




Baz İstasyonu Ölçüm Teknikleri ve Ölçüm Cihazları



Arş. Gör. Şebnem Seçkin Uğurlu
Elektrik Mühendisleri Odası – İzmir Şubesi

İçerik

- Tarihçe
- GSM'in Avantajları
- GSM Sistemi Bileşenleri
- Ölçüm Yöntemleri
- Mevzuat
- Gözlemler
- Değerlendirme

Tarihçe



- İlk telefon - 1875
- İlk mobil telsiz telefon – 1921
- İlk cep telefonu - 1973

Tarihçe

- 80'lerin başında analog telefon sistemleri yaygınlaştı.
- 1982'de GSM (Group Special Mobile) bir Avrupa telefon sistemi oluşturulması için kuruldu.
- GSM – Global Systems for Mobile Communications
- 1991'de ilk ticari servis
- 2010 yılı itibari ile Türkiye'de abone sayısı 61 milyon.
- 3G, 4G?

GSM'in Avantajları

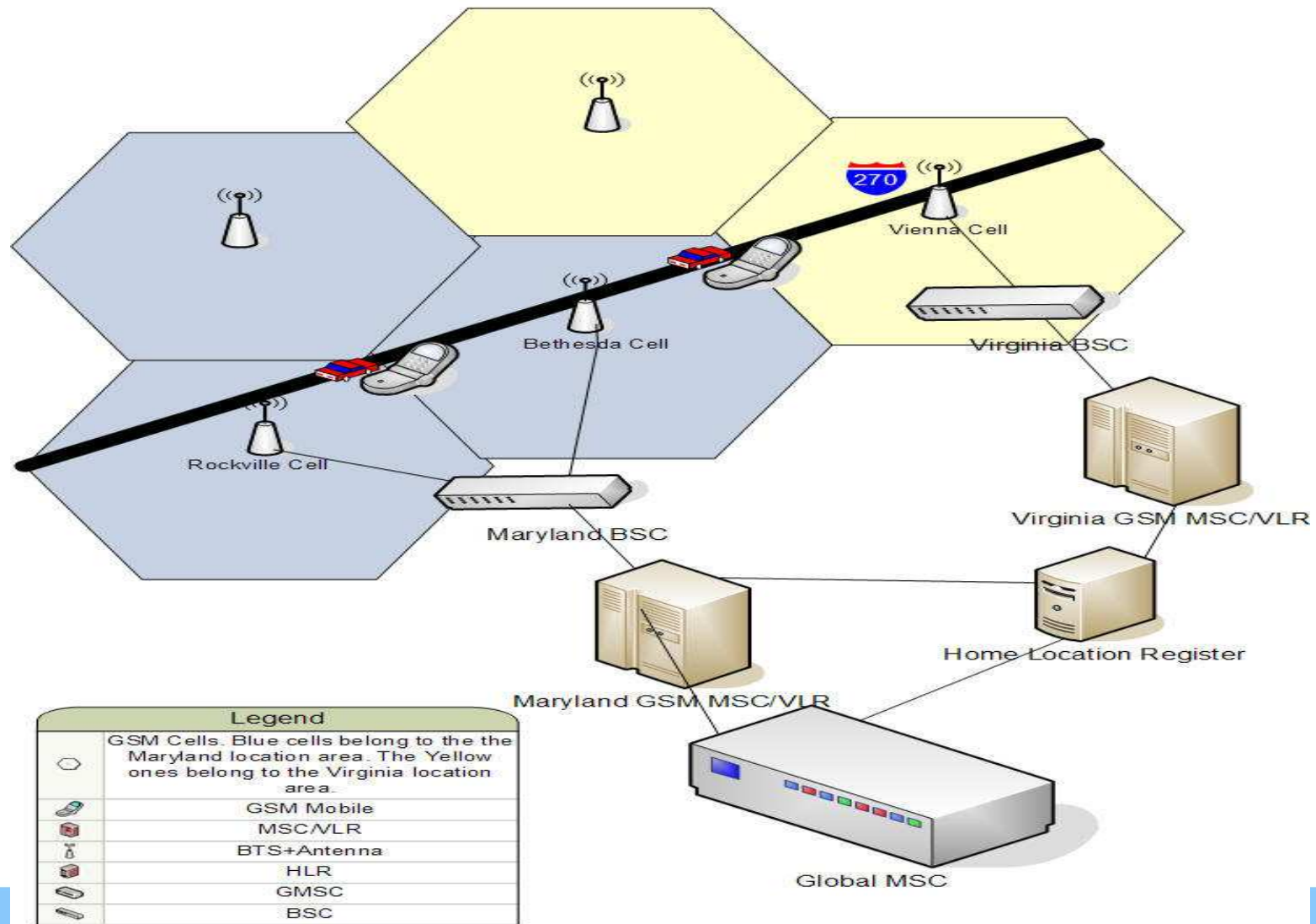
- Yüksek konuşma kalitesi
- Uluslararası uyumluluk
- Yeni servis ve olanak imkanları: SMS, MMS, görüntülü konuşma, GPRS, WAP, 3G
- Gelişmiş güç yönetimi
- Verimli frekans kullanımı

