

ELEKTROMANYETİK DALGALAR VE İNSAN SAĞLIĞI
SIKÇA SORULAN SORULAR ve YANITLARI

TÜBİTAK-BİLTEN

2001

İÇİNDEKİLER

SUNUŞ	1
1. MOBİL İLETİŞİM SİSTEMLERİ VE İNSAN SAĞLIĞI.....	2
1. Elektromanyetik radyasyonun canlılar üzerindeki etkileri nelerdir?.....	2
2. Baz istasyonları nükleer radyasyona neden olur mu? Bu radyasyon canlılar üzerinde nükleer radyasyona benzer etkiler yapar mı?	2
3. Mobil telefonlar ve baz istasyonlarından yayılan elektromanyetik dalgaların kanser yaptığı yönünde tekrarlanmış herhangi bir kanıt var mıdır?	2
4. Mobil telefon ve baz istasyonları başağrısı, uykusuzluk, dikkat bozukluğu gibi durumlara neden olabilir mi?	3
5. Cep telefonlarının bilimsel olarak kesinlikle kanatlanmış zararlı etkileri var mıdır? ..	3
6. Mobil telefonlar ve baz istasyonlarından yayılan elektromanyetik dalgalar düşük doğum ya da sakat doğuma neden olurlar mı?	3
7. Kalp pili kullananlar mobil telefon kullanabilir mi?	3
8. Elektromanyetik radyasyonun insan vücudunda en fazla etkili olduğu bölgeler nerelerdir?	3
9. Bir apartmanın çatısında ya da duvarında baz istasyonu anteni bulunması o apartmanda bulunanları yüksek risk grubu haline getirir mi?	4
10. Radyo ve TV verici yayınları güvenli midir?	4
11. Mobil araç telefonları güvenli midir?	4
2. STANDARTLAR VE SINIR DEĞERLER.....	5
1. GSM baz istasyonlarının kuruluşlarına yönelik standartlar var mıdır?.....	5
2. Elektromanyetik alanların insan sağlığına etkileri konusunda oluşturulmuş uluslararası standartlar ve sınır değerler var mıdır?	5
3. Mesleği nedeniyle elektromanyetik enerjinin etkisinde kalanlar (kontrollü etkilenme) ve istemleri ya da kontrolleri dışında etkilenenler için (kontrolsüz etkilenme – genel yaşam alanları) aynı sınır değerler mi uygulanmaktadır? Bu sınır değerler nasıl oluşturulmuştur?	6
4. Bu konuda Türkiye’de oluşmuş standartlar var mıdır? Belirlenmiş sınır değerler mevcut mudur?	8
3. SONUÇ	9
4. KAYNAKLAR.....	10

EKLER

EK 1. TANIMLAR	11
1. Frekans ve dalgaboyu nedir? Birimleri nelerdir?	11
2. Anten nedir?.....	11
3. Yönsüz anten ve yönlü anten nedir?	11
4. Anten kazancı ve anten etkin çıkış gücü nedir?	12
5. Radyo frekans (RF) bandı nedir? Mikrodalga frekans bandı nedir?	13

6. Radyasyon (ışınma) nedir?	13
7. İyonlaştırıcı radyasyon nedir? İyonlaştırıcı olmayan radyasyon nedir?	13
8. SAR nedir?.....	14
9. Bir noktadaki elektromanyetik enerji miktarı nelere bağlıdır?.....	14
10. Epidemiyoloji nedir?	14
EK 2. HÜCRESEL İLETİŞİM SİSTEMLERİ VE BAZ İSTASYONLARI.....	15
1. Hücresel ağ haberleşme sistemi nedir?	15
2. Türkiye’de kullanılan hücresel haberleşme sistemleri nelerdir? Hizmet verdiği frekans aralıkları nelerdir?.....	17
3. Baz istasyonu neden kullanılır? Baz istasyonları olmadan, örneğin şehir dışına yüksek bir kule kurarak, iletişim sağlanabilir mi?.....	17
4. Bir baz istasyonunun hizmet verdiği kişi sayısı neye göre değişir?	17
5. “Şebeke meşgul”, “kapsama alanı dışında” kavramları nelerdir?	17
6. Baz istasyonlarında bulunan antenler elektromanyetik enerjiyi buldukları alana eşit olarak mı dağıtırlar? Yoksa bu dağılım yöne ve uzaklığa göre değişir mi?	17
7. Baz istasyonlarının neden olduğu toplam elektromanyetik enerji sabit bir değerde midir? Zamana göre farklılık gösterir mi?.....	19
8. Mobil telefonunun yaydığı güç baz istasyonuna olan uzaklığa bağlı olarak değişir mi?	19
9. Elektromanyetik dalgalar binaların içine girebilir mi? Binaların herhangi bir zayıflatıcı etkisi var mıdır?	19
10. Günlük yaşamımızda kullandığımız cihazlar elektromanyetik enerji yayar mı?	19
EK 3. İNTERNET ADRESLERİ	21

SUNUŞ

Elektromanyetik dalgalar, birçok doğal ve insan yapımı kaynaklar tarafından yayılmakta ve hayatımızda önemli bir rol oynamaktadır. Radyo Frekans (RF) bölgesinde yer alan elektromanyetik dalgalar iletişimde, radyo ve televizyon yayınlarında kullanılmaktadır. Teknolojideki gelişmelerin bir sonucu olarak da elektromanyetik dalgaların kullanımı her geçen gün artmakta ve bundan dolayı günlük yaşantıda doğada bulunanın çok üstündeki seviyelerde elektromanyetik dalgalara maruz kalınmaktadır. Son yıllarda yaygın olarak kullanılmaya başlanan cep telefonları ve uzantısında baz istasyonlarına ilişkin soru işaretleri kamuoyu gündeminin ön sıralarına yerleşmiştir.

Bu gelişmelerin sonucunda elektromanyetik dalgaların insan sağlığı üzerindeki olası olumsuz etkileri konusunda kamuoyunun duyarlılığı artmıştır. Bu duyarlılık doğal olarak bir bilgilendirme gereksinimi doğurmuş, ancak ülkemizde ne yazık ki sıkça rastlandığı gibi, kamuoyu “yeterliliği” ve “doğruluğu” tartışılır bilgilendirme girişimleriyle karşı karşıya kalmıştır. 38 yıldır evrensel bilimsel kriterlere bağlılıktan ödün vermeden çalışan TÜBİTAK, bu konuda da doğal olarak aynı yaklaşımı benimsemiştir. TÜBİTAK konu özelindeki çalışmalarını kamuoyunun “doğru”

bilgilendirilmesine odaklanmış ve TÜBİTAK imzası atılacak yeterlilikte bir doküman hazırlığı sürdürülmüştür.

Bu yaklaşımın ürünü olan elinizdeki doküman mobil haberleşme sistemleri, elektromanyetik dalgalar ve bunların insan sağlığı üzerindeki etkileri ve elektromanyetik dalgalara maruz kalınma yönünde oluşturulmuş standartlar hakkında sıkça sorulan bazı soruları cevaplamak amacıyla hazırlanmıştır.

Dikkatli okuyucu farkedecektir ki, kamuoyunun sıklıkça sorabileceği genel soruların yanısıra, teknik bilgiye sahip, hatta uzman kişilerin de sorabileceği olası soruları da yanıtlayacak geniş yelpazede bir sunum yapılmasına özen gösterilmiştir.

Dokümanın 1. bölümünde elektromanyetik dalgalar ve insan sağlığı üzerindeki olası etkileri konusunda sıkça sorulan sorular yer almaktadır. Bu konuda dünyada ve Türkiye’de oluşmuş standartlar ve sınır değerleri 2. bölümde kapsamaktadır. 1. ve 2. bölümlerde tartışılan konulara açıklık getirmek amacıyla Ek 1’de bir dizi teknik tanım verilmiştir. Benzer şekilde, hücreli iletişim sistemleri ve baz istasyonları konusunda oluşabilecek daha teknik sorular Ek 2’de yer almaktadır. Bu konuda daha fazla bilgiye erişmek isteyenler için yararlı olabilecek internet adresleri Ek 3’de verilmektedir.

TÜBİTAK – Bilgi Teknolojileri ve Elektronik Araştırma Enstitüsü (BİLTEN) İletişim Teknolojileri biriminin teknik katkıları ile BİLTEN Müdür Teknik Yardımcısı Doç. Dr. Gülbin DURAL ve TÜBİTAK Bilim Kurulu üyesi Prof. Dr. Şevket RUACAN’ın gözetim ve yönetiminde hazırlanan doküman için kendilerine şükran borçluyuz.

