

# ELEKTROMAGNETİK KİRLİLİK ve DUYARLILIK

Aytuğ BOYACI

99220058

Gökay BAYRAK

99220042

Zekeriya DÖNMEZ

99220025

# Sık Kullanılan Sözcükler

Radiation	:	Işınım
Proagation	:	Yayılm (İletim)
Emission	:	Yayınım (Sızıntı)
Broadcast	:	Yayın
Compatibility	:	Uyumluluk
Immunity	:	Bağışıklılık
Susceptibility	:	Alınganlık
Scattering	:	saçılma
Diffraction	:	Kırınım

# EM Kirlilik ve Duyarlılık

- Giriş
- Tanımlar, Kuruluşlar, Standartlar
- Elektromanyetik kavramlar
- EM Kirlilik
- Bio – Elektromanyetik
- Ölçüler, testler ve ortamlar, SAR değerleri
- GSM ve sorunları
- EM alanların insan sağlığı üzerindeki etkileri
- Pratik öneriler
- Sonuçlar

# TANIMLAR

- Anten nedir?
- Anten kazancı ve anten etkin çıkış gücü nedir?
- RF Bandı nedir?
- Radyasyon nedir?
- EM Dalgalar Binaların içine girebilir mi? Binaların zayıflatıcı etkisi var mıdır?
- SAR nedir?

# Gündelik yaşantınızda sık karşılaştığımız

- Düşen bir yıldırımın telefon sistemlerini, evlerdeki elektronik cihazları çalışamaz duruma getirmesi,
- Evdeki yada ofisteki bilgisayarların FM radyo dalga yayınlarını bozması,
- Elektrik süpürgesinin TV'lerde karlanmaya neden olması,
- Floresan lambaların yandığında bilgisayar ekranının kırışması,
- Klima her devreye girdiğinde video cihazının sıfırlanması ,
- Radyo dinlerken polis telsizlerinin araya girmesi,
- Hava alanı radarlarının diz üstü bilgisayardan etkilenmesi,
- Cep telefonları yada bilgisayarların araçların ABS fren sistemini kitlemesi,
- Radyo kulesi yakınında uçan bir helikopterin kontrolden çıkabilmesi,
- Bilgisayar ana kartına eklenen ilave bir kartın yada bellek elemanının daha takarken yanması

vb. olaylar EMC mühendisliğinin konuları arasındadır.

# Niçin EMC Düzenlemeleri Gerekir ?

**ESKİDEN**



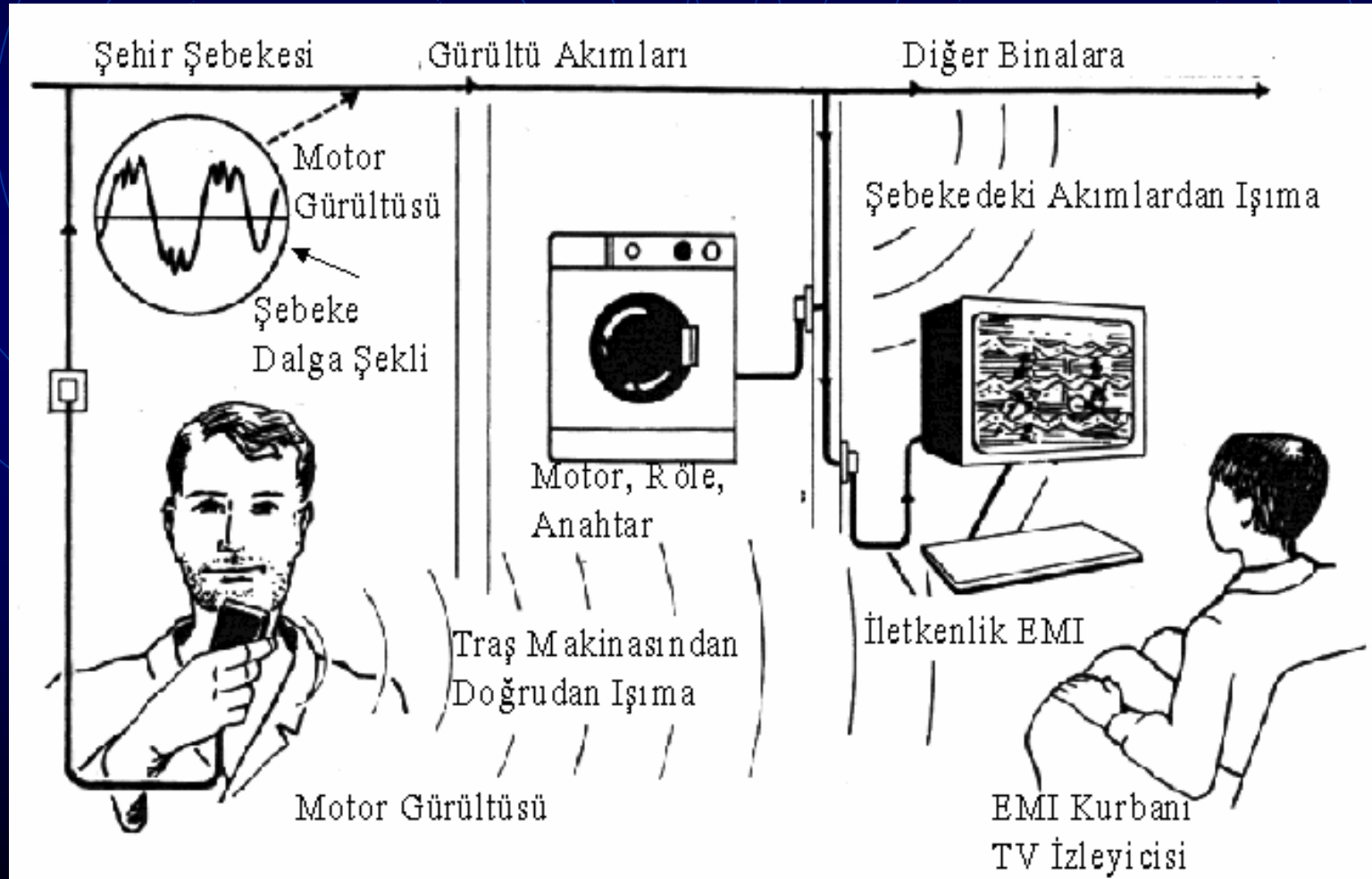
Sınırlı sayıda araba vs. E-M kirlilik kaynakları vardı ve radyo/TV gibi cihazlarla girişim gerçekleşmiyordu

