

Cep telefonlarının uçak-oto ve tıbbi cihazlar üzerine etkileri

Yalnızca insan sağlığı penceresinden bakmakla kalmayıp, daha genel bir bakış ile, çevremizdeki her türlü araç ya da oluşum üzerinde yaptığı etkileri incelemek gerektiğini düşünenlerden biri de Braunschweig Teknik Üniversitesi'nde Fizik uzmanı Achim Enders.

Spiegel dergisi ile bir söyleşi yapan fizikçi, açık tutulan cep telefonlarının elektronik cihazları ne şekilde etkilediği konusunda bazı bilgiler veriyor.

- Bir uçağın bagaj bölümünde açık unutulmuş cep telefonu, pilot kabininde yangın alarmı verilmesine yol açmış; acil inişe geçen uçağın alt bölümünde yangın olmadığı, yalnızca cep telefonunun gönderdiği dalgalardan kaynaklanan bir yanlış etkileşim meydana geldiği, ancak saatler sonra tespit edilebilmiş.

- Evde açık tutulan bir cep telefonu, çalışır durumdaki çamaşır makinesini, su boşaltım programını atlayarak sıkma işlemine geçirmiş. 20 kg. suyu boşaltmadan çamaşırın sıkıyama başlayan makinenin yürümeye başladığı görülmüş.

- Amerika'da, tekerlekli sandalyede oturan bir hastanın, kendi müdahalesi dışında yürümeye başlayan sandalyesini, elindeki cep telefonunun harekete geçirdiği tespit edilmiş.

- Hastanelerin yoğun bakım bölümlerinde bulunan sayısız elektronik cihaz, odaya giren bir cep telefonunun manyetik dalgalarından etkilenecek yanlış veriler verebiliyor; hatta, kalp atışlarını denetleyen cihazların göstergesini şaşırtarak kalmayıp, kalp pillerini sekteye uğratabiliyor.

- Arabalaradaki airbag ya da ABS sistemini şaşırtan manyetik dalgalar, emniyet yastığının patlamasına, pencerelerin kendiliğinden açılıp kapanmasına ya da arabanın tamamıyla denetim dışına çıkmasına neden olabiliyor.

Kısacası, cep telefonu ile herhangi bir elektronik cihaz arasında en az 20 santim mesafe bırakılması gerektiğine değinen Enders, telefonda konuşan insanların bunu yapmalarının imkânsız olduğunu hatırlatıyor. Nitekim, insanın kendini koruma mekanizması, beyinde bazı salgıların daha fazla salgılanmasını, ısı yükselmesini gerekli görüyor. Doğadaki dengelerden yola çıkarak bakıldığında, birçok şeyin en sağlıklı konumuna, dengede iken ulaştığına tanık oluyoruz" diyor uzmanlar, "doğal denge" ile gerekliliklerden ya da zorunluluklardan doğan "sunî denge" arasındaki farklılığa dikkat çekiyorlar. Kendi özümüze mevcut dengelere yeniden ulaşmak çabamızdaki bedensel işlevler, dışardan alınan yatıştırıcı, uyarıcı maddeler yardımıyla sunî bir denge kuruyor. Beyin, kendi iç dengesini fazladan bir çaba, fazladan bir salgı ile yeniden kurmaya çalıştığında, belli bir süre için dışardan gelecek herhangi bir destek olmaksızın başanlı olsa da, hi, belli bir sürenin sonunda yıpranmaya, rahatsızlanmaya başlıyor. Belli sürenin sonunda, o dengenin doğal konumuna gelebilmesi için bazı öneriler getiriyor uzmanlar. Doğanın yeşilliklerinde yürümek, gökyüzünün mavisini bakmak, gözleri kapatıp sunî olan her şeyden uzaklaşmaya çalışmak, gibi...

Cep telefonu ile herhangi bir elektronik cihaz arasında en az 20 santim mesafe bırakılması gerektiğine değinen Enders, telefonda konuşan insanların bunu yapmalarının imkânsız olduğunu söylüyor.

Günlük hayatta elektromanyetik alanlar ve insan sağlığı

Haldun M. Özaktaş*

ÖZET

Modern toplumlarda yaşayan hemen herkes sürekli olarak doğada bulunanın çok üstünde elektromanyetik alan ve dalgaların içinde bulunmaktadır. Bunların insan sağlığı üzerinde olası olumsuz etkileri tartışma konusu olmaya devam etmektedir. Bu yazıda, yaygın olarak karşılaşılan üç elektromanyetik alan veya dalga kaynağı üzerinde durulacaktır: 50 Hertz alternatif akım elektrik ağı, bilgisayar ekranları ve radyo, televizyon, cep telefonu, radar ve benzeri radyo ve mikrodalga frekanslarında yayın yapan vericiler. Bunların her biri için, bilimsel belirsizliğe rağmen, neyin zararlı olup olmayabileceği konusunda bir fikir verildikten sonra kişisel korunma ve halk sağlığı açısından önerilerde bulunulacaktır.

GİRİŞ

Modern toplumlarda yaşayan hemen herkes sürekli olarak doğal olaylardan kaynaklananların çok üstünde elektromanyetik alan ve dalgaların içinde bulunmaktadır. Bunların, yüksek şiddet veya güç düzeylerinde insan sağlığına zararlı olduklarına kuşku yoktur. Ancak, insanların günlük hayatta karşılaştıkları daha düşük düzeydeki alan ve dalgaların bile uzun vadede insan sağlığı üzerinde olumsuz etkileri olup olmadığı tartışma konusu olmaya devam etmektedir.

Dünya genelinde, elektrik üretimi ve dağıtım şirketleri ve elektrikli aygıtların üreticileri, çoğunlukla insan sağlığı açısından bir tehdit olmadığını veya çok az olduğunu söylemektedirler. Öte yandan, bu konuda araştırma kaynakları talep eden bilim insanları ve korunma amaçlı ürün veya hizmet satanlar, çoğunlukla olası veya gerçekleşen zararların inkâr edilemeyeceğini ve ciddi boyutlarda olduğunu iddia etmektedirler.

