

5G Mobil İletişim Radyasyonu Vücudumuzu Ne kadar Etkileyebilir?

Yüksel Atakan, Dr.Radyasyon Fizikçisi, Almanya

Mobil iletişim sistemlerinin son aşamasının 5G (5.Generation / 5.Kuşak) olduğu biliniyor. Bu sistemler bugün çeşitli ülkelerde kullanılmaya başlandı,Türkiye’de de bir yıl içinde ilk bölümünün İstanbul hava alanında kurulacağı medyada yer aldı.

5G sisteminde, 1 ile 100 GHz (GigaHerz *) aralığında frekanslardaki ‘iyonlayıcı olmayan radyasyonlar’ kullanılıyor (**). Bu sistemde çalışan baz istasyonları, cep telefonları, WLAN ve laptop gibi tüm aletler, milimetre dalga boylarında Elektro Manyetik (EM) radyasyonlar yayınlıyarak bir birleriyle iletişim sağlıyorlar. 5G sisteminin yapısı ve dünyaya ne gibi yenilikler getireceğiyle ilgili ayrıntılı bilgiler, diğer bir yazımızda bulunuyor /1/.

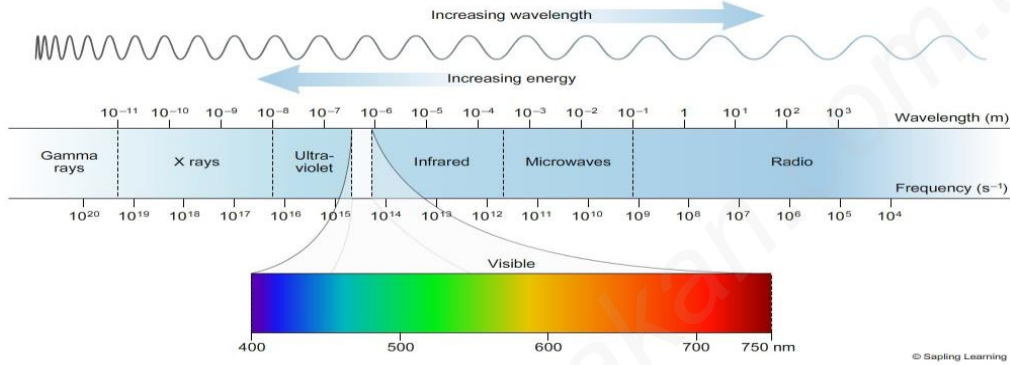


1 ile 100 GHz arasındaki frekansları da içine alan 300 GHz’e varan yüksek frekanslardaki radyasyonların vücutta etkilerinin araştırıldığı bilimsel çalışmalar, canlılar üzerinde (vivo) ve laboratuvarlarda (vitro), mobil iletişim sistemlerinin henüz ortaya çıkmadığı 1950’lerden beri sürüyor. Cep telefonlarından yayınlanan radyasyonun, insanların sağlığı üzerindeki etkileri, belirli aralıklarla ve ayrıntılı tıbbi kontrollerle son 20 yıldır, 1,5 milyon kişi üzerinde (epidemiolojik çalışmalarla) araştırılıyor. Öte yandan, İsveç’li araştırmacıların 94 bilimsel yayını inceleyip, değerlendirdiği bir çalışmayla, Avrupa Birliği Bilim Kurulunun da bir Teknik Raporundaki değerlendirmeler bu araştırmaların ayrıntılarına ışık tutuyor.

Bu yazımızda, tüm bu bilimsel araştırmaların sonuçlarıyla, bunları belirli aralıklarla değerlendirmekte olan Uluslararası İyonlayıcı Olmayan Radyasyondan Korunma Kurulu’nun (ICNIRP) yayımladığı /2/ ve ilgili tüm ülkelerde ölçütler (standartlar) olarak kabul gören, bir dizi bilimsel raporundaki, bazı sonuçları ve belirlenen sınır değerleri kısaca aktarmaya çalışarak, bu konudaki bugünkü bilimsel düzeyi, nesnel olarak, okuyucularımıza yansıtmayı amaçlıyoruz. Yazımızda ayrıca, bilinen ‘ısı etki’i’nin dışında, ‘tümör oluşumu’ gibi olumsuz sonuçlar elde ettiklerini, yaptıkları yayınlarla açıklayan araştırmacıların bu bulgularının, diğer çok sayıda araştırmalarla doğrulanamadığına ve bunların bu nedenle, standartlara giremediğine de değinip, doğal ve yapay tüm radyasyonlarla birlikte yaşadığımızı, bunları birlikte değerlendirmemizin doğru ve önemli olacağını da vurgulayacağız.

