

**T.C.  
MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI**

**ÇEVRE SAĞLIĞI**

**ELEKTROMANYETİK KİRLİLİK  
850CK0037**

**Ankara, 2011**

- Bu modül, mesleki ve teknik eğitim okul/kurumlarında uygulanan Çerçeve Öğretim Programlarında yer alan yeterlikleri kazandırmaya yönelik olarak öğrencilere rehberlik etmek amacıyla hazırlanmış bireysel öğrenme materyalidir.
- Millî Eğitim Bakanlığınca ücretsiz olarak verilmiştir.
- **PARA İLE SATILMAZ.**

# İÇİNDEKİLER

AÇIKLAMALAR .....	ii
GİRİŞ .....	1
ÖĞRENME FAALİYETİ-1 .....	3
1. ELEKTROMANYETİK KİRLİLİK .....	3
1.1. Elektromanyetik Kirlilik ve Kaynakları .....	5
1.2. Elektromanyetik Kirlilik ile İlgili Terimler .....	6
1.3. Elektromanyetik Kirliliğin Sağlık Üzerindeki Etkileri ve Koruyucu Önlemler .....	12
1.3.1. Korunmaya Yönelik Bazı Pratik Önlemler .....	13
UYGULAMA FAALİYETİ .....	14
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME .....	16
ÖĞRENME FAALİYETİ-2 .....	17
2. BAZ İSTASYONLARININ KURULUMUNUN DENETİMİ .....	17
2.1. Hücresel Ağ Haberleşme Sistemleri .....	18
2.2. Baz İstasyonları .....	19
2.3. Mobil İletişim İçin Küresel Sistem .....	20
2.4. Sabit Telekomünikasyon Cihazı .....	23
2.5. Güvenlik Mesafesi ve Güvenlik Sertifikası .....	23
2.6. Elektromanyetik Alan Şiddeti Limit Değerleri .....	23
2.7. Elektromanyetik Kirliliğin Kontrolü ile İlgili Kurumların Görev Yetki ve Sorumlulukları .....	25
2.7.1. Mahalli Çevre Kurullarında Uygulanan Usul ve Esaslar .....	26
2.8. Ölçümde Kullanılan Cihazlar ve Teknik Özellikleri .....	27
2.9. Ölçümü Yapan Yetkili Kuruluşlar .....	28
2.10. Ölçüm Personeli .....	28
2.11. Ölçüm Öncesi Yapılan İşlemler .....	28
2.12. Ölçüm Sırasında Yapılan İşlemler .....	29
2.13. Ölçüm Sonuçlarının Değerlendirilmesi .....	30
UYGULAMA FAALİYETİ .....	31
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME .....	33
MODÜL DEĞERLENDİRME .....	34
CEVAP ANAHTARLARI .....	36
KAYNAKÇA .....	37

# AÇIKLAMALAR

<b>KOD</b>	<b>850CK0037</b>
<b>ALAN</b>	<b>Çevre Sağlığı</b>
<b>DAL/MESLEK</b>	<b>Çevre Sağlığı Teknisyenliği</b>
<b>MODÜLÜN ADI</b>	<b>Elektromanyetik Kirlilik</b>
<b>MODÜLÜN TANIMI</b>	Elektromanyetik kirlilik kaynaklarının tespit edilmesi ve baz istasyonlarının kurulumunun denetlenmesine yönelik bilgilerin verildiği öğrenme materyalidir.
<b>SÜRE</b>	40/16
<b>ÖNKOŞUL</b>	
<b>YETERLİK</b>	Mevzuat doğrultusunda elektromanyetik kirlilik ile mücadele işlemlerini yürütmek.
<b>MODÜLÜN AMACI</b>	<b>Genel Amaç</b> Mevzuat doğrultusunda elektromanyetik kirliliğin kontrolünü yapabileceksiniz. <b>Amaçlar</b> <b>1.</b> Mevzuat doğrultusunda elektromanyetik kirlilik kaynaklarının tespitini yapabileceksiniz. <b>2.</b> Mevzuat doğrultusunda baz istasyonlarının kurulumunun denetimini yapabileceksiniz.
<b>EĞİTİM ÖĞRETİM ORTAMLARI VE DONANIMLARI</b>	<b>Donanım:</b> Bilgisayar, laboratuvardaki elektromanyetik kirlilik ölçüm ekipmanları. <b>Ortam:</b> Derslik, uygulama laboratuvarı
<b>ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME</b>	Modülün içinde yer alan, her faaliyetten sonra verilen ölçme araçları ile kazandığınız bilgileri ölçerek kendi kendinizi değerlendireceksiniz. Öğretmen, modülün sonunda, ölçme aracı (test, çoktan seçmeli, doğru-yanlış, v.b) kullanarak modül uygulamaları ile kazandığınız bilgi ve becerileri ölçerek sizi değerlendirecektir.

# GİRİŞ

## **Sevgili öğrenci,**

Elektromanyetik dalgalar, birçok doğal ve insan yapımı kaynaklar tarafından yayılmakta ve hayatımızda önemli bir rol oynamaktadır. Radyo Frekans (RF) bölgesinde yer alan elektromanyetik dalgalar iletişim, radyo ve televizyon yayınlarında kullanılmaktadır. Teknolojideki gelişmelerin bir sonucu olarak da elektromanyetik dalgaların kullanımı her geçen gün artmakta ve bundan dolayı günlük yaşamda, 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 gereksinimini doğurmuştur.

Bu yaklaşımın ürünü olan ve elektromanyetik dalgalar ve bunların insan sağlığı üzerindeki etkileri, elektromanyetik dalgalara maruz kalınma yönünde oluşturulmuş standartlar hazırlanmıştır.

Elektromanyetik kirliliği 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 görülmektedir.

Bu modül ile çevre sorunlarının ulaştığı boyutları, yarattıkları tehditleri, içerdiği büyük risklerin neler olduğu ve bunlara karşı alınabilecek tedbirler ile ilgili bilinçlenmeyi artırmak amaçlanmıştır.



# ÖĞRENME FAALİYETİ-1

## AMAÇ

Mevzuat doğrultusunda elektromanyetik kirlilik kaynaklarının tesbitini yapabileceksiniz.

## ARAŞTIRMA

- Enerjinin vücudumuzun çalışmasında nasıl bir rol oynadığını ve elektromanyetizma ile olan ilişkisini araştırınız.
- Manyetik alanın günlük hayattaki etkilerini araştırınız.
- Manyetik alanın doğal çevreye ve insan sağlığına olumlu ve olumsuz etkilerini araştırınız.
- Elektromanyetik dalgaların teknoloji, sosyal yaşam ve çevre üzerindeki olumlu ve olumsuz etkilerini araştırınız.

## 1. ELEKTROMANYETİK KİRLİLİK

Elektromanyetik kirlilik, çevre ve insan sağlığı üzerinde olumsuz etkilere sahip elektrik ve manyetik alan bileşen dalgalarının oluşturduğu alanın limit değerlerinin üzerinde olmasıdır.

Bilindiği üzere konforlu, hızlı, elektrikli araç ve gereçlerin gündelik yaşamdaki ağırlığının giderek artışı, kullanımının yoğunlaşması yanında taşınır hale gelmesi ve araçlar arasındaki iletişimin de kablosuz olarak gerçekleşebilmesi sağlık ve çevre üzerinde birçok etkiye neden olmaktadır.

Elektromanyetik kirlilik; elektronik, elektromekanik, kimya, tıp ve biyoloji benzeri konuları içeren çok disiplinli bir konudur.

Bu konu, dünyada olduğu gibi ülkemizde de önemli bir çevre sorunu olarak ele alınmakta ise de kamu oyuna ancak baz istasyonları gibi bazı yönleri ile yansımaktadır.

Maddedeki enerjinin gerçek niteliğini göremeyiz. Buradaki enerji mekanik, nükleer enerji, kimyasal, elektrik, ısı ve ışık türleri ile görünür veya hissedilir. Yeteneğini kaybetmeden, bir şekilden başka bir şekle dönüşebilir.

İletişim, elektrik iletimi, sağlık ve güvenlik gibi yaygın kullanım alanı sistemlerin ürettiği elektromanyetik (EM) enerjilere bağlı canlı organizmaların etkilenmesi geçen asırda tespit edildi. Günümüzde ise halk sağlığına olumsuz etkileri olan en önemli çevre sorunlarından biri olarak kabul edilmiştir.

Büyük bir enerji içeren güneş ışığı bir elektromanyetik dalgadır/enerjidir ve bu dalga saniyede  $10^{12}$  defa titreşim ( $10^{12}$  Hertz) yapar. Mikrodalgalar saniyede  $10^9$  defa titreşir. Röntgende kullanılan x-ışını saniyede  $10^{18}$  defa titreşir. Gama ışını  $10^{22}$  defa titreşim yapan elektromanyetik dalgadır. Elektrikle çalışan ev ve işyerin de kullandığımız aletlerde elektromanyetik dalga saniyede 50-60 defa titreşir.



**Resim 1.1: Güneş**

Bütün sıcakkanlı canlılar ile birlikte insanlar da görünür ışığın titreşimi olan 1012 Hertz'den biraz daha az titreşimli infrared (kızılötesi) elektromanyetik dalga yaymaktadır. Organizma, besinleri yakmakla oluşan ısıyı, vücut sıcaklığını  $37^{\circ}\text{C}$  de sabit tutmak için sürekli etrafa elektromanyetik dalga/enerji vermek zorundadır. Yani organizma, vücuttaki ısıyı (yaklaşık % 60'ını) saniyede 1012 defa titreşim yapan elektromanyetik dalgalarla uzaklaştırır.

Isınan denizler, karalar, yer küre, normal havada, atmosferde 120-150 volt/m'lik elektrik alanına sahiptir. Şimşekli havalarda bu değer 100-200 kat artarak 10.000 V/m'ye çıkabilmektedir. Doğal olarak bu tür elektromanyetik alanların etkisinde bulunduğumuz bilinmektedir. İnsan vücudunda ortalama olarak 500.000 km'lik bir ağ oluşturan 25 milyar sinir hücresi bulunur. Dolayısı ile devasa bir elektronik sistem oluşturur. Dışarıdan gelen elektriksel alan etkisinin önemi ortadadır. Bu bilgiye eklenmesi gereken konu ise tüm canlılarda olduğu gibi insanlarda da canlı yapıtaşları olan hücrelerin ve içlerindeki iş bölümünün, madde alışverişini düzenleyen hücre membran sisteminin elektropotansiyel farklılıkları sayesinde işlevlerini sürdürebilmeleridir. Günümüzde kan hücreleri dahil tüm hücrelerdeki ve membranlardaki elektriksel potansiyel farkları ölçülerek çeşitli gelişmelerle ve değişimlerle etkileşimleri değerlendirilir.