Kamuoyuna yararlı olması dileğiyle saygılarımla sunarım.

Prof. Dr. Namık Kemal PAK
TÜBİTAK Başkanı

MOBİL İLETİŞİM SİSTEMLERİ VE İNSAN SAĞLIĞI

1. Elektromanyetik radyasyonun canlılar üzerindeki etkileri nelerdir?

RF elektromanyetik dalgalarının foton enerjileri, atomları ve molekülleri iyonlaştıracak düzeyde değildir. Elektromanyetik radyasyonun göreceli olarak düşük frekanslı biçimleri olan görünen ışık, kızılötesi radyasyon ve RF dalgalar iyonlaştırıcı olmayan radyasyona örnektir.

Ortamdaki iyonlaştırıcı olmayan elektromanyetik dalgaların etkisinde kalma sonucunda canlılarda iki tür etki oluşabilir: Isıl etkiler ve ısıl olmayan etkiler.

Isıl etkiler, vücut tarafından yutulan elektromanyetik enerjinin ısıya dönüşmesi ve vücut sıcaklığını arttırması olarak tanımlanır. Bu sıcaklık artışı, ısının kan dolaşımı ile atılarak dengelenmesine dek sürer. Cep telefonları gibi RF kaynaklarının sebep olabileceği sıcaklık artışı gerçekte çok düşüktür ve büyük olasılıkla vücudun normal mekanizmaları ile kolayca etkisizleştirilebilir. Cep telefonu ile beyinde oluşabilecek sıcaklık artışı ortalama 0,1°C dolayındadır [11].

Isıl olmayan etkilere bağlı olarak RF dalgaların etkili olduğu iddia edilen bozukluk ve hastalıklar arasında beyin aktivitelerinde değişiklikler, uyku bozuklukları, dikkat bozuklukları, baş ağrıları bulunmaktadır. Ancak bu riskler çok yüksek deneysel dozlar ve sürelerde geçerli olabilir ve cep telefonları gibi kullanımlar için geçerli değildir.

Yüksek enerjili **iyonlaştırıcı** elektromanyetik dalgalar, DNA ve genetik malzemeyi kapsayan biyolojik dokuda hasara yol açabilen moleküler değişikliklere yol açabilirler. Bu etkinin olabilmesi için dokunun x-ışınları ve gama ışınları gibi yüksek enerjili fotonlarla etkileşmesi gerekir.

2. Baz istasyonları nükleer radyasyona neden olur mu? Bu radyasyon canlılar üzerinde nükleer radyasyona benzer etkiler yapar mı?

Nükleer radyasyon, yüksek enerjili fotonların yol açtığı iyonlaştırıcı radyasyondur. Baz istasyonlarının neden oldukları ışınım iyonlaştırıcı olmayan radyasyon sınıfında olup baz istasyonları nükleer radyasyona neden olmazlar. İyonlaştırıcı radyasyon bölgesindeki dalgaların frekansları baz istasyonlarının çalışma frekanslarından yaklaşık milyon kere daha yüksektir (Şekil 4).

3. Mobil telefonlar ve baz istasyonlarından yayılan elektromanyetik dalgaların kanser yaptığı yönünde tekrarlanmış herhangi bir kanıt var mıdır?

İyonlaştırıcı radyasyonun hücrelerin genetik malzemesini (DNA) etkileyerek mutasyon ve kansere yol açtığı bilinmekle birlikte, RF dalgaların benzer etkiler yaptığı kanıtlanmamıştır. Son yıllarda cep telefonlarının özellikle beyin tümörlerini arttırıp arttırmadığı konusu gündeme gelmiş, ancak bugüne kadar yapılan incelemelerde cep telefonu kullanımının kansere yol açtığını gösterecek kesin deliller bulunamamıştır. Son olarak A.B.D. ve Danimarka'da yapılan ayrıntılı çalışmalar cep telefonu kullanımının beyin tümörü riskini arttırmadığını açıkça ortaya koymuştur [12]-[14]. Öte yandan bugüne kadar yapılan çalışmalar, cep telefonu teknolojisiyle kanser arasında kesinlikle

bir ilişki yoktur demek için yetersizdir [7]. Bu nedenle, başta Dünya Sağlık Örgütü (WHO) olmak üzere çeşitli kuruluşlar bu konuda daha kapsamlı çalışmalar başlatmışlardır. Bu çalışmaların sonuçlarının önümüzdeki yıllarda alınması beklenmektedir.

4. Mobil telefon ve baz istasyonları başağrısı, uykusuzluk, dikkat bozukluğu gibi durumlara neden olabilir mi?

Günlük yaşamda maruz kalınan RF seviyelerinin başağrısı, uykusuzluk gibi sorunlara yol açtığı kesin olarak gösterilememiştir [2]. Ancak çeşitli çalışmalarda, ICNIRP'nin belirlediği sınır değerlerin altında mobil telefon sinyallerinin beyin elektriksel aktivitelerinde ve algılama fonksiyonlarında (dikkat, hatırlama, tepki verme gibi) kısa süreli değişimlere neden olduğu gösterilmiştir. Fakat bu değişimlerin insan sağlığı üzerindeki etkileri bilinmemektedir [7].

5. Cep telefonlarının bilimsel olarak kesinlikle kanatlanmış zararlı etkileri var mıdır?

Cep telefonu kullanımının sürücülerde kaza riskini arttırdığı kanıtlanmıştır. Kaza riski sürücünün yaşı ile orantılı olarak artmakta, cep telefonu yerine araç telefonu da kullanılsa risk aynı kalmakta (konuşmanın dikkati dağıtması nedeniyle) ve etki kanda %0,05 alkol bulunması düzeyine ulaşmaktadır [8].

6. Mobil telefonlar ve baz istasyonlarından yayılan elektromanyetik dalgalar düşük doğum ya da sakat doğuma neden olurlar mı?

Bütün vücudun ısınmasına yol açacak derecede RF dalgaların etkisinde kalmak düşük doğum ve sakat doğuma neden olabilir. Ancak mobil telefonlar ve baz istasyonu antenlerinin yaydığı güç, bu tür bir ısınmaya neden olmak için çok düşüktür. Mobil telefon ve baz istasyonları antenlerinden yayılan RF dalgaların yol açtığı ve halkın etkilendiği güç seviyelerinin düşük doğuma ya da sakat doğuma yol açtığını gösterir hiçbir laboratuvar ve epidemiyolojik kanıt yoktur [2].

7. Kalp pili kullananlar mobil telefon kullanabilir mi?

ANSI (American National Standarts Institute – Amerikan Ulusal Standartlar Enstitüsü) standartlarında kontrolsüz etkilenme için belirlenmiş seviyeler korunduğu sürece vücut içine konulmuş tıbbi elektronik cihazların mobil telefon ya da baz istasyonlardaki antenlerinden yayılan RF dalgalarından etkilendiklerini gösteren bir kanıt bulunmamaktadır [2]. Ancak mobil telefon anteni doğrudan kalp pili üzerine konulursa etkileşim olasıdır. Bu nedenle mobil telefonların kalp pili kullananlarca göğüs cebinde taşınmaması önerilmektedir.

8. Elektromanyetik radyasyonun insan vücudunda en fazla etkili olduğu bölgeler nelerdir?

Elektromanyetik radyasyonun ısıtma yönünden insan vücudunda en etkili olduğu bölgeler başka bölgelerden farklı olarak fazla ısıyı dağıtacak kan akışı olmamasından dolayı gözler ve testislerdir [1]. Ancak mobil telefon ve baz istasyonları antenleri tarafından yayılan güç, bu tür bir ısınmaya neden olmayacak denli düşüktür.

9. Bir apartmanın çatısında ya da duvarında baz istasyonu anteni bulunması o apartmanda bulunanları yüksek risk grubu haline getirir mi?

Baz istasyonlarındaki antenler dar bir bölgeyi etkileyen yönlü antenlerdir. Bu antenler arkalarında ya da diplerinde ışımının çok az olacağı biçimde tasarlanmışlardır (Şekil 7). Bu nedenle buldukları binada yaşayanları yüksek risk grubu haline getirmezler. Ancak antenin konumu, antenin ışımaya örüntüsünün kurulduğu binayı içine almayacak şekilde belirlenmelidir. Ayrıca, anten için yer seçimi ve antenin kurumu sırasında yakın alandaki binaların risk altına alınmamasına dikkat edilmelidir. Anten yeri, çalışma frekansı ve çıkış gücüne göre hesaplanacak güvenlik mesafesi içinde insanların istem dışı ve sürekli maruz kalmayacağı şekilde seçilmelidir.