**ŞİMDİ**



Bilgisayar ve cep telefonu gibi çok sayıda ürün birbirlerini E-M girişim kaynağı olarak etkiliyor

# Tipik EMC / EMI Problemleri

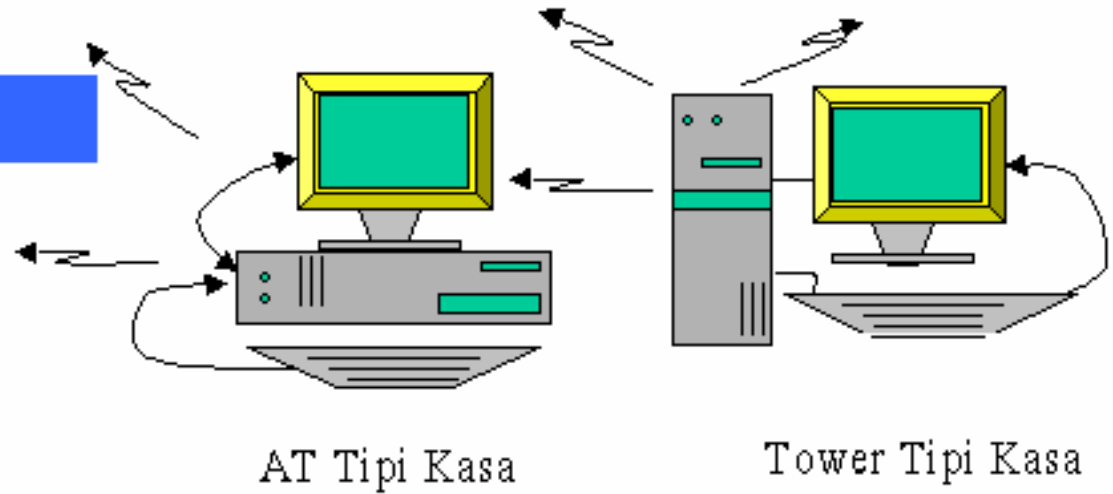


# Tipik EMC / EMI Problemleri

- ⇒ Günümüzde birçok elektronik cihaz bir arada yaşamak zorunda
- ⇒ Bu cihazlar artık birbirlerinin çalışma parametrelerine yaklaşıyor
- ⇒ Cihazların birbirini etkilemesi ve etkilenmesi problemi önem kazanmakta

Örneğin:

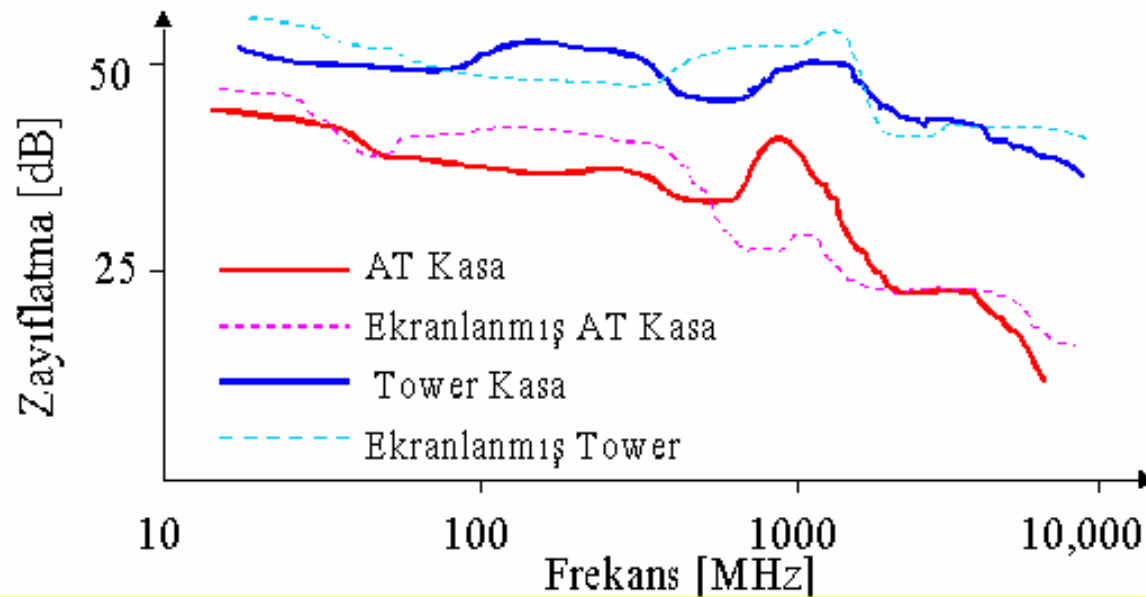
1997'de yapılan bir ölçme



- P-200 (200MHz) ailesi için RE testleri
- 10MHz - 10GHz arası ölçmeler



# Tipik EMC / EMI Problemleri



- 200MHz saat hızı, UHF ve üstünde problem yaratmakta
- Ekranlama performansı olarak AT kasa daha kötü
- 1998 içersinde 500MHz saat hızına sahip PC'ler piyasaya sürülecek
- İlk 10 harmoniğin etki alanı 5GHz'ye dek uzanmakta
- Mevcut PC kasaları yeni işlemciler için yeterli olamayacak!!

# Tipik EMC / EMI Problemleri

- Şebeke enerjisi saf 50 Hz mi ?
- PC ' nin enerji ve veri kabloları gerekli band genişliği, araya girme kaybı ve distorsyon gibi özellikleri sağlıyor mu?
- Floppy, CD okuyucu yarıkları, havalandırma delikleri, vida yerleri, vb. frekansla nasıl etki yapar ?
- İşlemci hızı seri ve paralel veri yollarının yarattığı istenmeyen etkiler neler olabilir ?
- Kasa içinde ana kart ekran kartı vb. gibi baskı devre üzerindeki elektronik elemanların davranışı nasıldır ?
- PC içerisinde enerji ve veri kablolarında dolaşan işaretlerin frekansları nelerdir ?

# Bir EMI Probleminde:

- Cihaz-Cihaz Etkileşimi



- EMC Mühendisliği

- Cihaz-Doku Etkileşimi



- BEM Mühendisliği

Olarak anılır.

# EMI Problemleriyle İlgilenirken

- Frekans
- İşaret genliği
- Zaman
- Empedans
- Geometri

ilişkileri göz önüne alınmalıdır!

# EMI Problemleri İle İlgilenirken

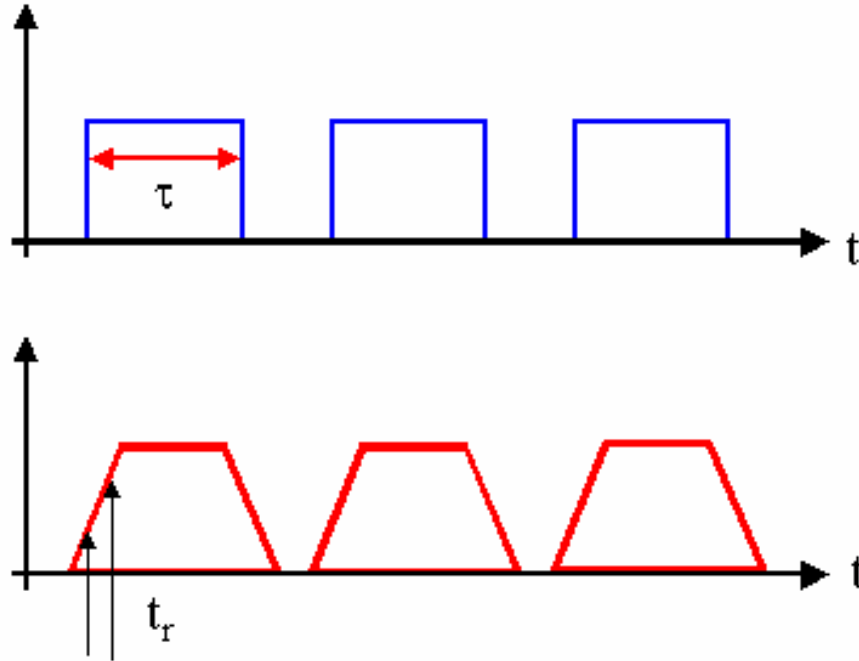
- Zaman – Frekans
- Frekans – Geometri
- Frekans – Empedans

şeklindeki üç ilişkiye bakılmalıdır.

