

CEP TELEFONU VE BAZ İSTASYONLARININ İNSAN SAĞLIĞI, ÖZELLİKLE DE ÜREME SAĞLIĞI ÜZERİNE ETKİLERİ

Melih Aksoy, Selin Donma, Esra Karataş, Elif Sungur, Zeki Sönmez
Danışman: Öğr. Gör. Dr. Sare Mihçioğur

ÖZET

Milyonlarca yıllık evriminden beri insanoğlu, dünyanın doğal yapısından kaynaklı ve doğanın hassas dengesini etkileyen geniş çeşitlilikte elektromanyetik alanlara (EMA) maruz kalmıştır. Bunun yanı sıra, teknolojinin de gelişmesiyle insan kaynaklı EMA oluşturan aletlerin kullanımı toplumsal yaşamı kolaylaştırmanın yanında birçok sağlık sorununu da beraberinde getirmiştir.

Bu çalışmada, EMA oluşturan ve günümüzde yaygın kullanılan cep telefonları ve baz istasyonlarının insan sağlığı, özellikle de üreme sağlığı üzerine etkileri konusunda mevcut bilimsel çalışmaların irdelenmesi ve korunma yolları hakkında öneriler oluşturulması amaçlanmıştır.

Cep telefonu dünyada yaygın olarak kullanılmaktadır ve hayatın vazgeçilmez bir parçasıdır. Dünyada 5 milyarın, Türkiye’de ise 65 milyonun üzerinde aktif cep telefonu vardır. Bu teknoloji radyofrekans (RF) sinyalleri ile baz istasyonları arasında bilgi alışverişini içeren geniş bir kablosuz ağa dayanmaktadır. Dünya çapında 1,4 milyonu aşkın baz istasyonu mevcut olup, bu sayı üçüncü nesil teknolojiye geçiş ile önemli ölçüde artmıştır. Endişeler ise gündelik hayatta giderek daha büyük bir öneme sahip olmaya başlayan cep telefonlarının yaydığı RF dalgaların insan sağlığı üzerindeki etkilerinden kaynaklanmaktadır.

Cep telefonu kullanımı (doza bağlı olarak) konsantrasyon eksikliğine, uyku bozukluğu, halsizlik, kan basıncında artışa ve baş ağrısına yol açabilmektedir. Baz istasyonlarının çevresinde yaşayan insanlarda baş ağrısı, iştahsızlık, halsizlik, sinir bozukluğu, uyku bozukluğu, kulaklarda uğultu ve çınlama, tansiyon bozukluklarına neden olduğu belirlenmiştir. Ayrıca, epidemiyolojik çalışmaların tüm sonuçlarında uzun vadeli -kronik- (10 yılı aşkın) cep telefonu kullanıcılarında tümör gelişimi riskinde belirgin bir artışın olduğu gözlemlenmiştir. Cep telefonlarından yayılan RF dalgaların özellikle üreme sistemini etkileyerek erkeklerde testis dokusunu bozduğu, sperm hücrelerinin sayısını azalttığı, hareket yeteneklerini ve canlılığını etkilediği, morfolojisini değiştirdiği ve bunun sonucu olarak kısırlığa neden olduğu çeşitli araştırmalarda tespit edilmiştir.

Cep telefonlarının insan sağlığı üzerindeki olumsuz etkilerinden korunmak için bedenden olabildiğince uzakta, özellikle gözlerden, göğüs ve üreme organlarından uzak tutulması, ön cep yerine arka cepte taşınması, kısa konuşmalar için kullanılması gibi önlemler alınabilir.

Anahtar kelimeler: Cep telefonu, baz istasyonu, insan sağlığı, üreme sağlığı

GİRİŞ

Dünyanın doğal yapısından kaynaklı elektrik ve manyetik alanlar tüm canlıların yaşamında önemli yer tutmaktadır. Milyonlarca yıllık evriminden beri insanoğlu, doğanın hassas dengesini etkileyen geniş çeşitlilikte elektromanyetik alanlara (EMA) maruz

kalmıştır. Bu alanların, kimi zaman sağlık üzerinde pozitif etkileri de olsa, coğrafi stres alanları olarak bilinen bu alanlar insan sağlığını negatif etkileyerek “toplum hastalıklarına” da neden olabilmektedir (1,2).