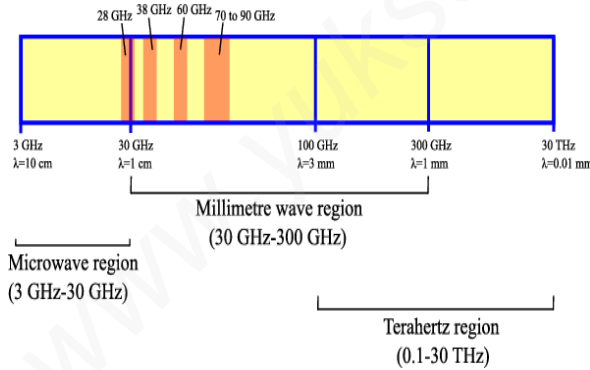
Elektro Manyetik Radyasyon'un frekansı arttıkça enerjisi de artıyor EM radyasyonun vücuda etkisinin az mı ya da çok mu? olduğu incelenirken her şeyden önce enerjisine bakmak gerekir. Şekil 1'den görüldüğü gibi frekans arttıkça, radyasyonun enerjisi de artıyor. Mikrodalgaların sınırındaki 5G radyasyonunun enerjisi vücudun içlerinde giremeyecek kadar az. Bu nedenle bunlar, daha çok deride soğuruluyorlar. Şekil 1'in sol yanındaki mor ötesi, X ve Gama radyasyonlarının ise enerjileri, 5G radyasyonunun enerjisinden en azından milyon, milyar kat daha fazla (Ayrıntılar için Ek 1' b'ye bkz), bu nedenle bunlar vücudun içlerine kolayca girebiliyorlar, hücrelerde bozulmalara neden olabiliyorlar.

Şekil 1: EM radyasyonlar (ışınlar) spektrumu. Şekilde radyasyonların sola doğru frekans ve enerjileri artarken, dalga boyları gitgide kısalıyor



Şekil 2a: 5G Mobil iletişim frekansındaki mm dalgalarına yakından bakış. Milimetre dalgaları 30 ile 300 GHz arasındadır. (Bu frekanslardaki EM radyasyonun bir fotonunun/taneciğinin enerjisi ise sadece 0,001 eV kadar az).
Şekil 2b: 4G, 5G baz istasyon antenlerinin görünümü.

Şekil 2a



Şekil 2b



Farklı frekanslı radyasyonlar, farklı etkiler..

Farklı frekanslardaki EM radyasyonun vücuda etkisi farklı oluyor. Örneğin evlerimizdeki elektrik kablolarının çok yakınlarında uzun süre kaldığımızda, bunlardaki düşük frekanslı elektrik akımı (50 Hz), sinirlerimizi ve kaslarımızı ürpertirken, çok yüksek frekanslarda çalışan cep telefonları fazla kullanıldığında, hücrelerimizdeki su moleküllerini ve diğerlerini yüksek hızlarda titreştirerek, sürtünme ya da hareket enerjisiyle vücudumuzun sıcaklığını artırabiliyor (ısı etki) /3/. Milimetre dalgaları sonucu derinin sıcaklığının 0,1 C derece artımını insan duyumsayabiliyor. Bu nedenle 1 derece C sıcaklık artımının sınır değeri olarak benimsenip, belirlenmiş olması yeterli miktarda güvenlik sağlıyor. İnsanın normal vücut sıcaklığı 37 derece C olmasına karşın, deri yüzeyinin sıcaklığı 30 ile 35 derece C arasında olup, ağrı ya da acı veren sıcaklık 43-45 derece C arasında. Bundan daha fazlası ise vücutta bazı bozulmalara (hasara) neden olabiliyor

5G frekans bandında olsun ya da olmasın genellikle cep telefonları radyasyonunun insan vücudunu etkileme derecesi, telefonun verici gücüne, bu ise telefonla baz istasyonu arasındaki iletişimin kalitesine bağlı. İyi bir iletişimde telefon daha az radyasyon yayarken, kötü bir iletişimde (yani telefonumuz iyi çekmediğinde!!) baz istasyonunu arayıp bulabilmek için elektrik gücünü yükseltmek zorunda kalıyor ve daha çok radyasyon yayıyor. Bina içlerinde duvarlar ve çift katlı pencereler de radyasyonu engellerken, baz istasyonuna uzaklık arttıkça da iletişimin kalitesi bozuluyor. İletişimin kurulması sırasında da güç epey yükseliyor ve vücuda etki de artıyor. Daha sonra güç düşüyor ve vücuda etki azalıyor.

Uluslararası İyonlayıcı Olmayan Radyasyondan Korunma Kurulu'nun (ICNIRP) raporlarındaki değerlendirmelerden çıkan iki önemli sonuç /2/

1950'li yıllardan beri 300 GHz frekanslara kadar EM radyasyonların vücuda etkilerinin araştırdığı çok çeşitli bilimsel araştırmaların ve bunlardan kazanılan deneyimlerin ışığında, yapılan değerlendirmeler sonucunda elimizde iki ana ölçüt (standart) ve sınır değerler bulunuyor:

1. SAR (Specific Absorption Rate): EM-Radyasyonun vücuttaki Özgül Soğurulma Hızı ya da vücudun kg'ı başına, vücuda aktarılan güç (Watt/kg) olup, yarım saat sonunda soğurulan bu miktar enerji sonunda, **vücuttaki sıcaklık artımı 1 derece C değerini aşmamalıdır (sınır değer)**.
2. PD (Power Density): Baz istasyonundan ya da cep telefonundan ya da Laptop gibi aynı frekans bandında çalışan aletlerden yayınlanan EM-Radyasyonun vücuda girdiği noktadaki dokuyu geçerken cm² başına aktarmakta olduğu ,elektrik güç yoğunluğu'dur (miliWatt/cm²).