Elektrik ileten materyallerin çevrelerinde oluşturdukları elektriksel alan, elektriksel potansiyel gerilim farkı olan volt (V) ve uzaklıkla ilişkili olan metre cinsinden v/m olarak belirlenir.

Teknoloji ürünü olan elektrik enerjisi tüketen araç ve gerecin elektromanyetik alanının insan vücudundaki ve doğal çevre alanından çok daha fazla oluşu, uyum dengesini etkilediği bilinmektedir.



## 1.1. Elektromanyetik Kirlilik ve Kaynakları

Aşağıda elektromanyetik kirlilik kaynakları verilmiştir.

### ➤ Doğal Elektromanyetik Kaynaklar

- Güneş,
- Bazı uzak yıldızlar,
- Atmosferik deşarjlar. ( yıldırım )



Güneş

Yıldız

Yıldırım

Resim 1.2: Doğal elektromanyetik kaynaklar

### ➤ Doğal Olmayan Elektromanyetik Kaynaklar

- Elektrik akımı taşıyan yer altı ve yer üstü elektrik hatları,
- TV ve bilgisayarlar,
- Elektrikli ev aletleri, (elektrikli süpürge, saç kurutma makinası, traş makinesi, blender vb.)
- Mikrodalga fırınlar,
- Radar dalgaları,
- Radyo ve TV vericileri,
- Telsiz haberleşme sistemleri,
- Kordonsuz telefonlar,
- Hücreli telefon sistemleri (GSM baz istasyonları ve GSM telefon cihazları)'dır.



Ütü



Elektrikli battaniye



Buzdolabı



Saç kurutma makinesi



Mikrodalga fırın



Çamaşır makinesi



Bulaşık Makinesi



Elektrikli süpürge



Elektrikli ısıtıcı



Radyo



Bilgisayar

Resim 1.3: Elektromanyetik kirlilik kaynakları

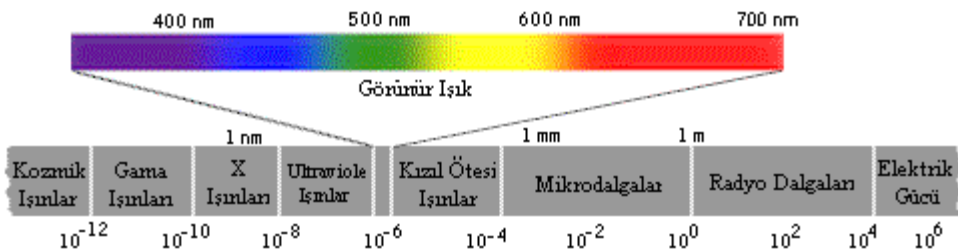
## 1.2. Elektromanyetik Kirlilik ile İlgili Terimler

- **Radyasyon:** Maddenin kendiliğinden veya çevreden aldığı enerji etkisi ile dış ortama saldığı parçacık veya foton yapısındaki dalga türü enerjiye denir. Parçacık ya da tek renkli ışık yayımı veya maddesel ortamdan geçerken onunla etkileşerek iyon çiftleri oluşturabilen x ışını, gama ışını gibi elektromanyetik ışınlarla kinetik enerjileri olan yüklü parçacıklar, ağır iyonlar ve serbest nötronlar gibi tanecik karakterli ışınımlardır.

- **İyonizan radyasyon:** Elektromanyetik radyasyonların madde ile etkileşimi sonucu iyonlaşmaya neden olan radyasyonlara, iyonlayıcı (iyonizan) radyasyon denir.
  - **İyonlaştırıcı olmayan radyasyon:** Madde ile etkileştiklerinde iyonlaşmaya neden olmayan görünen ışık, enfraruj ışınlar, radyo dalgaları ve ses ötesi dalgalar gibi düşük enerjili radyasyonlara, noniyonizan (iyonlaştırıcı olmayan radyasyon) denir.
- **Ultraviyole ışınları:** Ultraviyole ışınlarının temel kaynağı güneştir. Elektrik arkları, kaynak arkları ve güneş lambası olarak bilinen ultraviyole lambaları ultraviyole ışın kaynaklarıdır. Güneşten dünyaya ulaşan ışın miktarı;
- Koruyucu ozon tabakasına,
  - Bulut durumuna,
  - Mevsime,
  - Günün saatine,
  - Enleme,
  - Deniz seviyesinden yükseklik gibi durumlara bağlıdır. Ultraviyole ışınları, su kar veya kumdan yansarak etkili olabilir. Bu gibi durumlarda kar veya güneş körlüğü denilen durumlar ortaya çıkar.

Ultraviyole lambalarının maddelerden geçebilmesi zordur. Bu nedenle kolay engellenebilen bir ışındır. Normal pencere camları yüksek frekanslı ışınların büyük bölümünü engeller. Açık renkli elbiselerde aynı etkiyi yapar.

- **Mikrodalgalar:** Dalga boyları 0,1- 100 cm ve frekansları 0,3-300 Giga hertz (GHz) olan elektromanyetik dalgalarıdır. Radar, uydu veya uzak telefon haberleşmeleri, telgraf, televizyon yayınları, radyo astronomi ve diğer amaçlarda kullanılır. Mikrodalga fırınlarında da aynı tip ışınlar bulunmaktadır. Mikrodalgaların etkisine en duyarlı organlar gözler ve testislerdir.
- **Mikrodalga frekans bandı:** Radyo frekans bandı içinde yer alıp, 1 GHz'ten 1000 GHz'e kadar olan frekans bölgesini ifade eder.
- **Görünür ışınlar:** Lazer ışınları, söz konusu ışınların belirli odaklamalarıyla elde edilir. Endüstride, tedavi amaçlı ve benzeri alanlarda yaygın olarak kullanılır.



Tablo 1.1: Elektromanyetik spektrum

- **İnfrared dalgalar:** Bütün cisimler, düşük yüzeysel sıcaklık değerine sahip olan diğer cisimlere infrared ışın yayar. Sıcaklığın artması, enerjinin ve frekansının artmasına neden olur. İleri derecede sıcaklık artırımına bağlı olarak emisyon enerjileri infrared bölümünden görünür ışık bölümüne, hatta düşük ultraviyole spektrum bölgelerine kayabilmektedir. Bu durum demir çelik endüstrisinde görülen bir durumdur ve meydana gelen beyaz sıcaklık; kırmızı sıcaklıktan daha fazla sıcaktır.

Fotonun Bölgesi	Dalga Boyu	Frekans (Hz)	Foton Enerjisi
Radio Dalgası	1km	$3 \times 10^5$	1 neV
Mikrodalga	1 cm	$3 \times 10^{10}$	120 meV
Kızılötesi	10mm	$3 \times 10^{13}$	120 meV
Görünür	550 nm	$5 \times 10^{14}$	2 eV
Ultraviyole	100 nm	$3 \times 10^{15}$	12 eV
X-Işını	0.05 nm	$6 \times 10^{18}$	25 keV
Gama Işını	0.00005 nm	$6 \times 10^{21}$	25 meV

**Tablo 1.2: Elektromanyetik spektrumdaki değişik bölgelere ait fotonların dalga boyu, frekans ve enerji kıyaslamaları**

- **Elektrik ve manyetik alanlar:** Elektriğin kablolardan hareket etmesi elektrik ve manyetik alanlar oluşturur. Elektrik, gözle görülmeyen fakat varlığını etkileri ile gösteren bir kuvvettir.
  - Isı etkisi,
  - Işık etkisi,
  - Kimyasal etkisi,
  - Fizyolojik etkisi,
  - Manyetik etkisi vardır.

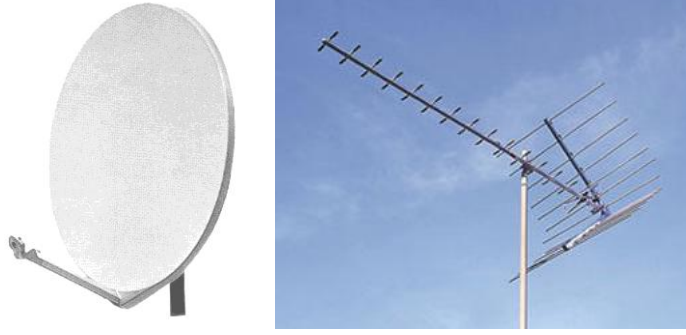


**Resim 1.4: Yüksek gerilim hatları**

- **Frekans ve dalga boyu:** Elektromanyetik dalgaların saniyede yaptığı salınım sayısına yani kendilerini tekrarlama sıklığına frekans denir. Frekansın birimi Hertz (Hz) dir. 1 Hz saniyede bir salınım, 1 KHz (kilohertz) saniyede 1000 Hz, 1 MHz (megahertz) saniyede bir milyon Hertz, 1 GHz (gigahertz) saniyede bir milyar hertz ya da  $10^9$  Hz dir.

Elektromanyetik dalgaların bir salınımda aldıkları yola, dalga boyu denir. Dalga boyunun birimi, mesafe birimleridir.

- **Anten:** Elektrik sinyallerini (voltaj ve akım) elektromanyetik dalgalara ya da elektromanyetik dalgaları elektrik sinyallerine dönüştürmek için kullanılan araçtır.



**Resim 1.5: Anten**

- **Yönsüz anten:** Elektromanyetik enerjiyi uzayda kendinden eşit uzaklıktaki noktalarda eşit olarak yayın ya da noktalardan eşit olarak alan antenlere, yönsüz anten denir.
- **Yönlü anten:** Elektromanyetik enerjiyi belirli bir yönde, diğer yönlere göre daha etkin olarak yayın ya da alan antenlere, yönlü anten denir.

Genelde kullanılan antenler yönlüdür.