Teknolojinin de gelişmesiyle insan kaynaklı. EMA oluşturan aletlerin kullanımı yaşantımızın ayrılmaz bir parçası haline gelmiştir. Söz konusu teknolojik aletler toplumsal yaşamı kolaylaştırmanın yanında birçok sağlık sorununu da beraberinde getirmiştir (3).

Bu çalışmada, EMA oluşturan cihazların ve günümüzde yaygın kullanılan cep telefonları ve baz istasyonlarının insan sağlığına olan olumsuz etkileri konusunda mevcut bilimsel çalışmaların irdelenmesi ve korunma yolları hakkında öneriler oluşturulması amaçlanmıştır.

Amaçlar:

Cep telefonları ve baz istasyonlarından yayılan radyo frekans (RF) dalgalar sonucunda EMA'nın:

- a) insan vücudunu ve fonksiyonlarını nasıl etkilediğinin belirlenmesi,
- b) insan vücudunda yarattığı olumsuz sonuçların belirlenmesi,
- c) kadın ve erkek üreme sağlığı üzerine etkilerinin belirlenmesi,
- d) olumsuz etkilerinden korunma yolları hakkında öneriler oluşturulması

GENEL BİLGİLER

Cep telefonu dünyada yaygın olarak kullanılmaktadır ve hayatın vazgeçilmez bir parçasıdır. Son verilere göre dünyada 5 milyarın, Türkiye’de ise 65 milyonun üzerinde aktif cep telefonu vardır (4). Bu teknoloji radyofrekans (RF) sinyalleri ile baz istasyonları arasında bilgi alışverişini içeren geniş bir kablosuz ağa dayanmaktadır. Her ülkede, her markada ve modelde farklı frekans değerleri ile çalışmaktadır. Dünya çapında 1,4 milyonu aşkın baz istasyonu mevcut olup, bu sayı üçüncü nesil teknolojiye geçiş ile önemli ölçüde artmıştır (5). Endişeler ise gündelik hayatta giderek daha büyük bir öneme sahip olmaya başlayan cep telefonlarının yaydığı RF dalgaların insan sağlığı üzerindeki etkilerinden kaynaklanmaktadır (6).

Çevremizdeki elektrikli aletler ve onların kablolarının, iş ve büro makinelerinin, enerji iletim ve dağıtım hatlarının, bilgisayarların, cep telefonlarının, baz istasyonlarının vs. yaydığı EMA’lar vardır. Her geçen gün artmakta olan bu EMA’lar ve dalgalar EM kirliliği oluşturmaktadır. Bu duruma bağlı olarak, elektrikli aletlerin, makinelerin ve istasyonların sayısının artması insanların RF sinyallerine maruz kalma oranını da arttırmaktadır. Son araştırmalar, baz istasyonlarından yayılan RF dalgalarına maruz kalma düzeylerini uluslararası ölçütlere göre %2 ile %0.002 arasında göstermektedir. Kablosuz teknolojiler sebebiyle oluşan RF alanlara maruz kalmanın sağlık problemlerine sebep olacağı düşünülmektedir (5, 6).

Radyofrekans Dalgaları ve Elektromanyetik Alan Nedir?

Radyofrekans dalgalarının etki mekanizmaları, “ışınım (radyasyon)” prensibine dayandırılarak açıklanmaktadır. Işınım; enerjinin dalga (ya da parçacık) şeklinde yayılması olarak tanımlanır. EM ışıma da elektrik ve manyetik alan dalgalarının birlikte ilerlemesidir.

Bu ilerleme ışık hızıyla olur. Belli bir noktadan 1 saniyede geçen dalga sayısı da o ışmanın frekansıdır ve Hz ile gösterilir (7). Radyo frekansı, 3 Hz ile 30 Ghz aralığındaki frekanslara verilen isimdir. Bu frekans aralığı, radyo dalgalarını oluşturmak ve yakalamak için kullanılan alternatif akım elektrik sinyallerinin frekansına karşılık gelir. Bu aralığın büyük bir bölümü çoğu mekanik sistemin kullandığı frekansların dışında kaldığı için, RF genellikle elektrik devrelerindeki titreşimler için kullanılır (8).

