

Trafo ve yüksek gerilim hatlarının yaydığı elektromanyetik dalgalar sağlığını etkiliyor mu??

Yüksel Atakan, Dr., Fizik Y.Müh.

Kentlerin çeşitli yerlerinde bulunan 'Trafo İstasyonları' (transformatör), genellikle 10.000 ile 36.000 Volt arasındaki yüksek gerilimi 400 ile 230 Volt'a indiren voltaj düşürücü ya da dönüştürücülerdir. Bunlar çokça metal ya da beton duvarlı küçük kulübelerdir. Transformatörlerin yapısında bulunan büyük metal çekirdeklerin yaydığı ve 50 Hertz frekansla (saniyede 50 kez titreşimle) sürekli değişen manyetik alanlar, yakındaki her türlü iletken ve insanların vücutlarında endüksiyonla elektriksel akımlar oluşturuyor.

Ancak 'değişken manyetik alanların' bu etkisi trafoların bir kaç metre uzağında büyük ölçüde düştüğünden, insana etkisi genellikle çok azdır. Portatif bir aletle çeşitli trafolar yakınında yaptığımız ölçümler bunların yüzeylerinde (duvarlarında) en çok 2 mikroTesla (μT) değerini gösterirken, bu değerler 1-2 m uzakta onda birine iniyor.

Trafolardan çıkan ve sokaklara dağılan ana kablolar daha çok yeraltından geçiyor ve bunlardaki akım değişimi kablo yakınında manyetik alanlar oluşturarak çevredekilere etkili olabiliyor. Kablolar evlerin çok yakınında ise etkileri, daha uzaktaki trafolardan daha çok olabiliyor.

Trafoya gelen örneğin 33.000 ya da 11.000 Volt'luk ve trafodan çıkan 400 Volt'luk gerilimdeki toprağın yarım metre derinliğindeki kabloların bulunduğu yerde toprak yüzeyi sıfır (0) alındığında, bu noktadan 5 m, 10 m, 20 m uzaklıklarda hesaplanan manyetik akı yoğunlukları mikroTesla (μT) (*) olarak aşağıdaki çizelgede yer alıyor (Dünya Sağlık Örgütü EHC 238, WHO 2007 yayınından) :

Volt	Kablonun tam üstündeki Toprak yüzeyinde (μT)	Kablodan 5 m uzakta (μT)	Kablodan 10 m uzakta (μT)	Kablodan 20 m uzakta (μT)
33.000	1	0,29	0,15	0,07
11.000	0,75	0,22	0,11	0,06
400	0,50	0,14	0,07	0,04

Manyetik akı yoğunluğuyla ilgili sınır değeri 100 mikroTesla'dır. Koruyucu bir önlem olarak, trafo ve kabloların yakınında yaşayanlar için 20 mikroTesla'nın altında kalınması özellikle kalp pili gibi vücutlarında elektronik aygıtlar taşıyanlara öneriliyor. Yukardaki çizelgeden görüldüğü gibi kablonun geçtiği yerin tam üstünde dahi hesaplanan değerler, bu değerlerin çok altında. Sınır değerlerin altında

kalındığı sürece vücuda herhangi olumsuz bir etki beklenmiyor. Ancak çizelgedeki bu hesap değerleri, çevredeki ev ve işyerlerindeki elektrik gereksinimine ve günün saatlerine göre, ilgili ev yakınındaki kablodan farklı akım şiddetinin (Ampere) çekilmesi nedeniyle farklılık gösterebiliyor.

Kablodaki farklı şiddetteki elektrik akımı ise farklı şiddette manyetik alan oluşturuyor. Öte yandan bulunulan noktada vücudun alacağı dozun büyüklüğü ancak o noktadaki manyetik akı yoğunluğu ve orada ne süre kalındığıyla birlikte belirlenebileceğinden 'süre' çok önemli. Örneğin, trafo ya da kablo alt kattaki oturma ya da yatak odasına çok yakınsa buralarda kalma süresi oldukça uzun olduğundan vücudun alacağı doz da fazla olabilir.

Bu nedenle, trafo ve bunların (yeraltından ve yerüstünden geçen) kablolarına çok yakın oturanların manyetik akı yoğunluğu ölçümleri yaptırmaları gerçek durumu ortaya koyabilir. (Bunları çeşitli elektronik ölçüm şirketleri yapıyor ve ilgili şirketler internetten bulunabilir.) Ölçü sonuçlarına ve kalma sürelerine göre yapılacak değerlendirmede, ya herhangi bir önlem gerekmez ya da duvarların zırhlılaşmasından odaları değiştirmeye kadar çeşitli önlemler alınabilir.

Yukardaki değerlerle karşılaştırmak için, Almanya'da çeşitli ev aletleri yakınlığında yapılan manyetik akı yoğunluğu ölçüm sonuçları aşağıdaki çizelgede bulunuyor (Alternatif / değişken manyetik alan frekansı: 50 Hz).

