



TMMOB ELEKTRİK MÜHENDİSLERİ ODASI

BİLGİ BELGE MERKEZİ(BBM)

Döküman Bilgileri

EMO BBM Yayın Kodu	: 33
Makalenin Adı	: 25 Soruda Cep Telefonları ve Baz İstasyonları
Makalenin Yayın Tarihi	: 13/01/2001
Yayın Dili	: Türkçe
Makalenin Konusu	: Cep Telefonları ve Baz İstasyonları
Makalenin Kaynağı	: Cumhuriyet Bilim Teknik, Sayı:, 721, 13/01/2001
Anahtar Kelimeler	: Cep Telefonu, baz istasyonları
Yazar 1	: Levent Sevgi
Yazarlar EMO üyesi ise Sicil No	: 28195

Açıklama

Bu doküman Elektrik Mühendisleri Odası tarafından açık arşiv niteliğinde olarak bilginin paylaşımı ve aktarımı amacı ile eklenmiştir.

Odamız üyeleri kendilerine ait her türlü çalışmayı EMOP/Üye alanında bulunan veri giriş formu aracılığı ile bilgi belge merkezinde yer almasını sağlayabileceklerdir. Ayrıca diğer kişiler çalışmalarını e-posta (bbm@emo.org.tr) yolu ile göndererek de bu işlemin gerçekleşmesini sağlayabileceklerdir. Herhangi bir dergide yayınlanmış akademik çalışmaların dergideki formatı ile aynen yer almaması koşulu ile telif hakları ihlali söz konusu değildir.

Elektrik Mühendisleri Odası Bilgi Belge Merkezi'nde yer alan tüm bilgilerden kaynağı gösterilerek yararlanılabilir.

Bilgi Belge Merkezi'nde bulunan çalışmalardan yararlanıldığında, kullanan kişinin kaynak göstermesi etik açısından gerekli ve zorunludur. Kaynak gösterilmesinde kullanılan çalışmanın adı ve yazarıyla birlikte belgenin URL adresi (http://bbm.emo.org.tr/genel/katalog_detay.php?katalog=2&kayit=33) verilmelidir.

25 soruda cep telefonları ve baz istasyonları

Cumhuriyet Bilim ve Teknik, 13 Ocak 2001

Levent Sevgi

Doç. Dr. İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Savunma Araştırmaları

Cep telefonları, baz istasyonları ve sağlığımız konusu güncelliğini korumakta. Gün geçmiyor ki, konu bir TV/radyo haberinde, bir sütun ya da bir yazı dizisi şeklinde bir gazetede ele alınmasın. Bir yandan cep telefonlarındaki (cihazların küçülmesi, pil ömrünün uzaması, benzeri) gelişmeler ile (internet erişimleri, görüntülü telefonlar, benzeri) sağlanan yeni hizmetler, öte yandan insan sağlığı konusunda süren tartışmalar, yeni bulgular, deneyler, eylemler ...

Konu uluslararası düzeyde de sıcaklığını korumaktadır. Sadece geçtiğimiz ay içerisindeki birkaç önemli gelişme fikir vermeye yeterlidir:

* Dünya Sağlık Örgütü (WHO) tarafından 1996 yılında başlatılan ve elektromanyetik enerji ve insan etkileşimini konu alan ünlü EMF (Electromagnetic Field) projesinin başkanı Dr. Michael Repacholi başkanlıktan çekilmeye karar vermiştir.

* Dünyaca ünlü Zürih Üniversitesi Uyku Laboratuvarında sürdürülmekte olan deneylerde cep telefonu ile konuşmanın beyin fonksiyonlarını etkilediği yönünde güçlü bulguların gözlemlendiği ünlü NeuroReport dergisinin 20 Ekim 2000 tarihli sayısında yayınlanmıştır.

* İngiltere Sağlık Bakanlığı 8 Aralık 2000 günü yaptığı açıklamada cep telefonları - insan sağlığı etkileşimini konu alacak araştırmalara önümüzdeki yıl yaklaşık 10 milyon Amerikan Doları tutarında destek bütçesi ayırdığını bildirmiştir.

* ABD'de 110 kişilik bir avukatlık ordusu ve altı eyalette büroları olan ve tütün tekelleri aleyhine açtığı davalarda müvekkillerine milyarlarca Amerikan Doları tazminat kazandırmasıyla ünlü Baltimore'lu avukat Peter Angelos cep telefonlarının beyin tümörü etkileri konusunda GSM şebekeleri aleyhine tazminat davaları üstlenmeye başladığını açıklamıştır.

* ABD'de ünlü tıp dergisi Journal of American Medical Association (JAMA) 20 Aralık 2000 tarihli son sayısında cep telefonu kullanmanın beyin tümörü üzerindeki etkilerine ait bir bilimsel çalışma sonucu yayınlamıştır. J. E. Muscat ve çalışma arkadaşları N.Y. kentinde yaşları 18-80 arasında değişen yaklaşık 900 kişilik bir grupta 1994-1998 yılları arasında gerçekleştirilen ve dört yıl süren çalışmada cep telefonu kullanmanın kısa dönemde beyin tümörü oluşumuna ya da tümörün büyümesine etkisinin olmadığı sonucu elde edilmiştir.

Ülkemizde tartışmaların sürmesinin birçok nedeni var; bilinmeyenlerin çokluğu, bilinenlerin anlaşılabilmesi ya da saptırılması, bilime inanmama, eğitimi önemsememe, az gelişmişliğin neden olduğu kadercilik anlayışı, resmi kurumların sorumsuzlukları, araştırma/geliştirme kültürü yerleştiremememe, çarpık kapitalist altyapı, emekten sermayeye ulusal ve yurtsever birikim eksikliği, var olan birikimin

de sistemli olarak kıyımı, son yirmi/otuz yıldır gündemde olan köşe dönme felsefesi, gibi. Bunların yanına bir bu kadar daha neden eklenebilir. Bu yazının amacı, her biri uzun tartışma konusu olan, sadece bu konunun değil yaşanmakta olan bir çok sıkıntının da temelini oluşturan bu nedenleri irdelemek değil! Bu tartışmalardan daha önemli olan, konuyu bilimsel temele oturtmak, mevcut durumu saptamak, bu ve benzeri tartışmalara ışık tutacak çözüm önerilerini ele almaktır.

