

Elektromanyetik Alanlar: Sağlığımız için tehdit mi yoksa kurtarıcı mı?

Öğr. Gör. Arzu FİRLARER
Biyofizik Anabilim Dalı, Fatih Üniversitesi Tıp Fakóltesi

EM alanlara maruziyetin değerlendirilmesi, maruziyeti tanımlayan ölçüm verilerinin toplanmasını gerektirmektedir. Birçok durumda limit değerlere göre maruziyeti en iyi tanımlamanın yolu, uygun cihazları kullanarak ölçüm yapmaktır.

Göremezsiniz, tadamazsınız veya koklayamazsınız ama onlar sanayileşen toplumlarda en yaygın çevresel maruziyet unsurlarıdır. ElektroManyetik (EM) ışına veya EM alanlar, sayısız faydalarıyla hayatımızı değiştiren kablolu ve kablosuz teknolojilerin, elektrikli sistemlerinin geniş kullanım alanlarıyla oluşan maruziyeti tanımlayan ifadelerdir. Bu teknolojiler enerjinin verimli kullanılmasını ve günlük yaşam kolaylığını en yüksek seviyeye çıkarmak için tasarlanırken diğer yandan da insanlar üzerindeki olası sağlık biyolojik etkileri üzerindeki çalışmaları hızla devam etmektedir.

İnsanoğlu elektrik yüklü bir sistem olup doğal EM alan kaynağıdır. Hücreler arası iletişim elektrik sinyalleri ile sağlanmaktadır. Cep telefonları, baz istasyonları, mikrodalga fırınlar, saç kurutma makineleri gibi her türlü elektrikli cihazdan kaynaklı yapay EM alanlara çevresel maruziyet, insan vücudunda temel biyolojik sistemlerle etkileşebilmektedir. II. Dünya Savaşı'ndan günümüze kadar evlerde ve işyerlerinde kullanılan kablolu ve kablosuz sistemlerden kaynaklı EM alanların seviyesi her geçen gün katlanarak artmaktadır. Son yıllarda yapılan ulusal ve uluslararası araştırmalarda EM alanların temel biyolojik olaylarda değişikliklere neden olduğu gösterilmiştir.

Bilim insanları EM alanlara maruziyet neticesinde biyolojik sistemlerde meydana gelen etkiler ve bu etkilerin ortaya çıkmasını sağlayan eşik değerler üzerine uzun yıllardır çalışmalarını sürdürmektedirler. Günümüze kadar yapılan çalışmalardan elde edilen veriler doğrultusunda ulusal ve uluslararası komisyonlarca tanımlanan limit değerler üzerindeki EM alan maruziyetinin; hücre fonksiyonlarında, hücresel iletimlerde ve metabolizmada önemli değişikliklere neden olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca, DNA kırıkları ve kromozomlarda görülen anormalliklere, beyin hücrelerinin ölümünü de kapsayan çeşitli hücre ölümlerine, serbest radikal oluşumunda artışa, hücresel strese ve zamansız yaşlanmaya, *hafıza kaybı, öğrenme güçlüğu gibi beyin fonksiyonlarında değişikliğe ve özellikle çocuklarda konsantrasyon eksikliği ve davranış değişikliklerine, kadınlarda üreme sağlığı bozukluklarına*, halsizlik ve baş ağrısına, uyku bozukluklarına, nörolojik dejenerasyonlara, melatonin salgılanmasında azalmaya neden olduğu saptanmıştır.

Elektriksel ve manyetik alanlar tek başına ve birlikte oluşabilirler ancak elektrik ve manyetik alanların biyolojik etki biçimleri ve özellikleri birbirinden farklıdır.

1. Elektromanyetik alan nedir, nasıl oluşur?

Elektrik prizine bağlı bir cihaz açıldığında, içinden elektrik akımı geçerek, verilen elektrik kaynağı gücü ile orantılı olarak manyetik alan oluşmaktadır. Manyetik alan, elektrikli cihaza çok yakın oluşmakta, cihazın yakınında çok güçlü olmakta, uzaklaştıkça şiddeti azalmaktadır.

Elektriksel ve manyetik alanlar tek başına ve birlikte oluşabilirler ancak elektrik ve manyetik alanların biyolojik etki biçimleri ve özellikleri birbirinden farklıdır. Elektrik alanlar, iletici bazı maddeler (ağaç, bina, deri vb.) ile zayıflatılabilirken, manyetik alanlarda metal koruyucuların kullanılması gerekmektedir. Ortak özellikleri ise kaynaktan uzaklaştıkça azalmalarıdır.

