

Cep Telefonu ve Baz İstasyonlarının Nöropsikolojik Etkileri

Murat Kuloğlu*, Sevda Korkmaz**

* Prof. Dr. Fırat Üniversitesi Tıp Fakültesi Psikiyatri Anabilim Dalı, Elâzığ
** Arş. Gör. Dr. Fırat Üniversitesi Tıp Fakültesi Psikiyatri Anabilim Dalı, Elâzığ

Yazışma Adresi:

Prof. Dr. Murat KULOĞLU

Fırat Üniversitesi Tıp Fakültesi Psikiyatri Anabilim Dalı, ELAZIĞ

Tel: +904242333555 / 2964

E-posta: kuloglum@yahoo.com

ÖZET

Cep Telefonu ve Baz İstasyonlarının Nöropsikolojik Etkileri

Cep telefonları, 20. Yüzyıl'ın başlarından bu yana gelişmekte olan ve hızla yaygınlaşan, adeta hayatımızın vazgeçilmezleri arasında saydığımız, önemli birer iletişim araçlarıdır. Son zamanlarda ki teknolojik gelişmelere paralel olarak cep telefonları aracılığıyla verilen hizmet alanları da oldukça genişlemiştir. Daha iyi bir hizmet sunabilmek ve bu hizmetlere bağlı olarak artan talebi karşılamak, yine ticari kaygılardan dolayı kapsama alanlarını arttırmak amacıyla, cep telefonu ve baz istasyonları sayısı oldukça artmıştır. Bu artışla birlikte cep telefonları ve baz istasyonlarından yayılan elektromanyetik radyasyona mâruzîyetin, insan sağlığı üzerinde yapabileceği zararlı etkiler daha fazla tartışılmaya başlanmıştır. Radyasyonun organizmada tüm alanlarda olduğu gibi, nöropsikolojik alanlar üzerine olası tehlikeli etkileri de toplumda genel bir endişe uyandırmaktadır. Bu durum, birçok klinik araştırmayla, radyofrekans dalgalarının kısa ve uzun dönem içerisinde oluşturabileceği nöropsikolojik etkilerin detaylı bir şekilde incelenmesine neden olmuştur. Çalışmalarda, cep telefonu ve baz istasyonlarından yayılan elektromanyetik dalgaların bilişsel işlevler, baş ağrısı, uyku bozukluğu ve anksiyete semptomları başta olmak üzere kısa süreli etkileri gösterilmiştir. Ancak bu değişimlerin nöropsikolojik bozukluklarla uzun süreli ilişkisini gösteren kısıtlı sayıda araştırma mevcuttur. Yapılan çalışmaların çoğunda birbiriyle çelişkili ve farklı sonuçlar bildirilmiş ve bu nedenle konu üzerinde henüz tam olarak fikir birliğine varılamamıştır. Amacımız, literatürdeki son veriler ışığında elektromanyetik radyasyonun kimyasal ve termal etkileri sonucu gelişebilecek bazı nöropsikolojik etkileri irdeleyerek bu konunun toplum sağlığı açısından önemine dikkat çekmektir.

Anahtar Kelimeler: cep telefonu, baz istasyonu, elektromanyetik dalga, radyasyon

ABSTRACT

Neuropsychological Effects of Mobile Phones and Base Stations

The mobile phones which are evolving and becoming increasingly common since the beginning of twentieth century and almost indispensable in our lives are important communication tools. Mobile phones have been greatly extended the service area by the recent technological developments. The number of base stations has increased quite to offer this service better, depending on the service to meet increasing demand and to extend the coverage area due to commercial concerns. With this increase, the possible dangerous effects on the human health of the exposure to electromagnetic radiation emitted from mobile phones and base stations, especially neuropsychological effects, raises a general worry in the community. This situation has resulted in a detailed examination to explore the short and long term effects of radiofrequency waves in many clinical studies. Electromagnetic waves emitted from mobile phones and base stations has been shown short-term effects on cognitive function and mainly headaches, sleep disorders and anxiety symptoms. There is a limited number of studies which are showing the long-term relationships between neuropsychological disturbances and these changes. Most of the studies reported different re-

sults with each other, and contradictory, and therefore there is no consensus on this issue. Our goal, in light of recent data in the literature, is to draw attention to the importance of this issue on the public health by examining the neuropsychological effects that may develop as a result of chemical and thermal effects of electromagnetic radiation.

Keywords: mobile phone, base station, electromagnetic waves, radiation

GİRİŞ

Cep telefonları elektromanyetik dalga spektrumunun içinde, radyo dalgaları grubunda yer alan, düşük güçlü radyoaktif sinyaller gönderen ve alan cihazlardır. Hızla yayılan ve adeta yaşamımızın bir parçası haline gelen birbirleriyle doğrudan iletişim kuramayan cep telefonları bir çeşit taşınabilir “radyo verici ve alıcısı” gibidir. Artan fonksiyonlarıyla yaşamı oldukça kolaylaştıran bu teknoloji harikası ürünün önümüzdeki yıllarda insan sağlığına ne gibi zararlı etkileri olacağı konusu toplumda henüz yeteri kadar açıklığa kavuşmuş değildir. Yaptığımız bu literatür taramasında hem cep telefonlarının hemde bu iletişim aletlerinin artması ile sayıları oldukça çoğalan baz istasyonlarının insan sağlığına, özellikle de baş bölgesine olan yakınlığından dolayı nöropsikolojik yönden yapabileceği bazı zararlı etkileri güncel bilgiler ışığında sunmayı amaçladık.