Her konuda olduğu gibi cep telefonları ve baz istasyonları üzerinde de uzmanlar birer karınca örneği çalışmalarını aralıksız sürdürmektedirler. Her gün birkaç deney ya da istatistiksel çalışma sonucu ortaya çıkmakta ve olumlu ya da olumsuz sonuçlar üzerinde tartışılmaktadır. Değişik kişi, grup ya da laboratuvarlarda aynı deney üzerinde birbiriyle çelişen, zıt sonuçlar elde edilebilmektedir. Bu nedenle, konu üzerinde herkesin farklı düşünceleri ve görüşleri olması normaldir. Belirsizliklerin ileride ne yönde şekilleneceği üzerinde farklı varsayımlar ortaya atılabilir. "Eminim ki .." ya da "ben inanıyorum ki ..." diye başlayan ve olumlu ya da olumsuz etkiler konusunda öngörüler olabilir. Birisi çıkıp "bence yakın gelecekte kesin zararlı olacağı ortaya çıkacak, göreceksiniz" diyebilir. Bir diğeri "baz istasyonlarının kesin ölümcül etkisi vardır" şeklinde konuşabilir. Bir başkası "yıllardır elektromanyetik dalgalarla yaşıyoruz, olsaydı bugüne dek kesin bir şeyler çıkardı" diye düşüncesini belirtebilir. Kişisel görüş ve inanç olarak bunların hepsi normal karşılanmalıdır. Ancak bunlar bilimsel kılıf altında verilemez. Öngörülerin, hatta inançların olduğu yerde bilim tartışmalara girmez. Kişisel inançların ve düşüncelerin bilerek/bilmeyerek bilimsel kesin kanıt gibi sunulmak istenmesi ise affedilemez. Hiç kimsenin yaşanan kargaşadan bilimi ve bilim adamını sorumlu tutmaya, görsel ve yazılı basının da buna zemin hazırlamaya hakkı yoktur**.

Baz istasyonları, cep telefonları ve insan sağlığı konusunda bilimsel gerçekler, güncel durum nedir? Aşağıda bu sorunun yanıtı, teknik terimlerden tanımlara, kurumlardan kurallara varıncaya dek sıkça sorulan basit sorular ve yanıtları şeklinde verilmeye çalışılmıştır.

İnsan ve toplum sağlığı söz konusu olduğunda konuşmalarda, tartışmalarda ya da hazırlanan raporlarda kullanılan sözcükler özenle seçilmelidir. Birakın sokaktaki vatandaşın konunun uzmanları dahi, bilerek/bilmeyerek, sözcükleri karıştırmaktadır. Bu durumda yaşanmakta olan kaos daha da artmaktadır. Yaygın yapılan yanlışlardan önemli olanları şunlardır:

- ° Bir araştırmada ya da bir raporda kullanılan etki sözcüğü zarar ile karıştırılabilmektedir. Etki olması zarar olması anlamına gelmeyebilir.
- ° Zararı yoktur ile zararı henüz gösterilememiştir birbirinden çok farklıdır.
- ° Bir etkinin ya da zararın bulunamaması asla olmaması anlamına gelmez.
- ° Bilimsel olarak bir şeyin etkisi ya da zararı yoktur diyebilmek, ancak ve ancak etkinin ya da zararın olmadığı her açıdan kanıtlanması ile olabilir. Bu ise insan sağlığı söz konusu olduğunda hemen hemen olanaksızdır. O halde bulunamamıştır ya da görülmemiştir benzeri sözcüklerden yoktur anlamı çıkarmak yanlıştır.

Soru: GSM Hücresel haberleşme sistemi ve Türkiye'deki durumu nedir?

Yanıt: GSM (Global System Mobile) gezgin haberleşme sistemidir. Türkiye'de 900 MHz frekansı civarında 50 şer kanal ile servis veren iki şebekenin yanına 1800MHz'de üçüncü şebeke yer almak üzeredir. Her kanal aynı anda sınırlı sayıda aboneye hizmet verebildiğinden, milyonlarca GSM abonesine hizmet vermenin tek yolu kapsama alanını küçük hücrelere bölmek ve aynı frekansları tekrarlı olarak kullanmaktır. Bu nedenle GSM sistemine hücresel sistem adı verilir.

Soru: GSM Hücreleri nasıl planlanır?

Yanıt: GSM hücreleri yerleşim bölgelerinin özelliklerine göre planlanır. Şehir içi, şehir dışı, çok katlı binaların olması ya da olmaması, kapsanacak bölgede GSM abone sayısının azlığı ya da çokluğu hücre planlamasını değiştirir. GSM hücresel sistemde kapsama alanına göre üç tip hücre vardır; makro, mini, mikro hücreler. Makro hücreler yerleşimin seyrek olduğu (taşra) bölgelerinde 25-35km çapında bir alana hizmet verebilir. Çıkış güçleri 40-60 Watt olabilir.

Mikro hücreler, daha çok yerleşimin yoğun olduğu ve makro hücresel kapsamayı geliştirici ve tamamlayıcı olarak kurulan sistemlerdir. Havaalanı, ana tren istasyonları, büyük alışveriş kompleksi gibi yerlerde kurulur. Birkaç yüz metrelik yarıçapa sahip alanları kapsar ve çıkış güçleri makro hücrelere göre düşüktür (5-10 Watt civarındadır). Piko hücreler ise daha çok bina içi haberleşmelerde kullanılır ve birkaç watt çıkış gücüne sahiptir.

Soru: Baz istasyonu nedir?

