

iyonlaştırıcı Olmayan Radyasyon Bulunan İř Yerlerinde Risk Deęerlendirmesi

Doç. Dr. A. Oral Salman

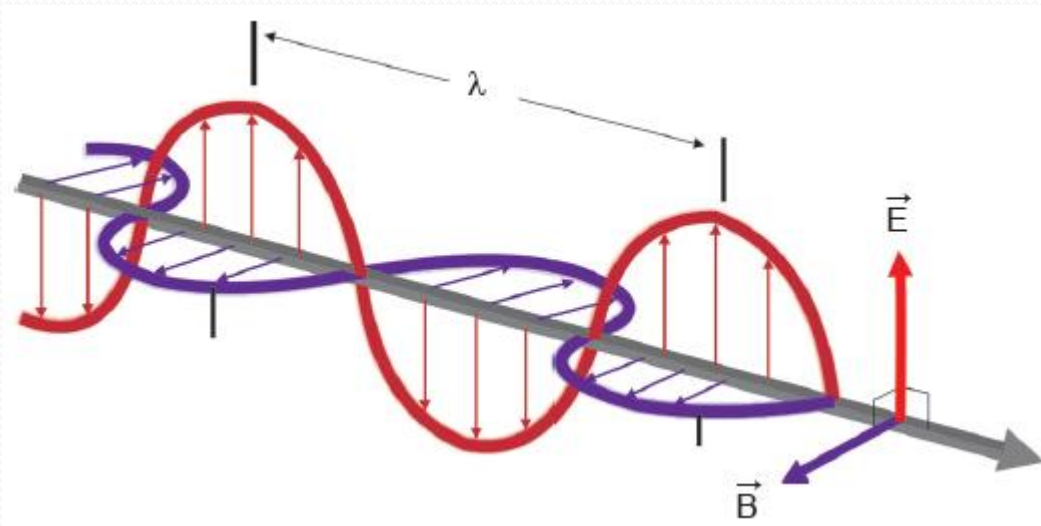
Kocaeli Üniversitesi

Elektronik ve Haberleşme Mühendisliği

Sunum Başlıkları:

- Biraz Fizik: Elektromanyetik Dalgalar, EM Spektrum, EMD'lerin Enerjisi, EMD'lerin maddeyle etkileşimi
- İyonlaştırmayan ve İyonlaştıran Işıma
- EMD'nin Canlı Üzerindeki Etkileri
- Haberleşme Frekansları
- Radar Frekansları (Bantları)
- İyonlaştırıcı Olmayan Radyasyonun Biyolojik Etkileri
- Haberleşme Frekansları, Radar Frekansları (Bantları)
- SAR
- Türkiye'de İyonlaştırıcı Olmayan Radyasyon Yönetmelikleri ve Sınır değerleri
- Güvenlik Sertifikası ve güvenli Mesafesi
- Ölçüm Cihazları
- Avrupa Birliği 2013/35/EU Yönetmeliği
- Örnek Ölçümler

Biraz Fizik: Elektromanyetik Dalgalar



$$f = c/\lambda$$

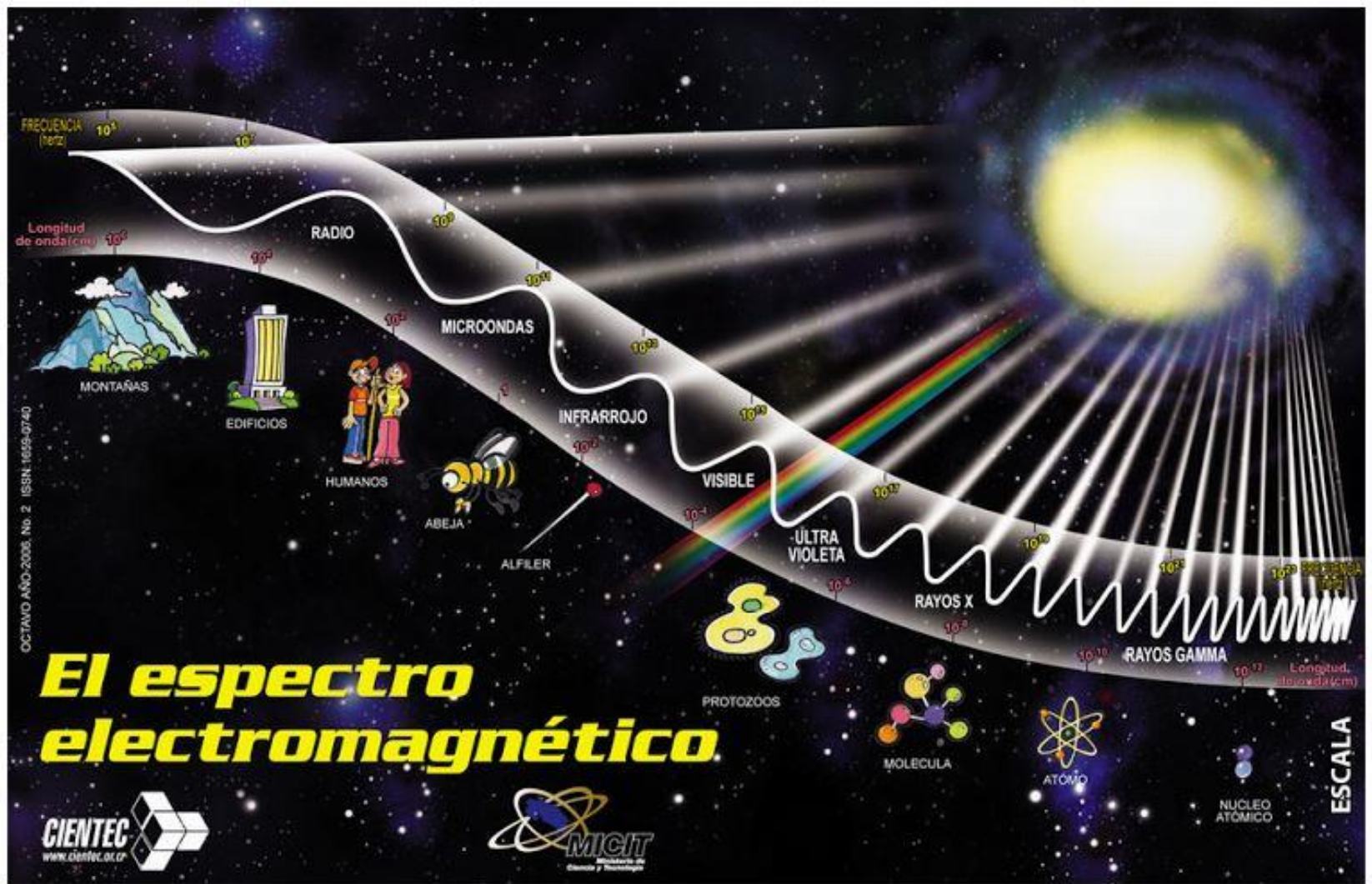
$$c = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$$

