

Cep Telefonu Teknolojisi ve Sağlık

Cellular Phone Technology and Health: Review

Dr. M. Esin OCAKTAN,^a
Dr. Recep AKDUR^a

^aHalk Sağlığı ABD, Ankara Üniversitesi
Tıp Fakültesi, ANKARA

Geliş Tarihi/Received: 12.12.2006
Kabul Tarihi/Accepted: 24.01.2007

Yazışma Adresi/Correspondence:
Dr. M. Esin OCAKTAN
Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi,
Halk Sağlığı AD, ANKARA
esin_ocaktan@yahoo.com

ÖZET İyonlaştırıcı olmayan elektromanyetik radyasyon kaynakları, günümüzde cep telefonu ve baz istasyonlarının da devreye girmesiyle gittikçe artarak yaşamımızda yer almaktadır. Bu hızlı değişimin insan sağlığına ne gibi etkileri olacağı bilim çevrelerinde ve toplumda önemli bir kaygı ve merak konusudur. Bu makalede konuya ilişkin teknik bazı bilgiler verdikten sonra sağlık etkileri ile ilgili yapılmış çalışmaları gözden geçirmek planlanmıştır.

Olası sağlık etkileri; radyo frekansa bağlı (doğrudan), radyo frekansa bağlı olmayan (dolaylı) etkiler olarak gruplandırılabilir. Yapılan çalışmalar, doğrudan sağlık etkisi için özellikle kanserler, üreme ve kalp-damar sistemi üzerine olan etkiler, katarakt ve baş ağrısı gibi semptomlar, dolaylı etkiler olarak da trafik kazaları üzerinde odaklanmış olup, bu derlemede incelenmiştir.

Cep telefonu ve baz istasyonları gibi kaynaklardan elektromanyetik radyasyon maruziyeti kişinin bulunduğu konum, bu kaynakların kullanım sıklığı, ev-iş ortamı, zaman, coğrafya gibi pek çok faktörden etkilenmektedir. Çalışma sonuçları radyo frekansa bağlı olası sağlık etkileri yönünden kesin ve tutarlı kanıtlar gösterememekte, ancak kuşkular varlığını korumaktadır. Bu konuda yeni araştırmaların planlanması, sınırlamalar ile ilişkin yasal önlemlerin uygulanması, konunun takibi ve toplumun olası etkilere karşı kullanım ile ilgili önerileri uygulaması önem kazanmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Cep telefonu; iyonlaştırıcı olmayan radyasyon; çevre ve toplum sağlığı

ABSTRACT The effect of nonionizing electromagnetic radiation is gaining importance in our daily life as cellular phones and base stations are included more into our lives. The effects of this fast development in technology cause great concern and curiosity among public and scientific community. In this article, following an initial technical information, studies regarding the effects of electromagnetic radiation on public health will be reviewed.

The effects of cellular phone technology on health may be grouped as direct and indirect. Studies on the health effect of radiofrequency or cellular phone suggest that the direct effects are focused on cancer, reproductive system, cardiovascular system, cataract, and symptoms like headache, while the indirect effects are on traffic accidents.

The possible effects of cellular phones and base stations are strongly related to the frequency of the use of such equipment, the status and proficiency of the person, home and office environment, time and geography. The results of the studies on adverse effects of radiofrequency are not consistent; however, suspects on this issue still exist. Therefore, planning of detailed research on this subject, definition and application of legal limitations, pursue of studies are vital. Additionally, it is important to inform public on the possible adverse effects of electromagnetic radiation and to promote precautions for the use of equipment generating radiation.

Key Words: Cellular phone; radiation, nonionizing; environment and public health

Türkiye Klinikleri J Med Sci 2008, 28:58-65

Cep telefonları 20. yüzyılın sonlarında kullanılmaya başlanarak, hızla yayılan ve giderek yaşamımızın bir parçası haline gelen teknoloji ürünleridir. Giderek artan fonksiyonlarıyla yaşamı bir yandan kolaylaştırmakta, diğer yandan vazgeçemediğimiz bu teknolojinin uzun erimde sağlığı ne gibi etkileri olacağı toplumda yoğun merak uyandırmaktadır. Bu makalede toplumun ve sağlık alanının gündemini uzun zamandır meşgul etmekte olan bu konu hakkında güncel bilgilerin sistematik olarak sunulması amaçlanmıştır.

GENEL BİLGİLER

RADYASYON VE TÜRLERİ

Bir elementin özelliklerini taşıyan en küçük ögesi atomdur. Pozitif yüklü atom çekirdekleri negatif yüklü elektronlarla birlikte nötr olan atomları oluşturmaktadır. Bir atom çekirdeğinin kararsız durumdan daha kararlı bir duruma geçerken elektromanyetik dalga veya parçacık şeklinde enerji yayılmasına radyasyon (ışınım) denir. Radyasyon, iyonlaştırıcı radyasyon ve iyonlaştırıcı olmayan olmak üzere 2 grupta toplanabilir.

İYONLAŞTIRICI RADYASYON

Madde içinden geçerken enerjisini ortama aktarmak yoluyla ortamdaki atomları doğrudan veya dolaylı yollarla iyonlaştıran radyasyon türüdür. Örneğin; X ve gama ışınları ile alfa, beta ve nötron parçacıklarının yayılması gibi.