EMA ise elektrik yükü olan parçacıkların çevrelerinde yarattıkları ve diğer yüklü parçacıklar üzerinde kuvvet uygulayan bir etkidir. EMA, enerjinin varlığını göstermek için kullanılan bir terimdir. EMA'nın iki bileşeni vardır. Bunlar Elektrik Alan (EA) ve Manyetik Alan (MA)'dır. Elektrik ve manyetik enerjinin bir arada bulunduğu ortama EMA denir. EMA'lar, her an her yerdedir. Bu alanlar doğal olarak oluşmakla birlikte yapay bir kaynaktan da çıkabilirler. EMA, her elektrik akımı esnasında ortaya çıkar. Buzdolabı, saç kurutma makinesi ve bilgisayar gibi günlük hayatta kullanılan elektrikli aletler fişe takıldığı zaman yapay kaynaklardan EMA oluşturulmuş olunur. Bunların yanında doğal EMA'lar da vardır. Örneğin yıldırım doğal bir EMA yaratır. Güneşten gelen ışık da bir çeşit doğal EMA'dır (9).

Yüksek gerilim hatları (YGH), cep telefonları, baz istasyonları, bilgisayarlar, telsizler, çağrı cihazları, radarlar, mikrodalga fırınlar, radyo-tv uydu antenleri ve bunların vericileri, elektrikli ısıtıcılar, elektrikli battaniyeler, çamaşır ve bulaşık makineleri, buzdolapları, saç kurutma makineleri, elektrikli tıraş makineleri, trafolar, tıbbi görüntüleme yöntemleri (MR, tomografi, radyolojik görüntüleme, diatermi ünitelerinde), kısaca tüm elektrikli aletler ve tüm akım taşıyan kablolar birer elektromanyetik dalga (EMD) kaynağıdır (5, 10).

Her madde gibi insanın da bir manyetik alanı bulunmaktadır. Vücudun sinir sisteminde de EMA oluşması gözlenebilir. Bunların yanında vücudumuz besinlerin yanmasıyla oluşan ısıyı, vücut sıcaklığını 37°C de sabit tutmak için sürekli dışarıya vermek zorundadır. Bunu da kızılötesi EMD yaymakla gerçekleştirir (5).

Cep Telefonları

Günümüzün en önemli EMD kaynaklarından biri de cep telefonlarıdır. Cep telefonları mikrodalgalarla çalışır. Ülkemizde cep telefonları 450, 900 ve 1800 MHz frekans bandında çalışmaktadır. Cep telefonlarından yayılan RF dalgalar kullanılan telefonun frekansına bağlı olarak değişmektedir. ABD'de genel olarak bu değer 900-1900 MHz arasında iken, diğer ülkelerde 850-1800 MHz arasındadır. Daha fazla frekans, daha fazla taşınan enerji demektir (2). Vücut, radyofrekans dalgaları nedeniyle oluşan radyasyonu 3 şekilde emer:

1. RF dalgalarını vücut parçasının büyüklüğüne ve sinyalin dalga boyuna göre,
2. RF dalgaların dokuyla birleşmesine göre,
3. Titreşimle emilime göre.

Dokular tarafından emilen toplam enerji miktarına "Specific Absorbtion Rate (SAR)" denir. Cep telefonlarındaki SAR değeri 0.12 den 1.6 watt/kg'a kadar değişmektedir (6, 11).

Baz İstasyonları

Baz istasyonları, radyo sinyalleri aracılığıyla cep telefonlarını şebekeye bağlar. Bu sayede cep telefonu kullanıcıları, cep telefonlarının sesli arama, SMS, MMS, e-posta, internet, TV ve program indirme gibi özelliklerini kullanabilmektedirler. Baz istasyonları olmadan hiçbir cep telefonu çalışmaz. Bir baz istasyonu, üç ana öğeden meydana gelir:

1. Radyo sinyalleri alıp gönderen bir (veya birkaç) anten.
2. Anten(ler)in havada asılı kalması için direk ve benzeri destek yapıları.
3. Baz istasyonunu ve radyo teçhizatını çalıştıracak ekipman.

Baz istasyonları, kablolarla veya mikrodalga gibi kablosuz teknolojilerle birbirlerine bağlanırlar. Böylece bir şebeke yaratılmış olur (12).