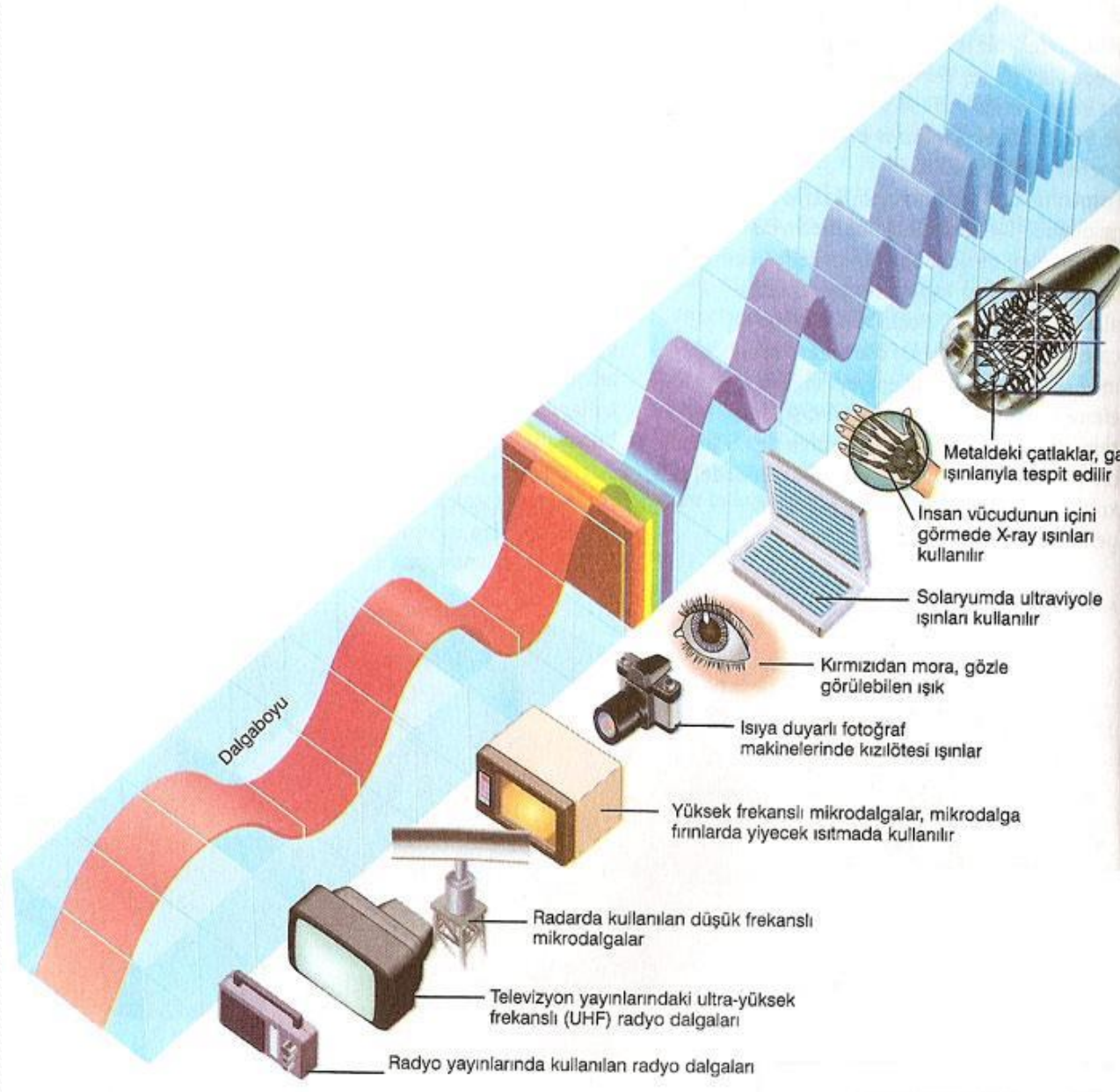
FM Radyo:

$$f = 100 \text{ MHz} = 10^8 \text{ Hz}$$

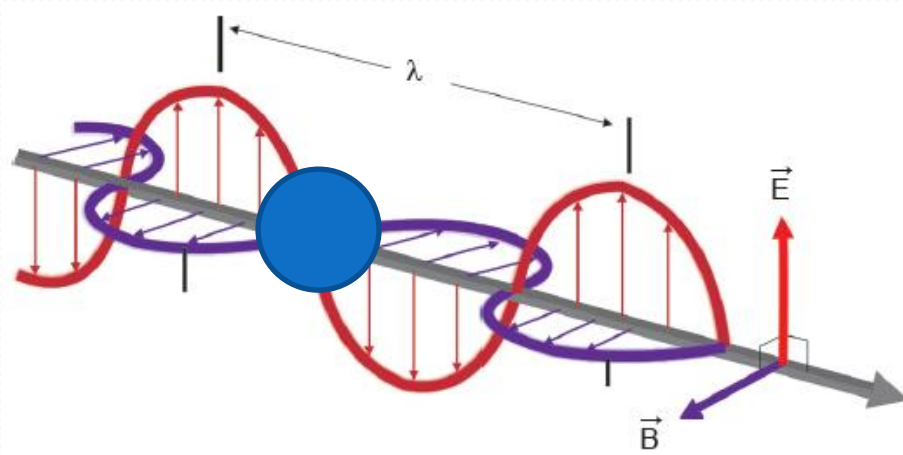
$$\lambda = (3 \times 10^8) / (10^8) \\ = 3 \text{ m}$$