Halk için PD değeri 1 miliWatt/cm² 'yi geçmemelidir

(Sınır değerlerin ayrıntıları yazımızın sonunda çerçeve içinde bulunuyor).

5G mobil iletişim sistemlerindeki baz istasyonlarından ve aynı frekans bandında çalışan cep telefonlarından ve laptop gibi diğer aletlerden yayılan 1 ile 100 GHz frekansları arasındaki EM radyasyonun vücudumuza olabilecek etkisiyle ilgili olarak da yukarıdaki iki ölçüt geçerlidir. Ancak bunların herbirinin elektrik gücü ve yayılan radyasyonun güç yoğunluğu (power density) ve vücuda uzaklık ile çevrelerinde bulunma süresi farklı olduğundan etkinin de farklı olacağı göz önüne alınmalıdır.

WLAN, DECT, Laptop ve cep telefonlarının vücuda yakın olması durumunda SAR değerleri yaklaşık olarak 1 ile 0,0001 W/kg arasında değişiyor (Her cep telefonun SAR değeri internetten bulunabilir).

Cep telefonlarının kulaklıkla kullanılması durumunda, kulağa dayanmasına karşın, baştaki radyasyon etkisinin 1/8 ile 1/20 arasında kaldığı saptanmıştır.

Bluetooth kulaklığı kullanıldığında SAR değerleri en azından 1/10 iniyor.

ABD ve İtalya'da hayvanlar üzerinde EM radyasyonla yapılan deneyler

ABD'de, 3000 fare, çok aşırı dozda EM radyasyonla günde 9 saat olmak üzere 2 yıl ışınıldılar. Almanya'da aşırı dozda (güç yoğunluğunda) ve uzun süreli ışınlamaya hayvanlar için de izin verilmiyor. İtalya'da da benzer bir çalışma yapıldı ve araştırmacılar gerçekten de radyasyonla kanser arasında bir ilişki buldular. Bu sonuç, en azından, erkek fareler için geçerliydi. Ancak bu araştırmaların sonuçları insanların hem bu yüksek dozlarda hem de bu uzun sürelerde ışınlanmaları gerçekte söz konusu olmayacağından, insanlara aktarılamıyor. Öte yandan araştırmacıları şaşırtan bulgu, aşırı ışınlanan farelerin ışınlanmayanlardan daha uzun yaşamalarıydı.

Dünya Sağlık Örgütü'nün Sınıflandırması (WHO/IARC)

2011 yılında Dünya Sağlık Örgütü'nün (WHO) kanserle ilgili araştırmaları değerlendiren alt kuruluşu olan IARC, genel olarak mobil iletişim sistemi radyasyonunu '**potansiyel kanser yapabilir**' sınıfına koymuştur. Ancak bu sınıflandırma, genel olarak kanser yapabilir anlamında olup, bir insanın günde, ayda, yılda gerçekten ne şiddette (PD: power Density /Güç yoğunluğunda) ve ne süreyle EM radyasyona hedef olduğu belirlenebilirse ve bu çok yüksekse bir anlam taşımaktadır. Bu nedenle geniş toplulukları kapsayan epidemiyolojik araştırmalarla alınan sonuçlar, IARC'nin bu genel sınıflandırmasından çok daha önemlidir (Sınır değerlerle ilgili ayrıntılı bilgiler için Radyasyon ve Sağlığımız kitabımıza bkz./3/.

Epidemiyolojik araştırmalar (sürekli cep telefonu kullanan çok sayıda kişinin sağlık ve yaşam durumlarının yıllarca incelenmesi ve sonuçlar çıkarılması)

Cep telefonlarının kullanıldığı son 20 yıldan fazla bir süredir araştırmacılar 1500 kadar bilimsel çalışmayla mobil iletişim sistemlerinden yayınlanan EM radyasyonun insana etkisini bilimsel olarak çok çeşitli yönleriyle inceliyorlar.

Bu konuda, 1,5 milyon kişiyi kapsayan ve 10 yıl süreyi aşan, özellikle aşağıdaki 3 büyük epidemiyolojik çalışma bulunuyor/3-6/:

1. Uluslararası interfon araştırması
2. Danimarka araştırması
3. Kadınlar araştırması (Women Study).

Bunlardan elde edilen sonuçlara göre EM radyasyonun 'ısı etki'yle vücut sıcaklığını arttırdığı kanıtlanmıştır. Cep telefonlarını 10 yılı geçen kullanım sürelerine rağmen, incelenen insanlarda cep telefonlarından yayınlanan EM radyasyonun kanser, tümör gibi bulguları normalin üstüne yükselttiği belirlenmemiştir. İnterfon araştırmasında, cep telefonu kullanımı sonucu 'baş bölgesinde' tümör oluşum riskini belirleyebilmek amacıyla 1997'den beri 13 ülkedeki 100 kadar bilimsel araştırmada 2708 glioma ve 2409 meningioma bulunmuş ve bunların birbirleriyle uyduğu da belirlenmiş olmasına rağmen, bu bulguların normalin üzerinde bir artışı göstermediği sonucuna varılmıştır.

