

İyonize Olmayan Radyasyon ve Biyolojik Etkiler ve Önlemler



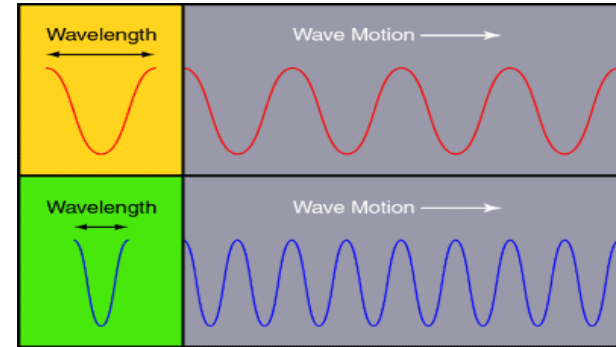
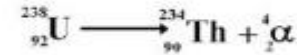
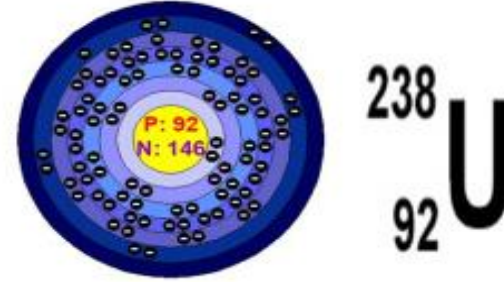
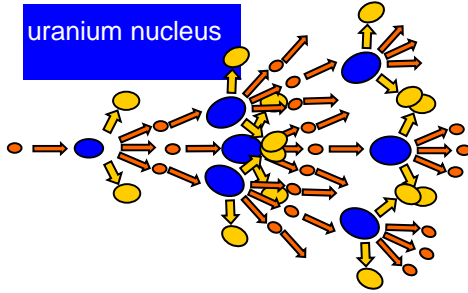
Ondokuz Mayıs Üniversitesi
Tıp fakültesi Biyofizik Anabilim Dalı
Samsun

Doç. Dr. Ayşegül AKAR

SUNUM İÇERİĞİ

- **Elektromanyetik Spektrum ve İyonize Olmayan Radyasyon Çeşitleri**
- **İyonize Olmayan Radyasyon Çeşitlerinin Oluşum mekanizması ve Madde ile Etkileşimleri**
- **Radyofrekans (RF) ve Mikrodalga (MW) frekanslarının madde ile etkileşimi-RF ve MW Frekanslarının Tıpta Uygulamaları, Korunma Ulusal ve Uluslar arası standartlar**
- **Infrared, Mor Ötesi, Laser ve Ultrason Biyolojik Etkileri ve Tıpta uygulamaları**

Radyasyon Nedir?



TANIM:

Noktasal bir enerji kaynağından yarıçaplar doğrultusunda çevreye her türlü kütleli, yüklü, enerjetik veya dalgasal enerji yayılmasına radyasyon (ışınım) denir.

RADYASYON

İYONLAŞTIRICI RADYASYON

PARÇACIK TİPİ

Hızlı elektronlar
Beta parçacıkları
Alfa parçacıkları

Dolaylı iyonlaştırıcı
Nötron parçacıkları

DALGA TİPİ

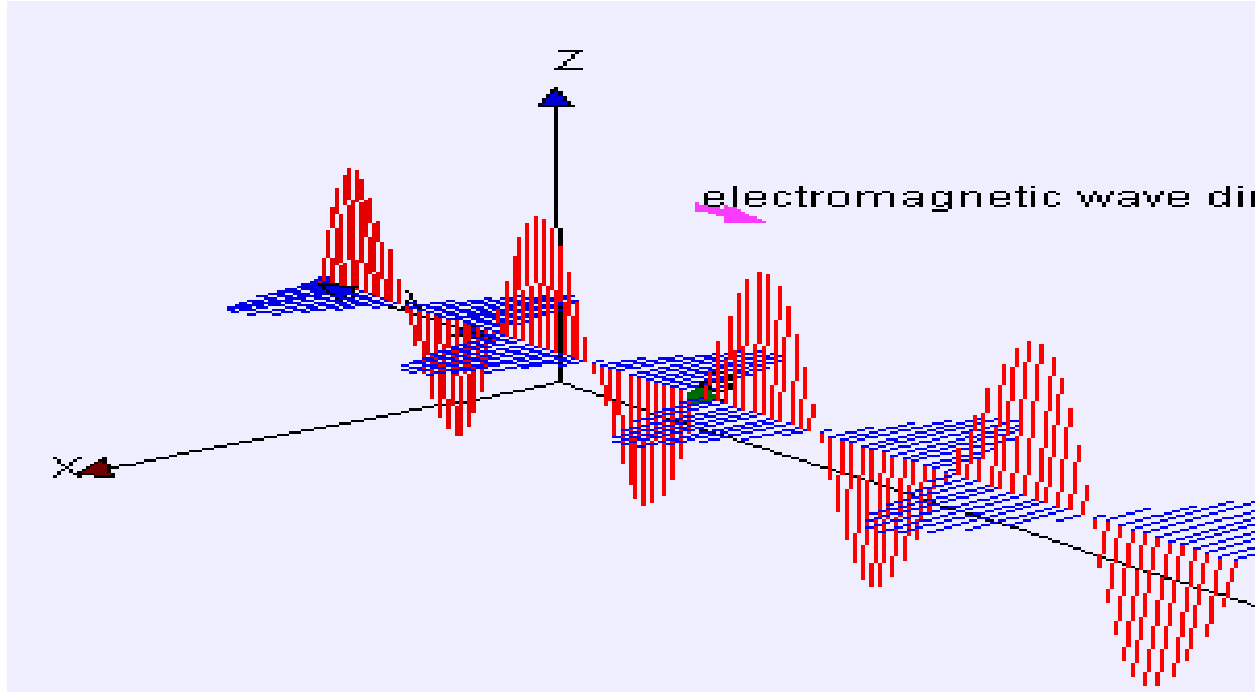
X-ışınları
Gama ışınları

İYONLAŞTIRICI OLMAYAN RADYASYON

DALGA TİPİ

Radyo dalgaları
Mikrodalgalar
Kızılötesi dalgalar
Görülebilir ışık
Ultraviöle

Elektromanyetik Dalga Nedir?

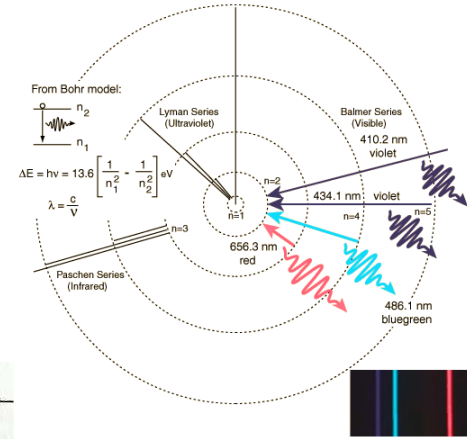


- Zamanla değişen elektrik ve manyetik alanların birbirlerini oluşturarak, bir ortamda yayılmaları sonucunda oluşan dalgalardır. Bir iletken den geçen ve zamanla değişen bir elektrik akımının da etrafında hem elektrik hem manyetik alan oluşur.

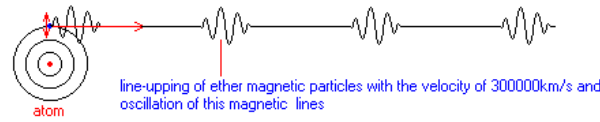
EM Dalga Doğası: Dalga mıdır? Parçacık mıdır? Görüntüye nasıl dönüşür?

$$\lambda = h/p \quad \text{ve} \quad h = 6.62 \cdot 10^{-34} \text{ j.s}$$

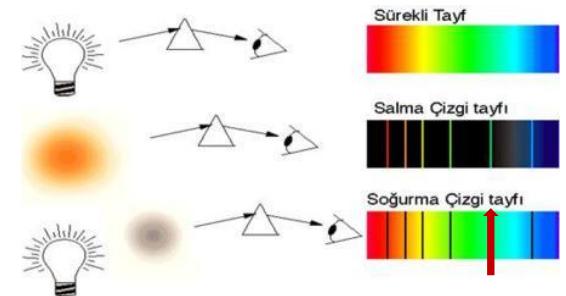
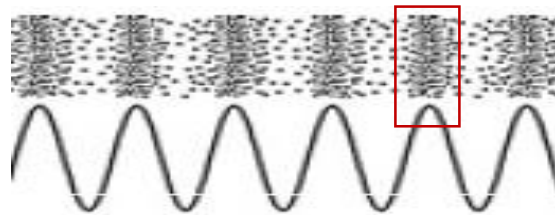
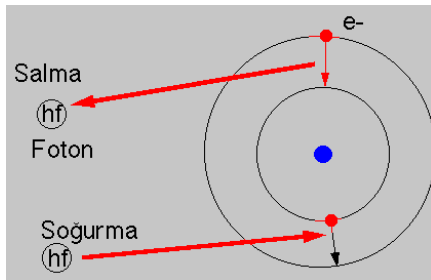
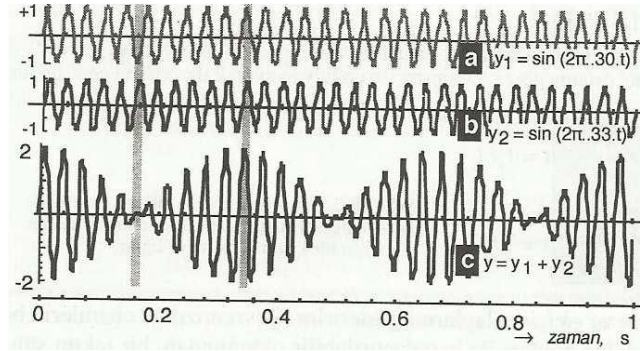
$$E = hf = hc/\lambda$$



Mechanism of light(OML)



The oscillation of an orbital electron in its natural frequency will be perpendicular to the nucleus and the OMLs will be produced perpendicular to the oscillations of the electron.