Elektromanyetik Spektrum





Elektromanyetik Dalganın (Fotonun) Enerjisi



$$E = \frac{hc}{\lambda}$$

$$f = c/\lambda$$

$$E = h \cdot f \quad [\text{J}]$$

$$h = 6,63 \times 10^{(-34)} \quad [\text{J}\cdot\text{s}]$$

$$E = h \cdot f / e \quad [\text{eV}]$$

$$= 4,14 \times 10^{(-15)} \cdot f$$

$$e = 1,6 \times 10^{(-16)} \quad [\text{C}]$$

Mikrodalgalar

$$f = 1 \text{ GHz} = 10^9 \text{ Hz}$$

$$E = 4,14 \text{ } \mu\text{eV}$$

UV

$$f = 10^{16} \text{ Hz}$$

$$E = 41,4 \text{ eV}$$

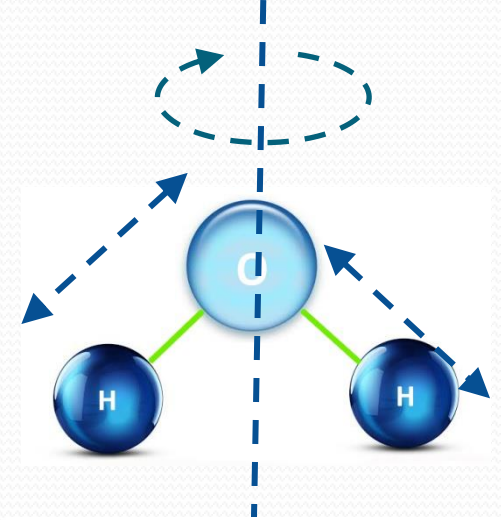
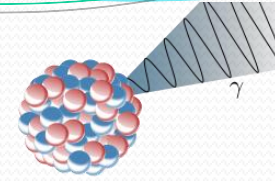
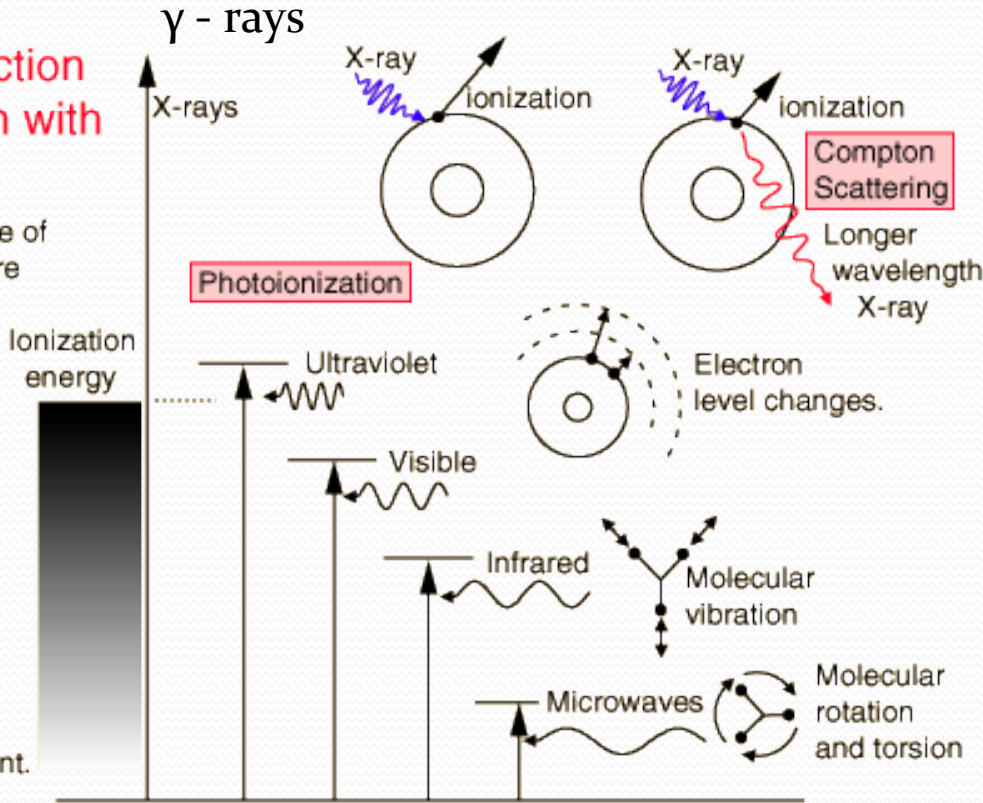
Elektromanyetik Dalganın Maddeyle Etkileşimi

The interaction of radiation with matter.

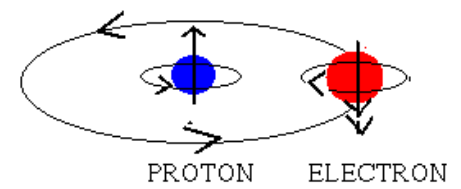
Click on any type of radiation for more information.

Large number of available energy states, strongly absorbed.

Small number of available states, almost transparent.