Elektromanyetik dalgaların genel özellikleri

Maddenin yapı taşı olan atom, proton ve nötronlardan oluşan bir çekirdek ve bu çekirdeğin etrafında dönen elektronlardan oluşmaktadır. Eğer çekirdekte kararsızlık olursa fazla nötronlar parçalanır. Bu parçalanma sırasında ortaya çıkan elektromanyetik dalga veya parçacık şeklinde enerji yayılmasına “radyasyon” (ışınım) denir. Radyasyon iyonlaştırıcı ve iyonlaştırıcı olmayan radyasyon olmak üzere ikiye ayrılır. İyonlaştırıcı radyasyon; X ve gama ışınları ile alfa ve beta ışınları gibi girdiği ortamda iyonları ayırtıran radyasyonlara denir. İyonlaştırıcı radyasyon dozu, kütlesi ve yarılanma süresi ile ilişkili olarak insan sağlığı üzerinde olumsuz etkilere neden olabilir. Yeterince enerjisi olmayan, bu nedenle ortamdaki atomları iyonlaştıramayan radyasyona ise iyonlaştırıcı olmayan radyasyon adı verilir. Ultraviyole ışınları ve elektromanyetik rezonans nitelikli radyasyonlar (radyo dalgaları, mikrodalgalar, mobil ve cep telefonları, radyo FM ve TV vericileri, radar sistemleri, uydu iletişim sistemleri, bilgisayarlar, tıpta kullanılan bazı cihazlar vb.) iyonlaştırıcı olmayan radyasyon içermektedirler. İyonlaştırıcı olmayan radyasyon kaynaklarının insan ve çevre üzerindeki etkileri yoğunluğu ve frekansına

göre değişiklik gösterebilir (Ahlbom 2004).

Elektromanyetik ışınlamalar insanın saç telini havalandırmak gibi yüzeysel etkilere neden olabilecek dercede düşük frekansta (0 Hz-10 kHz) veya deriden emilerek kısmi miktarda alttaki dokulara absorbe olabilecek kadar yüksek frekanslı ışınlamalar (10 kHz-300 GHz) şeklinde olabilirler (Ocaktan ve Akdur 2008). Yüksek frekanslı ışınlamalarda bölgesel olarak veya tüm vücutta ısı artışı oluşur (Yürekli ve ark. 2006). Nitekim 10 GHz üzerinde radyofrekans (RF) alan, 1000 Watt üzerinde güç dansitesi maruziyeti sonucu katarakt ya da deri yanıkları oluşabilir (Electromagnetic fields and public health 1993). Bu zararlı etkileri azaltmak için elektromanyetik ışımanın belli bir değerde olmasını öngören standartlar geliştirilmiştir. Günümüzde kullanılan cep telefonları 800-1900 MHz frekans aralığında çalışmaktadır. Cep telefonundan radyasyona hedef olma miktarı cep telefonunun iletlediği sinyalin gücüne bağlı olarak değişmektedir (Ocaktan ve Aktur 2008).

Baz istasyonları “Hücresele İletişim Sistemi” denen birçok merkeze yerleştirilmiş, alıcı ve verici antenli sistemlerden oluşan bir mekanizma tarafından kontrol edilmektedir. Bu istasyonlar, konuşmayı, sabit bir kablo üzerinden veya yönlendirilmiş elektromanyetik dalga demeti hâlinde mobil anahtarlar merkezlere ulaştırır ve konuşma oradan, cep telefon sistemi sunucusunun ana bilgisayarına iletilir. Ana istasyondan uzaklaştıkça veya dağ, tepe, bina gibi engeller arttıkça telefonun güç düzeyi artmaktadır. Baz istasyonundan uzaklaştıkça RF alanı şiddeti önce artar, belirli bir uzaklıktan sonra giderek azalır (Ahlbom ve ark. 2004).

RADYOFREKANS DALGALARININ NÖROPSİKOLOJİK ETKİLERİ

Baz istasyonları ve cep telefonundan yayılan elektromanyetik dalgalar insan sağlığına hem biyolojik hemde ruhsal yönden zarar verebilir. Cep telefonlarından kaynaklanan RF dalgaları frekansa bağlı olarak 1 cm derinliğe dek ulaşabilir ve vücudumuzdaki dokulara çarptığında, bunların bir miktarı, elektromanyetik alanın şiddetine ve dokunun özelliklerine bağlı olarak, hücrelerdeki bazı moleküllere enerjilerini aktararak termal ve kimyasal olmak üzere iki temel

mekanizma ile organizmayı etkiler. Hayvanlar üzerinde yapılan deneylerde, herhangi bir nedenle, tüm vücut ve dokulardaki 1°C' yi aşan sıcaklık artımı sonucu vücutta bazı bozuklukların ortaya çıkabileceği gösterilmiştir (Yürekli ve ark. 2006). Bu bulgu termal etkinin organizmaya verebileceği zararlar açısından oldukça önemlidir. Tüm vücut ısısı artışı özellikle bebekleri, çocukları, yaşlıları etkileyebilir. Isıyı dağıtma kapasitesi sınırlı organlar olan göz, testis ve sinir sistemi lokal olarak etkilenmeye daha yatkındır (Blettner ve Berg 2000).

