

LEKTROMANYETİK UYUMLULUK

&
sorunları

Celal Cezim
Elektronik Mühendisi

Yararlanılan kaynaklar:
EM Uyumluluk EM kirlilik-L. Sevgi

EKTROMANYETİK UYUMLULUK & sorunları

EM Alan ve Dalga Teorisi
(EMC ve kavramlar)

EMI/EMC ve EM Kirlilik
(EMC ve BEM mühendisliği)

EMC Test ve ölçüleri
EMC ve Korunma

Celal Cezim
Elektronik Mühendisi

yararlanılan kaynaklar:
EM Uyumluluk EM kirlilik-L. Sevgi

Yer : EMO Ankara Şubesi Eğitim merkezi, (Özveren Sokak 45/2)
12.07.2007, Saat: 18:00

Konu başlıkları

- ◆ EM Alan ve Dalga Teorisi
(EMC ve kavramlar)
- ◆ EMI/EMC ve EM Kirlilik
(EMC ve BEM Mühendisliği)
- ◆ EMC ve Korunma
(Topraklama, Ekranlama, Filtreleme)
- ◆ EMC Testleri
- ◆ Standartlar ve Uyumluluk Gereklere

EM alan ve dalga teorisi

- ◆ Elektrik mühendisliğinin iki temel kuramı vardır;
 - Devre Kuramı
 - Alan Kuramı

Devre kuramı gerilim ve akımla,
Alan kuramı elektrik ve manyetik alanla
ilgilenir.

Her iki kuram da birbirinden bağımsız değildir.

Bir elektrik problemi hem devre hem alan kuramı ile
çözülebilir.

EM alan ve dalga teorisi

- ◆ Bir problem en uygun olduğu kuramla çözülür. Örneğin problemde bir antenin ışıma (radiation) karakteristikleri çıkarılacaksa çözüm alan kuramı ile yapılır.

Yok eğer, antenin giriş empedansı veya girişte devreden çektiği güç bulunmak istenirse devre kuramı kullanılır.

EM alan ve dalga teorisi

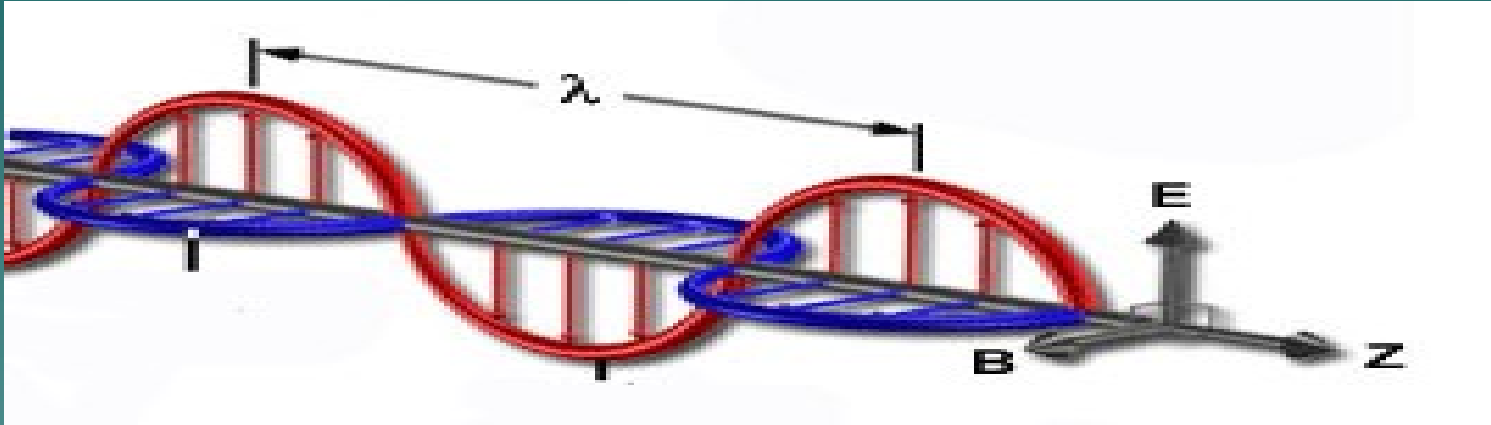
- ◆ Alan ya da dalga kuramı iki bağımsız değişken olan,
 - E : Elektrik alan ve
 - H : Manyetik alan ile tanımlanır.

Ayrıca temel fizik bilgilerinden yola çıkarak aşağıdaki tanımlar yapılabilir.

EM alan ve dalga teorisi

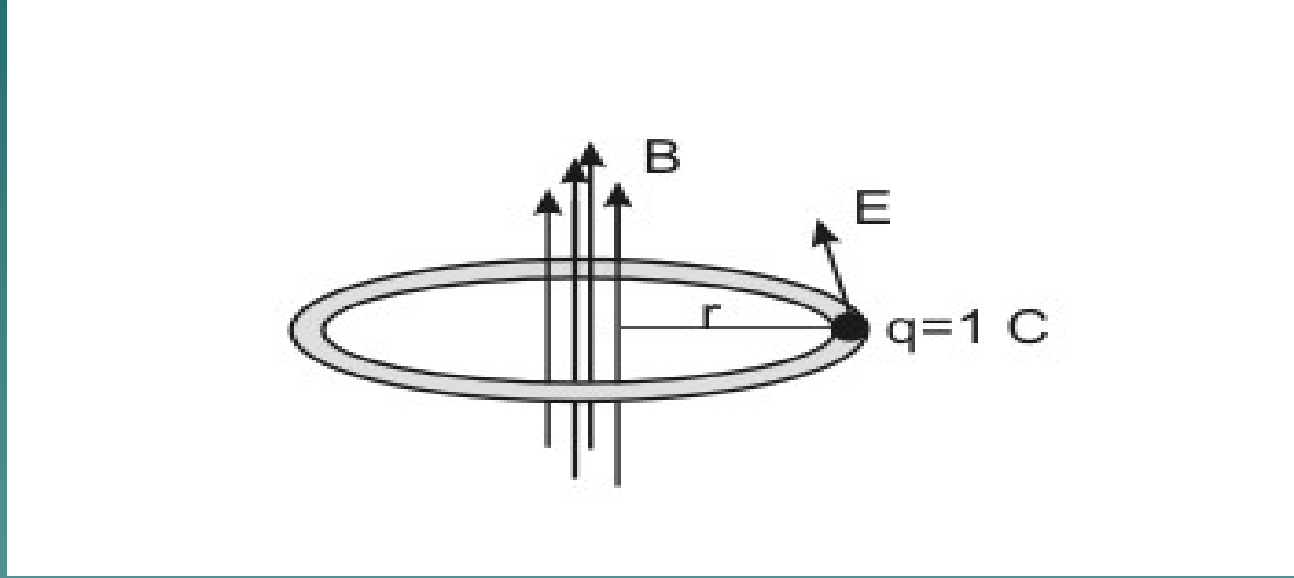
- ◆ Duran elektrik yükleri etrafında elektrik alan (EA),
- ◆ Hareketli yükler etrafında manyetik alan (MA) oluşur.
- ◆ Hareketli yükler zamanla değişiyorsa hem EA hem de MA oluşur. Buna elektromanyetik dalga (EMD) diyoruz.

EM alan ve dalga teorisi



- ◆ Elektromanyetik dalgalar birlikte değişen ve birbirine dik düzlemdeki elektrik ve manyetik alanlardan oluşur. Uzayda değişen elektrik alanlar manyetik alanları oluşturur.
- ◆ Bu değişim sinüzoidal (sinüsel) bir eğri şeklindedir.

EM alan ve dalga teorisi



Şekil-2 E ve B oluşumu

- ◆ Bir ortamda elektrik alanı değiştirmek için yüklü cisimleri ivmeli hareket ettirmek gerekir. Dolayısıyla ivmeli hareket eden yükler elektromanyetik dalga yayar.

EM alan ve dalga teorisi

- ◆ Manyetik olaylar dört temel Maxwell denklemiyle gösterilir.

E: Elektrik alan şiddeti (V/m)

B: Manyetik alan şiddeti (A/m)

q: Elektrik yükü

J: Akım yoğunluğu (A/m²)

n: Manyetik geçirgenlik (H/m)

e: Elektriksel geçirgenlik (F/m)

$$\vec{\nabla} \cdot \vec{E} = \frac{q}{\epsilon_0}$$

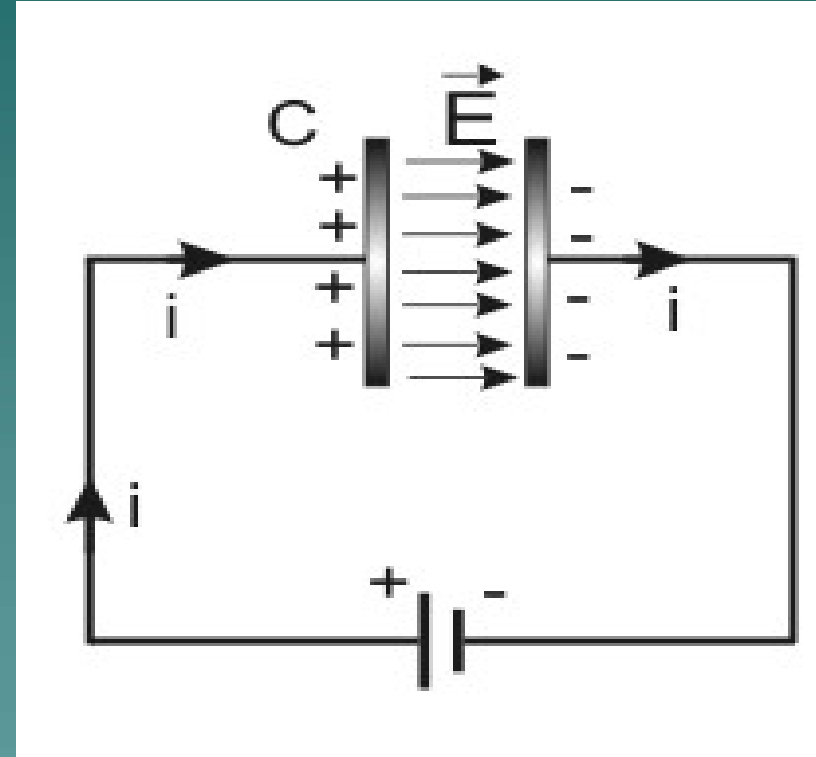
$$\vec{\nabla} \cdot \vec{B} = 0$$

$$\vec{\nabla} \times \vec{E} = -\frac{d\vec{B}}{dt}$$

$$\vec{\nabla} \times \vec{B} = \mu_0 \left(\vec{J}_c + \epsilon_0 \frac{d\vec{E}}{dt} \right)$$

EM alan ve dalga teorisi

- ◆ Alan kuramındaki E ve B alanları vektör boyutundadırlar. Yani hem şiddetleri hem de yönleri vardır
- ◆ Elektrik alan birim yüke etki eden kuvvet olarak tanımlanır. Bu kuvvetin yönü (+) yükten (-) yüke doğrudur.