GSM Sistem Bileşenleri

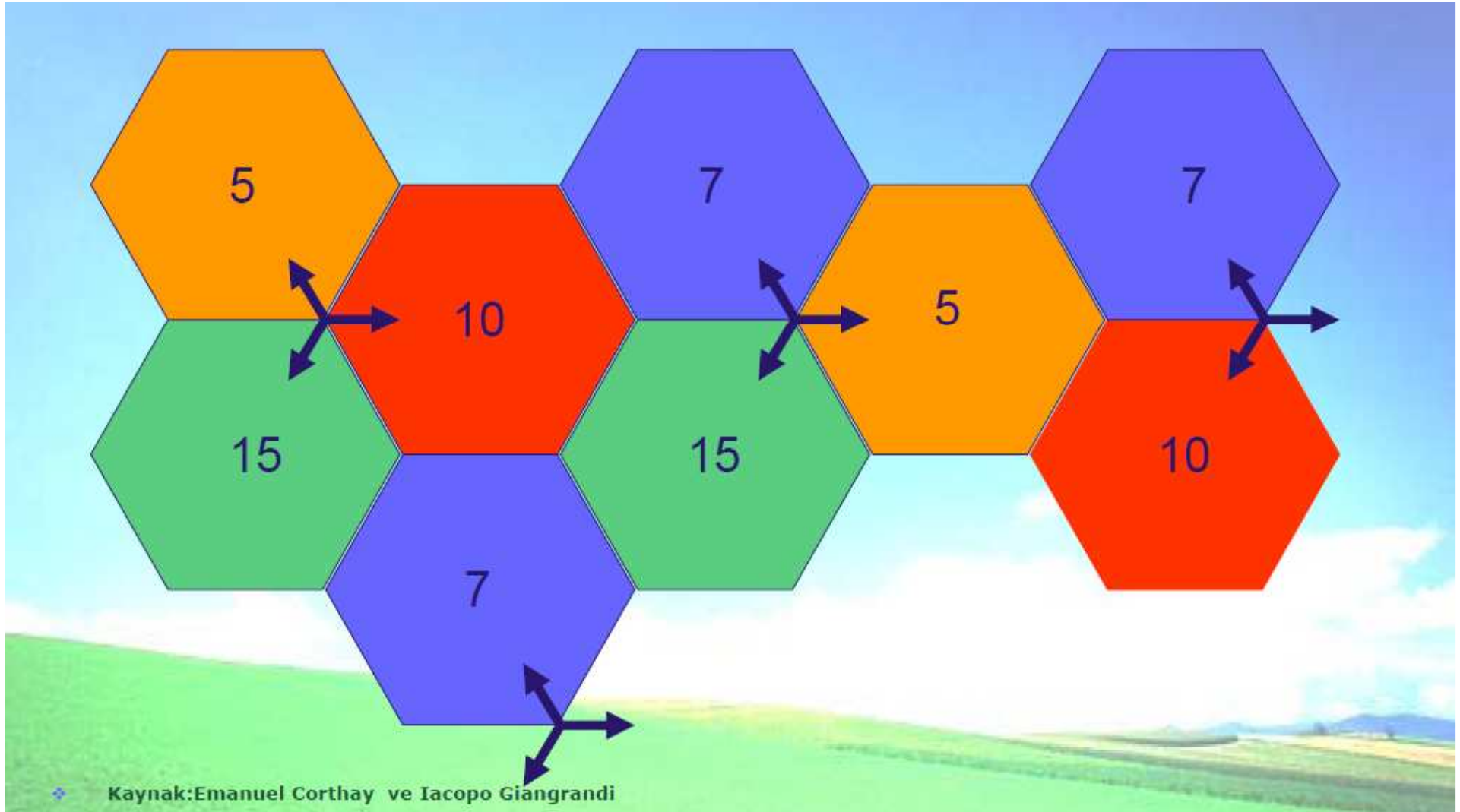
- Mobile Station
 - Mobile Equipment (Cep Telefonu)
 - Subscriber Identity Module (SIM Kart)
- Base Station Subsystem
 - Base Transceiver Station (Baz İstasyonu)
 - Base Station Controller
- Network Subsystem