Ev aletlerinden yayınlanan elektromanyetik dalgaların çevrelerinde oluşturdukları manyetik akı yoğunlukları (ölçüm değerleri) mikroTesla (μT), (normal kullanım uzaklıkları: koyu siyah, www.bfs.de)			
Aletler	3 cm	30 cm	1 m
Saç kurutucu	6 - 2000	0,01 - 7	0,01 - 0,3
Tıraş makinesi	15 - 1500	0,08 - 9	0,01 - 0,3
Matkap	400 - 800	2 - 3,5	0,08 - 0,2
Elekrikli süpürge	200 - 800	2 - 20	0,13 - 2
Floraslan lamba	40 - 400	0,5 - 2	0,02 - 0,25
Mikrodalga fırın	73 - 200	4 - 8	0,25 - 0,6
Radyo (taşınan)	16 - 56	1	< 0,01
Mutfak fırını	1 - 50	0,15 - 0,5	0,01 - 0,04
Çamaşır makinesi	0,8 - 50	0,15 - 3	0,01 - 0,15
Ütü	8 - 30	0,12 - 0,3	0,01 - 0,03
Bulaşık makinesi	3,5 - 20	0,6 - 3	0,07 - 0,3
Bilgisayar	0,5 - 30	< 0,01	
Buzdolabı	0,5 - 1,7	0,01 - 0,25	< 0,01
TV (Tüplü)	2,5 - 50	0,04 - 2	0,01 - 0,15
Yukardaki bir çok alette 30 cm uzaklıkta 100 μ T'lık sınır değerin çok altında kaldığı görülüyor			

Çizelgedeki bazı aletlerle ilgili ölçü değerlerinin trafo kablolarıyla ilgili olanlardan çok daha fazla olduğu görülüyor. Ancak burada etki süresi genellikle çok daha kısa olduğundan alınabilecek doz da daha azdır.

DOĞAL MANYETİK ALAN

Dünya'nın doğal manyetik alanı belirli bir frekansta titreşmediğinden buna 'statik manyetik alan' deniyor ve iletkenlerde / insan vücudunda endüksiyonla elektriksel akımlar doğurmuyor. Doğal manyetik akı yoğunluğu enlem derecelerine göre 30 ile 60 mikroTesla arasında değişiyor. (Almanya'da: 40 mikroTesla.) İnsanların bunu duyumsamamasına karşın göçmen kuşların ve bazı balıkların bu doğal manyetik alanla yönlerini buldukları biliniyor. Şimşek çaktığında, yakın yerlerde akı yoğunluğu oldukça yüksek bir değer olan 1 Tesla'yı bulabiliyor.

Öte yandan, manyetik rezonans tomografisi sırasında (MRT) 1.5 ile 3 Tesla arasında statik manyetik alanlar oluşuyor. 4 Tesla değerinin altında vücuda herhangi bir etkinin olduğu belirlenmemiştir.

ELEKTRİKSEL ALANLAR

Elektromanyetik dalgalar, manyetik alanların yanısıra, elektriksel alanlar da oluşturuyor. 50 Hertz'lik düşük frekansta insan vücudunun dış yüzeyi iyi bir iletken olduğundan, elektriksel alanlar enerjilerini vücut yüzeyindeki elektriksel yükleri harekete geçirerek yitirdiklerinden vücuda pek giremiyor (girme oranı ancak milyonda bir kadar). Bu nedenle elektriksel alanların vücuda etkisi manyetik alanlara oranla çok daha az. **Bunlarla ilgili sınır değer 50 Hz frekansı için 5000 Volt/m.** Gerek trafolardan gerekse yeraltı kablolarından 5-10 metre uzaklıkta bunların etkileri iyice düşüyor. Evlerdeki çeşitli aletlerin oluşturabileceği elektriksel alan şiddetleri, 5000 Volt/m'lik sınır değer in onda biriyle yüzde biri arasında.

Bu yazıdaki açıklamalar, temelde, kentlerde 10-15 m yükseklikteki direklere gerilen (örneğin 36.000 Volt'luk) yüksek gerilim hatları (YGH) için de geçerli. Bunların çevresindeki manyetik ve elektriksel alan şiddetleri genellikle sınır değerlerin altında olmasına rağmen bazı yerlerde daha yüksek değerler de ölçülmüştür. **Örneğin, Bursa Nilüfer Belediye bölgesindeki YGH'yi yakınlarında sınır değer in iki katı düzeyinde olan yerler vardır. (**)-**



Bu nedenle, özellikle halkın yoğun olarak bulunduğu dinlenme, eğlence yerleri, oyun alanları ve çocuk parkları, okul, hastane bahçeleri yüksek gerilim hatlarının altında bulunmamalıdır. Böyle yerlerde elektriksel alan şiddeti ölçümleri yapılmalı, duruma göre önlemler alınmalı, aşırı ölçüm değerlerinde ise buralara halkın girmesi önlenmelidir. Yeni YGH'nin bu gibi yerlerden geçirilmemesi planlama sırasında göz önüne alınmalıdır. YGH'nin 5 m kadar altında yaptığımız bazı ölçümlerde elektriksel alan şiddeti 500 V/m ile 1000 V/m arasında kalmıştır. YGH'den 20-50 m kadar uzakta bu değerler dörtte bir ile onda bir arasına iniyor. Trafoların dış yüzeylerinde (duvarlarında) elektriksel alan şiddeti 500 V/m altında kalırken 1-2 m uzakta bu değerler onda bir inmekte.