Şekil- 3 Elektrik alanı oluşumu

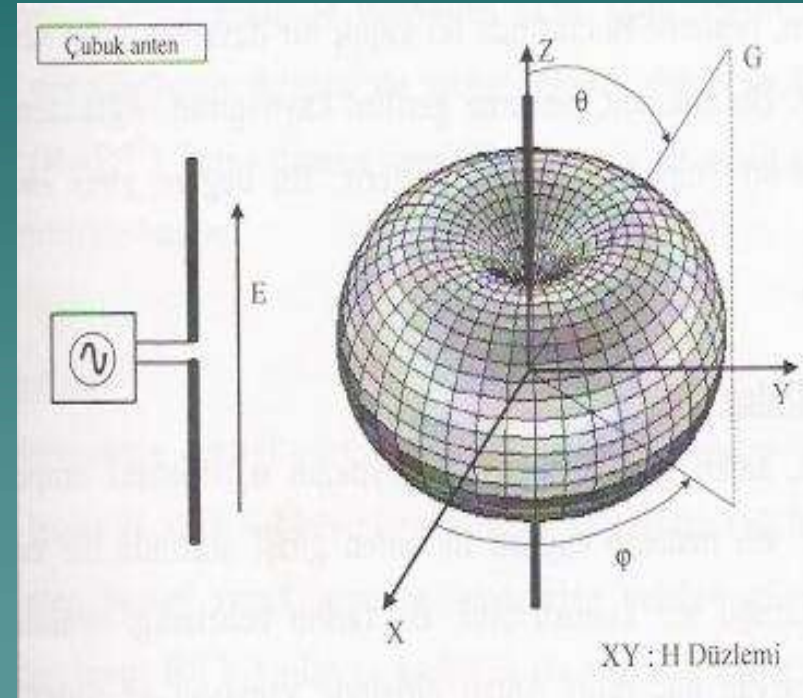
EM alan ve dalga teorisi

- ◆ EMC problemlerinin önemli bir bölümü, işaret taşıyan her elemanın (iletken tel, toprak levhası vb) belli koşullarda EM kaçak veya sızıntıya neden olmasından kaynaklanmaktadır. Yani bu elemanlar anten gibi davranabilmektedirler.
- ◆ Şimdi bir iletken telin nasıl bir EM dalga yayıcısı olarak davrandığına kısaca bakalım.

EM alan ve dalga teorisi Antenler ve yayılma

Çubuk antende elektrik alan oluşumu ve yayılması

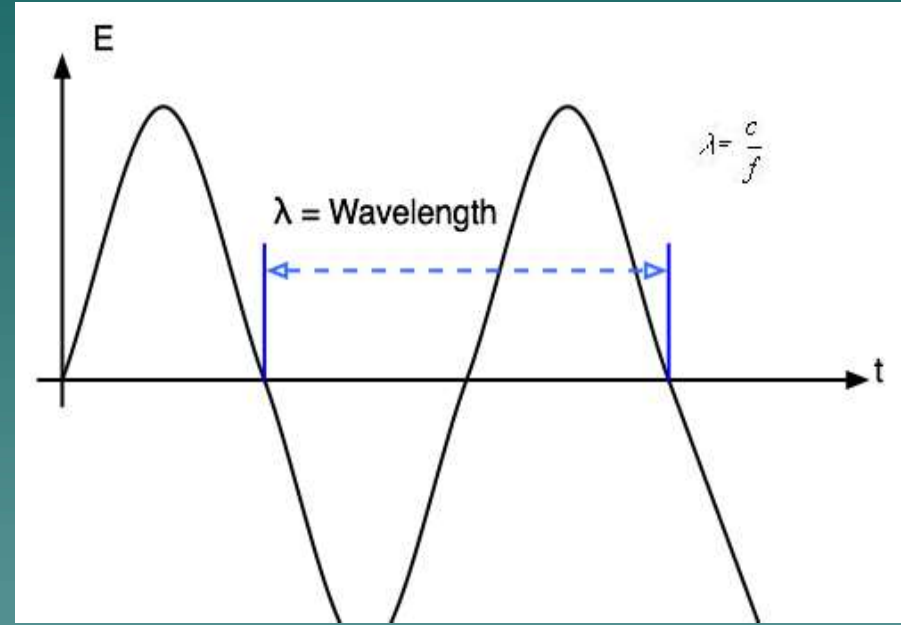
- ◆ Şekilde görüldüğü gibi EM dalgaların E bileşeni çubuk eksenine paraleldir.
- ◆ Anten yaydığı güç anten boyu ve çalışma frekansı ile ilişkilidir.
- ◆ Anten boyu sinyal dalga boyundan çok küçükse yayılan güç de küçük olur



Şekil 4 Dipol anten

EM alan ve dalga teorisi Antenler ve yayılma

- ◆ Anten yarım dalga boyuna eşitse yayılan güç en fazla olmakta.
- ◆ Yarım dalga boylu antenlere rezonanslı antenler deniyor.



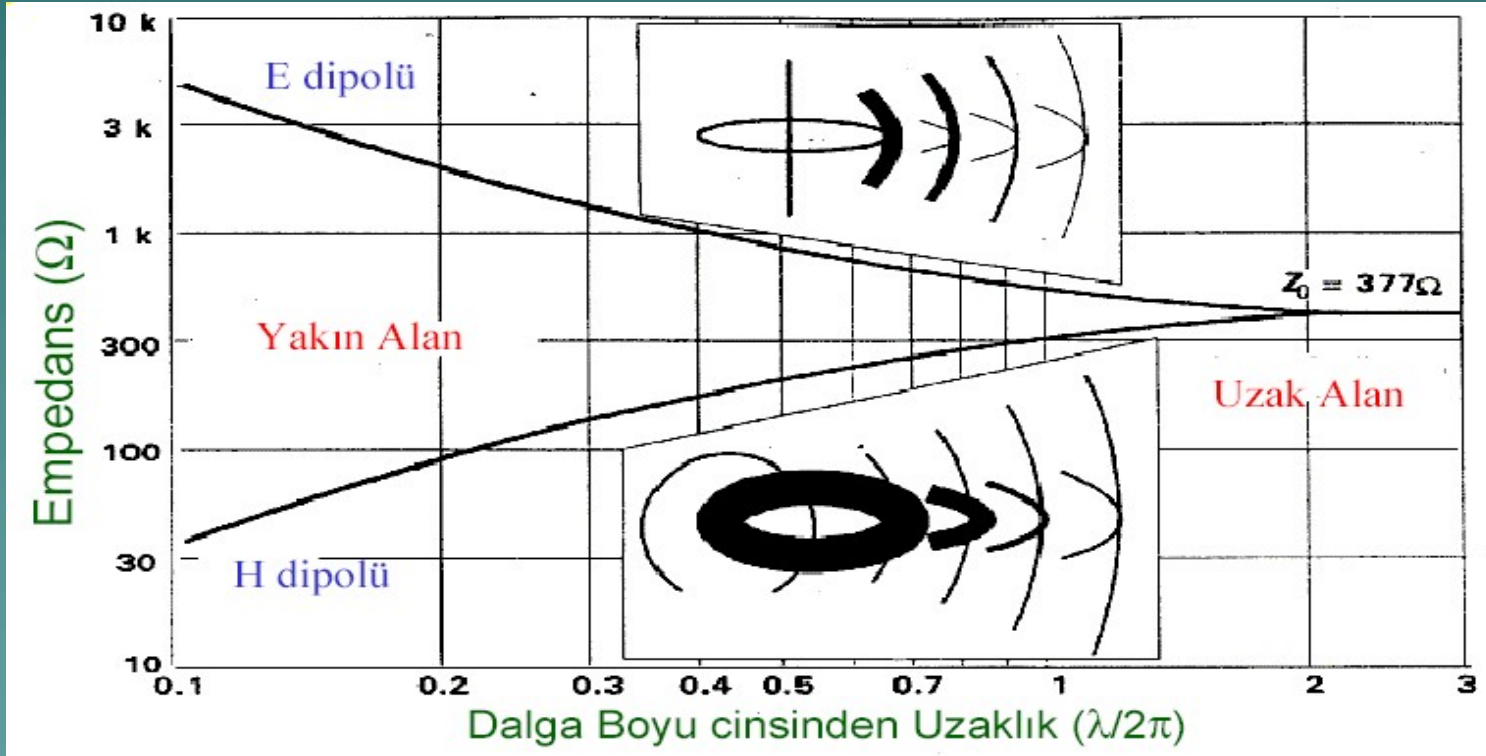
- ◆ Elektrik ve manyetik alanlar birbirine dalga empedansı ile bağlıdır