GSM Ağı

The GSM Network



Hücrelerin Yerleşimi



Baz İstasyonu Yapısı



Konteyner



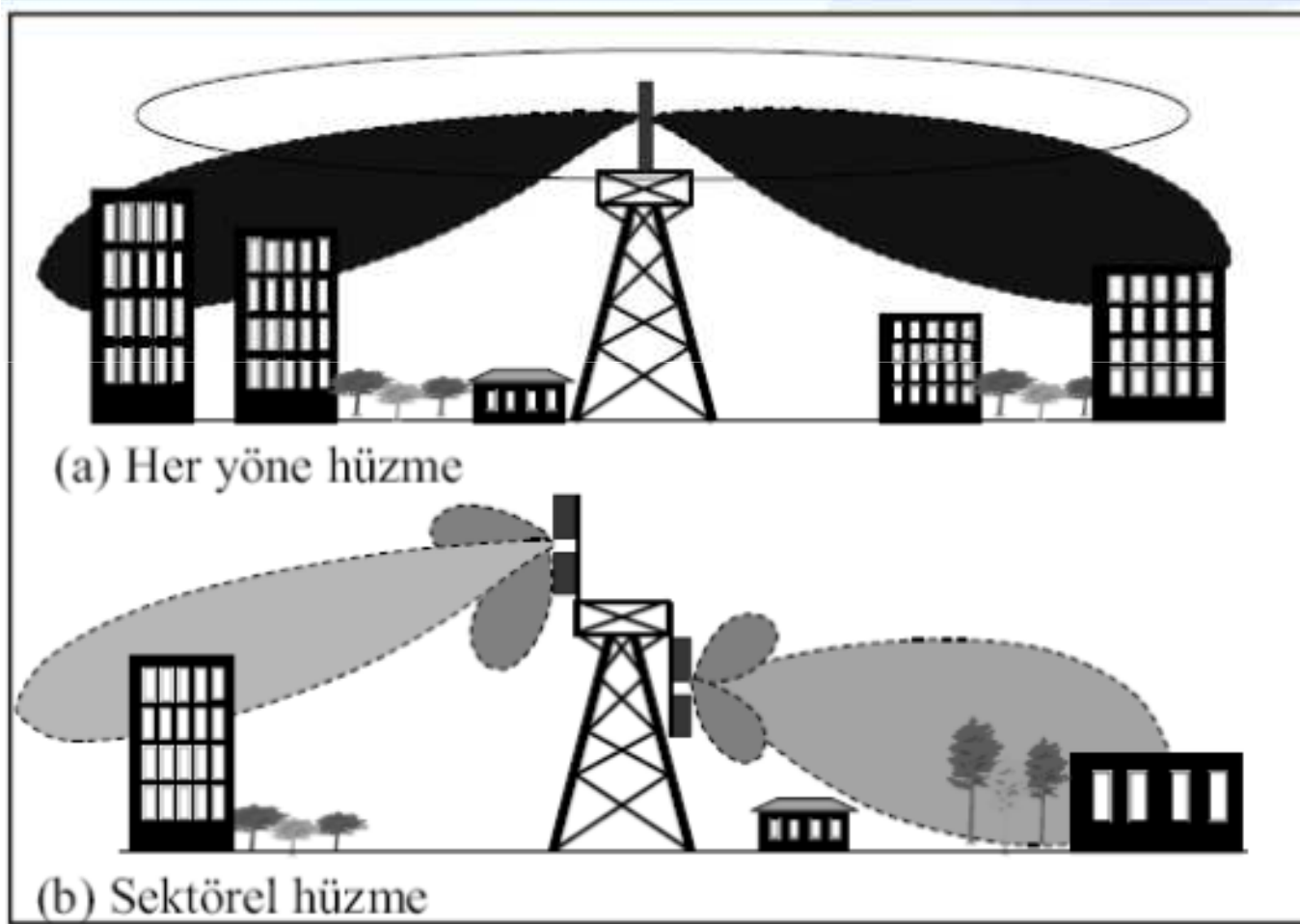
Antenler

Baz İstasyonu Yapısı



Linkler

Anten Dzenlemeleri



GSM Uygulama Esasları

- Bina ve şehir içlerinde “Pico” ve “Micro” hücreler, şehir dışında “Macro” hücreler kullanılır.
- Her istasyonun anlık konuşma sayısı 10-40 arası değişir. Bu nedenle yoğun yerleşimde istasyon sayısı artar.
- Antenler geniş hüzmeli veya belli bir alana yönelmiş sektörel hüzemli olabilir.
- Geniş alanlara hizmet edecek istasyonlar yoğun trafikli şehir içi kullanımına uygun değildir.
- Uzak istasyonlar ve bunlarla haberleşen cep telefonları daha fazla güç harcar.

Türkiye'de Yasal Düzenleme

- Bilgi Teknolojileri ve İletişim Kurumu – BTK
- Kanunlar
 - 5809 Sayılı Elektronik Haberleşme Kanunu
 - 406 Sayılı Telgraf ve Telefon Kanunu
 - Değişiklikler
- Yönetmelikler