# Zaman – Frekans İlişkisi

- EM Girişim sürekli (frekans domain) yada geçici (zaman domain) olabilir.
- EMI problemiyle frekans domain'inde daha kolay ilgilenilebilmektedir.
- Bilgi,sayar saatleri gibi darbesel ve sürekli işaretlerin bir çok frekans bileşeni vardır.
- Fourier analizi ile hemen Bütün EMII problemleri frekans domain 'inde ele alınabilmektedir.

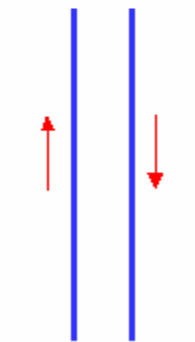
# Zaman – Frekans İlişkisi



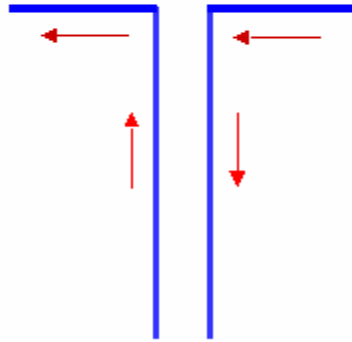
- EM sızıntı yükselme zamanı ve darbe tekrarlama frekansı ile, bağışıklık ise sadece yükselme zamanı ile ilgilidir.
- Saat hızını 3 misli arttırmak 10dB fazla sızıntı yaratmakta !

# Frekans – Geometri İlişkisi

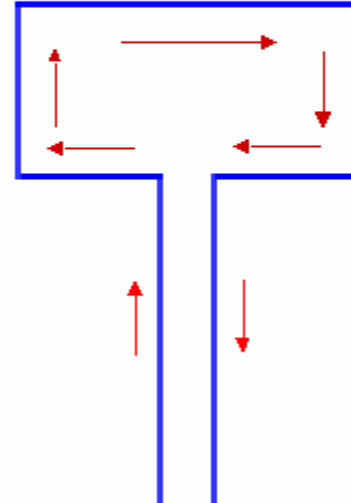
- ▶ İletim hatları ve anten etkileri söz konusudur.
- ▶ İletim hattı frekansa bağılı olarak anten gibi davranabilir.



İletim Hattı



Anten



Çerçeve Anten



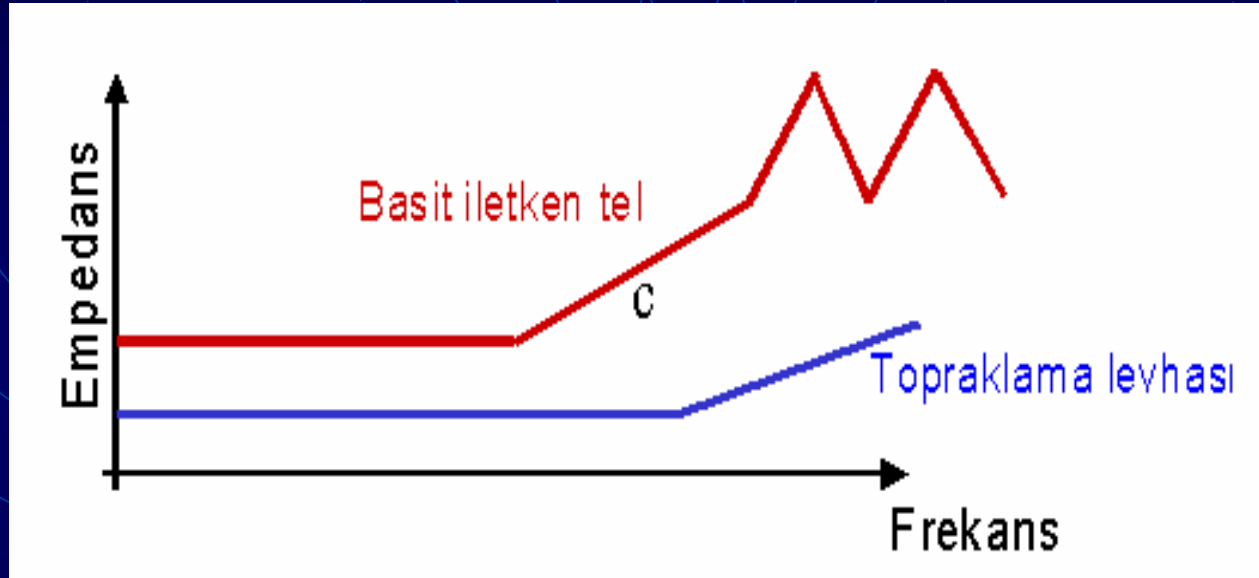
# Frekans – Geometri İlişkisi

- Eşit ve zıt akımlar EM ışımayı azaltır.
- Geometri, yani boyutlar ( uzunluk yada alan) anahtar parametredir.
- EM ışıma frekansla, akım şiddeti ve boyut ile değişir.
- Çerçeve anten etkisine tipik bir örnek PCB lerdir.
- Dipol anten etkisine tipik bir örnek kablolar ve bağlantılardır.
- Slot antenler dipol antenler gibidir.
- Yarıklar ve delikler slot anten gibi davranırlar ( $\lambda / 2$  'de baskın,  $\lambda / 20$  'de hala etkili)
- Daima PCB alanlarını küçültünüz ve kablo boyutlarını azalattınız

