

## Cep Telefonlarından Yayılan Elektromanyetik Dalgalar

# Vücudumuzu Nasıl Etkiliyor?

**B**ugün dünyada yaklaşık üç milyar kişi cep telefonu kullanıyor; 2003'teyse bu sayı bir milyar dolayındaydı. Önce telsiz telefon, sonra "walky talky"lerle gelişen teknoloji, 15-20 yıl önceki basit ve 1 kg'lık cep telefonlarının ardından, bugün bir dizi işlevli (telefon konuşması, internet bağlantısı, radyo ve müzik çalma, fotoğraf ve video çekme, takvim, ajanda, çalar saat gibi) 100 gram hafiflikteki telefonları üretti ve bunlar neredeyse ayrılmaz parçamız olarak günlük yaşamımıza girdi. Başlangıçta mesaj göndermek ve haberleşmek için kullanılması düşünülmüş olan cep telefonları, işlevlerinin iyice artması ve fiyatların gitgide düşmesiyle, ücretsiz kontör eklemeleri gibi çekici uygulamalarla, hem evlerde ve hem de işyerlerinde gerekli gereksiz, daha sık ve çok uzun konuşmalar yapılmasına yol açtı. Özellikle ülkemizde çoğumuz, yollarda, istasyonlarda, duraklarda, bekleme salonlarında, tren ve vapurlarda hemen cep telefonlarımıza sarılıp uzun uzun konuşuyor ve yazışmalar yapıyor, müzik dinliyoruz. Ev ve iş yerlerimizde de çok kez cep telefonu elimizden düşmüyor.

Cep telefonlarından yayılan elektromanyetik dalgalar vücudumuzdaki dokuları ve dolayısıyla

sağlığımızı nasıl etkiliyor? Bu konuda bugün bilimin eriştiği düzeyde ne gibi bulgular ve bunlardan türetilebilecek ne gibi önlem ve öneriler var?

Cep telefonlarından yayılan elektromanyetik dalgaların sağlığa olumsuz etkileriyle ilgili (kanser oluşturduğu gibi) çeşitli savlar zaman zaman medyada ve birçok internet sayfasında yer alıyor ve tartışılıyor. Bu yazıda, bilim dünyasında, bugün olarak araştırılmalara ve sayısız bilimsel yayının yapıldığı "cep telefonlarının yaydığı dalgaların vücudumuza etkisi", konuya yabancı okurlar için açıklanıyor ve yapılmakta olan bilimsel araştırmalardan bugüne kadar elde edilen bulgular, önlem ve öneriler özetleniyor.

### Isıl Etkiler

Cep telefonlarından yayılan elektromanyetik dalgaların, girdikleri dokulara enerjilerini aktararak onların ısısını artırdığı artık kanıtlanmış bilimsel bir gerçek. Aşırı ısı artımı ise dokuların işlevlerini bozabiliyor. Uluslararası bilimsel kurulun (ICNIRP) ve Dünya Sağlık Örgütü'nün (WHO) saptadığı ilgili "sınır değerler", dokulardaki bu ısıl etkilere dayanıyor.

## Isıl Olmayan Etkiler

Cep telefonlarından yayılan elektromanyetik dalgaların vücut dokularında ısı artımından başka etkileri de olabiliyor. Özel durumlarda, dokularda belirli bir ısı artışı oluşturmadan, büyük moleküllerde, hücre zarlarında ya da hücre organellerinde bunların normal işlevlerini bozan ısıl olmayan olumsuz etkiler de beklenebiliyor.