 - ELEKTRONİK HABERLEŞME CİHAZLARINDAN KAYNAKLANAN ELEKTROMANYETİK ALAN ŞİDDETİNİN ULUSLARARASI STANDARTLARA GÖRE MARUZİYET LİMİT DEĞERLERİNİN BELİRLENMESİ, KONTROLÜ VE DENETİMİ HAKKINDA YÖNETMELİK - 2011(BTK)

GSM Kurulum ve İşletme

Esasları

- Operatör ihtiyaçları çerçevesinde düşük sinyal yoğunluklu veya yüksek trafikli bölgede araştırma yapar
- Mal sahibi ile sözleşme imzalanır
- İstasyon Operatör tarafından Kurulur ve hizmete alınır
- İstasyon genel olarak bir anten sistemi ve diğer ekipmanın saklandığı konteynerden oluşur.
- Operatörce ilk ölçüm yetki belgeli firmalara yaptırılır ve BTK'ye 30 gün içinde iletilir ve geçici güvenlik belgesi alınır
- BTK 30 gün içinde kendi ekibi ile ölçüm yapar ve sınır değerler aşılmazsa onay ve nihai güvenlik belgesi verilir.
- BTK istediği zaman istasyonları denetler, sorun tespit edilirse ceza uygulanır ve süre verilir, tekrar denetim yapılır.
- Türkiye'de 45 bin baz istasyonu bulunmaktadır.