Alçak frekanstaki elektromanyetik dalgaların biyolojik etkileri:

Elektromanyetik dalgaların etkisiyle vücutta endüksiyonla oluşan elektriksel akı ancak 10 miliAmper/m² değerini aşarsa deri ve gözlerdeki duyu organları (reseptörler) bunları algılayabiliyor ve etki arttıkça rahatsızlık artıyor. Sinir sisteminin, **kas ve kalbin etkilenmesi** ancak bu organlarda elektriksel akı 100 miliAmper/ m² değerini geçerse görülebiliyor. Vücutta doğal olarak oluşan elektriksel akı 10 miliAmper/ m² değerinin altında olmakla birlikte kalp kaslarında ve beyinde daha yüksek doğal elektriksel akı değerleri de görülebiliyor.

Vücuttaki elektriksel akı, temel sınır değerlerin belirlenmesinde gözönüne alınıyor. 4 ile 1000 Hertz arasındaki frekanslarda halk için 'sınır değer' 2 miliAmper/ m² görevliler için 10 miliAmper/ m² ve tıbbi uygulamalarda ise 100 miliAmper/ m². Temel sınır değerlerin ölçümü zor olduğundan pratikte bunlardan türetilen 'türev değerler' kullanılıyor. Temel değerlerin aşılmaması için, dış elektromanyetik alanların büyüklüğüne getirilen sınırlamalar türev değerleri oluşturuyor. 50 Hertz frekansında vücutta olabilecek göz kırpması gibi zararsız bir etki 15 miliTesla manyetik akı yoğunluğunda başlıyor.



Kalp kaslarını biraz etkileme (tahriş etme) 500 miliTesla gibi oldukça yüksek bir değer üstünde olabiliyor. Kol ve bacaklardaki sinir ve kasların etkilenmesi ise ancak 2,5 Tesla üzerinde bekleniyor. Bu değerlerin, 100 mikroTesla sınır değerine göre çok yüksek olduğu görülüyor ve sınır değeri aşılmadığı sürece vücutta herhangi olumsuz bir etki beklenmiyor.

Sonuç:

Yukardaki açıklamalardan görüldüğü gibi çevremiz az da olsa doğal ve insan yapısı kaynaklardan gelen birçok elektromanyetik dalgaların etkisi altında ve bunların tümünü etkisiz kılmak olanaksız. Trafo ve elektrik hatlarına çok yakın yerlerde uzun süre kalınıyorsa buralarda ölçümler yapılmalı ve sonuçlara göre gerekiyorsa sınır değerlerle karşılaştırma yapılarak önlemler alınmalı ama aşırıya kaçılmamalı.

Çünkü zaten her yerde elektromanyetik dalgalarla birlikte yaşıyoruz. Örneğin, **cep telefonları**, **laptop** ve çeşitli antenlerin yaydığı daha çok enerjili, frekansı yüksek, dalga boyu kısa dalgalarla zaten iç içeyiz. Örneğin, **saç kurutucusu** başımızda 2000 mikroTesla'ya, traş makinesi 1500 mikroTesla'ya varan manyetik akı yoğunlukları oluşturabiliyor. Ancak burada etki süresi genellikle çok daha kısa olduğundan alınabilecek doz da daha azdır.

Düşük alan şiddetindeki elektromanyetik dalgaların vücuda etkisiyle ilgili bilimsel araştırmalar tüm dünyada sürmekle birlikte bugüne kadar bilimselliği kesin olarak saptanmış bulgular elde edilmiş değil. **Buna rağmen, koruyucu bir önlem olarak, elektromanyetik dalga yayan aygıtların yanında olduğunca kısa süre kalınmalı, bunlar daha az kullanılmalı. Özellikle kalp pili gibi vücutlarında elektronik aletler taşıyanlar bunlardan iyice uzak durmalı.**

(*) Tesla: Manyetik alan akı yoğunluğu birimi olup

$$1 \text{ Tesla} = 1 \text{ Volt.s/ m}^2$$

$$1 \text{ mikroTesla} = 10^{-6} \text{ Tesla}$$

Manyetik malzemenin bulunmadığı bir ortamdaki (örneğin vücutta) manyetik alan şiddetiyle (Ampere/metre) manyetik akı (Tesla) arasında:

$$1 \text{ mikroTesla} = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ Amp/m}$$

(**) Bkz. Elektromanyetik kirlilik ve kanser riski, Y.Atakan, Cumhuriyet BT, 04.03.2011

Not: Bu yazının kısaltılmış şekli, 22.07.2011 günlü Cumhuriyet Bilim Teknoloji dergisinde yayımlanmıştır.