İYONLAŞTIRICI OLMAYAN RADYASYON

Yeterince enerjisi olmadığı için ortamdaki atomları iyonlaştırmayan radyasyon türüdür. Örneğin; radyo dalgaları, mikrodalgalar, kızıl ötesi ışık, mor ötesi ışık (ultraviyole) ve görünür ışık.^{1,2}

İyonlaştırıcı radyasyon fiziksel ve biyolojik yarınma süresi, dozu, girciliği ve kütlesi ile bağlantılı olarak insan sağlığına kanıtlanmış çeşitli zararlar verebilir. İyonlaştırıcı olmayan radyasyon, yani radyo frekans dalgalarının yaydığı radyasyon, X ve gamma ışınlarından tamamen farklıdır. İnsan vücudunda iyonizasyona neden olmaz. Bilim ve teknolojideki gelişmelerle beraber günlük yaşamda gerek işyerinde gerek ev ortamında kullanımda

olan cihazları düşünürsek, elektromanyetik dalgalarla adeta kuşatıldığımız söylenebilir. İyonlaştırıcı olmayan radyasyon yaydığı bilinen tüm sistemler, özellikle de 1990'lı yılların başından bu yana gelişen ve hızla yaygınlaşan cep telefonları ve baz istasyonlarının insan sağlığı açısından birtakım risklere yol açabilme olasılığı bilim dünyasında çok sayıda tartışmalara ve halen süregelen çok sayıda araştırmanın yapılmasına neden olmuştur.^{1,2}

İyonlaştırıcı olmayan radyasyon olarak ifade edilen elektromanyetik radyasyon kaynakları nelerdir?

- Sabit telekomünikasyon cihazlarının (baz istasyonları ve cep telefonu) antenleri,
- Radyo, televizyon ve telsiz verici istasyonlarının antenleri,
- Elektrik iletim hatları ve trafo merkezleri,
- Elektrikli trenler,
- İndüksiyon fırınları ve indüksiyon kaynak makineleri,
- TV, bilgisayar ekranları,
- Radar sistemleri,
- Uydu iletişim sistemleri,
- Tıpta kullanılan bazı cihazlar,
- Endüstride yüksek radyo frekansta çalışan bazı sistemler,
- Elektrikli ev aletleri (mikrodalga fırın, traş makinesi, saç kurutma makinesi vb.).²⁻⁴

Yapılan araştırmalar iyonlaştırıcı olmayan radyasyon kaynaklarının oluşturduğu elektromanyetik alanların çevre ve insana etkilerinin, kaynak yoğunluğu ve işletme frekansına bağlı olabileceğini belirtmektedir.^{3,4}

a. Düşük frekanslı elektromanyetik ışıınımlar (0 Hz-10 kHz): Düşük frekans alanları insan vücudunda saç telinin havalanması gibi yüzeysel etkilere neden olmaktadır. Bu ışıınımların zararlı etkisinden korunmak için, daha az maruziyet yani birtakım kısıtlamalar önerilmektedir. Bu kısıtlamalar, vücutta oluşan akım yoğunluğu ve özgül soğurulma oranı gibi büyüklükler cinsinden verilmekte, ancak bunlar ölçülemediğinden, ölçü-

lebilen dış elektrik ve manyetik alan güç yoğunluğu kullanılmaktadır.

b. Yüksek frekanslı elektromanyetik ışınlamalar (10 kHz-300 GHz): RF alanlar 10 GHz üzerinde deri yüzeyi tarafından absorbe olur ve enerjinin küçük bir kısmı alta yerleşen dokulara penetre olur. Bu etkinin tamamı olumsuz sağlık sonuçları ortaya çıkar anlamına gelmemektedir. Temel ölçüm birimi metrekare başına güç yoğunluğu (W/m^2) ya da zayıf alanlar için metrekare başına miliwatt (mW/m^2) ya da microwatt/metrekare (μ/m^2). Katarakt ya da deri yanığı gibi olumsuz sağlık sonuçları 10 GHz üzerinde RF alan, 1000 Watt üzerinde güç dansitesi maruziyeti sonucu oluşur.⁴

Yüksek frekans alan tüm vücutta ya da bölgesel ısı oluşur. Frekansa bağlı olarak vücut sıcaklığı kontrol sistemi etkilenmektedir. Bu zararlı etkileri azaltmak için elektromanyetik ışımanın belli bir değerde olmasını öngören standartlar geliştirilmiştir.