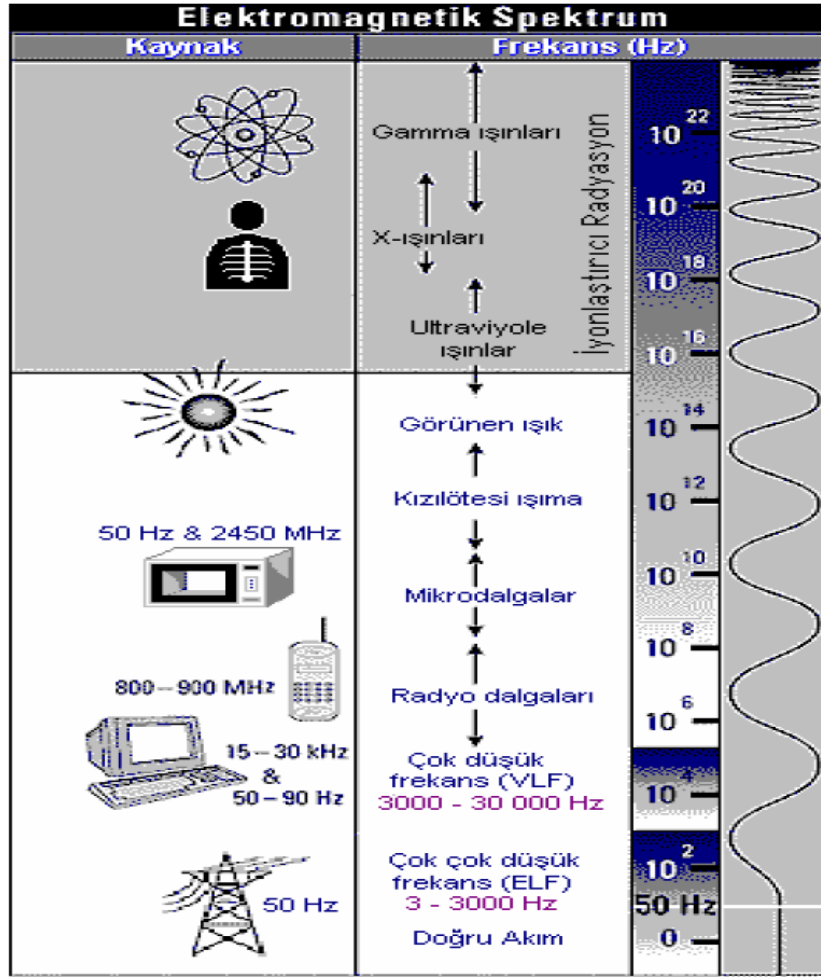
Elektrik alanlar, elektrik yüklerinin birbirini etkilemesi ile oluşmakta, birimi Volt/metre (V/m)'dir. Manyetik alanları ise elektrik akımının akışı oluşturur. Bir lamba fişe sokulduğunda frekans gücünde bir elektriksel alan meydana gelir, lamba yakıldığında ise kordonda akan elektriğe bağlı olarak bir manyetik alan oluşur. Manyetik alan birimi Tesla (T) ya da Gauss'dur (G).

19. yüzyılın sonundan itibaren giderek yaygınlaşan elektriğin kullanımıyla beraber insanlar daha fazla EM alanlara maruz kalmaktadırlar. Yapay EM alan spektrumu, statik alanlardan gama ışınlarına kadar uzanmaktadır. Doğada elektrik iletim hatlarında kullanılanlar ile kıyaslanabilecek büyüklükte doğal bir alan kaynağı mevcut değildir. Hızla gelişen, iletişimde ve TV radyo yayıncılığında yaygın olarak kullanılan radyo frekans (RF) alan ile ilgili olarak ise yerkürede RF alan üreten doğal bir EM alan kaynağı mevcut değildir. Günümüzde çeşitli amaçlar ile daha yüksek frekanslı ve daha güçlü EM alan kaynakları geliştirilmektedir.

2. Elektromanyetik (EM) spektrum ve EM alan kaynakları

EM dalgaların tümünün frekanslarına ya da dalga boylarına göre sıralanması EM spektrumu oluşturur (Şekil 1). Spektrumda gittikçe artan frekanslarda olmak üzere ELF, LF, radyo frekans (RF), mikrodalga (MW), infrared radyasyon (IR), görünür ışık, ultraviyole (UV) ışın, X ışını ve γ ışınları yer alır. Spektrumun birer bileşeni olmalarına rağmen, fiziksel maddeler ve biyolojik sistemler ile etkileşimleri farklıdır. Bu farklılık, ışık hızında hareket etmelerine karşın dalga boylarının farklı olmasından kaynaklanır. Spektrumun tüm bileşenleri dalga formunda yayılırlar, davranışları elektromanyetik dalga prensibiyle çok daha iyi anlaşılır. Fakat enerjileri fotonlar ya da enerji paketleri şeklinde yayılır. Fotonun enerjisi dalga boyuyla ters orantılıdır, yani kısa dalga boylu fotonun enerjisi daha büyüktür. EM spektrumun bileşenlerinin enerjileri $1.2 \times 10^{-11} - 1.2 \times 10^6$ eV (elektronVolt) arasında, çok geniş bir aralıkta değişir.