Danimarka mobil iletişim sistemini kullananlar arasında yapılan ve insanların merkezi sinir sistemini inceleyen kapsamlı bilimsel araştırmadan da tümör artımıyla ilgili bir sonuç çıkmamıştır.

Women Study adlı İngiltere'deki geniş kapsamlı araştırmada ise orta yaşlardaki 800.000 kadın incelenmiş, bunlarda, mobil telefonları kullanmaları sonucu, sadece, glioma and akustik neuroma oluşması riskinin oldukça yüksek olabileceği sonucu çıkarılmıştır /6/.

Bilim kurullarının ve araştırmacıların açıklamaları

Uluslararası iyonlayıcı olmayan radyasyondan korunma kurulu'nun (ICNIRP) yanı sıra, bu konuda çalışmalar yapan Dünya Sağlık Örgütü (WHO), Almanya Radyasyon Korunma Kurulu ve bir çok araştırmacı, mobil iletişim radyasyonu sonucu, kanser hastalıklarının arttığıyla ilgili bir kanıt bulunamadığını açıklıyorlar. Kanserli sayısının, son 20 yıldır gitgide artan cep telefonu kullanımıyla orantılı olarak artmadığı, bir çok doktorun açıkladığı çok daha fazla kanser olayının ise, insanların gitgide daha sık muayene edilmelerinin ve yaşlarının da gitgide artması sonucu olduğunu açıklayan uzmanlar ve kurumlar da bulunuyor. Öte yandan hayvanlar üzerinde yapılan ve aşırı şiddette (PD) ve uzun sürelerde ışınlama deneylerinde elde edilen sonuçların insanlara, doğrudan aktarılamayacağı da açık.

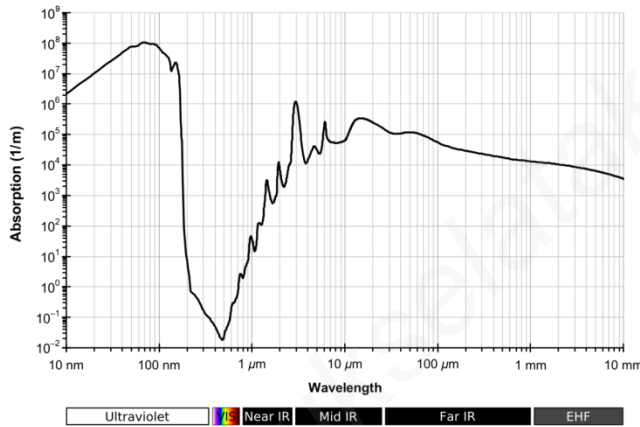
Avrupa Birliği bilim kurulu raporundaki açıklamalar /11/

288 sayfalık açıklama ve değerlendirmelerin yapıldığı bu rapordan özetle:

EM radyasyonların madde ile etkileşme mekanizmalarının iyice bilindiği ve 300 GHz frekansına kadar tüm frekanslarda ısı etkisi dışında da başka etkiler olduğunu açıklayan çalışmalar bulunduğu, ancak bunların insanlar için geçerli olmadığını, tümör oluşumlarının da kanıtlanamadığı vurgulanıyor

Milimetre dalgaların deriye etkisi

5G frekanslarında (mm dalga boylarında) EM radyasyon, zaten çok düşük olan enerjisinin büyük bir bölümünü, vücut yüzeyinin (derinin) ilk mm'sinde bırakıyor. Hatta, örneğin 42 GHz frekansındaki EM radyasyonun büyük bir bölümü, derinin 0,4 mm kalınlığını geçemiyor (Şekil 3), bir bölümü de deriden yansıyor. Bu nedenle, bu düşük enerjilerdeki radyasyonların akciğer ya da beyin gibi organlardaki DNA ,larda kırılmalar yapabileceği ve genlerde herhangi bir hasar oluşturabileceği fiziksel olarak olası değil. Şekil 3'de görüldüğü gibi en sağdaki EHF:Extremly High Frequency (mm dalgaları) $1/8 \times 1000 \text{ m} = 0,125 \text{ mm}$ kalınlığında soğuruluyor.



Şekil 3: EM radyasyonun suda soğurulması (absorpsiyonu). Apsiste EM radyasyonun dalga boyları, ordinatta 1/metre olarak soğurulma kalınlığı gösteriliyor (Derimizin özgül kütlesi (yoğunluğu) suya yakındır: 1.02 g/cm^3) ve vücudumuz da yaklaşık % 60 sudan oluşuyor)

Milimetre dalgaların gözlere etkisi

Vücuttaki diğer dokularla karşılaştırıldığında gözler, deri gibi, vücudun dış yüzeyinde yer aldığından EM radyasyondan doğrudan etkilenebilirler. Gözler, EM radyasyonun oluşturduğu ısı enerjisini, deri ve diğer organların iyi iletkenliğine karşın, hızlı bir kan dolaşımıyla diğer organlara aktaramadıklarından bozulabilirler. Bu nedenle gözlerin fazla EM radyasyon dozu almamaları gerekir. Bugüne kadar yapılan yoğun araştırmalarda, yukarıda belirtildiği gibi ancak hayvanların gözleri yoğun EM radyasyona hedef olması dışında, gözlerde bir bozulma belirlenmemiştir.