Yanıt: Baz istasyonu, bir GSM hücresinde abonelerle iletişimi sağlayan verici/alıcı sistemidir. Her hücrede bir baz istasyonu bulunur. Bunlar hem abonelerle hem de komşu hücre baz istasyonları ile sürekli iletişim halindedirler. Baz istasyonları, kapsamayı genişletmek, kapsama alanındaki gölge bölgeleri yok etmek, ya da kapsanan bölgedeki abone sayısının artması nedeniyle artan ihtiyacı karşılamak için kurulurlar. Bir bölgedeki hücre sayısı ve hücrenin kapasitesinin kararı, o bölge için beklenen gezgin abone, trafik yoğunluğu ve coğrafi yapı düşünülerek verilir. Geniş kapsama alanlı hücreler, gezgin abonelerin yoğunluğunun düşük olduğu ve radyo dalgalarının yayılmasını engelleyecek yapıların olmadığı bölgeler için tercih edilir. Küçük kapsama alanlı hücreler ise, abone ve istenen servisin yoğunluğunun çok fazla olduğu ve herhangi bir nedenle (bina, dağ gibi) radyo dalgalarının engellendiği ortamlar için tercih edilirler.

Soru: Baz istasyonları ile kapsama nasıl planlanır ?

Yanıt: Hücreler araziye, yerleşim bölgesindeki yapılaşmaya, nüfus yoğunluğuna ve cep telefonu kullanıcı sayısına göre değişir. Birkaç yüz kişilik düz bir ovada kurulu kasaba için kasaba dışında tek bir baz istasyonu anteni yetebilir. ABD'de "downtown" denen iş merkezleri dışında hemen bütün yerleşim yerleri bu karakterde olduğundan makro hücrelerle ve tek antenle kapsama sağlanabilir.

Ancak, İstanbul'da Beyoğlu İstiklal caddesi, Kadıköy'de Altıyol benzeri yerlerde bu olası değildir. Söz konusu yerlerde hem çok sayıda kullanıcı vardır, hem de tek bir antenle kapsanamayacak, yüksek bina aralarında dar sokaklar söz konusudur.

Soru: Radyasyon nedir ?

Yanıt: Dilimizde kullandığımız radyasyon, İngilizce "radiation" sözcüğünden gelmiştir. Radyasyon sözcüğü, madde içine nüfuz edebilen ışınlar için kullanılmaktadır. Madde içine nüfuz edip atomları iyonlaştırması (elektron koparması) ya da iyonlaştırmamasına göre;

- ° Elektromanyetik (iyonlaştırmayan) Radyasyon 0-300GHz arası,
 - ° Nükleer (iyonlaştıran) Radyasyon; nötron, proton, alfa, beta tanecikleri, x ve gama ışınları,
- olarak ikiye ayrılır.

0-300GHz frekansı (ki, bütün elektriksel cihazlar, radyo, TV yayınları, cep telefonları, mikrodalga fırınları, vb. bu bölgededir) iyonlaştırmayan radyasyon olarak tanımlanmıştır. Bizde kötü çağrışım yapan radyasyon, iyonlaştıran (nükleer santraller, nükleer enerji, röntgen, vb) radyasyondur ve konumuzla ilgisi yoktur.

Soru: Elektromanyetik dalgalar nedir ?

Yanıt: Elektrik ve manyetik alan diye iki bileşeni olan ışımaya elektromanyetik dalgalar adı verilir. Uzayda dalgaların yayılması ışık hızıyla (saniyede 300 000 km) olur. Elektromanyetik dalgaların karakterini ve etkilerini belirleyen en önemli parametre frekans, yani saniyede dalga şeklindeki titreşim sayısıdır ve birimi Hz [1/s] dir. Örneğin, evlerimize gelen şebeke 50 Hz, FM radyo yayınları 88 -108 MHz (1MHz=1 Milyon Hz), TV yayınları 400 - 800 MHz, mikrodalga fırınları 2450 MHz frekansına sahiptir. Kendisi de elektromanyetik dalga olan görünür ışık 1014 Hz, nesnelerin yaydığı kızılötesi (ısı) dalgalar ise 1012 Hz frekanslıdır.

Elektromanyetik dalgaların nesnelerle (bu arada canlılarla da) etkileşimleri frekansa göre çok farklı olabilmektedir. Örneğin, yüksek gerilim hatları gibi düşük frekanslarda (50 Hz) manyetik alan etkileri daha baskın ve önemli olurken, cep telefonları, radyo-TV yayınları ve mikrodalga fırınları (birkaç yüz MHz'den birkaç bin MHz'e kadar) için elektrik alan etkileri önemlidir.

Soru: İyonlaştırmayan radyasyon etkileri nelerdir ?

Yanıt: Elektromanyetik dalgalar frekansa bağlı olarak değişik oranlarda insan vücuduna nüfuz ederler. Frekans arttıkça nüfuz etme zorlaşır. Bu nedenle, ışık gibi çok yüksek frekanslarda sadece (yüzeyde) deride etki yapabilir, içeriye nüfuz edemez. Lazer ile deri tedavisinden bu şekilde yararlanılır. Civardaki elektromanyetik dalgaların varlığı nedeniyle insan vücudunda oluşan elektrik ve manyetik alanlar iki tür etki yaratır. Bunlar:

® Isıl etkiler

® Isıl olmayan etkilerdir.

Isıl etkiler, insan vücudunda yutulan elektromanyetik enerjinin ısıya dönüşmesi ve vücut sıcaklığını arttırması olarak tanımlanır. Elektrik alanları iyon gibi yüklü parçacıklar üzerinde bir kuvvet uygular ve onların hareket etmelerini sağlar. Elektrik akımının akması anlamına gelen bu harekete karşı gösterilen direnç

ısınmaya neden olur. Bu ısı vücutta sıcaklık artmasına neden olur ve bu sıcaklık artması vücutta yutulan ısıнын vücuttan, kan dolaşımı gibi nedenlerle atılmasıyla dengeleninceye dek sürer. Isıl olmayan etkiler ise kimyasal, biyolojik, genetik ve psikolojik olarak sıralanabilir.

Soru: İlgili Uzman kuruluşlar hangileridir ?