Mobil telefon sistemlerinde, haberleşmenin yapılacağı alan hücre adı verilen küçük alanlara bölünmüştür. Her hücrenin merkezinde bir baz istasyonu bulunur. Mobil telefonlar haberleşmelerini baz istasyonu üzerinden yaparlar. Baz istasyonları birbirlerine bir ağ yapısı şeklinde bağlıdır (12).

CEP TELEFONLARI VE BAZ İSTASYONLARININ İNSAN SAĞLIĞINA ETKİLERİ

Radyofrekans Dalgalarının (RFD) ve Elektromanyetik Alanın (EMA) İnsan Sağlığına Etkileri

İnsanlarla ilişkilendirilmiş tüm sağlığı tehdit eden RF etkileri, vücut dokularının sıcaklığının artmasına dayandırılmaktadır. Bu sıcaklık artışının etkileri vücutun sıcaklığı ne derecede dağıtabildiğine bağlıdır. Kimi zaman RFD'ların yarattığı bu durum vücutun kendini soğutma sistemini bastırmakta ve doku hasarına neden olmaktadır. Az kan desteğine sahip dokular diğerlerine oranla daha savunmasızdır. Kimi durumlarda göz tabakasındaki lens gibi hiç kan desteğine sahip olmayan dokularda hasar meydana gelebilmekte ve katarakt gibi sorunlar ortaya çıkmaktadır (13).

İyonlaştırıcı radyasyon sonucu atomların yapısı bozulduğundan, iyonlaştırıcı radyasyon da organizmada çeşitli negatif etkilere sahiptir. Bunlardan bazıları embriyo ve sperm oluşumuna olumsuz etkiler, DNA'da hasar, kanser ve ömür uzunluğunda kısalma olarak karşımıza çıkmaktadır. Ayrıca, bu tip alanların beyin normal fonksiyonunu etkileyerek bağışıklık sisteminin yenilenmesini sağlayan melatonin ve diğer endokrin salgılarının salınmasına engel olduğu da üzerinde tartışılan konulardandır (2).

İyonlaştırmayan radyasyonun ise DNA gibi bazı uzun molekül zincirlerinin kırılmasına ve hücre yapısının bozulmasına neden olduğu düşünülmektedir (2).

Cep Telefonlarının İnsan Sağlığına Etkileri

Cep telefonu kullanımı (doza bağlı olarak):

- Konsantrasyon eksikliğine, halsizlik ve baş ağrısına yol açabilir (14).
- Electroencephalogram deseninde değişme ve uykuda rahatsızlık yaratabilir (15).
- Dinlenme halindeki kan basıncında artışa yol açabilir (16).

Baz İstasyonlarının İnsan Sağlığına Etkileri

Baz istasyonların çevresinde yaşayan insanların en önemli şikayetleri baş ağrısı,

iştahsızlık, halsizlik, sinir bozukluğu, uykusuzluk, uyku bozukluğu, kulaklarda uğultu ve çınlama, tansiyon bozuklukları gibi şikayetlerdir. İki yanında da baz istasyonu bulunan bir ilköğretim okulundaki öğrencilerde karın ağrısı, baş dönmesi, mide bulantısı, öksürük, gırtlakta kuruluk gibi şikayetler gözlenmiştir. Yine evinin iki yanında baz istasyonu bulunan bir kalp hastası daha önceleri kalp pilinin 9 yıl dayandığını, ancak son zamanlarda 6 yılda tükendiğini, pil firmasının kendisini yüksek gerilim hatlarından, alıcı-verici istasyonlarından uzak durması için uyardığını, ancak çevreye kurulan baz istasyonları nedeniyle sıkıntılar yaşadığını söylemiştir (17, 18).