Mikroorganizmaların özellikle hücrelerin kimyasını bozarak oluşturduğu etki insan sağlığı açısından oldukça önem taşımaktadır. Yapılan araştırmalarda hücrelerin kimyasal etkiye mâruz kalması ile büyük moleküllerin (proteinler vb.) deforme oluşu, hücre zarlarının birbirine yapışıp delikler açılması, Ca-ATPaz ve Na-K-ATPaz enzimlerinin bozulması sonucu hücre dışına Ca, Na ve K kaçıışı ile DNA tahribi gibi hücresel düzeyde çok sayıda değişiklik olduğu gösterilmiştir (Allis ve Sinsa-Robinson 1987). Bu değişiklikler beyin tümörlerinin oluşumu (Hardell ve ark. 2001), katarakt (Özgüner ve ark 2006), bağışıklık sisteminin zayıflaması (Hrycek 2002), spontan düşüklüklerin meydana gelmesi (Talamanca 2006) ve bazı nöropsikolojik semptomların (Yamaguchi ve ark. 2003) ortaya çıkışı ile de ilişkilendirilmiştir.

Beyin morfolojisi üzerine olan etkileri

Radyoaktif dalgalar gerek hücresel gerekse moleküler düzeyde hücre zarı ve organellerine zarar vererek beyin yapısı ve fizyolojisi üzerine olumsuz etkilerde bulunabilirler. Daniel ve arkadaşları, elektromanyetik rezonans dalgalarına mâruz kalan sıçan beyinlerinde lokomotor aktivitede azalma, bazal kortikosteron seviyelerinde artma, nöronal hasar ile anormal beyin işleyişi ortaya çıktığını bildirmişlerdir (2009). Wilen ve arkadaşları ise elektromanyetik dalgalara mâruz kalma ile sempatik aktivitenin arttığını göstermişlerdir (2006). Shirmacher ve arkadaşları, 1.86GHz düzeyindeki elektromanyetik alana mâruz bırakılan sıçan astrositleri ve domuz beynindeki kapiller endotel hücrelerin incelenmesinde; kan beyin bariyeri geçirgenliğindeki artışın elektromanyetik alana mâruz bırakılan hücrelerde, kontrol grubuna oranla anlamlı derecede yüksek bulunduğunu tesbit etmişlerdir (2000). Diğer yandan ratların beyin kesitlerinin incelenerek yapıldığı bir çalışmada ise kan beyin bariyeri geçirgenliğinin değişmediği yönünde sonuçlar da bildirilmiştir (Fritze ve ark. 1997).

Elektromanyetik dalgaların etkisiyle hücrede nö-

rotransmitterlerin konsantrasyonlarında herhangi bir değişiklik olup olmadığı önemli bir araştırma konusudur. Bu amaçla yapılan bir çalışmada; 10 haftalık Sprague-Dawley sıçanları günde 8 saat ve 8 ay boyunca, 50 Hz frekansında, 5 ?T ve 100 ?T şiddetlerinde iki farklı manyetik alanın etkisine mâruz bırakıldığında pineal gland ve beynin farklı bölgelerinde noradrenalin, dopamin, serotonin gibi nörotransmitterlerin ve ?-opioid reseptörlerinin konsantrasyonlarının her iki şiddet değerinde de arttığı gözlenmiştir (Zecca ve ark. 1991).

Nörobilişsel işlevler üzerine olan etkileri

Stres hormonlarının fazla salgılanması kemik iliği ve bağışıklık sistemini baskılayabilir. Sonuçta vücudun hastalıklarla mücadele eden gücü zayıflamış olur ve böylece gizli tümör hücreleri harekete geçebilir (Hrycek ve ark. 2002). Bu azalma Alzheimer hastalığının oluşması, uyku düzenini bozulması, hafızanın zayıflaması ile de ilişkili olabilmektedir (Vasquez ve ark. 1988). Diğer yandan normal ve genetiği değiştirilmiş olan fareler üzerinde yapılan bir çalışmada ise elektromanyetik alan mâruzîyetin bilişsel fonksiyonlarda düzelme meydana getirerek, Alzheimer hastalığının iyileşmesine katkıda bulunabileceği de öngörülmüştür (Arendash ve ark. 2010). Deney hayvanları üzerinde yapılan diğer bir çalışmada da, düşük yoğunluklu elektromanyetik frekans dalgaları kullanıldığında, Alzheimer hastalığının bilişsel performans belirteçlerinde iyileşme ve hastaların enerji düzeyinde artış olabileceği belirtilmiştir (Sandyk 1994). Algılama fonksiyonlarının değerlendirildiği diğer bir çalışmada, 2.45 GHz CW (sürekli dalga)'ya mâruz kalan farelerde hafıza ve öğrenme gibi parametrelerde anlamsız gürültü dışında herhangi bir değişiklik gözlenmemiştir (Lai 2004). Yine hayvan deneylerinde ısısal olmayan RF seviyelerinin hafıza ve öğrenme üzerinde olumsuz etkilerinin olmadığı başka çalışmalarla da desteklenmiştir (Dubreuil ve Jay 2003).