# Frekans – Empedans İlişkisi

- İstenen fonksiyonun önündeki genel engel empedanstır.
- Lehim yerleri endüktans etkisi yaratır ve iletim hattını bloke eder.
- Bağlantı ve sızıntı kapasiteleri alternatif iletim yolları oluşturur.
- Elektronik elemanların empedans davranışları da farklıdır.

# Frekans-Empedans İlişkisi



Topraklama empedansı

- Alçak frekanslarda diranç etkisi
- Orta frekanslarda endüktif etki
- Yüksek frekanslarda anten etkisi yaratır.

# Frekans – Empedans İlişkisi

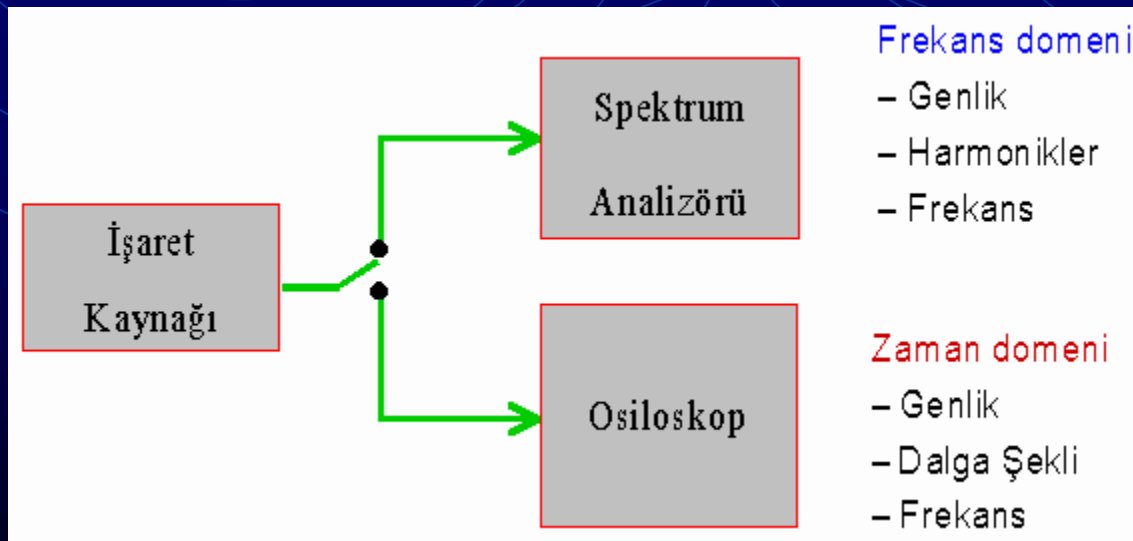
- Endüktans değeri 7-8 nH / cm olarak düşünülebilir.
- Örneğin 100 MHz'de 2.5 cm uzunluklu bir toprak iletkeni
- $Z = 2\pi fL = 12$  ohm empedans yaratır.

# Frekans – Empedans İlişkisi

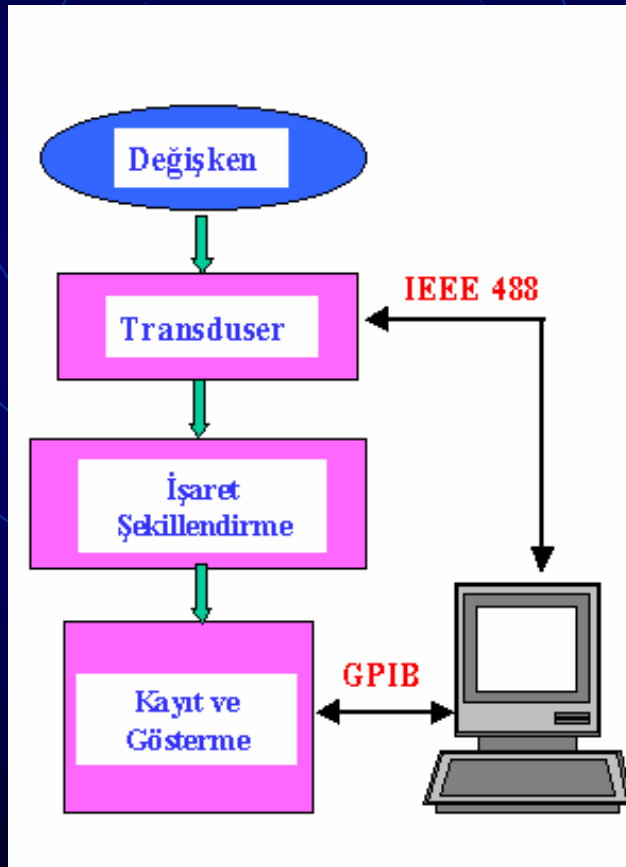
- İki iletken levha arasındaki kapasite değeri
- Örneğin 0.3 metre kare iki plaka 0.02 m aralıklı ise
- $C = \epsilon A/d = 40 \text{ pF}$  değer oluşur.
- Bu değer 100 MHz 'de  $X = -13 \text{ ohm}$  empedans yaratır