CEP TELEFONLARININ ÜREME SAĞLIĞINA ETKİLERİ

Radyofrekans Dalgaları ile İlgili Deneyler ve Memeli Organizması Üzerinde Etkileri

- Yüksek yoğunluklu RF yayılımında, radyasyonun sıcaklığı artırma etkisinin olduğu bilinmektedir. Vücut veya doku sıcaklığındaki bir yükselme, spermatogenezi ters etkileyebilir.
- EMW aynı zamanda "mikrodalga" etkisiyle (özel efekt) vücut sıcaklığını arttırabilir veya vücut sıcaklığının artması ısısal moleküler etkinin mikrodalga etkiyle birleşimiyle oluşabilir.
- Fareler üzerinde yapılan bir çalışmada, Leydig hücrelerinin EMD'lara en hassas hücreler olduğu öne sürülmüş ve bu hücrelerde oluşabilecek bir hasarın spermatogenezi etkileyebileceği öne sürülmüştür.
- Yapılan bir başka çalışmada sıçanlara günlük 3 dakika ve 30 gün boyunca 890-915 MHz arası bir radyasyon uygulandıktan sonra seminifer tüpcüklerin çapında bir azalma meydana geldiği gözlenmiştir. Ayrıca yapılan bir başka çalışmada da 869-896 MHz'lik bir radyasyon uygulanınca seminifer tüpcüklerin yarıçapında azalma ve epitelyumda kalınlaşma görülmüştür.
- Tüm bunların yanında bir çalışmada, cep telefonlarının (1835-1850 MHz) sıçan testisleri üzerinde herhangi bir yan etkisini bulunamamıştır (6).

Cep Telefonları ve Erkek Kısırlığı Arasındaki İlişki

Cep telefonlarından yayılan RF dalgaların insan ve hayvan sağlığına karşı tehdit olması literatüre girmiş kavramlardır. Ayrıca çalışmalar insan üreme sistemini de tehdit ettiğini göstermektedir (6).

Cep telefonlarının erkek kısırlığı üzerine etkileri ile ilgili yapılan araştırmalarda, cep telefonlarından yayılan RF dalgaların geniş bir yelpazede, çeşitli derecelerde üreme sistemi üzerinde etkiye sahip olduğu gösterilmiştir. Bu dalgaların hem termal hem de elektromanyetik dalgaya özgü etkileriyle üreme sistemi üzerindeki etkileşimi gerçekleşmektedir (6).

Cep telefonu kullanımındaki büyük artışla beraber, radyofrekans, elektromanyetik dalgaların yayılımı artmış, insan sağlığı üzerine tehlike oluşturabileceği endişeleri göz önünde bulundurulmuştur. Cep telefonu üzerinde yapılan çalışmalar, cep telefonu kullanımıyla, kısırlık arasında bir bağlantı olabileceğini göstermiştir (6, 19). Bu çalışmalar:

- Sperm sayısının azaldığını,
- Hareket yeteneklerinde düşüşün meydana geldiğini,

- Sperm canlılığının etkilendiğini,
- Sperm morfolojisinin etkilendiğini ortaya koymuştur (6, 19).

Cep Telefonu Kullanımı ve Sperm Kalitesindeki Düşüş

Kısırlık, üreme çağında olan çiftlerin %15'ini etkileyen ve yarısı erkek kısırlığına dayanan bir sorundur. Araştırmalara göre, cep telefonu kullanımıyla, sperm kalitesinde ters orantılı bir durum vardır (6).

- Yapılan yeni çalışmaların birinde 361 erkeğin katılımıyla bir deney ortamı hazırlanmış, cep telefonu kullanımıyla beraber üretilen sperm sayısının azaldığını, spermelerin hareket kabiliyetinde azalma meydana geldiği, canlılıklarında azalmaların olduğu, morfolojilerinde değişimler yaşandığı ve bunların da sperm kalitesini düşürdüğü ve kısırlığa yol açabileceği ortaya konmuştur. Ayrıca bu parametrelerin değerlerinin cep telefonu ile daha çok konuşan erkeklerde daha düşük seviyelerde olduğu gözlenmiştir (6).
- Yine bir başka çalışmada, 371 erkek deneğin kullanıldığı bir deney düzeneğinde, cep telefonu kullanımının sperm hareketleri üzerinde ters etkiye bulunduğu bunun yanı sıra, daha uzun süre kullanan kişilerde bu yeteneğin daha da düştüğü gözlenmiştir (6).
- 13 erkek üzerinde yapılan küçük bir çalışmada, cep telefonlarının 5 gün boyunca, günde 6 saat kullanımı sonucu spermatozoonların hareket yeteneklerinde belirgin düzeyde azalma görüldüğü saptanmıştır (6).
- Bu örneklerle benzer olarak 2 erkeğin 900 MHz'lik bir cep telefonunu 5 dakika kullanmasından sonra alınan sperm örneklerinde, sperm hareketliliğinde belirgin bir azalma saptanmıştır (6).
- Yakın zamanda yapılan bir çalışmada, cep telefonunu bel bölgesine yakın tutan erkeklerde tutmayanlara oranla sperm yoğunluğu daha az olduğu saptanmıştır (6).