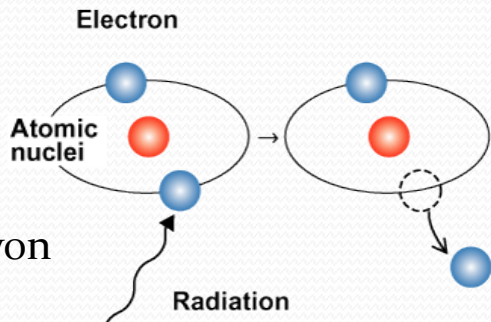


Hydrogen Atom Spins in OPPOSITE Directions

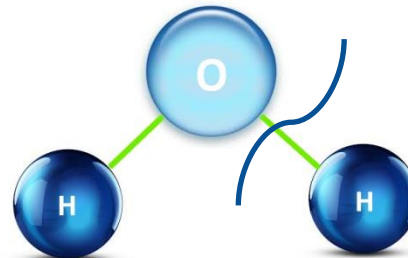


PROTON ELECTRON

İyonizasyon

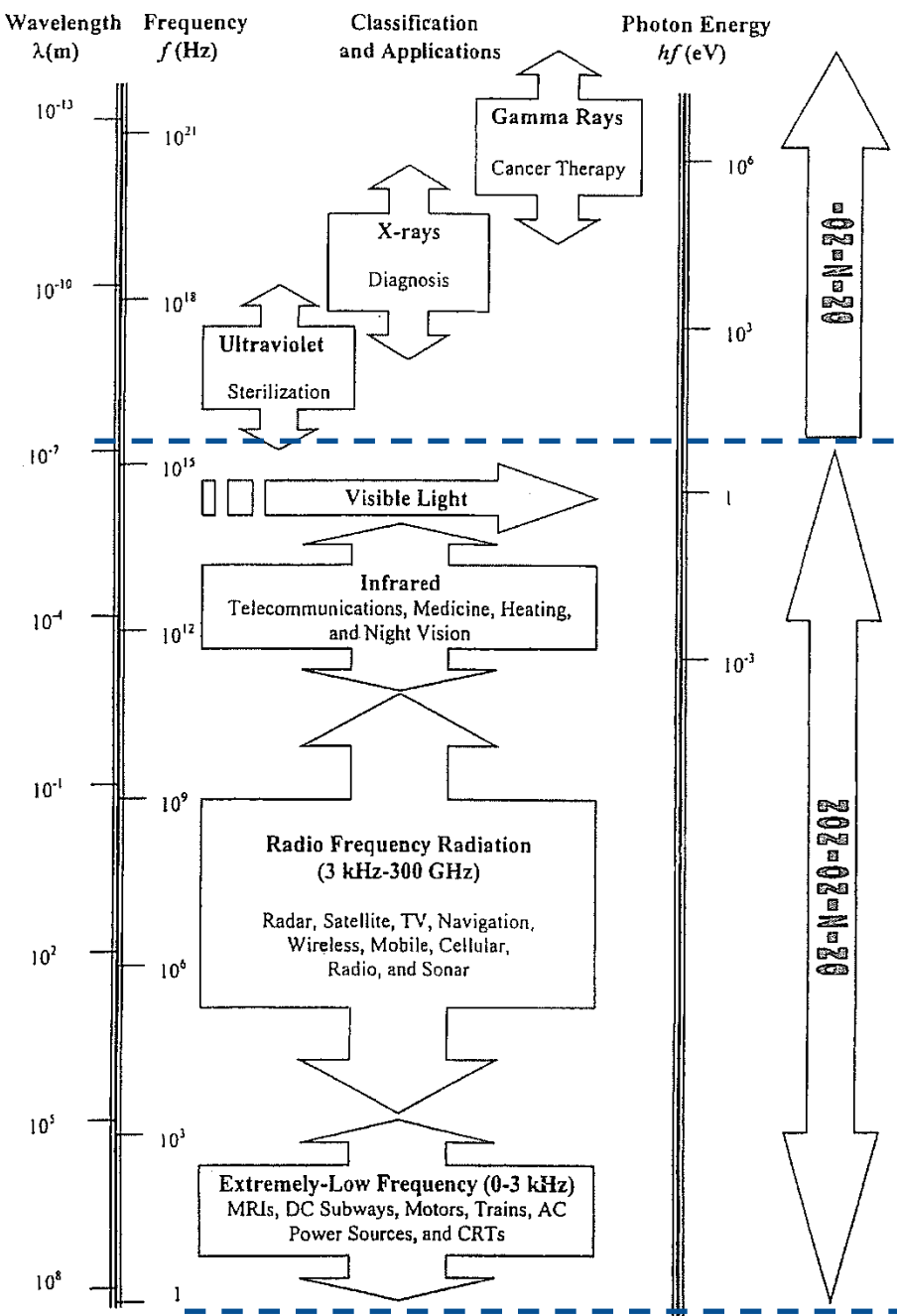


RF



Kimyasal Bağın Kopması

OH serbest Radikali



UV'nin yüksek frekans kısmı + X-ışınları + Gamma Işınları + Alfa Beta Parçacıkları

$\lambda = 400 - 100 \text{ nm}$
UV : A, B, C

Hidrojen atomu iyonlaşma enerjisi !

$E > 12 - 13.6 \text{ eV} (90 - 100 \text{ nm})$

700 nm - 400 nm VIS

$\lambda = 300 \text{ GHz} (1000 \text{ nm}) - 700 \text{ nm}$
IR : Near, Far, Far / LWIR, MIWR, SWIR