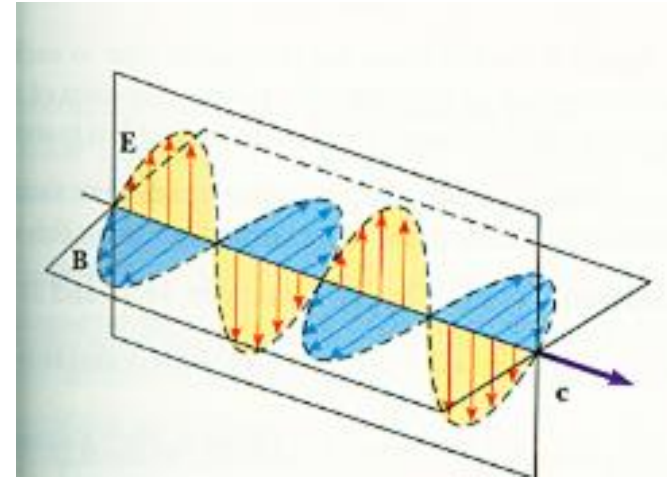
Elektromanyetik Dalga Enerjisi, frekansı ile doğru,
dalga boyu ile ters orantılıdır.

f: frekans (1/sn), c: ışık hızı (m/sn),

λ : dalga boyudur (m)

$$E = h \cdot f = h \cdot (c/\lambda)$$

h= planck sabiti= 6.62×10^{-34} Joule.sn

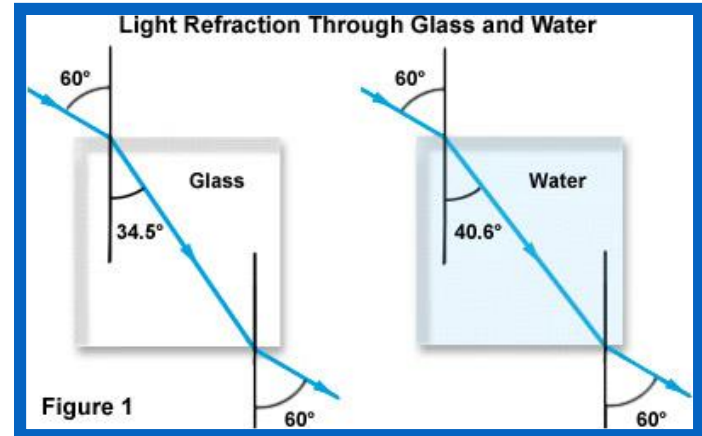
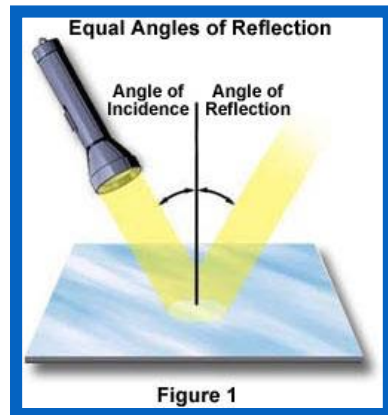


Elektromanyetik Dalga Madde ile etkileşimi

1- Yansıma (refleksiyon),

2- Soğurulma (absorbsiyon) veya zayıflama (atenüasyon)

3-Maddeyi geçebilme (transmisyon) gibi özellikleri gösterilebilmektedir



Elektromanyetik Dalganın Maddesel Ortamda Soğurulma veya Azalma Yasası- Lambert Beer Yasası

Ultrason dalga örneği

Vücut dokuları	Soğurma Katsayısı (dB/cm 1MHz)
Su	0.002
Kan	0.18
Yağ	0.63
Karaciğer	0.5-0.94
Böbrek	1.0
Kas	1.3-3.3
Kemik	5.0

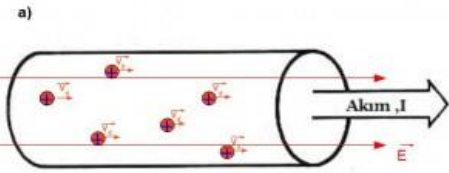
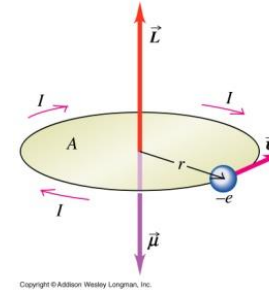
$$I=I_0e^{-\mu x}$$

μ ; ortamın soğurma katsayısı

Elektromanyetik Dalga Fiziksel Parametreleri

1-Elektrik alanı (V/m):

Bir elektrik yükünün başka bir elektrik yükü üzerinde yarattığı çekme veya itme kuvveti etkisini ifade eder.

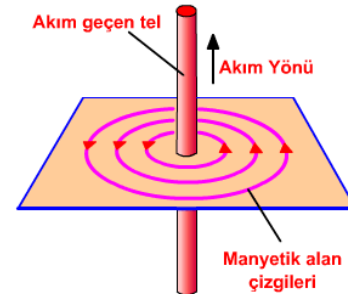


$$\mathbf{F} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Qq}{r^2} \hat{\mathbf{r}} = q\mathbf{E}$$

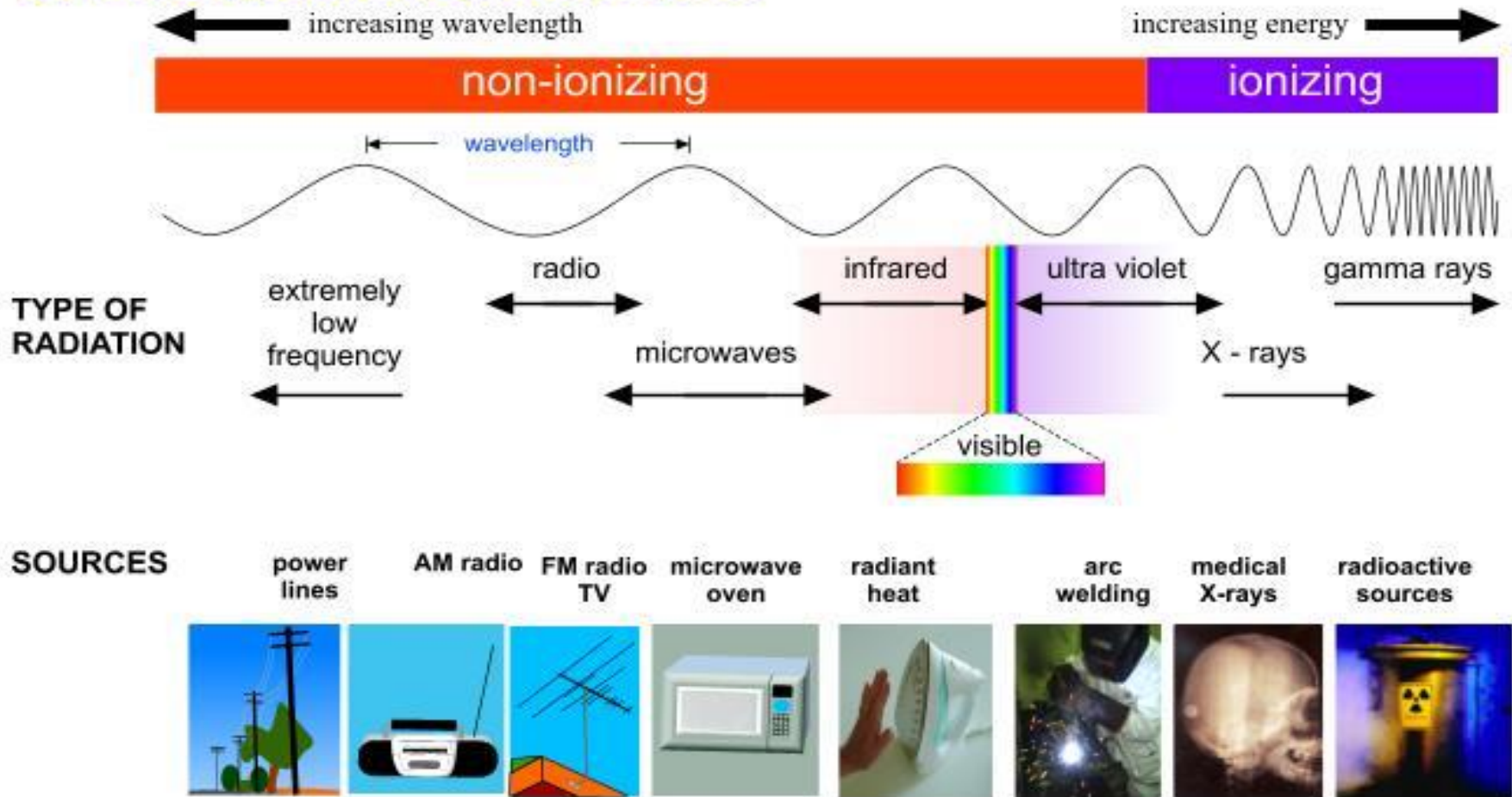
2-Manyetik alan (Tesla veya Gauss): Elektrik yükleri yer değiştirdiğinde, yani bir elektrik akımı sirkülasyonu olduğunda ortaya çıkar.

isim	İntegral (tümlev) denklemleri
Gauss yasası	$\oint_{\partial\Omega} \mathbf{E} \cdot d\mathbf{S} = \frac{1}{\epsilon_0} \iiint_{\Omega} \rho dV$
Manyetizma için Gauss yasası	$\oint_{\partial\Omega} \mathbf{B} \cdot d\mathbf{S} = 0$
Maxwell-Faraday denklemleri	$\oint_{\partial\Sigma} \mathbf{E} \cdot d\mathbf{l} = -\frac{d}{dt} \iint_{\Sigma} \mathbf{B} \cdot d\mathbf{S}$
Ampère yasası (Maxwell denklemi ile)	$\oint_{\partial\Sigma} \mathbf{B} \cdot d\mathbf{l} = \mu_0 \iint_{\Sigma} \left(\mathbf{J} + \epsilon_0 \frac{\partial \mathbf{E}}{\partial t} \right) \cdot d\mathbf{S}$

$$\mathbf{F} = q \cdot \mathbf{v} \times \mathbf{B}$$



THE ELECTROMAGNETIC SPECTRUM



- EM spektrum, EM dalgaların enerji, frekans veya dalga boylarına göre diziliminden oluşur. Spektrumdaki bölgelerin oluşum mekanizmaları da madde ile etkileşim biçimleri de farklılık gösterir

VF ve VLF-Elektromanyetik Spektrum Oluşumu

MANYETİK ALAN OLUŞUMU



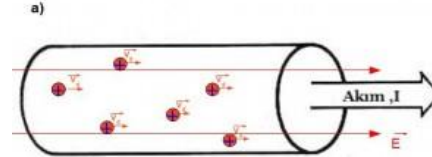
$$\mathbf{F} = q \cdot \mathbf{v} \times \mathbf{B}$$

ELEKTİRİK ALAN OLUŞUMU

Maxwell Denklemleri

- Faraday İndüksiyon Yasası

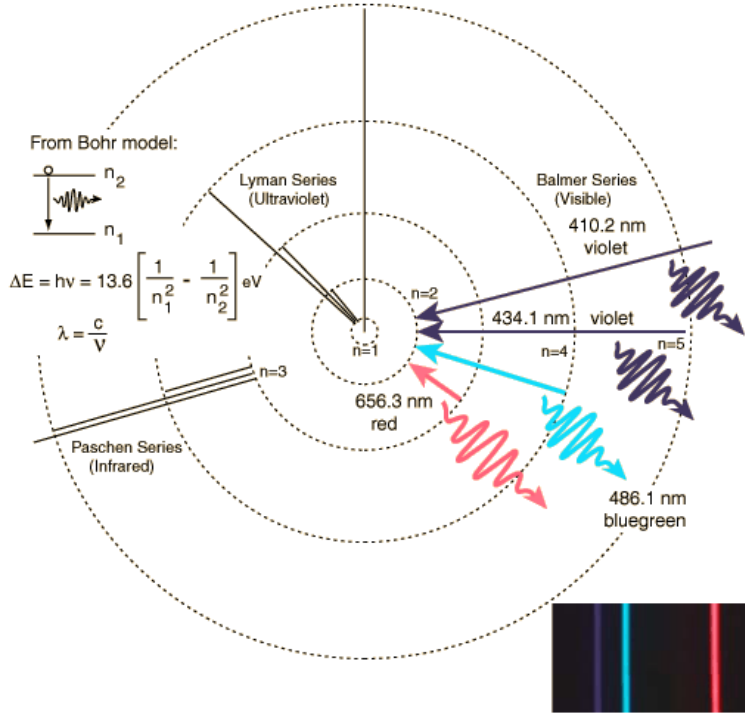
$$\nabla \times \mathbf{E} = - \frac{\partial \mathbf{B}}{\partial t}$$