Bugüne kadar yapılan bilimsel araştırmalar, elektromanyetik alan ve dalgaların çok düşük şiddet ve güçlerde bile çeşitli biyolojik etkileri olduğunu göstermiştir. Doğal çevrede bulunan alanlar, bu alanlardan bile çok daha düşük seviyelerde olduğu için, canlıların bu alanların olası etkilerine karşı evrimsel olarak edinilmiş özel bir korunma mekanizmaları olmasa da beklemez. Bu durumda, bu çeşitli biyolojik etkilerin birinin değilse diğerinin insanlara zararlı olma olasılığı yok sayılmaz. Birçok epidemiyolojik ve diğer bilimsel çalışmada da bunu desteklemektedir. Öte yandan, bugüne kadar bu alanlarla, sebep oldukları iddia edilen çok sayıda kronik hastalık veya

sağlık sorunu (kanser, düşük veya sakat doğum, bağışıklık sistemi zayıflaması vb.) arasında bütün araştırmacıların üzerinde anlaşıldığı çok açık neden-sonuç ilişkileri gösterilememiştir.

NE YAPMALI?

Bu bilimsel belirsizlik karşısında kişisel korunma ve toplum sağlığı açısından nasıl bir yol izlemeliyiz? En akılcı çözüm, temkinli davranıp öncelikle maliyeti çok yüksek olmayan bütün önlemleri almak, ancak maliyeti çok yüksek önlemleri almadan önce, toplumun karşı karşıya bulunduğu kanıtlanmış (ve bazıları daha büyük) riskleri de göz önünde bulundurmalıdır. Alınabilecek önlemlerin maliyeti çok büyük olduğunda, eldeki sınırlı kaynakların bu diğer kanıtlanmış risklerin azaltılması için kullanılması daha yararlı olabilir. Bugün çoğu insanın karşı karşıya kaldığı elektromanyetik alanların zararları sigara içmek, nükleer radyasyon, yoğun hava kirliliği, kronik yetersiz beslenme ve benzerlerinden olasılıkla daha azdır. Ancak maruz kaldığımız alanların günün güne artıyor olması ve etkilerinin ancak uzun vadede ortaya çıkabilecek olması bu durumu değiştirebilir.

Toplum açısından baktığımızda önemli bir başka konu belli bir teknoloji den fayda görülenlerle, o teknolojinin risklerini paylaşanların aynı kişiler olmamasıdır. Uygun düzenlemeler, vergilendirme, ve/veya serbest piyasa mekanizmalarıyla fayda/külfet dağılımının adil olması sağlanmalıdır. Örneğin, cep telefonu üreticileri, cep telefonu yer antenlerinin insanların daha az etki altında bırakacak şekilde yapılmasını çok pahalı olacağını ve dolayısıyla bir önceki paragraftaki mantık uyarınca akılcı olmayacağını söyleyebilirler. Ancak burada tasarruf edilen para bir bütün olarak halkın parasıdır. Korunması söz konusu olan sağlık ise antenlerin etkisi altında kalan tüm insanların sağlığıdır. Bu nedenle fayda/külfet hesaplarını yaparken faydayı ve külfeti görenlerin kimler olduğu akılda tutulmalıdır.

Elektromanyetik alanların belli sağlık sorunlarına yol açtığı henüz kuşkuyla yer bırakılmayacak şekilde kanıtlanmamışsa da, bu konudaki araştırmalar sürerken, insanların bilgilendirilerek, ucuz önlemleri almak ve fayda/külfet dağılımının adil olması için mümkün olan ne varsa yapılmalıdır. Bu bağlamda daha genel bir tartışma konusu şudur: Gerekli önlemlerin alınması için bir ürünün zararlı olduğunun ispatlanması yükü kamuya mı düşmektedir, yoksa yaygın olarak kullanılmaya baş-

Sayfa çeviriniz

lanması için zararsız olduğunu göstermek yü-
kü onları üretene mi düşmektedir? İkinci
araştırma için gereken para bu ürünü kullan-
sın kullanmasını herkesin cebinden çıkarmak-
tır, ikincisinde ise ürünün fiyatına yansarak
o ürünü kullananların. Burada akıldaki tutulma-
sı gereken önemli bir nokta da, bir teknoloji-
nin hiçbir olası zarar olmadığını kanıtlanamamış
olanaksız olduğudur.

BİLGİSAYARLAR ÖRNEĞİ

Burada klasik devlet denetimi mekaniz-
malarına alternatif teşkil eden, serbest piyasa
sertifikasyon yaklaşımından da kısaca söz
edeceğiz. Bir ürünün zararlarının tespiti ve
tüketiciyi koruyacak önlemlerin devlet yoluyla
alınması çok uzun zaman almaktadır. Bu
nedenle İsviçre'de bir meslek örgütü olan TCO,
bilgisayar kullanan çalışanları korumak için
bir sertifikasyon programı başlatmıştır. Bu
program, bilgisayarların maliyetini çok artır-
madan, manyetik ve elektrik alanlarını mün-
kün olduğu kadar düşürmek ve başka ergo-
nomik özelliklerini iyileştirmek için geliştiril-
en bir standarda dayanmaktadır. İsteyen şir-
ketler gönüllü olarak bu sertifikasyonu için
başvurabiliyorlar. Tüketiciler bu yönde tercih
belirttiği için bugün çoğu iyi marka TCO ser-
tifikası almaktadır.

Burada önemli olan bilgisayarların
elektrik ve manyetik alanlarının düşürülmesi
için, elektromanyetik alanların sağlığa zarar-
ları ile ilgili kesin bir sonuç varılmasının
beklenmemiş olmasıdır. Tüketiciler, var olan
sağlığa zararlı olma olasılığını önlem almak
için yeterli bir neden olarak gördüklerini gös-
tererek, TCO sertifikalı türleri tercih etmiş
ve bu sayede bilgisayarlar bugün önemli bir
tehdit olmaktan çıkmıştır. Klasik devlet dene-
tim mekanizmalarını beklenseydi, olasılıkla da-
ha uzun süre gereksiz risk almış olacaktı.