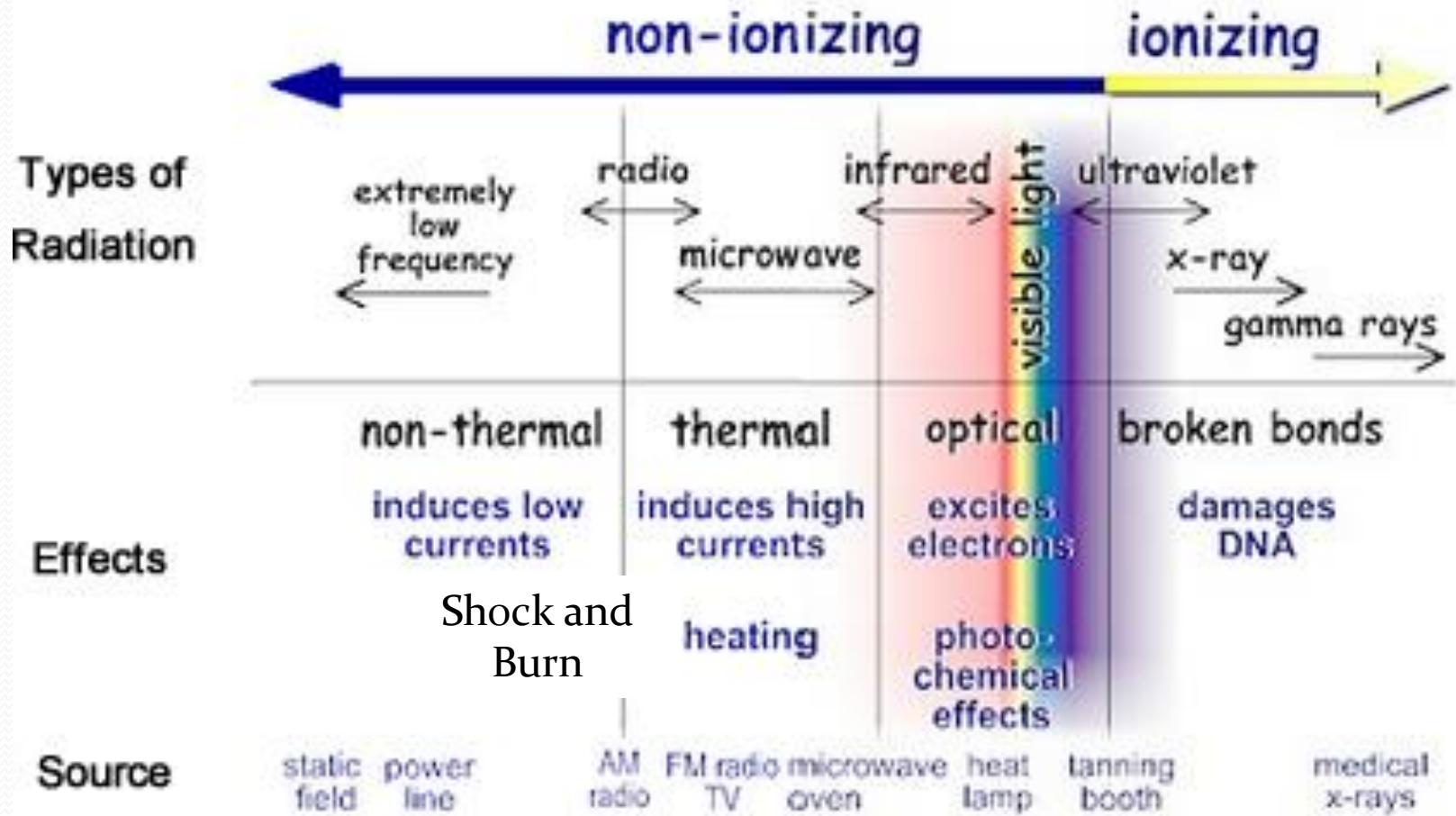
VIS, IR, μ -dalgalar, RF, DC.

3 kHz - 300 GHz RFR
RF ve Mikrodalgalar

DC - 3 kHz ELF
Statik Alan ve Elektrik Dalgaları

DC $f = 0 \text{ Hz}$

Types of Radiation in the Electromagnetic Spectrum



Shock and Burn

Haberleşme Frekansları



- 10 kHz – 300 GHz Elektromanyetik Dalgalar ile Haberleşme
- Fiber Optik : Yakın IR ile haberleşme.



3–30 kHz	100–10 km	Very low frequency	VLF	
30–300 kHz	10–1 km	Low frequency	LF	AM Uzun Dalga
300 kHz – 3 MHz	1 km – 100 m	Medium frequency	MF	AM Orta Dalga
3–30 MHz	100–10 m	High frequency	HF	HF-Radar, uzun erimli Amatör telsiz
30–300 MHz	10–1 m	Very high frequency	VHF	FM, TV, telsiz
300 MHz – 3 GHz	1 m – 10 cm	Ultra high frequency	UHF	TV, mikrodalga fırın, cep telefonu, wi-fi, bluetooth,
3–30 GHz	10–1 cm	Super high frequency	SHF	WLAN, GPS, Radar, Telsiz
30–300 GHz	1 cm – 1 mm	Extremely high frequency	EHF	Mikrodalga Radar, Uydu Haberleşmesi

↓ Milimetre Dalga

↓ Mikrodalgalar

↓ Milimetre Dalga Radarı, Mm dalga Haberleşme , Radyo astronomi

Radar Frekansları (Bantları)

metrik, santimetrik,
milimetrik dalgalar

Radar Band	Frequency (GHz)	Wavelength (cm)
Millimeter	40 to 100	0.75 to 0.30
Ka	26.5 to 40	1.1 to 0.75
K	18 to 26.5	1.7 to 1.1
Ku	12.5 to 18	2.4 to 1.7
X	8 to 12.5	3.75 to 2.4
C	4 to 8	7.5 to 3.75
S	2 to 4	15 to 7.5
L	1 to 2	30 to 15
UHF	0.3 to 1	100 to 30



İyonlaştırıcı Olmayan Radyasyonun Biyolojik Etkileri ELF (DC – 3KHz):

- DC Manyetik Alanlar : Vücut yüzeyinde elektrik yükü birikimi, MRI'da gözde beneklenme.
- Elektrik Güç Hatları (50 Hz):
 - Yüksek gerilim ve dağıtım hatları.
 - Ev ve ofislerdeki güç şebekeleri.
 - Kol bacak akımları.
 - Lenfoma?

50 Hz – 3 kHz:

Vücutta oluşan elektrik akımları

İyonlaştırıcı Olmayan Radyasyonun Biyolojik Etkileri RFR (3 kHz – 300 GHz):

- Termal Etkiler:
Dokunun ısınması , SAR ile hesaplanır.
Gözler, Testisler, beyin tehdit altında
Katarakt, Sperm Kalitesi, Baş ağrısı, dönmesi, kusma, bayılma.
 - Termal Olmayan Etkiler:
 - İndüklenmiş Akımlar (Kol bacak akımları): his, acı, şok, bayılma.
 - Kanser ? Melatonin seviyesindeki azalmaya bağlı kanserojen maddelerin artışı, hormon değişiklikleri
- Çevredeki metallere tutunma sonucu ellerde yanma
- Patlayıcı gazların alevlenmesi .