Şikayet ve İstasyon Kaldırma

Esasları

- BTK'ye yapılan şikayetler üzerine BTK veya yetkili ölçüm kuruluşları ölçüm yapabilir.
- İstasyon kaldırılması için önce operatör sonra BTK'ye başvurulabilir.
- Belediyeden ruhsat almamış istasyonlar, belediyeye şikayet edilerek kaldırılabilir.
- Sonuç alınmazsa mahkeme süreci başlatılabilir.
- Ölçümler Yargıtay örnek kararları nedeniyle sadece davacı mahalde yapılmaktadır.

Ölçüm Yöntemi

- Temel olarak Elektromanyetik Alan ölçümü ve Güç Akı yoğunluğu ölçümü yapılır.
- Geniş Band sistemlerle ölçümlerde yakın alanda Elektrik alan ve Magnetik alan Probu, uzak alanda sadece elektrik alan probu kullanılır.
- Eğer birden çok istasyon var ise veya sınır değerlerin aşılması durumunda Frekans seçmeli Frekans Spektrum analizörü ve yönlü anten kullanılır.
- Ölçümden önce cihaz yeterince açık bekletilir.
- Her ölçümden sonra sıfırlanır.
- Ölçümler uzaktan yakına göre güvenlik mesafesine kadar yapılır.
- Anten bakış açısında ve yanlara doğru 20° ile en az 3 kez yapılır.
- Mümkün olduğunca konuşma saatinde ölçüm yapılır.
- 6 dakikalık ortalama alınır.

Enstrümantasyon, Temel Kavramlar, Çevrimler

- Ülkemizde yönetmeliklere göre ölçüm yapan firmalarda ölçüm yetki belgesi alınması ve kullanılması için belli başlı personel ve ekipmana ihtiyaç vardır. Bu ekipmanlar:
 - Geniş band cihazlar
 - Dar band veya frekans seçmeli cihazlar
 - Antenler ve sensörlerdir

Enstrümantasyon, Temel Kavramlar, Çevrimler

- **Geniş Bant Cihazlar:** Tek kaynak olan yerlerde veya toplam elektromanyetik alan ölçülmek istendiğinde kullanılır.
- **Dar bant veya Frekans Seçmeli Cihazlar:** İstenen frekansa kilitleme özelliğine sahiptir. Spektrum analizörler örnek olarak verilebilir. Farklı operatörlerin olduğu yerlerde tercih edilmelidir.



Enstrümantasyon, Temel Kavramlar, Çevrimler

- **Desibel Çevrimi : Güç**
 - $\text{dB} = 10\log[P2/P1]$
- **Desibel Çevrimi: Voltaj (Akım)**
 - $\text{dB} = 20\log[V1/V2]$ veya $20\log[I1/I2]$
- **Desibel Çevrimi: Miliwatt**
 - $\text{dBm} = 10\log[\text{Sinyal (mW)}/1\text{mW}]$
- **Güç Çevrimi: dBw→dBm**
 - $\text{dBm} = \text{dBw} + 30$ $10\log_{10}[1000] = 30$
- **Voltaj Çevrimi: dBv→dBμV**
 - $\text{dB}\mu\text{v} = \text{dBv} + 120$ $10\log_{10}[1000000] = 60$

Enstrümantasyon, Temel Kavramlar, Çevrimler

- **Voltajdan güce çevrim: dB μ v \rightarrow dBm**
 - dBm = dB μ v-107
 - RF sistemler 50 Ω 'a uyumlandırılmıştır
 - $P=V^2/R$
 - $10\log_{10}[P]=20\log_{10}[V]-10\log_{10}[50\Omega]$
 - $V=(PR)^{0.5}=(1\text{mW}\cdot 50)^{0.5}=0.223\text{V}=223000\ \mu\text{V}$
 - $20\log_{10}[223000\ \mu\text{V}]=107\ \text{dBm}$