CEP TELEFONLARI

Cep telefonları düşük güçlü RF sinyalleri gönderen ve alan cihazlardır. Elektromanyetik dalga spektrumu içinde radyo dalgaları grubunda yer alır. Günümüzde kullanılan cep telefonları 800-1900 MHz frekans aralığında çalışmaktadır. Cep telefonları acil haberleşme aygıtlarına göre düşük (1 Wattan daha az), telsiz telefonlara göre yüksek güçle çalışır. Cep telefonu operatörleri tipik olarak 0.25 W güçte işletilir. Yeni dijital sistemlere göre analog sistemler daha yüksek güçte işletilir. Eski telsiz telefonlar da analog standartlara göre işletilir. Modern bir dijital işletimin verdiği güç, iş ortamında evden daha yüksektir.³

Cep telefonundan radyasyona hedef olma miktarı cep telefonunun ilettiği sinyalin gücüne bağlıdır. Ana istasyondan gelen zayıf frekanstaki dalgalar cep telefonu tarafından güçlendirilerek ana istasyona geri iletilmektedir. Ana istasyondan uzaklaştıkça veya dağ, tepe, bina gibi engeller arttıkça telefonun güç düzeyi artmaktadır. Baz istasyonlarından maruziyet gün içinde değişmekte, gece boyunca elde edilen en düşük değerler gündüz 2 katına çıkmaktadır (geceleri 1000-1300 hr, gündüzleri 1800-2200 hr). Binalarda, bina yapısının tipine bağlı olarak güç yoğunluk düzeyi dışarıdan 100 ka-

ta kadar daha düşük olabilir. Binaların üst katlarında maruziyet 2 kat kadar fazla bulunmuştur. Kullanıcı hareket halindeyken ve kırsal alanda kentsel alana göre güç yoğunluğu daha fazladır. Çünkü baz istasyonundan uzaklık, RF trafiği güç yoğunluğunu etkiler. Cep telefonlarının çevreye yaydığı radyasyon dışında ana istasyonların çevreye yaydığı dalgalara da maruz kalınabilir. Yüksek yerlere yerleştirilen istasyonlar ufuk çizgisine göre 6°'lik bir açı ile radyasyonu yaydıklarından yakın çevrelere önemli derecede elektromanyetik dalga yaymaz ve genel olarak yüksek enerji hatlarının oluşturduğu elektrik ve manyetik alana eşit kabul edilebilir.³

Cep telefonları ile baz istasyonlarının radyasyon yayma şekilleri farklıdır. Cep telefonları konuşma süresince ve açık durumda belli aralıklarla radyasyon yayarken, baz istasyonları sürekli radyasyon yayar. Baz istasyonları cep telefonu ile iletişimi sağlayan düşük güçlü radyo antenleridir. Kapsama alanlarının büyüklüğüne göre birkaç wattan 100 Watt'ın üzerine ulaşabilen RF dalgaları yayarlar. Baz istasyonu antenlerinin arka yüzlerinde, yukarı veya aşağı doğrultularında önemli sayılabilecek bir RF radyasyonu olmadığından etrafındaki binaların içinde ve yan yüzlerindeki RF alan şiddeti normalde düşüktür. Baz istasyonundan uzaklaştıkça RF alanı şiddeti önce artar, belirli bir uzaklıktan sonra düşer.³

Baz istasyonlarının sayısı arttıkça, her istasyonun üstlendiği iş hacmi azalır ve böylece aygıtlar tam kapasite ile çalışmak zorunda kalmaz. Cep telefonunda radyasyon bağlantı aşamasında en üst seviyeye çıkar ve bağlantı sağlanınca azalır. Dolayısıyla numarayı çevirir çevirmez telefonu hemen kulağa tutmamak gerekir. Açık olan bir cep telefonu belirli aralıklarla içinde bulunduğu hücrenin baz istasyonuna sinyal gönderir. Bu yüzden cep telefonu kullanıcılarının RF ile etkileşimi baz istasyonu yakınında yaşayanlara göre çok yüksektir. RF alan şiddeti, cep telefonlarına uzaklık arttıkça hızla düşmektedir.

ETKİ MEKANİZMASI

Cep telefonlarından yayılan başlıca RF enerjisi vücut tarafından soğurularak ısı oluşturur. Bu ısı ter-

moregülatuar sistem tarafından bertaraf edilir. Su içeriği fazla olan dokulardaki (beyin, göz, kas, kan, deri, sinir dokusu), su içeriği az olan dokulara göre daha fazla sıcaklık artışı olur. Termal etkileri üzerine var olan bulgular hücre, doku ya da vücut düzeyinde 1 °C ya da daha fazla sıcaklık artışı olduğu yönündedir. Risk ile ilgili sınır değer rehberleri, bu termal etkilere dayanır. Deneysel çalışmalar RF alanların tümör başlatıcısı olmadığını, eğer karsinojenik bir etki varsa, bunun tümörü geliştirici ya da karsinojenlerin hücre düzeyinde içeri alınmasının artabileceğini öngörmektedir.⁵

Cep telefonu başından 10 cm veya daha uzakta, eller serbest kullanan birinin etkileşeceği radyasyon kulağa yapışık tutan birine göre çok düşüktür. Cep telefonlarından kaynaklanan RF alanlar frekansa bağlı olarak 1 cm derinliğe dek ulaşabilir.

