

# Trafo ve yüksek gerilim hatlarının yaydığı elektromanyetik radyasyonun sağlığımıza etkisi nedir?

*Yüksel Atakan, Dr., Radyasyon Fizikçisi, Almanya ybatakan@gmail.com*



Bir elektrik santralında üretilen elektriğin, voltajı iyice yükseltilerek (30.000-300.000 Volt gibi), uzak yerlere, yüksek gerilim hatlarındaki (YGH) en az ısı kaybıyla iletildiğini fizikten biliyoruz. Kentlerin çeşitli yerlerine kurulan trafo (transformatör) istasyonlarında (kulübelerinde, bkz. şekil) genellikle 10.000 ile 36.000 Volt arasındaki yüksek gerilim (voltaj), 400 ile 220 Volt arasındaki değerlere indirilerek evlerde, iş yerlerinde kullanılır duruma getiriliyor. Böylelikle, trafolardan binalara yeraltı kablolarıyla genellikle 50 Hertz frekansında ve yüksek akım şiddetinde (Ampere) 220 voltluk alternatif elektrik akımı ulaşıyor.

Trafo ve YGH çevresindeki elektromanyetik alanlarda yaşayanların sağlıklarının etkilenip etkilenmediğiyle ilgili olarak daha önceki yazılarımızdaki /1,2/ açıklamalarımızı bu yazımızda yeni baştan ele alarak sunuyoruz. Umarız böylelikle, bize gelen sorular da yanıtlanmış olur.

## **Vücutta oluşan elektrik akımı**

Gerek yüksek gerilim hatları (YGH) gerekse trafolar, çevrelerinde elektromanyetik alanlar oluşturuyor. Trafonun ikincil devresi ve bundan çıkarak evlere, yer altı kablolarıyla, dağıtılan değişken elektrik akımının ürettiği elektromanyetik alanlar, çevrelerindeki her türlü iletken (metallerde) olduğu gibi insan vücudunda zaten bulunan 'elektrik yüklerini' harekete geçirerek elektrik akımları oluşturuyorlar.

Trafonun ve yeraltı kablolarının değişken elektrik alanı, enerjisini, orada bulunan bir insanın vücudunun dış yüzeyindeki 'elektrik yüklere' aktararak, çok büyük oranda yitiriyor ve elektrik alanı, vücut içlerine fazlaca girip etkili olamıyor. **Bu nedenle trafoların elektrik alanlarının vücuda etkisi çok azdır.** Trafonun ve yer altı kablolarının çevrelerinde oluşan **değişken manyetik alan ise**, vücudun dış yüzeyinde pek zayıflamadan vücut içine girerek hücrelerdeki elektrik yüklü parçacıkları harekete geçiriyor ve değişken (alternatif) elektrik akımı oluşturuyor. Bu değişken elektrik akımı da tekrar değişken manyetik alan yaratıyor.

Trafo kablolarından çekilen elektriğin 'ampere' birimiyle ölçülen akım şiddetinin her an, az ya da çok olmasına bağlı olarak, manyetik alanın akı yoğunluğu değişim gösteriyor. Bunun sonunda, trafo, yeraltı kabloları ve YGH'nın çok yakınlarında bulunan insanların vücutları içinde indüksiyonla oluşan elektrik akımları, sağlığı etkileyebiliyor.

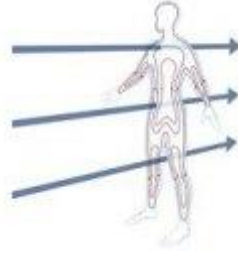
Kablolar evlerin çok yakınında ise bunların etkileri, daha uzaktaki trafolardan daha çok olabiliyor. Uluslararası ilgili kurumun (ICNIRP)\*, bugüne kadar yapılan bir çok bilimsel araştırmaya dayanarak belirlediği sınır değer aşılmadığı sürece, trafolardan ve YGH'dan vücutta oluşacak elektrik akımının insana zararlı olma riskinin çok düşük olacağı ilgili bilimsel yayınlarda ve yönetmeliklerde yer alıyor.