Elektromanyetik dalgalara mâruzîyetin multipl skleroz ve amiyotrofik lateral skleroz gibi nörodejeneratif hastalıkların etiyolojisinde de rol oynayabileceği öne sürülmüştür (Hakansson 2003). Ancak diğer bir çalışmada, multipl skleroz ortaya çıkışı ile radyasyona mâruzîyet arasında anlamlı bir ilişki tesbit edilmemiştir (Anane ve ark. 2003). Diğer yandan, düşük doz elektromanyetik radyasyonun multipl skleroz tedavisinde fayda sağlayabileceği de öne sürülmüştür (Lapin ve ark. 2003).

Cep telefonları özellikle baş ve kulakla yakın temas içinde olduğundan daha çok bu bölgede yer alan motor ve duyu innervasyonundan sorumlu sinirler radyasyon-

dan olumsuz şekilde etkilenmektedir (Hocking ve Westerman 2001). Cep telefonu mâruzîyeti sonrasında sadece sempatik ve parasempatik sinir sistemi bulguları değil, uyku-uyanıklık, dikkat ve bellek gibi bilişsel yetilerle ilgili bulgular ortaya çıkabilmektedir. Eliyahu ve arkadaşları, cep telefonlarından yayılan RF dalgalarının beyin bânî bölgelerine olan mâruzîyetle bilişsel işlevleri olumsuz etkileyebileceğini tesbit etmişlerdir (2006). Baz istasyonuna yakın yerlerdeki 37 bina sakini ile yapılan anket çalışmasında ise hasta grubunda uyku bozukluğu, hafıza bozuklukları, konsantrasyon bozukluğu, apati gibi nörolojik yakınmalar kontrol grubuna oranla anlamlı derecede daha yüksek bulunmuş ve baz istasyonu etrafında yaşayanlarda problem çözme testindeki performans değerleri diğer testlerden anlamlı olarak daha düşük bulunmuştur (Bortkiewicz ve ark. 2004).

Cep telefonu kullanımı sonucu, dolaylı yoldan oluşabilecek zararlı etkilerin incelendiği bir çalışmada, cep telefonundan yayılan RF dalgalarının etkisi ile dikkat dağınıklığına bağlı kazalar olabileceği belirtilmiştir. Bu çalışmada 17 yaş ve üzerinde olup, cep telefonu kullandığı kayıtlarından doğrulanan ve trafik kazası geçirerek hastaneye başvuran 456 sürücü ile görüşülmüş. Sonuçta kazadan önce cep telefonu kullanımının 4 kat artmış risk ile ilişkili olduğu tespit edilmiştir (McEvoy ve ark. 2005). Bu çalışmalara rağmen baz istasyonlarından yayılan elektromanyetik sinyallere kısa süreli mâruz kalan kişilerde bilişsel fonksiyonların bozulmadığını bildiren bânî çalışmalarda mevcuttur (Eltiti ve ark. 2009, Fritzer ve ark. 2007).

Uyku ve EEG üzerine olan etkileri

Deney hayvanlarıyla yapılan bir çalışmada; RF dalgalarına mâruzîyet sonrası düşük özgül soğurma oranında ve EEG aktivitesinde değişimler gözlemlenmiştir (Sienkiewicz ve ark. 2005). İnsanlarda da uyku ve bilişsel işlevler değerlendirildiğinde ise EEG’de geçici, küçük ve önemli sayılmayan sinyal değişiklikleri tesbit edilmiştir (Mann ve Röschke 1996, Preece ve ark. 1999, Huber ve ark. 2000, Koivosto ve ark. 2000, Krause ve ark. 2000). Hung ve arkadaşlarının 10 sağlıklı genç ile haftalık aralıklarla görüşerek yaptıkları bir çalışmada ise; katılımcılarda uykuya dalma güçlüğü ve EEG’de paroksizmal pik ve dalga değişiklikleri (alfa dalgalarında artış gibi) bildirilmiştir (2007). Ancak bu gözlemlerden bânîları tekrar edilmemiş, hatta RF’nin EEG üzerinde herhangi bir etkisinin gözlenmediği bir çalışma da yayınlanmıştır (Röschke ve Mann 1997).

Stres hormonları üzerine olan etkileri

Elektromanyetik dalgaların etkisiyle hipofiz bezi-

nin çalışması bozularak, seks hormonları azalırken, stres hormonlarının salgılanması artabilir. Lotz ve Podgorski, 1.29 GHz frekanslı mikrodalga radyasyonuna mâruz bırakılan maymunlarda plazma tiroksin ve büyüme hormonu seviyelerinde bir değişiklik olmadığını, plazma kortizol seviyesinde ise anlamlı derecede artış olduğunu tespit etmişlerdir (1982). Diğer bir çalışmada ise cep telefonlarından yayılan 1800 MHz elektromanyetik alanın sıçanlarda serum T3, T4 ve kortizol hormonlarını artırdığını, ancak TSH ve testosteron hormon düzeylerini değiştirmedeği bildirilmiştir (Koyu ve ark. 2005).

