumda (0-100 Hz) 10^{-9} G; gözün manyetik alanı (0-10 Hz) 10^{-7} G; kalp kası manyetik alanı (0-40 Hz) 2x10^{-6} G, iskelet kası manyetik alanı ise (1-100 Hz) 10^{-7} G şiddetindedir. Bu değerlerden vücut manyetik alanının 10^{-6}-10^{-9} G arasında değiştiği görülmektedir. Geomanyetik alan büyüklüğü (10^{-5} G) ile karşılaştırıldığında vücut manyetik alanlarının yerkürenin doğal manyetik alanı ile uyumlu olduğu görülmektedir. Böyle bir ortamda evrimleşen insan için çevre doğal alanları teknolojik gelişme ile bozulmuştur. Teknolojinin bize sunduğu yaşamımızı kolaylaştıran tüm aletler (cep telefonu, bilgisayar, televizyon, elektrikli ev aletleri, uydu antenler, kablolu ve kablosuz tüm iletişim sistemleri v.s.) bu uyumu bozmaktadır. Çünkü bu aletlerin EM alanları, insan vücudundaki EM alanlardan ve doğal çevre alanlarından çok daha fazladır. Örneğin, günlük hayatta ev ve işyerlerinde kullandığımız buzdolabı, bulaşık makinesi, kurutma makinesi, TV, bilgisayar, elektrikli ısıtıcı, ütü, mikser, mutfak robotu, flüoresan lamba, elektrikli tıraş makinesi, saç kurutma makinesi, elektrikli battaniye gibi aletlerin manyetik alanları 1 mG (miligaus) - 25 G arasında değişmektedir. Renkli TV ve Bilgisayar monitörünün manyetik alanı 1-5 G arasındadır. Halbuki vücut manyetik alanları en fazla 10-6 G mertebesindedir (1).

Elektromanyetik Alanların Sağlık ve Biyolojik Etkileri

Doku ve hücre sistemleri ile yapılan çalışmalarda düşük şiddette EM alanlara uzun süre maruz kalmanın; biyomoleküllerin (DNA, RNA ve protein) sentezi, hücre bölünmesi, kanser oluşumu, hücre yüzeyine ait özellikler, membrandan kalsiyum giriş-çıkışı ve bağlanması üzerine etkili olduğu gözlenmiştir. Biyokimyasal ve fizyolojik olarak yine hücre ve dokularda; hücresel solunumun azaldığı, hormonların etkilendiği, doku ve hücrelerin hormonal cevabının değiştiği, karbonhidrat, nükleik asit ve protein metabolizmasının değiştiği, yapısal değişiklikler gözlendiği, farklı antijenlere karşı immun cevabın etkilendiği gözlenmiştir (1).