Cep telefonu kullanımının yarattığı bu sorunların dışında, RF dalgaların yarattığı sıcaklık artışı, memeli spermatozoasında DNA hasarına neden olmaktadır. Fakat DNA'da bu hasarın oluşma mekanizması tam olarak açıklanamamıştır. Yapılan araştırmalar, insan ve hayvan DNA'nın parçalanmasında artış meydana geldiğini ortaya koymuştur (20, 21).

Yeni yapılan bir araştırmada, RF, EMD'ların 900 MHz olarak 7 gün boyunca ve günde 12 saat uygulandığı bir fare epididimal spermatozoasında, mitokondrial ve nükleer genomda belirgin hasarın meydana geldiği görülmüştür. Spermatozoonlar DNA'da bir hasar oluşturabilecek bir tetiklemeye karşı çok hassastır. Anti-oksidan enzimlerin bulunduğu sitoplazmalarını ve DNA tamir kapasitelerini kaybederler ve herhangi bir ciddi DNA hasarına karşı apoptosis geçiremezler. Spermatozoada oluşan bir DNA hasarı erkek kısırlığı, düşükler ve daha sonra doğan çocuklarda erken yaşta gözlenen hastalıklarla ilişkilendirilmektedir (6).

SONUÇLAR

Cep telefonları insan sağlığına ve özellikle üreme sistemine tehlike oluşturuyor mu, sorusu genel toplumsal bir kaygıyı yansıtmaktadır. Çeşitli araştırmaların sonuçları belli noktaları ortaya koymuş, kullanıma bağlı olarak cep telefonlarının sperm kalitesinde, yoğunlunda düşüklüğe sebep olduğu ve testis dokusunda hasara neden olduğu öne sürülmüştür.

Epidemiyolojik çalışmaların tüm sonuçları öncelikle uzun vadeli -kronik- (10 yılı aşkın) cep telefonu kullanıcılarında sperm kalitesindeki düşüklüğün dışında tümör gelişimi riskinde belirgin bir artışın olduğunu gözlemlenmiştir. Ayrıca, son toplu yayınlar, düşük-yoğun EM radyasyon altında yaşayan canlı hücrelerde önemli metabolik değişiklikler olduğunu da göstermektedir. Bunların yanı sıra, farelerle insanların pratikte karşılaştırılamayacak olması, bu geniş yelpazeye sahip deneylerin tartışılmasına neden olmaktadır. Spermatozoonların RF dalgalara hassaslığı, klinik olarak kısırlıkla karşımıza çıkmakta, hamileliğe, çocuk sağlığına olan negatif etkileri araştırmalarda ortaya konmaktadır. Her ne kadar bu konuda RF dalgaların olumsuz etkilerine ait bulgular olsa da, bu konudaki soru işaretlerini ortadan kaldırmak için genel oluşmuş kanı daha yüksek kalitede araştırmaların yapılmasına devam edilmesi yönündedir.

CEP TELEFONLARI VE BAZ İSTASYONLARINDAN ORTAMA YAYILAN RADYASYONDAN KORUNMA YOLLARI ve ÖNERİLER

Cep telefonları ve baz istasyonlarından yayılan dış radyasyonlara karşı korunmak için başlıca üç yöntem bulunmaktadır.

- a) **Uzaklık:** Noktasal kaynaklardan yayınlanan radyasyon şiddetleri kaynaktan olan uzaklığın karesiyle azaldığından, uzaklık iyi bir korunma aracı olmaktadır.
- b) **Zaman:** Radyasyon dozu miktarı radyasyon kaynağının yanında geçirilecek süre ile orantılı olarak arttığından kaynak yakınında mümkün olabildiğince kısa süre kalınmalıdır.
- c) **Zırhlama:** Dış radyasyon tehlikelerinden korunmanın en etkin yolu zırhlama olup radyasyonun şiddetini azaltmak için radyasyon kaynağı ile kişi arasına uygun özelliklerde koruyucu engel konulmalıdır. Zırhlama toprak, beton, çelik, kurşun gibi koruyuculuğu yüksek materyal kullanılarak yapılabilir (3).