10. Radyo ve TV verici yayınları güvenli midir?

Radyo ve TV vericileri de RF elektromanyetik dalgalar yoluyla yayın yaparlar. Yayın yapan antenlerden dolayı çevrede yaşayanları etkileyebilecek RF enerjisi miktarı, istasyon tipi, kullanılan antenin tasarım karakteristiği, antene iletilen güç, antenin yüksekliği ve antenden uzaklığa göre değişir. Bazı frekanslarda insan vücudu tarafından emilen elektromanyetik enerji başka frekanslardaki emilime göre daha fazladır. Dolayısıyla yayınlanan sinyalin frekansı da önemlidir. Kişinin boyutlarına bağlı olarak ayakta duran bir yetişkinin RF elektromanyetik dalgalardan en fazla etkilenebileceği frekans bölgesi 80 ile 100 MHz arasındadır. Ancak, radyo ve TV verici antenleri yüksek kuleler üzerine kuruldukları ve kuruldukları bölgelerin yaşam bölgelerine uzak seçtikleri sürece halkın etkilenebileceği RF enerji seviyeleri önerilen seviyelerin altında olmaktadır [1]. Dolayısıyla, radyo ve TV vericileri insanların yaşam alanlarından uzak yerlere kurulmalıdırlar.

11. Mobil araç telefonları güvenli midir?

Mobil araç telefon antenleri araba dışına monte edilirler. Standartlarla belirlenen RF seviyelerine etkisinde kalmak için çok uzun süre ve mobil araç telefonu antenine çok yakın bulunmak gerekmektedir. Aracın iletken olan metal gövdesi RF elektromanyetik dalgalara karşı kalkan görevi görmekte ve böylece etki azalmaktadır. Arka pencereye monte edilmiş mobil araç telefonu anteni dolayısıyla araçtaki kişilerin etkileneceği RF enerji seviyelerinin standartlarla belirtilmiş seviyelerin altında olması için tavsiye edilen uzaklık en az 30-60 cm'dir. En fazla 3W çıkış gücü olan ve düzgün monte edilmiş bir mobil araç telefonu anteniyle aradaki uzaklık en az 15 cm olduğunda, aracın içindeki ya da yakınındaki kişilerin etkilenebileceği RF enerji, FCC'nin belirlediği sınır değerlerin çok altında kalmaktadır. Etkinin zamana göre ortalaması alındığında etkilenilen değerler daha da azalmaktadır [1].

STANDARTLAR VE SINIR DEĞERLER

1. GSM baz istasyonlarının kuruluşlarına yönelik standartlar var mıdır?

Avrupa ülkelerinde GSM baz istasyonlarının kuruluşlarına yönelik standartlar, ETSI (European Telecommunication Standardization Institute), Amerika Birleşik Devletleri'nde FCC (Federal Communication Commission) tarafından belirlenmektedir.

2. Elektromanyetik alanların insan sağlığına etkileri konusunda oluşturulmuş uluslararası standartlar ve sınır değerler var mıdır?

Elektromanyetik alanların insan sağlığına etkileri konusunda birçok ülkede oluşturulan standart ve sınır değerlerin yanı sıra uluslararası standartlar ve sınır değerler de vardır.

Uluslararası alanda ICNIRP (International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection – Uluslararası İyonlaştırıcı Olmayan Radyasyondan Korunma Komitesi) tarafından belirlenen sınır değerler birçok Avrupa ülkesinde ve dünyanın farklı ülkelerinde en yaygın kabul gören değerler arasındadır. ICNIRP, Dünya Sağlık Örgütü (WHO) ve Dünya Çalışma Örgütü (ILO) tarafından resmen tanınan bağımsız bir araştırma kuruluşudur. ICNIRP Kılavuzu'nda (ICNIRP Guidelines) yer alan çalışmalar üniversiteler ve araştırma kuruluşları ile işbirliği yapılarak, çok sayıda mühendis, biyolog, fizikçi, epidemiyolojist ve ilgili başka bilim adamlarından oluşan disiplinlerarası bir ekip tarafından yürütülmüştür.

Amerika Birleşik Devletleri'nde bu sınır değerler FCC (Federal Communications Commission – Federal Komünikasyon Komisyonu) tarafından belirlenmekte ve bu sınır değerlerin belirlenmesinde IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers – Elektrik ve Elektronik Mühendisleri Enstitüsü) ve ANSI (American National Standards Institute – Amerikan Ulusal Standartlar Enstitüsü) tarafından oluşturulan standart değerler temel olarak alınmaktadır. IEEE/ANSI standartları da sınır değerlerin belirlenmesinde yaygın olarak kabul gören ve temel alınan değerlerdir.

Elektromanyetik alanların insan sağlığına etkileri konusunda oluşturulmuş sınır değerler frekansa göre değişiklik gösterir. Örneğin baz istasyonlarının çalışma frekanslarını içine alan 400-2000 MHz frekans bandında genel yaşam alanları için ICNIRP Kılavuzu'nda yer alan sınır değerler elektrik alan şiddeti için $1,375f^{1/2}$ V/m (f = frekans (MHz)); manyetik alan şiddeti için $0,0037f^{1/2}$ A/m ve elektromanyetik güç yoğunluğu için $f/200$ W/m² ifadeleriyle verilmiştir. Bu ifadelerle verilen sınır değerler altı dakikalık ölçüm sonucunda elde edilecek ortalama değerler içindir. Bunun yanında IEEE ve FCC standartlarında yer alan güç yoğunluğu üst sınırı 300-1500 MHz frekans aralığında $f/150$ W/m², 1500-100.000 MHz frekans aralığında 10,0 W/m² olarak verilmiş olup, bu ifadelerle verilen sınır değerler otuz dakikalık ölçüm sonucunda elde edilecek ortalama değerler içindir.

Buna göre genel yaşam alanlarında, GSM900 ve DCS1800 sistemleri için kontrolsüz etkilene için sınır değerler Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. Kontrolsüz etkilenme için sınır değerler

900 MHz için sınır değerler	ICNIRP	IEEE/FCC
Elektrik Alan Şiddeti	41,25 V/m	-
Manyetik Alan Şiddeti	0,111 A/m	-
Güç Yoğunluğu	4,5 W/m ²	6,0 W/m ²

1800 MHz için sınır değerler	ICNIRP	IEEE/FCC
Elektrik Alan Şiddeti	58,33 V/m	-
Manyetik Alan Şiddeti	0,157 A/m	-
Güç Yoğunluğu	9,0 W/m ²	10,0 W/m ²

Yukarıda verilen sınır değerlerin dışında;

İngiltere'de sınır değerler:

900 MHz'te **5,7 W/m²** (46,4 V/m) ve 1800 MHz'te **10,0 W/m²** (61,4 V/m)'dir.

İsviçre, genel olarak ICNIRP standardını kabul etmekle birlikte tek bir baz istasyonu anteni için sınır değeri 900 MHz'te **0,042 W/m²** (4,0 V/m) ve 1800 MHz'te **0,095 W/m²** (6,0 V/m) olarak belirlemiştir.

İtalya, günde 4 saatin altında maruz kalınan durumlar için sınır değer olarak **1,0 W/m²** (19,4 V/m), 4 saatin üstü için **0,1 W/m²** (6,1 V/m) olarak belirlemiştir. Ayrıca, İtalya'da yerel yönetimlere bu sınır değerleri düşürme yetkisi de verilmiştir [2].