- **Elektromanyetizma:** Elektrikle manyetizma arasındaki ilişkileri inceleyen bilim dalıdır. Elektrik ile manyetizma arasındaki ilişkilerin temeli mıknatıslığa dayanır.
- **Enfraruj ışınlar:** Dalga boyları 10.000-15.000 Angstrom ( $A^\circ$ ) arasındadır.



**Resim 1.6: Ultraviyole lambaları**

- **Elektromanyetik tayf:** Elektromanyetik dalgaların dalga boylarına göre sıralanmış haline denir.
- **Elektrik Dalgaları:** Elektromanyetik tayfin en uzun dalgalarıdır. ( $\lambda \Rightarrow 30$  km)



**Resim 1.7: Elektrik ampülleri**

- **Radar dalgaları:** Elektromanyetik tayfta enfraruj ışınlarla televizyon dalgaları arasında yer alan elektromanyetik dalgalarıdır.



**Resim1.8: Radarlar**

- **Televizyon dalgaları:** Kızılaltı bölgede yer alan elektromanyetik dalgalarıdır. Televizyon yayınları bu dalgalar yardımı ile gerçekleştirilir.



**Resim 1.9: Televizyon**

- **Radio dalgaları:** Elektromanyetik tayfta kızıl altı bölgede yer alan, televizyon dalgalarından daha uzun dalga boylu elektromanyetik dalgalardır. ( $\lambda = 10-2000$  m.)



**Resim 1.10: Radyo**

- **Statik alan:** Durgun yükler tarafından oluşturulan alanı ifade eder.
- **Aşırı düşük frekans bandı:** 0 Hz – 10 kHz arasındaki frekans bölgesini ifade eder.
- **Radio frekans bandı:** 3 kHz -300 GHz arasındaki frekans bölgesini ifade eder.
- **Baz istasyonu kontrolörü: (BSC)** Radio baz istasyonlarını ve radyo kaynaklarını kontrol eden ve yöneten üniteyi ifade eder.
- **Mobil anahtarlama merkezi: (MSC)** Mobil abonelerin yapmak istediği haberleşmeyi gerçekleştiren, yönlendirme işlemlerini yapan ve haberleşmenin sonuçlandırılmasını sağlayan anahtarlama görevini üstlenmiş üniteyi ifade eder.
- **Elektromanyetik alan:** Elektrik ve manyetik alan bileşenleri olan dalgaların oluşturduğu alanı ifade eder.
- **Frekans:** Elektromanyetik dalgaların saniyede yaptığı salınım sayısını (Frekansın birimi Hertz'dir) ifade eder.
- **Elektrik alan şiddeti: (E)** Uzayda herhangi bir noktada bir birimlik pozitif elektrik yüküne etki eden kuvvetin, vektörel büyüklüğünü (Volt/Metre V/m) ifade eder.
- **Magnetik alan şiddeti: (H)** Uzayın herhangi bir noktasında bir magnetik alan içinde bulunan ve magnetik akı yoğunluğu ile tanımlanan vektörel bir büyüklüğü (Amper/Metre) ifade eder.
- **Magnetik akı yoğunluğu: (B)** Herhangi bir birim alandan geçen manyetik akı miktarını (Birimi Tesla'dır) ifade eder.
- **Güç yoğunluğu: (S)** Elektromanyetik dalganın hareket doğrultusuna dik olarak birim alana düşen güç miktarını (Watt/Metre<sup>2</sup> W/m<sup>2</sup>) ifade eder.
- **Referans seviyeleri:** Temel kısıtlamaların sağlanabilmesi için belirlenen değerleri ifade eder.
- **Meskun mahal:** İnsanların sürekli veya geçici olarak (konut,otel vb.) yaşadığı il, ilçe, kasaba, köy, mezra gibi yerleşim alanlarını ifade eder.
- **Hassas yerler:** Meskun mahal içerisinde bina duvarları, petrol istasyonları, hastaneler, okullar ve cami minareleri gibi kamunun yoğunlukla bulunduğu yerleri ifade eder.
- **GSM:** Global System for Mobile Communications.
- **ICNIRP:** International Commission on Nonionizing Radiation Protection (Uluslar arası İyonlaştırıcı Olmayan Radyasyondan Korunma Komitesi)

- **IEEE:** Institute of Electrical and Electronics Engineers (Elektrik ve Elektronik Mühendisleri Enstitüsü)
- **FCC:** Federal Communications Commission (ABD Fedaral Kominikasyon Komisyonu)
- **ETSI:** European Telecommunication Standardization Institute (Avrupa Telekomünikasyon Standartları Enstitüsü)
- **Telekomünikasyon:** İletişim

### 1.3. Elektromanyetik Kirliliğin Sağlık Üzerindeki Etkileri ve Koruyucu Önlemler

Elektromanyetik kirliliğin insan ve çevre sağlığı üzerindeki olumsuz etkileri aşağıda sıralanmıştır.

- Kızılaltı ışınların canlılar üzerinde ısı etkisi olduğundan, kısa vadede deri yanmaları, uzun vadede ise katarakt denilen göz hastalığına yol açabilir. Uygun gözlükler kullanılmalıdır.

Mikrodalgalar; ısı, yüzeysel ısıtma ve vücutta rezonans etkisiyle gözün retina tabakasında katarakt oluşturabilir. Ayrıca yüksek frekanslı mikro dalgalar rezonans etkisiyle vücut içerisinde sıcak alanlar meydana getirir. Radyo frekans dalgaların oluşturduğu manyetik alanlar ise vücutta dolaşan akımlar oluşturur.

- Görünen ışık, spektrumunda yer alan elektromanyetik dalga yapısında olmakla birlikte, bu dalgaların içerdiği enerji düşük olduğundan insan organizmasında biyolojik etki yaratmaz.
- Kızılaltı bölgede yer alan elektromanyetik dalgaların dalga boyları çok uzun ve enerjileri çok düşük olduğundan iyonlayıcı karakter taşımazlar. Ancak ultrason yönteminde fiziksel etken olarak yararlanılan ses ötesi dalgaların yarattığı titreşimlerle hücre zarından mekanik yırtılma olabildiği ileri sürülmektedir.
- Cep telefonu kullanımının beyin aktivitesinde etkili olduğunu gösteren çalışmalar vardır. Çocuklarda sinir sistemi ve beyin gelişimi devam ettiğinden çocukların ve gençlerin yetişkinlerden daha çok risk altında olduğu bir gerçektir. Bu nedenle 16 yaş altındaki çocukların cep telefonu kullanmamaları, kullanmalarının zorunlu olduğu durumlarda ise günde 10 dakikayı geçmemeleri Dünya Sağlık Örgütü (WHO) tarafından önerilmektedir. Cep telefonları frekanslarının 10-14 yaşlarındaki çocuklarda bilişsel fonksiyonlara ve beyin aktivitelerine etkili olduğunu göstermiş önemli çalışmalar vardır. (Preece ve ark.2004 ve Haarala ve Krause 2003)
- Bazı kimseler elektromanyetik alanlara daha hassastır. Bu kimselerde bilgisayar monitörlerine ve diğer elektrikle çalışan aletlere karşı aşırı hassasiyet oluşabilir ve reaksiyonlar açığa çıkabilir. Bu reaksiyonlar;
  - Boğazda kuruluk hissi,
  - Gözde ağrı ve görme bozukluğu,



- Baş ağrısı,
- Alerji, yüzde kızarıklık,
- Uykusuzluk,
- Seslere karşı hassasiyet, işitme zorluğu,
- Yorgunluk, şeklinde ortaya çıkabilmektedir.

### 1.3.1. Korunmaya Yönelik Bazı Pratik Önlemler

Kişisel korunma önlemleri konusu řu şekilde özetlenebilir.

- Bilgisayar ekranı, ekran filtresi ile mümkünse plazma ekran tercih edilir.
- Okuma lambası olarak halojen ve floresan lambalar kullanılmaya özen gösterilir.
- Yatak odasında ideal bir uyku için televizyon ve bilgisayar bulundurulmaz veya bu cihazların tamamen kapalı konumda olmaları sağlanır.
- Elektrikli battaniye yatağa girmeden kapatılır.
- Elektrikle alışan radyolu çalar saatler mümkün olduğunca uzak tutulur, mümkünse pille çalışanları tercih edilir.
- Sa kurutma makinesinin manyetik alanı yüksektir. Bu nedenle sürekli kullanmak yerine aralıklarla kısa süreyle kullanılır.
- Gereksizce cep telefonu kullanılmamalıdır. Cep telefonu kullanılmadığı sürelerde mümkünse kapalı tutulur.
- Kalp pili kullanıcılarında cep telefonu ve radyo frekans dalgaları etkili bulunmuştur. Bu nedenle cep telefonu kalp üzerinde, göğüste bulundurulmamalıdır.
- Cep telefonu kullanırken tercihen kulaklıkla konuşulmalıdır.
- Cep telefonu açıkken uzak mesafeye bırakılmamalıdır.
- Yataklar olabildiğince elektromanyetik alanlarından uzağa konmalıdır.
- Mikrodalga fırınlar çalışırken en az 1 metreden daha uzakta bir mesafede durulmalıdır.
- Yüksek manyetik alanı olan tüm fotokopi makinelerinden en az 50 cm. uzakta durulmalıdır.
- Televizyon en az 2 m. uzaktan seyredilmelidir.
- Elektrikli cihaz kullanılmadığında, fişten çıkarılmalı veya aç/kapa düğmeli prizler tercih edilmelidir.
- Çamaşır/bulaşık vs. makineleri, su ısıtıcıları, kahve makineleri çalışırken mümkünse uzağında durulmalıdır.

## UYGULAMA FAALİYETİ

Mevzuat doğrultusunda elektromanyetik kirlilik kaynaklarının tespitini yapınız.