Spektrumun en altında en düşük frekanslı ELF (Extremely Low Frequency) mevcuttur. Evlerde ve işyerlerinde kullanılan tüm elektronik cihazlar, elektrik iletim hatları, trafo merkezleri ve şehir cereyanı (50 Hz) bu frekans aralığına girer. Düşük frekans (LF) daha çok amatör radyoculukta kullanılırken, radyo dalgaları (RF) ise televizyon ve radyo yayıncılığının yanı sıra cep telefonu ve baz istasyonlarında, radar sistemlerinde, diatermi – MRI (Manyetik Rezonans Görüntüleme) gibi tıbbi uygulamalarda vs kullanılır. Mikrodalgalar (MW) yine cep telefonu ve baz istasyonları ile beraber, mikrodalga fırınlarda, uydu haberleşmelerinde vs kullanılır. Sıcak tüm yapılar infrared radyasyon (IR) kaynağıdır. Görünür ve ultraviyole ışığın en önemli kaynağı güneştir. X-ışınlar tıbbi amaçlı görüntüleme için kullanılır. Spektrumun en yüksek enerjiye sahip bileşeni ise gama (γ) ışınlarıdır. Elektromanyetik spektrum bileşenleri enerjilerine ya da frekanslarına göre iyonize ve Non-iyonize (iyonize olmayan) gruba dâhil olabilirler.



Şekil-1: Elektromanyetik Spektrum

2.1. İyonize ve İyonize Olmayan (İyonlaştırmayan) Radyasyon

EM dalgalar biyolojik etkileri açısından iyonlaştırma özelliklerine göre iyonize ve iyonize olmayan radyasyon olarak sınıflandırılmaktadır. İyonize radyasyon elektron koparabilecek kadar yüksek enerjilidir ve iyonlaşmayla kimyasal reaksiyonlara neden olur ve dolayısıyla karsinojenik (kanseri yapıcı) olarak bilinir.

İyonize radyasyonla İyonize Olmayan radyasyon arasında iyonlaştırmaya neden olup olmamaları farkı yanında önemli farklılardan bir diğeri de, iyonize radyasyonun kümülatif etkisinin olmasıdır, yani değişik şiddetlerde veya sürelerde uygulanan iyonize olmayan radyasyon biyolojik yapıda birikerek sonuçlanan etkiler gösterir. Mikrodalga, RF ve daha düşük frekanslı elektromanyetik alanların kümülatif (biriken) etkisinin olduğuna dair bilimsel bir kanıt henüz yoktur.

γ ışınları ve X ışınları (frekans aralığı $3 \times 10^{20} - 10^{16}$ Hz) ile daha düşük frekanslı Ultra Viyole (UV) radyasyonun bir bölümü iyonize radyasyon olarak bilinir.

UV radyasyon birçok biyolojik işlemde çok önemlidir ancak biyolojik sistemlere zararlı etkileri de vardır. Elektronları yüksek enerji seviyelerine çıkararak enerjisini moleküllere ya

da atomlara verir. Neredeyse herkes tarafından yaşanan en belirgin etkisi güneş yanıklarıdır. UV radyasyonun bakteri öldürme etkisi olduğu kadar karsinojenik etkisi de vardır.

Spektrumda Görünür Işık, Infrared radyasyon (IR), Mikrodalga (MW), Radyo Dalgaları (RF), Düşük Frekans (LF) ve Çok Düşük Frekans (ELF) radyasyon Non-İyonize radyasyon olarak bilinir.

Oda sıcaklığında ya da daha yüksek sıcaklıktaki tüm yapılar IR radyasyon yapar. Besinlerin yanması ile oluşan ısının %60'ını vücudumuz IR radyasyonla uzaklaştırarak vücut sıcaklığını korur.

Evlerde ve işyerlerinde kullanılan non-iyonize kaynaklarının frekans dağılımı temelde 2 tiptir:

- (1) Çok düşük frekanslı (Extremely Low Frequency-ELF; 0-300 Hz) elektromanyetik alanlar: evlerde ve işyerlerinde kullanılan her türlü elektrikli cihazlar, trafolar ve Yüksek Gerilim Hatları (YGH),
- (2) Radyo frekans (RF; 10 kHz-300 GHz) radyasyon: cep telefonu, kablosuz telefon, baz istasyonu antenleri ve genişbant haberleşme kuleleri gibi kablosuz iletişim araçları.

Yaşam alanlarındaki ELF alan kaynakları yaşanan bölgenin yakınından geçmekte olan yüksek gerilim hattı, binanın/evin elektrik kablo sistemi ve evde çalışan elektrikli cihazlardır. Floresan lamba, televizyon, saç kurutma makinesi, buzdolabı, bulaşık makinesi, elektrikli battaniye, traş makinesi, endüstriyel il makineleri vb elektrikli cihazlar ELF alan kaynağıdır. Bu kaynakların EM alan değerleri Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1: Bazı ELF Alan Kaynaklarının Manyetik Alan Değerleri

ELF Alan Kaynağı	(mG) ⁱ
Buzdolabı	0 - 40
Ekmek Kızartıcı	5 - 20
Müzik Seti	5 - 20
90 kV hatlar (Eksenden 30 metre uzaklıkta)	10
400 kV hatlar (Eksenden 100 metre uzaklıkta)	12
Dizüstü Bilgisayar	14
Televizyon	20
Elektrikli Battaniye	2 - 36
Tıraş Makinesi	40 - 600
Saç Kurutma Makinesi	10 - 100
Elektrikli Fırın	40 - 20

ⁱ Uzaklık belirtilmeyen cihazlar için manyetik alan değerleri, cihazdan 15 cm uzaklıkta kaydedilen değerlerdir.