Yanıt: Cep telefonları ve baz istasyonları dahil iyonlaştırmayan radyasyon konusunda uzman ve tarafsız kuruluşların başında ICNRP (International Committee on Non-Ionising Radiation Protection) Uluslararası İyonlaştırmayan Radyasyondan Koruma Komitesi gelir. Dünya Sağlık Örgütü (WHO), Birleşmiş Milletler (UN) ve Avrupa Birliği (AB) yanında birçok ülke tarafından tanınır. ICNIRP, IRPA (International Radiation Protection Association) Uluslararası Radyasyondan Koruma Kurulu tarafından 1992 yılında oluşturulmuştur. ICNIRP;

- * Konusunda bağımsız, bilimsel çalışmalar yapmak, ulusal ve uluslararası sağlık kuruluşları ve örgütleri ile ortak çalışmalar yürütmek, bunların sonunda elde edilen verilere dayanarak iyonlaştırmayan radyasyon konusunda insan ve toplum sağlığı kılavuzları hazırlamakla yükümlüdür.
- * Bilimsel verilere dayanarak ilgi ve yükümlülük alanına giren konularda öneriler hazırlar.
- * Uluslararası ve ulusal programların oluşturulması konularında prensipleri belirler.
- * Çalışmalarını ulusal ve uluslararası sağlık kurumları, araştırma laboratuvarları, üniversiteler ve akademik enstitülerle birlikte yürütür.
- * Epidemiyoloji (istatistiksel), biyoloji, fizik ve optik alt komiteleri oluşturmuştur.
- * Üyeleri fizik, biyoloji, epidemiyoloji, tıp ve mühendislik alanlarından seçilir.

Soru: ICNIRP Temel ve Türetilmiş Sınır Değerleri nedir ?

Yanıt: ICNIRP kılavuzlarında sözü edilen sınır değerler bilimsel bütün verilerin derlenmesi ve gözden geçirilmesiyle elde edilmektedir. Bu değerlere ulaşmada kısa ve orta vadeli ve hemen gözlenebilecek adale kasılması, yanma, şok, sıcaklık artması benzeri etkilerden (ısıl etkilerden) yola çıkılmıştır. Uzun dönemde kanserojen etkiler yaratabileceği gibi etmenler göz önüne alınmamıştır. ICNIRP eldeki bilimsel verilerden ısıl etkiler cinsinden sınır değerleri belirlemenin yeterli olduğunu belirtmektedir. ICNIRP, epidemiyolojik çalışmaların bir takım bulgulardan söz ettiğini ancak bu bulguların bilimsel olarak tatmin edici olmaktan henüz uzak olduğunu belirtmektedir.

Temel sınır değer olarak insan vücudunda bir derecelik sıcaklık artışına neden olan elektromanyetik güç yutulmasından yola çıkılmaktadır. Bugüne dek gerçekleşen gözlemler ve deneyler insan vücudunun sürekli bir derecelik sıcaklık artışını düzenleyemediği ve sorunlar yarattığını belirtmektedir. Yapılan çalışmalar ortalama insanda bir derece sıcaklık artışı için kilogram doku başına 4W güç yutulması gerektiğini göstermiştir. Temel sınır değer olarak 24-saat yaşanan, insanların bulunduğu her yerde (50 kat güvenlik payı ile, yani 4W değeri 50'ye bölünerek) 0.08 W/kg SAR değerine ulaşılmıştır. Özgül soğurma oranı (SAR, specific absorption rate) olarak verilen temel sınır değerlerin ölçülmesi hemen hemen olanaksızdır. Ya bilgisayar simülasyonları ile gerçekleştirilmektedir ya da

insanın elektromanyetik özelliklerine benzeyen robotlar yardımıyla ölçülebilmektedir. Bu nedenle, kolay ölçülebilen, gözlenebilen parametreler cinsinden verilen türetilmiş sınır değerlere geçilir.

Türetilmiş sınır değerler, elektrik ve manyetik alanlar ya da güç yoğunluğu cinsinden verilir. Bunlar, birbirine basit katsayılarla bağlı olduklarından birini ölçmek diğerlerini de elde etmek anlamına gelir. O nedenle sadece elektrik alan şiddeti yeterlidir.

Soru: Kabul edilen sınır değerler nedir?

Yanıt: ICNIRP türetilmiş sınır değerler olarak 900MHz'de 42 V/m, 1800MHz'de ise 59 V/m değerlerini kabul etmiştir. Türkiye hem 11 Mayıs 2000 tarihli Çevre Bakanlığı Genelgesi ile hem de 4 Ağustos 2000 tarihli Ulaştırma Bakanlığı Yönetmeliği ile ICNIRP değerlerini kabul etmiştir. Amerika Birleşik Devletleri ve Avrupa Birliği de ICNIRP sınır değerlerini tanımaktadırlar. Ancak, özellikle bilinmeyenlerin bilinenler yanında çok ama çok daha fazla olması nedeniyle (temkinli yaklaşım prensibini ilke kabul eden) İtalya ve Rusya sınır değeri 6 V/m, İsveç ise 4 V/m'ye indirmiştir.

Soru: Hangi ölçü aleti ile nasıl ölçü yapılır ?

Yanıt: ICNIRP sınır değerleri insanların 24-saat bulunduğu yerlerde aşılmaması gereken değerlerdir. GSM şebekeleri için kurulan baz istasyonu tesisi, genelde birkaç metre küp hacime sahip enerji kaynağı ve cephe ya da çatıya kurulan antenden oluşur.

Standartların belirlediği sınır değerler 900 MHz'de antenden yayılan güçle ilgilidir. Bu güç, geniş bantlı ve her yönden alışı yapabilen elektrik alan-metrelerle ölçülür.

Piyasada, birkaç yüz kHz'den 2-3GHz'e kadar geniş bantlı (böylece baz istasyonu anteni olsun, TV verici anteni olsun tüm vericilerden gelen toplam etki ölçülecektir) alan şiddeti ölçen ve fiyatları 1500 ile 10,000 Amerikan Doları arasında değişen cihazlar mevcuttur.

Ölçülerin öncelikle bu cihazlarla yapılması ve eğer sınır değerlere yaklaşıyorsa ya da aşıyorsa frekans seçici ve yöne duyarlı antenlerle tekrarlanması gerekir. Ölçü yapılan bir bölgede, öncelikle nereden gelirse gelsin, sınır değerlerin aşılp aşılmadığı kontrol edilmelidir.

Soru: Türkiye'de ölçüler yapılıyor mu ve yapılan ölçülerde ne değerler çıkmaktadır ?