İşlem Basamakları	Öneriler
➤ Elektromanyetik kirlilik kaynaklarını tespit ediniz.	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Güneşten gelen ışınların dalga boylarını ve yapılarını incelemelisiniz.</li><li>➤ Ultraviyole ışınlarının dalga boylarını ve özelliklerini incelemelisiniz.</li><li>➤ Infrared (kızılötesi) ışınlarının dalga boylarını ve özelliklerini incelemelisiniz.</li><li>➤ Mikrodalga ışınlarının dalga boyları ve özelliklerini incelemelisiniz.</li><li>➤ Görünür ışınların dalga boyları ve özelliklerini incelemelisiniz.</li><li>➤ Elektrik ve manyetik alanlar ile ilgili incelemeler yapmalısınız.</li></ul>
➤ Elektromanyetik kirliliğin sağlığa olumsuz etkilerini tespit ediniz.	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Elektromanyetik kirliliğin sinir sistemimizi nasıl ve niçin etkilediğini incelemelisiniz.</li><li>➤ Elektriksel potansiyel ile ilgili incelemeler yapmalısınız.</li><li>➤ Cep telefonu kullanımının beyin aktivitesinde olan etkilerini incelemelisiniz.</li><li>➤ Taşıt kullanılırken telefon ile konuşmanın dikkat dağılması – kaza ilişkisini incelemelisiniz.</li><li>➤ Taşıt kullanılırken telefon ile konuşmanın taşıt elektronik sistemine olan olumsuz etkilerini incelemelisiniz.</li></ul>
➤ Elektromanyetik kirliliğe karşılık koruyucu önlemlerin alınmasına yönelik kontroller yapınız.	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Elektromanyetik kirliliğe karşı koruyucu önlemlerden uygun gözlükleri incelemelisiniz.</li><li>➤ Çevremizdeki baz istasyonlarında incelemeler yaparak güvenlik mesafelerini kontrol etmelisiniz.</li></ul>

<p>➤ Kontrol sonuçlarını rapor ederek ilgili kurum /kuruluşa gönderiniz.</p>	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Telekomünikasyon kurumunun görev, yetki ve sorumluluklarını incelemelisiniz.</li><li>➤ Ulaştırma Bakanlığının görev, yetki ve sorumluluklarını incelemelisiniz.</li><li>➤ Sağlık Bakanlığının görev, yetki ve sorumluluklarını incelemelisiniz.</li><li>➤ Çevre ve Orman Bakanlığının görev, yetki ve sorumluluklarını incelemelisiniz.</li><li>➤ Sanayi ve Ticaret Bakanlığının görev, yetki ve sorumluluklarını incelemelisiniz.</li><li>➤ Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığının görev, yetki ve sorumluluklarını incelemelisiniz.</li><li>➤ Türk Standartları Enstitüsünün görev, yetki ve sorumluluklarını incelemelisiniz.</li><li>➤ Mahalli çevre kurullarının çalışma prensiplerini incelemelisiniz.</li></ul>
--	---

## ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki çoktan seçmeli sorularda, doğru seçeneği işaretleyiniz.

1. Aşağıdaki dalgalardan hangisinin yayılması için tanecikli ortama gerek yoktur?  
A) Radyo      B) Deprem      C) Su      D) Ses      E) Beta
2. Aşağıdakilerden hangisi, bir enerji biçimi değildir?  
A) Sıcaklık  
B) Elektrik  
C) Isı  
D) Işık  
E) Ses
3. I. Sularda dalgaların oluşması  
II. Dumanın yayılması  
III. Bayrağın dalgalanması  
Yukarıdakilerden hangileri dalga hareketi değildir?  
A) Yalnız III  
B) Yalnız II  
C) Yalnız I  
D) Yalnız I ve II  
E) Yalnız II ve III
4. Aşağıdakilerden hangisi, ışık hızında hareket eden, çok kısa dalga boyuna sahip elektromanyetik bir enerjidir?  
A) Molekül  
B) Atom  
C) Mikrodalga  
D) Akümülatör  
E) Makine
5. Aşağıdakilerden hangisi, frekansın birimidir?  
A) Mikrodalga  
B) Güç yoğunluğu  
C) Anten  
D) Hertz  
E) Amper

## DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise diğer faaliyete geçiniz.

# ÖĞRENME FAALİYETİ-2

## AMAÇ

Mevzuat doğrultusunda baz istasyonlarının kurulumunun denetimini yapabileceksiniz.

## ARAŞTIRMA

- Elektromanyetik alanların insan sağlığına etkileri konusunda oluşturulmuş uluslar arası standartlar ve sınır değerlerini araştırınız.
- İyonizan elektromanyetik radyasyon ile ilgili araştırmalar yapınız.
- NMT-450 MHz ve DCS-1800MHz sistemleri ile ilgili araştırmalar yapınız.
- Radyo dalgalarındaki kısa, orta ve uzun dalga kavramlarını araştırınız.
- Radyolardaki frekansları inceleyerek niçin farklı verildiğini araştırınız.

## 2. BAZ İSTASYONLARININ KURULUMUNUN DENETİMİ

Elektromanyetik dalgalar, birçok doğal ve insan yapımı kaynaklar tarafından yayılır ve hayatınızda önemli bir rol oynar. Teknolojideki gelişmelerin bir sonucu olarak da elektromanyetik dalgaların kullanımı her geçen gün artmakta ve bundan dolayı günlük yaşantıda, doğada bulunan çok üst seviyelerde elektromanyetik dalgalara maruz kalınmaktadır. Radyo Frekans (RF) bölgesinde yer alan elektromanyetik dalgalar; iletişimde, radyo ve televizyon yayınlarında kullanılır.

Son yıllarda yaygın olarak kullanılmaya başlanan cep telefonları ve baz istasyonlarına ilişkin soru işaretleri, gündemin ön sıralarına yerleşmiştir. Bu konu, dünyada olduğu gibi ülkemizde de önemli bir çevre sorunu olarak ele alınmaktadır.



**Resim 2.1: Baz istasyonu**

Baz istasyonlarının kurulum denetimi, yürürlükteki mevzuat doğrultusunda yürütülür.

## 2.1. Hücresel Ağ Haberleşme Sistemleri



**Resim 2.2: Mobil (cep) telefon**

Mobil telefon sistemlerinde, haberleşmenin yapılacağı alan, hücre adı verilen küçük alanlara bölünmüştür. Her hücrenin merkezinde bir baz istasyonu bulunur. Mobil telefon haberleşmeleri baz istasyonu üzerinden yapılır. Baz istasyonları birbirlerine bir ağ yapısı şeklinde bağlıdır. Herhangi bir mobil telefondan gelen çağrı isteği ilgili kullanıcıya bu ağ yapısı tarafından ulaştırılır. Baz istasyonları mobil anahtarlama merkezleriyle, (MAM) mobil anahtarlama merkezleri kendi aralarında ya kablo ya da yönlü radyolinklerle birbirlerine bağlıdır. Mobil telefonlarla baz istasyonları arasındaki iletişim, elektromanyetik dalgalar yolu ile gerçekleştirilir.



**Resim 2.3: Mobil (cep) telefon kullanımı**

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; makro, mikro ve piko olmak üzere üç tip hücre vardır. Türkiye’de de kullanılan GSM 900 sistemi için makro hücreler, yerleşimin seyrek olduğu bölgelerde 25-35 km. yarıçapında bir alana hizmet verebilir. Ancak bina, ağaç ve tepe gibi engellerin çok olduğu yerleşim yerlerinde oluşturulan makro hücrelerin yarıçapları daha küçük olur. Makro hücrelerde GSM 900 baz istasyonu antenlerinin çıkış güçleri 40-60 watt civarındadır.

Mikro hücreler, genellikle yerleşimin yoğun olduğu ve makro hücresel kapsamı geliştirici ve tamamlayıcı olarak kurulan sistemlerdir. Mikro hücreler hava alanı, büyük alışveriş merkezleri gibi yerlerde kurulur. Birkaç yüz metrelik yarıçapı olan alanları kapsar ve çıkış güçleri makro hücrelere göre düşüktür. (GSM 900 için 5-10 watt civarında). Piko hücreler ise daha çok bina içi haberleşmelerde kullanılır ve birkaç watt çıkış gücündedir.

Türkiye’de kullanılan hücresel haberleşme sistemleri GSM 900 ve DCS 1800 (Digital Cellular System)’dür. GSM 900’ün çalışma frekans bandı 880-960 MHz, DCS 1800’ün frekans bandı ise 1710-1880 MHz dir. Ayrıca araç telefonlarında kullanılan NMT(Nordic Mobile Telephone) de hücresel bir haberleşme sistemidir ve çalışma frekansı 450 MHz dir.

## 2.2. Baz İstasyonları

Baz istasyonları, hücresel haberleşme sistemlerinde merkezi istasyon olarak görev yapar. Baz istasyonları olmadan mobil telefonlar ile iletişim sağlanamaz. Mobil telefonlar, diğer mobil telefonlarla ve sabit ağ telefonları ile baz istasyonlar üzerinden görüşme yapabilir.

Bir baz istasyonunun aynı anda hizmet verebileceği görüşme sayısı sınırlıdır. 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. Bir baz istasyonunun hizmet verebileceği maksimum kullanıcı sayısı, o hücre için ayrılan taşıyıcı frekans sayısı ile doğru orantılıdır. Baz istasyonu kullanıcı kapasitesini doldurduğunda, “şebeke meşgul”; mobil telefonunun bulunduğu bölge hiçbir hücresel bölge içinde değilse “kapsama alanı dışında” anlamındadır.



**Resim 2.4: Baz İstasyonu**

Baz istasyonlarında yönlü antenler kullanılır. Bunlar, genellikle enerjiyi karşılıklı bulundukları dar bir alana gönderecek biçimde tasarlanmıştır. Bu nedenle antenden eşit uzaklıkta ve değişik noktalarda enerji dağılımı farklılık gösterir. Ayrıca uzayda antenler tarafından yayılan elektromanyetik dalgaların güç yoğunlukları antenden uzaklaştıkça uzaklığın karesi ile elektrik alan şiddeti, uzaklık ile ters orantılı olarak azalır. Tepe, ağaç ve bina gibi oluşumlar sinyal seviyelerinin daha hızlı düşmesine yol açar. Ayrıca binalardan yansıtılarak gelen sinyallerin yarattığı farklı etkiler de bulunur.

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.

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 istasyonun 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.