RF alanların değişik biyolojik etkilere neden olduğunu gösteren çok sayıda çalışma mevcuttur. Bu çalışmalar çeşitli kanser türleri, lösemi ve lenfoma, kan beyin bariyeri geçirgenliğinin artması, beyin sıcaklığının, hücre ve DNA sentezinin artması, üremede azalma, kromozomal bozulmalar, beyin elektriksel aktivitesinin (EEG), kan basıncının artması, davranış bozukluğu, çocuklarda öğrenme güçlüğü gibi pek çok etkinin varlığını göstermektedir (2-5). RF alan kaynakları kalp pili kullanıcıları üzerinde de etkili bulunmuştur. RF alanların başağrısı ile ilişkisini bulgulayan çalışmalar vardır (6). 16 yaşın altındaki çocukların WHO'nun tavsiye etmemesine rağmen giderek artan oranda cep telefonu kullanıyor olması ve çocukların yaşamları boyunca yetişkinlerden daha çok RF radyasyona maruz kalacak olmaları gerçeği, RF'in özellikle hamilelerde ve çocuklarda etkilerine yönelik yeni araştırmalara ivme kazandırma gerçeğini ortaya çıkarmıştır (7). Cep telefonlarının çocuklarda beyin delta dalgasını değiştirdiğine dair bulgular mevcuttur (8). Isı artışına neden olmayacak seviyede (non-termal) radyo frekans radyasyonun deney hayvanlarında davranışta değişimlere neden olduğunu bulgulayan çalışmalar mevcuttur (9). Cep telefonları, çağrı sistemleri, telsiz telefonlar hastane cihazları ile girişim yaparak fonksiyonlarda bozulmaya (alarm, stop, dalga formunda değişim, hata ve kısa süre kilitlenme) neden olur. Girişimi önleyen minimum mesafe 1 m alınabilir (10). Son yıllarda oldukça yoğun görülen Alzheimer, Parkinson, MS, beyin tümörleri gibi beyin rahatsızlıklarının nedenlerinden birinin EM radyasyon olup olmadığı, 2000'li yılların önemli bilimsel araştırma konularından birini oluşturmaktadır. ELF elektrik ve manyetik alanların biyolojik etkilerine dair yine çok sayıda çalışma mevcuttur. ELF manyetik alanların Ekim 2001'de IARC (International Agency for Research on Cancer-Uluslararası Kanser Araştırma Ajansı) tarafından 2B sınıfı olası karsinojen olarak tanımlanması, Gazi Biyofizik Anabilim Dalı'nın Dünya Sağlık Örgütü (WHO) ile birlikte 9-11 Haziran 2004 tarihlerinde İstanbul'da yaptığı 'Sensitivity of Children to ElectroMagnetic Fields-Çocukların Elektromanyetik Alanlara Hassasiyeti' toplantısında WHO'nun, ELF manyetik alanların çocuk lösemisini 2 katı artırdığını tüm dünyaya duyurması, RF ve ELF'nin sağlık etkilerine yönelik araştırmaların önemini ortaya çıkarmaktadır (11) . İnsanlarda yapılan laboratuar çalışmalarında ELF EM alanların, kan biyokimyası ve hematolojisinde sapmalara neden olduğu, nöroendokrin sistemde hormon salgılanmasını, sindirim sistemini, kardiyovasküler sistemde kan basıncı ve EKG potansiyellerini etkilediği, sinir sisteminde EEG dalga potansiyelinde değişim oluşturduğu, davranış değişimlerine neden olduğu, deri sıcaklığını etkilediği, fibroplastlarda DNA sentezini artırdığı gözlenmiştir. Evlerde ELF manyetik alan seviyelerindeki artışla depresyon arasında ilişki bulunmuştur. YGH yakınında yaşayanlarda baş ağrısı, depresyon, halüsinasyon oranı istatistiksel olarak önemli derecede yüksek bulan çalışmalar vardır. ELF EM alanlara maruz bırakılan deney hayvanlarında (maymun, kobay, fare, sıçan ve tavşan) saptanan nötrofil, lenfosit ve lökosit sayılarında azalma, beyinde biyokimyasal ve yapısal değişimler, seratonin ve dopamin seviyelerinde azalma gibi bulgular mevcuttur. ELF alanlardan en çok etkilenen dokular iletkenlik özelliklerine göre beyin sıvısı ve kan, ikinci derecede etkilenen dokular ise göz sıvısı, tiroid, kas, gastrointestinal sistem, prostat ve testislerdir. ELF Manyetik alan melatonin sentezini yavaşlatarak uyku düzeninin bozulmasına neden olmaktadır (1).

Nöropsikiyatri Arşivi 2010; 47: 158-61
Archives of Neuropsychiatry 2010; 47: 158-61