Batı ülkelerinde resmi veya kurumsal
olarak kabul edilen, daha yüksek değerlere
insanların maruz kalmaması gereken eşik
değerlerinin çoğu, yalnızca dokuların ısınma-
na dayalı mekanizmalar göz önüne alınarak
belirlenmiştir. Ancak bugün, ısınmaya dayalı

olmayan ve çok daha düşük değerlerde ge-
çekleşebilen çok sayıda biyolojik mekanizma
gündeme gelmiştir. Bu nedenle, bu yazıda
sözü edilen eşik değerler, resmi eşik değere-
lerinden daha düşüktür. Eski Doğu Bloku ülke-
lerinde, genel olarak Batı ülkelerine göre çok
daha düşük eşik değerlerin kabul edilmiş ol-
ması da ilginç bir gözlemdir.

ÜÇ DALGA BOYU

Bu yazıda, yaygın olarak karşılaşılan üç
elektromanyetik alan veya dalga kaynağı üzere-
ründe durulacaktır: 50 Hertz (Hz) alternatif
akım elektrik ağı, bilgisayar ekranları ve radyo, televiz-
yon, cep telefonu, radar ve benzeri radyo ve mikrodal-
ga frekanslarında yayın yapan vericiler.

Elektrik ve manyetik alanların ve elektromanye-
tik dalgaların hangi nitelik-
lerinin (frekans, şiddet,
güç, vb.) belirleyici olabileceği,
sağlık etkilerinin hangi
doz parametresi ile oran-
lı olduğu ve bunların eşik
değerlerinin ne olması ge-
rektiği tartışma konusudur.
Ancak genel olarak, ne ka-
dar uzun süre maruz kal-
ırsa zararın da o kadar bü-
yük olabileceği düşünüle-
bilir. Kısa süreli olarak bu
alan ve güçlere maruz kal-
mamak modern dünyada
neredeyse olanaksızdır
(yanımızdaki birisi cep telefonu kullanırken,
yüksek gerilim hatlarının altından geçerken,
vb.). Bu nedenle, daha uzun süreli olarak bu
alan ve dalgaların etkisi altında kalmaktan ka-
çınmayı hedef almak, daha anlamlı gözük-
mektedir.

Bu alan ve dalgaların şiddeti veya gücü
kaynağın uzaklaştıkça hızla azalır. Korun-
mada zamandan sonra ikinci etkin öge uzak-
lıktır. Bazı tür alan ve dalgaların değişik şekil-

lerde engellenmesi veya yansıtılması müm-
kün olmakla beraber, bu yaklaşım genelde
pratik değildir.

50 HZ ALTERNATİF AKIMDAN KAYNAKLANAN ELEKTRİK VE MANYETİK ALANLAR

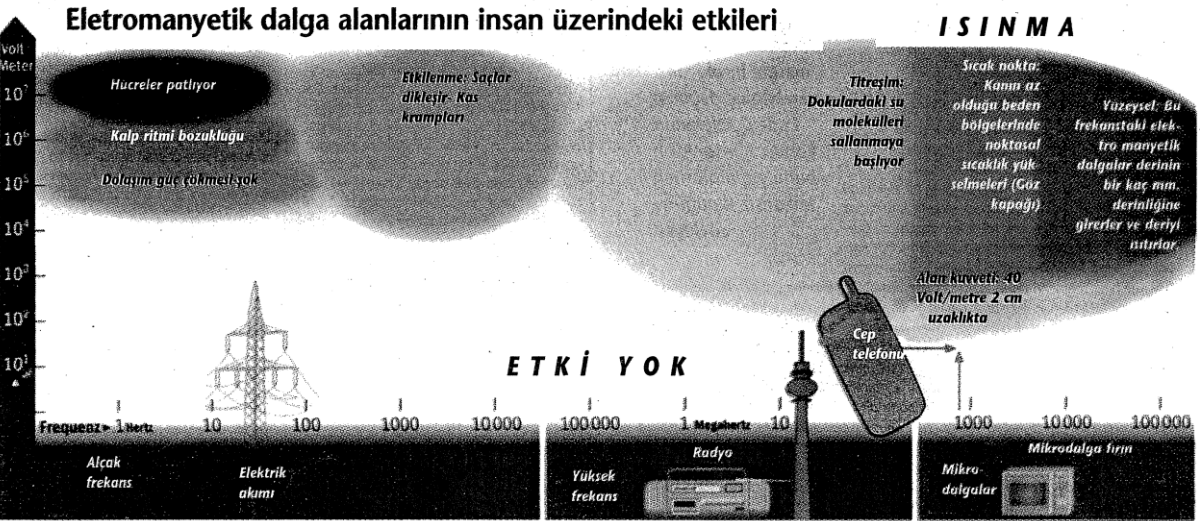
Elektrik enerjisi, üretildiği yerden uzak
mesafelere yüksek gerilim hatları ile taşınır,
sonra daha düşük gerilimli hatlarla evlere ve
işyerlerine dağıtılır. Bu hatlar 50 Hertz (Hz)
frekansında alternatif akım taşırlar. Tüm ener-
ji nakil ve dağıtım hatları, evlerdeki elektrik
tesisatı ve elektrikli ay-
gıtlar, içlerinden geçen
bu 50 Hz akımdan dola-
yı aynı frekansta elekt-
rik ve manyetik alanlar
yaratırlar. Bazı elektrikli
aygıtlar 50 Hz'in katları
veya daha genel olarak
0-10 kilohertz (kHz)
frekanslarında alanlar
da yaratırlar. Elektrik
enerjisinin yaygın kulla-
nımını nedeniyle bütün
insanlar bu alanlara bel-
li oranlarda maruz kalı-
rlar. Genel olarak bu fre-
kanslardaki alanların et-
kilerinin birbirlerine
benzer olduğu düşünül-
lebileceğinden bunlar
topluca ele alınabilir.
İnsan sağlığı açısından,
manyetik alanların
elektrik alanlarından
daha zararlı olabilecekleri düşünülmektedir.
Kesin bir eşik değeri vermek mümkün olma-
maktaki beraber, manyetik alanlar için yaklaşık
0.1 mikroTesla (µT)=1 milliGauss (mG) şid-
deti bir hedef olarak alınabilir. Elektrik alan-
ları konusunda daha büyük belirsizlik olmasına
rağmen 1-10 Volt/metre (V/m) şiddet aralığı
bir hedef olarak alınabilir. Bu rakamlar, üstü
kesin zararlı, altı da kesin zararsız deneme-
mekle beraber, riski azaltmak açısından pra-

tik hedefler olarak görülmelidir.