İlgili uluslararası kurum (ICNIRP)\*, bugün sınır değer olarak **50 Hertz frekanslı elektromanyetik alanlar için, manyetik akı yoğunluğu sınır değerini 100 mikroTesla ( $\mu\text{T}$ )\*\* ve elektriksel alan şiddetinin sınır değerini ise 5000 Volt/metre olarak belirlemiştir.** İyonlayıcı olmayan radyasyonun etkileriyle ilgili olarak alınacak önlemler ve sınır değerler Türkiye'de Resmi Gazete'nin 24.07.2010 tarihli 27651 sayısındaki yönetmelikte belirlenmiş olup, ICNIRP değerlerinden türetilmiştir /3/.

**Trafolar kurulurken dış duvarlarında ve yeraltı kablolarının yakın çevrelerinde genellikle bu değerlerin çok altında kalınmasına, trafolar kurulurken dikkat edilmesi gerekiyor.** Trafodan bir kaç metre uzakta ise manyetik akı yoğunluğu iyice düşüyor. Trafo, bir binanın içindeyse, yanındaki, tam altındaki ve üstündeki odalarda sınır değerlerin aşılmamasının da sağlanması gerekiyor.

'Değişken manyetik alanların' etkisi, daha uzaklarda (trafoların 5-10 metre uzağında) büyük ölçüde düştüğünden, insana etkisi de git gide azalıyor. Portatif bir aletle çeşitli trafolar yakınında yaptığımız ölçümler bunların duvarlarında en çok 2 mikroTesla ( $\mu\text{T}$ ) değerini gösterirken, bu değerler 1-2 m uzaklıkta onda bire iniyor. Trafo kulübelerinin duvarları içten, elektrik yükleri için geçirgenliği yüksek, genellikle 'Mü' malzeme denilen bir alaşımla zırhlıyorlar genellikle 'Mu-Metal' malzeme denilen bir alaşımla zırhlıyorlar (Mu-Metal malzeme: % 80 nikel, % 15 demir, % 5 molibden ve çok az miktarlarda da silisyum, manganez ve karbon'dan oluşabildiği gibi %77 nikel, %5 bakır ve %2 krom veya molibden de olabiliyor bkz. <https://en.wikipedia.org/wiki/Mu-metal>).

Yüksek gerilim hatları (YGH) ve direkleri



Bir trafo kulübesi ve yakınındaki bir insanın vücudunu etkileyebilen elektromanyetik radyasyon sonucu vücut içinde, indüksiyonla oluşan, elektrik akımları (biraz büyütüldüğünde) şematik olarak gösteriliyor.

Özellikle kalp pili gibi vücutlarında elektronik aygıtlar taşıyanlar için koruyucu bir önlem olarak, 20 mikroTesla (**20  $\mu\text{T}$** )'nin altında kalınması öneriliyor.

Öte yandan bulunulan noktada vücudun alacağı dozun (etkinin) büyüklüğü ancak o noktadaki manyetik akı yoğunluğu ve orada ne süre kaldığıyla birlikte belirlenebileceğinden 'süre' çok önemlidir. 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 (yer altından ve yer üstünden geçen) kablolarına çok yakın yerlerde evleri bulunanların, trafoyu kuran kurumun yetkililerinden ayrıntılı bilgi almaları ve özel durumlarda manyetik akı yoğunluğu ölçümleri yaptırmaları gerçek durumu ortaya koyabilir (Bunları çeşitli elektronik ölçüm laboratuvarları yapıyor ve bunlar internetten bulunabilir). Ölçü sonuçlarına ve kalma sürelerine göre yapılacak değerlendirmeler sonunda, herhangi bir önlem gerekemeyebilir ya da trafonun, evin duvarlarının zırhlanmasından, odaları değiştirmeye kadar çeşitli önlemler alınabilir.

### İnsan vücuduna etkisi

Yukarıdaki açıklamalar, temel olarak kentlerde 10-15 m. yükseklikteki direklere gerilen (örneğin 36.000 Volt'luk) yüksek gerilim hatları için de geçerlidir. Bunların çevrelerindeki manyetik ve elektrik alan şiddetlerinin genellikle sınır değerlerin altında olmalarına rağmen bazı yerlerde daha yüksek değerler de ölçülebiliyor.