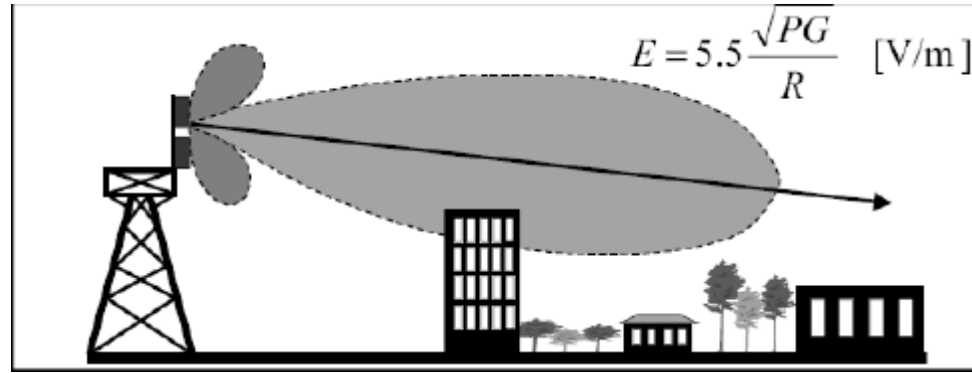
Enstrümantasyon, Temel Kavramlar, Çevrimler

- **Güç yoğunluğu: dBw/m²**
 - $\text{dBw/M}^2 = 10 \log_{10} [\text{V/m} - \text{A/m}]$
 - $\text{dBm/M}^2 = \text{dBw/M}^2 + 30$
 - $P_d = 2 * P(\text{mW}) / (G_A * \lambda^2 / 4 * \pi) \rightarrow \text{Friis Equation}$
- **Elektrik alandan Güç Yoğunluğuna çevrim**
 - $\text{dBm/m}^2 = \text{dB}\mu\text{v/M} - 115$
 - $P = |E|^2 / Z_0$ (Z_0 serbest uzay karakteristik empedansı- 120π)
 - $P = 1 \mu\text{V}^2 / 120\pi = 2.65 \times 10^{-9}$
 - $10 \log_{10} [2.65 \times 10^{-9}] - 30 = 115$

Yasal Sınır Değerler

Frekans Aralığı (MHz)	Elektrik Alan Şiddeti (V/m)		Güç Yoğunluğu (W/m ²)	
	Tek bir cihaz için limit değer	Ortamin toplam limit değeri	Tek bir cihaz için limit değer	Ortamin toplam limit değeri
400-2000	$0,341f^{1/2}$	$1,375f^{1/2}$	$f/3200$	$f/200$
GSM 900	10,2300	40,2500	0,2813	4,5000
GSM 1800	14,4674	58,3363	0,5625	9,0000
3G	15,0000	61,0000	0,6250	10,0000

Pratik Ölçüm Değerleri



	Elektrik Alan Şiddeti (V/m)			
Verici	R=1m	R=5m	R=10m	R=20m
40W	345	14	4	1
5W	69	3	1	0,2

Kaynak: Levent Sevgi, GSM Semineri 2005

Pratik Ölçüm Gözlemleri

- 60W güç ile 10m yüksekliğindeki bir kuleden 50m ötede ölçülecek güç sadece birkaç V/m civarında olacaktır. Bu değer çevredeki yakın binalardan ya da balkonlardan yansıma durumunda artabilir.
- Yapılan ölçümler, çok anormal bir baz istasyonu yerleşimi seçilmediği sürece, ölçülecek elektrik alan değerinin 5-10V/m'nin üstüne çıkmayacağını göstermektedir.
- Ancak, yanlış yer seçimi ve hatalı yerleşim ile sınır değerler aşılabılır.