EM alan uygulamaları ile ilgili mesleklerde çalışanlar, ışıma yapan cihaza sürekli olarak yakın durumunda kaldıkları için birinci derecede risk altındadırlar.

3. Elektromanyetik alanların sağlık etkileri

Bireylerin EM alan ile karşılaşması elektrik enerjisinin kullanımı veya elektrik iletimi olan cihazların etrafında bulunulması ile gerçekleşir. EM alanların canlılara etkisi olduğu bilinmekte; ancak bu etki mekanizmasının her frekans için aynı olmadığı, farklı etkileşimlerinin bulunduğu da bilinmektedir.

Elektromanyetik alanların oluşturduğu çevrenin biyolojik ve elektronik etkilerinin araştırılması başta mesleki maruziyet olmak üzere, genel halk sağlığı açısından büyük önem taşımaktadır. EM alanlar çevremizi kuşatmakta olup, kaynaklarının (yüksek gerilim hatları, radyo ve TV gibi) gittikçe artan bir biçimde kullanılması, maruziyet miktarının potansiyel seviyesinde bir artışa neden olmaktadır.

EM alanların etkilerinde, anlamlı toplum bazlı çalışma yapmak hayli zordur çünkü dünyanın her yerinde elektrikten faydalanma söz konusu olduğu için EM alanlara maruz kalmamış bireylerin bulunması mümkün değildir. Elli yıl öncesine kadar EM alanların atmosferde oluşan doğal seviyesi hayli düşük değerde idi. Endüstrileşme ile birlikte EM enerjinin kullanımının yaygınlaşması, EM alanların her frekansında insan, hayvan ve elektronik sistemleri etkileyen bir artış meydana getirmiştir. EM alanlarının kullanımının gelecekte de daha da artış göstereceği dikkate alınırsa konunun önemi daha da artmaktadır. EM alan uygulamaları ile ilgili mesleklerde çalışanlar (elektrik teknisyenleri, tıbbi görüntüleme merkezi çalışanları gibi), ışıma yapan cihaza sürekli olarak yakın durumunda kaldıkları için birinci derecede risk altındadırlar.

EM alanların iki tür biyolojik etkisi vardır. Birinci kısım kısa zamanda hissedilen etkiler diyebileceğimiz baş ağrıları, göz yanmaları, yorgunluk, halsizlik ve baş dönmeleri gibi şikâyetlerdir. Ayrıca gece uykusuzlukları, gündüz uykulu dolaşım, bıkkınlık ve sürekli rahatsızlık nedeniyle topluma katılmamak gibi neticeler de literatürde rapor edilmiştir. Diğer bir etki ise moleküller ve kimyasal bağlara, hücre yapısına, vücut koruma sistemine yaptığı ve uzun sürede ortaya çıkabilen etkilerdir.

EM alanların kansere yol açıcı bir faktör olduğunun kesinleşmesi için insanlar üzerinde, uzun süreli, epidemiyolojik ve deneysel çalışmalar yapılması gereklidir. Bugün ise sadece hayvanlar üzerinde yapılan çalışmalardan yorumlar yapılmaktadır. Bu etkilerin oluşması EM alanların frekansına, şiddetine, vücut ölçülerine, vücudun elektriksel özelliklerine, EM alan kaynağına olan uzaklığa ve en önemlisi etki süresine bağlıdır. Buna göre en çok yüksek gerilim hatlarına yakın yaşayanlarda veya yüksek gerilim tesislerinde, radyo ve TV vericilerinde çalışanlar tehlikeye maruz kalmaktadırlar.

Elektriksel sinyaller; vücudun bir bölümünden diğer bölümüne, bilgi iletiminde ve biyolojik işlemlerin kontrolü için önemlidir. Basınç, sıcaklık, ışık, ses gibi etkilerden dolayı; sinir hücrelerinden beyine, elektriksel işaretler gider. Dışarıdan radyasyona maruz kalma sonucu oluşan elektriksel indüklenmenin, çeşitli biyolojik organları nasıl etkileyeceğine dair araştırmalar yapılmaktadır.

Hayvan hücre ve dokusu üzerinde laboratuvar çalışmalarında; EM alanların, Tablo 2'deki etkilerinden söz edilmektedir.

Tablo 2: EM alanların hayvan hücre ve dokusu üzerine etkileri

Hücreler arası aktiviteyi etkilediği,
Hormon salgısını etkilediği,
Vücudun koruma sistemini etkilediği,
Genç insanların gözünde zamansız katarakt oluşturduğu,
Yüz derisinde döküntüler meydana getirdiği,
Embriyolarda anormal gelişmeleri etkilediği,
Bağışıklık sistemini bozduğu,
Metabolizmayı etkilediği,
Alzheimer, Parkinson hastalıklarının oluşumuna neden olduğu,
Halüsinasyon, baş ağrısı ve depresyon oranlarında artışa neden olduğu bilgileri mevcuttur.

EM alanlara işyerinde maruz kalanlarda beyin tümörü, erkek meme kanseri, lösemi riskinde artış, kromozom kırığı ve anne karnındaki bebeğin normal gelişimine (teratojen) etki ortaya çıkabileceği gösterilmiştir.