İsveçli araştırmacıların 94 bilimsel yayını değerlendirmeleri

5G mobil iletişim frekanslarını da içine alan 6 ile 100 GHz arasında, canlılar (vivo) üzerinde ve laboratuvarında (vitro) çok sayıda araştırmacının yapmış olduğu çalışmaların sonuçlarının yayınlandığı 94 bilimsel makalenin incelenmesinde, radyasyonların vücuda etkileriyle ilgili olarak bu çalışmalardan bir birleriyle uyumlu bir sonuç çıkmadığını ve ısı etkileri dışında da bilimsel olarak geçerli ya da kanıtlanmış başka bir etki ortaya konulamadığını İsveç'li araştırmacılar yayınladıkları ayrıntılı bir teknik raporun sonunda açıklıyorlar /6/.

5G den yayınlanan EM radyasyon, radyoaktif maddelerden yayınlanan radyasyonlarla karıştırılmamalı

Mobil iletişim sistemlerinden (5G dahil) yayınlanan yüksek frekanslı radyasyonlar, radyoaktif maddelerden yayınlanan alfa, beta ve gama gibi vücudun derinliklerine kadar girebilen iyonlayıcı (ya da atomlardan elektron söken çok daha yüksek frekanslardaki ve enerjilerdeki) radyasyonlar değildir. Bu nedenle mobil iletişimdeki radyasyonlara iyonlayıcı olmayan EM radyasyonlar deniyor ve bunlar birbirleriyle karıştırılmamalı.

Mikrodalga fırınlarla karşılaştırma da doğru değil

Mikrodalga fırınlar her ne kadar 5G frekans bandındaki 2,45 GHz frekansında çalışıyorlarsa da, hem fırının elektrik gücü (örneğin 1.000 Watt), hem de radyasyonun şiddeti (güç yoğunluğu) mikrodalga fırınlarda, 5G radyasyonu ile karşılaştırılamayacak kadar yüksektir (yaklaşık 5.000 mWatt/cm²). Elektrik alan şiddeti de fırınlarda 2000 V/m kadar çok yüksektir.

5G sisteminde ise Güç Yoğunluğu (PD:Power Density) sınır değeri ise sadece 1.0 mW/cm². Bu nedenle - 5G radyasyonu beynimizi kaynatacak! gibi söylemlerin gerçek durumla bir ilgisi bulunmuyor.

E5 radyasyonu ve Corona Kurgusu /10/

Bu konuda daha önce yayımlanan yazımızda ayrıntılar bulunmakla birlikte, okuyucularımıza burada kısa bir bilgi aktaralım:

5G mobil iletişim sistemlerinden yayınlanan **1-100 GHz** frekanslarındaki EM radyasyonun akciğer ya da beyin gibi organlara kadar girip oksijen moleküllerini ve diğerlerini bozarak insanları öldürdükleri ya da Corona virüsün yayılmasını hızlandırdıkları kurgularının (spekülasyonlarının), bilimsel bir dayanağı bulunmuyor.

Özellikle Uzak Doğu'da 5G iletişim radyasyonunun insan vücudu için çok tehlikeli olduğunu düşünüp, baz istasyonlarını yıkıp, yakanların, normal yaşamlarında yakınlarında sadece bir kaç dakika geçirdikleri baz istasyonları yerine, bütün gün sık sık kulaklarına dayadıkları cep telefonlarını, her ne kadar hiç doğru bulmuyorsak da kırmaları, gerekmez miydi?!. Çünkü aynı frekans bandında çalışan cep telefonları kendilerini, baz istasyonlarından en azından 1.000 kat daha fazla etkileyebilirler. Baz istasyonlarına ise insanlar en azından 10-100 metre uzaktalar ve etki, uzaklığın karesiyle ters orantılı olarak azalıyor. Öte yandan EM radyasyonların, virüsleri taşıyarak dünyaya hızla yayması gibi bir kurgunun da hiç bir bilimsel yanı olmadığını, lise öğrenimi görmüş herkes bilir.