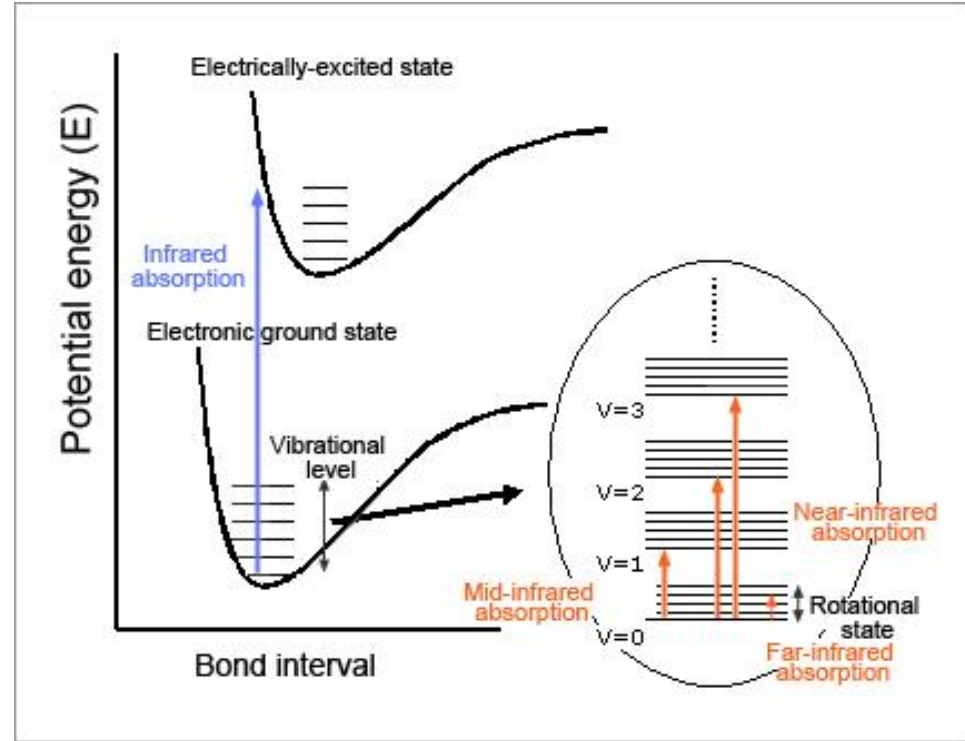
$$\mathbf{F} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Qq}{r^2} \hat{\mathbf{r}} = q\mathbf{E}$$

- Bir iletkenen geçen ve zamanla değişen bir elektrik akımının da etrafında da elektromanyetik alan oluşur. EM dalgaların RF ye kadar olan bu bölümü **Düşük frekans (LF)ve Aşırı düşük frekans (VLF) EM dalgalar** olarak adlandırılırlar

RF, MW, IR, GÖRÜNÜR, UV- Elektromanyetik Spektrum Oluşumu



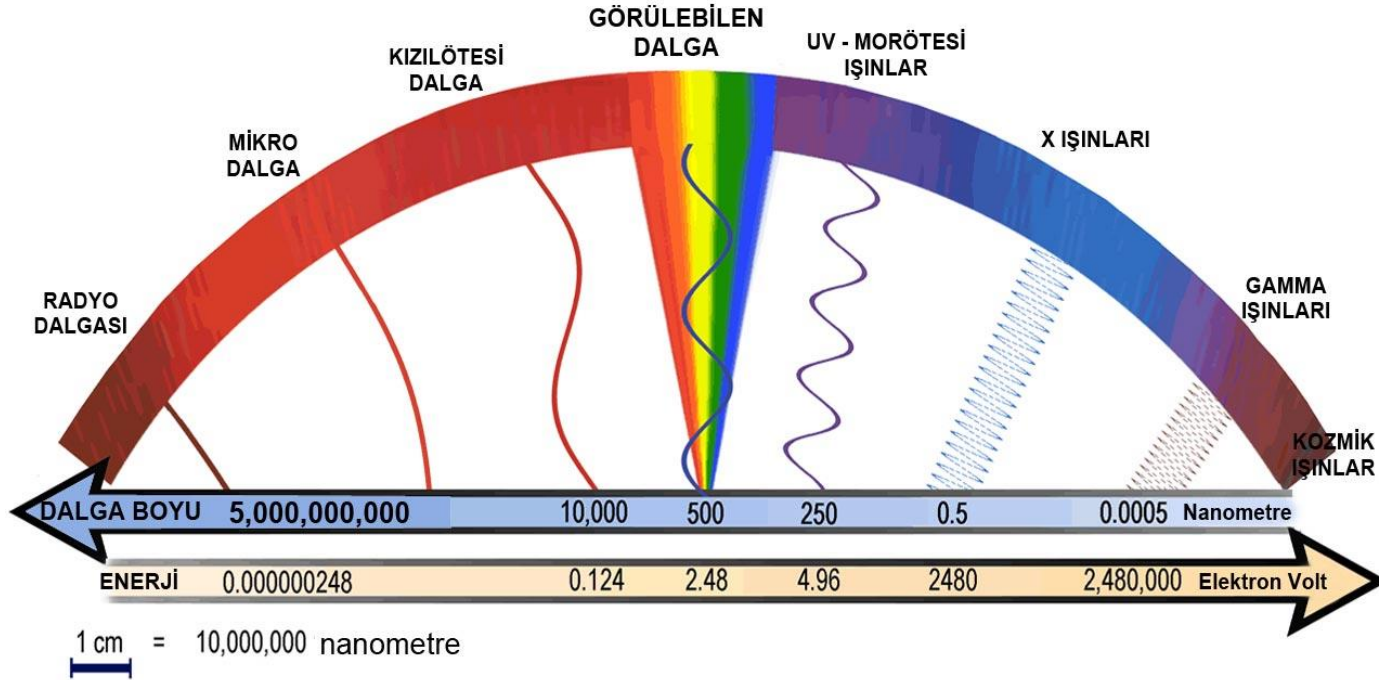
Atomik Enerji düzeyleri



Moleküler enerji düzeyleri

- Uyarılmış atom veya moleküller iyonize olmayan radyasyon yayarlar.

ELEKTROMANYETİK SPEKTRUM



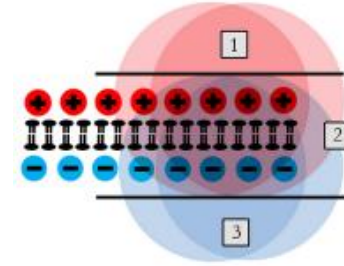
Enerji büyükten küçüğe

$\gamma > x > UV > \text{Görünür Bölge} > IR > MW > RF$

Elektromanyetik Radyasyon Kaynakları Nelerdir?

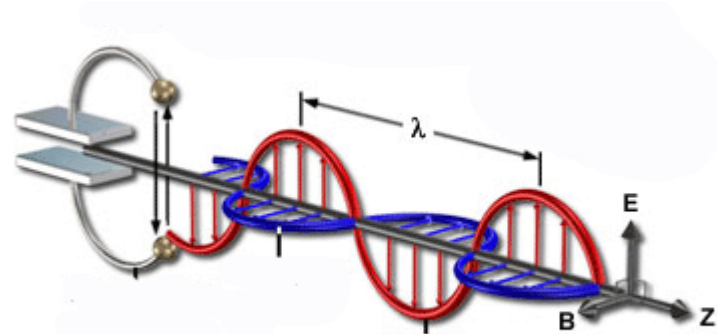
□ Doğal EMR kaynakları

- Güneş
- Yıldızlar
- Atmosferik deşarjlar (Yıldırım)
- **Dünya (Elektrik alan şiddeti:130 V/m; Manyetik alan şiddeti: 0.5 G)**
- İnsan vücudu



□ Yapay EMR kaynakları

- **Yüksek voltajlı enerji iletim hatları (Elektrik alan şiddeti:10 kV/m; Manyetik alan şiddeti: 0.5-1 G)**
- Bilgisayar ekranı
- Elektrikli aletler
- İletişim aletleri
- Uydu antenletri
- **Cep telefonu gibi**



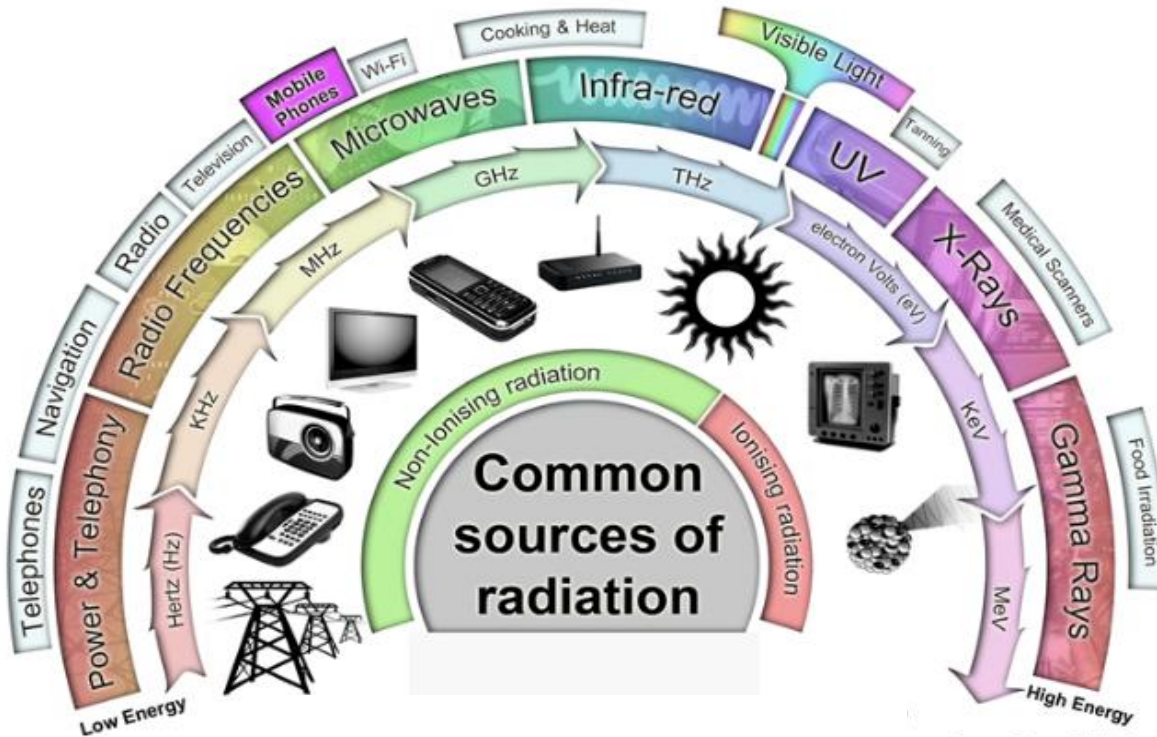
Elektromanyetik Spektrum

~0-300 Hz Aşırı Düşük Frekans

~300 Hz-1kHz Düşük Frekans

~ 1kHz-100kHz Orta Frekans

~100kHz-300GHz Yüksek Frekans



Aşırı Düşük Frekanslı (ELF, 0-300Hz) Elektromanyetik Dalgaların Etkileşim Mekanizması

Statik Elektrik alan:

En belirgin akut etkileri iyi bilinen vücut kıllarının hareketi ve kıvılcım deşarjları.