Baz istasyonlarındaki antenler dar bir bölgeyi etkileyen yönlü antenlerdir. Bu antenler arkalarında ya da diplerinde ışımanın ( radyasyon) çok az olacağı biçimde tasarlanmıştır. Bu nedenle buldukları binada yaşayanları yüksek risk grubu haline getirmezler; ancak antenin konumu, antenin ışınma örüntüsünün kurulduğu binayı içine almayacak şekilde belirlenmelidir. Ayrıca anten için yer seçimi ve antenin kurulumu sırasında yakın alandaki binaların risk altına alınmamasına dikkat edilmelidir. Anten yeri; çalışma frekansı ve çıkış gücüne göre hesaplanarak güvenlik mesafesi açısından, insanların istem dışı ve sürekli maruz kalmayacağı şekilde seçilmelidir.

Radyo ve televizyon vericileri RF elektromanyetik dalgalar yoluyla yayın yapar. Yayın yapan antenlerden dolayı çevrede yaşayanları etkileyebilecek RF enerji miktarı; istasyon tipi, kullanılan antenin tasarım karakteristiği, antene iletilen güç, antenin yüksekliği ve antenden uzaklığa göre değişir. Dolayısıyla, radyo ve TV vericileri insanların yaşam alanlarından uzak yerlere kurulmalıdır.

## 2.3. Mobil İletişim İçin Küresel Sistem

Mobil iletişim için küresel sistem, Global System for Mobile Communications anlamına gelen mobil telefon (cep telefonu) ile iletişim protokolüdür.

Bu sistem, 1980'li yılların başlarında Avrupa ülkelerinde birbirinden farklı ve uyumsuzdu. Daha sonraki yıllarda sistemin standartlaştırılmasına yönelik çalışmalar yapıldı. 1990'lı yılların başında GSM Doğu Avrupa ve Avustralya'ya yayıldı. Ardından ABD ve Güney Amerika'da GSM sistemini kullanmaya başladı. Japonya ise bu sisteme katılmayarak GSM ile uyumlu olmayan kendi mobil sistemlerini kurdu.

### ➤ Mobil Telefon Sistemlerinin Nesilleri

Mobil telefon sistemlerinin aşağıdaki nesilleri vardır.

- OG olarak adlandırılan ilk nesil sistemlerde analog veri akışı kullanılır.
- 1G olarak adlandırılan ilk nesil sistemlerde analog veri akışı kullanılır.
- 2G olarak adlandırılan ikinci nesil sistemler de sayısal veri akışı kullanılır.



- 3G olarak adlandırılan üçüncü nesil sistemlerde daha hızlı veri transferi ve bant genişliğinin daha verimli kullanımı mümkündür.
- 4G olarak adlandırılan dördüncü nesil sistem de kapsama alanı başta olmak üzere 3G ile çözülememiş olan sorunların çözülmesi beklenmektedir.

### ➤ GSM Çeşitleri

Üç çeşit GSM sistemi mevcuttur.

- GSM 1900
- GSM 1800
- GSM 900

Ülkemizde GSM 900 ve 1800 sistemleri kullanılmaktadır. ABD’de GSM 1900 sistemi kullanılmaktadır.

Bu üç sistem sırasıyla 1900 MHz,1800 MHz ve 900 MHz frekans bölgelerinde çalışır.

Elektromanyetik alanların insan sağlığına etkileri konusunda birçok ülkede oluşturulan standart ve sınır değerlerinin yanı sıra, uluslararası standartlar ve sınır değerleri de vardır.

Elektromanyetik alanların insan sağlığına etkileri konusunda oluşturulmuş sınır değerler frekansa göre değişiklik gösterir.

Mesleği nedeniyle elektromanyetik enerjinin etkisinde kalanlar (kontrollü etkilenme) ve istemleri dışında etkilenenler için (kontROLSÜZ etkilenme-genel yaşam alanları) farklı sınır değerleri oluşturulmuştur.

Buna göre; GSM 900 ve 1800 sistemleri için kontROLSÜZ etkilenme sınır değerleri tablo 2.1’de verilmiştir.

<b>900 MHz için sınır değerler</b>	<b>ICNIRP</b>	<b>IEEE/FCC</b>
Elektrik alan şiddeti	41.25 V/m	-
Manyetik alan şiddeti	0.111 A/m	-
Güç yoğunluğu	4.5 W/m <sup>2</sup>	6.0 W/m <sup>2</sup>

<b>1800 MHz için sınır değerler</b>	<b>ICNIRP</b>	<b>IEEE/FCC</b>
Elektrik alan şiddeti	58.33 V/m	-
Manyetik alan şiddeti	0.157 A/m	-
Güç yoğunluğu	9.0 W/m <sup>2</sup>	10.0 W/m <sup>2</sup>

**Tablo 2.1: KontROLSÜZ etkilenme için sınır değerler**

Ülkemizde kontrolsüz etkilenme sınır değerleri tablo 2.2’de verilmiştir.

Frekans	900 MHz		1800 MHz	
	Tek bir cihaz için sınır değeri	Ortamın toplam sınır değeri	Tek bir cihaz için sınır değeri	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 <sup>2</sup>	4,5 W/m <sup>2</sup>	0,56 W/m <sup>2</sup>	9,0 W/m <sup>2</sup>

**Tablo 2.2: Türkiye de kontrolsüz etkilenme için sınır değerler**

Aynı şekilde; GSM 900 ve 1800 sistemleri için kontrollü etkilenme sınır değerleri tablo 2.3’ de verilmiştir.

900 MHz için sınır değerler	ICNIRP	IEEE/FCC
Elektrik alan şiddeti	<b>90,0 V/m</b>	-
Manyetik alan şiddeti	<b>0,24 A/m</b>	-
Güç yoğunluğu	<b>22,5 W/ m<sup>2</sup></b>	<b>30,0 W/ m<sup>2</sup></b>

1800 MHz için sınır değerler	ICNIRP	IEEE/FCC
Elektrik alan şiddeti	<b>127,28 V/m</b>	-
Manyetik alan şiddeti	<b>0,34 A/m</b>	-
Güç yoğunluğu	<b>45,0 W/ m<sup>2</sup></b>	<b>50,0 W/ m<sup>2</sup></b>

**Tablo 2.3: Kontrollü etkilenme için sınır değerler**

450 MHz frekans bandında baz istasyonlarında müsaade edilen limit değerler tablo 2.4 de verilmiştir.

450 MHz için sınır değerler	
Elektrik alan şiddeti	29.1 V/m
Manyetik alan şiddeti	0.0772 A/m
Güç yoğunluğu	2.25 W/m <sup>2</sup>

**Tablo 2.4: 450 MHz frekans bandında baz istasyonlarında müsaade edilen limit değerler**

## 2.4. Sabit Telekomünikasyon Cihazı

Sabit telekomünikasyon cihazı; hücresel hareketli haberleşme sistemlerinin cihazları, radyo-televizyon vericileri dahil olmak üzere 10 kHz-60 GHz frekans bandında sabit olarak kurulup çalıştırılan cihazlar ile bir bölgede telekomünikasyon hizmetini geçici veya kalıcı bir süre sunmak için kullanılan mobil cihazlardır.

## 2.5. Güvenlik Mesafesi ve Güvenlik Sertifikası

Limit değerler ve güvenlik mesafesi hesabı yapılarak sabit telekomünikasyon cihaz ve sistemlerinin civarında insanların emniyet ve güvende bulunabilecekleri alanlar belirlenebilir. Bir sabit telekomünikasyon cihaz ve sistemi kurma izni; ancak insanların yaşadığı mekânlar ile tüm bina ve bahçe müştemilatı ile okul öncesi ve temel eğitim kurumlarının alanda bulunmadığının tespit edilmesi halinde verilir. Özellikle tıbbi cihazların elektromanyetik etkileşimini ortadan kaldırmak amacıyla sağlık kuruluşları civarında da limit değerlerin daha düşük düzeyde uygulanması hükmü getirilmiştir.

Sabit telekomünikasyon cihaz ve sistemini kurma izni öncesi kurumca güvenlik sertifikası düzenlenerek güvenli alan belgelendirilir. Daha sonra istasyonun kurularak hizmet verilmesi aşamasında kurumca yapılacak teknik ölçüm ve kontrollerin yönetmelik hükümleri açısından belirtilen güvenli alan içinde uygun bulunması halinde güvenlik sertifikası onaylanır.

Güvenlik sertifikasının istasyonda kolayca görülebileceği bir konuma asılması ve bu suretle istasyon etrafındaki güvenli bölgenin herkes tarafından bilinmesi gerekir.

## 2.6. Elektromanyetik Alan Şiddeti Limit Değerleri

Elektromanyetik alan şiddeti limit değerleri; Çevre ve Orman Bakanlığı tarafından Sağlık Bakanlığı, Sanayi ve Ticaret Bakanlığı, Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı, Telekomünikasyon Kurumu, Türk Standartları Enstitüsü, Bilimsel kuruluşlar ve ilgili diğer kurum ve kuruluşların görüşleri ile uluslararası kuruluşların belirlediği standart değerler de göz önüne alınarak belirlenir ve bu konudaki bilimsel gelişmeler sürekli olarak izlenir.

Yerleşim yerlerinde:

- 10 KHz -60 GHz frekans bantlarındaki elektrik alan şiddeti, manyetik alan şiddeti, manyetik akı yoğunluğu ve eşdeğer düzlem dalga güç yoğunluğu toplam limit değerleri ve tek bir cihaz için limit değerleri tablo 2.5 'de belirtilen değerleri aşamaz.