Cep telefonlarının insan sağlığı üzerindeki olumsuz etkilerinden korunmak ve vücutta yol açtığı olumsuz sonuçları azaltmak için önlemler alınabilir. Bu önlemler şöyle sıralanabilir:

- 1) Cep telefonları, diğer telefonlarla bağlantı anında çok fazla enerji harcamaktadır. Sonucunda çevreye daha fazla elektromanyetik dalga yayılmaktadır. Bu nedenle, gelen ve giden aramalar esnasında, cep telefonunu bedenden olabildiğince uzakta tutulmalıdır.
- 2) Cep telefonu ile arama yaparken sinyal çubuğunun en yüksek düzeyde olmasına özen gösterilmelidir. Çünkü, cep telefonları uzaktaki baz istasyonlarını ararken daha fazla enerji harcar. Bunun sonucunda vereceği zarar, baz istasyonunun uzaklığıyla doğru orantılı olarak artar. Baz istasyonlarının yakında bulunması, cep telefonlarının istasyonu ararken harcayacağı enerjiyi azaltacağı için, sağlık riskini de azaltacaktır.
- 3) Cep telefonları mümkünse kısa konuşmalar için kullanılmalı, uzun görüşmeler, iş görüşmeleri kablolu telefonlarla yapılmalıdır.
- 4) Cep telefonunu açtıktan birkaç saniye sonra kulağa götürülmelidir.
- 5) Telefonla konuşurken başparmak cep telefonu ve kulak arasına konmalıdır.
- 6) Cep telefonları, gözlerden, göğüs ve üreme organlarından uzak tutulmalıdır.
- 7) Cep telefonlarını ön cep yerine arka cepte taşımak alışkanlık haline getirilmelidir.
- 8) Yeni cep telefonu alırken, özgül soğurma yoğunluğu (SAR) düşük olanlar tercih edilmelidir (12).

Bunların yanı sıra genel anlamda radyasyondan korunmak için alınması gereken diğer önlemler:

- ✓ Saç kurutma makinasını uzun süreli kullanmak yerine aralıklarla kullanılmalıdır. Uyku düzeninin bozulmaması için saç kurutma makinesi yatmadan önce kullanılmamalıdır.
- ✓ Dinlendirici ve deliksiz bir uyku için yatak odasında televizyon ve bilgisayar bulundurmamalı veya yatarken bu cihazları tamamen kapatılmalıdır.
- ✓ İş bittiği zaman elektrikli cihazların fişi çekilmelidir.
- ✓ Florasan lambalar en çok elektromanyetik radyasyon yayan aletler olduğu için okurken bunları kullanmamaya özen gösterilmelidir.
- ✓ Bilgisayardan ve özellikle de ekranından mümkün olduğu kadar uzak durulmalıdır.

Uluslararası İyonize Olmayan Radyasyondan Korunma Komisyonu (INNIRP, 1998) ve Elektrik ve Elektronik Mühendisler Enstitüsü (IEEE, 2005) tarafından RF alanlarında maruz kalınan etkileri en aza indirmek üzere uluslararası standartlar belirlenmiştir. Toplumların söz konusu etkilerden korunması için yerel yönetimlerin, bu uluslararası standartları bölgelerine uygulaması gerekir (5).