Isıl olmayan etkilerle ilgili yapılmakta olan birçok bilimsel çalışma, bugün bile aradan 30 yıl geçmesine karşın, bu cins elektromanyetik dalgaların etkilerini kesin olarak ortaya koyan bulgu ya da kanıtlardan çok uzak. Zaman zaman yapılan bazı yayınlarda, kanser (tümör) olasılığının artımından uyku bozukluklarına, baş ağrısından iktidarsızlığa bir dizi bulgunun elde edildiği ileri sürülüyor. Ancak ICNIRP bilimsel kurulunun raporlarına göre bunlar çeşitli nedenlerle (bilimsel yol ve yöntemlerde bazı yanlışlar, veri eksiklikleri, yeterli süre incelenmemiş olmaları) henüz bilimsel olarak sınınamamış durumda. Cep telefonlarından yayılan dalgalar, hücrelerdeki moleküllerin birbirleriyle bağlantısını koparacak ve hücre çekirdeğindeki DNA gibi molekülleri bozacak enerjide olmadıklarından, kansere neden olabilecek etkiyi göstermeleri genellikle beklenmiyor.

Ancak yukarıda belirtildiği gibi büyük moleküllerde, hücre zarlarında ya da hücre organellerinde bunların normal işlevlerini bozan etkiler beklenebiliyor. Ayrıca yapay olarak gen teknolojisiyle bozmuş hücrelerin elektromanyetik alanların etkisiyle daha da bozunup çoğalma olasılığı var.

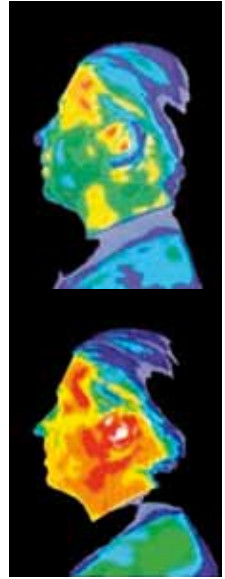
Isıl olmayan etkilerle ilgili olarak, bilimsel güvenilirliği sınılanmış tek bulgu, elektromanyetik dalgaların, vücuda yerleştirilmiş "kalp pili" ve benzeri aletleri bozabilmesidir. Ayrıca hastane ve uçaklardaki duyarlı bazı aletler de cep telefonlarından olumsuz etkilenebiliyorlar. Buna karşılık baz istasyonlarının çevresindeki bölgelerde yaşayan kişilerdeki kalp pillerine, baz istasyonlarının herhangi bir etki yaptığı saptanmamıştır.

## Cep Telefonlarından Kaynaklanan Düşük Dozun Vücuda Etkisini Belirlemedeki Güçlükler

Tüm bu saptamalardan cep telefonlarından yayılan dalgaların vücutta ısıyı artırma dışında başka bir etkisi olmadığı ve olamayacağı anlamı da çıkarılmamalı. Bilim, bilindiği gibi, gözlem (ölçüm), deney, karşılaştırmayla sonuçlar çıkarmaya ve bulguları sına-

ya dayanır ve yeni hipotezler, bilimsel yol ve yöntemler sonucu elde edilen bugünkü bulgularla gerçek duruma yaklaşım sürüp gider. Cep telefonlarından yayılan dalgaların dokuların ısını arttırmasından başka etkilerinin bugüne kadar yapılan çalışmalarla kesinlik kazanmamış olmasının nedenleri özellikle şunlardır: dokularda oluşan çok düşük dozun herhangi bir etkisinin, hücrelerin doğal korunma işlevleriyle önlenerek daha hasar ortaya çıkmadan giderilmesi ya da etkinin cep telefonlardan yayılan dalgaların dışındaki daha büyük başka etkilerle perdelenip saptanamaması. Benzer durum radyoaktivite kaynaklı, iyonlayıcı düşük radyasyon dozlarının etkilerinde de görülüyor. Hatta Japonya'ya atılan atom bombalarının orada oluşturduğu çok daha yüksek radyasyon dozları bile, hayatta kalabilen 100.000 kadar insanda son 60 yıldır yapılan kapsamlı tıbbi araştırmaların bilimsel değerlendirilmesinden (epidemiolojik çalışmalardan) ortaya çıktığı gibi, vücutta kan kanseri dışında radyasyona bağlanabilecek bir hasarı kanıtlamaktan uzak.