Melatonin zihin işlevleri, hâfıza, bilgi işlemi, cinsellik, stres hormonlarının salgılanması, uykuda beyin onarımı gibi işlevlerde önemli bir role sahip olan bir hormondur. Lipofilik olduğu için tüm dokulara kolaylıkla geçebilir ve merkezi sinir sistemindeki oksidatif stresi azaltabilir (Reiter 1995). Doğal uyku sağlayıcı olarak tıpta kullanılabilen melatoninin ultraviyole ışınların cilt üzerindeki zararlı etkilerinin giderilmesinde kullanılabileceği (Reiter 1998) ve yaşlanmayla birlikte azaldığı bildirilmiştir (Özgüner ve ark. 2000). Özellikle çok düşük frekanslı manyetik alan başta olmak üzere RF dalgalarına mâruz kalma sonucunda pineal bezden melatonin salgısı baskılanabilmektedir. Martinez ve arkadaşları, erkek Wistar ratlarında günde 30 dakika boyunca 1 ila 21 gün süreyle 50 Hz/5,2 mT manyetik alana mâruz kalmanın, serum melatonin seviyelerini 15 gün süreyle azaltması yanında pineal sinaptik düğüm sayılarını da azalttığını tesbit etmişlerdir (Martinez ve ark. 1992). Yüksek frekanslı manyetik alanın melatonin sentezi üzerine etkilerini araştırıldığı bir çalışmada ise erkek ve dişi rat ve hamsterlerine 15 dakikadan 6 saate kadar değişen sürelerle 0,1 ila 0,6 mW/cm² şiddetinde 900 MHz frekanslı sürekli ve/veya 217 Hz pulslu elektromanyetik alan uygulanmasının gündüz ve gece pineal melatonin sentezini anlamlı bir şekilde etkilemediği bulunmuştur (Vollrath ve ark. 1997). Sonuçta düşük frekanslı manyetik alanlar organizmanın derin dokularına kadar etki gösterirken, yüksek frekanslı manyetik alanların zararlı etkileri yüzeysel dokularla sınırlı kalmaktadır (Özgüner ve Mollaoğlu 2006).

Psikososyal etkileri

Cep telefonunda radyasyon, bağlantı aşamasında en üst seviyeye çıkar ve bağlantı sağlanınca azalır. Açık olan bir cep telefonu belirli aralıklarla içinde bulunduğu hücrenin baz istasyonuna sinyal gönderir. Bu yüzden çok sık olarak cep telefonu kullananların RF ile etkileşimi baz istasyonu yakınında yaşayanlara gö-

re çok yüksektir. RF alan şiddeti, cep telefonlarına uzaklık arttıkça düşüş göstermektedir (Ocaktan ve Akdur 2008).

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 (Al-Khlaiwi ve Meo 2004). Diğer bir çalışmada İsveç ve Norveç'li 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 (Ofstedal ve ark. 2000). Dijital ve analog cep telefonu kullanımı ile ortaya çıkabilecek semptomların karşılaştırıldığı bir çalışmada ise, her iki sistemde de herhangi bir semptom için artmış risk görülmemiş, yalnız görüşme sürelerinin uzaması ile haftada en az bir kez yorgunluk, baş ağrısı, yanma hissi, sıcaklık artışı, gerginlik gibi semptomlar için olasılık oranı artmış olarak bulunmuştur (Sandstrom ve ark. 2001). Yine semptomların sorgulandığı bâzı çalışmalarda da, cep telefonu kullanma süresi ile başağrısı prevalansı arasında pozitif ilişki bulunmuştur (Chia ve ark. 2000, Röösli ve ark. 2004). Ancak bu subjektif semptomların cep telefonu ile anlamlı bir ilişkisinin olmadığını bildiren bir çalışmanın sonuçları da yayınlanmıştır (Koivosto ve ark. 2001).

Cep telefonları konuşma süresince ve açık durumda belli aralıklarla radyasyon yayarken, baz istasyonları sürekli olarak radyasyon yaymaktadır. Bu nedenle baz istasyonu yakınlarında oturan insanlarda oluşabilecek psikososyal etkilerin değerlendirilebilmesi amacıyla çeşitli çalışmalar yapılmıştır. Bu çalışmalarda baz istasyonu yakınlarında yaşayan insanlarda başağrısı, hafıza bozuklukları, bulantı, baş dönmesi, tremor, depresif semptomlar ve uyku bozuklukları gibi subjektif semptomlar kontrol grubundan anlamlı düzeyde daha fazla gözlenmiştir (Bortkiewicz ve ark. 2004, Abdel-Rassoul ve ark. 2007). Baz istasyonuna yakın yerlerde yaşayan 270 erkek ve 260 kadından oluşan bir grup ile yapılan bir anket çalışmasında, baz istasyonuna 300m'den uzakta yaşayanlarda herhangi bir semptom gözlenmezken, 100m'ye ye kadar olan yerlerde yaşayanlarda ise irritabilite, depresif belirtiler, hafıza bozuklukları, baş dönmesi, libido azalması gibi non spesifik semptomlar tesbit edilmiştir (Santini ve ark. 2002). Hutter ve arkadaşları baz istasyonuna şehir merkezinde 24-600m. kırsal alanda ise 20-250m'ye kadar olan uzaklıktaki yerlerde yaşayanlarda, bâzı belirtilerin güç

yoğunluğu ile ilişkili olduğunu ve bu durumun en fazla baş ağrısı semptomu ile seyrettiğini, ayrıca uyku kalitesinde de bozukluklar görülebileceğini bildirilmişlerdir (Hutter ve ark. 2006). Diğer yandan stres, anksiyete ve uyku bozukluğunun radyasyonun etkisi olarak ortaya çıkabileceği, hatta cep telefonu ile aranan kişi ulaşılamaz olduğunda, stres ve kaygı gibi psikolojik etkilerin meydana gelebileceğinin belirtildiği bir çalışma da mevcuttur (Röösli ve ark. 2004).