Yüksek gerilim hatlarının çoğu-
mun, büyüklüğüne göre 50-100 metre yakı-
nından itibaren bu hedef değerler aşılmaya
başlanır. Bu mesafe sokak arası veya yol ke-
narlarındaki daha küçük hatlar için daha dü-
şüktür. Bazı hatların atlı olduğu veya gece sa-
atlerinde düşük kapasite ile çalışabilecekleri
unutulmamalıdır. Bütün unsurlar göz önüne
alındığında, genel olarak yüksek gerilim hat-
ları, tophum açısından en büyük tehlikeyi
oluşturmamaktadır. Bu hatların etrafında
yeterli genişlikte alanlarda mesken izni veril-
memesi ve halen meskenlerin bulunduğu
yerlerin yakınında geçirilmemeleri bunların
olası sakıncalarını büyük ölçüde ortadan kal-
dıracaktır. Enerji iletim sisteminin parçası
olan trafolar ve benzeri tesisat da yine olasılıkla
ancak çok yakınında oturan kişileri etki-
leyecektir. Semt aralarında bulunan kulübeye
benzer yapıların içindeki trafoların manyetik
alanları genellikle birkaç metre içinde çok
büyük değerlere düşer. Yer altından geçen
dağıtım hatları da çok büyük bir endişe kay-
nağı değildir.

Sıkça karşılaştığımız başka bir manye-
tik alan kaynağı evlerde ve işyerlerindeki
elektrikli aygıtlardır. Ancak bunların çok
azının yakınında uzun saatler geçiririz. Çoğu
zaman, bu aletlerin ve mobilyaların düzenine
dikkat edilerek bunlardan kaynaklanan olası
zararları ortadan kaldırmak mümkündür. Örneğin,
manyetik alanların duvarlardan (metal dahil)
geçebileceği de göz önüne alınarak,
yatılan veya uzun süre oturulan yerlerin yakı-
nında çok akım çeken aletleri bulundurma-
mak gerekir. Manyetik alanları oldukça bü-
yük olabilen televizyonlar için bile her yönde
3 metre genellikle yeterli koruma sağlar.

**Elektrikli traş makinesi veya saç kurut-
ma makinesi** gibi aletlerin, çok kısa süreli
kullanılmalarına karşın, yaydıkları alanların
çok yüksek olması nedeniyle, zararlı olup ol-
madıklarını tartmak kolay değildir. Öte yan-
dan, yatağın başucuna konan analog veya sa-
yasal bazı **elektrikli saatler** ve elektrikli
battaniyeler çok yüksek (ve uzun süre maruz
kalınan) alanlar yaratmaktadır. Açma-kapama



düğümlerinden tam olarak kapatılan aletler manyetik alan yaymazlar, ancak işleri takılı olduğu sürece elektrik alanı oluşturmaya devam edebilirler. Geleneksel ampullerin alanları düşüktür ancak floresan vb. lambalar için aynı şeyi söylemek mümkün değildir.

50 Hz manyetik alan kaynaklarının içinde en az dikkat çeken ama en sorunu, duvarların içinden geçen tellerin doğrudan yol açtığı alanlardır. Doğru tesisat ilkelere sıkı sıkıya bağlı kalarak yapılmış bir elektrik donanımı çok düşük manyetik alanlara yol açar. Ancak, pahalı inşaatlar da dahil, çoğu binada bu ilkelere uyulmamaktadır. Bu nedenle, gereksiz yere yüksek alanlar oluşmaktadır. Bazen bu alanlar binanın sadece bazı bölgelerinde etkili olabilir. Bu durumda yatılan veya sürekli oturulan yerlerin değiştirilmesi sorunu çözebilir. Ancak çoğu zaman alanlar her tarafa hâkim olduğu için, tesisatı uygun şekilde düzeltmekten başka kalıcı bir çözüm yoktur. Ancak bu çözüm çoğunlukla pratik değildir.

50 Hz manyetik alanlardan korunmada en büyük yardımcısı bu alanları ölçen aletlerdir. Gelmiş ülkelerde, çok yüksek olmayan bir fiyata böyle bir alet satın alınabilir ve tüm kaynakları yol açtığı alanların topları incelenebilir. Böyle bir aletle, insanların uzun vakit geçtikleri yerlerde ölçümler yapıp, yüksek alanlar bulunduğunu takdirde mümkün olan önlemler varsa alınabilir. Bu tür aletler olmadan alınabilecek pratik önlemler sınırlıdır.

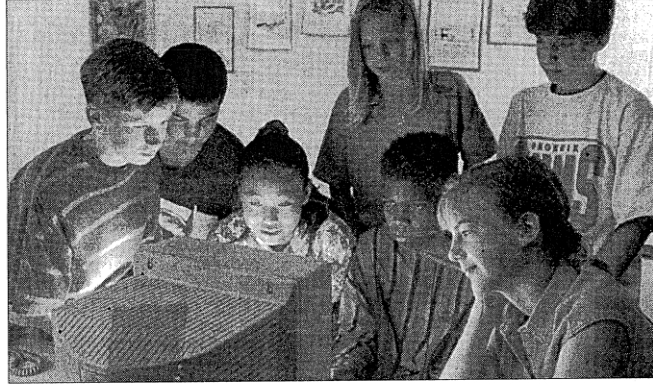
BİLGISAYAR EKRANLARININ YOL AÇTIĞI ALAN VE DALGALAR

Karmaşık elektronik aygıtlar olan bilgisayarlar elektromanyetik spektrumun çok değişik frekanslarında (veya dalgaboylarında) alan ve dalgalar yayarlar. Bunlar içinde en çok endişe yaratan düşük frekanslı elektrik ve manyetik alanlardır. Bu alanlar, bir önceki bölümde anlatılanlara benzerler; farkları daha karmaşık bir frekans yapısına sahip olmalarıdır. Bugün, düşük elektrik ve manyetik alanlar olan bilgisayarların yaygınlaşması nedeniyle bilgisayarlar önemli bir elektromanyetik alan kaynağı olmaktan çıkmıştır. Aşağıdakilere uyulduğu takdirde fazla endişelenmek için neden görünmemektedir:

- En önemlisi, bilgisayarınızdan ve özellikle de ekranınızdan mümkün olduğu kadar uzak oturmanızdır. Mümkün olduğu kadar büyük fontlar ile çalışın. Ekranınız 17 inç veya üzerinde ise en az 70 santimetre, 14-15 inç ise en az 60 santimetre uzağında olun. Alanlar uzaklık ile büyük ölçüde düşmektedir. Bu uzaklıktan ekran rahat göremiyorsanız veya başka engeller varsa, fazla endişelenmeyin ama yine de mümkün olduğu kadar uzakta oturmaya çalışın.