Statik Manyetik Alan:

1- Manyetik indüksiyon (Weber/m²),

-Elektrolitlerin hareketi ile elektrodinamik etkileşimler (Lorentz kuvveti etkisi)

-İndüklenmiş elektrik alan ve akımları

2- Magneto-mekaniksel Etki:

-Magneto-oryantasyon (paramagnetik, tork)

-Magneto-mechanical translation (paramagnetik ve diamagnetik):

3- Elektron-spin etkileşimi (radikal çifti-diğer spin):

Radikal çift mekanizması (Ritz ve ark., 2000;2004)

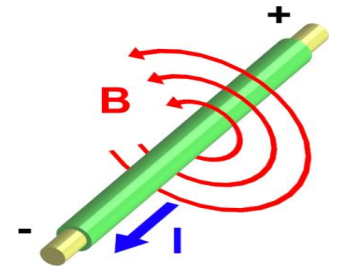


Table 1. Static magnetic field quantities and corresponding SI units.

Quantity	Symbol	Unit
Current	I	Amperes (A)
Current density	J	Amperes per square meter ($A\ m^{-2}$)
Magnetic field strength	H	Amperes per meter ($A\ m^{-1}$)
Magnetic flux	Φ	Weber (Wb or $T\ m^2$)
Magnetic flux density	B	Tesla (T)
Permeability	μ	Henrys per meter ($H\ m^{-1}$)
Permeability of free space	μ_0	$4\pi \times 10^{-7}\ H\ m^{-1}$

Table 2. Limits of exposure^a to static magnetic fields.

Exposure characteristics	Magnetic flux density
Occupational ^b	
Exposure of head and of trunk	2 T
Exposure of limbs ^c	8 T
General public ^d	
Exposure of any part of the body	400 mT

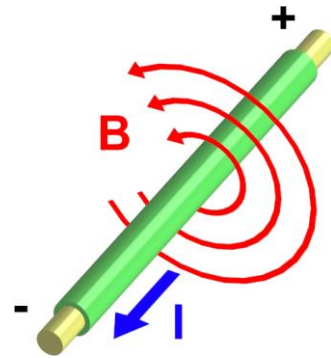
Aşırı Düşük Frekans (ELF, 0-300Hz) Elektromanyetik Dalgaların Biyolojik Etkileri

○ **Kanserojen Etki**

IARC (Uluslararası Kanser Araştırma Kurumu),

*Haziran 2001 çok düşük manyetik alanları “insanlar için olası karsinojen” olarak sınıflandırdı.

- **Çocukluk çağı Lösemileri**
- **Beyin Tümörleri**
- **Gebelik maruziyeti**



Orta ve Yüksek Frekans (HF-ELF 100kHz-300GHz) Elektromanyetik Dalgaları

1- Radyo Frekansı (30cm-km):

-RF çekirdek spini ile etkileşir

2-Mikro dalga (50mm-30cm)

-Spin yönelimi değiştirir, dipol momente sahip molekülü kütle merkezi etrafında dönme hareketine neden olur

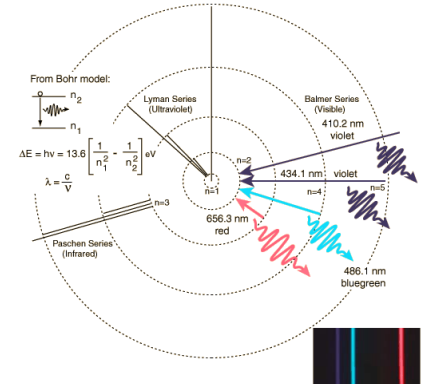
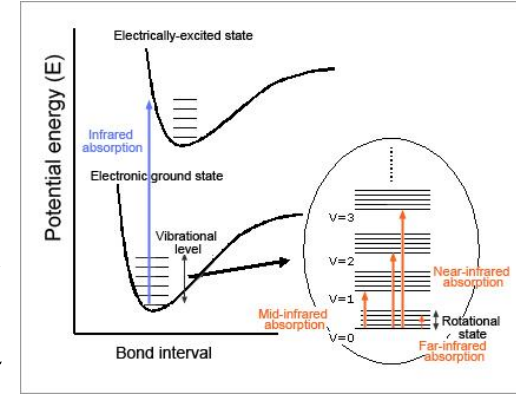
3- Kızıl Ötesi (0.8 μm -125 μm):

-Molekül biçim değişikliğinden sorumludur

4-Görünür bölge (360nm-800nm) ve

5-Mor Ötesi (2nm-400nm):

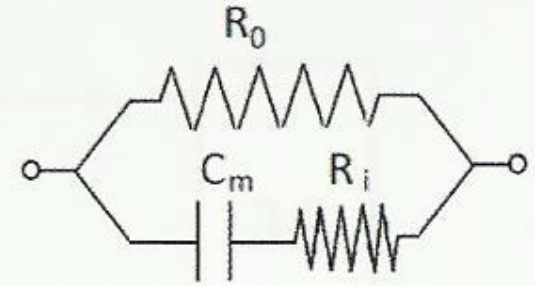
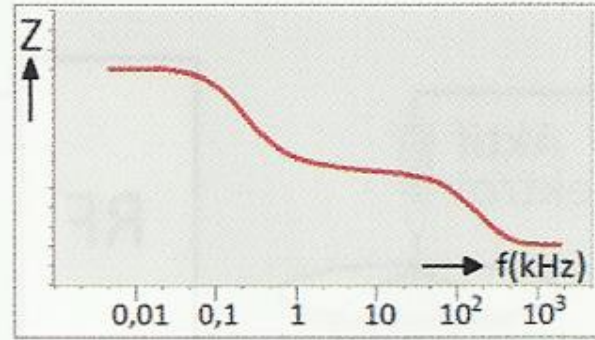
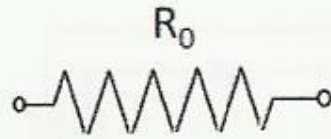
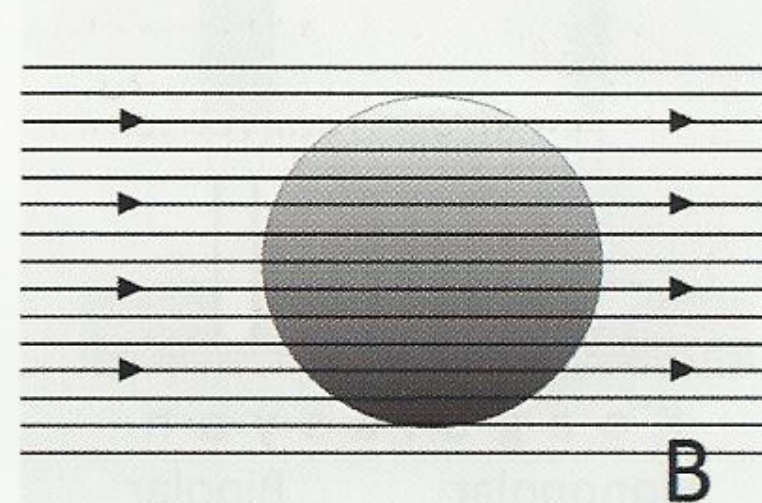
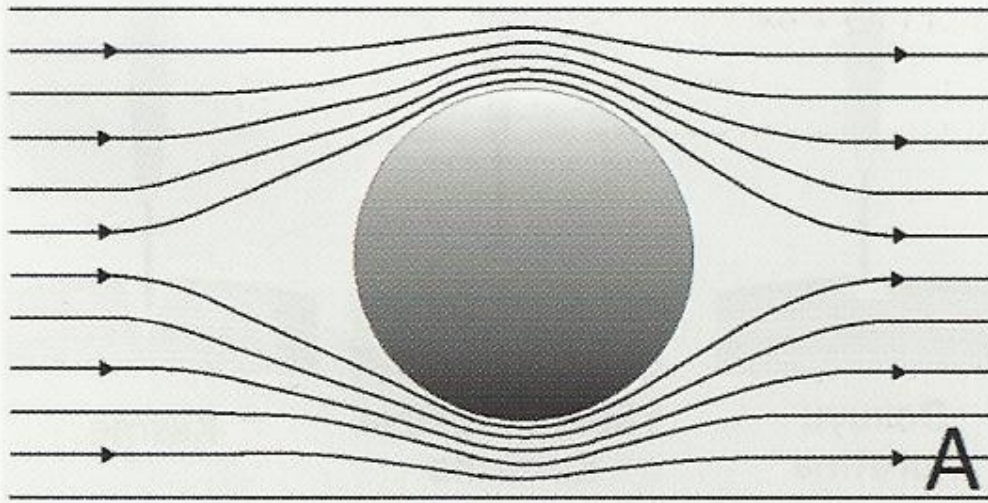
-Atomik yapılardaki elektron dağılımlarında değişiklik oluşturur



○ EM dalgaların oluşum mekanizmaları da, madde ile etkileşim biçimleri de farklılık gösterir

Tablo 1 Elektromanyetik dalgaların madde ile etkileşim yolları.

Elektromanyetik Dalga/Yöntem	Madde ile Etkileşme Yolu
Radyofrekans (RF) Nükleer Manyetik Rezonans (NMR)	Tek sayıda nükleona sahip sistemlerde manyetik alan-manyetik moment etkileşimi
Mikrodalga (MW) Elektron Spin Rezonans (ESR, EPR)	Sıfırdan farklı dipol momente sahip sistemlerde moleküler dönme, Tek sayıda elektrona sahip sistemlerde manyetik alan-manyetik moment etkileşimi
Kırmızı Ötesi (IR)	Sıfırdan farklı dipol momente sahip sistemlerde moleküler dönme, Moleküler titreşim
Görünür Bölge	Dış tabakadaki elektronların enerji düzeyleri arasındaki geçişleri, floresans, fosforesans
Ultraviyole (UV)	Değerlik elektronlarının enerji düzeyleri arasındaki geçişleri, floresans, fosforesans
X-Işınları;	Çekirdeğe yakın iç tabakalardaki elektronların enerji düzeyleri arasındaki geçişleri. <i>İYONİZASYON</i>
γ -Işınları;	Çekirdek enerji düzeyleri arasındaki geçişler. <i>İYONİZASYON</i>



Şekil 8.1 Düşük frekanslı (A) ve yüksek frekanslı (B) akımların sıvı bir ortamda bulunan hücreden geçişinde izlediği yollar. Sırası ile A ve B şekillerinin altında düşük frekans ($< 10^2$ kHz) ve yüksek frekans ($> 10^2$ kHz) bölgesinde, dokunun elektriksel davranışını temsil eden elektriksel eşdeğer-devreler ve ortada doku empedansının (Z) frekansa bağımlılığı görülmektedir. Düşük frekans bölgesinde iyonik akımlar, yüksek frekans bölgesinde ise kapasitif ve yerdeğiştirme akımları etkindir.

Radyofrekans (RF) ve Mikrodalga (MW)

Frekanslarının Madde İle Etkileşimi,

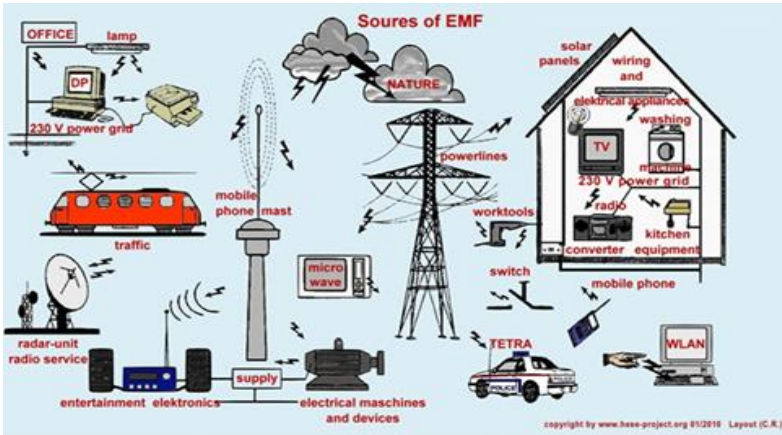
Teknoloji ve Tıpta Uygulamaları ve

Korunmada Ulusal ve Uluslararası

Standartlar



Elektromanyetik Kirlilik



Electromanyetik Kirlilik Örneği

Elektromanyetik Alan Ölçümü

Bilgi Teknolojileri Kurumu ve Araştırmacılar tarafından Elektromanyetik alanın kirliliğinin kontrolü amacıyla yapılır.