Elektromanyetik frekans dalgalarına yönelik tutumların değerlendirildiği ve 1015 kişinin dahil edildiği anket çalışmasında, katılımcıların cep telefonları ve baz istasyonlarından yayılan radyasyonun ruh ve beden sağlığı üzerine olabilecek zararlı etkilerinin çok önemli olmadığını düşündükleri gözlemlenmiştir. Katılımcılara göre yüksek gerilim hatları RF dalgalarının en riskli kaynağı olarak görülürken, cep telefonları ve baz istasyonları daha düşük riskli grup olarak değerlendirilmiştir. Sık telefon kullananlar, cep telefonlarının yararlarının yüksek, risklerinin az olduğunu düşünenlerden oluşurken, bu kişiler günlük hayatta kullanılan birçok kimyasal maddenin, elektromanyetik dalgalardan kanser oluşumu ile daha fazla ilişkili olduğunu bildirmişlerdir (Siegrist ve ark. 2005).

SONUÇ VE ÖNERİLER

Cep telefonu ve baz istasyonlarının yaydığı elektromanyetik radyasyonun sağlık üzerine etkileri konusunda henüz tam olarak bilinmeyen birçok nokta bulunmaktadır. Yapılan çalışmalarda cep telefonlarından yayılan elektromanyetik dalgaların beyin fonksiyonları üzerine kısa süreli etkileri gösterilmiştir. Ancak, bu değişimlerin nöropsikolojik bozukluklarla uzun süreli ilişkisini gösteren kısıtlı sayıda araştırma mevcuttur.

Konunun sağlık açısından önemi dikkate alındığında, baz istasyonu ve cep telefonları standartlara uygun olarak imal edilmeli, baz istasyonlarının anten yerleşim yerleri yaşam alanları gözönüne alınarak planlanmalı, periyodik kontrolleri yapılmalıdır. Özellikle çocuklar, hamileler, yaşlılar ve immün sistemi zayıf olan hastalar gibi radyasyondan etkilenebilme olasılığı daha fazla olan bireyler başta olmak üzere tüm cep telefonu kullanıcılarının dikkat etmesi gereken bâzı kuralları vardır. Cep telefonlarının kullanılmadığı sürece kapalı tutulması, telefonun açık bir şekildeyken vücut üzerinde bulundurulmaması, konuşmanın mikrofon ya da kulaklık aracılığı ile yapılması, vücuttan en az bir metre uzakta bulundurulması uyulması gereken basit ama koruyucu önlemlerden bâzılarıdır. Yine mümkünse konuşmanın kısa tutulması, telefon görüşmelerinde mobil telefonlar yerine kablolu sabit hatların tercih edil-

mesi, sık sık konuşma yapmak yerine kısa mesaj gönderilerek iletişim sağlanması radyasyonun zararlı etkilerinden korunmada oldukça önemlidir. Elektromanyetik radyasyonu yaşamdan tümüyle çıkarmak mümkün olmadığından her yeni teknolojiye olduğu gibi bu alanda da dikkatli davranmak, kullanımla ilgili önerilere uymak, bilim ve teknolojinin bu zararları en aza indirmek için geliştirdiği her türlü yeniliğe (kulaklık vb.) açık olmak en sağlıklı yol olarak görünmektedir.