Frekans Aralığı (MHz)	E-Alan Şiddeti (V/m)		H-Alan Şiddeti (A/m)		B-Manyetik Akı Yoğunluğu (µT)		Eşdeğer Düzlem Dalga Güç Yoğunluğu (W/m <sup>2</sup> )	
	Tek bir cihaz için limit değeri	Ortamın Toplam limit değeri	Tek bir cihaz için limit değeri	Ortamın Toplam limit değeri	Tek bir cihaz için limit değeri	Ortamın Toplam limit değeri	Tek bir cihaz için limit değeri	Ortamın Toplam limit değeri
0.010-0.15	22	87	1.3	5	1.5	6.25	-	-
0.15-1	22	87	0.18/f	0.73/f	0.23/f	0.92/f	-	-
1-10	22/f <sup>1/2</sup>	87 f <sup>1/2</sup>	0.18/f	0.73/f	0.23/f	0.92/f	-	-
10-400	7	28	0.02	0.073	0.023	0.092	0.125	2
400-2000	0.341 f <sup>1/2</sup>	1.375 f <sup>1/2</sup>	0.0009 f <sup>1/2</sup>	0.0037 f <sup>1/2</sup>	0.001 f <sup>1/2</sup>	0.0046f <sup>1/2</sup>	f/3200	f/200
2000-60000	15	61	0.04	0.16	0.05	0.2	0.625	10

**Tablo 2.5: 0 Hz- 10 kHz ve 60 GHz-300 GHz Frekans bantlarındaki; elektrik ve manyetik alanların kamusal alanlarla ilgili sınır değerleri**

- 0 Hz-10 kHz ve 60 GHz-300 GHz frekans bantlarındaki; elektrik alan şiddeti, manyetik alan şiddeti, manyetik akı yoğunluğu ve güç yoğunluğu limit değerleri tablo 2.6'da belirtilen değerleri aşamaz.

Frekans Aralığı	Elektrik Alan Şiddeti E(V/m)	Magnetik Alan Şiddeti H (A/m)	Magnetik Akı Yoğunluğu B (µT)	Güç Yoğunluğu S(W/m <sup>2</sup> )
1Hz'e kadar	-	3.2x10 <sup>4</sup>	4x10 <sup>4</sup>	-
1 Hz-8 Hz	10.000	3,2x10 <sup>4</sup> /f <sup>2</sup>	4x10 <sup>4</sup> / f <sup>2</sup>	-
8 Hz-25 Hz	10.000	4000/f	5000/f	-
0.025 kHz-0.8 kHz	250/f	4/f	5/f	-
0.8 kHz-3 kHz	250/f	5	6.25	-
3kHz-10kHz	87	5	6.25	-
60GHz-300 GHz	61	0.16	0.2	10

**Tablo 2.6: A 0 Hz- 10 kHz ve 60 GHz-300 GHz Frekans bantlarındaki; elektrik ve manyetik alanların kamusal alanlarla ilgili sınır değerleri**

İş yeri ortamında;

- 0 Hz-300 GHz frekans bantlarındaki; elektrik alan şiddeti, manyetik alan şiddeti, manyetik akı yoğunluğu ve güç yoğunluğu limit değerleri tablo 2.7’de belirtilen değerleri aşamaz.

Frekans Aralığı	Elektrik Alan Şiddeti E(V/m)	Magnetik Alan Şiddeti H (A/m)	Magnetik Akı Yoğunluğu B (μT)	Güç Yoğunluğu S(W/m <sup>2</sup> )
1Hz’e kadar	-	163000	200000	-
1 Hz-8 Hz	20.000	163000/f <sup>2</sup>	200000/ f <sup>2</sup>	-
8 Hz-25 Hz	20.000	20000/f	25000/f	-
0.025 kHz-0.82 kHz	500/f	20/f	25/f	-
0.82 kHz-65 kHz	610	24.4	30.7	-
0.065MHz-1 MHz	610	1.6/f	2.0/f	-
1 MHz-10 MHz	610/f	1.6/f	2.0/f	-
10 MHz-400 MHz	61	0.16	0.2	10
400 MHz- 2000 MHz	3 f <sup>1/2</sup>	0.008 f <sup>1/2</sup>	0.01 f <sup>1/2</sup>	f/40
2 GHz- 300 GHz	137	0.36	0.45	50

Tablo 2.7: İşyeri ortamında 0 Hz- 300 Ghz frekans bantlarındaki; elektrik alan şiddeti, manyetik alan şiddeti, manyetik akı yoğunluğu ve güç yoğunluğu limit değerleri

## 2.7. Elektromanyetik Kirliliğin Kontrolü ile İlgili Kurumların Görev Yetki ve Sorumlulukları

- İyonlayıcı olmayan elektromanyetik kirlilik kontrolü ve azaltılması için ilgili kurum ve kuruluşlarla koordinasyon ve işbirliği yaparak her türlü tedbiri almak/aldırmak ve uygulanmasını sağlamak, elektromanyetik alan şiddeti limit değerlerini belirlemek ile ilgili yükümlülük Çevre ve Orman Bakanlığına,
- Elektromanyetik alanlar ve sağlık üzerine etkilerinin araştırılması ve kamuoyunun bu konuda aydınlatılması ile ilgili yükümlülük Sağlık Bakanlığına,
- 10kHz-60GHz Frekans Bandındaki sabit telekomünikasyon cihazlarından kaynaklanan elektromanyetik alanların kontrolü, ölçüm ve denetimi ile ilgili yükümlülük Telekomünikasyon Kurumuna,
- 50/60 Hz frekans bandındaki enerji, iletim hattı ve bunların trafo merkezlerinde kaynaklanan elektromanyetik alanların kontrolü, ölçüm ve denetimi ile ilgili yükümlülük Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığına,

- İşyerlerinde kullanılan ekipmanlardan kaynaklanan elektromanyetik alanlardan, işçilerin korunmasına yönelik her türlü düzenleme yapılması ile ilgili yükümlülük Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığına,
- 0Hz-300GHz frekans bandında çalışan cihaz ve sistemlerin sertifikalandırılması, elektromanyetik alanların kontrolü, ölçüm ve denetimi ile ilgili yükümlülük Sanayi ve Ticaret Bakanlığına,
- İnsanların elektromanyetik alanlara maruz kalması, düşük frekanslar/yüksek frekanslar ile ilgili olarak Çevre ve Orman Bakanlığının ve ilgili diğer kurum ve kuruluşların görüşlerini alarak, gerekli olan standartları hazırlamak ve zamanla ortaya çıkacak gelişme ve değişiklikler ile uygulanmasında karşılaşılan aksaklıkları gidermeye yönelik standartların güncelleştirilmesinin sağlanması ile ilgili yükümlülük Türk Standartları Enstitüsüne aittir.

### **2.7.1. Mahalli Çevre Kurullarında Uygulanan Usul ve Esaslar**

10 kHz-60 GHz frekans bandında çalışan sabit telekomünikasyon cihazlarının yer seçimi yapılırken il mahalli çevre kurullarının görüşleri alınır. Mahalli çevre kurulları, yer seçimi ile ilgili olarak aşağıdaki esaslar uygular:

- İşletici/İşletmeci; sisteme ait tüm ekipmanları kapsayan ve güvenlik mesafesi hesabını, sisteme ait koordinatları, sistemin kurulacağı alanın çevresindeki yapıları ve boyutları gösterir krokiyi, sistem adresini, yayın patentini, elektrik ve manyetik alan şiddeti, manyetik akı ve güç yoğunluğu değerleri ile yönetmelikler gereği ihtiyaç duyulan diğer bilgileri içeren dosyayı telekomünikasyon kurumuna takdim eder.
- Telekomünikasyon kurumu güvenlik sertifikası isteyen işletici/işletmecinin hazırladığı dosyanın incelenmesini müteakip uygun bulunan dosyalar, telekomünikasyon kurumunun görüşü ile birlikte mahalli çevre kurullarında görüşülmek üzere ilgili valiliklere gönderilir.
- Telekomünikasyon kurumu tarafından teknik olarak uygun görülen ve bölge müdürlükleri aracılığı ile il mahalli çevre kurullarına görüş alınmak üzere gönderilen dosyalar, kurul tarafından; yer seçimi konusunda çevresel açıdan; dosya bazında limit değerlerin aşılmadığı, yerinde inceleme sırasında güvenlik mesafesinin uygun olup olmadığı ve sit alanı, özel çevre koruma alanı vs. gibi kısıtlı alanlar olup olmadığı yönünden incelenir. Söz konusu inceleme sırasında dosyadaki bilgilerin eksik ve yetersiz olması halinde, eksik bilgiler tamamlanıncaya kadar dosyalar mahalli çevre kurul toplantılarında görüşülmez.
- Mahalli çevre kurulu, çalışma takvimine uygun olarak her ay yaptığı olağan toplantıda, telekomünikasyon kurumunun teknik olarak uygun bulunduğu yer konusundaki görüşlerini oluşturur ve mahalli çevre kurulu toplantısından sonraki bir hafta içerisinde telekomünikasyon kurumuna gönderir. Seçilen yer hakkında mahalli çevre kurulu görüşünün herhangi bir nedenle olumsuz olması halinde mahalli çevre kurulu gerekçeli kararını da telekomünikasyon kurumuna bildirmek zorundadır.

- Mahalli çevre kurulu gerek duyduğunda ilave bilgileri telekomünikasyon kurumundan isteyebilir.
- Mahalli çevre kurulu kararları; kanun, tüzük ve yönetmeliklere aykırı olamaz.
- Mahalli çevre kurulu adına yerinde inceleme yapacak olan komisyon üyelerinin yerinde inceleme yapabilmeleri için kurul tarafından talep edilmesi halinde gerekli aracın tahsisi işletici/işletmeci tarafından sağlanacaktır.
- Telekomünikasyon kurumu, mahalli çevre kurulunun yer seçimi ile ilgili uygun görüşünü aldıktan sonra bu çerçevede işletici/işletmeci için güvenlik sertifikasını düzenler ve geçici onay verir.
- Mahalli çevre kurulunun yer seçimi ile ilgili uygun görüşü alınmadan ve telekomünikasyon kurumu tarafından güvenlik sertifikası verilmeden, sabit telekomünikasyon cihazlarının montajı yapılamaz.
- Mahalli çevre kurulları tarafından söz konusu baz istasyonları için çevresel açıdan yönetmelikte belirtilen esaslar çerçevesinde uygun görüş verilmeden ve her türlü ruhsat ve izin alınmadan güvenlik sertifikası düzenlenemez ve geçici onay verilmez. Ancak bu ruhsat ve izinlerin alınmamış olması, mahalli çevre kurulunca çevresel açıdan uygun görüş verilmesine engel teşkil etmez.
- Telekomünikasyon kurumunun denetimi neticesinde yönetmelik hükümlerine uygun olduğu belirlenen telekomünikasyon cihazlarının güvenlik sertifikasına kati onayı verilir. Bu aşamada telekomünikasyon kurumu, mahalli çevre kurulundan tekrar görüş almaz.
- Telekomünikasyon kurumu, cihazların mevzuata uygun faaliyette bulduklarına, dair kati onay verdiği cihazların sayı ve yerlerine ilişkin mahalli çevre kurullarına periyodik olarak bilgi verir. Ayrıca söz konusu istasyonlara ait ayrıntılı bilgileri içeren sistem bildirim formlarını her yıl toplu olarak mahalli çevre kurullarına gönderir.
- İşletmecilerin kontrolü dışında yetkisiz kişilerin kolayca erişebileceği balkon, teras ve bahçe gibi yerler ile meskun mahal içerisinde bina duvarları, petrol istasyonları, hastaneler, okullar ve cami minareleri gibi kamunun çoğunlukla bulunduğu hassas yerlerde kurulmamalı veya hassas yerlerde güvenlik mesafesi sınırı, elektromanyetik alan şiddeti değerleri sıfır olacak şekilde oluşturulmalıdır.