3.1. EM alanlar ve çalışma yaşamı ilişkisi

EM alanlara işyerinde maruz kalanlarda beyin tümörü, erkek meme kanseri, lösemi riskinde artış, kromozom kırığı ve teratojen etki ortaya çıkabileceği gösterilmiştir. En iyi korunma yolu, kaynaktan olabildiğince uzakta bulunma, yetkisiz personelin EM alan kaynakları çevresinde bulunmaması, aralıklı ortam EM alan ölçümleridir. Biyolojik izlem güçtür, ancak olası hastalıklar, yakınmalar ile erken tanı sağlanabilir.

- Rusya’da yapılan bir çalışmada, demiryolu işçilerinde EM alanlara maruz kalanlarda koroner kalp hastalıklarının daha fazla görüldüğü saptanmıştır.
- Yapılan iş ile ilgili olarak, en çok EM alana maruz kalma elektrikçiler, kablo döşeme işlerinde çalışanlar, makine test ediciler, öğütme, ezme makinesinde çalışanlarda görülmektedir.
- İsviçre’de yapılan bir toplum çalışmasında, EM alana maruz kalan demiryolu çalışanlarında lösemninin 2,4 kat, beyin tümörlerinin 5,1 kat daha fazla görüldüğü belirlenmiş, ancak beyin kanserinde doz - yanıt ilişkisi gösterilmemiştir.
- Kanada’da çok merkezli yapılan bir olgu - kontrol çalışmasında, EM alana maruz kalan çalışanlarda bir tür beyin kanseri riskinde 5,3 kat artış olduğu, ancak diğer beyin kanserleri için bir risk artışı söz konusu olmadığı belirlenmiştir.
- Danimarka’da yapılan epidemiyolojik bir çalışmada, merkezi sinir sisteminde sinir hücrelerinin ölümü ile meydana gelen Amyotrofik Lateral Skleroz hastalığı ile yüksek şiddette EM alana maruz kalma arasında bir ilişki bulunmuş, ancak diğer nörolojik hastalıklarla bir ilişki saptanmamıştır.

Dünya Sağlık Örgütü, elektromanyetik alana maruz kalmada baş ağrısı, anksiyete, intihar girişimi, depresyon, bulantı, yorgunluk ve libido kaybının raporlandığını bildirmektedir. Ancak gürültü ve diğer çevresel etmenlerin de benzer etkilere neden olabileceğinin de göz ardı edilmemesini önermektedir.

4. Dünyada ve Türkiye’de EM alanlarla ilgili yasal düzenlemeler

1973’de Dünya Sağlık Örgütü Çevre Sağlığı Kriterleri Programını başlatmış olup, programın amaçları aşağıda sıralanmaktadır.

- 1.Çevresel kirleticiler maruziyetin insan sağlığına etkisini belirlemek ve rehberler geliştirmek ve maruziyet sınırlarını belirlemek,
- 2.Yeni veya olası kirleticileri belirlemek,
- 3.Kirleticilerin sağlık etkileri için bilgi açıklarını gidermek,
- 4.Toksikolojik ve epidemiyolojik yöntemler yardımıyla uluslararası kabul edilebilir sonuçlara ulaşmak.

Ulusal ve uluslararası alanda, EM alan maruziyetine dair olası sağlık etkilerinden korunmak için EM alan düzeyleri belirli kuruluşlar tarafından sınırlandırılmaktadır. Uluslararası İyonize Olmayan Radyasyondan Korunma Komisyonu (The International Commission on Non-Ionizing Radiation – ICNIRP) iyonize olmayan ışınmayı epidemiyolojik, medikal, biyolojik, fiziksel ve teknolojik açıdan değerlendirerek uluslararası standartları ve limit değerleri kapsayan Klavuzu 1998 yılında yayınlamıştır. 1999 yılından itibaren Avrupa Birliği üye ülkeleri de dâhil olmak üzere birçok ülkede ve Türkiye’de ICNIRP tarafından oluşturulan limit değerleri kullanılmaktadır (Tablo 3).

Ülkemizde cep telefonu, baz istasyonu gibi sistemlerden kaynaklı RF radyasyondan korunmaya yönelik genel halk için standartlar Bilgi Teknolojileri ve İletişim Kurumu (BTK) tarafından **12 Temmuz 2001** tarihinde 24460 Sayılı Resmi Gazete’de yayımlanan “**10 kHz-60 GHz Frekans Bandında Çalışan Sabit Telekomünikasyon Cihazlarından Kaynaklanan Elektromanyetik Alan Şiddeti Limit Değerlerinin Belirlenmesi, Ölçüm Yöntemleri ve Denetlenmesi Hakkında Yönetmelik¹**” kapsamında yer almıştır. Bu yönetmeliğe göre tek bir baz istasyonu için limit değer 10,23 V/m, toplam çevre için de 41,25 V/m olarak belirlenmiştir.