Bu nedenle, cep telefonlarından yayılan elektromanyetik dalgaların insan vücudunda oluşturabileceği etkilerin çok daha uzun süre bilimsel çalışmalarla araştırılması gereğinin işin doğasında olduğu açık. Gerçekten de bu konuda 13 ülkede 1997'den beri süregelen bilimsel araştırma çalışmalarının (interfon araştırması) da bu sonucu doğrulayacağı çeşitli yayınlarda vurgulanıyor. İnterfon araştırmasında bugüne kadar ilgili ülkelerden bazı sonuçlar açıklanmış olmasına karşılık, tüm ülkelerden elde edilen verilerin birlikte değerlendirilmelerini içeren yayınlar henüz bulunmuyor.



Resimlerde bir kişinin cep telefonuyla konuşmadan önceki (üstteki) ve 15 dakikalık konuşma sonrası (alttaki) görüntüleri yer alıyor. Altındaki kırmızısı renk, cep telefonuyla konuşma sonucu "başın" dokularındaki "ısı artımını" gösteriyor.



## Sınır değerlerin belirlenmesinde izlenen yol

### Özgül Soğurma Hızı Değerleri, SAR (Specific Absorption Rate)

70 kilogramlık bir kişinin vücudu, "hareketsiz durumda" yaklaşık olarak saniyede 80 Watt'a eşdeğer bir enerji tüketiyor (80 Watt'lık bir elektrik ampulünün yanarken tükettiği enerji kadar). Buradan, vücudun kilogramı başına güç yoğunluğu olarak kabaca  $80/70=1,2$  Watt bulunur. Yürüdüğümüzde, spor yaptığımızda ya da bisiklete bindiğimizde ise vücudumuzun enerji alışverişi artar ve güç yoğunluğu vücudumuzun kilogramı başına 3 ile 5 Watt'a ulaşır. Bu düzeydeki bir güç yoğunluğu, dışarıdan elektromanyetik dalgalar yoluyla vücutta oluşursa, bunun vücuttaki organ ve dokuların normal işlevleri yoluyla giderilebileceği ve vücutta herhangi bir hasar oluşmayacağı düşünülmüş ve ilk sınır değeri böyle belirlenmiştir. Son 30-40 yıldır özellikle hayvanlar üzerinde yapılan deneyler ve çok çeşitli bilimsel çalışmalar, herhangi bir nedenle tüm vücut ve dokulardaki 1 derecesi (1 °C) aşan sıcaklık artımı sonucu, vücutta bazı bozuklukların (hasarların) ortaya çıktığını gösteriyor. Öte yandan vücutta 30 dakika boyunca 1 derecelik (1 °C) sıcaklık artımına yol açan ve elektromanyetik dalgalarından kaynaklanan güç yoğunluğu ise kilogram başına 4 Watt kadardır. Bu değer "temel SAR sınır değeri" olarak kabul ediliyor. Korunma (ya da güvenlik) payı da göz önüne alınarak, bu değerinde biri olan 0,4 Watt/kg, ilgili mesleklerde çalışanlar için sınır değer olarak öngörülmüş. Bunun da beşte biri olan **0,08 Watt/kg** halktan herhangi bir kişinin tüm vücut ısıtılması için sınır değer olarak ICNIRP bilimsel kurulunca belirlenmiş. Vücudun baş bölgesi için 1,6 W/kg (Almanya'da 2 W/kg), eller, kollar, ayaklar ve bunların ek-

lemleri için ise 4 W/kg'lık SAR değerleri üst sınırlar olarak birçok ülkede belirlenip uygulanıyor. Elektromanyetik dalgaların vücuda aktardığı enerji yoğunluğunun üst sınırlarını belirleyen tüm bu değerler, hayvanlar üzerinde 1970'li ve 1980'li yıllarda yapılan deneylere (özellikle fare ve maymunlarda doku ısınması sonucu davranış bozukluklarının gözlenmesine) dayanıyor. Ayrıca viskoz bir sıvı karışımıyla doldurulan yapay bir kafanın yakınına konup çalıştırılan bir cep telefonunun bu sıvıya aktardığı enerjinin, kafa içindeki çeşitli noktalarda elektronik algılayıcılarla ölçüldüğü deneylerden de yararlanılıyor (Fantom modellemesiyle). Ülkemizde de yukarıdaki SAR değerleri göz önüne alınıyor.