## 2.8. Ölçümde Kullanılan Cihazlar ve Teknik Özellikleri

Ölçüm yapacak kurum ve kuruluşlarda bulunması gereken cihazlara ait teknik özellikler aşağıda sıralanmıştır.

- Cihazlar; istasyonların çalışma frekanslarında (450, 900 ve 1800 MHz.) ölçüm yapabilecek uygun Elektrik Alan Şiddeti ve/veya Manyetik Alan Şiddeti algılayıcılarına sahip olmalı.
- Uluslararası ETSI (European Telecommunication Standardization Institute) standartlarında belirtilen teknik özelliklere sahip olmalı.

- Ortamdaki toplam elektromanyetik alan şiddeti veya belirli bir frekanstaki şiddeti ölçebilecek özelliklere sahip olmalı.
- Elektrik alan şiddeti, manyetik alan şiddeti ve güç yoğunluğu cinsinden ölçüm yapacak niteliğe sahip olmalı.
- Zamana göre ortalama alabilme yeteneğine sahip olmalı.
- Algılayıcıların (probların) konumuna göre ortalama hesaplaya bilme yeteneğine sahip olmalı.
- Yaptıkları ölçümleri kaydetme ve bilgisayara aktarma gibi özelliklere sahip olmalı.
- Ölçümlerde kullanılacak tüm cihazlar, en geç altı ayda bir kalibrasyon işlemine tabi tutulmalıdır.

## 2.9. Ölçümü Yapan Yetkili Kuruluşlar

- Ulaştırma Bakanlığı ve/veya görevlendireceği kurum ve/veya kuruluşlar.
- TÜBİTAK'a ait ölçüm merkezleri.
- İlgili bakanlığa tespit edilecek üniversitelere ait ölçüm merkezleri.
- Uluslararası akreditasyon belgesi alan gerçek veya tüzel kişiliğe sahip bağımsız elektromanyetik alan ölçüm laboratuvarları.
- Akredite laboratuvarları tarafından ölçüm cihazları kalibre edilmiş olan ve ilgili bakanlığa onaylanan ölçüm kurum veya kuruluşları.
- İlgili bakanlık denetiminde yapılmak kaydı ile mobil telekomünikasyon şebekesi işletmecileridir.

## 2.10. Ölçüm Personeli

Ölçümler, telekomünikasyon alanında tecrübesini belgeleyen mühendisler ve/veya bunların kontrolü altında elektromanyetik uyumluluk konusunda özel eğitim almış teknik personel tarafından yapılır.

10 KHz- 60 GHz Frekans Bandında Çalışan Sabit Telekomünikasyon Cihazlarından Kaynaklanan Elektromanyetik Alan Şiddeti Limit Değerlerinin Belirlenmesi, Ölçüm Yöntemleri ve Denetlenmesi Hakkında Yönetmelikte belirtilen bölümlerden mezun mühendisler ile TÜBİTAK, Üniversiteler, Elektrik Mühendisleri Odası, Fizik Mühendisleri Odası, Milli Eğitim Bakanlığına bağlı veya denetimindeki eğitim teşekkülleri ve telekomünikasyon kurumu tarafından kabul edilen diğer kuruluşlarca düzenlenen test ve ölçüm sertifikasına haiz tekniker veya teknisyenlerdir.

## 2.11. Ölçüm Öncesi Yapılan İşlemler

Ölçüm öncesi yapılacak işlemler aşağıda belirtilmiştir;

- Ölçüm yapan kuruluşlar, bir başvuru formu ile ölçüm yapacakları istasyonun adresini bildirerek; istasyonun tipi, anten tipleri, verici sayısı, kaç sektörlük bir istasyon olduğu bilgilerini ölçümden önce telekomünikasyon kurumundan temin eder.



- Ölçümü yapılacak istasyonun; transmision ve radyo kaynakları açısından normal, çalışır bir durumda, bağlı bulunduğu baz istasyonu kontrolörü (BSC) ve mobil anahtarlama merkezi (MSC) ile normal bir şekilde haberleşir vaziyette olması gerekir.
- Ölçüm personeli, ölçüm esnasında üzerinde ölçüm sonuçlarının etkileyebilecek herhangi bir elektromanyetik alan kaynağı üreten cihaz (mobil telefon, çağrı cihazı, telsiz cihazı vb.) taşımamalı veya kapalı durumda tutmalıdır.
- Ölçüme başlamadan önce ölçüm yapılacak alana yakın diğer vericilerin (elektromanyetik alan oluşturacak diğer istasyonlar, yüksek gerilim hatları, FM ve TV vericileri, jeneratör binaları vb.) ölçüm noktalarını etkileyip etkilemediği, istasyonu kapatılarak yapılacak bir ölçümle tespit edilir.

## 2.12. Ölçüm Sırasında Yapılan İşlemler

Ölçüm sırasında yapılacak işlemler aşağıda belirtilmiştir.

- Ölçüm öncesi temin edilen bilgilerden, antenlerden hangilerinin verici veya verici/alıcı oldukları belirlenir ve sadece bu baz istasyonu antenleri için ölçüm yapılır.
- Ölçümler, insanların istasyonlara serbestçe yaklaşabilecekleri yerlerde yapılır.
- Yönlendirilmemiş antenlerde ölçüm, antenin tüm çevresinde ve aynı zamanda uzaktan yakına doğru yaklaşılarak yapılır.
- Yönlendirilmiş antenlerde ölçümler, anten yüzeyine tam karşıdan, uzaktan yakına doğru yaklaşılarak yapılır.
- Yönlendirilmiş antenlerin tam karşısına geçilemiyorsa karşısına en yakın açığa gelmek suretiyle ölçüm yapılır.
- Uzaktan yakına doğru yaklaşılarak yapılacak her bir ölçüm için her bir noktada ayrı sabit durup, altı dakikalık bir süre ile kayıt yapıp bu kaydın ortalaması alınır. Ölçümler, ölçümü yapılacak hücrelerin konuşma yükünün en yoğun olduğu saatlerde yapılır.
- Kullanılan ölçüm aletinin algılayıcısı, yerden 1.6 metre yükseklikte tutulur. Konumsal ortalama alınması durumunda ise yerden başlayarak istenilen yüksekliğe kadar değişik noktalarda örnekler alınarak ölçüm yapılır.
- Ölçüm sırasında çevrede başka bir anten, verici gibi güçlü bir elektromanyetik alan kaynağı tespit edilmiş ve ölçüm aletleri frekansa göre seçici ölçüm yapamıyor ise ölçümler aşağıda belirtildiği gibi kademeli olarak yapılır.
  - Ölçülen baz istasyonunun yayını durdurulur ve ölçüm yapılır. Böylece ortamda diğer kaynakların ne kadar etkili olduğu bulunur.
  - Bu işlemi müteakip istasyon tekrar çalıştırılır ve ölçümler tekrarlanır. Ölçümler arasındaki fark, ölçülen istasyondan gelen etki olarak kayıt edilir.
  - Birden fazla frekansta çalışan baz istasyonlarında yapılacak ölçümlerde güç yoğunlukları (W/m) ayrı ölçülüp sonradan toplanarak istasyondan kaynaklanan toplam güç yoğunluğu bulunur.

- Ölçüm esnasında ölçülen değerler devamlı olarak takip edilir, ölçümlerin her biri ile tutarlılığı izlenir, gerekirse ölçümler tekrarlanır.

### **2.13. Ölçüm Sonuçlarının Değerlendirilmesi**

Ölçümü yapan kurum ve kuruluş tarafından tespit edilen değerler, kurum ve kuruluşların yetkili mühendisi tarafından onaylanıp kaşe ve imza altına alınarak Ulaştırma Bakanlığına gönderilir. Bakanlık gelen tablolar üzerinde gerekli değerlendirmeleri yapar. Değerlendirme sonuçları, mevzuatta belirtilen limit değerlerinin üzerinde olduğu tespit edilirse baz istasyonlarının mevzuatta belirtilen değerlere uygun hale getirilmesi için işletmeciyeye mevzuatta belirtilen süre (7 günlük) verilir. Bu süre içerisinde uygun hale getirilmeyen baz istasyonu, bakanlıkça veya bakanlığın bildiri ile mülki amirlerce kapatılır ve/veya söktürülür. Ölçüm sonuçlarının limit değerlerinin altında kaldığının belirlenmesi halinde bu istasyonun standartlara uygun olduğuna dair bir belge bakanlık tarafından ölçüm yapan kuruluşa ve işletmeciyeye verilir.

Güvenlik sertifikasının, istasyonda, vatandaşların kolayca görebileceği bir konuma asılması gerekir ve bu suretle istasyon etrafındaki güvenli bölgenin herkes tarafından bilinmesi sağlanmış olur.

Mevzuatla özellikle tıbbi cihazların elektromanyetik etkileşimini ortamdaki kaldırmak amacı ile limit değerlerin, sağlık kuruluşları civarında daha da düşük düzeyde uygulanması hükmü getirilmiştir.

## UYGULAMA FAALİYETİ

Mevzuat doğrultusunda baz istasyonlarının kurulumunun denetimini yapınız.