Cep telefonu tarafından yayılan radyasyonun yaklaşık olarak %50'si kullanıcının başı ve telefonu tutan eli tarafından soğurulur. Spesifik Absorbsiyon Rate (SAR) dokulardaki RF kaynaklı sıcaklık artışı ile ilişkilendirilen biyolojik etkilerin ölçüm birimi olup, dokunun iletkenliği ile ilgilidir ve iletkenlik dokunun su içeriği ile artar. Birimi, doku kilogramı başına absorbe edilen enerji anlamında W/kg olarak ifade edilir.⁶ Türkiye'de piyasaya yeni sürülen telefonlarda SAR düzeyine ilişkin bilgi vardır. RF soğurduğu iddia edilen cihazlardan bahsedilmektedir, ancak henüz bunların gerekliliği açık değildir.

Yapılan araştırmalar cep telefonu kullanımının beyin aktivitesini, reaksiyon zamanını, uyuma paternlerini etkileyebileceğini ortaya koymuş olmakla birlikte düşük düzeylerdeki bu değişikliklerin sağlık üzerine etkisi net olarak saptanmamıştır. Sağlık üzerine etkileri RF'ye bağlı ve dolaylı etkiler olarak 2'ye ayırmak uygun olacaktır.

SAĞLIK ETKİLERİ

RF maruziyetinin doku ve hücreleri ısıtması ve vücutta buna karşı oluşan fizyolojik tepki zararlı ya da zararsız bazı değişimlere neden olabilir. Tüm vücut ısısı artışı özellikle bebekleri, çocukları, yaşlıları etkileyebilir. Isıyı dağıtma kapasitesi sınırlı organlar olan göz lensi, testis ve sinir sistemi lokal

olarak etkilenmeye daha yatkındır. Sağlık etkileri ile ilgili iddialar beyin aktivitesinde değişiklikler ve bazı kanser türlerine neden olması üzerinde yoğunlaşmaktadır.³

Çocuklar gittikçe artan şekilde elektromanyetik radyasyona maruz kalmaktadır. Santral sinir sistemi gelişme döneminde ve beyin dokusu daha iletken, RF penetrasyonu başın büyüklüğü için relatif olarak daha fazla ve erişkinlere göre yaşam boyu maruziyet daha uzundur.⁷ Cep telefonu kullanımının sağlık ile ilgili ortaya çıkabilecek etkilerini RF'nin doğrudan etkileri ve dolaylı etkiler olarak 2 grupta toplayabiliriz.

1. RF'İN DOĞRUDAN ETKİLERİ

a. Sık görülen semptomlar: Cep telefonunu yoğun kullananlarda yorgunluk, baş ağrısı, kulak üzerinde ve arkasında yanma, bulanık görme, işitme kaybı ve vertigo gibi semptomlar ortaya çıkabilmektedir. Suudi Arabistan'da yürütülen bir çalışmada cep telefonu kullanmakta olan 437 katılımcıda baş ağrısı en sık olmak üzere uyku bozukluğu, gerginlik, yorgunluk ve baş dönmesi semptomlarına rastlanmıştır.⁸ Semptomların sorgulandığı diğer çalışmalardan birinde, İsveç ve Norveçli cep telefonu kullanıcılarında haftada en az bir semptom yaşadığını belirtme oranı sırasıyla %13 ve %31 bulunmuş, en yaygın semptomun kulak çevresinde ısınma olduğu ortaya konmuştur.⁹ Dijital ve analog cep telefonu kullanımını, semptomlar açısından karşılaştıran bir çalışmada, her iki sistemde de herhangi bir semptom için artmış risk görülmemiş, yalnız görüşme sürelerinin uzaması ile haftada en az 1 kez yorgunluk, baş ağrısı, yanma hissi, sıcaklık artışı, gerginlik gibi semptomlar için olasılık oranı artmıştır.¹⁰ Bir çalışmada da, cep telefonu kullanma süresi ile baş ağrısı prevalansı arasında pozitif ilişki bulunmuştur.¹¹ Yapılmış deneysel çalışmalardan birinde, semptomların cep telefonuna maruz bırakılan katılımcılar tarafından subjektif değerlendirilmesi istenmiş, ortalama değerler arasında anlamlı bir fark bulunamamıştır.¹² Bir başka çalışmada da uyku bozukluğu başı çeken semptom olarak ortaya çıkmıştır.¹³

b. Reprodüktif etkiler: Elektromanyetik radyasyona mesleksel maruziyeti bulunan kişiler üze-

rinde olumsuz bazı reproduktif sonuçlar bildirilmiştir. Çeşitli araştırmalarda gecikmiş gebelik, spontan abortus, ölü doğum, babanın maruziyeti sonrası erken doğum, doğum defektleri ve artmış kadın erkek oranları incelenmiş, bu olumsuz reproduktif sonuçlar içinde en güçlü kanıtlar spontan abortus yönünden bulunmuştur. Semen parametreleri incelenen çalışmalardan bazıları sperm yoğunluğunun azaldığını gösterirken, sperm miktarı, morfolojisi, hareketliliği gibi diğer parametrelerde değişik sonuçlar bulunmuştur.³ Deneysel bir çalışmada 900 MHz RF'ye maruz bırakılan ratlarda kontrol grubuna göre testiküler dokuda biyolojik ve morfolojik etkiler görülmüş, ancak spermatogenezis üzerine RF'nin etkili olabileceği savını desteklememiştir.¹⁴