KAYNAKLAR:

1. Saunders, T., Health hazards and electromagnetic fields, Complementary Therapies in Nursing & Midwifery (2003), 9, 191-197.
2. Yakymenko, I., Sidorik, E., Risks of Carcinogenesis From Electromagnetic Radiation of Mobile Telephony Devices, Experimental Oncology (2010) 32, 2, 54-60.
3. Yaren, H., Karayılanoğlu, T., Radyasyon ve insan sağlığı üzerine etkileri, TSK Koruyucu Hekimlik Bülteni (2005), 4 (4), 199-208.
4. Turkish Mobile Market: Opportunity Beckons With Summer Launch of 3G Network, Smartphone B12-NEWS.COM (2009) (<http://smartphone.biz.news.com/news/2009/03/24/0049>)
5. Elektromanyetik Alanlar ve Kamu Sağlığı, Baz İstasyonları ve Kablosuz Teknolojiler, World Health Organisation, Bilgi Föyü No 304, (Mayıs 2006), www.tk.gov.tr/sas/dokumanlar/word/WHO_2006_TURKCE-304.DOC
6. Agarwal, A., Cell Phones and Male Infertility: Dissecting the Relationship, Reproductive Biomedicine Online (2007) Vol., 15, No, 3, 266-270 (www.rbmonline.com/Article/2923).
7. Elektromanyetik alanın insan üzerindeki etkileri (www.forumfizik.com/forum_posts.asp?TID=1022&PID=3847,
8. Jauchem, J., R., Effects of low-level radio-frequency (3kHz-300Hz) energy on human cardiovascular, reproductive immune and other systems, A Review of the Recent Literature, Int. J. Hyg. Environ. Health, 211 (2008), 1-29.
9. Tatak, F., Tiryakioğlu, İ., Yılmaz, İ., GPS’de kullanılan elektromanyetik dalgaların insan sağlığına etkilerinin irdelenmesi, Harita Kadastro Mühendisleri Odası Mühendislik Ölçmeleri STB Komisyonu, 2.Mühendislik Ölçmeleri Sempozyumu (23 -25 Kasım 2005 İTÜ-İstanbul), 641-648.
10. Güler, Ç., Çobanoğlu, Z., Elektromanyetik Radyasyon, Çevre Sağlığı Temel Kaynak :Dizisi, No, 32, (1994), T.C. Sağlık Bakanlığı, Sağlık Projesi Genel Koordinatörlüğü, Temel Sağlık Hizmetleri Genel Müdürlüğü.

11. Derias, E., M., B., Stefanis, P., Drakeley, A., Et all., Growing concern over the safety of using mobile phones and male fertility, *Archive of Andrology*, (2006), 52: 4-9.
12. ATAKAN, Y. , Cep Telefonlarından Yayılan Elektromanyetik Dalgalar Vücudumuzu Nasıl Etkiliyor, *Bilim ve Teknik*, (Mart 2010), 58-61.
13. Rööslü, M., Et all: Systematic Review on the health effects of exposure to radiofrequency electromagnetic fields from mobile phone and base stations, *bulletin of World Health Organisation* (2010), Type: Research Article ID: BLT. 09.071852.
14. Oftedal, Et all, Symptoms experiences in connection with mobile phone use, *Occup., Med.*, (2000), 50, 237-245.
15. Huber, R., Et all, Electromagnetic fields such as those from mobile phones alter regional cerebral blood flow and sleep and waking EEG, *J. Sleep Res.*, (2002), 11, 289-295.
16. Braune, S., Et all, Resting bloodpressure increase during exposure to a radio-frequency electromagnetic field, *Lancet*, (1998), 351, 1857-1858.
17. Valberg, A., P., van Deventer, E., Repacholi, M., H., Workgroup Report; Base stations and wireless Networks – Radiofrequency (RF) exposures and health consequences, *Environmental Health Perspectives*, (2007), 115, (3), 416-424.
18. Blettner, M., Et all, Mobile phone base stations and adverse health effects: phase 1 of a population based cross-section study, *Occ., Environ., Med.*, (2009), 66: 118-123.
19. Eroglu, O., Oztas, E., Yildirim, I., et all., Effects of Electromagnetic Radiation from a Cellular Phone on Human Sperm Motility: An In Vitro Study, *Archives of Medical Research* (2006), 37, 840-843.
20. Strotani, L., Testa, A., Moquet, J., Et all, 935 MHz cellular phone radiation, An in vitro study of genotoxicity in human lymphocytes. *Int., J., of Radiation Biology* (2006), 82, 339-346.
21. Panagopoulos, DJ., Chavdoula, ED., Nezis, P., Et all, Cell death induced by GSM 900 MHz and DCS 1800 MHz mobile telephony radiation. *Mutation Research*, (2007), 626, 69-78.