

Evlerde, Yollarda ve Otellerde Kullandığımız Elektronik Aletlerin Yaydığı Elektromanyetik (EM) Radyasyonun Sağlığımıza Etkisi

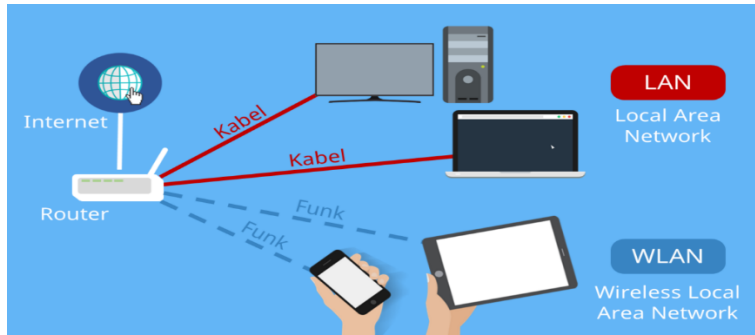
WiFi, Repeater, Bluetooth, Cep Telefonları, Dizüstü Bilgisayarlar, E-Kitap Okuyucular ve Mikrodalga Fırınların Yaydığı Radyasyonlarla Karşılaştırmalı Ölçüm Sonuçları

Yüksel Atakan, Dr.Radyasyon Fizikçisi, Almanya, ybatakan4@ gmail.com

İnternet WiFi, Repeater, Bluetooth Aletleri ve Elektromanyetik Radyasyon

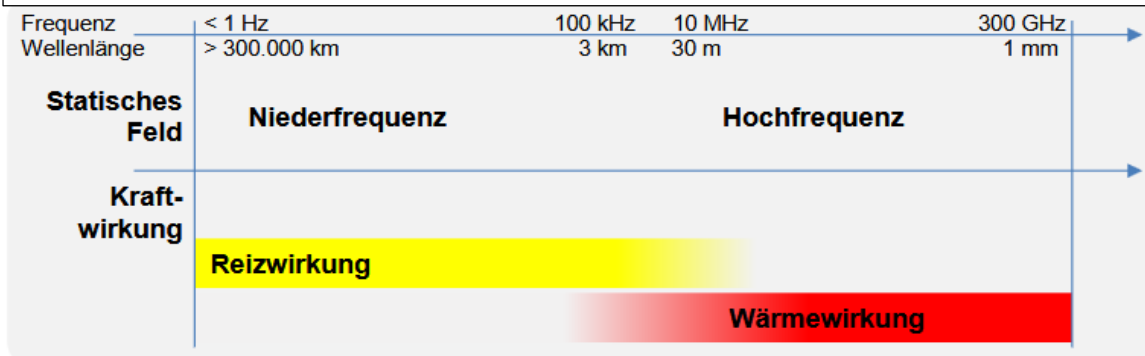
WiFi (Wireless Fidelity), özellikle evlerde, otellerde PC, reader ve cep telefonları gibi çeşitli aletler arasında kablosuz veri iletişimi sağlayan ya da bizi internete bağlayan bir alettir. Bunlar genellikle 2,4 GHz bandında ve 5-6 GHz frekans aralığında çalışırlar. Bir WiFi aletinin yaydığı elektromanyetik dalgaların gücü, iletilen veri miktarına ve sinyal alım-gönderim özelliklerine bağlıdır. Ancak, en yüksek güçte bile yaydığı radyasyonun alan şiddeti ve bunun insana etkisi düşüktür ve kaynaktan uzaklaştıkça hızla azalır. Yapılan ölçümler, 20 cm yakınında bile radyasyon alan şiddetinin yaklaşık 10 kat, 1 metre uzaklıkta ise 40 kat daha azaldığını göstermektedir.

Router (WiFi, WLAN) aleti internetle bağlantılı olarak, kablosuz ve yakınındaki aletlerle kablolu iletişim kuruyor



Bu özellik, aynı ortamda çalışan birden fazla WiFi aleti ya da komşu WiFi ağlarının, toplam radyasyon alan şiddeti düzeyini önemli ölçüde artırmadığını ortaya koymaktadır /1/.