Cep telefonu-beyin tümörü ilişkisini inceleyen INTERPHONE çalışması ise 13 ülkede yapılmış ve 7 yıl sürmüş olup, 10 yıl ve daha fazla süreyle cep telefonu kullanan binlerce hasta incelenmiştir (12). Çalışmada beyin tümörü oluşumunun, cep telefonu kullanmayanlara göre 1.5 kat arttığı belirlenmiştir. 1000 adet akustik nöroma hastası, 6000 adet glioma ve menenjiyom hastası ve 600 adet kulak altı tükürük bezi hastası çalışılmıştır. Çalışma uzun süreli ve sürekli cep telefonu kullanan, 30-59 yaş aralığında çalışan kesim ile yapıldı. Araştırma bölgesi olarak, bu teknolojinin en erken girdiği Kuzey Avrupa'nın geniş kesimleri ile diğer kıtaların kentsel alanları seçildi. INTERPHONE çalışmasına katılan ülkeler; Avustralya, Kanada, Danimarka, Finlandiya, Fransa, Almanya, İsrail, İtalya, Japonya, Yeni Zelanda, Norveç, İsveç ve İngiltere'dir. Danimarka, Finlandiya, Norveç, İsveç, İngiltere veri analizi yapılmış ve 10 yıl ve daha fazla cep telefonu kullananlarda glioma riski arttığı ve gliomanın cep telefonu kullanılan kulak civarında gözlendiği açıklanmıştır (13).

Uluslararası Yaklaşımlar

Doğal olarak dünyada ve tüm evrende mevcut olan elektromanyetik alan kaynaklarının yanında yapay elektromanyetik alan kaynaklarının hızla artışına paralel olarak kanser çeşitlerinin, Alzheimer, Parkinson, Multiple Sclerosis (MS) gibi hastalıkların yine son yıllarda artması, Dünya Sağlık Örgütünün (WHO-World Health Organization) ilgisini çekmiş ve bu nedenle örgüt, bünyesinde 1996 yılında WHO Elektromanyetik Alan Projesi (EMF-ElectroMagnetic Field Project)'ni başlatmıştır. Proje kapsamında her yıl Elektro Manyetik (EM) Alanların sağlığa etkilerine ilişkin yapılan bilimsel çalışmalar ve sonuçları incelenmekte, yeni araştırmalar desteklenmekte ve halkın Elektromanyetik alanlara maruziyetini sınırlayan standartların oluşturulmasına yönelik çalışmalara katkı sağlanmaktadır (11). Projenin 2015 yılına kadar sürmesi planlanmıştır. Elektromanyetik alanların insan sağlığına etkileri konusunda çalışmaların yoğun olarak devam etmesi nedeni ile proje süresi uzatılmaktadır. Bu projeyi aralarında EC, ILO, NATO'nun da bulunduğu 8 Uluslararası kuruluş ile 8 Araştırma Laboratuarı ve Merkezi desteklemektedir. Türkiye, WHO Elektromanyetik Alanlar Projesine Kasım 1999'da Gazi Üniversitesi Tıp Fakültesi Biyofizik Anabilim Dalı tarafından 45. ülke olarak dahil edilmiştir. Gazi Biyofizik 11 Kasım 1999 tarihinde düzenlediği "Elektromanyetik Kirlilik Etkileri Sempozyumu 1999" ile "Elektromanyetik Kirlilik" kavramını Türkiye gündemine taşımıştır. Gazi Biyofizik 2001 yılından itibaren Dünya Sağlık Örgütü-Elektromanyetik Alanlar Uluslararası Danışma Komitesi (International Advisory Committee-IAC) üyeliğini de yürütmektedir. Komite her yıl Cenevre'de toplanarak Elektromanyetik (EM) Alan araştırmalarının sonuçlarını değerlendirmekte ve EM Alanların sağlığa etkilerini tartışmaktadır.