- Düşük elektrik ve manyetik alanları olan ekranları tercih edin. Bunun için öncelikle TCO ama en azından MPR-II olarak nitelenen ekranları kullanın. Bilgisayarınızın doğru topraklanmış olmasına dikkat edin. Ekran filterleri görüntü kalitesine ve göz yorgunluğuna iyi gelebilir, ama ancak topraklı filtreler elektrik alanlarını keserler ve bunlar da manyetik alanları kesemezler.

- Ekranların yanlarında ve arkalarında ki manyetik alanlar çok daha yüksektir. Değişiklik göstermekle beraber genel olarak bu



üzlemlerden en az 80-100 santimetre uzaklıkta kimsede bulunmamalıdır. İşyerleri buna göre tasarlanmalıdır. Manyetik alanların duvarların içinden de geçebildiği unutulmamalıdır.

- Bilgisayarı kullanmadığımız zaman ekranın açma-kapama düğmesinden kapatılarak veya yanından uzaklaşarak gereksiz yere alanların içine durmayız. Ekranın otomatik olarak kararması alanların kaybolduğu anlamına gelmez ancak enerji tasarrufu sağlayan bazı sistemlerde ekran çok düşük enerji harcayan bir konuma geçer. Genellikle bu durumda alanlar da büyük ölçüde azalır. (Bu durumdaki bilgisayar, fare ellendiğinde veya bir tuşa basıldığında hemen değil, birkaç saniye içinde geri gelir.)

- Yassı (LCD vb.) ekranlar da elektrik ve manyetik alanlara yol açarlar. Genel olarak bu ekranların yol açtığı alanlar daha düşüktür, ancak düzüstü bilgisayarlarda olduğu gibi bu ekranlara genelde daha yakın durduğumuz için sonuçta daha büyük alanlara maruz kaldığımız durumları olabilir. Bu alanların şiddeti marka ve modele göre çeşitlilik gösterdiğinden, genelleme yapmak kolay değildir.

Sürekli bilgisayar başında çalışmanın göz üzerinde yarattığı etkiler, fiziksel ve psikolojik stres ve sürekli aym parmak hareketlerini tekrarlamaktan kaynaklanan rahatsızlıklar bu yazının kapsamı dışında bırakılmakla beraber bilgisayar kullanıcılarının olumsuz etkileyen diğer bazı sorunlardır. Bilgisayarın ve ekranlarının ergonomik açıdan daha geliştirilmeleri gerekmektedir.

RADYO DALGALARI VE MİKRODALGALAR

Çoğu radyo ve televizyon vericileri, radarlar, telsizler, mikrodalga fırınlar, cep telefonları ve birçok başka aygıt kabaca 1 MegaHertz (MHz) = 10⁶ Hz ile 10 GigaHertz (GHz) = 10 x 10⁹ Hz arasında değişen frekanslarda dalgalar yayarlar. Bu frekanslarda elektrik ve manyetik alan ayırımı yapmak gerekli değildir, çünkü bunların arasında daima sabit bir oran vardır.

Uygun eşik değeri ne olmasa gerektiği yine kesin olarak bilinmemekle beraber, 1 microWatt/santimetrekare ($\mu\text{W}/\text{cm}^2$) = 10⁻² Watt/metrekare (W/m^2) güç miktarı hedef olarak alınabilir. Ancak, bundan çok daha düşük miktarların bile zararlı olabileceğini iddia edenler olduğu gibi, daha yüksek miktarların bile zararlı olmadığını söyleyenler de

vardır.

Evdde radyo dalgası veya mikrodalga yayın birçok aygıt olmakla beraber, bunların yaydığı alanlar genellikle çok yakın çevreleriyle sınırlı olup, sakınca teşkil etmez. Mikrodalga fırınların çalıştırdıktan sonra mutfaktan çıkarak veya yanından uzaklaşarak gereksiz yere alanların içine durmayız. Ekranın otomatik olarak kararması alanların kaybolduğu anlamına gelmez ancak enerji tasarrufu sağlayan bazı sistemlerde ekran çok düşük enerji harcayan bir konuma geçer. Genellikle bu durumda alanlar da büyük ölçüde azalır. (Bu durumdaki bilgisayar, fare ellendiğinde veya bir tuşa basıldığında hemen değil, birkaç saniye içinde geri gelir.)

Radyo ve mikrodalga kaynaklarının çoğu, açık alanlarda yer alan çeşitli amaçlı antenlerdir. Bunlardan yayılan dalgalar binaların içine girenken değişik oranlarda güçlerini kaybederlerse de, bir binanın içinde olmak yeterli koruma sağlamayabilir. Metal kalkanlar bu dalgaları değişik oranlarda engelleyebilir ama evlerin veya işyerlerinin bu şekilde donatılması her zaman pratik olmadığı için, çoğu zaman etkin de değildir. Yine de, eğer evinize karşından bakan bir anten varsa, o cepheye bitişik odalarda değil de daha içte veya diğer cephelere bakan odalarda daha çok vakit geçirmez ya da hiç değilse çocukların bu tür görüncü odalarda yatırılması faydalı olabilir.