c. Kardiyovasküler etkiler: Bu konuda yine çoğu çalışma mesleki RF maruziyetini incelemiştir. Kalp hastalıkları prevalansının RF ile karşılaşan grupta daha yüksek olduğunu bulan bir çalışma dışında, çalışmaların çoğu kardiyovasküler hastalık veya semptomlar ile RF ilişkisini desteklememektedir.^{3,15}

d. Malignite: Epidemiyolojik kanıtlar kanser ve RF enerji ilişkisini göstermekte sınırlıdır. Hayvan çalışmaları da RF enerjinin termal olmayan yolla kanser sebebi olabileceğini ya da geliştirebildiğini söylemek için tutarlı delil sağlamamaktadır.^{16,17} Ancak epigenetik etki olasılığı bütünüyle değerlendirilmediğinden ve epidemiyolojik çalışmalar sınırlı olduğundan ilave çalışmalar yapmak gereklidir.^{3,18} Tümör söz konusu olduğunda rastladığımız çalışmaların çoğunda beyin tümörü ve akustik nörom riski değerlendirilmektedir. İsveç'teki bir olgu-kontrol çalışmasında cep telefonu kullanılan taraf ile beyin tümörü tarafı arasında ilişki bulunmuştur¹⁹. Daha geniş çapta benzer araştırmalarda, analog ve telsiz telefonlar için beyin tümörü gelişiminde artmış olasılık oranı bulunmuş, dijital telefonlar için ise olasılık oranı artmamıştır. Öte yandan, analog telefon kullanım tarafı ile temporal tümör yerleşimi tarafı, akustik nörom ile analog telefon kullanımı ilişkili bulunmuştur.^{20,21}

Amerika'da yürütülen bir çalışmada temporal loba lokalize tümörler için telefon kullanım tara-

fıyla ilişki bulunmuş, akustik nöromu inceleyen bir diğer çalışmada bu tümör tipi ile telefon kullanım düzeyi ya da tarafı arasında ilişki bulunmamıştır.^{22,23} Amerika'da hastaneye dayalı bir olgu-kontrol çalışmasında analog olanlar da dahil cep telefonunun kümülatif kullanımı ile histolojik tip ya da anatomik lokalizasyon ilişkisi görülmemiştir.²⁴ Finlandiya'da yürütülmüş bir olgu-kontrol çalışmasında ulusal ağ abonelik kayıtlarına göre kullanıcılar belirlenmiş, beyin tümörleri için analog telefon kullanımı ile odds oranı 2.1 (%95 GA,1.3-3.4), dijital telefon kullanımı ile odds oranı 1, gliom için her iki tip telefon kullanımı ile odds oranı ise 1.5 (%95 GA,1-2.4) olarak bulunmuştur. Görüşmelerin sıklığı, süresi, ortak abonelik bilgilerinin olmaması yanında dijital telefonun kullanım süresi henüz çok kısadır.²⁵ Amerika ve Danimarka'da yürütülmüş 2 ayrı kohort çalışmasında telefon kullanıcılarında kanser mortalitesi ve standardize insidans oranları arasında fark görülmemiştir.^{26,27} Uveal melanom, parotid gland tümörü ve lösemiye inceleyen diğer bazı çalışmalarda da cep telefonu kullanımının riski artırıp artırmadığını destekleyen güvenilir ve tutarlı sonuçlara ulaşılamamıştır.³ Akciğer, testis, meme kanseri ve oküler kanserler mesleki RF'ye maruz kişiler üzerinde yürütülen çalışmalarda ilişki olasılığına kesin yanıt sağlanamamaktadır.³

e. Katarakt: Göz lensinin ısıya duyarlı olması nedeniyle, RF'nin katarakt insidansını artırıcı potansiyel bir etkisinden söz edilebilir. Bazı çalışmalar, mesleki RF maruziyeti ile sınırda artmış bir etkiden söz etmektedir.³

2. DOLAYLI SAĞLIK ETKİLERİ

a. Dikkat dağınıklığına bağlı kazalar olabilir. Avustralya'da yürütülen bir çalışmada 17 yaş ve üzerinde olup, cep telefonu kullanan ve trafik kazası geçirerek hastaneye başvuran hastanede görüşülerek ve cep telefonu kullandığı şirket kayıtlarından doğrulanan 456 sürücü ile bir çalışma yapılmış ve kazadan önce cep telefonu kullanımının 4 kat artmış risk ile ilişkili olduğu bulunmuştur (OR=4.1, %95 GA: 2.2-7.7). Eller serbest kullanım kaza riskini azaltmamaktadır.²⁸ "International Association for Research on Cancer (IARC)" çok merkezli bir

çalışma yürütmekte ve beyin ve tükürük bezi tümörleri ile ilişki olup olmadığını incelemektedir. Bu çalışmanın bir katılımcısı İsrail olup, bu teknolojinin yalnızca trafik kazalarında risk artışı ile ilişkili olduğu, bunun da yayılan radyasyon düzeyiyle ilişkili olmadığı sonucunu bildirmiştir.²⁹

b. Kişilerde pace-maker, implante defibrilatör, işitme cihazları etkilenebilir.