Almanya'da yetkili kurumun yaptığı taramada, piyasadaki cep telefonlarının baş bölgesi için 0,10 ile 1,94 W/kg ve tüm vücut ısıtılması için ise 0,003 ve 1,87 W/kg arasında değerler gösterdiği bulunmuştur.



3. kuşak (3G) cep telefon sistemleri, bilindiği gibi yüksek frekans- ta (mikro dalgalar bölgesinde) 1900 ile 2200 MHz'lik (saniyede 1900 ile 2200 milyar kez titreşim yapan) elektromanyetik dalgalar yayıyorlar.

**Not:** Watt fizikte güç birimi olup 1 Watt, 1 saniyede üretilen ya da tüketilen enerji miktarını (Joule/saniye) gösteriyor.



Thinkstock

İnterfon araştırmasının ara sonuçları özetle şöyle:

1. Cep telefonunun on yıldan daha az kullanımı sonucu tümör riskinde bir artım belirlenmemiş.

2. Cep telefonunun on yıldan daha uzun süreli kullanımında, işitme siniri ve beyin dokusu tümör riski artımıyla ilgili bazı bulgular varsa da, veri azlığı (uzun süre cep telefonu kullanmış olan tümörlü az sayıda kişi bulunması) nedeniyle sonuçlar istatistiksel olarak belirgin değil. Bu nedenle tüm ülkelerden gelen verilerin hep birlikte kullanılacağı bilimsel değerlendirme sonuçlarının beklenmesi gerekiyor. Öte yandan Almanya'da cep telefonlarının sağlığa etkilerinin araştırılmasıyla ilgili 17 milyon avroluk bir bilimsel araştırma programı başlatılmış olup, bu miktarın yarısını yetkili bakanlık ve diğer yarısını da cep telefonu sistemlerini işleten şirketler üstleniyorlar. Buna rağmen bu kapsamlı bilimsel çalışmada bu şirketlere, seçilecek araştırmalar ve alınacak sonuçların değerlendirmesiyle ilgili herhangi bir söz hakkı tanınmıyor. Bu araştırma tümüyle Almanya Radyasyondan Korunma Kurulu'na yürütülüyor.

## Önerilen Koruyucu Önlemler

Her ne kadar kanser oluşumu ve DNA bozulması gibi sağlığımıza olumsuz etkiler, bugün bilimsel kesinlikle ortaya konulamıyorsa da koruyucu önlemler olarak şunları göz önüne almak yararlı olabilir:

1. Cep telefonları daha çok haberleşme için kullanılmalı (olduğunca az ve kısa konuşulmalı, uzun iş konuşmaları ve sohbetler kablolu telefonlarla yapılmalı).

2. Bina içinde, pencereye yakın durup telefonu pencereyle araya alarak konuşmalı (telefonun yayın gücü azalacağından bize etkisi de azalacaktır).

3. Telefonda görülen sinyalin en yüksek olduğu yerler seçilmeli (baz istasyonuna yakın yerlerde telefon daha az güçle çalışacağından kişiye etkisi az olacaktır). Çoğumuz oturduğumuz yerlere yakın baz istasyonu olsun istemiyoruz. Ancak, baz istasyonu bize uzaktaysa, telefonumuz daha büyük güçle çalışmak zorunda kalacak ve sonuçta bizi daha çok etkileyecek. Yakınıımızdaki bir baz istasyonunun yaydığı radyasyonun bize etkisi, ölçümlerle saptandığı gibi, çok daha az.

4. Numara çevirirken ve bağlantı kurulurken telefonu vücuttan biraz uzakta tutmalı (telefon yakınlarıdaki baz istasyonunu ararken daha büyük güçle çalışacağından bu sırada artan etkiyi azaltmak için).