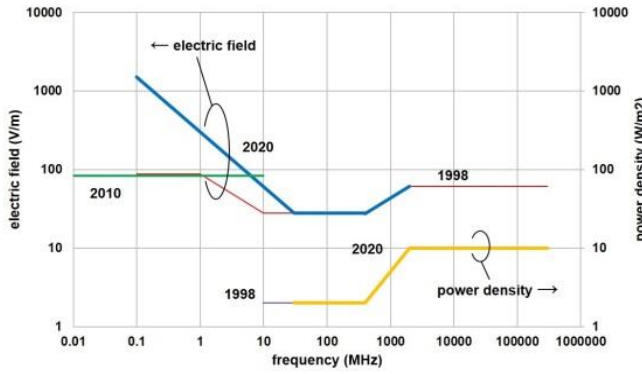
SONUÇLAR

Yukarıda açıklanan ve 300 GHz'e varan frekanslardaki EM radyasyonun vücuda etkileriyle ilgili olarak, henüz mobil iletişim sistemlerinin ortaya çıkmadığı 1950 yılından beri süregelen sayısız bilimsel araştırma sonuçları ve uluslararası ilgili kurumlarca (ICNIRP, WHO) belirlenen sınır değerler gözönüne alındığında ve aşılmadığı sürece, 5G mobil iletişim sistemlerinden yayınlanan 1 ile 100 GHz frekansları arasındaki radyasyonların da vücutta 'ısı etki' de dahil herhangi bir hasar yapma olasılığı (riski) son derece azdır.

Çok daha fazla sayıda küçük antenlerle çalışan 5G sistemiyle de zamanla araştırmalar yapıldığında alınacak sonuçlara göre yeni bilgi ve bulguları kuşkusuz ICNIRP kurumu değerlendirip ilgili teknik raporlarında açıklayacaktır.

Bugün literatürde cep telefonlarının ve baz istasyonlarının insana ısı etki dışında da olumsuz etkileri olduğuyla ilgili bulguları elde ettiklerini ileri süren her bir araştırma raporuna karşın, bu çeşit bulguların bulunamadığını ileri süren, 2-3 kat daha fazla bilimsel yayın bulunuyor.

Uluslararası iyonlayıcı olmayan radyasyonlarla ilgili ölçütleri (standartları) belirleyen ICNIRP kurumunun, sınır değerlerle ilgili yıllara göre gelişmeleri ve 2020 sonuçları Şekil 4’de özetleniyor. Sağ ordinatta görüldüğü gibi 2020 yılında belirlenen 5G yüksek frekanslarında yayınlanan EM radyasyonun özgül güç yoğunluğu için sınır değer (PD: Power Density): $10 \text{ W/m}^2 = 1 \text{ mW/cm}^2$ ’ dir. Bu sınır değeri çok düşüktür ve uzun süre aşılmadığında vücutta herhangi bir hasar beklenmiyor /4-9/.



Şekil 4: Uluslararası iyonlayıcı olmayan radyasyonlardan korunmayla ilgili ölçütleri (standartları) belirleyen ICNIRP kurumunun, sınır değerlerle ilgili yıllara göre gelişmeleri ve 2020 sonuçları

Tartışma

Baz istasyonlarıyla aynı frekans bandında çalışan cep telefonları, WLAN ve laptop gibi tüm mobil iletişim sistem ve aletlerinin vücuda etkileriyle ilgili bugüne kadar önemli bir hasar belirlenemediyse, bunda önemli iki etkenin rol oynadığı gözönüne alınmalı:

1. Kaynağa uzaklık, 2. Etkilenme süresi.

Çok kişi, cep telefonları dışında, baz istasyonlarının ve diğer aletlerin çok yakınında ve çok uzun süre kalmıyor. Mobil sistemlerin yakınında bir kaç dakika bulunmanın ise, vücuda olabilecek etkisi, her gün çok çeşitli elektrikli aygıtlardan ve vücudumuzdaki doğal radyoaktif maddelerden yayınlanan çok daha girici radyasyonların etkileriyle karşılaştırıldığında çok daha düşüktür.

Radyasyonlarla iç içe yaşıyoruz

Her ne kadar doğal radyoaktif maddelerden yayınlanan radyasyonlar, mobil sistemlerden yayınlanan radyasyonlarla vücuda etkileri bakımından karşılaştırılmaz ise de her ikisi de EM radyasyonlardır. Aralarındaki tek fark doğal radyasyonların çok daha yüksek frekanslarda ya da çok daha enerjide olmalarıdır. Çok daha yüksek enerjili doğal radyasyonların vücuda etkileri ise bunların hücredeki DNA moleküllerine kadar girebilmeleri ve genleri bozabilme riskinin bulunmasıdır.

Çevremizdeki her çeşit maddede hatta vücudumuzda az da olsa bulunan doğal radyoaktif maddelerin yaydığı radyasyonlarla, uzaydan gelen kozmik ışınlar her saniye 10 bin, günde 800 milyon kadar vücudumuza girip çıkıyor, buna rağmen sağlıklı yaşıyoruz. Oturduğumuz evin havasında bulunan doğal radyoaktif maddelerden radon gazı, soluduğumuz havayla ciğerlerimize dolup bizi içten ısınlarken, evin duvarlarında az miktardaki diğer bazı doğal radyoaktif maddeler de bizi dıştan ısınlıyorlar.