EMD'ya Maruziyette Önemli Faktörler:

- E/H Alan Şiddeti
 - Maruziyet Süresi
 - Kaynaktan Olan Mesafe
- } Güç

ELF ve RFR Dozimetresi

SAR (Specific Absorbtion Rate)

$$SAR = (\sigma \cdot E^2) / d \quad [W/kg]$$

Ortamin İletkenliği ρ 'nin yoğunluk [kg/m³]
EMD'nin elektrik alan bileşeni [V/m]

EMD'nin ısıtma etkisini dikkate alır. Sınır değeri : 2 W/kg
Tüm vücut ve vücut parçaları için farklı.

Objenin Rezonans Boyları ($L \sim n\lambda / 2$) için soğurma çok artar. Örn tüm vücut için ~ 80 MHz, Kafa için ~ 900 MHz (GSM)

Türkiye’de İyonlaştırıcı Olmayan Radyasyon Yönetmelikleri ve Sınır değerleri : ELF (DC – 3KHz)

- ELF için herhangi resmi bir yönetmelik bulunmamaktadır.

Özellikle İletim hatları ev ve ofislerde böyle bir çalışmaya ihtiyaç var.

DC-300 GHz aralığındaki EMD maruziyetini İşçiler ve Çalışanların emniyetleri için yapılmış olan Avrupa Birliği 2013/35/EU sayılı Karar.



Türkiye'de İyonlaştırıcı Olmayan Radyasyon Kanun ve Yönetmelikleri : RFR (3 kHz – 300 GHz)

- 10.11.2008 tarih 5809 sayılı Elektronik Haberleşme Kanunu
- 21.04.2011 tarih ve 27912 sayılı Yönetmelik "Elektronik Haberleşme Cihazlarından Kaynaklanan Elektromanyetik Alan Şiddetinin Uluslar Arası Standartlara Göre Maruziyet Limit Değerlerinin Belirlenmesi, Kontrolü Ve Denetimi Hakkında Yönetmelik"
- 5W'ı geçen 10 kHz - 60 GHz arasında çalışan tüm alıcı/verici sistemleri: baz istasyonları, TV FM Vericileri, Telsiz sistemleri, Radarlar için BTK'dan bir Güvenlik sertifikası alınması gerekiyor.

Türkiye’de İyonlaştırıcı Olmayan Radyasyon Yönetmelikleri ve Sınır değerleri : RFR (3 kHz – 300 GHz)

ICNRP Limitlerine
Dayanır

Tablo-1 Ortam ve tek bir cihaz için belirlenen limit değerler.

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 ²)	
	Tek cihaz için limit değeri	Ortamin toplam limit değeri	Tek cihaz için limit değeri	Ortamin toplam limit değeri	Tek cihaz için limit değeri	Ortamin toplam limit değeri	Tek cihaz için limit değeri	Ortamin 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	22f ^{1/2}	87f ^{1/2}	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
400-2 000	0,341 f ^{1/2}	1,375 f ^{1/2}	0,0009 f ^{1/2}	0,0037 f ^{1/2}	0,001 f ^{1/2}	0,0046 f ^{1/2}	f/3 200	f/200
2 000-60 000	15	61	0,04	0,16	0,05	0,2	0,625	10

f= frekans (MHz)

Yönetmeliğe Göre Güvenlik Mesafesi

$$d = \frac{\sqrt{30 \cdot P \cdot 10^{G/10}}}{E} \text{ (metre)}$$

P: Cihaz çıkış gücünü (Watt),

G: Anten kazancını (dBi),

E: Elektrik alan limit değerini (Volt/metre),

d: Güvenlik mesafesini (metre)



Örneğin $f=900$ MHz GSM frekansında çalışan $P = 10$ W gücünde $G = 15$ dBi kazançlı tek bir anteni olan baz istasyonu için güvenlik mesafesi nedir? ($E = 10.23$ V/m)

$$d = 53 \text{ m.}$$

BU BAZ İSTASYONUNA YAKLAŞILACAK MINIMUM MESAFEDİR.

Güvenlik Sertifikası Nasıl Alınır?

Vericiyi İşletecek Kurum BTK'ya anten gücü, paterni, güvenlik mesafesi hesabı, verici lokasyonu gibi bilgileri içeren belgelerle başvurur

Ardından ölçüm yetki belgeli bir ölçüm firması E-Alan ölçümünü yapar ve yerleşim yerlerinin güvenlik mesafesinden uzakta olmadığını teyit eder

BTK herşeyi uygun bulursa Güvenlik Sertifikasını İşleticiye verir.

E-Alan Ölçümünü Kim Yapabilir ?

- Ölçümler; üniversitelerin; elektrik-elektronik, haberleşme, fizik mühendisliği, fizik lisansı veya elektromanyetik dalgalar ile ilgili dersleri alarak teknik bölümlerin birinden veya meslek yüksek okulu ile liselerinin elektrik, elektronik haberleşme teknolojisi (telekomünikasyon, haberleşme, haberleşme teknolojisi, elektronik haberleşme), elektronik teknoloji (elektrik-elektronik, elektrik elektronik teknikerliği, elektronik, endüstriyel elektronik) bölümlerinden mezun olan personel tarafından yapılır.

•Ölçüm işlemleri BTK tarafından verilen eğitime katılarak "ölçüm sertifikası" almış olan personel tarafından yapılır.