Pratik Ölçüm Gözlemleri

- Cep telefonlarında durum daha ciddidir.
- Ortalama 2W çıkış gücüne sahip 900MHz'de çalışan bir cep telefonundan 2,2cm ötede 400V/m elektrik alan ölçülmüştür.
- Bu değer 1800MHz ve 1W çıkış gücü için 200V/m' dir. Yani beynimizin dibinde ölçülen değer, baz istasyonlarının neden olduğu etkiden 100 kat daha fazla olabilmektedir.

Örnek Ölçüm Sonuçları



Kaynak: Levent Sevgi

Örnek Ölçüm Sonuçları

- Max: 3V/m



Kaynak: Levent Sevgi

Örnek Ölçüm Sonuçları

- Max: 6V/m



Kaynak: Levent Sevgi

Spectran HandHeld Spectrum Analyzer



Sonuç ve Öneriler

- İstasyon Kurulumlarında yer seçimi ve tasarım önem kazanmaktadır.
- Her istasyon ayrı olarak değerlendirilmelidir. Genelleme yapılamaz.
- Belirlenen sınır değerlerin tam olarak zararları engellediğini söylemek bilimsel olarak mümkün değildir, Ancak sınır değerlerin koruma amacıyla daha da düşürülmesi önerilebilir.
- Bilimsel olarak baz istasyonlarının zararlı veya zararsız olduğunu kesinleştiren bir çalışma yoktur.
- Teknik olarak GSM telefonları kullanıldığı sürece GSM İstasyonlarına ihtiyaç olacaktır.

Sonuç ve Öneriler

- Elektromanyetik alanların canlılarda belli etkileri olduğu bilinmektedir. Temel etki ısı etkidir, Radyoaktif bileşen yoktur.
- Radyasyon terimi nükleer radyasyon ile karıştırılmaktadır.
- Hangi değerdeki, hangi süreli etkinin zararlı olduğu tekrarlanır çalışmalarla kanıtlanmadığından korunma amaçlı sürekli maruz kalmadan sakınılmalıdır.
- İstasyonların ışımaları antenlerin ön tarafında belirli bir açı genişliğinde olduğundan bu alanlarda güvenlik mesafesi içinde veya yakınında bulunulmamalıdır
- Özellikle çocukların odaları istasyonlardan uzak tutulmalıdır

Sonuç ve Öneriler

- GSM tekniğinde cep telefonlarının etkileri de tartışılmalıdır.
- Cep telefonu ile yakından ve uzun süreli konuşma yerine kablolu kulaklık veya hands-free şeklinde kısa süreli konuşulmalıdır.
- Telefonlar konuşmanın ilk anlarında daha fazla güç kullandığından bu anlarda uzak tutulmalıdır.
- Çocukların mobil telefon görüşmeleri sınırlandırılmalıdır.
- Mobil telefon kullanımı kişisel olarak azaltılmalıdır. Daha çok trafik oluştuğunda daha fazla istasyon kurulması gerekeceğinden gereksiz konuşmalardan sakınılmalıdır

Sonuç ve Öneriler

- Operatörlerin ticari kaygılarla, kar elde etme amacıyla yaptığı “sınırsız konuş, bedava konuş” kampanyalarına rağbet edilememeli, telefonun iletişim amacı ile kullanılması gerektiği unutulmamalıdır.
- Sabit telefonun bulunduğu yerlerde, sabit telefon tercih edilmelidir.
- Cep telefonu, az çektiği veya çekmediği yerlerde (yer altı otoparkları, asansörler vb.) telefon daha yüksek güçte çalışacağı için kullanılmamalıdır.
- Cep telefonu satın alırken modeli, markası ve özelliklerinin yanı sıra SAR değeri de dikkate alınmalıdır.

**SABRINIZ İÇİN
TEŞEKKÜR
EDERİM.**