(a)



(b)



(c)

a) PMM 8053, b) SRM 3006, c) Measurements

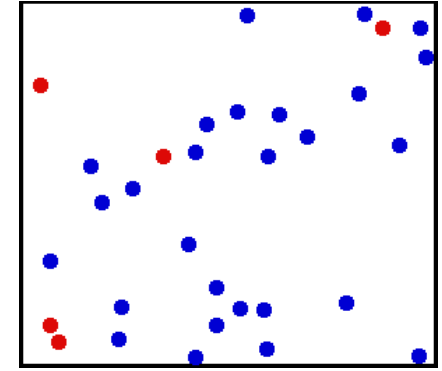
EMA' nın etkileri var mı?
EMA' nın etki seviyesi nedir?
EMA' nın güvenli düzeyi ne olurdu?



RADYO FREKANS DALGALARI MİKRO DALGALAR (100kHz-300GHz)- ETKİLEŞİM MEKANİZMALARI

1-Termal Etkileşim Mekanizma :

Moleküler hareketler ve sıcaklık oluşumu



2-Termal olmayan (Non-thermal)

Mekanizma:

Radikal oluşumu???

$$\left(\frac{1}{2}mv^2\right)_{ort} = \frac{3}{2}kT$$



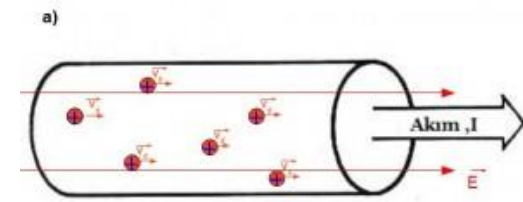
Elmanın Oksidasyonu

Greatest enemy to our health is free radicals
(Sağlığımızın en büyük düşmanı serbest radikaller)

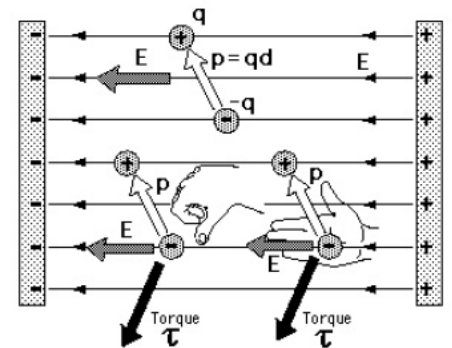


TERMAL ETKİLEŞİM MEKANİZMASI

❑ Elektrik alan, titreşen akım oluşumu ile akım enerjisinin moleküllere aktarılması:



❑ Moleküllerin dönüş hareketine zorlanması ve enerjinin moleküllere aktarılması



TERMAL OLMAYAN ETKİLEŞİM MEKANİZMASI

- ❑ RF ve MW foton enerjisi
- ❑ Moleküler titreşimin uyarılması ($1 \text{ GHz} < \text{RF}$ veya MW)
- ❑ Hücre membranı potansiyeli RF veya MW $> 1 \text{ MHz}$
- ❑ Termal enerji tarafından sınırlandırma
- ❑ Diğer önerilen etki mekanizması: $(\text{O}_2^{\bullet-})$ ve (OH^{\bullet})

EMA'nın serbest radikal aktivitesini arttırması

Radyofrekans (RF) ve Mikrodalga (MW) Frekanslarının Tıpta Uygulamaları

- **Manyetik Rezonans (MR) Görüntüleme (MA ve RF)**
- **Diathermi (RF -MW), hiperthermi (MW)**
- **RF ablasyonu (50Watt)**
- Ritim bozuklukları tedavisi**
- **RF Elektrocerrahi**
- **Kanser terapi (RF ve MW)**

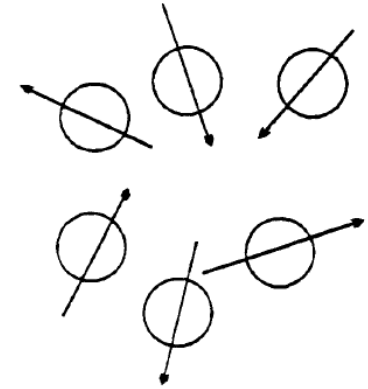
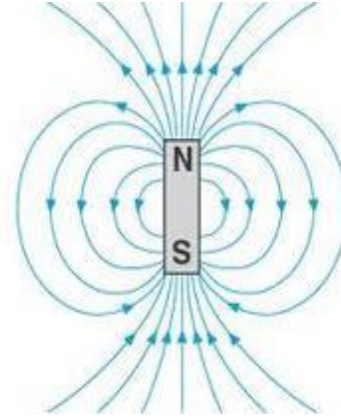
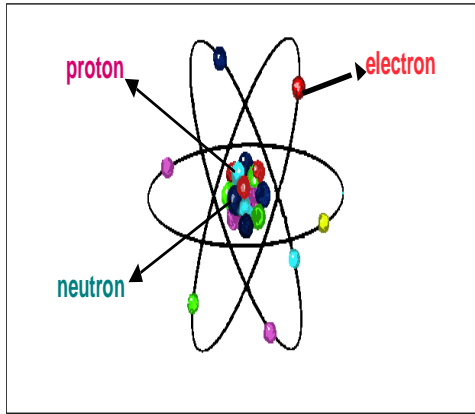
Manyetik Rezonans Görüntüleme (MR) (Güçlü MA-RF)

- MR görüntüleme, çok güçlü bir manyetik alan içinde radyo dalgaları ile vücuttaki hidrojen atomlarının çekirdeklerindeki protonlar uyarılarak görüntü elde edilir,
- Manyetik alan 1 - 1,5 Tesla,
- MR cihazında dünyanın manyetik alan gücünün yaklaşık 10-20 bin katı bir manyetik alan kullanılır.



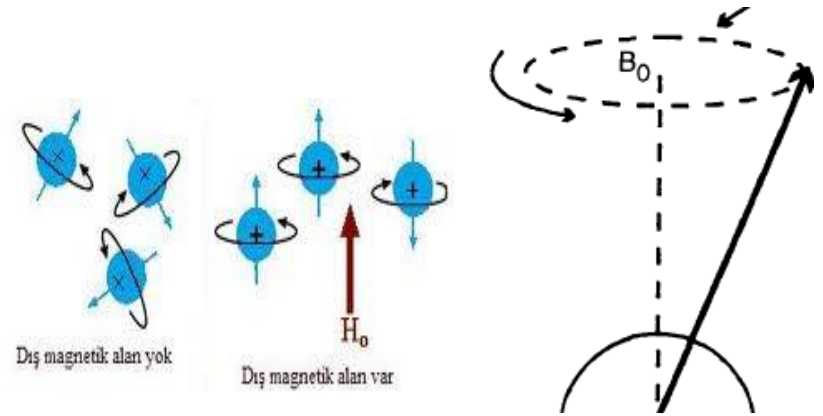
1 Tesla= 10^4 Gauss

Pozitif yüklü protonlar kendi etrafında hareket eder, manyetik alan oluşur. İnsan vücudunda protonların spin hareketleri her yöne rastgeledir



- İyonizan-radyasyon yerine **radıofrekansları** kullanılan bir görüntüleme yöntemidir.

2-5 Tesla arasında dış manyetik alan uygulanır. 1 Tesla' ya 40 MHz RF dalgasına bırakılır.



LARMOR FREKANSI= γB_0

γ = giromanyetik sabit, H^+ için 42.6 MHz /Tesla;

C^+ için 10.7 MHz/Tesla

B_0 = manyetik alan gücü

MANYETİK ENERJİ KAYNAKLI YENİ TANI VE TEDAVİ YÖNTEMİ ÖRNEĞİ

Natural & Applied Sciences Journal, Vol. I, No. 1,23-30, 2018
Derleme Makalesi DOI:

Kanser Tanı ve Tedavisinde Manyetik Nanopartikülker

Magnetic Nanoparticles In The Diagnosis And Treatment Of Cancer

Ali ERDOĞAN*

Özet

Son zamanlarda, geleneksel kanser tanı ve tedavisinin ortaya koyduğu yan etkileri azaltmak ya da ortadan kaldırmak için etkili yaklaşımlar bulmaya yönelik önemli çalışmalar yapılmıştır. Bu nedenle, manyetik nanopartiküller (MNP) benzersiz fiziksel özellikleri, manyetik duyarlılık, biyouyumluluk ve kararlılıklarından dolayı çok ilgi çekmiştir. Özellikle in vivo biyomedikal uygulamalarda kullanılacak manyetik nanomalzemeler; boyut, morfoloji, yüzey kimyası, biyobozunurluk ve isteğe bağlı spesifik hedefleme gibi özel kriterleri karşılamaya ihtiyaç duyar. Biyomedikal uygulamalar için, nanopartiküller en çok hipertermi, ilaç salımı ve Manyetik Rezonans Görüntüleme (MRG) için kontrast ajanları olarak kullanılmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Kanser, Manyetik Nanopartikül, Manyetik Rezonans Görüntüleme, Hipertermi, İlaç Salımı

Abstract

Recently, significant studies have been carried out to find effective approaches to reduce or eliminate the side effects of traditional cancer diagnosis and treatment. In this context, magnetic nanoparticles (MNP) have attracted much attention due to their unique physical properties, magnetic susceptibility, biocompatibility and stability. Magnetic nanoparticles particularly to be used for in vivo biomedical applications need to fulfill special criteria such as size, morphology, surface chemistry, biodegradation, and specific targeting in biomedical applications, the nanoparticles are mostly used as contrast agents for hyperthermia, drug release and Magnetic Resonance Imaging (MRI).