İşlem Basamakları	Öneriler
<p>➤ Baz istasyonlarının projeye uygun yerde kurulup kurulmadığını kontrol ediniz.</p>	<p>➤ Sisteme ait tüm ekipmanları kapsayan güvenlik mesafelerinin uygunluklarını incelemelisiniz.</p> <p>➤ Sistemin kurulacağı alanın çevresindeki yapılar ile ilgili incelemeler yapmalısınız.</p> <p>➤ 10 KHz-60 GHz Frekans bandında çalışan sabit telekomünikasyon cihazlarından kaynaklanan elektromanyetik alan şiddeti limit değerlerinin belirlenmesi, Ölçüm Yöntemleri ve Denetlenmesi Hakkındaki yönetmeliği incelemelisiniz.</p>
<p>➤ Baz istasyonlarının gücüne göre yerleşim yerine mesafesini kontrol ediniz.</p>	<p>➤ Size en yakın baz istasyonu sisteminin elektrik ve manyetik alan şiddetini, diğer sistemlerle kıyaslamalısınız.</p> <p>➤ Size en yakın baz istasyonu sisteminin manyetik akı ve güç yoğunluğu değerlerini, diğer sistemlerle kıyaslamalısınız.</p> <p>➤ 10KHz-60 Ghz Frekans Bandında Çalışan Sabit Telekomünikasyon Cihazlarından Kaynaklanan Elektromanyetik Alan Şiddeti Limit Değerlerinin Belirlenmesi, Ölçüm Yöntemleri ve Denetlenmesi Hakkında Yönetmeliği incelemelisiniz.</p>
<p>➤ Yönetmelikle getirilen esaslar, sınırlamalar ve yasaklamalara uyulup uyulmadığının denetimini yapınız.</p>	<p>➤ Cihazların Mevzuata Uygun faaliyette bulduklarına dair sistem bilgilerini içeren dökümanlarını incelemelisiniz.</p>

<p>➤ Kontrol sonucunu mahalli çevre kuruluna gönderiniz.</p>	<p>➤ Mahalli Çevre Kurullarının çalışma prensiplerini incelemelisiniz.</p> <p>➤ Mahalli Çevre Kurulu tarafından onaylanan bir önceki yıla ait dosyaları incelemelisiniz.</p>
<p>➤ Kontrol sonuçlarını rapor haline getirerek ilgili kurum/ kuruluşlara gönderiniz.</p>	<p>➤ Telekomünikasyon Kurumu'nun görev, yetki ve sorumluluklarını incelemelisiniz.</p> <p>➤ Ulaştırma Bakanlığı'nın görev, yetki ve sorumluluklarını incelemelisiniz.</p> <p>➤ Sağlık Bakanlığı'nın görev, yetki ve sorumluluklarını incelemelisiniz.</p> <p>➤ Çevre ve Orman Bakanlığı'nın görev, yetki ve sorumluluklarını incelemelisiniz.</p> <p>➤ Sanayi ve Ticaret Bakanlığı'nın görev, yetki ve sorumluluklarını incelemelisiniz.</p> <p>➤ Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı'nın görev, yetki ve sorumluluklarını incelemelisiniz.</p> <p>➤ Türk Standartları Enstitüsü'nün görev, yetki ve sorumluluklarını incelemelisiniz.</p> <p>➤ Mahalli Çevre Kurulları'nın çalışma prensiplerini incelemelisiniz.</p>

## ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki çoktan seçmeli sorularda, doğru seçeneği işaretleyiniz.

1. Aşağıda verilenlerden hangisi, GSM 900 sistemlerinde ülkemizde kontrolsüz etkilenme için elektrik akım şiddeti ortamın toplam sınır değeridir?  
A) 41.25 V/m  
B) 10.23 V/m  
C) 14.47 V/m  
D) 58.34 V/m  
E) 4.5 W/m<sup>2</sup>
2. Aşağıda verilenlerden hangisi, GSM 1800 sistemlerinde ülkemizde kontrolsüz etkilenme için manyetik alan şiddeti ortamın toplam sınır değeridir?  
A) 0.38 A/m  
B) 0.111 A/m  
C) 0.027 A/m  
D) 10.23 V/m  
E) 0.157 A/m
3. Aşağıda verilenlerden hangisi, 450 MHz frekans bandında baz istasyonlarında müsaade edilen elektrik alan şiddeti limit değeridir?  
A) 0.0772 A/m  
B) 2.25 W/m<sup>2</sup>  
C) 41.1 V/m  
D) 29.1 V/m  
E) 58.1 V/m
4. Aşağıdakilerden hangisi, ölçüm öncesi yapılan bir iş değildir?  
A) Yer tespiti yapmak.  
B) İstasyonun tipini tespit etmek.  
C) Anten tipini tespit etmek.  
D) Verici sayısını tespit etmek.  
E) Sertifika düzenlemek.
5. Aşağıda verilenlerden hangisi, ölçüm sırasında yapılan bir iş değildir?  
A) İnsanların istasyonlara serbestçe yaklaşamayacakları yerleri seçmek.  
B) Konuşma yükünün en yoğun olduğu saatleri seçmek.  
C) Kullanılacak ölçüm aletinin algılayıcısı yerden 1.6 metre yükseklikte tutmak.  
D) Ölçülen baz istasyonunun yayını durdurmak.  
E) Gerekirse ölçümleri tekrarlamak.

## DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise diğer faaliyete geçiniz.

# MODÜL DEĞERLENDİRME

**Modül sonunda kazandığınız yeterliği aşağıdaki, çoktan seçmeli sorularda doğru seçeneği işaretleyerek değerlendiriniz.**

1. Aşağıdakilerden hangisi, madde ile etkileştiklerinde iyonlaşmaya neden olan elektromanyetik dalgadır?  
A) Nötron ışınları  
B) Görünen ışık dalgaları  
C) Enfraruj ışınlar  
D) Radyo dalgaları  
E) Ses ötesi dalgalar
2. Aşağıdakilerden hangisi, madde ile etkileşimi sonucu iyonlaşmaya neden olan elektromanyetik radyasyon dalgasıdır?  
A) Alfa ışınları  
B) Beta ışınları  
C) Gama ışınları  
D) Nötron ışınları  
E) Hepsi
3. Aşağıdakilerden hangisi, madde ile etkileşimi sonucu iyonlaşmaya neden olmayan elektromanyetik dalgalardır?  
A) Radar dalgaları  
B) Televizyon dalgaları  
C) Mikrodalgalar  
D) Elektrik dalgaları  
E) Hepsi
4. Aşağıdakilerden hangisi, elektromanyetik dalgaları, dalga boylarına göre sıralanmış spektrumdur?  
A) Elektromanyetik tayf  
B) Frekans  
C) Dalga boyu  
D) Elektromanyetik dalga  
E) Radyo frekans
5. Aşağıda verilen sistemlerden hangisi, ile daha hızlı veri transferi ve bant genişliğinin daha verimli kullanımı mümkün olur?  
A) OG sistemleri  
B) 1G sistemleri  
C) 2G sistemleri  
D) 3G sistemleri  
E) GG sistemleri

6. Aşağıda verilerden hangisi, elektromanyetik dalgalara maruz kalma nedeni ile oluşabilecek bir sağlık sorunu değildir?
- A) Baş ağrısı  
B) Saç dökülmesi  
C) Uykusuzluk  
D) Yorgunluk  
E) Gözde problemler
7. Aşağıda verilerden hangisi, elektromanyetik kirlilik ölçümünde kullanılacak cihazlarda aranmaz?
- A) Cihazlar, ortalama alabilme yeteneğine sahiptir.  
B) Cihazlar, algılayıcıların konumuna göre ortalama hesaplayabilme yeteneğine sahiptir.  
C) Cihazlar, yaptıkları ölçümleri kaydetme özelliğine sahiptir.  
D) Cihazlar, kalibrasyon işlemlerine tabi tutulmayacaktır.  
E) Cihazlar, yaptıkları ölçümleri bilgisayara aktarma özelliklerine sahiptir.
8. Aşağıdaki bakanlıklardan hangisine, elektromanyetik alanlar ve sağlık üzerinde etkilerinin araştırılması ve kumu oyunun bu konuda aydınlatılması ile ilgili yükümlülük verilmiştir?
- A) Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığına  
B) Sağlık Bakanlığına  
C) Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığına  
D) Sanayi ve Ticaret Bakanlığına  
E) Tarım ve Köy İşleri Bakanlığına
9. Aşağıdakilerden hangisi, daha çok bina içi haberleşmelerde kullanılan ve birkaç Watt çıkış gücüne sahip olan hücre tipidir?
- A) Makro hücre  
B) Mikro hücre  
C) Piko hücre  
D) Çevresel hücre  
E) Milimetrik hücre
10. Aşağıdakilerden hangisi, dalga boyunun birimidir?
- A) Mesafe birimleri  
B) Elektrik alan şiddeti birimleri  
C) Manyetik alan şiddeti birimleri  
D) Elektromanyetik alan birimleri  
E) Güç yoğunluğu birimleri

## DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise bir sonraki modüle geçmek için öğretmeninize başvurunuz.

# CEVAP ANAHTARLARI

## ÖĞRENME FAALİYETİ 1'İN CEVAP ANAHTARI

1	A
2	A
3	B
4	C
5	D

## ÖĞRENME FAALİYETİ 2'NİN CEVAP ANAHTARI

1	A
2	E
3	D
4	E
5	A

## MODÜL DEĞERLENDİRME CEVAP ANAHTARI

1	A
2	E
3	E
4	A
5	D
6	B
7	D
8	B
9	C
10	A



## KAYNAKÇA

- 10Kh-60 GHz Frekans Bandında Çalışan Sabit Telekomünikasyon Cihazlarından Kaynaklanan Elektromanyetik Alan Şiddeti Limit Değerlerinin Belirlenmesi, Ölçüm Yöntemleri ve Denetlenmesi Hakkında Yönetmelik.
- Çankaya Belediyesi **El Broşürü Çevre**, Ankara, 2007.
- GÜLER Çağatay, Zakir ÇOBANOĞLU, **Elektromanyetik Radyasyon**, Ankara, 1994.
- İyonlaştırıcı Olmayan Radyasyondan Kaynaklanan Elektromanyetik Alanlardan Halkın Korunmasına Yönelik Yönetmelik.
- Mobil Telekomünikasyon Şebekelerine Ait Baz İstasyonlarının Kuruluş Yeri, Ölçümleri, İşletilmesi ve Denetlenmesi Hakkında Yönetmelik.