Radyo ve televizyon antenleri genelde şehrin yüksek tepelerinde veya kulelerde olur. Genel olarak, kilometrelerle ifade edilen uzaklıklarda dalgaların gücü büyük ölçüde düşmüş olur. En yüksek güce maruz kalınan durum, antenlere yakın mesafede karşından bakan bir yerde yaşamaktır. Antenin çok yakınında ama alçağında ise durum oldukça karışıktır; buralarda hem çok yüksek hem de düşük alanlara rastlanabilir (antenin dibinde kaldığı için). Gücün hangi mesafede yukarıda sözü edilen hedef eşik altına düştüğü antenin gücüne ve bu gücün ne kadar odaklanmış olduğuna bağlıdır.

Radar ve link istasyonları genelde çanak antenlere sahiptir. (Verici olmayan, sadece alıcı olan antenlerin herhangi bir sakıncası yoktur.) Bu antenlerin etrafında bazen radom denen kubbeler bulunur. Bu antenlerden yayılan dalgalar görüncü olarak engellenir. Örneğin, oldukça yakındaki bir binada bile, arka tarafta bakan daireler çok daha az etkilenir. Ancak bu antenlerin doğrudan görüş sahası içinde olanlar çok yüksek güçlere maruz kalabilirler.

Günümüzde, en çok kişinin en yaygın olarak karşılaştığı mikrodalga kaynağı, **cep telefonları ve cep telefonu yer anten-**

lerdir. Cep telefonu kullanmak zorunda olanlar olası zararlı etkileri aşağıdaki önlemleri alarak azaltabilirler:

- Mümkün olduğu kadar az kullanın, özellikle bir defada konuştuğunuz süreyi en aza indirmeye çalışın. Mümkün olduğu kadar uzağında durun ve/veya kapalı tutun.
- Kişiyi koruduğu iddia edilen aletlerin, bu yazının bilgisi dahilinde hiçbir, anlamlı bir koruma sağlamıyorlar. Ancak bazı cep telefonu üreticileri daha düşük alanları olan telefonlar tasarlamak için çalışmalar yapıyor.
- Başkaları yakınızdaki cep telefonu kullandığı zaman uzağa durmayı tercih edebilirsiniz, ama ara sıra kısa süreli olarak maruz kalmanız olasılığında bir sakıncası olmayacağı

düşünüldüğünden bu ve benzer durumlarda fazla endişelenmeyin ve kendinizi güçlüğe sokmayın.

Cep telefonu kullanmak, sigara içmek gibi tercihe bağlı olduğu için, kişisel bir yarar/zarar konusudur. Öte yandan, her yer dikklen çok sayıda cep telefonu yer antenleri bu telefonlardan yararlanmayanlar için de bir risk oluşturmaktadır. Bu antenler genellikle üçlü veya üçgen şeklinde bir yapıda olmakla, kısa kulelere veya bina tepelerine veya etraflarına monte edilmektedir. Genel olarak, karşından bakan birisi için bile, bunların birkaç yüz metre uzağında olmak yeterince uzak kabul edilebilir. Ancak, surekli barınan veya çalışılan bir ortamın karşından bakan bir antene yüz metreden yakın olması rahatsız edici bir durum olarak görülebilir.

Radyo ve mikrodalgalardan korunmanın en etkin yolu yine dalgaların gücünü ölçmek ve sözü edilen hedef eşik değeriyle karşılaştırmaktır. Ne yazık ki bu tür aygıtlara, gelişmiş ülkelerde bile yaygın olarak ulaşılamamaktadır. Geçici dahi olsa bir eşik değer üzerinde anlaşma sağlanmalı ve bu antenlerin kuranlara, insanların yaşadığı hiçbir yerde bu eşik aşılmasını sağlamak yükümlülüğü getirilmelidir.

KORUYUCU ÜRÜNLER

Özellikle de gelişmiş ülkelerde, insanların elektromanyetik alanlardan korunmak için burada sayamayacağımız çeşitlilikte ürünler satılmaktadır. Bunların çoğu insanların korku ve bilgisizliğini sömüren kişilerin piyasaya sürdüğü yararsız veya yarar sınırlı aletlerdir. Söylediğimiz gibi, korunmada en önemli unsurlar maruz kalınan süreyi kısaltmak, kaynaklardan uzağa olmak ve ölçüm yaparak gerekli önlemleri almaktır. Elektromanyetik alan ve dalgaları engelleyen alet ve malzemeler olmakla beraber, bunlar genelde pratik veya etkin değildir ve özellikle de ölçüm aletlerinin yardımı olmadan anlamlı bir koruma sağlamayabilirler.

SONUÇ

Modern dünyada elektromanyetik alan ve dalgaların etkisinden tamamen kaçmak mümkün değildir... Ancak, bu alanların miktar ve insanların bu alanların altında geçirdikleri zaman, birçok durumda yüksek maliyetli söz konusu olmadan büyük ölçüde

Yazının devamı 18. sayfada

Kitle enerji dönüşümü: Atakan Yüksel'e yanıt

19 Şubat 2000 tarihinde "Kitle enerji söyleminin yanlışlığı üzerine" başlığıyla yayımlanan yazıma, derginin 11 Mart 2000 tarihli sayısında Sayın **Atakan Yüksel** itirazda bulunmuştur. Yazımda özetle, **Albert Einstein**'in ortaya koyduğu ve artık hemen herkesin bildiği **DE=Dmc²** ifadesinin (burada D, fark anlamında kullanılmıştır) kitle ile enerji arasında herhangi bir dönüşümü değil sadece özdeşliği ifade ettiğini belirtmiş, sözlü ve yazılı anlatımlarda buna dikkat edilmesi gerektiğinin aksi halde özellikle de konunun uzmanı olmayan kişilerce yanlış anlaşılacak hatalı yorumların yapılmasına zemin oluşturduğunu söylemişim.

Sayın A. Yüksel'in, doğruluğu **defalarca ispatlanmış** Einstein'ın ifadesine dayanan ve son derece açık olan bu uyarıma bu denli **direnç göstermesi**, konu ile ilgili kullanılan yanlış söylemin zihinlere ne kadar yer ettiğini, bu tür yanlışların zihinlerden sökülüp atılmasının ne kadar güç olduğunu açıkça göstermektedir.