EM alan ve dalga teorisi Antenler ve yayılma

- ◆ EMC problemlerinin çözümü ancak hangi nesne niçin anten gibi davranır sorusuna yanıt bulmakla mümkün olabilir.
- ◆ Anten bir dönüştürücüdür. Besleme noktalarına uygulanan 'Volt' büyüklüğündeki gerilimi V/m büyüklüğündeki elektrik alana (E) dönüştürür. Buna verici anten denir.
- ◆ Verici anten aynı zamanda alıcı anten gibi de kullanılabilir. Etraftaki EM dalgalardan kaptığı V/m büyüklüğündeki E etkisini uçlarına V büyüklüğünde bir gerilim farkı olarak dönüştürür.
- ◆ Bu dönüşüme **anten faktörü** adı verilir. $[AF=E/V]$

EMC ve Kavramlar EMI Kaynakları

- ◆ Elektrik ve manyetik dipoller
- ◆ EMC problemleri iki temel elektriksel kaynakla (E dipol, M dipol) ifade edilmektedir. ($Z_0:377 \text{ Ohm}$ -boşluktaki düzlem dalga emp)



Şeki-6 Dipol kaynaklarda ışınım mekanizması

EMC ve Kavramlar

EMI Kaynakları

- ◆ EMC problemlerinde E ve M dipol tanımları son derece önemlidir. Çünkü bütün istenmeyen EM sızıntılar ya E dipol gibi ya da M dipol gibi davranan bir nesneden kaynaklanmaktadır.
- ◆ İstenmeyen EMI kaynağının E dipol mü yoksa M dipol mü olduğu alınacak EMC önlemleri açısından da belirleyicidir.
- ◆ PCB'de EM sızıntı

H Dipol: Kesit $A= 50\text{mm} \times 5\text{mm}$

Akım $I= 1\text{mA}$

E dipol: hat uzunluğu $L=100\text{mm}$

Akım $I= 5\text{nA}$

Frekans MHz	H Dipol dBnV/m	E Dipol dBnV/m
30	6	16
50	15	20
100	27	26
200	39	32
300	46	36

R= 3m uzaklıkta Alan- metrenin gösterdiği değerler

- ◆ EMC problemlerinde üç temel ilişki: Zaman - Frekans/Frekans - Geometri/Frekans - Empedans
- ◆ Frekans-Geometri ilişkisi:
 - Eşit ve zıt akımlar EM ışımayı azaltır
 - EM ışıma frekansla, akım şiddeti ile ve boyutlarla değişir.
 - PCB'ler çerçeve anten etkisine tipik bir örnektir.
 - Kablolar ve bağlantı noktaları dipol anten davranışına yol açarlar.
 - yarıklar ve delikler slot anten dolayısıyla dipol anten gibi davranırlar.

Önem: Gereksiz PCB alanları ve uzantıları bırakmayın, kablo boylarını kısa tutun.

EMC ve Kavramlar

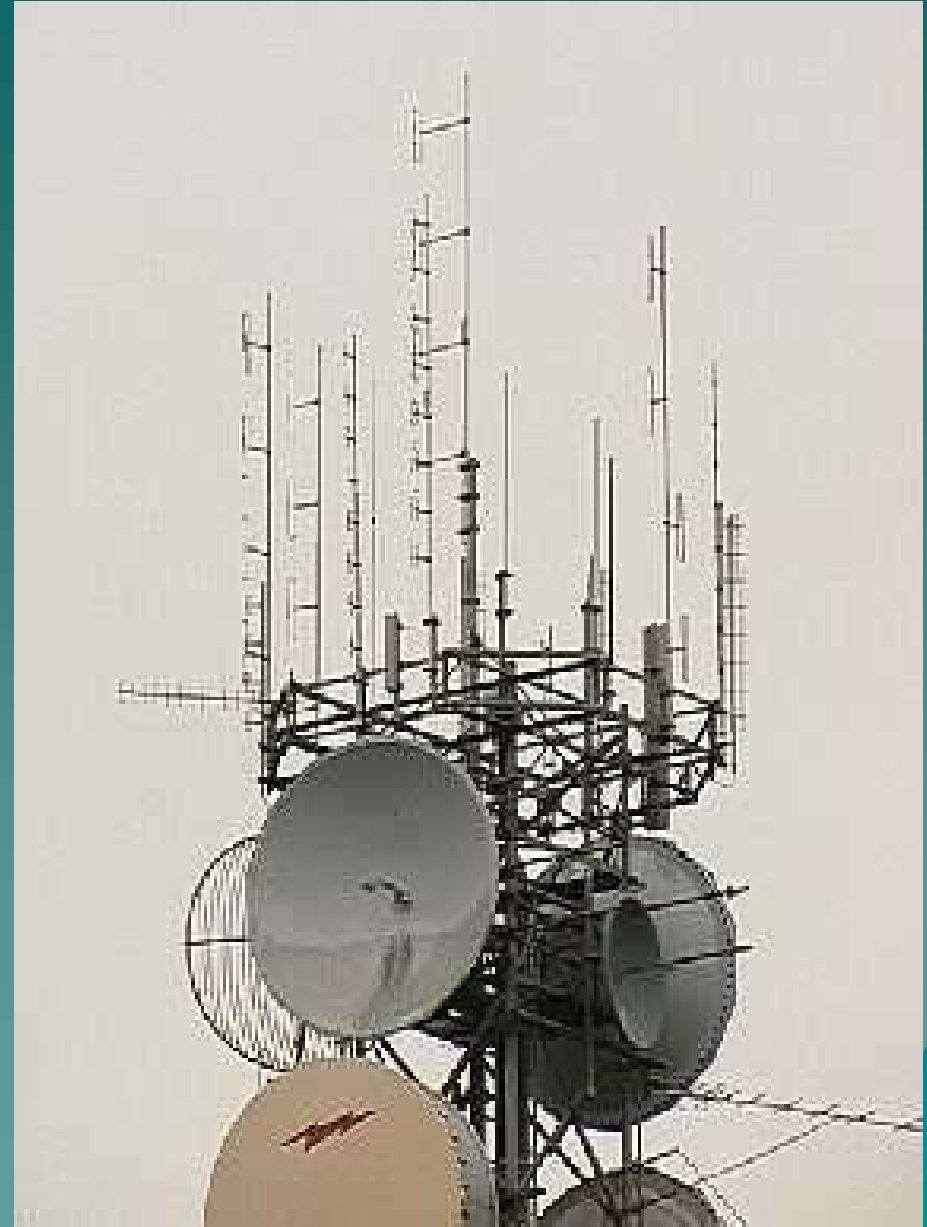
EMI Kaynakları

- ◆ **Frekans - Empedans ilişkisi:**
 - Elektronik elemanların empedans davranışları farklıdır.
 - Bir fonksiyonun önündeki temel engel empedanstır.
 - Lehim yerleri endüktans etkisi yaratır ve iletim hattını bloke eder.
 - Bağlantı ve sızıntı kapasiteleri alternatif iletim yolları oluşturur.
- ◆ **Topraklama empedansı:**
 - Alçak frekanslarda direnç etkisi
 - Orta frekanslarda endüktif etki
 - Yüksek frekanslarda anten etkisi yaratır.