Ölçümü yapacak firma da 2 yıllığına geçerli BTK tarafından verilen Ölçüm yetki belgesi ne sahip olmalıdır bu belgeyi alabilmek için kalibrasyonlu ve kabul edilen bir cihaz olması şartı aranır

Ölçüm Cihazları



Ortamın Toplam Elektrik Alanını Ölçer



Spektrum Analizör Özellikli Cihaz

RFR Frekanslarındaki Bazı Vericiler ve Frekansları

- ⊕ GSM (900 Mhz---1800 Mhz)
- ⊕ UMTS 2100 (2100 MHz)
- ⊕ 4.5 G (2400 MHz)
- ⊕ Radyo (88 MHz-108 MHz)
- ⊕ TV (174-230 MHz VHF Bandı,
- ⊕ 470-862 MHz UHF Bandı)

T.C.
BİLGİ TEKNOLOJİLERİ VE İLETİŞİM KURUMU

GÜVENLİK SERTİFİKASI

Sertifika No : **BTK 0105005987**

İşletici/İşletmeci Adı : **TURKCELL İLETİŞİM HIZM. A.S.**

Sabit İstasyonun Adresi : **31 NOLU ADA 92 NOLU PARSEL ÇİLEHANE MEVKİİ**

HACİBEKTAŞ/NEVŞEHİR

Koordinatlar : **N: 38° 55' 51.10" E: 34° 34' 05.50"**

Elektronik Haberleşme Sistemi : **Hücresel Sistem**

Antenin Yerden Yüksekliği (m) : **72.4 27.4**

Anten Kazancı (dB) : **16.00 16.00**

Max Güç (W) : **5.01 7.94**

Sistemin Frekansı (MHz) : **900.0000 900.0000**

Güvenlik Mesafesi : **7.56 9.52** (m) dir.

Bu Güvenlik Sertifikası, yukarıda belirtilen sistemin 10/11/2008 tarihli ve 5809 sayılı Elektronik Haberleşme Kanununa istinaden yayımlanan “Elektronik Haberleşme Cihazlarına Güvenlik Sertifikası Düzenlenmesine İlişkin Yönetmelik” e uygun bulunduğunu gösterir.

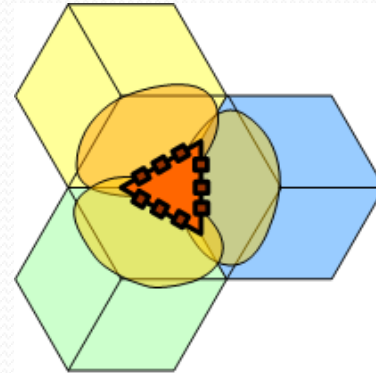
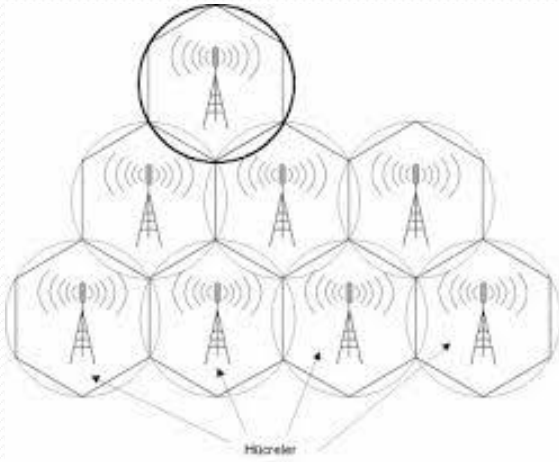


22.06.2009
Onay
[Signature]
İsmail KARAYILAN
Bölge Müdürü

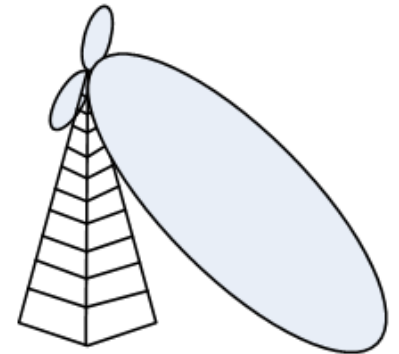
Yanlış Kurulumlar



Baz İstasyonu Petek Yapısı



(a)



(b)

Avrupa Birliği 2013/35/EU Yönetmeliği

- Bu yönetmelik İş ve İşçi Sağlığı için ortam şartlarının ölçülerek belli limitlerin altında kalmasını garanti eder.
- Düzenli ölçümlerin yapılmasını düzenler
- Eğer limitlerin geçildiği durumlar varsa gerekli iyileştirmelerin yapılmasını sağlar.
- Çalışanlara gerekli eğitimlerin yaptırılmasını düzenler.

Türkiye'de Bu tip Ölçümler Halihazırda Yapılıyor mu?

- Henüz belli bir yasal düzenleme yapılmadı.
- Ancak bazı özel firmalar işyerlerinin talep etmesi durumunda bu tip ölçümler yapıyorlar.