KAYNAKLAR

- Abdel-Rassoul G, El-Fateh OA, Salem MA, Michael A, Farahat F, El-Batanouny M, et al. (2007) Neurobehavioral effects among inhabitants around mobile phone base stations. *Neurotoxicology*; 28: 434-440.
- Ahlbom A, Gren A, Kheifets L, Savitz D, Swerdlow A (2004) Epidemiology of health effects of radiofrequency exposure. *Environ Health Perspect*; 112: 1741-1754.
- Al-Khlaiwi T, Meo SA (2004) Association of mobile phone radiation with fatigue, headache, dizziness, tension and sleep disturbance in Saudi population. *Saudi Med J*; 25: 732-736.
- Allis JW, Sinha-Robinson BL (1987) Temperature-specific inhibition of human cell Na⁺/K⁺ ATPase by 2450 MHz microwave radiation. *Bioelectromagnetics*; 8: 203-212.
- Anane R, Geffard M, Taxile M, Bodet D, Billaudel B, Dulou PE, et al. (2003) Effects of GSM-900 microwaves on the experimental allergic encephalomyelitis (EAE) rat model of multiple sclerosis. *Bioelectromagnetics*; 24: 211-213.
- Arendash GW, Sanchez-Ramos J, Mori T, Mamcarz M, Lin X, Runfeldt M, et al. (2010) Electromagnetic field treatment protects against and reverses cognitive impairment in Alzheimer's disease mice. *J Alzheimers Dis*; 19: 191-210.
- Blettner M, Berg G (2000) Are mobil phones harmful? *Acta Oncol*; 39: 927-930.
- Bortkiewicz A, Zmyłony M, Szykowska A, Gadzicka E (2004) Subjective symptoms reported by people living in the vicinity of cellular phone base stations: review. *Med Pr*; 55: 345-351.
- Cassel JC, Cosquer B, Galani R, Kuster N (2004) Whole-body exposure to 2.45 GHz electromagnetic fields does not alter radial-maze performance in rats. *Behav Brain Res*; 155: 37-43.
- Chia SE, Chia HP, Tan JS (2000) Prevalence of headache among handheld cellular telephone users in Singapore: a community study. *Environ Health Perspect*; 108: 1059-1062.
- Cobb B, Jauchem J, Adair E (2004) Radial arm maze performance of rats following repeated low level microwave radiation exposure. *Bioelectromagnetics*; 25: 49-57.
- Daniels WM, Pitout IL, Afullo TJ, Mabandla MV (2009) The effect of electromagnetic radiation in the mobile phone range on the behaviour of the rat. *Metab Brain Dis*; 24: 629-6241.
- Dubreuil D, Jay T, Edeline JM (2003) Head only exposure to GSM 900 MHz EMF does not alter rats memory in spatial and non spatial tasks. *Behav Brain Res*; 145: 51-61.
- Electromagnetic fields and public health (1996) Geneva 1993, and the report of the Scientific Review under the auspices of the international EMF Project of the WHO, Germany, 1-3.
- Eliyahu I, Luria R, Hareuveny R, Margalot M, Meiran N, Shani G (2006) Effects of radiofrequency radiation emitted by cellular telephones on the cognitive functions of humans. *Bioelectromagnetics*; 27: 119-126.
- Elititi S, Wallace D, Ridgewell A, Zougkou K, Russo R, Sepulveda F, et al. (2009) Short-term exposure to mobile phone base station signals does not affect cognitive functioning or physiological measures in individuals who report sensitivity to electromagnetic fields and controls. *Bioelectromagnetics*; 30: 556-563.
- Fritze K, Sommer C, Schmitz B, Mies G, Hossmann KA, Kiessling, et al. (1997) Effect of global system for mobile communication (GSM) microwave exposure on blood-brain barrier permeability in rat *Acta Neuropathol*; 94: 465-470.
- Fritzer G, Göder R, Friege L, Wachter J, Hansen V, Hinze-Selch D, et al. (2007) Effects of short- and long-term pulsed radiofrequency electromagnetic fields on night sleep and cognitive functions in healthy subjects. *Bioelectromagnetics*; 28: 316-325.
- Hakansson N, Gustavsson P, Johansen C, Floderus B (2003) Neurodegenerative diseases in welders and other workers exposed to high levels of magnetic fields. *Epidemiology*; 14: 420-428.
- Hardell L, Mild KH, Pahlson A, Hallquist A (2001) Ionizing radiation, cellular telephones and the risk for brain tumors. *Eur J Cancer Prev*; 10: 523-529.
- Hocking B, Westerman R (2001) Neurological abnormalities associated with CDMA exposure. *Occup Med*; 51: 410-413.
- Hrycek A, Micinska AC, Klucinski P, Badowski R (2002) Peripheral blood lymphocytes and selected serum interleukins in workers operating X-ray equipment. *Toxicol Lett*; 132: 101-107.
- Huber R, Graf T, Cote KA, Wittmann L, Gallmann E, Matter D, et al. (2000) Exposure to pulsed high-frequency electromagnetic field during waking affects human sleep EEG. *Neuroreport*; 11: 3321-3325.
- Hung CS, Anderson C, Horne JA, McEvoy P (2007) Mobile phone 'talk-mode' signal delays EEG-determined sleep onset. *Neurosci Lett*; 421: 82-86.
- Hutter HP, Moshhammer H, Wallner P, Kundi M (2006) Subjective symptoms, sleeping problems, and cognitive performance in subjects living near mobile phone base stations. *Occup Environ Med*; 63: 298-299.
- Koivisto M, Haarala C, Krause CM, Revonsuo A, Laine M, Hamalainen H (2001) GSM phone signal does not produce subjective symptoms. *Bioelectromagnetics*; 22: 212-215.
- Koivisto M, Krause CM, Revonsuo A, Laine M, Hamalainen H (2000) The effects of electromagnetic field emitted by GSM phones on working memory. *Neuroreport*; 11: 1641-1643.
- Koyu A, Gökulp O, Özgüner F, Cesur G, Mollaoğlu H, Özer M.K., et al. (2005) The effects of subchronic 1800 MHz electromagnetic field exposure on the levels of TSH, T3, T4 cortisol and testosterone hormones. *Genel Tıp Derg*; 15: 101-105.
- Krause CM, Sillanmaki L, Koivisto M, Haggqvist A, Saarela C, Revonsuo A, et al. (2000) Effects of electromagnetic field emitted by cellular phones on the EEG during a memory task. *Neuroreport*; 11: 761-764.
- Lai H (2004) Interactions of MW and temporally incoherent magnetic field on spatial learning in rat. *Physiol and Behav*;