ELEKTRO
MAN
YETİK

KİRLİLİK



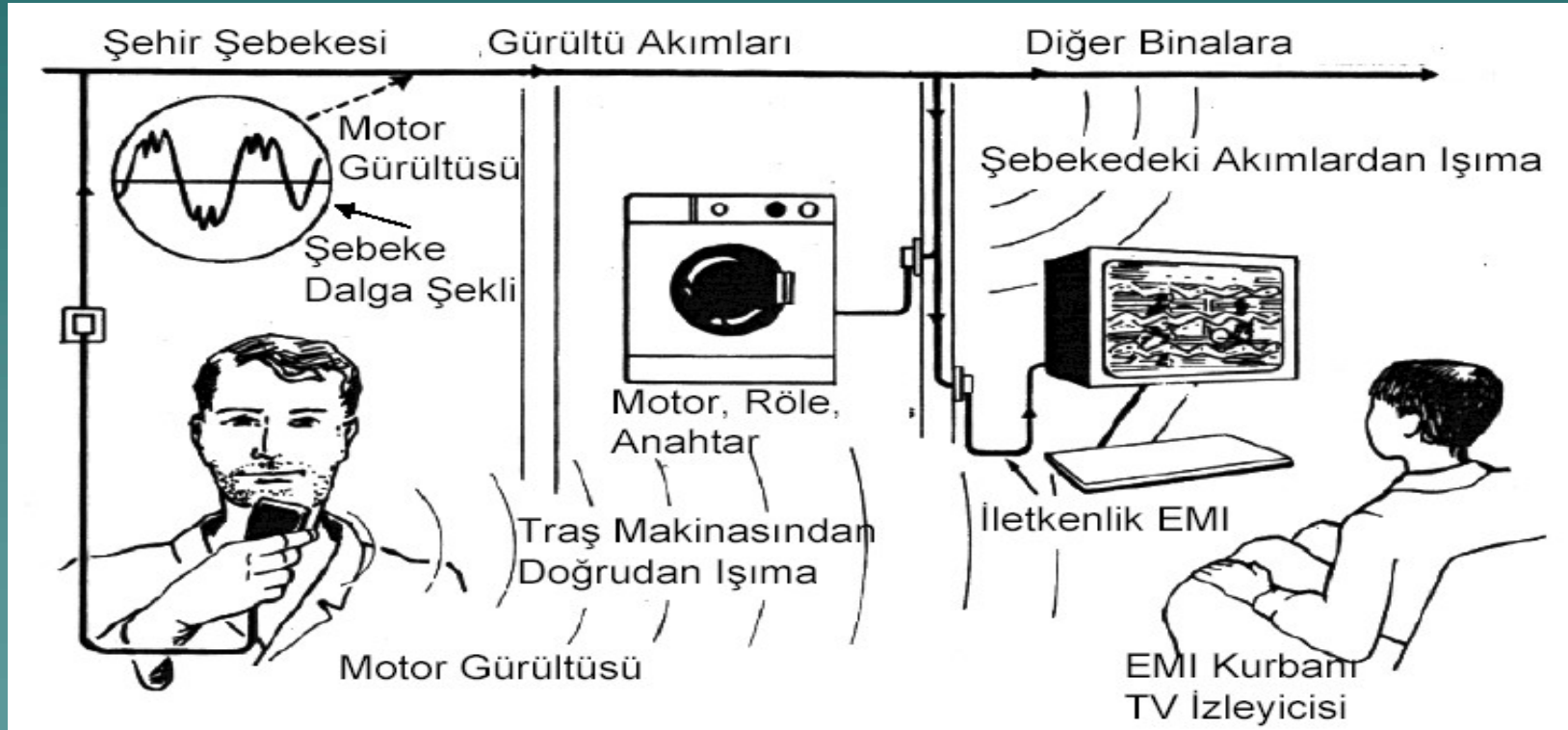
EMI ve EM Kirlilik

- ◆ **Günlük yaşamda karşılaştığımız bazı elektriksel olaylar**
 - ◆ Bilgisayarların FM dalga yayınlarını etkilemesi
 - ◆ Elektrik süpürgesinin TV'lerde karlanma yapması
 - ◆ Radyo dinlerken polis telsizlerinin araya girmesi
 - ◆ Radarların Bilgisayarlardan etkilenmesi

 - ◆ Cep telefon ve BS'ların ABS fren sistemini kilitlemesi
 - ◆ Radyo kulesi yakınında uçan helikopterin düşmesi
 - ◆ BS'a takılan ilave bir aksamın daha takarken bozulması
 - ◆ Düşen Yıldırımın haberleşme sistemlerini bozması
- Bu gibi olaylar EMC mühendisliğinin konularıdır.**

EMI ve EM Kirlilik

◆ Bazı EMI / EMC problemleri



Şekil-8: EMI kaynakları

EMI ve EM Kirlilik

- ◆ Bir EMC probleminde üç unsur bulunur;

- EMI kaynağı
- Girişimden etkilenen kurban (canlı)
- Kurban ile kaynak arasındaki girişim yolu

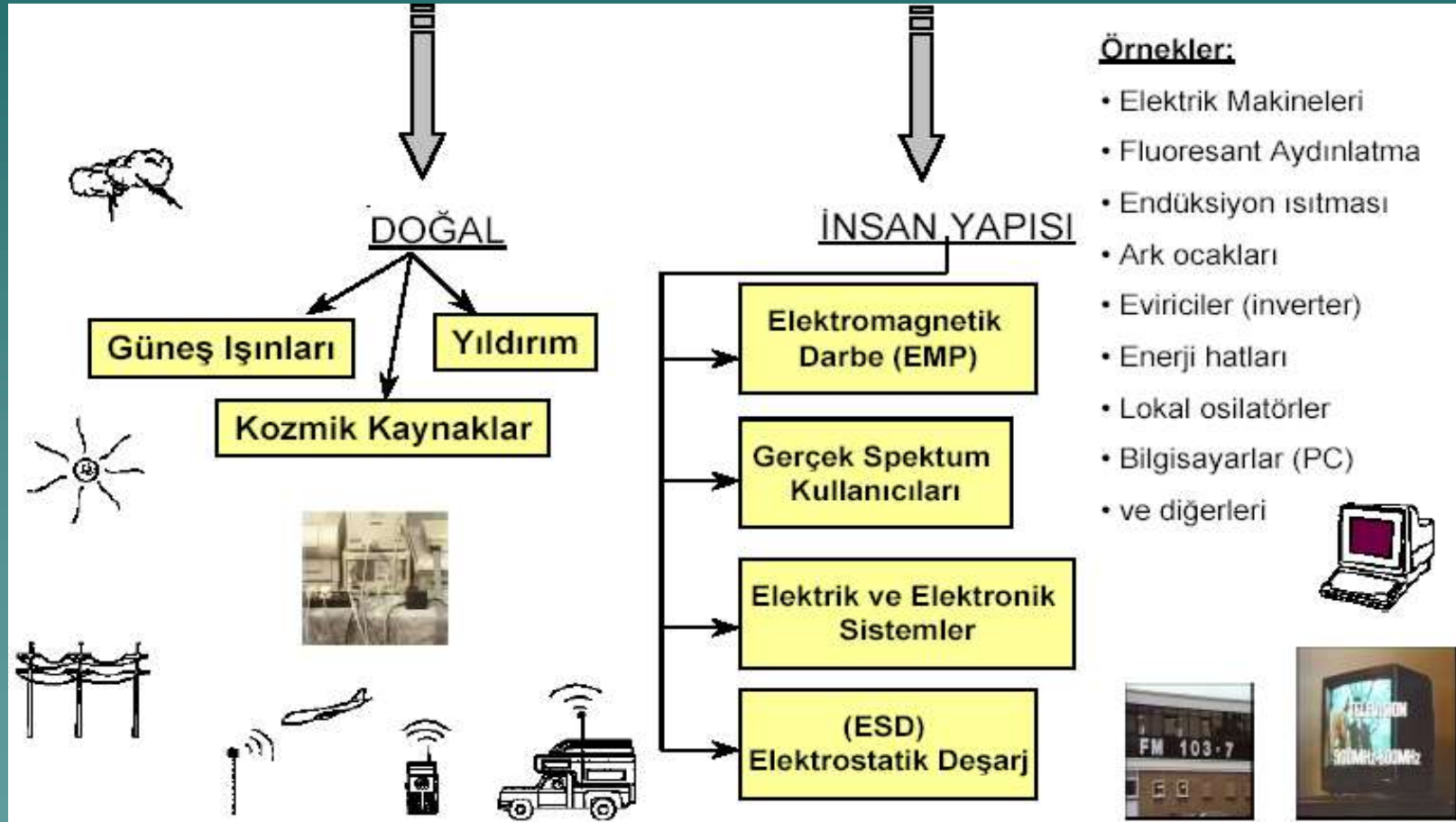
Bu durumda elektromanyetik etkileşim, EM enerji ile canlı dokular arasında olmaktadır.

- ◆ Diğer bir iletim yoluyla oluşan EMC problemi de;

Elektrik şebekesinden yüksek darbeli akım çekerek çalışan cihazlar, 50 Hz. frekansın harmoniklerini (100Hz, 150Hz, ...) üreterek yine şebeke üzerinde istenmeyen EMI etkiler oluştururlar.(cihaz-cihaz etkileşimi)

EMI ve EM Kirlilik

◆ EM Girişim kaynakları



Şekil-9 Girişim kaynakları

EMI ve EM Kirlilik

Tablo: -1. 220 V/50Hz'de çalışan bazı ev aletlerinin 30 cm uzaklıkta oluşturdukları elektrik alan şiddetleri

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

EMI ve EM Kirlilik

- ◆ **EMI sorunu ve EMC felsefesi** (Problem of EM Interference and philosophy of EM Compatibility)
 - ⇒ EMC problemi zor olmakla birlikte karmaşık değildir
 - ⇒ Kurallara ve yasalara uymayan ayrıntılar EMC'nin problemidir
 - ⇒ EMC problemlerini ilgilenilmesi zorunlu bir sorumluluk olarak görmek gerekir
 - ⇒ Elektrikli sistemler(cihazlar) EMC gereklerine uyarak çalışmak durumundadırlar.