Tablo 3: Mesleki maruziyette izin verilen ICNIRP limitleri

Frekans	E Alan (V/m)	H Alan Şiddeti (A/m)	Güç Yoğunluğu (W/m ²)	B Alan (µT)
1 Hz’e kadar	--	3.2x10 ⁴	--	4x10 ⁴
1-8 Hz	10.000	3.2x10 ⁴ /f ²	--	4x10 ⁴ /f ²
8-25 Hz	10.000	4000/f	--	5000/f
0.025-0.8 kHz	250/f	4/f	--	5/f
0.8-3 kHz	250/f	5	--	6.25
3-150 kHz	87	5	--	6.25
0.15-1 MHz	87	0.73/f	--	0.92/f
1-10 MHz	87/f ^{1/2}	0.73/f	--	0.92/f
10-400 MHz	28	0.073	2	0.092
400-2000 MHz	1.375f ^{1/2}	0.0037f ^{1/2}	f/200	0.0046f ^{1/2}
2-300 GHz	61	0.16	10	0.20

¹ Yönetmelik 21.04.2011’de yeniden yayımlanarak adı “Elektronik Haberleşme Cihazlarından Kaynaklanan Elektromanyetik Alan Şiddetinin Uluslararası Standartlara Göre Maruziyet Limit Değerlerinin Belirlenmesi, Kontrolü ve Denetimi Hakkında Yönetmelik” olarak değiştirilmiştir.

ICNIRP, ELF alanlarda genel halk için 1 G, işçiler için 5 G değerlerini sınır olarak kabul etmektedir. Ancak, ELF elektrik ve manyetik alanların biyolojik etkileri üzerine yapılan birçok araştırmanın sonucu değerlendirilerek Ekim 2001'de Uluslararası Kanser Araştırma Ajansı (International Agency for Research on Cancer- IARC) tarafından, ELF manyetik alanları 2B sınıfı olası karsinojen olarak tanımlanmıştır.

Uluslararası İyonlaştırıcı Olmayan Radyasyondan Korunma Rehberinde tüm gün çalışanlarda 5 G, toplum için ise 24 saatte 1 G'ü sınır göstermektedir (WHO European Centre For Environment, 1995; Fife, 1998). Uluslararası Radyasyondan Korunma Örgütü (IRPA) ise toplumun etkilenimi için 24 saatte 1000 mG'ü sınır olarak belirlemiştir.

Türkiye'de çok düşük frekanslı alanlar için (tüm elektrik cihazlar, yüksek gerilim hatları ve trafolar) genel halk ve mesleki maruziyet limit değerleri henüz oluşturulmamıştır. Türk Standartları Enstitüsü TS ENV 50166-1 Nisan 1996 ICS 29020 sayılı 'İnsanların Elektromanyetik Alana Maruziyet Kalma - Düşük Frekanslar (0-10 KHz)' Standardı bulunmaktadır.

5. Elektromanyetik alanlara ilişkin korunma yolları ve öneriler

Yüksek EM alan şiddetinin ölçüldüğü alanlara ve ilgili birimlerin girişlerine 'iyonlaştırıcı olmayan radyasyon' işareti, asılmalıdır.

- Yatağınızı EM alanlardan mümkün olduğunca uzağa yerleştiriniz. Özellikle başucunuzun, herhangi bir elektromanyetik alan kaynağına uzak olmasına özen gösteriniz.
- Yatak odasında başucunuzdaki duvarla komşunuzda bir elektronik aletin bitişik durmamasını sağlamaya çalışınız. TV ve bilgisayar gibi tüm görüntülü sistemlerin arkalarında EM alan daha büyüktür. Komşunuzda bu aletlerin nereye yerleştiğine dikkat etmeye çalışınız.
- Kullanmadığınız elektrikli aletleri ya kapalı tutunuz ya da fişten çıkarınız. Cihazlar "Stand by" konumunda kaldığı sürece elektromanyetik alan oluşturmaya devam edecektir.
- Dinlendirici bir uykuya geçmek için en ideal koşulun yatak odasında TV ve bilgisayar bulundurmamak veya bu cihazların tamamen kapalı konumda olmasını sağlamak olduğunu hatırlayın.
- Elektrikli battaniye çalışırken uyumayınız.
- Ekonomi lambalarını okuma lambası olarak kullanmamaya özen gösteriniz.
- Saç kurutma makinesinin manyetik alanı yüksektir bu nedenle, sürekli kullanmak yerine aralıklarla kısa süreli kullanınız.
- Elektrikli tıraş makinesini mümkünse şarjlı kullanmayı tercih ediniz.
- Mikrodalga fırın çalışırken 1 m mesafeden daha yakınında olmamaya özen gösteriniz.
- TV ekranlarından (ön ve arkasından) en az 2 m uzakta bulununuz.
- Fotokopi makinelerinden (yüksek manyetik alan) en az 50 cm uzakta durunuz.
- LCD veya plazma bilgisayar ekranlarını kullanmaya özen gösteriniz.
- Bilgisayar ekranı ile klavye arasına 1 m. mesafe koymaya çalışınız.
- Bulunduğunuz yerde sabit telefon varsa sabit telefon kullanın. Cep telefonlarında olabildiğince kısa konuşun. Cep telefonlarının sohbet amaçlı kullanılabilecek cihazlar olmadığını unutmayın.