Aşağıdaki Şekilde, düşük frekanslı EM radyasyonun deride tahriş kaşınma yapması / tüyleri diken diken etmesi, yüksek frekanslardaki EM radyasyonun ise vücuda girerek ısınma etkisi gösterdiği şematize ediliyor. Solda (alt alta) Frekans, Dalgaboyu, Kararlı EM alan ve Kuvvet etkisi gösteriliyor. WiFi frekansları 2,4 ile 6 Giga Herz arasındadır. Sağda: Yüksek frekans daha da arttıkça ısı etkisi kırmızıya doğru artıyor.



Elektromanyetik Alanların Sağlığımıza Etkileri, Riskleri

Kablosuz iletişim aletlerini yaydığı elektromanyetik alanların sağlığımıza etkilerini, risklerini değerlendirmede "Özgül Soğurma Oranı" (SAR) kullanılıyor. SAR, vücudun soğurduğu elektromanyetik enerjiyi, vücudun kg başına Watt olarak belirliyor (W/kg) /2,3/.

Uluslararası standartlara göre belirlenen SAR sınır değerleri şunlardır:

- Tüm vücut için ortalama 0,08 W/kg
- 10 gram baş dokusu için ortalama 2 W/kg
- 10 gram bilek dokusu için ortalama 4 W/kg

Bu sınır değerler Avrupa'da, Türkiye'de /4/ ve diğer bazı ülkelerde kullanılmaktadır. ABD, Kanada ve Tayvan'da ise cep telefonu sınır değerleri, ICNIRP yönergesine benzer şekilde IEEE (Elektrik ve Elektronik Mühendisleri Enstitüsü) önerilerine dayanmakta olup biraz farklılık göstermektedir.

Vücutta soğurulan EM radyasyon ısı enerjisine dönüşür ve vücut sıcaklığı yükselebilir. Yukarıdaki sınır değerlerin hesaplanmasında, vücudun 30 dakika içinde 1 C derece ısıtan radyasyon enerjisine dayanmaktadır. Bu sıcaklık aşıldığında, vücudun hücre ve dokularının doğal düzenleyici işlevi bozulabilir. Bu nedenle örneğin, cep telefonları kilogram başına iki Watt'lık değeri (SAR değeri) aşmamalıdır, yoksa ısıl etki ortaya çıkar. Bugüne kadar yapılan bilimsel çalışmalar, bu sınır değerlerin altında kalındığı sürece, EM alanların insan vücudu üzerinde önemli ölçüde olumsuz bir etki beklenmediğini gösteriyor.

SAR değeri nasıl hesaplanır?

Özgül soğurma oranı SAR insanda doğrudan ölçülemediği için fantom kullanılıyor: Ölçüm genellikle bir fantom kafa ve fantom vücut kullanılarak yaklaşık beş milimetre uzaklıkta yapılıyor. Özgül soğurma oranı ölçülürken, vücudun (biyolojik dokunun) bu enerjinin ne kadarını soğurduğu hesaplanıyor (kilogram başına Watt cinsinden). Bu, biyolojik dokunda, kg başına soğurulan, ilgili frekanstaki EM alan şiddetinin oluşturduğu enerjinin, ölçümüdür.

Frekansa bağlı EM alan şiddetlerini kısıtlayan Sınır Değerler'

EM alanların insana etkilerini kısıtlamayı amaçlayan diğer bir yöntem de frekanslara göre ortaya çıkan alan şiddetleri için geçerli olan sınır değerleridir /3-4/. Dünya'daki bir çok ülkede uygulanan sınır değerler için /5/ nolu teknik rapordaki Çizelgelere bkz.

Frekans arttıkça sınır değerlerin azalmasının nedeni, yüksek frekanslarda elektromanyetik alanların dokularda daha fazla soğurulması ve bu durumun sağlık risklerini arttırmasıdır.

Frekans [MHz] Elektrik Alan Şiddeti [V/m] *) Manyetik Alan Şiddeti [A/m] *)

0,1 - 1	87	0,73 / f
1 - 10	87 / √f	0,73 / f
10 - 400	28	0,073
400 – 2 000	1,375 √f	0,0037 √f
2 000 – 300 000	61	0,16

*) 6 dakikalık aralıklarla ölçülen etkin değerler.