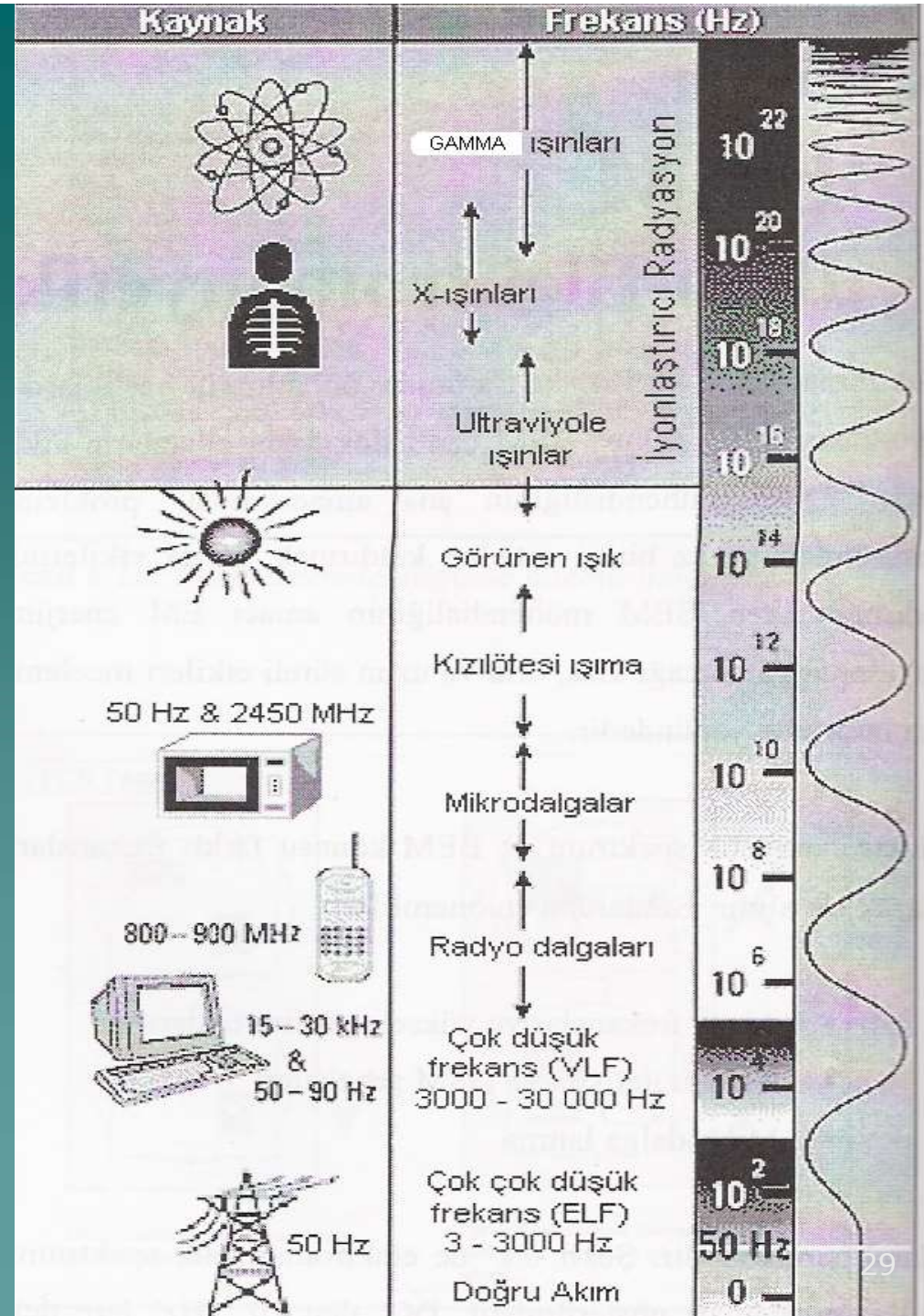
- ◆ Cihaz-Cihaz etkileşimi (EMI) EMC Mühendisliğinin konusu iken **Cihaz- doku** (canlı) etkileşimi de **BEM mühendisliğinin** konusu olarak ele alınıyor.
- ◆ BEM mühendisliğinin amacı EM enerjinin canlı dokularda yaratacağı kısa, orta ve uzun süreli etkileri incelemek ve en aza indirmek yönündedir.
- ◆ Alçak frekans yüksek gerilim elektrik hatları
- ◆ Yüksek frekans alçak gerilim **GSM** şebekeleri
- ◆ **Cep telefonları**
- ◆ Mikrodalga ısıtıcılar vb. EM kaynaklar

BEM mühendisliğinin izlediği problemlerdir.

EM Kirlilik

◆ Elektromanyetik Spektrumda Önemli Frekanslar

Şekil-10 Elektromanyetik Spektrumda önemli frekanslar



EM Kirlilik -BEM & İnsan sağlığı

- ◆ Ekonomi ve ilkesiz siyasetin en çok konuşulduđu ama
açlık ve sefaleti anmanın, haksızlıkları dile getirmenin
ayıplanır hale geldiği günümüz Türkiye'sinde;

toplum sağlığı ve psikolojisi de marjinal bir mesele
olarak algılanmaya devam etmektedir.

Amaçlı veya amaçsız, bilinçli ya da bilinçsiz olarak
kullandığımız, çalıştırdığımız elektrikli aletler
etrafımızda sağlık açısından kaos oluşturacak hale
gelmiş bulunmaktadırlar.

EM Kirlilik - BEM & İnsan Sağlığı

- ◆ **ICNIRP** (International Committee on Non-Ionizing Radiation Protection) gibi kuruluşlar insan sağlığı için zararlı olabilecek sınır değerler belirlemeye başladılar.
- ◆ **TEMEL LİMİTLER**
- ◆ Özel durumlarda 10 kat güvenlik payı $> 0.4 \text{ W/kg SAR}$
- ◆ Genel durumda 50 kat güvenlik payı $> 0.08 \text{ W/kg SAR}$

TEMEL BİLGİ

Kan dolaşımında;

ortalama **4W/kg SAR** değeri vücut sıcaklığını **1°** arttırır.

EM Kirlilik - BEM & İnsan sağlığı

Temel sınırlamalar:

- ◆ Doğrudan sağlık etkileri yaratan ve zamanla değişen elektrik, manyetik ve elektromanyetik alanlarda temel sınırlamalar için kullanılan parametreler;
 - ⇒ Akım yoğunluğu (**J**)
 - ⇒ Özgöl sođurma oranı (**SAR-** specific Absorption Rate)
 - ⇒ Güç yoğunluğu (**S**)olarak gösterilebilir.
- ◆ Etkileri dalga frekansına göre değişen bu parametreler sadece insan vücudu dışındaki ortamlarda kolayca ölçülebilmektedir.



EMC ve KORUNMA

- ◆ EMC problemleri üretimin her aşamasında göz önünde bulundurulması gerekir. Tasarım aşamasından üretim aşamasına kadar ne denli sağlıklı EMC önlemleri alınırsa o oranda maliyet düşük olur.
- ◆ **Birkaç EMC ilkesi**
 - Tasarımlarda elektrik dipolü gibi davranacak uzun bağlantılardan kaçınmalı
 - Gereksinmedikçe yüksek hızlı elemanlar kullanılmamalı
 - EMC problemleri için en yüksek frekanslı bileşenler göz önünde bulundurulmalı
 - Daha hızlı eleman ailesine geçerken mutlaka devre yerleşim düzeni yeniden gözden geçirilmelidir.

EMC ve KORUNMA

◆ Devre yerleşiminde PCB tasarım ilkeleri

- Hızlı elemanlar baskı devrenin çıkışına en yakın yerleştirilmeli
- Giriş/çıkış işaretleri konnektör kenarlarına veya iki toprak hattı arasına yerleştirilmeli
- Bacakların %10'u 0V için ayrılmalı
- Çok katmanlı yerleşimler tek ya da iki katmana göre EMC açısından daha güvenlidir.
- Yüksek frekanslı elemanların bağlantıları, kapalı çevrim yapmayacak şekilde oluşturulmalı.
- Hem besleme hem de toprak plakası yüksek frekanslarda ekran görevi görür. Bu nedenle bu plakalar işaret katları arasına dağıtılmalıdır.
- Bağlantı yolları yüksek frekanslarda birer anten gibi davrandıklarından kısa tutulmalı. Ayrıca keskin dönüşler yerine yuvarlak dönüşler tercih edilmelidir.

EMC ve KORUNMA Topraklama

- ◆ **Topraklama- IEEE tanımı**
- ◆ Bir elektrik devresi ya da cihazın bir iletken ara bağlantısıyla, yeryüzü ya da toprak yerine geçebilecek büyüklükte referans olan bir yüzeye bağlanması"
- ◆ Devrelerde istenmeyen işaretlerin oluşmasının önemli nedenlerinden birisi topraklama bozukluklarıdır.
- ◆ Topraklama gereksinimleri ve teknikleri temel olarak mantık devreleri, paratoner sistemleri, şebeke dağıtım sistemleri, elektromekanik cihaz tasarımları gibi hem düşük hem yüksek frekanslı sistemlerle analog tasarımlarda söz konusudur.

EMC ve KORUNMA Ekranlama

- ◆ Ekranlama;
Kart, devre ya da cihaz düzeyinde iki ortamı birbirinden elektromanyetik anlamda izole etmek diye tanımlanır.
- ◆ Elektrik dipol gibi davranan girişim kaynağı yakınında elektriksel ekranlama
- ◆ Manyetik dipol gibi davranan girişim kaynağı yakınında manyetik ekranlama gereklidir.
(İçinden akım akan iletken tel parçaları elektrik dipol gibi, içinden akım akan halka şeklindeki parçalar ise manyetik dipol gibi davranır)
- ◆ Elektriksel ekranlama için mükemmel iletken duvarlar kullanılırken, manyetik ekranlama için ise ferro manyetik malzemelerden oluşan filtreler kullanılır.

EMC ve KORUNMA Ekranlama

- ◆ Pratik olarak düşük frekanslarda ($f < 30$ MHz) önemlidir. Manyetik ekranlamada zayıflama frekansla artar. Ekran içinde direnç düşük tutulmalıdır.