Keywords: Cancer, Magnetic Nanoparticle, Magnetic Resonance Imaging, Hyperthermia, Drug Release

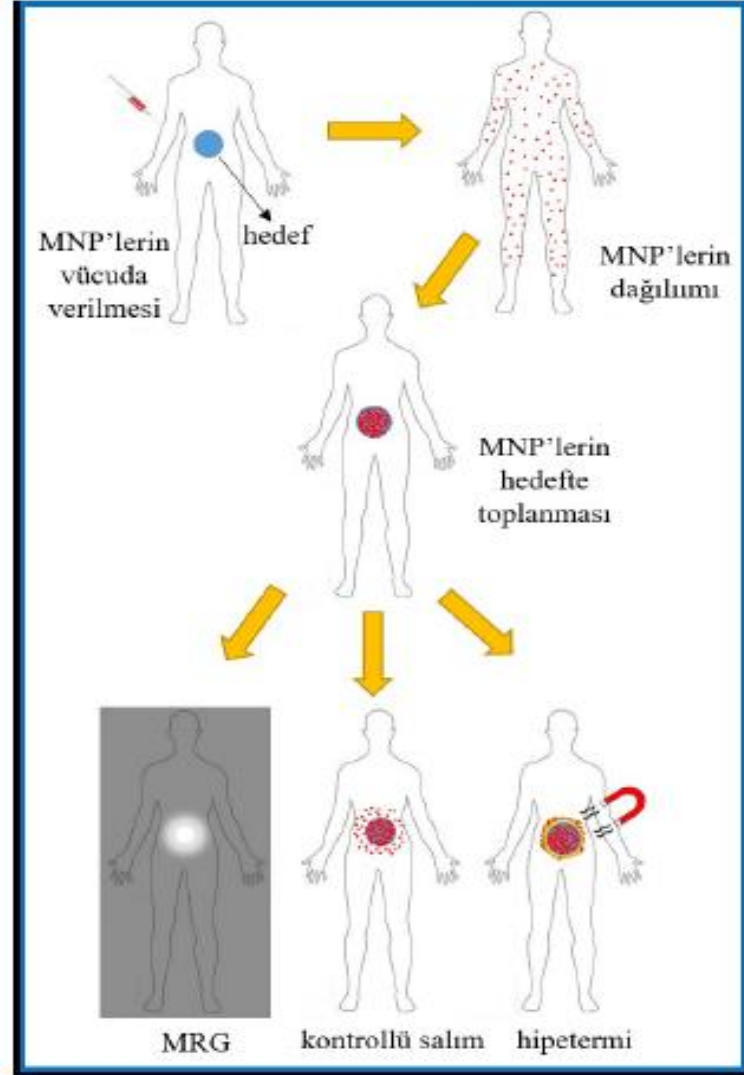
¹İnönü Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Biyomedikal Mühendisliği Bölümü, Malatya, TÜRKİYE

*Sorumlu Yazar: ali.erdogan@inonu.edu.tr

Manuscript received date: February 19, 2018

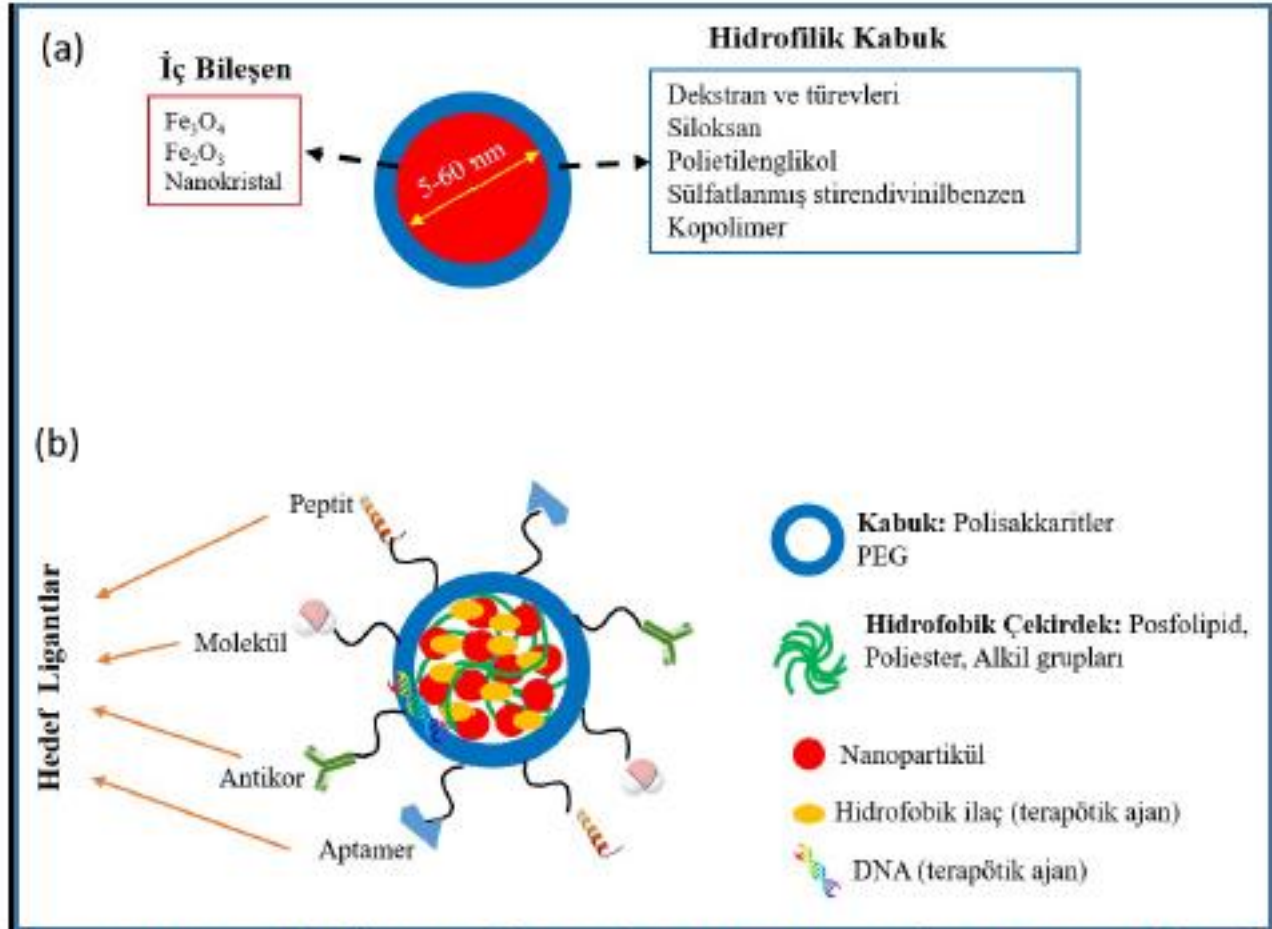
Accept Date: May 2, 2018

Published Date: June 01, 2018.



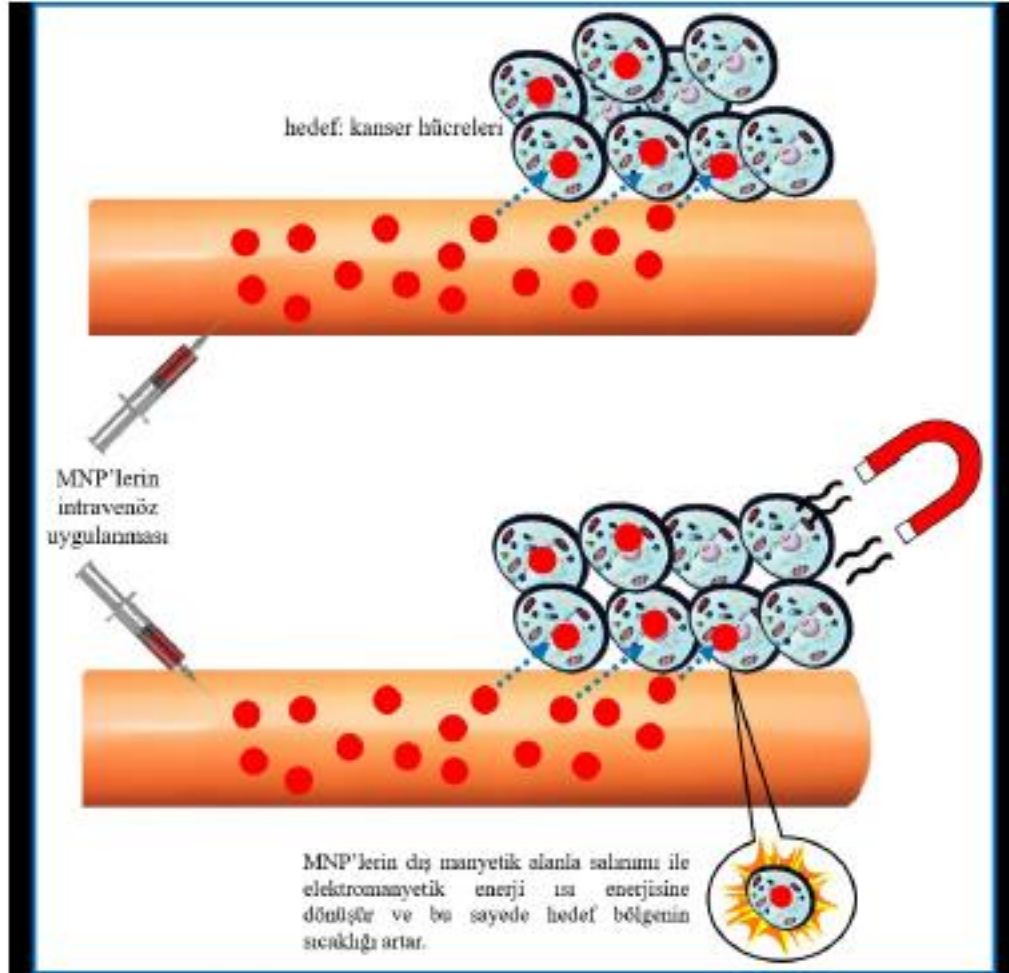
Şekil 1. Kanser tedavisinde MNP'lerin uygulamaları: teşhis (MRG) ve tedavi (hipetermi ve kontrollü salımı)

Manyetik Rezonans Görüntüleme



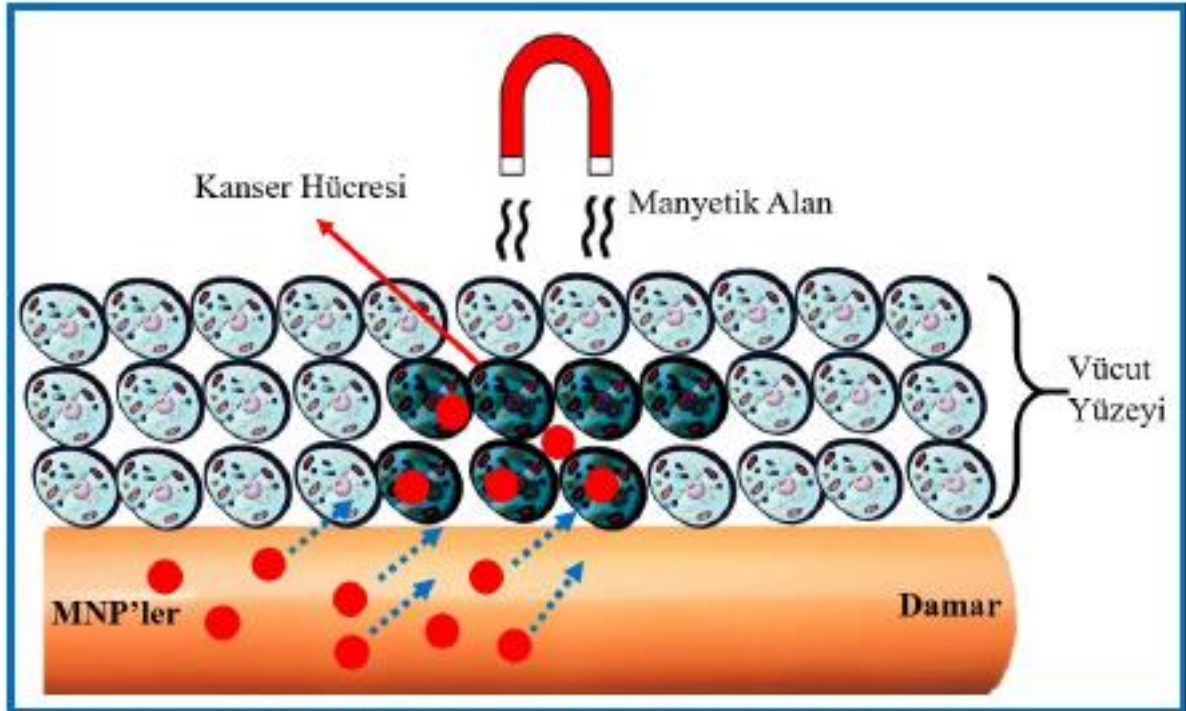
Şekil 2. Tıbbi görüntüleme ve tedavide kullanılacak polimer kaplı MNP'lerin şematik gösterimi. a) Klinik olarak onaylanmış demir oksit çekirdekleri ve biyoyumlu kaplamalar b) Hidrofilik kabuk ve hidrofobik çekirdeğe sahip misel yapısı. Görüntüleme ajanları (Fe_3O_4) çekirdeğe hidrofobik olarak paketlenir ve bu çekirdek terapötik ilaç taşıyıcısı olarak kullanılır. Hedefleme ligandları hidrofilik yüzey üzerine bağlanabilir.