Çeşitli bilimsel araştırmalar, günlük yaşamda WiFi aletlerinin yaydığı elektromanyetik dalgaların etkilerinin çocuklar ve yetişkinler üzerinde oldukça düşük düzeylerde kaldığını

göstermektedir. İsviçre'de yapılan bir araştırmaya göre, bu dalgaların ortalama etki düzeyi yasal sınırdan 1500 kat daha düşüktür ve şimdiye kadar ölçülen en yüksek değerler bile sınırın 400 kat altındadır. Ancak, bu düşük düzeylerdeki radyasyonun sağlık açısından herhangi bir risk oluşturup oluşturmadığı, bilim dünyasında hâlâ araştırılmakta ve tartışılmaktadır. Son yıllarda yapılan güvenilir bilimsel çalışmalar, bu aletlerden yayılan EM dalgaların sağlığa olumsuz bir etkisi olacağıyla ilgili, kesin bir bulguya ya da gerekçeli bir kuşkuyla ulaşıldığını göstermemiştir.

Özetle, bugünkü araştırmalar, WiFi'nın yaydığı yüksek frekanslı elektromanyetik dalgaların sağlık açısından önemli bir risk taşıdığını doğrulamıyor. Bu nedenle, WiFi kaynaklı radyasyona karşı özel bir önlem alınması gerekmiyor. Buna rağmen, kaygı duyanlar radyasyonu azaltmak isterlerse, şunlar önerilebilir:

- Yönlendiriciyi (WiFi aletini), sinyalin tüm alanı kapsayacak şekilde merkeze yerleştirin.
- Kullanmadığınız zamanlarda yönlendiriciyi ve bağlı aletlerin kablosuz bağlantısını kapatın (fişten çekin).
- Yönlendiriciyi, çalışma, dinlenme veya oturma yerlerinden en az bir metre uzağa yerleştirin.
- Yönlendiricinizin güç ayarı varsa, bağlı aletlerin bağlantısını sürdürebileceği en düşük sinyal gücüne ayarlayın.

WiFi radyasyonunu doğru bir şekilde ölçmek için gelişmiş ve pahalı ölçüm aletleri gereklidir. Piyasada bulunan taşınabilir ölçüm aletleri, EM alan değerlerini kabaca göstermelerine rağmen, ölçümler genellikle sınır değerlerin epey altında kaldığından, yine de karşılaştırmada iyi bir gösterge niteliği taşıyabilirler.

Yüksek frekanslı EM alanların ölçümü için kullanılabilen portatif bir alet, Arkada anteni görülüyor (HF Analyser HF 32D) 1-3 GHz frekansları için



WiFi ve diğer aletler yakınlarında yaptığımız ölçümler ve sonuçları

WiFi, cep telefonları, dizüstü bilgisayarlar, e-kitap okuyucular ve mikrodalga fırınların yakınlarında portatif bir ölçüm aleti (HF Analyser HF 32D) ile yaptığımız elektrik alan şiddeti ölçümleri aşağıdaki Çizelge'de bulunuyor. Ölçülen en büyük değer Mikrodalga fırın için: 4 341 mVolt/m olup bu değer sınır değer 4,341 V/m/ 61V/m = % 7 kadardır.

Diğer aletler için en büyük değer: 1 842 mV/m; 1,8 V/m / 61V/m = Sınır değerin: %3

Portatif HF32D HF-Analyser ölçüm aletiyle yaptığımız elektrik alan şiddeti (E) ölçümleri: Sınır değeri: 61 Volt/m

Alet cinsi	Aletin gösterdiği S: $\mu\text{Watt/m}^2$ değerleri, $E^2 = S \times 377$ bağıntısından E: miliVolt/m eşdeğerleri olarak hesaplanmıştır. Tüm değerler için ($\leq$) geçerlidir.			
	Aletlere uzaklıklar			
	1-2 cm $\mu\text{W/m}^2$ (mV/m)	50 cm $\mu\text{W/m}^2$ (mV/m)	100cm $\mu\text{W/m}^2$ (mV/m)	200cm $\mu\text{W/m}^2$ (mV/m)
WiFi	9 000 (1 842)	2 000 (868)	1 000 (614)	500 (434)
Repeater	5 000 (1 373)	1 000 (614)	100 (194)	10 (61,4)
Masa üstü PC, Reader	500 (434)	100 (194)	10 (61,4)	1 (19,4)
Cep telf çalışırken	5 000 (1 373)	100 (194)	1 (19,4)	1 (19,4)
Cep telf Standby	500 (434)	10 (61,4)	1 (19,4)	1 (19,4)
Mikrodalga fırın (300W çalışırken)	50 000 (4 341)	10 000 (1 941)	5 000 (1373)	2 000 (868)