Yüksek gerilim hatları yakınındaki evlerde yasayan çocuklarda çocukluk çağı kanserlerinde artış olduğunun epidemiyolojik olarak gösterilmesi ile tüm bu konudaki araştırmalar US National Academy of Sciences (Amerikan Bilimler Akademisi) tarafından tekrar incelenmiş ve 1996 yılında yüksek gerilim hatları yakınında yaşayan çocuklarda lösemi görülme riskinin diğerlerine göre 1.5 katı fazla olduğu kabul edilmiştir. Bu nedenle iyonlaştırmayan (Non-İyonizan) Radyasyonun ELF (Extremely Low Frequency, 0-300 Hz) bölgesi, Uluslararası Kanser Araştırma Ajansı (IARC) tarafından 2B ile sınıflanmıştır (possibly carsinogenic). Asbest, Güneş lambaları (Solaryum), UV radyasyon, Tütün (içen yada içilen ortamda bulunan bireyler için) ve Gama radyasyon 1. derecede kanserojen olarak tanımlanırken, Dizel motor egzozu ve Formaldehit 2A sınıfı kanserojen; Gazlı motor egzozu, kaynak dumanı ve ELF manyetik alanlar ise 2B sınıfı kanserojen olarak tanımlanmıştır.

Gazi Biyofizik ve GNRK Çalışmaları

1989 yılında kurulan Gazi Üniversitesi Tıp Fakültesi Biyofizik Anabilim Dalı Statik ve ELF (Oldukça Düşük Frekanslı) elektrik (E) ve manyetik (B) alanlar ile RF (Radyo Frekans-Mikrodalga) radyasyonun biyolojik etkilerini araştırmaktadır. Gazi Biyofizik, Dünya Sağlık Örgütü Elektromanyetik Alanlar Uluslararası Danışma Komitesi üyeliği (WHO EMF IAC-World Health Organization Electromagnetic Fields Project International Advisory Committee), Uluslararası Elektromanyetik Güvenlik Komisyonu Bilimsel Sekreterya üyeliği (ICEMS-International Commission for Electromagnetic Safety), NATO RTO Tıp Paneli Akademi temsilciliği, NATO Öldürücü Olmayan Silahlar Çalışma Grubu üyeliği ve NATO Elektromanyetik Alanlar Standardizasyonu çalışma grubu üyeliği görevleri ile EM alan araştırmalarını 10 yıldır uluslararası platformlarda da sürdürmektedir.

Gazi Biyofizikte statik ve ELF alanların; beyin, akciğer, karaciğer, böbrek, dalak, testis ve deri dokularında oksidan seviyeleri ve antioksidan enzim aktiviteleri üzerine etkileri in vivo çalışmalarla incelenmiştir. Statik ve ELF E alanların etkisiyle doku oksidan seviyelerinde artış, antioksidan enzim aktivitelerinde azalma tespit edilmiştir. Elektrik alanların organ fonksiyonları üzerindeki etkilerini incelemek amacıyla kan lipidleri, kan proteinleri ve enzim aktiviteleri ile serum biyokimyasal parametreleri analiz edilmiş, kemik dokusunda histopatalojik yapı ve mekanik özellikler üzerine etkili bulunmuştur. 50 Hz frekanslı Manyetik alanların dalak hücrelerinde NK (Natural Killer) sitotoksik aktivitesinde azalmaya, kanda plazma elektrolit konsantrasyonlarında değişimlere; beyin elektrolit seviyelerinde artışa neden olduğu, epileptik ataklara etkili olmadığı, alan şiddeti ve uygulama süresine bağlı olarak deride kollajen sentezine etkili olduğu saptanmıştır (14-17). RF alanların kan beyin bariyeri geçirgenliğini etkilediği, Cep telefonu düzeyindeki RF alanların yetişkin, hamile ve yeni doğan beyin ve karaciğer dokularında DNA baz modifikasyonuna, göz ve beyin dokusunda apoptosize ve kulakta otoakustik emisyon ölçümlerinde değişime neden olduğu saptanmıştır (18-21). RF alanların sıçanlarda mikroçekirdek oluşturmadığı bulgulanmıştır (22). RF alanların karaciğer dokusunda oksidatif stres parametrelerini değiştirdiği ve apoptosize etkisi; tiroit bezinde hipotiroidi ve apoptosize etkisi saptanmıştır. Karaciğer, testis, akciğer ve kalp dokularında, RF alanların oksijen ve nitrojen serbest radikal üretimini artırıp, antioksidan düzeyini azalttığı ve oksidatif hasara neden olduğu bulgulanmıştır. Cep telefonu konuşma modunda ve en yakın baz istasyonu bağlantısındayken radyasyon ölçümleri, Radyo ve TV vericilerinde RF alan hesaplama ve ölçüm çalışmaları da yapılmıştır (23). Cep telefonu maruziyetinden kaynaklı kafa fantomunda oluşan Özgül Soğurma Oranı (SAR) değerlerinin değişimi tespit edilmiştir. RF maruziyet sistemlerine yönelik modelleme çalışmaları sürdürülmektedir.