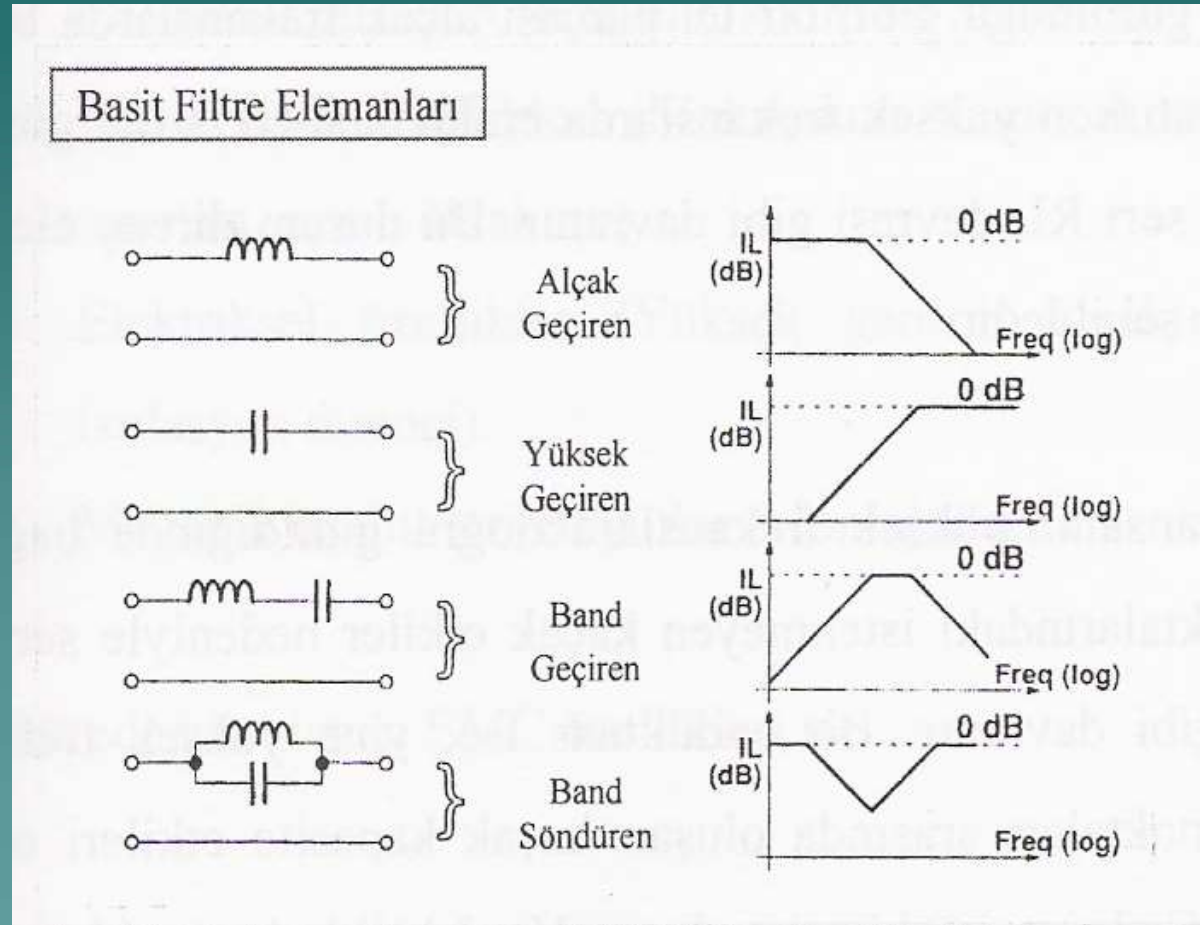
- ◆ Pratik olarak yüksek frekanslarda ($f > 30$ MHz) önemlidir.

Parçalar arasındaki kontak direnci önemlidir. İzole edilmiş parçalar anten gibi davranır. Delikler ve açıklıklar frekansa bağımlı olarak önemlidir.

EMC ve KORUNMA Filtreleme

- ◆ EMC problemlerinin giderilmesinde önemli tekniklerden birisi de filtre kullanmaktır. EMI işaretleriyle bilgi işaretleri çoğunlukla farklı frekans bölgesini kapsarlar.

Seçilen belli frekans aralığında istenen bir etki yaratılarak istenmeyen girişim işaretleri süzülebilirler.



Şekil-11 Temel filtreler ve frekans karakteristikleri

EMC TEST ve ÖLÇÜLERİ

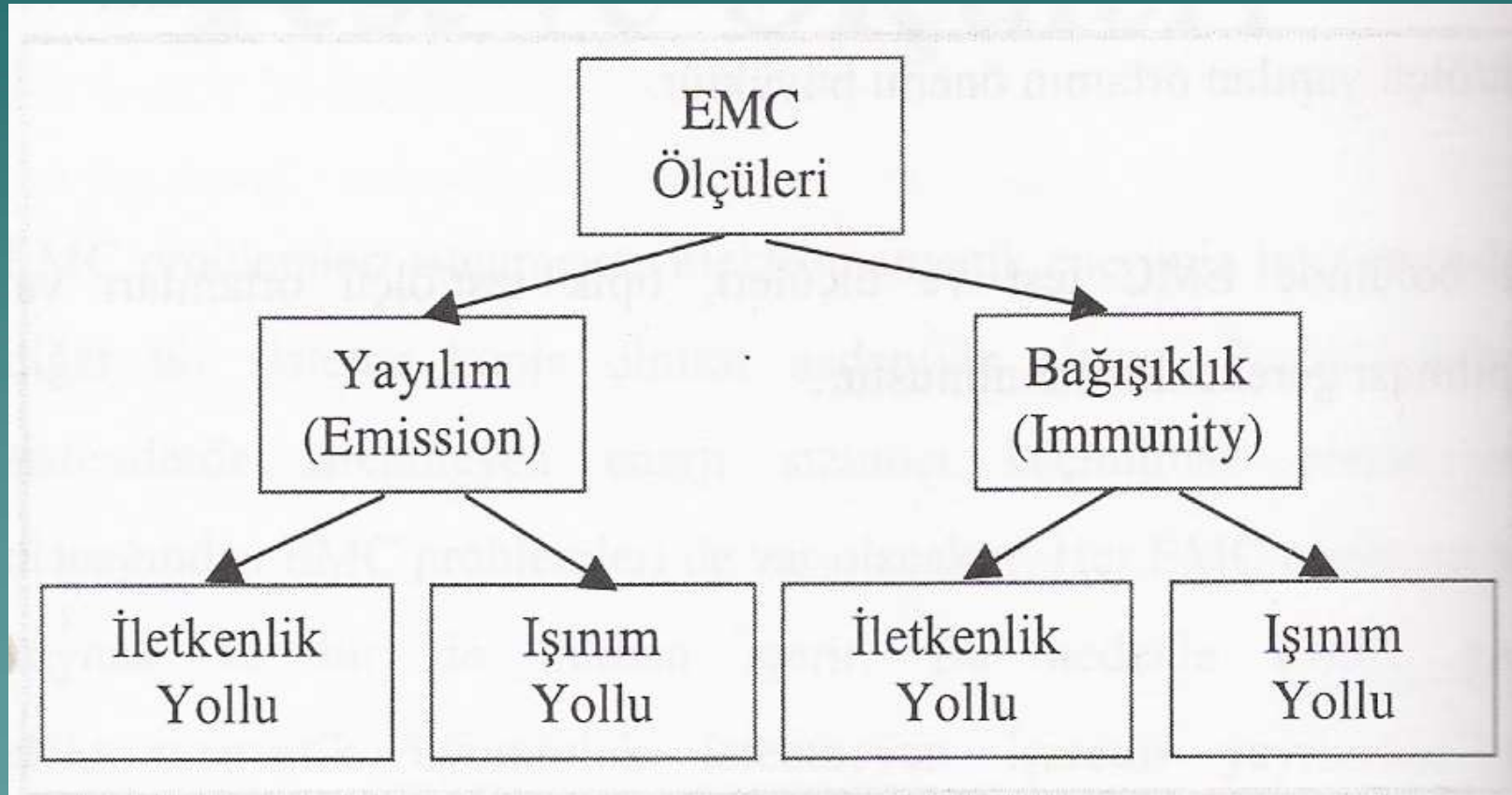
- ◆ Test ve ölçümler bir tanımı, amacı ve gerekleri gözeterek yapılacağından en başta yapmadığımız esas konumuzun ve temel sorunumuzun tanımını şimdi yapalım.
- ◆ **Elektromanyetik Uyumluluk;**
"Bir sistem veya cihazın içinde bulunduğu elektromanyetik ortamda fonksiyonlarını, bu ortamda telafi edilemez bir bozulma yapmaksızın yerine getirebilme yeteneği" olarak tanımlanmaktadır.

EMC Test ve Ölçüleri

- ◆ EMC, yani elektromanyetik uyumluluk (compatibility) istenmeyen işaretin (signal) yayılımını(emission) ve istenmeyen işarete karşı bağışıklığı (immunity) içerir.
- ◆ Her cihaz hem yayılım hem de bağışıklık koşullarını sağlamalıdır.
- ◆ EMC test ve ölçüleri karmaşık değildir. *Standartlar* her testin ya da ölçünün koşullarını belirlemiştir.
- ◆ Test ve ölçü işlemlerinde kullanılacak cihazların ve test/ölçü yapılan ortamın önemi büyüktür.

EMC Test ve Ölçüleri

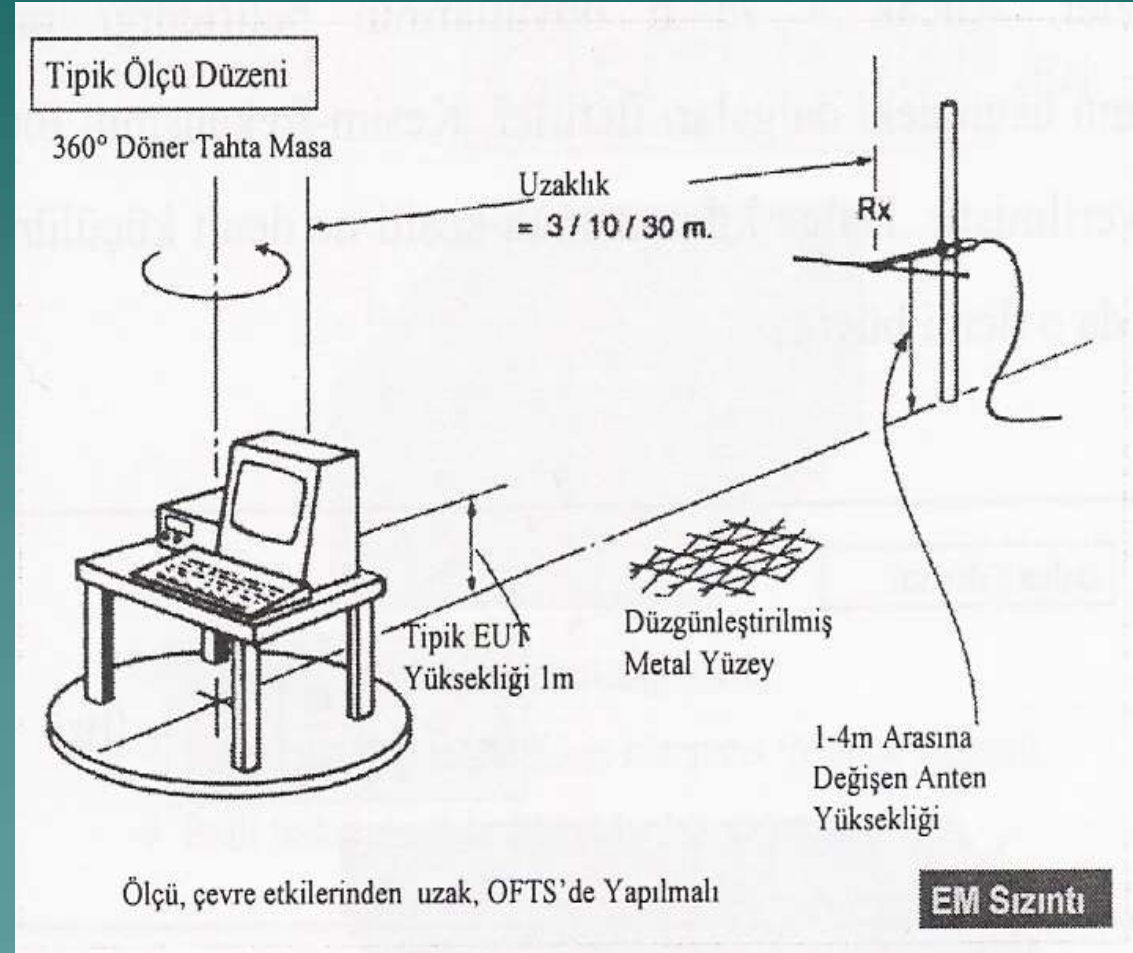
- ◆ EMI sorunu ve EMC ölçüleri diyagramı