Yanıt: Evet; EMO, TÜBİTAK ve değişik üniversiteler, hatta çevre müdürlükleri gibi kamu kuruluşlarınca ölçümler yapılmaktadır. EMO ile İstanbul'un değişik bölgelerinde okul, hastane, park, kalabalık alışveriş merkezleri ve sokakları, bina cepheleri ve çatıları ile bina içlerinde son bir kaç aydır ölçmeler yapılmaktadır. Bu ölçmeler seçilen tipik bölgelerde, günün değişik saatlerinde tekrarlanmaktadır. Bazı istasyonu yerleşimi olarak kötü sayılabilecek tipik yerler saptanmış ve buralarda tekrarlı ölçüler gerçekleştirilmektedir. Ölçüler hem bilgisayar kontrollü hem de manuel olarak gerçekleştirilmektedir.

Beyoğlu'nda İstiklal caddesi, Kadıköy'de Altıyol, Şişli, Akadlar, Çengelköy, Changir, vb. birçok bölgede aykırı sayılabilecek baz istasyonları saptanmakta ve bu bölgelerde tekrarlı ölçüler yapılmaktadır.

Ölçüler, baz istasyonları civarında, sokak aralarında, bina çatılarında ve evlerde gerçekleştirilmektedir. Ölçülerin hemen tamamı ICNIRP' nin 900MHz için belirlediği 42 V/m sınır değerinin altında çıkmaktadır. Kaydedilen en yüksek değerler 15-16 V/m, en düşük değerler ise 0.5 V/m civarındadır. Ölçülerin büyük bir bölümü 3-4 V/m' nin altındadır.

Resim 1-2 ve 3'te gösterilen değerler içeride ve dışarıda kaydedilen en yüksek ve en düşük değerlerdir. Tekrarlı yapılan ölçüler telefon konuşmalarının en yoğun ve en az olduğu düşünülen saatlerde tekrarlanmaktadır.

Soru: SAR nedir ?

Yanıt: Elektromanyetik dalgalar vücudumuza nüfuz eder, yani vücudumuz tarafından yutulur (emilir). Bu nüfuz etme frekanstan frekansa ve dokudan dokuya (örneğin beyin, böbrek, vb.) değişir. Farklı dokuların elektriksel özellikleri de farklıdır. SAR (Specific Absorbption Rate) özgül soğurma oranı, kilogram doku başına yutulan elektromanyetik gücü gösterir. SAR, üç parametreye bağlıdır: doku iletkenliği s [S/m], doku yoğunluğu r [kg/m³] ve doku içerisindeki elektrik alan şiddeti, E [V/m]. Yani, dokularda elektromanyetik dalgaların etkilerinden söz edebilmek (dolayısıyla SAR değerini bulabilmek) için doku içerisinde elektrik alan şiddetlerinin bilinmesi gerekir. İletkenliği s olan M ağırlığında bir dokunun yutacağı elektromanyetik güç oranı (yani SAR değeri) $M sE^2/r$ şeklinde elde edilir. SAR değeri dokudan dokuya değiştiği gibi, doku içerisinde de noktadan noktaya (farklı noktalara farklı elektromanyetik güç nüfuz edebileceğinden) değişir.

Soru: Cep telefonlarında SAR değeri nasıl elde edilir ?

Yanıt: Canlılarda SAR değerinin ölçülmesi (akupunktur iğnelerine benzeyen) küçük, ince antenlerin doku içerisine sokularak elektrik alan değerinin ölçülmesi ile mümkündür. Bu nedenle, günümüzde SAR değeri ya elektriksel özellikleri insana benzeyen robot (fantom) kullanarak laboratuvarlarda ya da bilgisayar simülasyonlarıyla elde edilmektedir.

Son yıllarda yapılan SAR ölçmeleri arasında önemli farklılıklar gözlenmektedir. Örneğin, aynı model ve marka cep telefonu için iki farklı laboratuvarda birbirinin iki üç katı farklı SAR değerleri ölçülmektedir. Farklı SAR ölçmeleri kullanılan fantomlardan, laboratuvar ortamının kendisinden, ölçü adımlarının farklılıklarından, vb. kaynaklanabilir.

Laboratuvarlarda SAR ölçmelerini belli bir standarda sokabilmek amacıyla elektrik, elektronik ve bilgisayar mühendislerinin uluslararası meslek örgütü ve bilimsel kurumu IEEE, 2000 yılı sonuna dek SAR ölçme metodolojisi üzerindeki çalışmalarını tamamlamayı hedeflemektedir.

Soru: Türkiye'de SAR çalışmaları yapılıyor mu?

Yanıt: Evet, yapılıyor. Özellikle bilgisayar simülasyonları konusunda İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü'ndeki doktora öğrencilerim Yük. Müh. Funda Akleman ve Yük.

Müh. Kd. Yzb. M. Orhan Özyalçın'dan oluşan çekirdek ekibimle uluslararası düzeyde ortak araştırma ve modelleme çalışmalarında yer almaktayız. Birçok araştırma merkezinden daha etkili ve karşılaştırmalı çalışmalar yapacak güçlü simülasyon birikimimiz söz konusu. Ulusal desteklerle bu çalışmalar sürdürülürse, birçok araştırmada olduğu gibi, sadece yabancıların yaptığı araştırmalara bakarak tartışmanın, kararlar almanın ötesinde bu konuda uluslararası önderlik yapacak duruma kolayca gelinebilir. Bu çalışmalar ulusal ve uluslararası düzeyde Türkiye için gurur kaynağı olmalıdır.

Soru: Cep telefonlarında kulaklık kullanmak çözüm mü ?

Yanıt: Bu konudaki ölçmeler birbirleriyle çelişmektedir. İngiliz Tüketiciler Birliği (CA, Consumers' Association) ERA firmasına yaptırdığı ölçmelerden sonra, Nisan 2000'de kulaklık kullanmanın insan kafası içindeki etkiyi üç kat artırdığını açıklamıştır. Hemen ardından, İsviçre Federal Teknoloji Enstitüsü uzmanlarından Dr. Niels Kuster ölçmelerin hatalı olduğunu iddia etmiş ve kendi ölçmelerinin bunun aksini gösterdiğini söylemiştir. Motorola, Nokia, Ericson, Philips firmaları da Dr. Kuster' inkiye benzer açıklamalar yapmışlardır. Daha sonra CA, kulaklık kullanıldığında üç kat artan etkinin SAR değil, kafa içerisinde bazı bölgelerdeki elektrik alan şiddeti olduğunu açıklamıştır. Teknik açıdan her iki görüşünde haklı olma olasılığı vardır. Bu nedenle sağlıklı ölçülerin (bağımsız uzman kuruluşlar ikna oluncaya dek) tekrarlanması gerekir.