Gazi Non-iyonizan Radyasyondan Korunma Merkezi-GNRK

Biyofizik Anabilim Dalı bünyesinde 25 Ocak 2005 tarihli Yüksek Öğretim Kurulu (YÖK) Onayı ve 22 Temmuz 2005 tarihli Resmi gazetede yayınlanan yönetmelik ile kuruldu. Gazi Non-iyonizan Radyasyondan Korunma Merkezi'nde (GNRK) (24) ELF ve RF bandında ve (0-60) GHz frekans aralığında evlerde ve işyerlerinde, hastanelerde, havaalanlarında, radarlar, trafolar, yüksek gerilim hatları yakınlarında, baz istasyonları, cep telefonları bulunan ortamlarda ve kablosuz iletişim (internet, kablosuz telefon, telsiz telefon) ağı elektromanyetik alan ölçümü yapılmakta, ölçümler ulusal ve uluslararası standartlarla karşılaştırılarak ve sonuçlar sağlık etkileri açısından değerlendirilerek talep eden kişi ve kurumlara kapsamlı rapor verilmektedir. GNRK elektromanyetik radyasyon ile ilgili kişisel ve kurumsal danışmanlık, elektromanyetik alanların insan sağlığı ve çevreye etkilerinin araştırılması, elektromanyetik radyasyonun sağlık etkileri ve ölçümü konusunda sertifikalı eğitim verilmesi, halkı ve çalışanları elektromanyetik radyasyondan korumaya yönelik danışmanlık hizmeti vermektedir.

Gazi Biyofizik ve GNRK Merkezinin araştırma, ölçüm ve danışmanlık yoğunluğu, elektromanyetik kirlilik bilincinin ülkemizde ve tüm dünyada artması ile hızla artmaktadır. Yeni teknolojik ürünlerin sayılarının hızla artması, Gazi Biyofizik ve GNRK Merkezine elektromanyetik alanlardan korunmak, etkilerini azaltmak ve duyarlılık oluşturmak konusunda yeni sorumluluklar getirmiştir.