# EMI ölçüleri ve EMC testleri

- Ölçü ve testlerde limitler belirlenmelidir.
  - Girişim için izin verilen en yüksek değerler



# Generik Bir Ölçü Düzenegi



- Ölçülecek değişkenler
- Enerjiyi bir biçimden diğerine dönüştürme
- Kuvvetlendirme, süzme, ölçekleme, kalibrasyon
- Enerjiyi anlayacağımız forma sokma hesaplama

# EMI alıcısı-spectrum analizör

QP Dedektör	Test alıcısı	Spektrum analizör
IF Band genişliği	120kHz	120kHz
Gürültü faktörü	15dB	25dB
Gürültü göstergesi	5dBuV	15dBuV
1. Karıştırıcı max. gerilimi	117dBuV	117dBuV
CW modda dinamik aralık	112 dB	102dB
Giriş band genişliği	60 MHz	1800MHz
$20 \log B_{input}/B_{IF}$	54 dB	83dB
PK detektör dinamik aralığı	58 dB	19dB
QP detektör dinamik aralığı	15 dB	(-24dB)



# EM Spektrumu

- Gündelik yaşantımızda kullandığımız çamaşır ve bulaşık makineleri, buzdolabı, traş makinesi, saç kurutma makinesi, cep telefonu, mikro dalga fırın belli bir frekans bölgesini kapsarlar.
- Görünür ışık frekans bölgesi yaklaşık  $10^{12}$  Hz frekansındadır.
- Mikro dalgalar  $10^9$  Hz frekansını kapsar.
- Röntgen ışınlarının frekansı  $10^{18}$  Hz dir.
- Kanser tedavisinde kullanılan gama ışınlarının frekansı  $10^{22}$  Hz bölgesindedir.
- Şebeke frekansı 50 Hz dir.(ABD de 60 Hz dir)
- Kıızıl berisi (IR Infrared) yani  $10^{12}$  Hz'in hemen altında tüm nesnelere EM radyasyon yayarlar. İnsan, vücudundaki ısının %60 nı IR ışına ile atar

# Doğal ve yapay EM değerler

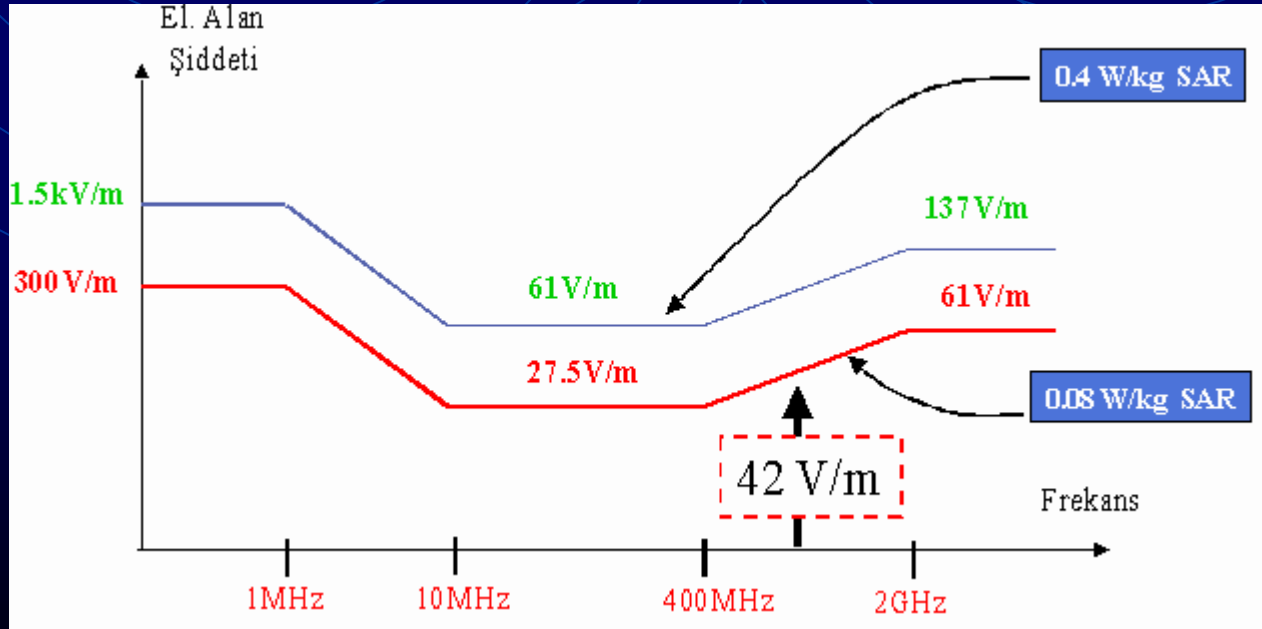
- Normal havada elektrik alan değeri 120- 150 V/m değerindedir.
- Şimşekli havalarda bu değer 10000 V/m 'e çıkabilir.
- Yeryüzünün DC geo manyetik akısı 0.5 gauss, AC değeri ise yaklaşık  $10^{-5}$  gauss dur
- Vücudumuzda, kalp bölgesinde  $10^{-7}$  gauss, karın bölgesinde  $10^{-6}$  ,ciğerlerimizde ise  $10^{-5}$  G değerlerinde DC manyetik akı söz konusudur.
- El. Traş makinesinde bu değer 25 G, .floresan lambalarda 5-10 G, renkli TV ve PC ekranında 1-5 G değerlerine ulaşabilir