- 82: 785-789.
- Lappin MS, Lawrie FW, Richards TL, Kramer ED (2003) Effects of a pulsed electromagnetic therapy on multiple sclerosis fatigue and quality of life: a double-blind, placebo controlled trial. *Altern Ther Health Med*; 9: 38-48.
- Lotz WG, Podgorski P (1982) Temperature and adrenocortical responses in rhesus monkeys exposed to microwaves. *J Appl Physiol*; 53: 1565-1571.
- Mann K, Roschke J (1996) Effects of pulsed high-frequency electromagnetic fields on human sleep. *Neuropsychobiology*; 33: 41-47.
- Martinez Soriano F, GimenezGonzalez M, Armanazas E, Ruiz-Torner A (1992) Pineal synaptic ribbons. and serum melatonin levels in the rat following the pulse action of 52-Gs (50-Hz) magnetic fields: an evaluative analysis over 21 days. *Acta Anat*; 143: 289-293.
- McEvoy SP, Stevenson MR, McCartt AT, Woodward M, Haworth C, Palamara P, et al. (2005) Role of mobile phones in motor vehicle crashes resulting in hospital attendance: a case-crossover study. *BMJ*; 331: 428.
- Ocaktan EM, Akdur R (2008) Cellular phone technology and health. *Türkiye Klinikleri J Med Sci*; 28: 58-65.
- Oftedal G, Wilen J, Sandstrom M, Mild KH (2000) Symptoms Experienced in connection with mobile phone use. *Occup Med*; 50: 237-245.
- Özguner F, Bardak Y, Comlekci S (2006) Protective effects of melatonin and caffeic acid phenethyl ester against retinal oxidative stress in longterm use of mobile phone: a comparative study. *Mol Cell Biochem*; 282: 83-88.
- Özgüner F, Kerman M, Delibaş N, Gültekin F (2000) The relationship of age related decrease in melatonin with oxidative damage and mental status. *Biomed Res*; 11: 61-65.
- Özgüner F, Mollaoğlu H (2006) Biological effects of magnetic field on. *SDÜ Tıp Fak Derg*; 13: 38-41.
- Preece AW, Iwi G, Davies-Smith A, Wesnes K, Butler S, Lim E, et al. (1999) Effect of a 915-MHz simulated mobile phone signal on cognitive function in man. *Int J Radiat Biol*; 75: 447-456.
- Reiter RJ (1995) Oxidative processes and antioxidative defense mechanisms in the aging brain. *FASEB Journal*; 9: 526-533.
- Reiter RJ (1998) Melatonin in the context of the reported bioeffects of environmental electromagnetic fields. *Bioelectrochemistry and Bioenergetics*; 47: 135-142.
- Röösli M, Moser M, Baldinini Y, Meimer M, Braun-Fahrlander C (2004) Symptoms of ill health ascribed to electromagnetic field exposure a survey. *Int J Hyg Environ Health*; 207: 141-150.
- Röschke J, Mann K (1997) No short-term effects of digital mobile radio telephone on the a wake human electroencephalogram. *Bioelectromagnetics*; 18: 172-176.
- Sandstrom M, Wilen J, Oftedal G, Hansson Mild K (2001) Mobile phone use and subjective symptoms. Comparison of symptoms experienced by users of analogue and digital mobile phones. *Occup Med*; 51: 25-35.
- Sandyk R (1994) Alzheimer's disease: improvement of visual memory and visuoconstructive performance by treatment with picotesla range magnetic fields. *Int J Neurosci*; 76: 185-225.
- Santini R, Santini P, Danze JM, Le Ruz P, Seigne M (2002) Investigation on the health of people living near mobile telephone relay stations: I/Incidence according to distance and sex. *Pathol Biol*; 50: 369-373.
- Schirmacher A, Winters S, Fischer S, Geoeke J, Gala HJ, Kulnick U, et al. (2000) Elektromagnetic fields (1.8GHz) increase the permeability to sucrose of the blood-brain barrier in vitro. *Bioelectromagnetics*; 21: 338-345.
- Siegrist M, Earle TC, Gutscher H, Keller C (2005) Perception of mobile phone and base station risks. *Risk Anal*; 25: 1253-1264.
- Sienkiewicz Z, Jones N, Bottomley A (2005) Neurobehavioural effects of electromagnetic fields. *Bioelectromagnetics*; 7: 116-126.
- Talamanca FI (2006) Occupational risk factors and reproductive health of women. *Occup Med*; 56: 521-531.
- Vasquez BJ, Anderson LE, Lowery CI, Adey WR (1988) Diurnal patterns in brain biogenic amines of rats exposed to 60-Hz electric fields. *Bioelectromagnetics*; 9: 229-236.
- Vollrath L, Spessert R, Kratzsch T, Keiner M, Hollmann H (1997) No short-term effects of high-frequency electromagnetic fields on the mammalian pineal gland. *Bioelectromagnetics*; 18: 376-387.
- Wilén J, Johansson A, Kalezić N, Lyskov E, Sandström M (2006) Psychophysiological tests and provocation of subjects with mobile phone related symptoms. *Bioelectromagnetics*; 27: 204-214.
- Yamaguchi H, Tsurita G, Ueno S, Watanabe S, Wake K, Taki M, et al. (2003). 1439 MHz pulsed TDMA fields affect performances of rats in a T-maze task only when body temperature is elevated. *Bioelectromagnetics*; 24: 223-230.
- Yürekli AI, Ozkan M, Kalkan T, Saybasili H, Tuncel H, Atukeren P, et al. (2006) GSM base station electromagnetic radiation and oxidative stress in rats. *Electromagn Biol Med*; 25: 177-188.
- Zecca L, Ferrario P, Margonato V, Cerretelli P, Zonta N (1991) Neurotransmitter amino acid variations in striatum of rats exposed to 50 Hz electric fields. *Biochim Biophys Acta*; 1075: 1-5.