Rusya'da sınır değerler:

900 MHz'te **0,024 W/m²** (3,0 V/m)'dir [10].

Çin'de sınır değerler:

900 MHz'te **0,066 W/m²** (5,0 V/m)'dir [10].

Telekomünikasyon Kurumu tarafından 12.7.2001 tarihli resmi gazetedede yayınlanan “10 KHz-60 GHz Frekans Bandında Çalışan Sabit Telekomünikasyon Cihazlarından Kaynaklanan Elektromanyetik Alan Şiddeti Limit Değerlerinin Belirlenmesi, Ölçüm yöntemleri ve Denetlenmesi Hakkında Yönetmelik” ile Türkiye’de geçerli olan sınır değerleri belirlenmiştir. Bu yönetmelikte yer alan sınır değerlerin belirlenmesinde ICNIRP Kılavuzu’nda yer alan sınır değerler esas olarak alınmış olup, buna ek olarak her baz istasyonu için ayrıca sınırlama getirilmiştir. Buna göre tek bir cihaz için 400-2000 MHz frekans bandında genel yaşam alanları için Telekomünikasyon Kurumu’nun yönetmeliğinde yer alan sınır değerler, elektrik alan şiddeti için $0,341f^{1/2}$ V/m (f = frekans (MHz)), manyetik alan şiddeti için $0,0009f^{1/2}$ A/m ve güç yoğunluğu için $f/3200$ W/m² ifadeleriyle verilmiştir. Verilen sınır değerler altı dakikalık ölçüm sonucunda elde edilecek ortalama değerler içindir. Bu ifadeler kullanılarak Türkiye’de 900 MHz ve 1800 MHz’de kontrolsüz etkilenme için uyulması gereken sınır değerler Tablo 2’te verilmiştir

Tablo 2. Türkiye’de kontrolsüz etkilenme için sınır değerler

Frekans	900 MHz		1800 MHz	
	Tek bir cihaz için sınır Değer	Ortamın toplam sınır değeri	Tek bir cihaz için sınır değer	Ortamın toplam sınır değeri
Elektrik Alan Şiddeti	10,23 V/m	41,25 V/m	14,47 V/m	58,34 V/m
Manyetik Alan Şiddeti	0,027 A/m	0,111 A/m	0,038 A/m	0,157 A/m
Güç Yoğunluğu	0.28 W/m ²	4,5 W/m ²	0.56 W/m ²	9,0 W/m ²

3. Mesleği nedeniyle elektromanyetik enerjinin etkisinde kalanlar (kontrollü etkilenme) ve istemleri ya da kontrolleri dışında etkilenenler için (kontrolsüz etkilenme – genel yaşam alanları) aynı sınır değerler mi uygulanmaktadır? Bu sınır değerler nasıl oluşturulmuştur?

Bilimsel çalışmalar sonucunda insan vücut sıcaklığını 1_C arttırabilecek alt değerler belirlenmiş, mesleği gereği bu tür radyasyonun etkisinde kalanlar için bu değerlerin güç yoğunluğu cinsinden 1/10’unun, genel insan yaşam alanları için ise 5 kat daha ek koruma faktörü eklenerek 1/50’sinin sınır değerler olarak alınması kabul edilmiştir [3], [4]. Kontrollü ve kontrolsüz etkilenme için sınır değerler belirlenirken mesleği gereği elektromanyetik enerjinin etkisinde kalanların konu ile ilgili olarak bilgilendirilmiş ve gerekli önlemleri almış olabilecekleri varsayımı yapılmış ve genel yaşam alanlarında insanların kendi bilgi ve kontrolleri dışındaki etkilenmeleri düşünülerek kontrolsüz alanlar için sınır değerlere ek olarak 5 kat koruma faktörü eklenmiştir.

GSM900 ve DCS1800 sistemleri için kontrollü etkilenme için sınır değerler Tablo 3’de verilmiştir.

Tablo 3. Kontrollü etkilenme için sınır değerler

900 MHz için sınır değerler	ICNIRP	IEEE/FCC
Elektrik Alan Şiddeti	90,0 V/m	-
Manyetik Alan Şiddeti	0,24 A/m	-
Güç Yoğunluğu	22,5 W/m ²	30,0 W/m ²

1800 MHz için sınır değerler	ICNIRP	IEEE/FCC
Elektrik Alan Şiddeti	127,28 V/m	-
Manyetik Alan Şiddeti	0,34 A/m	-
Güç Yoğunluğu	45,0 W/m ²	50,0 W/m ²

4. Bu konuda Türkiye’de oluşmuş standartlar var mıdır? Belirlenmiş sınır değerler mevcut mudur?

Türk Standartları Enstitüsü, Nisan 1996’da TS ENV 501666-2 Sayı ve “İnsanların Elektromanyetik Alanlara Maruz Kalması – Yüksek Frekanslar (10 kHz- 300 GHz)”

başlıklı bir standart yayımlamıştır. Ayrıca TC Çevre Bakanlığı'nın 11 Mayıs 2000 tarihli genelgesi bulunmaktadır.

Son olarak, Telekomünikasyon Kurumu tarafından 12.7.2001 tarihli resmi gazetedeki yayınlanan *“10 KHz-60 GHz Frekans Bandında Çalışan Sabit Telekomünikasyon Cihazlarından Kaynaklanan Elektromanyetik Alan Şiddeti Limit Değerlerinin Belirlenmesi, Ölçüm yöntemleri ve Denetlenmesi Hakkında Yönetmelik”* ile Türkiye’de geçerli olan sınır değerleri belirlenmiştir. Bu yönetmelikte yer alan sınır değerlerin belirlenmesinde ICNIRP Kılavuzu’nda yer alan sınır değerler esas alınmış olup, buna ek olarak her baz istasyonu için ayrıca sınırlama getirilmiştir. Buna göre tek bir cihaz için 400-2000 MHz frekans bandında genel yaşam alanları için Telekomünikasyon Kurumu’nun yönetmeliğinde yer alan sınır değerler, elektrik alan şiddeti için $0,341f^{1/2}$ V/m (f = frekans (MHz)), manyetik alan şiddeti için $0,0009f^{1/2}$ A/m ve güç yoğunluğu için $f/800$ W/m² ifadeleriyle verilmiştir. Verilen sınır değerler altı dakikalık ölçüm sonucunda elde edilecek ortalama değerler içindir. Bu ifadeler kullanılarak Türkiye’de 900 MHz ve 1800 MHz’de uyulması gereken sınır değerler Tablo 2’te verilmiştir.

SONUÇ

Cep telefonlarının ve baz istasyonlarının yaydığı elektromanyetik radyasyonun sağlık üzerine etkileri konusunda henüz tam olarak bilinmeyen birçok nokta bulunmaktadır. Bugüne kadar yapılan laboratuvar deneyleri, deney hayvanları ile yapılan çalışmalar ve epidemiyolojik araştırmalar bu radyasyonun kanserle bir ilişkisini ortaya koymamıştır. Yapılan çalışmalar sonucunda cep telefonlarından yayılan elektromanyetik dalgaların beyin fonksiyonlarını kısa süreli etkilediği gösterilmekle birlikte bu değişimlerin baş ağrısı, uykusuzluk veya psikolojik bozukluklarla ilişkisini gösteren bilimsel bir kanıt elde edilmemiştir. Cep telefonu veya araç telefonu kullanımının bugün için kanıtlanmış tek etkisi araç sürerken kaza riskini arttırmasıdır. Bugüne kadar yapılan çalışmalar sonucunda bilimsel olarak zararları belirlenememiş olmakla birlikte, konu üzerindeki çalışmaların devam ettiği unutulmamalıdır. Konunun sağlık ağıısından önemi gözönüne alındığında, tüketiciler ve özellikle çocuklar bu araçları kullanırken aşırıya kaçmamalı, baz istasyonu ve cep telefonları standartlara uygun olarak imal edilmeli, baz istasyonları anten yerleşimleri yaşam alanları gözönüne alınarak planlanmalı, periyodik kontrolleri yapılmalıdır.

Elektromanyetik radyasyonu yaşamımızdan tümüyle çıkarmamız olası değildir. Dolayısıyla, her yeni teknolojiye olduğu gibi kullanımında dikkatli davranmak, olası zararlarını gözlemek, bilim ve teknolojiyi kullanarak bu zararları en aza indirmek için çalışmak en akılcı yol olarak görünmektedir.