Şekil- 12 : EMC test ve ölçüleri

EMC Test ve Ölçüleri Yayılım

- ◆ Yayılım test ve ölçüler üç tür ortamda yapılabilir:
 - Ekranlanmış oda
 - yansımatsız oda
 - Açık alan



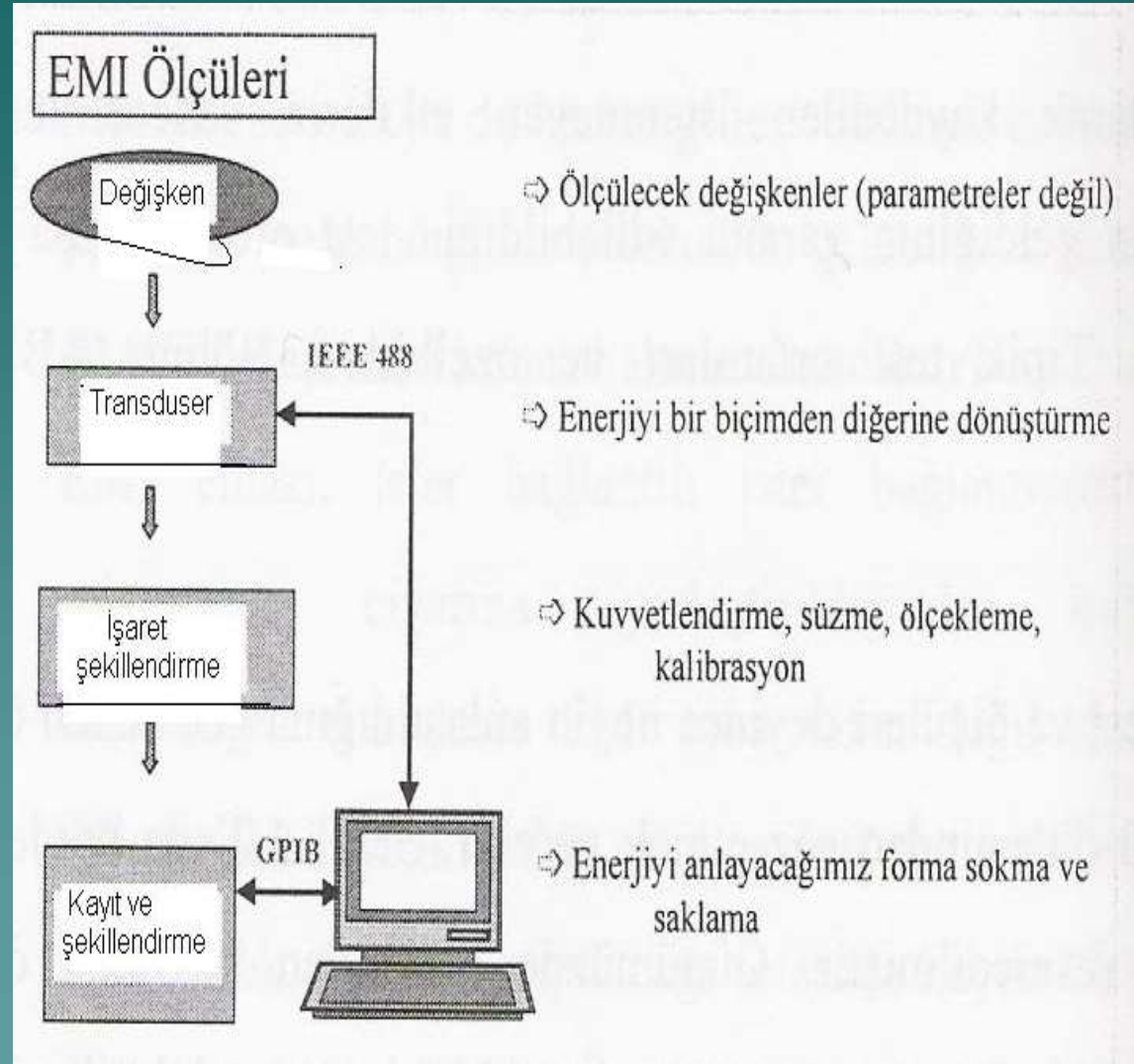
Şekil-14: Tipik bir ölçü düzeni

EMC Test ve Ölçüleri Yayılım

◆ Ölçülecek bağımsız parametreler:

- Sıcaklık
- Basınç
- Elektrik alanı(E)
- Güç
- Akım
- Gerilim vb.

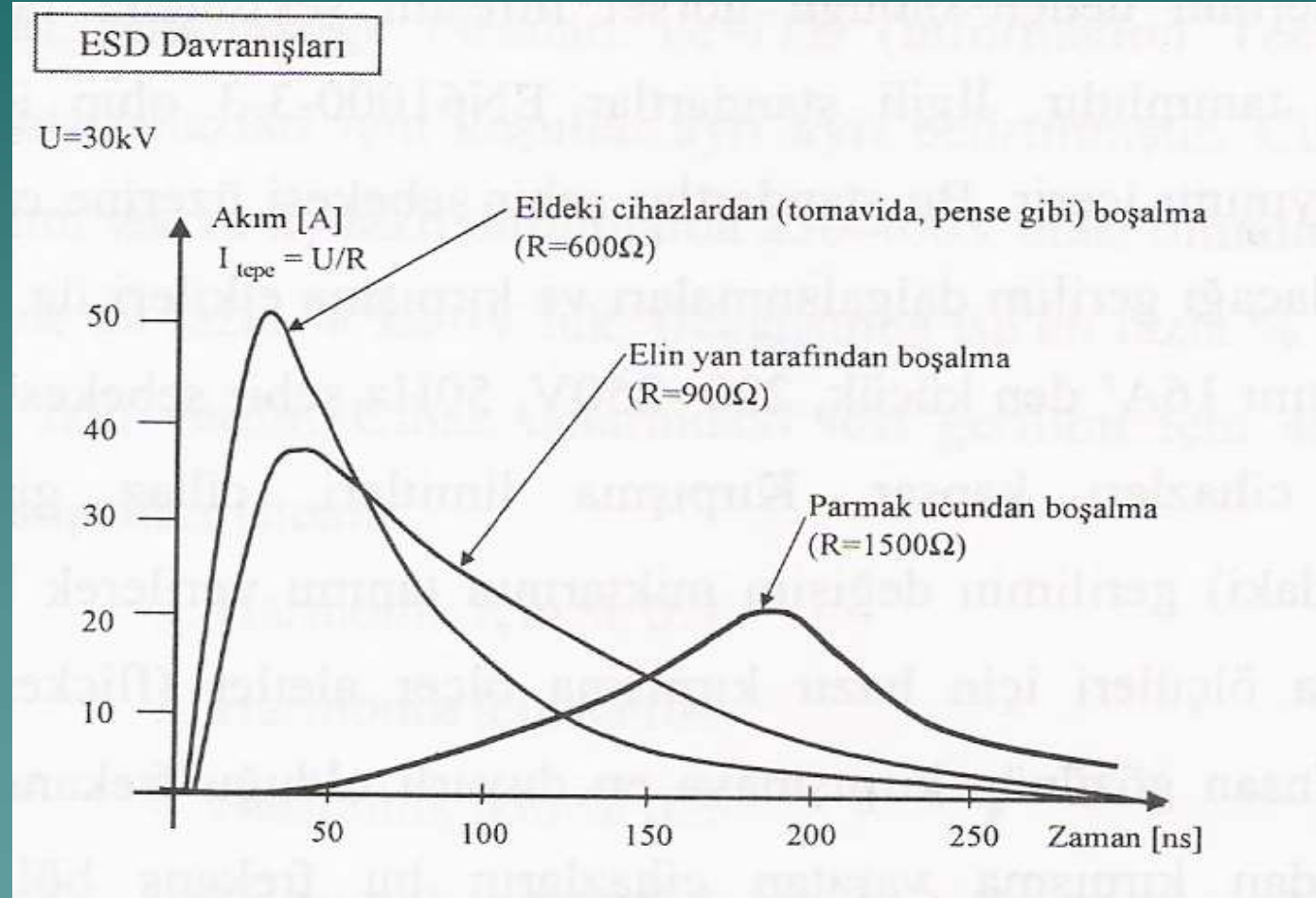
◆ İlgili parametreleri ölçmek için dönüştürücü (faktörü bilinen) anten kullanılır



Şekil-15 Bilgisayar denetimli ölçü düzeni ⁴⁴

EMC Test ve Ölçüleri

◆ Test



EMC Test ve Ölçüleri Alıcılar

- ◆ EMI Alıcıları ve Dedektör Tipleri:
- ◆ EMI alıcısı yüksek duyarlı ve düşük gürültü faktörüne sahip olmalı.
- ◆ EMI alıcısında farklı karakterdeki işaretlere karşı farklı duyarlılık gösteren üç tip dedektörden bahsedebiliriz.
 - Peak dedector : İşaretin en yüksek seviyesini,
 - Average dedector: İşaretin belli bir süre boyunca ortalamasını,
 - Quasi-peak dedec: İşaretin tekrarlama sıklığını kaydeder.