Hipertermi



Şekil 3. Manyetik hiperterminin şematik gösterimi. MNP'ler kanser hücrelerini hedef alır ve tümörlerde birikir. Nanoparçacıklar dış bir manyetik alana maruz bırakıldığında, uygulanan alandan enerji absorblarlar. MNP'lerin titreşimi bu elektromanyetik enerjiyi ısı enerjisine dönüştürerek bu bölgedeki sıcaklığı artırır.

İlaç Salınımı



Şekil 4. Manyetik ilaç salınım sisteminin şematik gösterimi.

Diatermi (RF-MW)

Fizik Tedavi Uygulamaları



Kısa Dalga Diatermi

Hipertermi-MW

Kanser Tedavi Uygulamaları



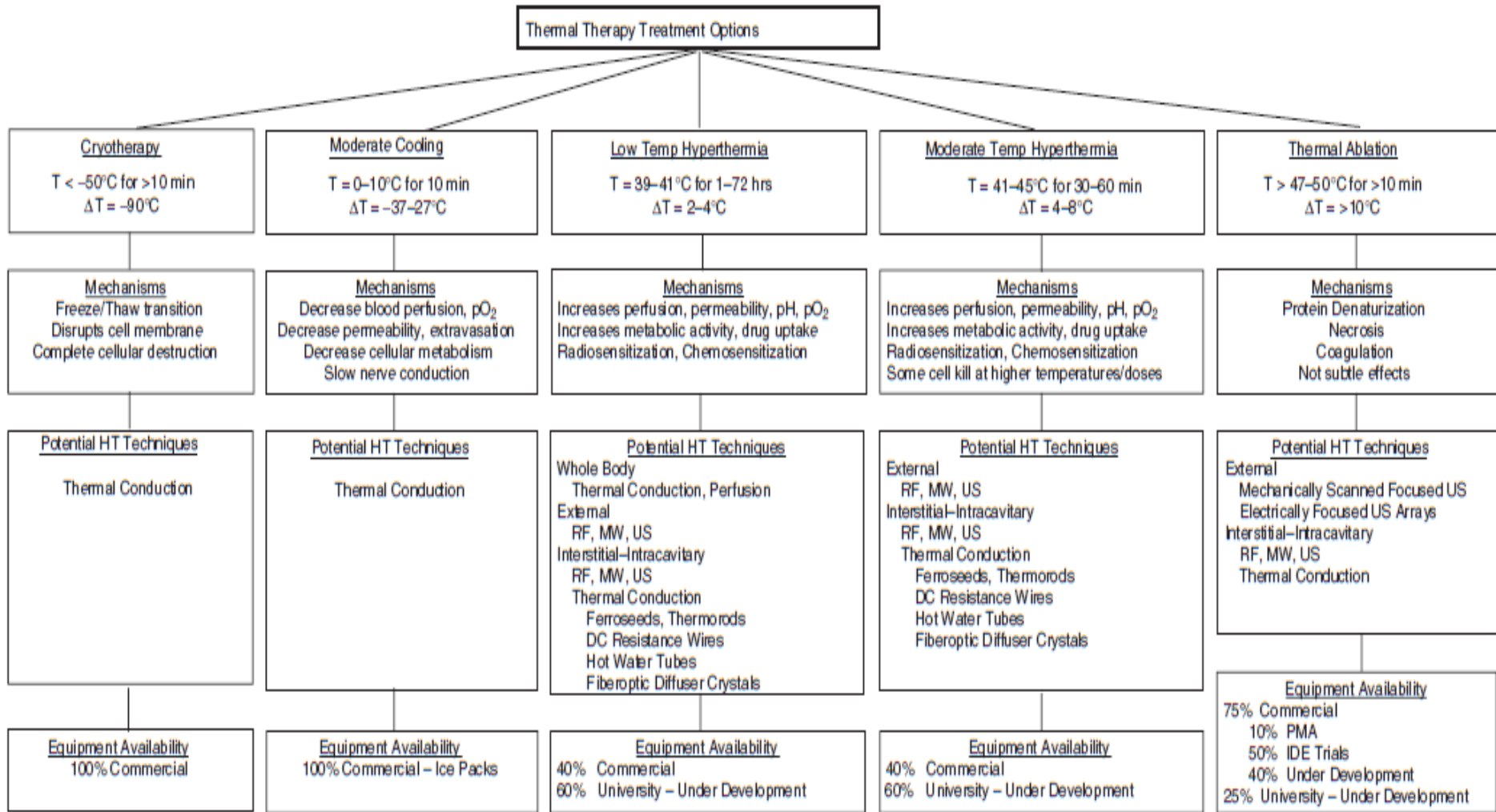


Figure 1. Treatment options for therapeutic use of thermal medicine.

Radyo Dalga ve Mikro Dalgalar Frekansının Tıpta Uygulamalarında Maruziyet Seviyeleri

Table I.3.3.: Typical exposure levels from electromagnetic fields from medical applications

Source	Frequency	Distance	Exposure	Remarks
Shortwave diathermy	27.12 MHz	0.2 m	$<1000 \text{ V}\cdot\text{m}^{-1}$	Staff exposed
		0.5 m	$<500 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$	Patient, untreated body parts
		1 m	$<140 \text{ V}\cdot\text{m}^{-1}$ $100\text{-}1000 \text{ V}\cdot\text{m}^{-1}$	
Microwave treatment	433 MHz	0.5 m	$25 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$	Patient, untreated body parts
		1 m	$10 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$	
	2450 MHz	0.3-3 m	$50\text{-}200 \text{ V}\cdot\text{m}^{-1}$	Whole body average
	433 MHz 2450 MHz		$20\text{-}140 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$	Frequency depending on the static field
Magnetic Resonance Imaging (MRI)	42-300 MHz	Within system	up to 2 W kg^{-1}	SAR refers to normal operational mode

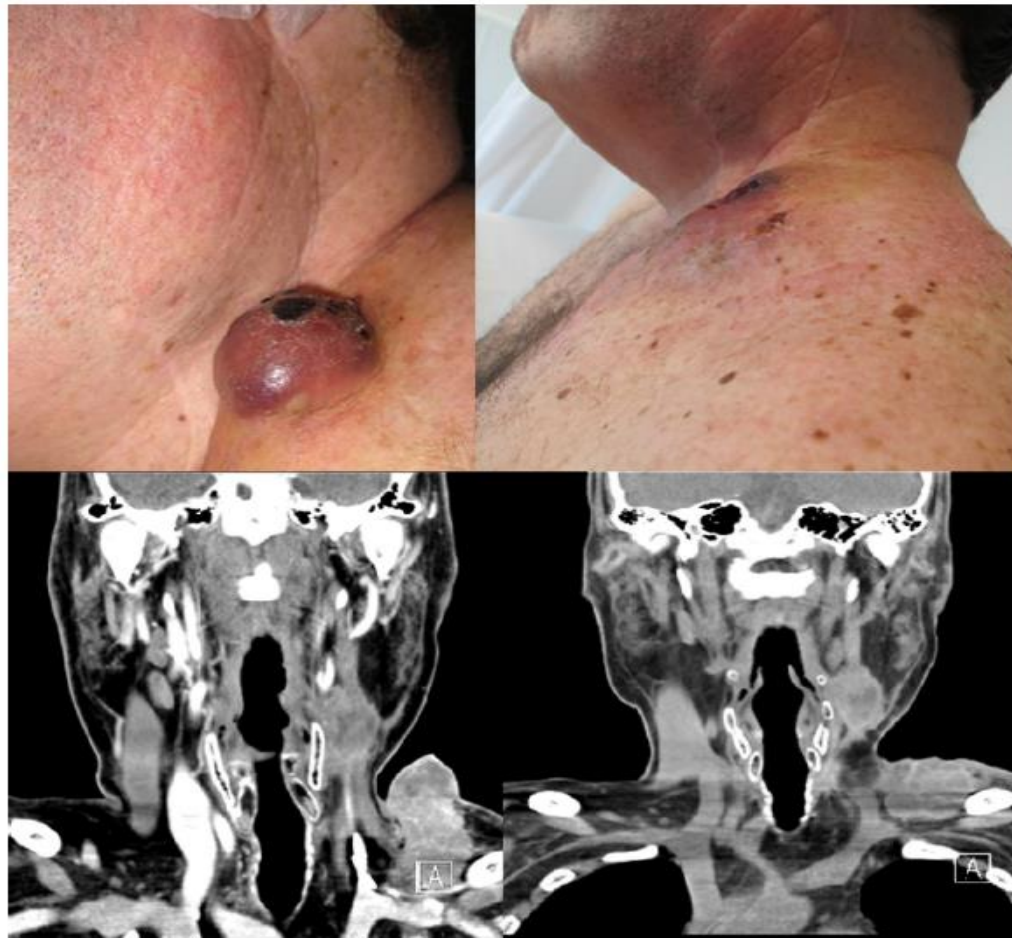
ELEKTROCERRAHİ, ELEKTROKOTER-ELEKTROTHERAPİ

AMAÇ: Isıtıcı etkisinden yararlanılarak cerrahi uygulamasıdır

- **Terapi frekansı 250kHz-4 MHz**
- **Mekanizması, Termal etki**

Electrochemotherapy as palliative treatment in patients with thyroid papillary carcinoma[☆]

Juan José Grau^a, Miguel Caballero^{b,c,*}, Cristobal Langdon^c,
Manuel Bernal-Sprekelsen^c, Jose Luis Blanch^b



Case 1: External aspect and CT-scan of a lower left cervical mass prior (left images) and after four weeks (right images) electrochemotherapy.