KAYNAKLAR

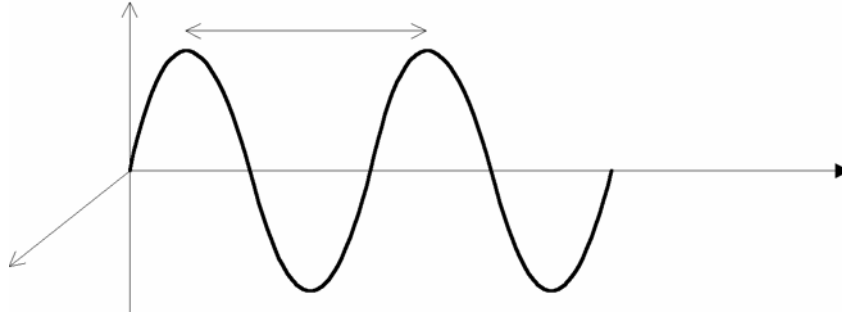
1. “Questions and Answers about Biological Effects and Potential Hazards of Radiofrequency Electromagnetic Fields”, *Federal Communications Commission Office of Engineering & Technology, OET Bulletin 56, Fourth Edition, August 1999*
2. John E. Moulder, “Cellular Phone Antennas (Base Stations) and Human Health, Version 2.6.2”, <http://www.mcw.edu/gcrc/cop/cell-phone-health-FAQ/toc.html>, September 2000
3. “ICNIRP Guidelines, Guidelines for Limiting Exposure to Time-Varying Electric, Magnetic, and Electromagnetic Fields (up to 300 GHz)”, April 1998
4. “İnsanların Elektromanyetik Alanlara Maruz Kalması-Yüksek Frekanslar (10 kHz-300 GHz)”, *Türk Standartları Enstitüsü, TS ENV 50166-2*, Nisan 1996
5. “IEEE Standart for Safety Levels with Respect to Human Exposure to Radio Frequency Electromagnetic Fields, 3 kHz to 300 GHz”
6. V. Prasad Kodali, “Engineering Electromagnetic Compatibility”, *IEEE Press*, 1996
7. William Stewart, “Mobile Phones and Health”, *IEGMP*, 2000
8. British Medical Journal 2000, 320, 1288-89
9. “Mobile Phones and Health”, UK Department of Health, <http://www.doh.gov.uk/mobilephones>
10. “FEB - The Swedish Association for the ElectroSensitive”, www.feb.se/NEWS/index.htm
11. Van Leeuwen, G.M, Lagendijk J.J, Van Leersum B.J., Zwamborn A.P., Hornsleth S.N., Kotte A.N., “Calculation of chance in braintemperatures due to exposure to a mobile phone”, *Phys. Med. Biol.* 1999, 44: 2367-2379
12. Muscat, J.E., Malkin, M. G., Thompson, S., Shore, R. E., Stellman, S. D., McReed et al. “Handheld cellular telephone use and risk of brain cancer”, *JAMA*, 2000, 284:3001-3007
13. Inskip, P. D., Tarone, R. E., Hatch, E. E., Wilensky, T. C. Shapiro, W. R., Selker, R.G. et al, “Cellular telephone use and brain tumors”, *N Eng. J. Med.*, 2001, 344:79-86
14. Johansen, C., Boice, J. D. Jr, McLaughlin J. K., Olsan J.H., “Cellular telephones and cancer – a nationwide cohort study in Denmark, *J Natl Cancer Inst.*, 2001, 93:203-207
15. “10 kHz-60 GHz Frekans Bandında Çalışan ve Ortamda İstem Dışı Elektromanyetik Alan Maruziyetine Neden Olan Sabit Telekomünikasyon Cihazlarının Kuruluş Yeri, Montajı, Elektrik Alan Şiddeti Limit Değerlerinin Belirlenmesi, Ölçüm Yöntemleri ve Denetlenmesi Hakkında Yönetmelik”, *Telekomünikasyon Kurumu*, 2001

EK 1

TANIMLAR

1. Frekans ve dalgaboyu nedir? Birimleri nelerdir?

Elektromanyetik dalgaların saniyede yaptığı salınım sayısına yani kendilerini tekrarlama sıklığına frekans denir. Frekansın birimi Hertz (Hz)'dir. 1 Hz saniyede bir salınım; 1 kHz ya da kilohertz saniyede 1000 Hz; 1 MHz ya da megahertz saniyede bir milyon Hz; 1 GHz ya da gigahertz saniyede bir milyar Hz ya da 10^9 Hz'dir. Elektromanyetik dalgaların bir salınımda aldıkları yola dalgaboyu denir. Dalgaboyunun birimi mesafe birimleridir.



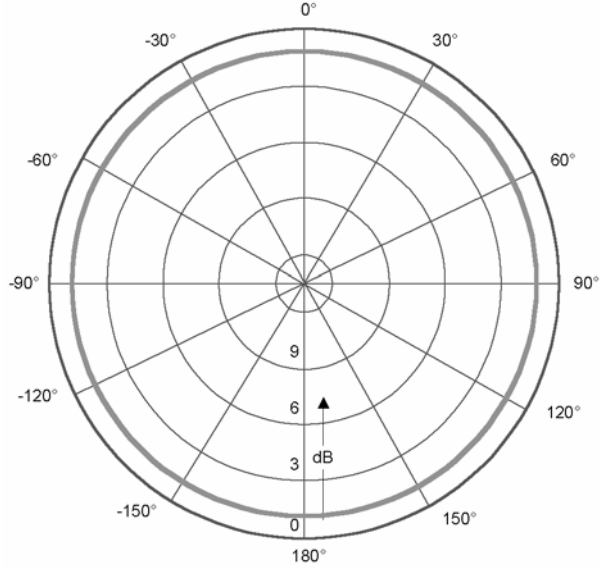
Şekil 1. Dalga

2. Anten nedir?

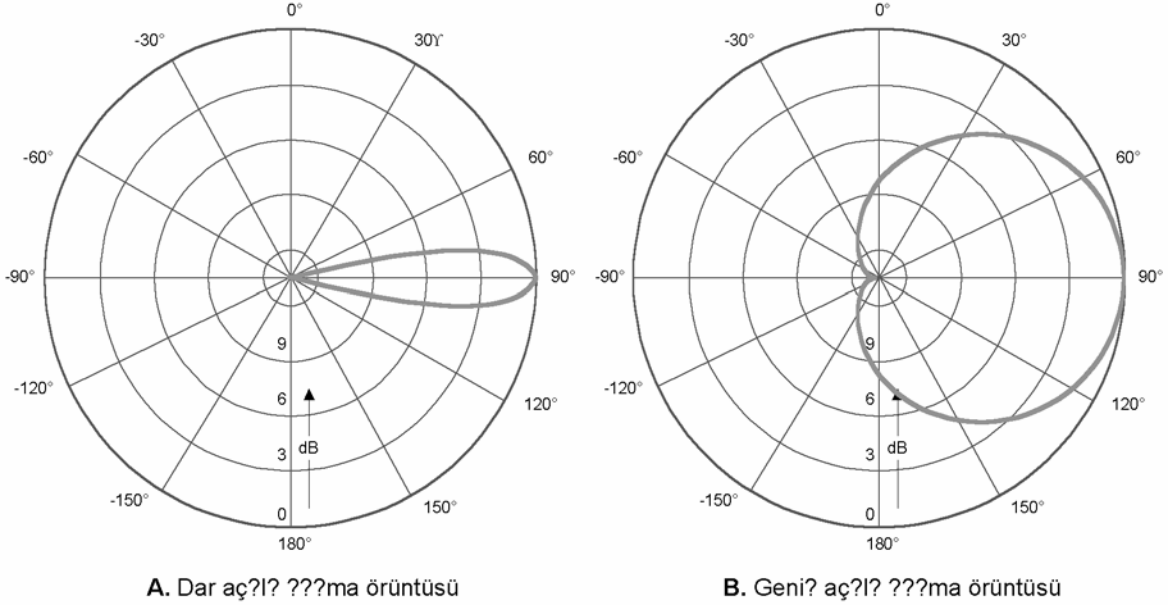
Anten, elektrik sinyallerini (voltaj ve akım) elektromanyetik dalgalara ya da elektromanyetik dalgaları elektrik sinyallerine dönüştürmek için kullanılan araçtır.

3. Yönsüz anten ve yönlü anten nedir?

Elektromanyetik enerjiyi uzayda kendinden eşit uzaklıktaki noktalara eşit olarak yayan ya da noktalardan eşit olarak alan antenlere yönsüz anten denir. Şekil 2'de yönsüz bir anten için bir düzlemdeki örnek bir ışınma örüntüsü verilmiştir. Genelde kullanılan antenler yönlüdür ve elektromanyetik enerjiyi belirli bir yönde diğer yönlerle göre daha etkin olarak yayar ya da alırlar. Şekil 3A ve 3B'de yönlü antenlerin ışınma örüntülerine örnek gösterilmiştir. Aşağıdaki şekillerde dairenin merkezindeki nokta anteni temsil etmektedir.