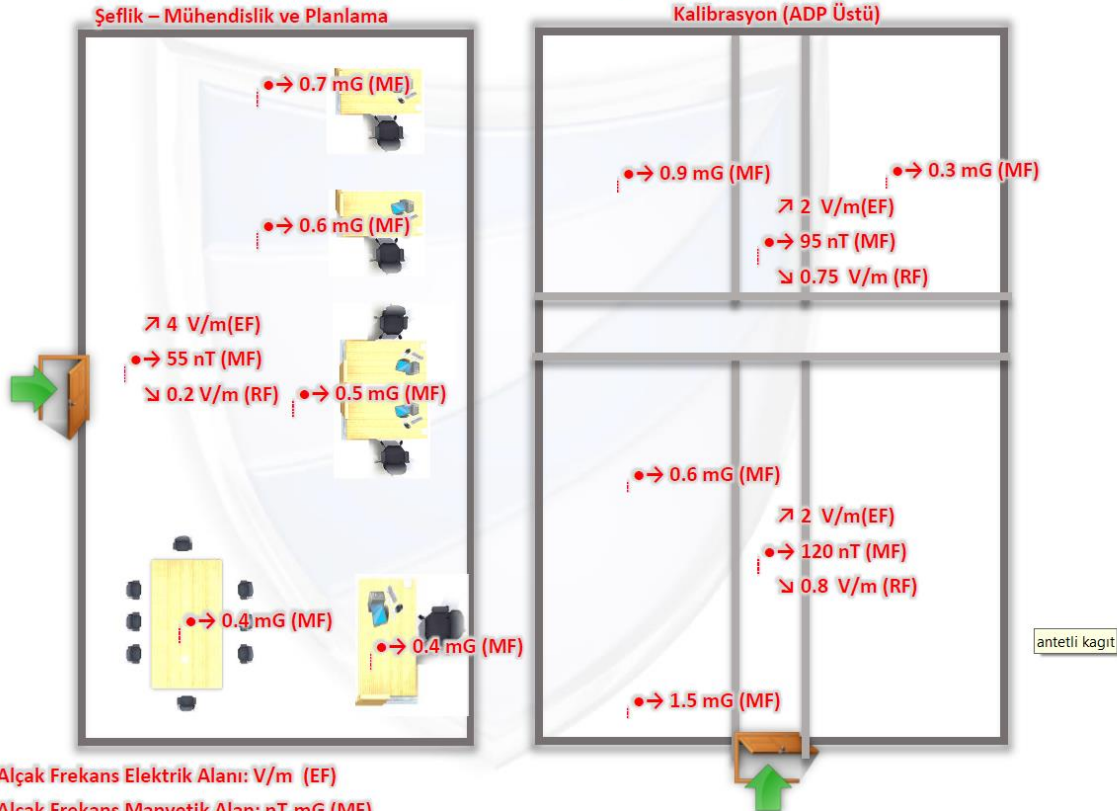
Bir Firmanın Gerçekleştirdiği Ölçümlerden Birer Örnek

0887-01946-THY-Teknik-SAW (2).pdf - Adobe Acrobat Reader DC

Dosya Düzenle Görünüm Pencere Yardım

Ana Sayfa Araçlar 0887-01946-THY-Te... x

5 / 27 %127



*Alçak Frekans Elektrik Alanı: V/m (EF)

*Alçak Frekans Manyetik Alan: nT,mG (MF)

*Yüksek Frekans Elektromanyetik Alan : V/m (RF)

PDF'yi Dışa Aktar

47% +0.1K/s +0.1K/s

PDF'yi Düzenle

Yorum Yap

Dosyaları Birleştir

Doldur ve İmzala

Daha Fazla Araç

360 TOTAL SECURITY

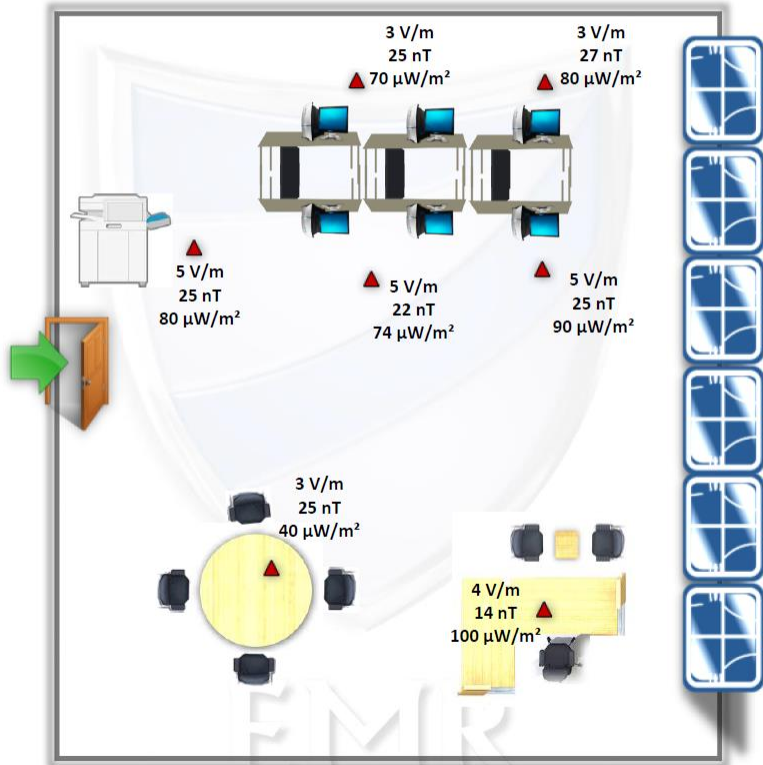
(G) 5G/7.2G

Document Cloud'da dosya saklayın ve pay

Daha Fazla Bilgi

Krokiler

Güvenlik Personel Odası - 2. Kat



Değerlendirmeler

Yüksek ve Alçak frekans kaynaklarından oluşan elektrik, manyetik ve elektromanyetik

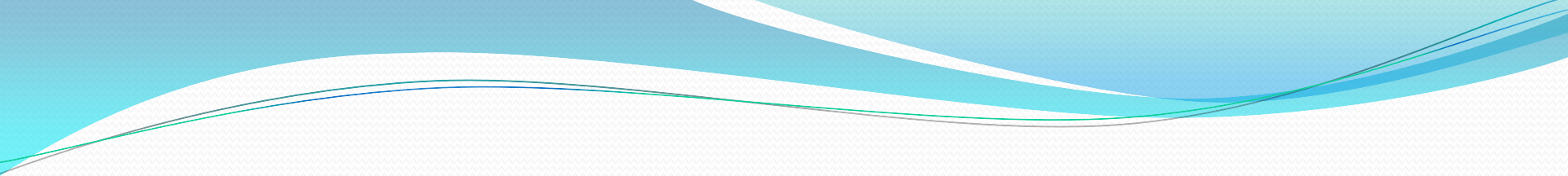
- PDF'yi Dışa Aktar
- 49% 0.1K/s 0.1K/s [İçeriyi Gözet](#)
- PDF'yi Düzenle
- Yorum Yap
- Dosyaları Birleştir
- Doldur ve İmzala
- Daha Fazla Araç

360 TOTAL SECURITY

(G) 5G/7.2G

Document Cloud'da dosya saklayın ve paylaşın

[Daha Fazla Bilgi](#)



Teşekkür Ederim