Soru: Cep telefonları ve baz istasyonları sağlığa zararlı mıdır ?

Yanıt: Sorunun yanıtını vermek kolay değildir. Bunun başlıca nedeni, bir çok konuda olduğu gibi, henüz bilinenlerin bilinmeyenler yanında çok ama çok az olmasıdır. Yapılabilecek şey, temkinli olmak ve ICNIRP sınır değerlerinin sağlanıp sağlanmadığını kontrol etmek olmalıdır. Ancak, belirsizliklerin çok olması nedeniyle sınır değerler sürekli bir tartışma konusudur. Bu nedenle, az sayıda da olsa, bazı ülkeler ICNIRP sınır değerlerini kabul etmekle birlikte, ulusal sınır değerlerini teknolojinin el verdiği en düşük seviyelere çekmeye başlamışlardır.

Soru: Baz istasyonları kanser yapar mı?

Yanıt: Yanlış sorularla doğru yanıtlara varmak olası değildir. Soru, "sınır değerlerin altında ya da üstünde olması kanser tehlikesini ne derece etkiler?" şeklinde olmalıdır. Bu sorunun henüz yanıtlanamayacağını konunun uzmanları belirtmektedir. Çalışmalar aralıksız sürdürülmekte ve her türlü deneysel sonuç ve bulgu değerlendirilmektedir. Uzmanlar, soruya yanıt verebilmek için epidemiyolojik çalışmaların on onbeş yıl sürmesi ve bu çalışmalardan elde edilecek sonuçların da baz istasyonları ile sağlıklı biçimde ilişkilendirilmesi gerektiğinin altını çizmektedirler. Bugün için kanser yapar demek kadar kanser yapmaz demenin de bilimsel değeri yoktur.

Soru: Yaygın bir söylenti ABD'de 1995'te "Clinton Genelgesi" ile okul, hastane, vb yerlerden baz istasyonlarının sökülmesi istendiği şeklinde. Bu işin aslı nedir?

Yanıt: Bu konunun aslı sayın Oya Duru (oyaduru@usa.net) tarafından araştırılmış ve 5 Kasım 2000 tarihli Cumhuriyet Pazar Dergi ekinde kaleme alınmıştır. Oya Duru, ABD Başkanı Bill Clinton'un 10 Ağustos 1995 yılında konuyla ilgili bir genelge yayımladığını ve bu genelgede "Federal hükümet binaları kanunların izin verdiği ölçüde mobil telefon antenlerinin yerleştirilmesi için kullanılabilmelidir. Bu iş, federal, eyalet ve bölgesel kurallara uygun, ulusal güvenlik kaygıları, halk sağlığı ve güvenliği, çevresel ve estetik kaygılarla bağdaşmalı, tarihi bina ve anıtlar, doğal ve kültürel kaynaklar korunarak gerçekleştirilmelidir...." şeklinde ifadenin yer aldığını, ancak bunun bilerek/bilmeyerek saptırıldığını ve "ABD'de 1995 yılında Clinton baz istasyonu antenlerinin okul ve evlerden uzak tutulmasını istedi" şeklinde yansıtılmak istendiğini, ayrıntılı olarak vurgulamaktadır.

Soru: Baz istasyonlarını okul, kreş ve hastane benzeri yerlerden uzaklaştırmak çözüm mü ?

Yanıt: Genelde, çatıya kurulan baz istasyonu anteni enerjiyi mum ışığı gibi yayar. Yani, dibine en az seviyede enerji verir. Dolayısıyla yan yana iki binada oturanlardan çatısında anten olan binadakiler, karşıdaki binadakilere göre daha az enerji altında kalacaklar demektir. Bina cephelerine, balkonlara, vb. kurulan antenler ise enerjisini el feneri gibi yayarlar. Fenerin hüzmesi daraldıkça ışık şiddeti artar ve fener nereye yöneltilirse o bölge aydınlanır. Cephe antenleri de enerjilerini benzer şekilde yayarlar. Örneğin bir binanın ikinci ya da üçüncü kat hizasındaki bir cephe anteni binanın önünden geçen sokağı kapsamak için tasarlanmıştır. Normal koşullarda bina içerisine en az etki yapacaktır. Bu nedenlerle okul, kreş ve hastane gibi binalardan ve bunların bahçelerinden baz istasyonlarını kaldırmaktan ziyade enerji hüzmelerinin bu bölgelere bakmamasını sağlamak daha doğrudur. Okulun çatısındaki bir antenin etkisi yanında karşı binanın çatısına okula bakacak şekilde anten yerleştirmek daha çok etki yapacaktır.

Soru: "Çek bazını çatımdan!" kampanyaları çözüm mü ?

Yanıt: Hastalığın tanısını doğru koymak tedavi için ön koşuldur. Baz istasyonları konusunda da durum aynıdır. Cep telefonu satışlarına, kullanıcı sayısının artmasına paralel olarak binalarda, çatılarda, balkon ve cephelerde baz istasyonu kurma zorunluluğu da artacaktır. Bu nedenle, "çek bazını çatımdan" kampanyaları yerine, "gerekmedikçe alma, kullanma" benzeri kampanyalar daha sağlıklıdır. Kullanıcı sayısı düştükçe baz istasyonu gereksinimi de düşecektir.

Soru: Türkiye'de yaşanan kaosu nereden neler olabilir ?

Yanıt: Bunda hemen tüm kurum ve kişilerin, yani hepimizin sorumluluğu vardır. Birçok konuyu olduğu gibi, bunu da bilgi sahibi olmadan fikir sahibi olarak çözmeyi yeğlediğimizden kaos yaşanmaktadır. Ayrıca;

Ulaştırma ve Çevre Bakanlıkları özünde aynı yaklaşım içinde olup, ICNIRP sınır değerlerini kabul etmişlerdir. Sadece uygulamaya ait farklılıkları olmasına karşın tamamen çatışır bir görüntü sergilemektedirler.