Sayın A. Yüksel, nükleer reaksiyonlar sonrasında ortaya çıkan parçacıkların kinetik enerjilerinin bir kitle karşılığı olduğunu söylediğim için (ki bu yeni birşey olmayıp konuyla ilgili sayısız kitapta yer alan neredeyse 100 yıllık bir bilgidir) bana "Kitle karşılığı bu kinetik enerji herhangi bir fiziksel dönüşüm olmadan; sırf Einstein formülü nedeniyle, yoktan mı var olmaktadır?" diye sormaktadır. Elbette HAYIR. Bu kinetik enerji, durgun enerjinin (rest energy) kinetik enerjiye dönüşümü ile ortaya çıkmaktadır. Bu dönüşümün nedeni ise **nükleer reaksiyonun** kendisidir. Durgun enerjinin bir kısmı çekirdeği oluşturan temel taneciklerin (proton ve nötron) içsel yapısında bulunurken bir kısmı da bu tanecikleri elektriksel imne kuvvetine karşı bir arada tutan nükleer bağ kuvvetleri dolayısıyla var olan nükleer bağ enerjisi olarak bulunmaktadır. Çekirdeğin bölünmesi dur-

munda nükleer bağ enerjisinin bir kısmı, bölünme sonucunda ortaya çıkan parçacıkların kinetik enerjisine dönüşmektedir. Bölünme reaksiyonu sonucu ortaya çıkan parçacıklar Sayın A. Yüksel'in de çok iyi bileceği gibi hareketsiz ya da durgun parçacıklar değildir. Tam tersine yüksek hızlara dolayısıyla da büyük kinetik enerjilere sahiptirler. Bir parçacığın kütlesi, durgun halde en küçük değerini alırken, parçacık hızlandıkça kütlesi relativistik mekaniğin yasalarına uygun olarak büyür. Eğer reaksiyon öncesi ve sonrası parçacıkların durgun haldeki kütlelerinden fazladır. Böylece gerçek kütlelerini, yani hareketli haldeki kütlelerini gözönüne alırsanız reaksiyon öncesinde ve sonrasında kütlelerin değişmediğini, korunduğunu görürsünüz. Eğer reaksiyon öncesinde ve sonrasında kütle miktarı değişmiyor ise, kütlelerin enerjiye dönüştüğünden söz etmek mümkün müdür? Elbette HAYIR. Peki öyleyse dönüşen nedir? Dönüşen sadece maddenin formudur. Büyük bir çekirdek formunda bulunan madde iki küçük çekirdek ve bazı temel tanecikler formuna dönüşmüş ve buna bağlı olarak da durgun enerji kinetik enerjiye, durgun kütle de kinetik kütyeye dönüşmüştür. Bunda anlaşılacak bir şey yoktur.

Kütle enerjiye dönüşüyor demek, enerjinin kitle içeriği olmadığını anlamına gelir ki bu kesinlikle YANLIŞTIR. Bunun matematiksel dayanağı da (her ne kadar Sayın A. Yü-

sel'in yazısında "sırf Einstein'ın formülünü kullanarak değil" şeklinde yer verdiği ifadesine bakıldığında pek önemsemeyişi anlaşılan) Einstein'ın **DE=Dmc²** ifadesidir. Eğer bizlerin haberi olmadan bir yerlerde bu ifadenin yanlış olduğu ispatlanmış da Sayın A. Yüksel bu gizli bilgiye dayanarak aksini iddia ediyorsa, kendisinin bu bilgiyi bizlerle paylaşmasını isterim.

Feynman, Sayın A. Yüksel'in örnek olarak gösterdiği *Lectures on Physics* adlı kitabında şöyle yazmaktadır: "This theory of equivalence of mass and energy has been beautifully verified by experiments in which matter is annihilated-converted totally to energy" (*kütle ve enerjinin bu özdeşlik teorisi, maddenin yok olup tümüyle enerjiye dönüştüğü deneylerle güzel bir biçimde kanıtlanmıştır*). Feynman bu ifadesinde, maddenin yok olup tümüyle enerjiye dönüştüğünü söylemekle, enerjinin maddeye ait olmadığını, madde ile enerjinin ayrı şeyler olduğunu ifade etmiş olmaktadır. Bu doğru mudur? Elbette HAYIR. Enerji maddeye ait bir büyüklüktür ve ondan ayrı bir kavram olmayıp onsuz tek başına bir anlamı da yoktur. Öyleyse Feynman neden böyle söylemiştir. Olsa olsa sözcükleri sarf ederken yeterli kadar titiz davranmamasından ya da yıllar boyunca matematik dilinde değil ama sözcük dilinde yapılan hatadan onun da etkelenmiş olmasından. Dahası; **Feynman, Kaplan, Evans** ya da başkaları madde enerjiye dönüşüyor dedi diye, hiç akıl yürütmeden ve sorgulamadan sırf onlar öyle dedi diye böylesine yanlış bir söyleme inanmamız mı gerekir? Bu söylemin doğruluğunun ölçüsü, bunu söyleyen insanla Feynman, Kaplan ve Evans olması mıdır? Doğru söyleme sahip kitaplar bulamassaydık Sayın A. Yüksel'i ikna etmem mümkün olmayacak mıydı?

Neyse ki Sayın A. Yüksel'i ikna etmeni sağlayabilecek daha dikkatli yazılmış, kullanılan sözcüklerin özenle seçilmiş olduğu kitaplar vardır. Örneğin **M. Russel Wehr** ve **James A. Richards**'in birlikte yazdıkları "Physics of Atoms" isimli kitapta şöyle demektedir: "In any interaction the total mass, *m* (which includes any kinetic energy in mass units), is the same before and after the interaction. Similarly, in any interaction, the total energy *E* (which includes any rest mass in energy units), is the same before and after the interaction." [Herhangi bir etkileşimde, toplam kütle *m* (ki herhangi bir kinetik enerjiyi kütle biriminde içeren) etkileşime öncesinde ve sonrasında aynıdır. Benzer biçimde, herhangi bir etkileşimde, toplam enerji *E* (ki herhangi bir durgun kütle enerji birimlerinde içeren), etkileşime öncesinde ve sonrasında aynıdır. Kısaca, gerek toplam kütle gerekse toplam enerji etkileşimin öncesinde ve sonrasında aynıdır demektedir].