Şekil 2. Yönsüz anten için örnek ışınma örüntüsü



A. Dar açılı ışınma örüntüsü

B. Geni açılı ışınma örüntüsü

Şekil 3. Yönlü anten için örnek ışınma örüntüleri

4. Anten kazancı ve anten etkin çıkış gücü nedir?

Yönlü bir antenin bir noktadaki güç yoğunluğunun aynı güçle beslenen yönsüz antenin aynı noktadaki güç yoğunluğuna oranı, yönlü antenin o noktadaki kazancı olarak tanımlanır. Anten kazancı, antenin ne oranda yönlü olduğunu bir göstergesidir. Örneğin Şekil 3'te yer alan antenler arasında bir karşılaştırma yapılacak olursa, 3A'da yer alan anten 3B'deki antene göre daha yüksek kazançla sahiptir. Antenin ortama yaydığı toplam güç anten etkin çıkış gücü olarak adlandırılır.

5. Radyo frekans (RF) bandı nedir? Mikrodalga frekans bandı nedir?

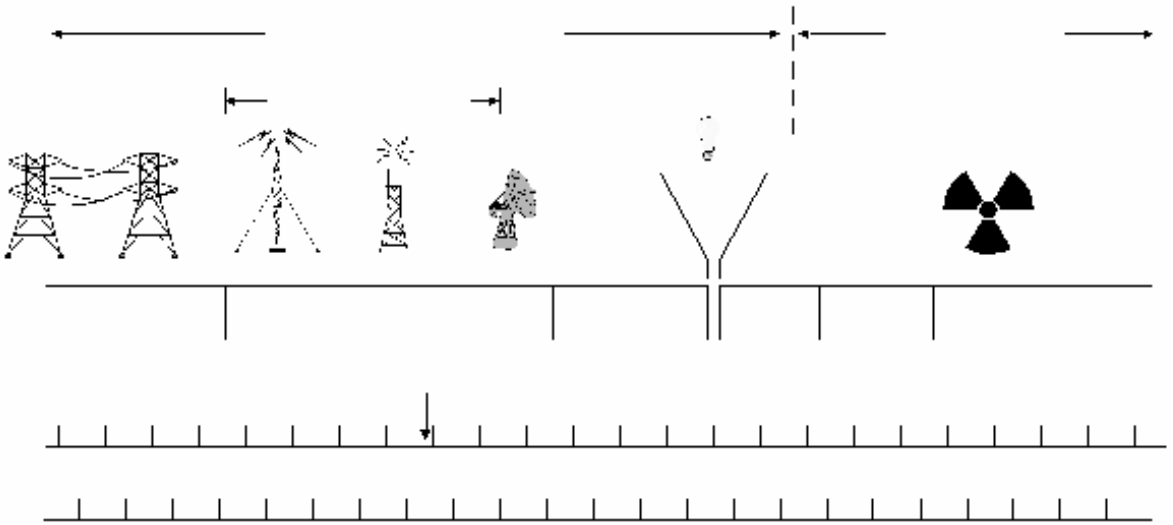
3 kHz - 300 GHz arasındaki frekans bölgesi RF frekans bandı olarak tanımlanmıştır. Mikrodalga frekans bandı, RF bandı içinde yer alıp birkaç yüz MHz'ten birkaç GHz'e kadar olan frekans bandını kapsar [1] (Şekil 4). Mikrodalga enerjinin en tanınmış ve en yaygın uygulaması 2450 MHz'de çalışan mikrodalga fırınlardır.

6. Radyasyon (ışınım) nedir?

Radyasyon (ışınım) genel anlamda enerjinin uzayda dalgalar ya da tanecikler (fotonlar) halinde yayılmasıdır. Isı, ışık ve radyo dalgaları günlük yaşamdan bildiğimiz ışıma yoluyla yayılma örnekleridir. Evlerde ısınma amacıyla kullanılan radyatörler de isimlerini ısı yayıcı anlamına gelmek üzere aynı kökten alırlar.

7. İyonlaştırıcı radyasyon nedir? İyonlaştırıcı olmayan radyasyon nedir?

İyonlaşma, atomlardan ve moleküllerden elektron koparılmasıdır [1]. Enerji yüklü fotonlardan oluşan elektromanyetik dalgalar, çarptıkları cisimlerden elektron kopararak iyonlaşmalarına yol açabilirler. Yüksek frekanslı ve dolayısıyla yüksek enerjili olan x-ışınları ve gama ışınları iyonlaştırıcı radyasyonlardır. Daha düşük frekanslı, bir başka deyişle düşük enerjili elektromanyetik dalgalar (RF gibi) ise iyonlaştırıcı olmayan radyasyon olarak adlandırılırlar. Mobil iletişim sistemlerinin neden oldukları ışıma, iyonlaştırıcı olmayan radyasyon bölgesi içinde yer almaktadır. İyonlaştırıcı ve iyonlaştırıcı olmayan radyasyon bölgelerinin frekanslara göre dağılımı Şekil 4'teki "elektromanyetik spektrum" üzerinde gösterilmiştir.



Şekil 4. Elektromanyetik spektrum

8. SAR nedir?

Özgül Soğurma Hızı SAR (Specific Absorption Rate), elektromanyetik enerjinin vücut dokuları tarafından soğurulma hızıdır. Birimi W/kg'dır. Bugüne dek yapılan araştırmalar insan vücudunun bir derecelik sıcaklık artışını düzenleyemediğini ve sorunlar yarattığını

göstermektedir. İnsan vücudunda bir derece sıcaklık artışı için bir kilogram doku başına 4W güç soğurulması gerekmektedir. İnsanların genel yaşam alanlarında bu değerin 50'de biri olan 0,08 W/kg SAR sınır değeri olarak kabul edilmiştir.

Özgül soğurma hızının doğrudan ölçülmesi hemen hemen olanaksızdır. Bundan dolayı, sınır değerlerin belirlenmesinde kolay ölçülebilen ve/veya gözlemlenebilen parametreler kullanılmaktadır. Bu parametreler, elektrik alan şiddeti, manyetik alan şiddeti ve güç yoğunluğudur.

9. Bir noktadaki elektromanyetik enerji miktarı nelere bağlıdır?

Bir noktadaki elektromanyetik enerji miktarı, kaynağından olan uzaklığa, kaynağın etkin çıkış gücüne ve yayılım ortamına bağlıdır.

10. Epidemiyoloji nedir?

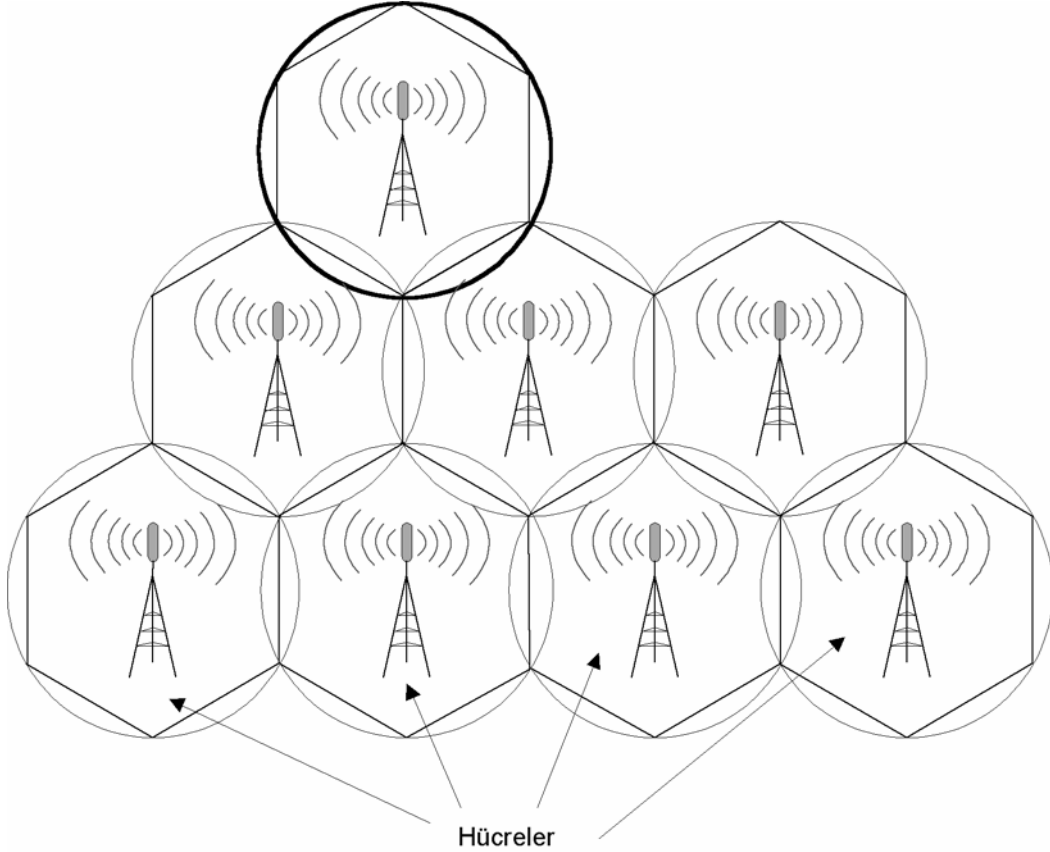
Epidemiyoloji sağlığı ilgilendiren tüm olayların sıklığını, dağılımını, nedenlerini ve çözüm yollarını inceleyen bilim dalıdır. Bir toplumun sağlık sorunlarının tanımlanması, zaman içinde değişimlerin incelenmesi, kişilerin belirli sağlık sorunları ile karşılaşma olasılık ve risklerinin saptanması; kişisel alışkanlıklar, çevre, sosyal ve ekonomik etkenlerin insan sağlığı üzerindeki etkilerinin araştırılması, sağlık sorunlarının çözümü için gerekli önlemlerin belirlenmesi, sağlık ile ilgili kurum ve kuralların belirlenmesi epidemiyolojinin çalışma alanı içine girer.