- Kullanmadığınız sürece kapalı tutun ve açıkken yastığınızın altında veya yatağınızın yanında bulundurmayın.
- Cep telefonunuzu üzerinizde değil, çantanızda taşıyın. Belinizde, kalbinize yakın yerlerde taşımayın.
- Cep telefonu ile arama yapmaya başladığınızda karşı taraf çağrınıza cevap verinceye kadar kulağa götürmeyiniz, telefonun çalması esnasında size etkisi en yüksek değerine çıkar.
- Cep telefonu ile konuşurken ya mutlaka kablolu (Bluetooth olmayan) kulaklık kullanın, ya da konuşurken telefonu kulağınızdan mümkün olduğunca 1-2 cm uzakta tutarak konuşun.
- Hareket halinde iken cep telefonunuzu kullanmayın. Cep telefonunuz hareket halinde iken bir baz istasyonu kapsama alanından diğerinden geçerken çok güç harcayacaktır. Konuşmanız gerekiyorsa durun ve konuşun.
- Cep telefonunuzun çekim alanının yüksek olduğu yerlerde konuşmanızı yapın, yada konuşmayın veya konuşmanızı mümkün olduğunca kısa tutun. Telefonunuzun çekim gücü ne kadar az ise aramayı gerçekleştirmek için o kadar fazla güç harcayacağından vücut tarafından soğrulan EM alan miktarı daha fazla olacaktır.
- Bebekler ve küçük çocuklar yetişkinlerden daha fazla cep telefonu radyasyonunu soğururlar. 16 yaş ve altındaki çocuklar daha fazla olumsuz etkilenirler. Öğrenme güçlüğü, konsantrasyon bozukluğu, baş ağrısı, beyin dalgalarında değişim ve bozulma bu yaş grubunda daha sık görülmektedir.
- Cep telefonu seçerken en az SAR değerli telefonu seçin. Cep telefonu alırken mutlaka görevliye SAR değerini sorun (her telefonun kullanma kitapçığında yazılıdır). <http://www.mobile-phones-uk.org.uk/sar.htm>
- Evde kablosuz modem yerine kablolu internet modemi tercih ediniz. Eğer kablosuz modem kullanıyorsanız, modemin yatak odanızda olmamasına özen gösteriniz ve kullanmadığınız sürece kapalı tutunuz.
- Dizüstü bilgisayarlar aslında DİZ ÜSTÜNDE kullanılmaması gereken cihazlardır. Dizüstü bilgisayarını mutlaka bir sehpanın/masanın üzerinde veya dizinizin üzerine bir minder yerleştirerek kullanınız.
- Yüksek elektromanyetik alan kaynaklarının etrafında ekranlamanın yapılması, bu mekanlara komşu odalarda maruziyeti önemli ölçüde azaltacaktır. Elektromanyetik alan değerleri, periyodik olarak ölçtürülmelidir.
- Ekranlama materyalleri için topraklama yapılmalı ve topraklamanın gerektiği gibi yapılmış olduğundan da emin olunmalıdır.
- Elektronik donanıma ilave edilecek her yeni teknolojik ürünün ölçümü yapılmalıdır.
- Çalışanlar kablosuz telefon, kablosuz internet ve cep telefonu kullanımıyla oluşabilecek riskler konusunda bilgilendirilmeli, çalışanların kablosuz telefon konuşmalarını kısaltmaları ve uzun konuşmalar için sabit hatları kullanmaları konusunda uyarılar yapılmalıdır.
- Yüksek alan altında çalışmak zorunda kalan cihaz operatörlerinin vardiyalı çalışması sağlanmalıdır.
- Çalışanların 'elektromanyetik alan maruziyetleri, sağlık etkileri ve uyulması zorunlu olan iş güvenliği' konularında bilgilenebilmesi amacıyla güvenlik ve sağlık eğitim programlarının acil oluşturulması önerilmektedir.
- Yüksek EM alan şiddetinin ölçüldüğü alanlara ve ilgili birimlerin girişlerine 'iyonlaştırıcı olmayan radyasyon' işareti, asılmalıdır.



Şekil 2: İyonlaştırıcı olmayan radyasyon işareti

Tüm yaşam alanlarında ve işyerlerinde EM alanların periyodik olarak yılda en az 1 defa ölçülmesi ve ölçüm sonuçlarına göre gereken yerlerde önlem alınması ve çalışanların bu konuda bilgilendirilmesi önerilmektedir. Bunun için ülkemizde henüz olmayan çalışanların alanlara yönelik ulusal standardın ve limit değerlerin acilen oluşturularak yaklaşım mesafesinin bilimsel araştırmalar ışığında tanımlanması gerekmektedir.