Bu nedenle, özellikle halkın yoğun olarak bulunduğu dinlenme ve eğlence yerleri, oyun alanları, çocuk parkları, okul ve hastane bahçelerinin üstlerinden yüksek gerilim hatları geçirilmemelidir. Böyle yerler varsa, buralarda elektrik alan şiddeti ölçümleri yapılmalı, duruma göre önlemler alınmalı, aşırı ölçüm değerlerinde ise buralara halkın girmesi önlenmelidir. Yeni YGH'nın bu gibi yerlerden geçirilmemesi planlama sırasında göz önüne alınmalıdır. YGH'nın 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 onda bire kadar düşüyor.**

Trafo kulübelerinin duvarlarında elektrik alanının şiddeti 500 V/m altında kalırken, 1-2 m uzakta bu değerler onda bire iniyor. Görüldüğü gibi bu değerler elektrik alan şiddeti için sınır değer olan 5000 Volt/m değerinin çok altındadır.

### **İnsan vücudundaki doğal elektrik alanları**

Tüm canlılarda olduğu gibi insan vücudunda da elektrik yüklü parçacıklar bulunuyor. Bunlar hareket ettiklerinde elektrik alan ve akımı oluşturuyorlar. Hücrelerdeki madde alışverişlerinin bir çoğunda elektrik yüklü parçacıklar yer değiştiriyorlar ve sinirler bunların işaretlerini elektrik sinyalleri olarak iletiyorlar. Kalp de elektriksel olarak etkindir (aktif). Vücuttaki bu çeşit doğal elektriksel hareketliliği doktorlar 'elektrokardiyogram (EKG)' ile ölçüyorlar.

Vücut dışından gelen ve yukarıda belirtilen 50 Hertz gibi düşük frekanslı ek manyetik alanlar, vücut içinde ayrıca elektrik alanları ve akımlar oluşturuyorlar. Bunlar ise sinir ve kas hücrelerinde olumsuz uyarılara neden olabiliyorlar. Ancak bunların ortaya çıkması 4-6 Volt/m üzerindeki elektrik alan şiddetlerinde görülebiliyor (Elektrik alanları özellikle göz derisi hücrelerinde etkin). Vücuttaki alan şiddeti arttıkça, bu çeşit olaylar artabiliyor ve sinir sistemi bozularak 'kalp ritim bozukluğu' ortaya çıkabiliyor.

### **Halk sağlığının korunmasıyla ilgili sınırlama**



Kalp pili örneği

50 Hertz gibi düşük frekanslı elektromanyetik alanların sağlığı etkileyebilen eşik değerleri bilindiğinden, 'temel sınır değerler' Uluslararası İyonlayıcı Olmayan Radyasyondan Korunma Kurulu'nca (ICNIRP) belirlenebiliyor.

### **Evlerinin yakınında trafo bulunanlar ne yapmalı?**

Evlerinin yakınında trafo bulunanlardan bize gelen sorular: *'Yakınımızda trafo var, bizi olumsuz etkiler mi?' 'İmza toplayarak yargı yoluyla trafoyu kaldırtabilir miyiz?' ya da 'Evin yanı başına trafo yapılıyor: evi satın alayım mı?' 'Yakınımıza trafo yapılacak, ne uzaklıkta yapılması uygun olur?' 'Kaldığımız evin çatısında baz istasyonu vardı, evi değiştirdik, şimdi de yanı başımıza trafo yapılıyor, ne yapmalıyız?'*

Bu çeşit sorulara verilecek genel yanıtlar yukardaki bölümde bulunmakla birlikte, her bir trafo (varsa nikel ve demirli alaşımdan zırlamasıyla birlikte) teknik olarak farklı olduğundan, belirli bir trafoyla ilgili ayrıntılı teknik bilgiler incelenmeden bir yanıt verilemez. Bu konuda şunlar göz önüne alınmalı:

1. Trafodan 8-10 metre kadar uzaklıkta elektrik alan şiddeti (Volt/m) ve manyetik akı yoğunluğu (mikroTesla) genellikle çok düştüğünden, daha uzaklarda olumsuz bir etki beklenmemeli. Trafonun etkisinden çok, genellikle toprak altından binalara dağılan kabloların etkisi üzerinde durulmalı.