EK 2

HÜCRESEL İLETİŞİM SİSTEMLERİ VE BAZ İSTASYONLARI

1. Hücresel ağ haberleşme sistemi nedir?

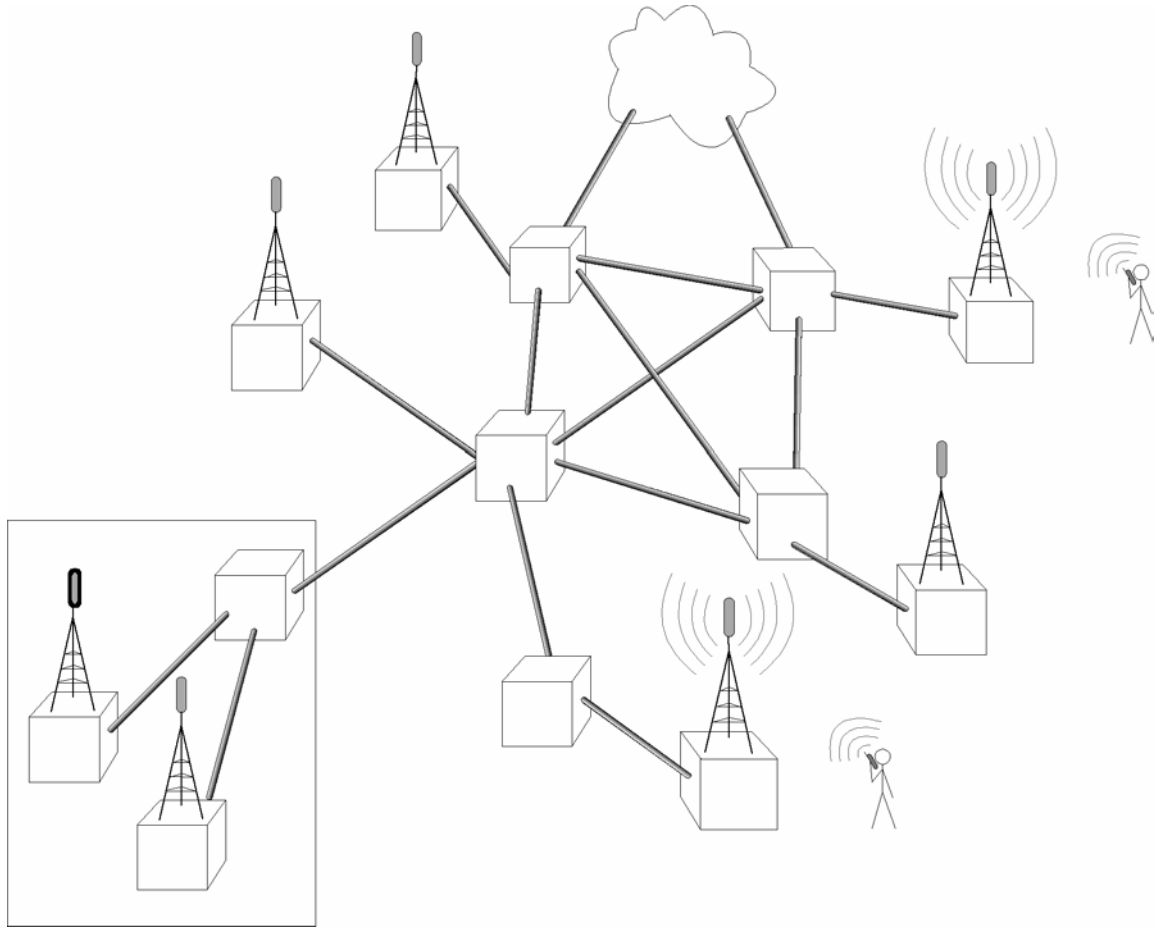
Mobil (gezgin) telefon sistemlerinde, haberleşmenin yapılacağı alan hücre adı verilen küçük alanlara bölünmüştür. Her hücrenin merkezinde bir baz istasyonu bulunur. Mobil telefonlar haberleşmelerini baz istasyonu üzerinden yaparlar. Baz istasyonları birbirlerine bir ağ yapısı şeklinde bağlıdır (Şekil 5 ve Şekil 6). Herhangi bir mobil telefondan gelen çağrı isteğinin ilgili kullanıcıya ulaştırılması bu ağ yapısı tarafından gerçekleştirilir. Baz istasyonları, Mobil Anahtarlama Merkezleriyle (MAM) ve Mobil Anahtarlama Merkezleri birbirleriyle ya kablo ya da yönlü radyolinklerle bağlıdır. Mobil telefonlarla baz istasyonları arasındaki iletişim, elektromanyetik dalgalar yoluyla gerçekleştirilmektedir. Hücresel yapı sayesinde aynı anda daha çok kullanıcı haberleşebilir.



Şekil 5. Hücresel yapı

GSM hücrelerinin planlanması yerleşim bölgelerinin özelliklerine göre yapılır. Hücre planlamasını hücrenin şehir içinde ya da şehir dışında olması ve kapsanacak bölgedeki GSM abone sayısı belirler. GSM hücresel sisteminde kapsama alanına göre üç tip hücre

vardır: makro hücre, mikro hücre, piko hücre. Türkiye’de de kullanılan GSM900 sistemi için makro hücreler, yerleşimin seyrek olduğu bölgelerde 25-35 km yarıçapında bir alana hizmet verebilirler. Ancak bina, ağaç ve tepe gibi engellerin çok olduğu yerleşim yerlerinde oluşturulan makro hücrelerin yarıçapları daha küçük olur. Makro hücrelerde GSM900 baz istasyonu antenlerinin çıkış güçleri 40-60 Watt olabilir. Mikro hücreler, genellikle yerleşimin yoğun olduğu ve makro hücresel kapsamı geliştirici ve tamamlayıcı olarak kurulan sistemlerdir. Mikro hücreler havaalanı, büyük alışveriş merkezleri gibi yerlerde kurulur. Birkaç yüz metrelik yarıçapı olan alanları kapsar ve çıkış güçleri makro hücrelere göre düşüktür (GSM900 için 5-10 Watt civarında). Piko hücreler ise daha çok bina içi haberleşmelerde kullanılır ve birkaç watt çıkış gücündedir [7].



Bİ : Baz İstasyonu
BİK : Baz İstasyonu Kontrol Birimi
BİS : Baz İstasyonu Sistemi
MAM : Mobil Anahtarlama Merkezi

Şekil 6. Baz istasyonları ağı ve sabit ağ ile etkileşimi

2. Türkiye’de kullanılan hücresel haberleşme sistemleri nelerdir? Hizmet verdiği frekans aralıkları nelerdir?

Türkiye’de kullanılan hücresel haberleşme sistemleri GSM900 ve DCS1800’dür. GSM900’ün çalışma frekans bandı 880-960 MHz, DCS1800’ün frekans bandı ise 1710-1880 MHz’dir. Ayrıca, araç telefonlarında kullanılan NMT de hücresel bir haberleşme sistemidir ve çalışma frekansı 450 MHz'dir.