Kaynaklar:

1. Hietanen M, Hamalainen A-M, Nandelstadh P. Electromagnetic Fields in the Work Environment: Guidance for occupational exposure assessment. Finnish Institut of Occupational Health; 2002
2. BioInitiative Report: a rationale for a biologically-based public exposure standard for electromagnetic fields (ELF and RF) [internette]. 2007. [21.01.2010 okundu]. <http://www.bioinitiative.org>
3. Ahlbom A, Cardis E, Green A, Linet M, Savitz D, Swerdlow A. Review of the Epidemiological Literature on EMF and Health. Environmental Health Perspective 2001; 109 (6): 911-933
4. İlhan MN. Bir Tıp Fakültesi Hastanesinde Elektromanyetik Alan Haritası Çıkarılması ve Sağlık Çalışanlarında Sağlık Etkilerinin Belirlenmesi. Doktora. Ankara: Ankara Üniversitesi; 2008.
5. EUROPEAN UNION, (2004).Directive 2004/40/EC of the European Parliament of The Council, Official Journal of European Union, p:L184/1-9
6. Franco, G., Perduri, R., Murolo, A., (2008). Health effects of occupational exposure to static magnetic fields used in magnetic resonance imaging: a review. Med Lav. **99**, p:16-28.
7. Hanada, E., (2007). The electromagnetic environment of hospitals: how it is affected by the strength of electromagnetic fields generated both inside and outside the hospital, Ann Ist Super Sanita. **43**, p:208-217.

8. Lİ, C.Y., LİN, R.S., WU, C.H., SUNG, F.C., (2000). Occupational exposures of pharmacists and pharmaceutical assistants to 60 Hz magnetic fields. *Ind Health*. **38**, p:413-419
- PHILIPS, K.L., MORANDİ, M.T., OEHME. D., CLOUTIER, P.A., (1995). Occupational exposure to low frequency magnetic fields in health care facilities, *Am Ind Hyg Assoc J*. **56** p:677-685.
9. WHO, (1993). Electromagnetic fields 300Hz-300GHz, Environmental Health Criteria 137, WHO, Geneva, Switzerland
10. WHO, (1999). International EMF Project, Health and environmental effects of exposure to static and time varying electric and magnetic fields, WHO, Geneva, Switzerland.
11. WHO, (2007) Electromagnetic fields and public health, exposure to extremely low frequency electromagnetic fields, Fact Sheet No:322, WHO, Geneva, Switzerland.
- ZMYŚLONY, M., MAMROT, P., POLITAŃSKI, P., (2004). Exposure of nurses to electromagnetic fields, *Med Pr*. **55**, p:183-187.
12. WHO. Extremely Low Frequency Fields, Environmental Health Criteria No: 238. Geneva: WHO; 2008.
13. ICNIRP 1998 Standards. Guideline for Limiting Exposure to Time Varying Electric and Magnetic Fields (Up to 300 GHz). International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection. *Health Physics* 1998; **74**: 494-522.
14. Elektronik Haberleşme Cihazlarından Kaynaklanan Elektromanyetik Alan Şiddetinin Uluslararası Standartlara Göre Maruziyet Limit Değerlerinin Belirlenmesi, Kontrolü ve Denetimi Hakkında Yönetmelik, 21/04/2011, Bilgi Teknolojileri ve İletişim Kurumu
15. Tepe Çam, S., Fırlarer, A., Özden, S., Canseven, A.G., Seyhan, N. "Occupational Exposure to Magnetic Fields from Transformer Stations and Electric Enclosures in Turkey". *Electromagnetic Biology and Medicine*, *Electromagnetic Biology and Medicine*, 2010, 2011; **30(2)**:74-9.
16. Seyhan N., Fırlarer A., Canseven A.G., Özden S., Tepe Çam S. Occupational EMF exposure measurements in different work environments. *Eur. J. Oncol*. 2010; **5**, 379-386.
17. Seyhan N., Canseven A.G., Guler G., Tomruk A., Fırlarer A., Cellular enzymatic activity and free radical formation in various tissues under static and ELF electric and magnetic field exposure. *Eur. J. Oncol*. 2010; **5**, 157-176.
18. Arzu Fırlarer, Semra Tepe Çam, Semih Özden, Ayse G. Canseven, Nesrin Seyhan, "OCCUPATIONAL 50 Hz MAGNETIC FIELD EXPOSURE MEASUREMENTS IN THE ELECTRIC UTILITY WORK ENVIRONMENTS". 1st International Congress On Occupational Risk On Health Care Sector, Madrid 2009.
19. E1. Fırlarer A., İlhan M.N., Yön R., "Afşin-Elbistan termik santrallerinde çalışanların EM alan maruziyet seviyelerinin belirlenmesi ve sağlık durumlarının değerlendirilmesi". 13. Ulusal Halk Sağlığı Kongresi, İzmir, 2010

20. Fırlarer A., “EM Alanlar ve Çalışan Sağlığı”, TÜBİTAK MAM Kimyasal gazların, gürültü ve optik kaynakların, mekanik maruziyetlerin, insan sağlığı üzerine fizyolojik, nörolojik, işitsel, psikolojik, ortopedik ve farmakolojik etkileri Çalıştayı, Gebze (2009).

21. Arzu Fırlarer, Semra Tepe Çam, Semih Özden, Ayşe G. Canseven Kurşun, Nesrin Seyhan. “İşyerlerindeki Elektrikli Cihazlardan Kaynaklanan 50 Hz Manyetik Alan Maruziyet Ölçümleri” MESKA 2009 İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ SEMPOZYUMU, İstanbul 2009