2. Vücuda olumsuz bir etkinin ancak, trafonun ve kabloların çok yakınlarında ve çok uzun süre kalındığında ortaya çıkabileceği göz önüne alınmalı (çocukların trafonun duvarına yaslanarak sık sık oturmaları ya da çok yakınında oynamaları gibi).

3. İstenirse, trafoyu kablolarıyla birlikte kuran ve işleten kurumdan teknik bilgi alınmalı, trafo ve kabloların yakınlarında yaptıkları ölçüm sonuçlarının sınır değerlerin ne kadar altında kaldığı sorulup öğrenilmeli **(trafolardan yayınlanan elektromanyetik radyasyon için sınır değerler yukarıda verildiği gibi: manyetik akı yoğunluğu için 100 mikroTesla ve elektriksel alan şiddeti için 5000 Volt/metre).**

4. Çeşitli büyüklükte (güçte) ve zırlamada trafolar bulunduğundan, ayrıntılı bilgiler ancak trafo ve evlere dağılan kabloların teknik çizimleri ve trafoyu kuran kurumun ölçüm sonuçlarıyla birlikte yerinde incelenerek, çok kalınan yerlerdeki (yatak odaları, bürolar gibi) olabilecek etki hesaplanabilir. Trafolara çok yakın evlerde, çocuk parklarında, okul bahçelerinde, elektrik alan şiddeti (Volt/m) ve manyetik akı yoğunluğu (mikroTesla) ölçümlerinin yapılması, sınır değerlerle karşılaştırılması, Bilgi Teknolojileri ve İletişim Kurumu (BTK) /4/ Müdürlüklerinden istenebilir, ilgili ölçüm laboratuvarları öğrenilebilir ya da kontrol ölçümleri için ilgili şirketler internette bulunabilir.

5. Özellikle kalp pili gibi vücutlarında elektronik alet taşıyanların, elektromanyetik dalga yayan kaynaklardan uzak durmaları önerilir.

## Sonuç

Çevremizde elektromanyetik radyasyon yayan çok çeşitli kaynaklar bulunuyor ve bunların tümünü etkisiz kılmamız olanaksız. Evlerimizde, iş yerlerinde, trenlerde, tramvaylarda, otomobillerde neredeyse her yerde bulunan elektromanyetik alanların içinde yaşadığımızdan ise habersiziz. Kuşkusuz, mümkünse ilgili akılcı önlemlerle bunların etkilerini azaltmalıyız. Ancak aşırıya kaçmamalıyız, kaçamayız da! Çünkü bunlar, teknolojinin bugün bizlere sunduğu modern yaşam için gerekiyor, bunları yok etmek çokçası elimizde değil.

Trafolara, bunların evlere dağılan kablolarına ve yüksek gerilim hatlarına çok yakın yerlerde (bürolar, yatak odaları gibi uzun süre kalınan yerlerde) ölçümler yapılmalı ve sonuçlara göre gerekiyorsa sınır değerlerle karşılaştırma yapılarak makul önlemler alınmalı.

**Vücuda etki bakımından, elektromanyetik alan şiddetlerinden daha önemlisi, o alanda kalma süresidir. Eğer kalma süremiz kısa ise etki de az olacaktır (yağmurda kısa ya da uzun süre kalmamıza bağlı olarak az ya da çok ıslanmamız gibi).**

Ayrıca trafolar evlerimize iş yerlerimize elektrik verilebilmesi için gereklidir. Bunları, çok uzaklara konuşlandırmak, yeraltı kablolarının uzamasına ve uzun kablolar boyunca daha çok elektromanyetik radyasyon yayılmasına yol açacaktır. Ayrıca uzun kablolar, elektrik enerjisinin daha çok ısı kayıplarıyla sonuçlanacağından, trafoların uygun yerlerde yakınlarımızda bulunması gerekiyor. Önemli olan trafoların ilgili standartlara göre uygun ve güvenli olarak kurulmuş olmaları, duvarlarının içten zırlanmasıdır ki, buna da normal olarak dikkat edilir.

Çeşitli elektrikli ev aletleri kullanıyoruz. Örneğin, **saç kurutucusu** başımızda 2.000 mikrotlesla'ya, traş makinesi 1.500 mikrotlesla'ya varan manyetik akı yoğunlukları oluşturabiliyorlar. Ancak, bunların kullanılma süreleri kısa olduğundan vücuda etkileri de azdır.