3. Baz istasyonu neden kullanılır? Baz istasyonları olmadan, örneğin şehir dışına yüksek bir kule kurarak, iletişim sağlanabilir mi?

Baz istasyonları, hücresel haberleşme sistemlerinde merkezi istasyon olarak görev yaparlar. Baz istasyonları olmadan mobil telefonlar iletişim sağlayamazlar. Mobil telefonlar, diğer mobil telefonlarla ve sabit ağ telefonlarıyla baz istasyonlar üzerinden görüşme yapabilirler.

Bir baz istasyonunun aynı anda hizmet verebileceği görüşme sayısı sınırlıdır. Bu sayı, baz istasyonuna tahsis edilen taşıyıcı frekans sayısı ile doğru orantılıdır. Bir baz istasyonuna tahsis edilebilecek toplam taşıyıcı frekans sayısı ise sınırlıdır. Hücresel yapı ile birbirini etkilemeyecek uzaklıktaki hücrelerdeki baz istasyonlarda aynı taşıyıcı frekanslar tekrar kullanılarak daha çok sayıda kullanıcının şebekeden yararlanabilmesi sağlanır. Özellikle kullanıcı sayısının yüksek olduğu yerlerde daha küçük hücreler oluşturularak şebekenin kapasitesi artırılır. Bu amaçla kapsama alanı daha dar olan fakat daha sık aralıklarla baz istasyonları kurulur.

Sorudaki gibi şehir dışına tek bir kule kurarak hücresel yapı oluşturulamaz. GSM sistemlerinde mobil telefonlar ve baz istasyonu arasında karşılıklı iletişim olması gerekir. Bundan dolayı baz istasyonu ve mobil telefon arasındaki uzaklık arttıkça, iletişimin sağlanabilmesi için hem kulenin hem de mobil telefonların çıkış güçlerinin artırılması gerekir. İletişimin hücresel yapı kullanılmadan şehir dışına kurulan bir kule ile sağlanacağı bir yapıda, kuleye yakın mesafelerde ve kuleye uzak olan mobil telefonlarda çok yüksek elektromanyetik alan seviyeleri oluşur.

4. Bir baz istasyonunun hizmet verdiği kişi sayısı neye göre değişir?

Bir baz istasyonunun hizmet verebileceği maksimum kullanıcı sayısı o hücre için ayrılan taşıyıcı frekans sayısı ile doğru orantılıdır.

5. “Şebeke meşgul”, “kapsama alanı dışında” kavramları nelerdir?

Şebeke meşgul: Baz istasyonu kullanıcı kapasitesini doldurmuş demektir.

Kapsama alanı dışında: Mobil telefonun bulunduğu bölge hiçbir hücresel bölge içinde değildir.

6. Baz istasyonlarında bulunan antenler elektromanyetik enerjiyi buldukları alana eşit olarak mı dağıtırlar? Yoksa bu dağılım yöne ve uzaklığa göre değişir mi?

Baz istasyonlarında yönlü antenler kullanılmaktadır. Bunlar genellikle enerjiyi karşılarında bulunan dar bir alana gönderecek biçimde tasarlanmışlardır (Şekil 7). Bu nedenle antenden eşit uzaklıkta farklı noktalarda enerji dağılımı farklılık gösterir. Ayrıca,

uzayda antenler tarafından uzaya yayılan elektromanyetik dalgaların güç yoğunlukları antenden uzaklaştıkça uzaklığın karesiyle, elektrik alan şiddeti ise uzaklık ile ters orantılı olarak azalır. Tepe, ağaç ve bina gibi oluşumlar sinyal seviyelerinin daha hızlı düşmesine yol açarlar. Ayrıca, binalardan yansiyarak gelen sinyallerin yarattığı farklı etkiler de bulunur.



Şekil 7. GSM baz istasyonlarında kullanılan tipik antenlerin ışınım örüntüsü örneği

7. **Baz istasyonlarının neden olduğu toplam elektromanyetik enerji sabit bir değerde midir? Zamana göre farklılık gösterir mi?**

Baz istasyonlarının neden olduğu toplam elektromanyetik enerji sabit bir değerde değildir; kullanıcı yoğunluğuna göre değişir. Hücredeki mobil telefon sayısı ve aynı anda yapılan görüşme sayısı arttıkça, baz istasyonu anteninden yayılan elektromanyetik enerji de artar.

8. **Mobil telefonunun yaydığı güç baz istasyonuna olan uzaklığa bağlı olarak değişir mi?**

Mobil telefon, arama sırasında en yüksek çıkış gücü ile baz istasyonuna ulaşmaya çalışır. Baz istasyonu ile bağlantı kurulduktan sonra çıkış gücü haberleşme sağlanabilecek en ekonomik seviyeye düşer. Mobil telefon ile baz istasyonu arasındaki uzaklık arttıkça

daha yüksek çıkış güçlerinde haberleşme yapılması gerekir. Mobil telefonlar için 900 MHz'de en yüksek çıkış gücü 2 W, 1800 MHz'de 1 W'dır.

9. Elektromanyetik dalgalar binaların içine girebilir mi? Binaların herhangi bir zayıflatıcı etkisi var mıdır?

Elektromanyetik dalgalar binaların içine girebilirler. Bütün cisimler elektriksel iletkenliklerine bağlı olarak elektromanyetik dalgaları yansıtma ya da geçirme özelliğine sahiptir. Elektromanyetik dalgalar, bina duvarından geçerken havada yayılmalarına göre enerjilerinin daha büyük bir kısmını kaybederek zayıflarlar.

10. Günlük yaşamımızda kullandığımız cihazlar elektromanyetik enerji yayar mı?

Elektrikle çalışan bütün cihazlar elektromanyetik enerji yayar. Günlük yaşamda sıkça kullanılan bazı ev aletlerinin ortamda neden oldukları elektrik alan şiddetleri Tablo 4'te örnek olarak verilmiştir.

Tablo 4. Bazı ev aletlerinin neden oldukları elektrik alan şiddetleri
Çalışma gerilimi = 110 V , çalışma frekansı = 60 Hz, uzaklık = 30 cm [6]

Cihaz	Elektrik Alan Şiddeti (V/m)
Elektrikli battaniye	250
Su ısıtıcısı	130
Müzik seti	90
Buzdolabı	60
Ütü	60
Mikser	50
Ekmek kızartıcısı	40
Saç kurutma makinası	40
Televizyon	30
Kahve makinası	30
Elektrikli süpürge	16

EK 3

INTERNET ADRESLERİ

Elektromanyetik dalgaların insan sağlığına etkileri konusunda internet üzerinden ayrıntılı bilgi edinilebilecek adresler:

American Radio Relay League:	www.arrl.org
American National Standards Institute:	www.ansi.org
Bioelectromagnetics Society:	www.bioelectromagnetics.org
COST 244 (Europe):	www.radio.fer.hr/cost244
DOD:	www.brooks.af.mil/AFRL
European Bioelectromagnetics Assc.:	www.ebea.org
Electromagnetic Energy Assc.:	www.elecenergy.com
Federal Communications Commission:	www.fcc.gov/oet/rfsafety
FEB - The Swedish Association for the ElectroSensitive:	www.feb.se
ICNIRP (Europe):	www.icnirp.de
ICNIRP Guidelines:	www.icnirp.de/Documents/Emfgdl.PDF
IEEE (America):	www.ieee.org
IEEE Committee on Man & Radiation:	www.seas.upenn.edu/~kfoster/comar.htm
International Microwave Power Inst.:	www.impi.org
Microwave News:	www.microwavenews.com
J.Moulder, Med.Coll.of Wisc.:	www.mcw.edu/gcrc/cop/cell-phone-health-FAQ/toc.html
National Council on Radiation Protection & Measurements:	www.ncrp.com
NJ Dept Radiation Protection:	www.state.nj.us/dep/rpp
Richard Tell Associates:	www.radhaz.com
US OSHA:	www.osha-slc.gov/SLTC
World Health Organization EMF Project:	www.who.ch/peh-emf
Electromagnetic Fields and Public Health Cautionary Policies:	www.who.int/peh-emf/publications/facts_press/EMF-Precaution.htm
Electromagnetic Fields and Public Health:	www.who.int/int-fs/en/fact193.html
Consumer Update on Mobile Phones:	www.fda.gov/cdrh/ocd/mobilphone.html
Cellular phones and Brain Tumors:	www.nejm.org/content/2001/0344/0002/0133.asp