c. Yoğun bakım ünitelerinde, taşıtlarda bazı sistemleri etkileyerek dolaylı zararlara neden olabilir.

d. Psikolojik etkiler: Stres, anksiyete, uyku bozukluğu RF etkisi olarak ortaya çıkabileceği gibi, ulaşamaz olduğunda, aradığı kişiye ulaşamadığında stres ve kaygı gibi psikolojik etkiler ortaya çıkabilir.¹³

MARUZİYET KONTROLÜ İÇİN ALINAN ÖNLEMLER

Maliye Bakanlığı'nın TBMM'ye sunduğu yıllık ekonomik rapor verilerine göre 2005 yılı Temmuz ayında cep telefonu abone sayısı 40.4 milyondur ve her gün 27.114 kişi GSM abonesi olmaktadır.³⁰

Elektromanyetik alanların insan sağlığına etkileri konusunda birçok ülkede oluşturulan standart ve sınır değerlerin yanı sıra uluslararası standartlar ve sınır değerler de vardır. Uluslararası alanda Uluslararası İyonlaştırıcı Olmayan Radyasyondan Korunma Komitesi (ICNIRP) tarafından belirlenen sınır değerler birçok Avrupa ülkesinde ve dünyanın diğer ülkelerinde en yaygın kabul gören değerler arasındadır. ICNIRP, WHO ve ILO tarafından resmen tanınmakta olup, kılavuzları değişik disiplinlerden bilim adamlarıyla oluşan bir ekip tarafından hazırlanmıştır. ICNIRP kılavuzunda sınır değerler verilmiştir.³¹

Çevre Bakanlığı, Sağlık Bakanlığı, İçişleri Bakanlığı, üniversiteler ve diğer tarafların katıldığı toplantılar sonucunda Telekomünikasyon kurumu tarafından baz istasyonlarının da içinde yer aldığı "10 kHz-60 GHz frekans bandında çalışan Sabit Telekomünikasyon Cihazlarından Kaynaklanan Elektromanyetik Alan Şiddeti Limit Değerlerinin Belirlenmesi, Ölçüm Yöntemleri ve Denetlenmesi Hakkında Yönetmelik" 12 Temmuz 2001 tarih ve

24460 sayılı Resmi Gazete'de yayınlanmıştır.³² Yönetmelikte yer alan sınır değerlerin belirlenmesinde ICNIRP kılavuzunda yer alan değerler esas alınmıştır. Aynı yönetmelik ICNIRP kılavuzuna ek olarak cihaz başına sınır değerleri kapsamıştır. Yönetmelikte yer alan sınır değerler ve Güvenlik Mesafesi hesabı kullanılmak suretiyle sabit telekomünikasyon cihaz ve sistemlerinin civarında insanların emniyet ve güvenle sürekli bulunabilecekleri güvenli alanlar belirlenebilmektedir. Telekomünikasyon kurumu sabit bir telekomünikasyon cihazı veya sistemi kurma iznini insanların yaşadığı yerler ve tüm bina ve bahçe ekleriyle birlikte okul öncesi ve temel eğitim kurumlarının güvenli alanda bulunduğundan emin olunması halinde verilmektedir. Yer seçimi yapılırken mahalli çevre kurullarının da görüşü alınır. Baz istasyonlarının verilen sınır değerlere uygun olup olmadığına dair ölçümler Telekomünikasyon kurumu veya onun yetki verdiği kurum ve kuruluşlar tarafından yapılmaktadır. Ortamın toplam elektrik alan şiddeti limit değerinin aşılması halinde herhangi bir süre verilmeden baz istasyonunun faaliyeti durdurulmaktadır. Sağlık etkilerine yönelik değerlendirmeler 29.05.2000 tarih ve 7384 sayılı "İyonlaştırıcı Olmayan Radyasyon-Elektromanyetik Kirlilik" konulu Sağlık Bakanlığı Genelgesi doğrultusunda yapılmaktadır.³³ İyonlaştırıcı olmayan radyasyonun kontrol, azaltılma tedbirleri, bu konuda yönetim ve acil müdahale planları, ilgili kurum ve kuruluşlarla eşgüdümlü çalışmalar, ölçüt ve standartların belirlenmesi, ölçüm, veri toplama, değerlendirme Çevre ve Orman Bakanlığı'nın görev ve yetkileri arasındadır. Bu konudaki hükümlere, 08.05.2003 tarih ve 25102 sayılı Resmi Gazete'de yayımlanarak yürürlüğe giren Çevre ve Orman Bakanlığı Teşkilat ve Görevleri Hakkında Kanun'da yer verilmektedir.³⁴

Dünya Sağlık Örgütü Uluslararası Elektromanyetik Alan Projesi 1996 yılında başlatılmıştır. Projenin amaçları arasında; elektromanyetik radyasyon kaynaklarının olası sağlık etkileri hakkında uluslararası eşgüdümlü bir tepki sağlamak, bilimsel literatürü değerlendirerek sağlık etkileri üzerine bir durum raporu oluşturmak, mevcut bilgi açıklarını kapatacak ve sağlık riskini daha iyi değerlendirecek

araştırma gereksinimini saptamak, araştırma programları oluşturmayı teşvik etmek, maruziyet için uluslararası kabul edilebilir standartlar gelişmesini kolaylaştırmak, korunma programlarının yönetimi için ulusal otoritelere bilgi sağlamak yer almaktadır. Projeye başlangıçta 44 ülke katılmakta iken, 1999'da Türkiye'nin de dahil olmasıyla 45 ülke katılmaktadır ve süresi 10 yıldır. Projeyi 8 uluslararası kuruluş ile 8 merkez desteklemektedir.³⁵