Not: Yukarıdaki cihazla sadece elektrik alan şiddetleri ölçülebilir. Ölçülen değerlerden aşağıdaki formülle, uzak mesafeler için manyetik alan şiddetleri de yaklaşık olarak hesaplanabilir:

$$H \text{ (manyetik alan şiddeti, A/m)} = \frac{E \text{ (elektrik alan şiddeti, V/m)}}{377 \text{ (Ohm empedans)}}$$

Örnek olarak, çizelgedeki WiFi cihazının 2 m mesafede oluşturduğu 434 mV/m elektrik alan şiddetine karşılık yaklaşık olarak hesaplanan manyetik alan şiddeti:

$$H = \frac{0,434 \text{ (V/m)}}{377 \text{ (V/A)}} = 0,001 \text{ A/m}$$

Bu manyetik alan şiddeti, bu frekans için sınır değeri olan 0,16 A/m değerinin çok altındadır: Sınır değerin binde 6'sı kadar.

Sonuç

Yukarıdaki ölçüm değerleri gösterge niteliğinde olup, ölçümlerdeki salınımlar büyüktür. Bu nedenle Çizelge'de verilen değerler ölçülen en büyük değerlerdir ($\leq$).

Ayrıca, EM radyasyondan '**etkilenme süresi**' çok önemlidir. Süre ne kadar kısa olursa, etki de o kadar az olacaktır. Risk her konuda ve her yerde vardır, hiçbir konuda sıfır değildir.

Önemli olan riski en aza indirmektir.

Tüm bu açıklamalarımıza rağmen kaygı duyanlar, bu aletlerden özellikle mikro dalga fırınlardan ve cep telefonlarından olabildiğince uzak durarak EM alan şiddetini birkaç yüz kat daha azaltabilirler. Ayrıca cep telefonlarını çok daha az kullanmaları ya da kulağa dayamayıp, araya parmaklarından birini koymaları, kulaklık kullanmaları etkiyi çok azaltacaktır /1-5/.

Ek bilgiler:

WiFi, WLAN ve Router aynı cihaz değildir, ancak birbiriyle ilgili kavramlardır.

Aralarındaki farklar:

1. **WiFi** – Cihazların **kablosuz olarak** internete veya yerel ağa bağlanmasını sağlayan bir **kablosuz teknoloji** türüdür. IEEE 802.11 standartlarına dayanır.

2. **WLAN (Kablosuz Yerel Ağ) – Belirli bir alan içindeki** cihazları kablosuz olarak bağlayan bir **ağ türüdür** (örneğin ev, ofis veya bina içi). WiFi, WLAN'ları mümkün kılan bir teknolojidir, ancak WLAN başka kablosuz teknolojileri de kullanabilir.
3. **Router (Yönlendirici) – Ağları birbirine bağlayan** fiziksel bir cihazdır (örneğin, ev ağınızı internete bağlar). WiFi özellikli bir yönlendirici, hem bir **router** (yönlendirici) hem de **kablosuz erişim noktası** içererek WiFi bağlantısı sağlar.

Nasıl Birlikte Çalışırlar?

- **WiFi yönlendirici, WiFi teknolojisini** kullanarak bir **WLAN (Kablosuz Yerel Ağ)** oluşturur.
- Akıllı telefonlar, dizüstü bilgisayarlar ve akıllı TV'ler gibi cihazlar yönlendiriciye WiFi aracılığıyla bağlanır.
- Yönlendirici, internete bir modem veya geniş bant bağlantısı aracılığıyla erişir.

Kaynaklar:

/1/ https://www.fs-ev.org/fileadmin/user_upload/90_Archiv/FS-Pub-Archiv-final/FS-2019-180-AKNIR_Leitfaden_Elektromagnetische_Felder.pdf
/2/ <https://www.icnirp.org/cms/upload/publications/ICNIRPrfgdl2020.pdf>
/3/ Eidgenössisches Departement des Innern EDI Bundesamt für Gesundheit BAG
21 Aralık 2021, Sayfa 2/13
/4/ 9 Ekim 2015 tarihli ve 29497 sayılı yönetmelik
<https://www.bfs.de/DE/themen/emf/hff/quellen/kabellos/kabellos.html>
/5/ <https://www.rivm.nl/sites/default/files/2018-11/Comparison%20of%20international%20policies%20on%20electromagnetic%20fields%202018.pdf>
/6/ <https://www.radyasyonyatakan.com/yazi/cep-telefonlari-ve-sagligi> Mart 2025