5. Telefonu göz, göğüs, (hamilelerde karından) ve üreme bölgelerinden uzakta tutmalı, kemerde ve pantolonun ön cebinde değil, arka cepte taşınmalı.

6. Özellikle küçük çocuklara cep telefonu alınmalı, gerektiğinde sadece haberleşme için kısa konuşmaları sağlanmalı.

7. Zorunlu bir durum olmadıkça otomobil ve trende cep telefonuyla konuşulmamalı, gerekiyorsa ellerin serbest kalacağı sistem kullanılmalı (Telefon metal karoserin iç kısmında oluşan elektriksel alanları yakaladığından konuşurken kulak bölgesindeki radyasyon dozu artıyor).

8. Yeni cep telefonu satın alırken özgül soğurma yoğunluğu (SAR değerleri) daha düşük olanlar seçilmeli (aşağıdaki kaynaklardaki ilgili internet sayfasına bakınız).



Thinkstock

9. Cep telefonları, insulin pompası, kalp ve kulak aletlerinden en az 25 cm uzaklıkta kullanılmalı

10. Cep telefonu çalar çalmaz hemen kulağa götürmemeli, bağlantı kurulduktan sonra kulağa yaklaştırmalı ve konuşurken kulağa iyice yapıştırmamalı.

## Sonuç

Bilimsel araştırmalardan bugüne kadar elde edilen sonuçlara göre, sınır değerlerin altında kaldığı ve "her şeyin çoğu zarar" ilkesi göz önüne alınarak, cep telefonları bir yaşam boyu, gece gündüz aşırı derecede kullanılmadığı sürece, bunların yaydığı elektromanyetik dalgalardan sağlığımızın olumsuz etkilenmesi beklenmiyor.

### Kaynaklar

*Exposure to high frequency electromagnetic fields, biological effects and health consequences (100kHz-300 GHz)*, ICNIRP, 2009  
Sevgi, L., *Elektromanyetik Kirlilik, Cep Telefonları ve Baz İstasyonları*, TÜBİTAK MAM, 2000  
Atakan, Y., "Almanya'da cep telefon sistemleri-baz istasyonları çerçevesinde ölçüm sonuçları" *Cumhuriyet Bilim Teknik*, 19.07.2003

Atakan, Y., "Cep telefonu kullanımı beyinde tümör oluşturuyor mu?" (interfon Araştırması) *Cumhuriyet Bilim Teknoloji*, 22 Ocak 2010  
SAR değerleri: <http://www.gnrk.gazi.edu.tr/sar.htm>  
Almanya Radyasyondan Korunma Kurumu Yayınları (www.bfs.de)  
Interphone Study (www.iarc.fr/en/research-groups/RAD/RCAD.html)



Dr. Yüksel Atakan Türkiye'nin ilk radyasyon fizikçilerindedir. 1961'de AÜ Fen Fakültesi Fizik bölümünü bitirdikten sonra Türkiye Atom Enerjisi Kurumu (TAEK), Çekmece Nükleer Araştırma Merkezi ve Ankara DSİ Radyoizotop Laboratuvarı'nda görev yaptı. 1972'de Heidelberg Üniversitesi'nde doktora yaptıktan sonra nükleer santrallerin projelendirilmesinde Almanya'da 25 yıl çalıştı. 1981 ve 1984'te Akkuyu'da planlanan nükleer santralin işletme öncesi "doğal radyasyon ölçümü planlaması" ve "santral seçiminde radyasyona karşı önlemler" konusunda IAEA ve TAEK uzmanı olarak görevler üstlendi. Emekli olduktan sonra 2004'te Heidelberg'de yapımı süren "Hızlı-Ağır İyonlarla Kanser İyileştirme Merkezi Projesi"nde danışmanlık yaptı. Üç kitabı (ikisi çeviri), ABD, Almanya ve Türkiye'de yayımlanmış teknik ve bilimsel yazıları vardır.



Thinkstock