SONUÇ VE ÖNERİLER

Şuan Türkiye'de cep telefonu kullanıcı sayısı 40 milyona ulaşmıştır. Radyo frekans ile ilişkili teknoloji çeşitliliği ve yaygınlığı hızla artarken, bu konudaki endişeleri haklı çıkaran bir yanıt bulunamamıştır. Ancak güçlü, güvenilir ve birbiriyle tutarlı çalışma sonuçları ile bu riskin olmadığı da söylenememektedir. Araştırmaların iyi planlanması, RF maruziyet düzeyinin ölçümlere dayandırılması, özellikle çocukların risk altında olduğu düşünülerek araştırmalarda incelenmesi gereği vardır. Çocuklar olası olumsuz etkilere karşı; gelişim dönemlerini tamamlamamış olmaları ve cep telefonunu yoğun kullanmaları nedeniyle risk grubudur. Maruziyetin diğer kaynaklarının da birleştirilmesi önemli bir ayrıntıdır.

Cep telefonları 1990'lı yıllara dek düzenli kullanılmadığı için bir kanserin kendini belli etme sü-

resine göre kısa bir zaman periyodunda gerçekleştiği söylenebilir. Çalışmalara bakıldığında analog telefonlar için en uzun kullanım süresi olan 15 yıla kullanıcıların çok az bir kısmında rastlanmıştır.

Şu anki bilgilerimize göre, kuşku varlığını korumakta ve konu ciddiyetle takibi gerektirmektedir. Yeni araştırmaların yapılması, maruziyetin sınırlandırılmasına ilişkin yasal önlemlerin alınması ve uygulanması, konunun takibi ve toplumun olası etkilere karşı kullanım ile ilgili önerileri uygulaması önem kazanmaktadır.

Toplumun şu konularda bilgilendirilmesi gereklidir:

- Gereksiz görüşmelerden kaçınılmalı, görüşmeler kısa tutulmalıdır.
- Anne-babalar çocuklarını olası bir riskten korumak için taşınabilir telefon kullanımını sınırlandırmalıdır.
- Arama yerine mesajla haberleşme tercih edilmelidir.
- Eller serbest özelliği olan telefonlar tercih edilmelidir.
- Konuşma sırasında telefon olabildiğince baştan uzak tutulmalıdır.
- Taşınabilir telefonların taşıtlarda kapalı tutulmasına özen gösterilmelidir.

KAYNAKLAR

1. Atahan L, Berk U, Bilir N, Onaran L, Sanalan Y, Şaylı BS, Yıldız AN. Bilir N, editör. Radyasyon ve Sağlık. Ankara;1994. p:1-20. (HASAK - Sağlık ve Sosyal Yardım Vakfı Teknik Rapor No:1)
2. Knave B. Radiation, non-ionizing. In: Stellman JM, McCann M, Warshaw L, Brabant C, eds. Encyclopedia of Occupational Health and Safety. 4th ed. Geneva: ILO; 1998. p.491-9.
3. Ahlbom A, Green A, Kheifets L, Savitz D, Swerdlow A; ICNIRP (International Commission for Non-Ionizing Radiation Protection) Standing Committee on Epidemiology. Epidemiology of health effects of radiofrequency exposure. Environ Health Perspect 2004;112:1741-54.
4. WHO-Fact sheet N183. Electromagnetic fields and public health: Geneva 1993, and the report of the Scientific Review under the auspices of the international EMF Project of the WHO, Germany, 1998.p.1.
5. Blettner M, Berg G. Are mobile phones harmful? Acta Oncol 2000;39:927-30.
6. Lai H. Neurological effects of radiofrequency electromagnetic radiation. Paper presented to the workshop on possible biological and health effects of RF electromagnetic fields. Project Team: Mobil Phone and Health Symposium. Austria, 1998. p.1-2.
7. Kheifets L, Repacholi M, Saunders R, van Deventer E. The sensitivity of children to electromagnetic fields. Pediatrics 2005;116:e303-13.
8. Al-Khlaiwi T, Meo SA. Association of mobile phone radiation with fatigue, headache, dizziness, tension and sleep disturbance in Saudi population. Saudi Med J 2004;25:732-6.
9. Oftedal G, Wilén J, Sandström M, Mild KH. Symptoms experienced in connection with mobile phone use. Occup Med (Lond) 2000;50:237-45.
10. Sandström M, Wilén J, Oftedal G, Hansson Mild K. Mobile phone use and subjective symptoms. Comparison of symptoms experienced by users of analogue and digital mobile phones. Occup Med (Lond) 2001;51:25-35.
11. Chia SE, Chia HP, Tan JS. Prevalence of headache among handheld cellular telephone users in Singapore: a community study. Environ Health Perspect 2000;108:1059-62.
12. Koivisto M, Haarala C, Krause CM, Revonsuo A, Laine M, Hämäläinen H. GSM phone signal does not produce subjective symptoms. Bioelectromagnetics 2001;22:212-5.
13. Rööslö M, Moser M, Baldinini Y, Meier M, Braun-Fahrlander C. Symptoms of ill health ascribed to electromagnetic field exposure--a questionnaire survey. Int J Hyg Environ Health 2004;207:141-50.