Bu durumda birinin diğerine dönüşmesinden söz etmek de doğal olarak mümkün değildir. Fisyon reaktörlerinde durgun kütle-enerji, termal kütle-enerjiye dönüşmektedir. Yani durgun kütle termal kütyeye, durgun enerji de termal enerjiye dönüşmektedir. Doğru söylemin bir diğer örneği **Robert Matrin Eisberg**'in yazdığı "Fundamentals of Modern Physics" adlı kitapta yer almaktadır. Bu kitapta "...conversion of rest mass energy into other forms of energy, as in a nuclear reactor." (bir nükleer reaktörde olduğu gibi, durgun kütle enerjisinin enerjinin diğer formlarına dönüşümü...) şeklinde bir ifade kullanılmaktadır. Bu ifade şekli, bu ve öncelki yazımda da anlatılmaya çalıştığım doğru ifade şeklindedir. Sayın A. Yüksel'in yazılmasına neden olan, nükleer reaksiyonlar anlatılırken reaksiyona giren ve çıkan parçacıkların "durgun kütle farkı" yerine kısaca "kütle farkı" ifadesinin kullanılıyor olmasıdır. Ancak bu farkın "durgun kütle farkı" olduğu, konuyla ilgili herkes tarafından bilinir. Çünkü Einstein'ın kitle enerji özdeşliği gözönüne alındığında tüm reaksiyonlarda kütle de enerji de ayrı ayrı korunur.

Yrd. Doç. Dr. **Altuğ Şişman**
İTÜ Nükleer Enerji Enstitüsü,
E-mail:altug@mukleer.itu.edu.tr



GÜNLÜK HAYATTA ELEKTROMANYETİK ALANLAR VE İNSAN SAĞLIĞI

Baştarafı 14-15. sayfada
azaltılabilir. Bunun için:

- İnsanların kendi durumlarını değerlendirebilmeleri ve kendilerini koruyacak basit önlemleri alabilmeleri için bilgilendirici broşürler ve kitapçıklar tercüme edilebilir. Etkin ve anlamlı koruma için uygun ölçüm aletlerinin bulunabilmesi ve/veya ölçüm yapan kurum veya şirketlerin oluşması gereklidir.
- Enerji nakli ve dağıtım hatları, radarlar, radyo-televizyon ve cep telefonu yer antenleri ve benzerlerinin, insanların yaşadığı yerlerde oluşturabileceği alan şiddeti ve güç miktarlarına ilişkin kurallar belirlenmeli ve uygulanmalıdır.
- Bilgisayarlar dahil elektrikli ve elektronik aletlerin kullanıldığı işyerlerinde uygun koşulların yaratılması için kurallar belirlenmelidir.

Özel sağlık durumu olanlar için bu yazıdaki öneriler geçerli olmayabilir. Bu yazıda daha çok olası uzun vadeli etkiler göz önünde bulundurulmuştur. Örneğin, elektriksel hiperduyarlılık denen bir durumu olanların burada sözü edilenlerden çok daha düşük seviyedeki alanlardan dahi olumsuz etkilendikleri söylenmektedir. Son olarak, bu yazının birçok bilinmeyen ve kimi diğerleriyle çelişen değişik iddia ve araştırma sonuçları karşısında yazarın bugünkü yorum ve görüşlerini temsil ettiği, bu konuda farklı görüşlerin de olduğu ve bilginiz artıkça bu görüşlerin değişebileceği vurgulanmalıdır.

KAYNAKLAR

Aşağıdaki kaynaklar konu hakkında daha fazla bilgi edinmek isteyenler için başlangıç noktası oluşturabilir. Başlı kaynakların Türkiye'de kolayca bulunamaması nedeniyle İnternet kaynaklarına ağırlık verilmiştir.

1. Mark A. Pinsky. *The EMP Book: What You Should Know About Electromagnetic Fields, Electromagnetic Radiation, and Your Health*. Warner Books, New York, 1995.
2. Robert O. Becker. *Cross Currents: The Promise of Electromedicine, the Perils of Electropollution*. J. P. Tarcher, New York, 1991.
3. *Emf-In-The-Web*.
www.ireo.fi.cnr.it/safeem/emfref.htm
4. *EMFLINK*. www.infoventures.com/emf
5. *EMF RAPID*.
www.niehs.nih.gov/emfrapid/home.htm
6. *Questions and Answers about EMF: Electric and Magnetic Fields Associated with the Use of Electric Power*.
www.niehs.nih.gov/oc/factsheets/emf/emf.htm
7. *Powerwatch*. www.powerwatch.org.uk
8. John E. Moulder. *Electromagnetic Fields and Human Health: Powerlines and Cancer; Static Electric and Magnetic Fields and Cancer; Cellular Phone Antennas and Human Health*.
www.mcw.edu/gcric/coop.html
9. *FEB: The Swedish Association for the Electro-sensitive*. www.leb.se
10. *TCO Development*. www.tco-info.com

* *Bilkent Üniversitesi Elektrik Mühendisliği Bölümü, 06533 Bilkent, Ankara*

Cumhuriyet

BİLİM TEKNİK

TÜRKİYE'NİN HAFTALIK BİLİM, TEKNOLOJİ VE ARAŞTIRMA HABERLERİ DERGİSİ

Cumartesi Parasız Eki 1 Nisan 2000 Sayı: 680



**CEP
TELEFONLARI
ZARARLI MI?**

HUZUREVİNDEN DOĞUMEVİNE

Sayfa: 8-9



Çağımızın önde gelen yerbilimcisi ile Marmara Depremi üzerine...

Sayfa: 4-5

Depremi ölçmenin tarihi ve İzmit depremi örneği

Sayfa: 20

Yeni bir tat duygusu: Umami

Sayfa: 2

Günlük hayatta elektromanyetik alanlar ve insan sağlığı

Sayfa: 13-14-15

Bilimsel ve siyasal düşünce

Sayfa: 17

Mars'taki manzara

Sayfa: 10

Yeni ürünler

Sayfa: 11