# BEM: Biyoelektromanyetik

- 1996 yılında ABD Bilimler Akademisi yüksek gerilim hatları civarında yaşayan çocukların kansere yakalanma riskinin 1.5 kat fazla olduğu kabul edilmiştir.
- Avrupa'da cep telefonlarının üzerine önümüzdeki yıllardan itibaren sağlığa zararlıdır ibaresi konulacaktır.
- EM alanların DNA sentezini arttırdığı ,bağışıklık hücrelerini azalttığı bilimsel olarak kanıtlanmıştır.
- ABD'de yapılan çalışmalarda ELF (0-300Hz) bölgesi 3. Derecede kanser riskli bölge olarak belirlenmiştir.

# BEM sınır değerleri

- Temel limit
  - Ortalama kan dolaşımında 4 W/kg oranındaki SAR değeri ortalama vücut sıcaklığını 1 derece artırır.
- Türetilmiş limitler



# Bazı Cep Telefonlarının SAR Değerleri

<i>Marka</i>	<i>Model</i>	<i>SAR (W/kg)*</i>
• Ericsson	SH888	0.90
• Ericsson	R280	1.41
• Ericsson	T18	1.40
• Ericsson	S828	0.77
• Ericsson	GH688	0.95
• Ericsson	GF788	0.91
• Ericsson	A1018s	0.88
• Ericsson	I8888 World	0.60
• Nokia	3110	1.24
• Nokia	3210	1.14
• Nokia	6110	0.87
• Nokia	8110i	0.73
• Nokia	7160	1.33

# Bazı Cep Telefonlarının SAR Değerleri

<i>Marka</i>	<i>Model</i>	<i>SAR (W/kg)*</i>
• Nokia	8810	0.22
• Nokia	6150	0.69
• Nokia	8860	1.39
• Nokia	8860	1.39
• Motorola	d160	0.81
• Motorola	Star Tac 130	0.10
• Motorola	CD 930	0.70
• Siemens	C25	1.33
• Bosch	GSM 909	1.13
• Philips	Savy	1.11
• Sony	CMD-Z1	0.88

# BEM Sınır Değerler

- **IRPA:** International Radiation Protection Agency
- **ICNIRP:** International Committee On Non-Ionizing Radiation Protection

## Temel Limitler:

- Ortalama kan dolaşımında 4W/kg SAR değeri vücut sıcaklığını 1 derece arttırır.
- Özel durumlarda 10 kat güvenlik payı → 0.4W/kg SAR
- Genel durumlarda 50 kat güvenlik payı → 0.08W/kg SAR

# EMC'nin Sağlık Etkileri:

- Epidemiyoloji nedir?
- EMC'nin epidemiyolojik etkileri:
  - İmmünolojik etkiler
  - Sinir sistemine
  - Hematolojik
  - Kardiyak fonksiyonlara etkisi
  - Nöroendokrin sisteme
  - Büyüme ve gelişim
  - Genetik
  - Klinik kimya ve metabolizma
  - Testisler üzerindeki
  - Oküler etkiler olarak sıralanabilir.



# EM Alanının Etkileri

- Boğazda kuruluk hissi
- Gözde problemler(Ağrı ve görme bozukluğu)
- Kısa süreli hafıza kaybı,konsantrasyon zorluğu,uyuklama hali
- Baş ağrısı
- Alerji
- Uykusuzluk,yorgunluk
- Seslere karşı hassasiyet,işitme zorluğu

# DİKKAT!

- UNUTMAYNIZ Kİ KULLANDIĐINIZ HERHANGİ BİR ALET YAŞAMINIZI KOLAYLAŞTIRIYORSA KARŞILIĞINDA BÜYÜK OLASILIKLA SAĐLIĐINIZDAN GÖTÜRÜYORDUR.