Bir akciğer filmi çektiğimizde ise göğüs kafesimiz, röntgen makinasından gelen röntgen ışınlarıyla etkileniyor. Çevremizdeki TV, radyo, laptop, saç kurutma makinası, cep telefonları, baz istasyonları, yüksek gerilim hatları, trafolar gibi daha bir çok araç, gereç ve diğer aletlerden kaynaklanan elektromanyetik alanlarla da iç içeyiz. Hatta her gün kullandığımız ve çok zaman

yollarda sırada beklediğimiz arabalarımızın motorundan gelen düşük frekanslardaki radyasyonlarla da ışınıyoruz. Elektromanyetik alanların vücudumuzda oluşturduğu elektriksel ve manyetik alanlar vücudumuzu etkileyebiliyor. Tüm bu çeşit ışınların vücudumuza etkisi, bunların şiddeti arttıkça, kaynaklarına yaklaştıkça ve yakınlarında kalma süresi uzadıkça artıyor. Yazları deniz kıyısında yatıp güneşlendiğimizde derimizin kızarmasına güneş ışığındaki mor ötesi (ultraviyole) ışınların neden olduğunu, özellikle tatil boyunca, öğle saatlerinde güneşlenmemizin ise deri kanseri yapabileceğini bu konudaki bilimsel araştırmalar gösteriyor.

Bilimsel araştırmalarla ortaya çıkan bulgular, gözlem, deney, karşılaştırma, sonuç çıkarma ve sınanarak kanıtlamaya dayanmalı

Bilim bilindiği gibi gözlem, deneme/deney ve karşılaştırmayla sonuçlar çıkarıyor, bulgular elde ediyor. Bu bulguların başka gözlem ve denemelerle/araştırmalarla da sınanması gerekiyor. Bu nedenle herhangi bir yerde bir grup araştırmacının yaptığı bir araştırmada ulaşılan bulguları, başka bilimsel araştırmalar destekliyorlarsa ya da bunlar yanlışlanamıyorsa geçerliliğini koruyorlar. Özellikle düşük düzeydeki radyasyonun insana etkileri konusunda son yüz yıldır yapılan sayısız bilimsel araştırmacının içinde, başka araştırma gruplarının ilgili konudaki daha çok araştırmalarıyla çelişen çalışmaları ya da bulguları da bulunuyor. Örneğin bazı istasyonlarının insanda yorgunluk, baş ağrısı, uykusuzluk yaptığı gibi bazı araştırmacıların ileri sürdükleri savlar, bilimsel yol ve yöntemleri sınanmış çok daha fazla sayıda araştırmalarla desteklenemediğinden, bunların bugün bilimin eriştiği düzeyde, bir geçerliliği bulunmuyor. Benzer durum nükleer santraller çevrelerinde yaşayan halk grupları için de geçerli. Bu gibi konularda, araştırmacının ayrıntıları ve elde edilen sonuçları, araştırmada kullanılan yol ve yöntemin incelenmesi, bu sonuçlara ulaşmada kullanılan veri adediyle tüm yan etkenlerin gözden geçirilip geçirilmediğinin kontrolünü gerektiriyor. Bunu da ancak yetkili uluslararası kurulların, ilgili bilim dallarında isim yapmış saygın uzmanları birlikte değerlendirebiliyorlar. Bu gibi kurulların yayımladıkları bilimsel raporlar gerekçeleriyle birlikte yanlışlanamadığı sürece, bu raporlardaki bulguları kabul etmek gerekiyor ya da bugünkü bilimsel düzeye göre başka bir seçeneğimiz bulunmuyor.

Bilimin ulaştığı düzeye ve sınır değerlerin altında kaldığımızda vücudumuzdaki hasar riskinin yok denecek kadar az olduğunu açıklayan ilgili bilim kurumlarına güvenmeli, tekil araştırmalarla, bilimsel olarak kanıtlanamamış bulguları açıklayanlara da bilimin gösterdiği sınama ve kanıtlama yolunu önermeliyiz. Her şeyin fazlasının zararlı olduğunu bilerek bu konuda da kararlı olmalıyız.

Ek 1: Mobil iletişim sistemlerindeki EM radyasyon ne cins ve vücudumuzu nasıl etkiliyor?

Her çeşit EM radyasyonun (görünür ışık dahil) foton taneciklerinden oluştuğunu ve her bir fotonun enerjisinin(E), frekansı(f): saniyedeki titreşim sayısı) ve Plank katsayısıyla (h) orantılı olduğunu fizikten biliyoruz:

$$E=hf=\frac{hc}{\lambda},$$

h: Plank katsayısı ($h = 6,626 \times 10^{-34}$ Joule $\cdot$ s veya $4,135 \times 10^{-15}$ eV $\cdot$ s, (eV: elektronVolt: En küçük enerji birimi: $1 \text{ eV} = 1,6 \times 10^{-19}$ Jolule), λ : dalga boyu (m).

Milimetre dalgaların λ : dalga boyu, yukarıdaki bağıntıdan hesaplanabilir:

Örneğin 60 GHz frekansındaki EM radyasyonun

λ : dalga boyu ($= c$ ışık hızı 3×10^{11} mm/s $\times 60 \times 10^9$) 5 mm ,

300 GHz'lik EM radyasyonun dalga boyu: 1 mm.

Milimetre dalgalarının enerjileri 0,1 meV ile 1,2 meV (mili elektron Volt) arasında değişiyor. Örneğin 300 GHz'lik 1 mm dalga boyundaki radyasyonun enerjisi sadece: $4,135 \times 10^{-15} \text{ eV} \times 3 \times 10^{11} \text{ mm} = 1,24 \text{ meV}$ (mili elektron Volt) = 0,00124 eV Fotonların atomlardan elektron sökebilmeleri ya da iyon çiftleri oluşturabilmeleri için ise en azından 12 eV'luk enerji gerektiğinden, GHz frekans düzeyindeki milimetre dalgaları iyonlar oluşturamıyorlar ve bu nedenle spektrumda, iyonlayıcı olmayan radyasyonlar bölümüne giriyorlar.