EMC Test ve Ölçüleri

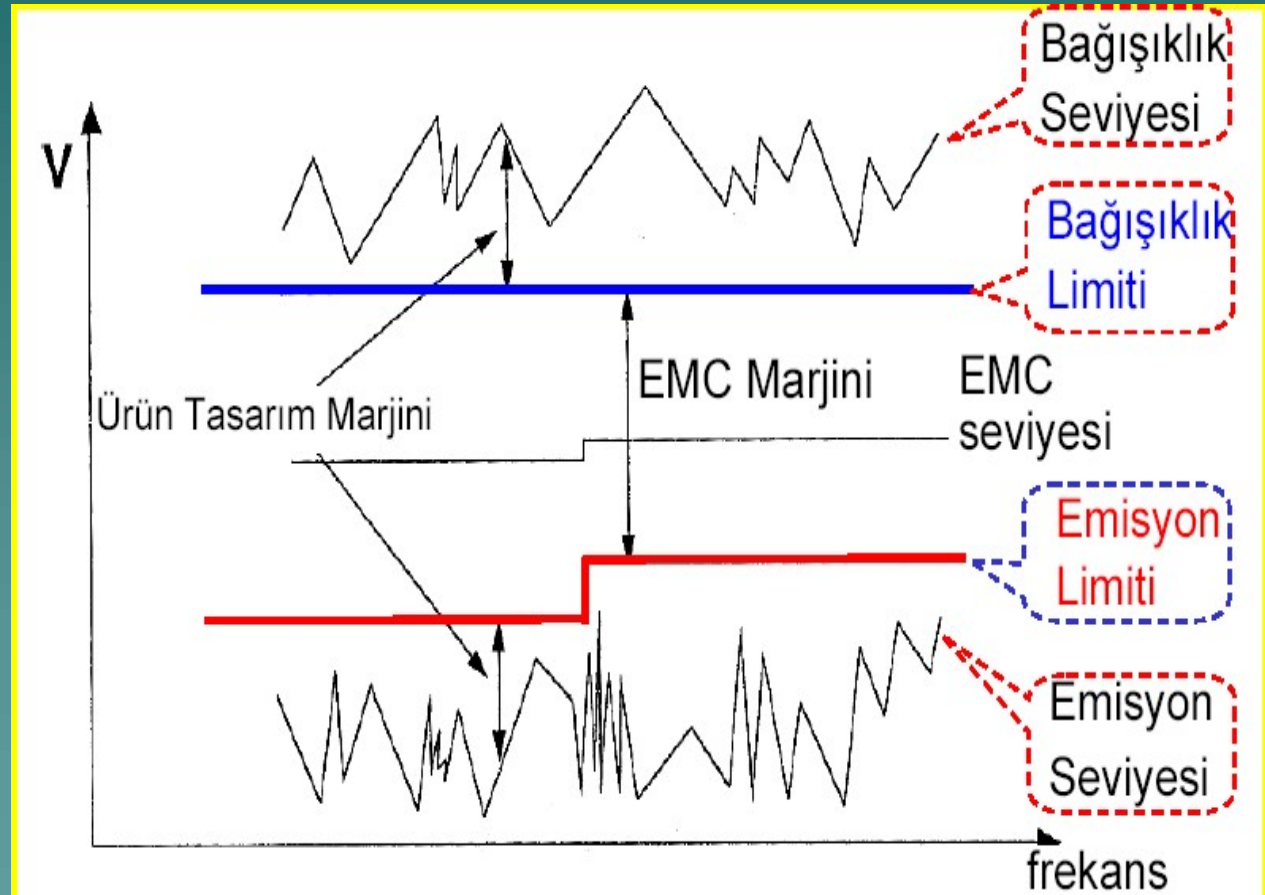
- ◆ EMC testlerinde önemli olan ölçü cihazının ekrandaki gerilim ya da güç değeri değildir.
- ◆ Önemli olan bu değerlerin ortamdaki hangi gerçek EM etkiyi ne derece doğrulukla verdiği.
- ◆ EMC ölçüleri ve testleri zaman ve frekans domeninde yapılır.
- ◆ Emisyon (yayımlım) testleri frekans domeninde gerçekleştirilirken,
- ◆ Bağışıklık testleri ise daha çok zaman domeninde
- ◆ yapılır

EMC Test ve Ölçüleri Sınırlamalar

◆ EMC çözüm teknikleri ve aşamaları:

- Proje
- Tasarım
- Üretim
- Test
- Kalite kontrol

- ◆ Bu aşamalarda değişik seçenekler problemlerin erken çözümünü sağlar



Şekil-16: EMC sızıntı ve bağışıklık limitleri

EMC Test ve Ölçüleri

EMC yönetmeliği

- ◆ EMC sorunu, AB komisyonu tarafından 1989 yılında 336 sayılı kararla yönetmelik altına alınmıştır.
- ◆ Bu yönetmeliğin amaç bölümü;

“İletişim cihazları ve diğer elektrikli-elektronik sistemlerin yaydıkları elektromanyetik bozulma seviyeleri ile hem kendi çalışmasını, hem de diğer cihazların çalışmasını engellemeyecek; kendisi de diğer bozulmalardan etkilenmeyecek şekilde yeterli seviyede yapısal bağışıklığa sahip olarak ve elektromanyetik bozulmalardan korunmuş olarak imal edilmelerini...”

şeklinde ifade edilmektedir.

- ◆ Ayrıca bu yönetmelikte... ⇒

EMC Test ve Ölçüleri

EMC yönetmeliği

- ◆ 89/336/AT/Bölüm 4 - a,f,g maddeleri)
- ◆ **Elektromanyetik bağışıklık(immunity):** Elektromanyetik bozulmanın olması halinde, bir cihazın, teçhizat veya sistem ünitesinin kaliteyi düşürmeden çalışabilme yeteneği
- ◆ **Elektromanyetik bozulma(EMI):** Bir teçhizat veya sistem ünitesinin ya da bir cihazın performansını azaltabilen elektromanyetik olay ve elektromanyetik gürültü, istenmeyen sinyal ya da ortamdaki yayılım özelliğindeki değişiklik
- ◆ **Elektromanyetik uyumluluk(EMC):** Bir cihazın, teçhizat veya sistem ünitesinin kendi elektromanyetik ortamında, bu ortama tolerans dışı elektromanyetik bozulmaya yol açmadan ve belirli bir seviyedeki elektromanyetik bozulmalardan etkilenmeden çalışabilme yeteneği.

EMC Test ve Ölçüleri işareti

- ◆ EMC test ve ölçmeleri, yukarıda anılan yönetmeliğin gereklerinin yerine getirilip getirilmediğinin bir uygunluk değerlendirmesi olarak da anılmalı.
- ◆ Elektrikli cihazlar üreten bir üretici, ürününe CE işaretini iliştiirmişse, bu onun hem CE yönetmeliğinin hem de EMC yönetmeliğinin temel gereklerini yerine getirdiği anlamını taşır.
- ◆ Yani ürün CE işareti ile;
insan sağlığı, can ve mal güvenliğinin korunması gibi temel gereklerin yanı sıra EMC yönetmeliğinin amaç maddesinde belirtilen direktifleri de yerine getirdiğini deklare eder.

EMC Test ve Ölçüleri



işareti

- ◆ CE sürecinde kısa kısa
Kendi başına işaretleme
 - i) Ürüne ilişkin standart belirlenir
 - ii) Ürüne özel standart yoksa genel standart kullanılır
 - iii) Bu standarda göre ürün test edilir veya test ettirilir
(Mevcut merkezde ya da harici laboratuvarlarda test edilebilir)
 - iv) Temel gereklerin sağlandığı doğrulanır ya da doğrulattırılır
 - v) Uyumluluk deklare edilir
 - iv) Ve ürüne CE markası basılır
 - v) Standartlar değiştikçe testler tekrarlanır

Basit ve ucuzdur. Karmaşık cihazlara uygulanamayabilir

EMC Test ve Ölçüleri



işareti

◆ Uzman ve yetkili kuruluşa işaretletme

- i) Yetkili kuruluşla temasa geçilir
- ii) Teknik Yapılanma Dosyası (TYD) hazırlanır
 - Cihaz tanımı yapılır
 - Test planı hazırlanır
- iii) Ürüne özel standart yoksa genel standartlar kullanılır
- iv) TYD'de belirlenen test planına uygun olarak testler yapılır
- v) Uzman kuruluş sonuçları kontrol eder
- vi) Yetkili(uzman) kuruluş yeterlilik belgesini verir
- vii) Üretici ya da temsilci deklarasyonu imzalar
- viii) Ve ürüne **CE** markası basılır

Daha pahalı ve karmaşıktır, karmaşık cihazlara uygulanır. Standartların değişmesi durumunda yeniden test edilmesi zorunluluğu yoktur.