# PRATİK ÖNERİLER

- Yüksek gerilim hatlarının 50-100m civarında bulunmamak gerekir.
- Güçlü EM sızıntıya neden olan TV'leri en az 3metre uzaklıktan seyretmeliyiz.
- Traş ve saç kurutma makinelerini aralıklı olarak kullanmalı,1-2 dakika ara ile kullanmalıyız.
- 14-15 inch ekranlı PC'lere 50-60 cm;17 inch ekranlı PC2lere en az 70 cm uzaklıktan bakmalıyız.
- Kullanmadığınız aletleri fişten çıkarın.Stand-by konumunda kaldığı sürece EM kirlilik yaratır.

# PRATİK ÖNERİLER

- Yatak odalarında başucunuzda elektrikli saat,alarm cihazı...vb araçlar bulundurmayın.
- Mümkünse evlerdeki ve iş yerlerinizdeki EM alanları ölçtürün.
- Mikrodalga fırın çalışırken en az 1 metre uzakta durun.
- Açık GSM telefonunuzu kendinizden en uzak mesafede bırakın.
- SAR <0.1 W/kg olan cep telefonlarını tercih edin.

# GÜNCEL SORULAR

- Cep telefonlarının bilimsel olarak kanıtlanmış zararlı etkileri var mıdır?
- Kalp pili kullananlar mobil telefon kullanabilir mi?
- Mobil araç telefonları güvenli midir?
- Radyo ve TV yayınları güvenli midir?

# DİKKAT!

Mikrodalga fırınlar pizzayı yarım  
saatte pişirirken cep telefonları insanı  
belkide 5-10 sene içerisinde  
pişirecektir.

# SONUÇ

EM Kirliliğın etkileri tam olarak saptanamamış ta olsa, milyonlarca cep telefonu vb. EM alan üreten araçların sayısı arttıkça, EM kirlilikte buna bağılı olarak artacaktır.

# Bazı İnternet Adresleri

- American Radio Relay League: [www.arrl.org](http://www.arrl.org)
- American National Standards Institute: [www.ansi.org](http://www.ansi.org)
- Bioelectromagnetics Society: [www.bioelectromagnetics.org](http://www.bioelectromagnetics.org)
- COST 244 (Europe): [www.radio.fer.hr/cost244](http://www.radio.fer.hr/cost244)
- DOD: [www.brooks.af.mil/AFRL](http://www.brooks.af.mil/AFRL)
- European Bioelectromagnetics Assc.: [www.ebea.org](http://www.ebea.org)
- Electromagnetic Energy Assc.: [www.elecenergy.com](http://www.elecenergy.com)
- Federal Communications Commission: [www.fcc.gov/oet/rfsafety](http://www.fcc.gov/oet/rfsafety)
- FEB - The Swedish Association for the ElectroSensitive: [www.feb.se](http://www.feb.se)
- ICNIRP (Europe): [www.icnirp.de](http://www.icnirp.de)
- ICNIRP Guidelines: [www.icnirp.de/Documents/Emfgdl.PDF](http://www.icnirp.de/Documents/Emfgdl.PDF)
- IEEE (America): [www.ieee.org](http://www.ieee.org)
- IEEE Committee on Man & Radiation: [www.seas.upenn.edu/~kfoster/comar.htm](http://www.seas.upenn.edu/~kfoster/comar.htm)
- International Microwave Power Inst.: [www.impi.org](http://www.impi.org)



# Bazı İnternet Adresleri

- Cellular phones and Brain Tumors: [www.nejm.org/content/2001/0344/0002/0133.asp](http://www.nejm.org/content/2001/0344/0002/0133.asp)
- Microwave News: [www.microwavenews.com](http://www.microwavenews.com)
- J.Moulder, Med.Coll.of Wisc.: [www.mcw.edu/gcrc/cop/cell-phone-health-FAQ/toc.html](http://www.mcw.edu/gcrc/cop/cell-phone-health-FAQ/toc.html)
- National Council on Radiation Protection & Measurements: [www.ncrp.com](http://www.ncrp.com)
- NJ Dept Radiation Protection: [www.state.nj.us/dep/rpp](http://www.state.nj.us/dep/rpp)
- Richard Tell Associates: [www.radhaz.com](http://www.radhaz.com)
- US OSHA: [www.osha-slc.gov/SLTC](http://www.osha-slc.gov/SLTC)
- World Health Organization EMF Project: [www.who.ch/peh-emf](http://www.who.ch/peh-emf)
- Electromagnetic Fields and Public Health Cautionary Policies: [www.who.int/pehemf/publications/facts\\_press/EMF-Precaution.htm](http://www.who.int/pehemf/publications/facts_press/EMF-Precaution.htm)
- Electromagnetic Fields and Public Health: [www.who.int/int-fs/en/fact193.html](http://www.who.int/int-fs/en/fact193.html)
- Consumer Update on Mobile Phones: [www.fda.gov/cdrh/ocd/mobilphone.html](http://www.fda.gov/cdrh/ocd/mobilphone.html)



TEŞEKKÜR EDERİZ...