Ek 2: Sınır değerler

EM radyasyonun vücuda aktardığı enerjinin ölçüsü SAR (Specific Absorption Rate (Watt/kg) /8/:

Özgül Soğurma Hızı'dır. Almanya'da bu değer 2 Watt/kg olarak sınırlanmış olup, vücut sıcaklığının kritik artımında 1 C dereceyi geçmemelidir

Vücutta 30 dakikada 1 derecelik sıcaklık artışına yol açan SAR değeri 4 Watt/kg kadardır. Bu değer temel SAR sınır değeri olarak kabul ediliyor. İlgili mesleklerde çalışanlar için bunun 1/10'u olan 0,4 Watt/kg ve bunun da 1/5'i olan 0,08 Watt/kg halktan bir kişinin "tüm vücut ısınlanması" için sınır değeri olarak kabul ediliyor. Bu ise vücutta 1 derecenin 50'de biri kadar bir sıcaklık artışı demek. Vücudun baş bölgesi için sınır değeri 1,6 Watt/kg.

0,08 Watt/kg'lık sınır değere eşdeğer olarak Volt/m ve Watt/m² birimlerinde sınır değerler türetilmiştir. Bunlar sırasıyla 900 MHz için 41V/m, 4,5 Watt/m² ve 1800 MHz için 58 V/m ve 9,2 Watt/m²'dir. 2 GHz ile 300 GHz arasındaki yüksek frekanslar için türev sınır değerler ise elektriksel alan şiddeti için 61,4 V/m ve güç akısı için 10 Watt/m²'dir (ICNIRP İyonlayıcı olmayan ışınlardan korunma ölçütlerini belirleyen uluslararası üst kurulun önerisi).

Türkiye'de sınır değerler 2001 yılında yayımlanan ilgili yönetmeliğe göre, ICNIRP "yönlendirici sınır değerlerinin" dörtte biri kadardır ve 900 MHz frekansla yayın yapan baz istasyonları için elektriksel alan şiddeti 10 Volt/m'dir. 1800 MHz frekansı için ise sınır değeri 14 Volt/m'dir (Sınır değerlere göre, Türkiye'deki uygulama daha koruyucudur).

Almanya'da 2 ile 300 GHz frekansları arası için Elektrik Alan Şiddeti sınır değeri : 61Volt / metre

(*) 1 Hertz (1 Hz): Saniyede 1 adet titreşen radyasyon. Giga Hertz (1 GHz): Saniyede 1 milyar titreşen/salınan radyasyon

(**) İyonlayıcı olmayan radyasyon: Düşük enerjileri nedeniyle molekül ve atomlardan elektron sökmemeyen EM radyasyon

Kaynakça

- /1 / 5G Mobil iletişim sistemi ve dünyaya getireceği yenilikler neler? HBT portalı, Atakan, 8 Mayıs 2020
 - /2/ / <https://www.icnirp.org/en/activities/news/news-article/rf-guidelines-2020-published.html>
 - /3/ Radyasyon ve Sağlığımız kitabı, Bölüm 10 ve ilgili diğer bölümler, Yüksel Atakan, Nobel Yayınları, 2014
 - /4/ IEEE Microw Mag. 2015 March ; 16(2): 65–84. doi:10.1109/MMM.2014.2377587;
 - /5/ https://mmwavetech.fujikura.jp/?gclid=CjwKCAjwv4_1BRAhEiwAtMDLslz4WvHxZu8hqpwLgbug2HQ311kq_Cz94c3P_NPqkyiZtmXrS_w9RoCcYQQAvD_BwE
 - /6/ <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6765906/pdf/ijerph-16-03406.pdf>
 - /7/ <http://www.emfexplained.info/?ID=2591>
 - /8/ IEEE Standard for Safety Levels with Respect to Human Exposure to the Radio Frequency Electromagnetic Fields, 3 kHz to 300 GHz. 1992. IEEE Standard C95.1
 - /9/ By Kebes at English Wikipedia, CC BY-SA 3.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=23793083>
 - /10/ 5G Mobil İletişim Radyasyonu ve Corona Virüs Kurgusu! HBT portalı 8 Mayıs 2020, Y. Atakan
 - /11/ https://ec.europa.eu/health/scientific_committees/emerging/docs/scenihr_o_041.pdf
- Not: Bu yazımız Bilim ve Gelecek dergisinin aşağıdaki sayfasında 28.05.2020 günü yayımlanmıştır:
<https://bilimvegelecek.com.tr/index.php/2020/05/28/5g-mobil-iletisim-radyasyonu-vucudumuzu-ne-kadar-etkileyebilir/>