GSM operatörleri hiç gereği yokken çatışmada taraf olmayı yeğlemekte ve "sağlık

tehlikesi yoktur" türü savunmaya geçmektedirler. Oysa, yasal düzenlemeler neyi gerektiriyorsa onu yapmak ve bu arada haberleşme hizmetini vermekle yükümlüdürler. " Telsim ya da Turkcell olarak biz bir hizmet veriyoruz, bunu yaparken duyarlı davranıyoruz, kuralları biz koymuyoruz, biz uyguluyoruz" diye tartışmanın dışına çıkmaları gerekir.

Uzmanlar çok disiplinli bir konuda bilimsel olmayan, çelişkili çalışmaları toplum önünde tartışabilmekte, amacını aşan ya da aşabilecek sözlerle kargaşa yaratabilmekte ve sözlerine özen göstermemektedir. Örneğin, "bir ölçünün sınır değerinin altında çıkmasını" tıp uzmanı olmayan ve sadece mühendislik yönünden uzman olan bir kişi "tehlike yoktur" diye belirtebilmektedir. Ortalıkta, yanlış, hatalı ve eksik raporlar dolaşmaktadır.

Medya konuya kar/zarar ve çıkar ilişkileri temelinde yaklaşabilmektedir. GSM operatörü sahibi sermaye gruplarının TV, gazete ve dergilerinde farklı, diğer grupların ya da ihalede kaybedenlerin TV, gazete ve dergilerinde farklı ve kasıtlı ve ısmarlama haberlere rastlanmaktadır.

Soru: Risk analizi nedir ?

Yanıt: Cep telefonları, baz istasyonları ve sağlığımız konularında deneysel ve epidemiyolojik (istatistiksel) çalışmalar yoğun biçimde sürmektedir. Henüz bilinenler bilinmeyenler yanında çok ama çok azdır. Bu nedenle, yoğun tartışmaları da beraberinde getirmektedir. Giderek güçlenen bir görüş, artık sadece ısı etkileri cinsinden sınır değerlerin anlamlı olamayacağıdır. Ancak, ısı etkileri dışında ölçülebilir, kontrol edilebilir bir parametre de henüz belirlenebilmiş değildir. Bu nedenle gelişmiş ve bilime güvenen ülkeler risk analizi yapmaktadırlar. Yaşantımızı kolaylaştırmak üzere kullandığımız her teknolojik yenilik olası olumsuzlukları da beraberinde getirir. Olası olumsuz etkilere riskler, bunları göze alarak teknolojiyi kullanmaya da risk alma, risk yönetimi denir. Örneğin,

- ° arabaya binmekle kaza yapma
- ° yolda yürümekle ezilme
- ° İstanbul'da yaşamak ile deprem
- ° hazır gıda tüketmekle kanser
- ° doğal gaz ile ısınmakla yangın
- ° buzdolabı, elektrik süpürgesi kullanmakla elektriğe çarpılmak, vb.

risklerini üstlenmiş oluruz. Risk analizinde önemli olan nokta, alınan riskin ne olduğunun bilinmesidir. Gündelik yaşantımızda sürekli risk yönetimini uygularız. Otobüse binmek taksiye göre ucuzdur ancak geç kalma riski yükseldiğinde bunu göze alamayıp pahalı aracı tercih edebiliriz. Evimizi yangına karşı sigorta yaptırmayarak risk alabiliriz. Köpek ısırdığında hemen aşı olarak kuduz riskini yok etmeye çalışırız. Kanser riskini göze alarak sigara içmeyi sürdürebiliriz. Sabah evden çıkarken bulutlu havada şemsiye almayarak olası bir yağmurda ıslanmayı göze almış oluruz, vb.

Cep telefonları ve baz istasyonları için de durum aynı olmalıdır. Henüz olumsuz etkilerin gözlenmemesi olumsuz etkilerin olmayacağı anlamına gelmez. Burada uzmanlara, yetkililere düşen görev olası riskleri bütün açıklığıyla topluma aktarmak ve risk yönetimini çalıştırmaktır. Cep telefonları kullanımı kişisel risk yönetimi, baz

istasyonları ise toplumsal risk yönetimi olarak ele alınmalıdır.

Soru: Çözümüne nasıl ulaşılabilir ?

Yanıt: Günümüzde teknolojik gelişmeler, kamu, hukuk ve çevre benzeri düzenlemelerin çok önünde gitmektedir. Gelişmiş ve bilime inanan toplumlar aradaki farkı olabildiğince kısa tutmaya çabalamaktadırlar. Türkiye de toplum olarak bu yönde çaba göstermek zorundadır. Bilimsel veriler ışığında yasal düzenlemeler bir an önce tamamlanmalıdır. Kurumlar, diğer konularda da olması gerektiği gibi, topluma güven vermeyi başarmak zorundadırlar. Bu güven de, ancak kurumlar arası ortak noktaların öne çıkarılıp olumlu çalışmalarla sağlanabilir. Bilgi temelli fikir üretmek, hataları en aza indirmek ve taşınan sorumluluklara duyarlı olmak bir zorunluluk olmalıdır. Baz istasyonlarının planlanması, ölçülerin yapılması ve denetlenmesi konularında ilgili bakanlıklar, EMO, TÜBİTAK ve üniversiteler sorumluluk bilinciyle çalışmalarını sürdürmelidir. Özellikle EMO' nın uzmanlık alanı olması, Türkiye'nin dört bir yanında şubeleri bulunması ve her an her yerde ölçü yapabilecek yeteneğe sahip olması nedenleriyle problemin çözümünde doğal adreslerden birisi olduğu açıktır.

Soru: Çözümüne ulaşmada sağlıklı, somut öneriler neler olabilir ?

Yanıt: Önemli birkaç öneri aşağıda sıralanmıştır:

* Çevre, Sağlık gibi bakanlıklar BEM konusunda çalışmaları sürdürmeli ve bu yönde ulusal projeler desteklenmelidir. Bu konuda bir SAR ölçü ve modelleme laboratuvarı kurulabilir.