Elektromanyetik radyasyonun vücuda etkisiyle ilgili olarak bugüne kadar 60.000 kadar bilimsel araştırma yapıldığı kestiriliyor. Bilimsel araştırmalar tüm dünyada sürmekle birlikte bugüne kadar **bilimselliği kesin olarak saptanmış bulgular** elde edilmiş değil. Bazı araştırmalarda önemli etkilerin görüldüğü (baş ağrısı, uykusuzluk gibi) ileri sürülüyor ise de, yetkili uluslararası uzman kurullar, yaptıkları incelemelerde, bu çeşit araştırmalarda yöntem yanlışları, veri, bulgu azlığı gibi daha başka bilimsel tutarsızlık, uyumsuzluk

bulduklarından bu gibi araştırmaları göz önüne almıyorlar, ayrıca bunlar başka araştırmalarla sınınamıyor, desteklenemiyor. **Bu gibi etkilerin görüldüğünü ileri süren her bir araştırmaya karşın, bu çeşit etkilerin görülmediğini ortaya koyan iki adet araştırma bulunuyor.**

**Yukarıda açıklanan tüm bu belirsizlikleri göz önüne alarak, koruyucu bir önlem olarak, trafoların ve YGH'nın çok yakınında uzun süre kalınmamalıdır. Trafolar ilgili standartlara göre güvenli bir şekilde kurulmalı, ilgili sınır değerlerin aşılmadığı ölçümlerle gösterilmelidir.**

Ayrıca, sadece trafo ve YGH'na odaklanmamalı, tüm elektromanyetik radyasyon yayan aygıtlar örneğın cep telefonları kulağı yapıştırılmamalı ve daha az kullanılmalıdır. Çünkü cep telefonları vücuda yapıştırılarak çok kullanıldığında bunlardan yayınlanan çok yüksek frekanslı elektromanyetik dalgaların vücudumuzu etkilemesi, uzağıımızdaki trafo ve YGH'nın,hatta baz istasyonlarının vücudumuzu etkilemesinden, genellikle, çok daha fazladır. Bu nedenle cep telefonları, akıllı telefonlar arka cepte, küçük çantada taşınmalı, kullanırken kulakla araya parmağıımızı koymalı ve bluetooth gibi kulaklıklar kullanılmalı ve en önemlisi gereksiz uzun konuşmalar yapılmamalı.

-----

(\*) ICNIRP: İyonlayıcı olmayan radyasyonun etkilerini inceleyen uluslararası kurul

(\*\*) Tesla: Manyetik alan akı yoğunluğu birimi, **1 Tesla = 1 Volt.s/m<sup>2</sup> (1 mikroTesla = 10<sup>-6</sup> Tesla)**  
Manyetik malzemenin bulunmadığı bir ortamdaki, örneğın vücut içinde manyetik alan sonucu indüksiyonla oluşan elektrik akım şiddeti (Ampere/metre) ve manyetik akı yoğunluğu (Tesla) arasındaki bağıntı :

**1mikroTesla= 4π.10<sup>-7</sup> Amp/m**

**Kaynaklar:** 1.Trafo ve yüksek gerilim hatlarının yaydığı elektromanyetik dalgaların sağığına etkisi nedir? 22.07.2011 günlü Cumhuriyet Bilim ve Teknoloji dergisi, Atakan,Y.

2.Radyasyon ve Sağığıımız? kitabı, Y.Atakan, Nobel Yayınları 2014  
[https://www.nobelkitap.com/kitap\\_113005\\_radyasyon-ve-sagligimiz.html](https://www.nobelkitap.com/kitap_113005_radyasyon-ve-sagligimiz.html)

3.Resmi Gazete Tarihi: 24.07.2010 Resmi Gazete Sayısı: 27651 İyonlaştırıcı olmayan radyasyonun olumsuz etkilerinden çevre ve halkın sağığıının korunmasına yönelik alınması gereken tedbirlere ilişkin yönetmelik

4.Bilgi Teknolojileri ve İletişim Kurumu <http://www.btk.gov.tr/>

Not. Bu yazı, Herkese Blim Teknoloji portalında 30 Nisan 2016 günü yayımlanmıştır.