14. Ozguner M, Koyu A, Cesur G, Ural M, Ozguner F, Gokcimen A, et al. Biological and morphological effects on the reproductive organ of rats after exposure to electromagnetic field. *Saudi Med J* 2005;26:405-10.
15. Johansen C. Electromagnetic fields and health effects--epidemiologic studies of cancer, diseases of the central nervous system and arrhythmia-related heart disease. *Scand J Work Environ Health* 2004;30 Suppl 1:1-30.
16. Repacholi MH, Basten A, GebSKI V, Noonan D, Finnie J, Harris AW. Lymphomas in E mu-Pim1 transgenic mice exposed to pulsed 900 MHz electromagnetic fields. *Radiat Res* 1997;147:631-40.
17. Utteridge TD, GebSKI V, Finnie JW, Vernon-Roberts B, Kuchel TR. Long-term exposure of E-mu-Pim1 transgenic mice to 898.4 MHz microwaves does not increase lymphoma incidence. *Radiat Res* 2002;158:357-64.
18. Moulder JE, Foster KR, Erdreich LS, McNamee JP. Mobile phones, mobile phone base stations and cancer: a review. *Int J Radiat Biol* 2005;81:189-203.
19. Hardell L, Mild KH, Pahlson A, Hallquist A.. Ionizing radiation, cellular telephones and the risk for brain tumours. *Eur J Cancer Prev* 2001;10:523-9.
20. Hardell L, Mild KH, Carlberg M. Case-control study on the use of cellular and cordless phones and the risk for malignant brain tumours. *Int J Radiat Biol* 2002;78:931-6.
21. Hardell L, Mild KH, Carlberg M. Further aspects on cellular and cordless telephones and brain tumours. *Int J Oncol* 2003;22:399-407.
22. Muscat JE, Malkin MG, Thompson S, Shore RE, Stellman SD, McRee D, et al. Handheld cellular telephone use and risk of brain cancer. *JAMA* 2000;284:3001-7.
23. Muscat JE, Malkin MG, Shore RE, Thompson S, Neugut AI, Stellman SD, et al. Handheld cellular telephones and risk of acoustic neuroma. *Neurology* 2002;58:1304-6.
24. Inskip PD, Tarone RE, Hatch EE, Wilcosky TC, Shapiro WR, Selker RG, et al. Cellular-telephone use and brain tumors. *N Engl J Med* 2001;344:79-86.
25. Auvinen A, Hietanen M, Luukkonen R, Koskela RS. Brain tumors and salivary gland cancers among cellular telephone users. *Epidemiology* 2002;13:356-9.
26. Dreyer NA, Loughlin JE, Rothman KJ. Cause-specific mortality in cellular telephone users. *JAMA* 1999;282:1814-6.
27. Rothman KJ, Loughlin JE, Funch DP, Dreyer NA. Overall mortality of cellular telephone customers. *Epidemiology* 1996;7:303-5.
28. McEvoy SP, Stevenson MR, McCartt AT, Woodward M, Haworth C, Palamara P, et al. Role of mobile phones in motor vehicle crashes resulting in hospital attendance: a case-crossover study. *BMJ* 2005;331:428.
29. Leventhal A, Karsenty E, Sadetzki S. Cellular phones and public health. *Harefuah* 2004;143:614-8, 620.
30. Maliye Bakanlığı Araştırma Planlama ve Koordinasyon Kurulu Başkanlığı. Yıllık Ekonomik Rapor-Hizmetler-Haberleşme. Ekim 2005. p.49
31. International commission on Non-ionizing Radiation Protection. ICNIRP Guidelines. Guideline for limiting exposure to time-varying electric, magnetic and electromagnetic fields (up to 300 GHz). *Health physics* 1998;74:494-522.
32. Resmi Gazete, 12 Temmuz 2001 tarih, 21460 sayılı; 10 kHz-60GHz Frekans bandında çalışan Sabit Telekomünikasyon Cihazlarından Kaynaklanan Elektromanyetik alan Şiddeti Limit Değerlerinin Belirlenmesi, Ölçüm Yöntemleri ve Denetlenmesi Hakkında Yönetmelik.
33. Sağlık Bakanlığı, 29.05.2000 tarih ve 7384 sayılı İyonlaştırıcı Olmayan Radyasyon-Elektromanyetik Kirlilik konulu genelge.
34. Resmi Gazete, 08.05.2003 ve 25102 sayılı; Çevre ve Orman Bakanlığı Teşkilatı ve Görevleri Hakkında Kanun.
35. WHO-Radiation and Environmental Health. The International EMF Project. Progress report 2002-2003. p.1-16