* Bu konuda bilinenler bilinmeyenler yanında çok ama çok azdır. Bu nedenle, konunun uzmanları olan saygın kurumlar bir yandan ölçülebilir, kontrol edilebilir limitler koyarken bir yandan da bilinmeyene karşı temkinli ve uyanık olmayı öneriyorlar.

* Özellikle olumsuz EM etkiler bu etkilere maruz kalma süresi ile orantılı olduğundan önlerinde yetişkinlere göre daha uzun yaşam süresi olan çocuklara ve gençlere karşı daha koruyucu davranma gereği açıktır.

* Mühendislik kurallarına uygun kurulmuş baz istasyonu tesislerinde yapılacak ölçmelerin genelde belirlenen sınır değerlerin (örneğin 900 MHZ'de 42 V/m) altında çıkacağı söylenebilir. Unutulmamalıdır ki, sınır değerlerin kendileri tartışma konusudur ve ülkelere hatta kurumlara göre farklılıklar vardır. ANCAK, tesis kurumu ve alan seçimi ÇOK ÖNEMLİdir. Dikkat edilmezse sınır değerler kolayca aşılabilir. Tesis için yer seçimi ve kurumu, uzman kişi ve kurumlar gözetiminde bütün şebekeleri içine alacak bir planlama ile gerçekleştirilmelidir.

* Dünya Sağlık Örgütü, WHO sağlıklı olmayı sadece hasta olmamak ya da belli bir hastalık taşımamak olarak değil "fiziksel, ruhsal ve sosyal olarak iyi durumda olmak" diye tanımlamaktadır. Bu nedenle EM dalgaların, cep telefonu ya da baz istasyonu antenlerinin etkilerine bu tanımlama ışığında bakmak gerekir. Balkonunun karşısında, birkaç metre ötede bir baz istasyonu anteni kurulması psikolojik etkiler nedeniyle kişide gerçek rahatsızlıklara neden olabilir. Olaylara "sadece sınır değerler sağlanıyor o halde sorun yok" diye yaklaşmak karşı karşıya olunan problemi hafife almak anlamına gelecektir.

- * Ayrıca, Çevre İçin Hekimler Derneği ve İstanbul Tabip Odası'nın belirttiği gibi, soruna bilimsel yaklaşmamak, süren belirsizlik, kişi ve kurumlara karşı güvensizlik sonucu ortaya çıkan ve kendisini öznel yakınmalar, kaygı, korku gibi bulgularla gösteren psikolojik etkilenmelere önem verilmelidir.
- * Planlama ve denetlemeye önem verilmeli ve uzman kurum ve kuruluşlarca yapılmalıdır. Hem planlamanın GSM şebekelerine bırakılması, hem şebekelerden kaliteli hizmet beklenmesi, hem de GSM şebekelerini günah keçisi gibi her şeyin sorumlusu olarak gösterilmesi haklı ve doğru olamaz.
- ° Yapılan ölçmeler Türkiye'de mevcut teknoloji ile İsveç'in kabul ettiği 4 V/m ile İtalya-Rusya'nın kabul ettiği 6 V/m sınır değerleri arasında bir değer pratikte gerçekleştirilebilir olduğunu göstermektedir. Bu nedenle Türkiye'nin 900 MHz'deki sınır değeri 5V/m değerine düşürülmesi konusuna ağırlık verilebilir.

Doç. Dr. Levent SEVGİ, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Savunma Araştırmaları

* Yazar, 1982 yılında İTÜ Elektrik-Elektronik Fakültesi, Elektronik ve Haberleşme Mühendisliği bölümünden mezun oldu. Aynı birimde, 1982-1990 yılları arasında araştırma görevlisi, 1991-1994 yılları arasında yardımcı doçent ve 1995-1998 yılları arasında doçent olarak görev yaptı. 1988-1990 yılları arasında Amerika Birleşik Devletleri'nde New York Polytechnic Üniversitesi'nde Weber Araştırma Merkezinde doktora araştırmalarında bulundu. 1992 yılından bu yana ulusal savunma projelerinde araştırma/geliştirme çalışmalarında yer aldı. 1998-1999 yılları arasında Kanada'da Raytheon Canada Limited firmasının Bilimsel Araştırma Grubu'nda yer aldı. Aynı dönemde Kanada Waterloo Üniversitesi Mühendislik Fakültesinde ortak çalışmalarda bulundu. 1999-2000 yılları arasında TÜBİTAK-MAM, Bilişim Teknolojileri Araştırma Enstitüsü'nde Elektronik Sistemler Grup Başkanlığı yaptı. Bu dönemde NATO SAS Panelinde TÜBİTAK-MAM, Milli Savunma Bakanlığı Ulusal Sensörler ve Elektronik Sistemler Panelinde TÜBİTAK üyesi olarak görev aldı. İlgili ve uzmanlık alanları arasında Elektromanyetik Uyumluluk ve Kirlilik, Biyo-elektromanyetik, Sayısal Modelleme, Radarlar, Anten ve Propagasyon, RCS modelleme ve Çok Algılayıcı Tümlşik Sistemler sayılabilir. İki kitabı, uluslararası hakemli dergilerde 20' ye yakın, uluslararası hakemli konferans ve sempozyumlarda da 50' ye yakın makalesi vardır. Çalışmalarını bitirmek üzere olan iki doktora ve birkaç Y. Lisans öğrencisinden oluşan küçük grubuyla aralarında cep telefonlarında SAR modelleme de olmak üzere değişik konularda uluslararası güncel araştırmalarda yer almaktadır.

** Bu konuda yazarın bir tartışma yazısı 4 Kasım 2000 tarihli Cumhuriyet Bilim Teknik (CBT) Dergisi'nde "Baz istasyonları ve bilim adamı tanımı üzerine bir tartışma" başlığı ile yayınlanmıştır. Ayrıntılar ve önemli kaynaklar için yazarın EMO İstanbul Şubesi yayını olarak Aralık 2000 tarihinde baskıya giren "Elektromanyetik Uyumluluk - Elektromanyetik Kirlilik" kitabına bakılabilir.