Kaynaklar

1. Polk C, Postow E. Handbook of Biological Effects of Electromagnetic Fields, 1996; p. 1-23, 337-345, 435-533, Second Edition, CRC Press, Florida, USA.
2. Ilhan A, Gurel A, Armutcu F et al. Ginkgo biloba prevents mobile phone-induced oxidative stress in rat brain. Clin. Chim. Acta 2004; 340:153-62. [Abstract] / [PDF]
3. Meral I, Mert H, Mert N et al. Effects of 900-MHz electromagnetic field emitted from cellular phone on brain oxidative stress and some vitamin levels of guinea pigs. Brain Res. 2007; 1169:120-4. [Abstract] / [PDF]
4. Salford LG, Brun AE, Eberhardt JL et al. Nerve cell damage in mammalian brain after exposure to microwaves from GSM mobile phones. Environ. Health Perspect 2003; 7:881-3. [Abstract] / [PDF]
5. Lai H, Horita A, Guy AW. Acute low level microwave exposure and central cholinergic activity: studies on irradiation parameters. Bioelectromagnetics 1988; 9:355-62. [Abstract]
6. Frey AH. Headaches from cellular telephones: Are they real and what are the implications? Environ Health Perspect 1998; 106:101-3. [Abstract] / [PDF]
7. Gabriel C. Dielectric properties of biological tissue: Variation with age. Bioelectromagnetics Suppl 2005; 7:12-8. [Abstract] / [PDF]
8. Kramarenko AV, Tan U. Effects of High Frequency Electromagnetic Fields on Human EEG: A Brain Mapping Study. International Journal of Neuroscience 2003; 113:1007-19. [Abstract]
9. Fragopoulou AF, Miltiadous P, Stamatakis A et al. Whole body exposure with GSM 900MHz affects spatial memory in mice. Pathophysiology 2009 Nov 30. [Epub ahead of print] [Abstract] / [PDF]
10. Lapinsky SE, Easty AC. Electromagnetic interference in critical care. J Crit Care 2006; 21:267-70. [Abstract] / [Full Text] / [PDF]
11. Dünya Sağlık Örgütü web sayfası : www.who.int/peh-emf
12. Uluslararası Kanser Araştırma Ajansı web sayfası: www.iarc.fr/en/ research-groups/RAD/RCAd.html
13. Lahkola A, Auvinen A, Raitanen J et al. Mobile phone use and risk of glioma in 5 North European Countries. Int J Cancer 2007; 120:1769-75. [Abstract] / [Full Text] / [PDF]
14. Seyhan N, Canseven AG. In vivo effects of ELF MFs on collagen synthesis, freeradical processes, natural antioxidant system, respiratory burst system, immune system activities and electrolytes in the skin, plasma, spleen, lung, kidney and brain tissues. Electromagn Biol Med 2006; 25:291-305. [Abstract] / [Full Text] / [PDF]
15. Seyhan N, Guler G. Review of in vivo static and ELF electric fields studies performed at Gazi Biophysics Department. Electromagn Biol Med 2006; 25:307-23. [Abstract] / [Full Text] / [PDF]
16. Coşkun S, Balabanli B, Canseven A et al. Effects of Continuous and Intermittent Magnetic Fields on Oxidative Parameters In Vivo. Neurochemical Research 2009; 34:238-43. [Abstract] / [Full Text] / [PDF]
17. Canseven AG, Keskil ZA, Keskil S et al. Pentylenetetrazol-induced seizures are not altered by pre- or post-drug exposure to a 50 Hz magnetic field. Int J Radiat Biol 2007; 83:231-5. [Abstract]
18. Sirav B, Seyhan N. Blood-Brain Barrier Disruption by Continuous-Wave Radio Frequency Radiation', Electromagnetic Biology and Medicine 2009; 28:215-22. [Abstract]
19. Budak GG, Muluk NB, Budak B et al. Effects of intrauterine and extrauterine exposure to GSM-like radiofrequency on distortion product otoacoustic emissions in infant male rabbits.Int J Pediatr Otorhinolaryngol 2009; 73:391-9. [Abstract] / [Full Text] / [PDF]
20. Tomruk A, Guler G, Dincel AS. The Influence of 1800 MHz GSM-like signals on hepatic oxidative DNA and lipid damage in nonpregnant, pregnant, and newly born rabbits. Cell Biochem Biophys 2010; 56:39-47. [Abstract] / [Full Text] / [PDF]
21. Guler G, Tomruk A, Ozgur E et al. The Effect of radiofrequency radiation on DNA and lipid damage in non-pregnant and pregnant rabbits and their newborns. Gen Physiol Biophys 2010; 29:59-66. [Abstract]
22. Gurbuz N, Sirav B, Uslu Yuvaci H et al. Is there any possible genotoxic effect in exfoliated bladder cells of rat under the exposure of 1800 MHz GSM-like modulated radio frequency radiation (RFR)?, Electromagnetic Biology and Medicine (accepted), 2010.
23. Sirav B, Seyhan N. Evaluation of Radio Frequency Radiation from TV and Radio Antennas in a Pilot Region in Turkey. Radiation Protection Dosimetry 2009; 136:114-7. [Abstract] / [Full Text] / [PDF]
24. Gazi Non-İyonizan Radyasyondan Korunma Merkezi web sitesi: www.gnrk.gazi.edu.tr