**ULUSLARASI
ELEKTROMANYETİK
RADYASYON GÜVENLİK
KURULUŞLARI**

**ANSI,
WHO IARC I.pdf,
ICNIRP 2009.pdf,
ICEMS Part I I.pdf,**

RF ve MW için Elektromanyetik Alan Dozimetri

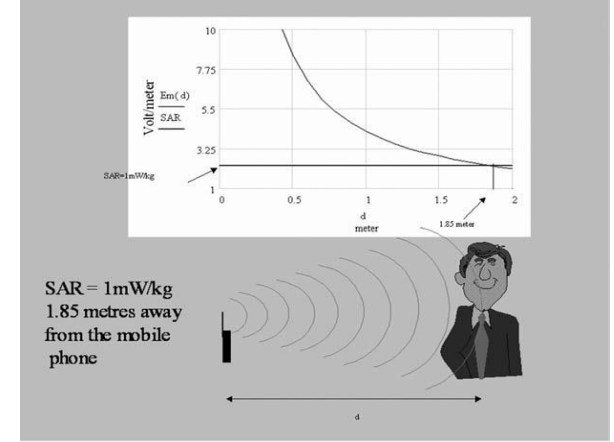
Özgül Soğurma Oran

(Specific Absorbed Rate-SAR):

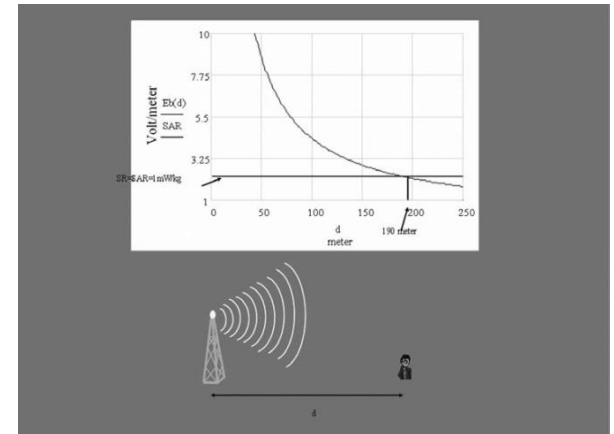
Biyolojik Dokuda 1°C lik sıcaklık meydana getirebilecek enerji soğurulmasıdır.

$$SAR = \frac{\sigma E^2}{\rho}$$

Güç Yoğunluğu (W/m²): Birim alana uygulanan güç miktarıdır.



Şekil . Bir cep telefonundan 1.85m mesafede 1mW/kg SAR değeri meydana gelir (CEMS 2010)



Şekil . Bir Baz istasyonundan 150-200m mesafede 1mW/kg SAR değeri meydana gelir (CEMS 2010)

Elektrik Alan ve SAR Limit Değerleri

Frekans [MHz]	900	1800	2100	2450
Limitler Elektrik alan [V/m]	41	57	61	61

GSM Baz istasyonları için kabul edilen sınır değerleri-Türkiye örneği

Table 4. Basic restrictions for time varying electric and magnetic fields for frequencies up to 10 GHz.^a

Exposure characteristics	Frequency range	Current density for head and trunk (mA m ⁻²) (rms)	Whole-body average SAR (W kg ⁻¹)	Localized SAR (head and trunk) (W kg ⁻¹)	Localized SAR (limbs) (W kg ⁻¹)
Occupational exposure	up to 1 Hz	40	—	—	—
	1-4 Hz	40/ <i>f</i>	—	—	—
	4 Hz-1 kHz	10	—	—	—
	1-100 kHz	<i>f</i> /100	—	—	—
	100 kHz-10 MHz	<i>f</i> /100	0.4	10	20
	10 MHz-10 GHz	—	0.4	10	20
General public exposure	up to 1 Hz	8	—	—	—
	1-4 Hz	8/ <i>f</i>	—	—	—
	4 Hz-1 kHz	2	—	—	—
	1-100 kHz	<i>f</i> /500	—	—	—
	100 kHz-10 MHz	<i>f</i> /500	0.08	2	4
	10 MHz-10 GHz	—	0.08	2	4

**RF VE MW 'nin Biyolojik Sistemler
Üzerine Etkileri Var mı?**

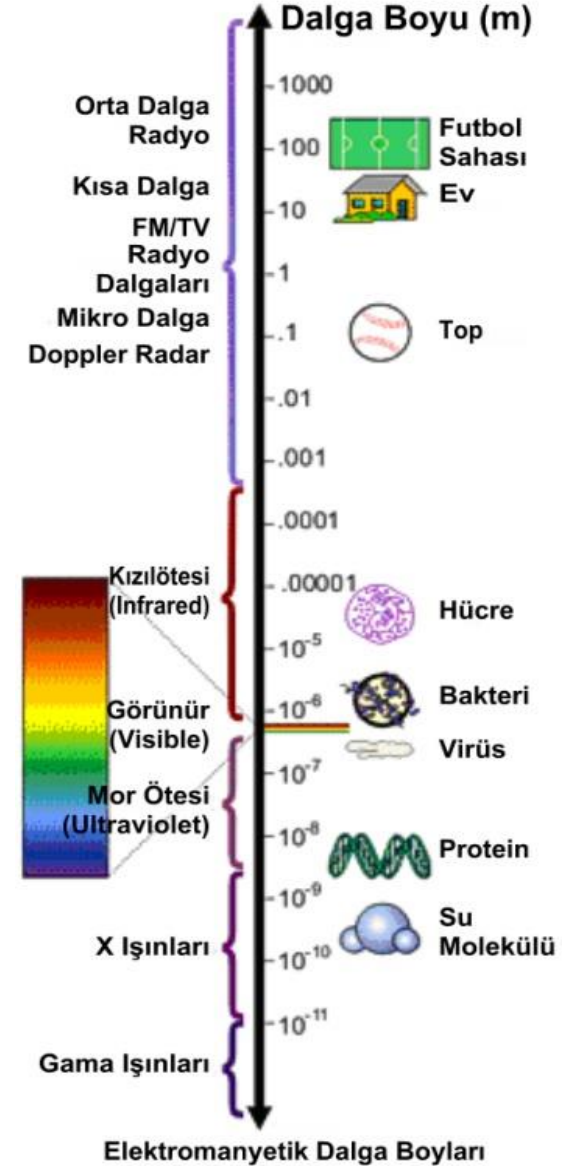
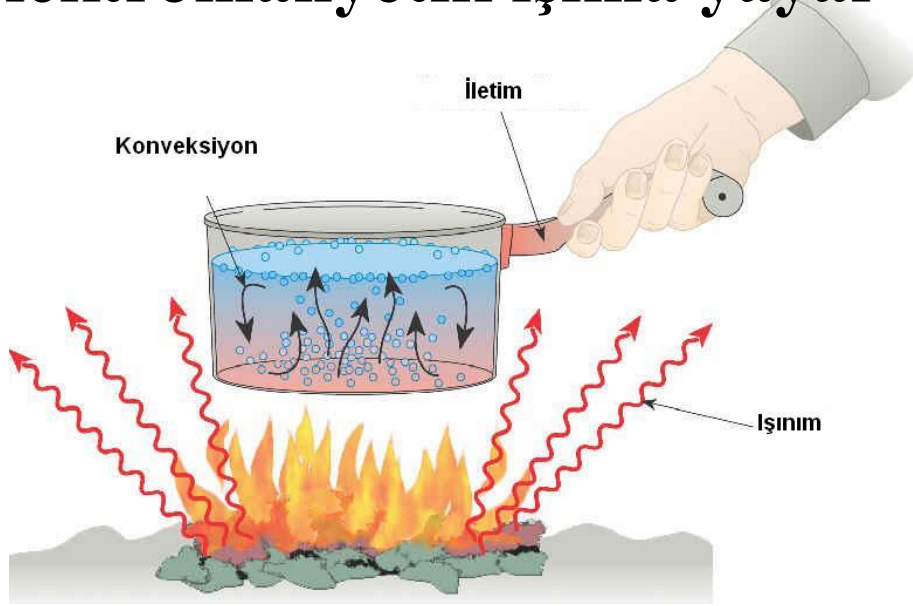
**Maruz Kalınan Elektrik alan ve
SAR değerine bağlı olarak**

EVET

Kızılötesi (Infrared), Mor Ötesi (UV)
Frekanslarının Madde ile Etkileşimi, Tıpta
Uygulamaları

Kızılötesi (Infrared) Işınlarda

T sıcaklığında bir cisim, o sıcaklığa özgü belirli frekans veya dalga boylarında **hf enerjili** elektromanyetik ışımaya yayar

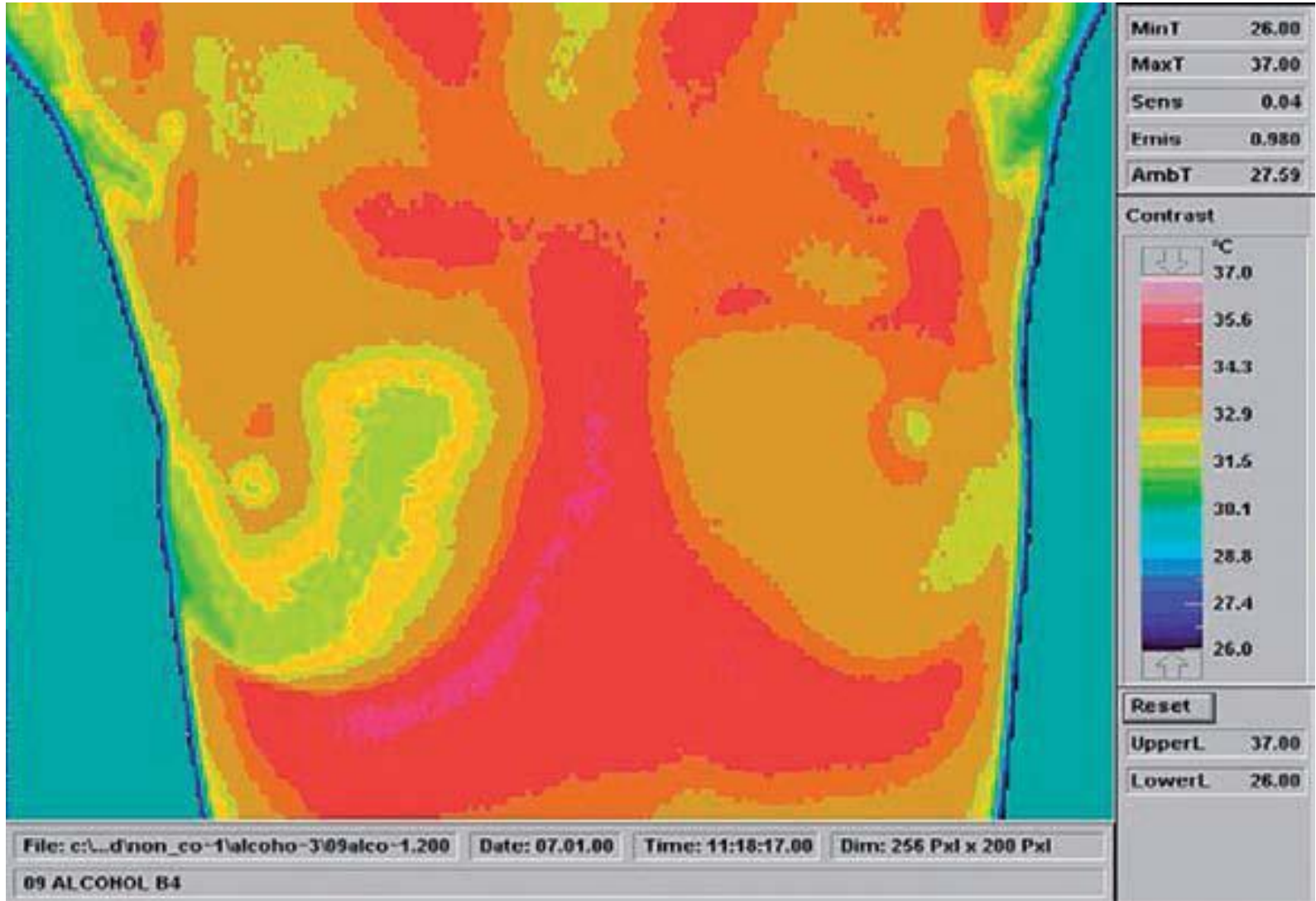




Ateş ölçer

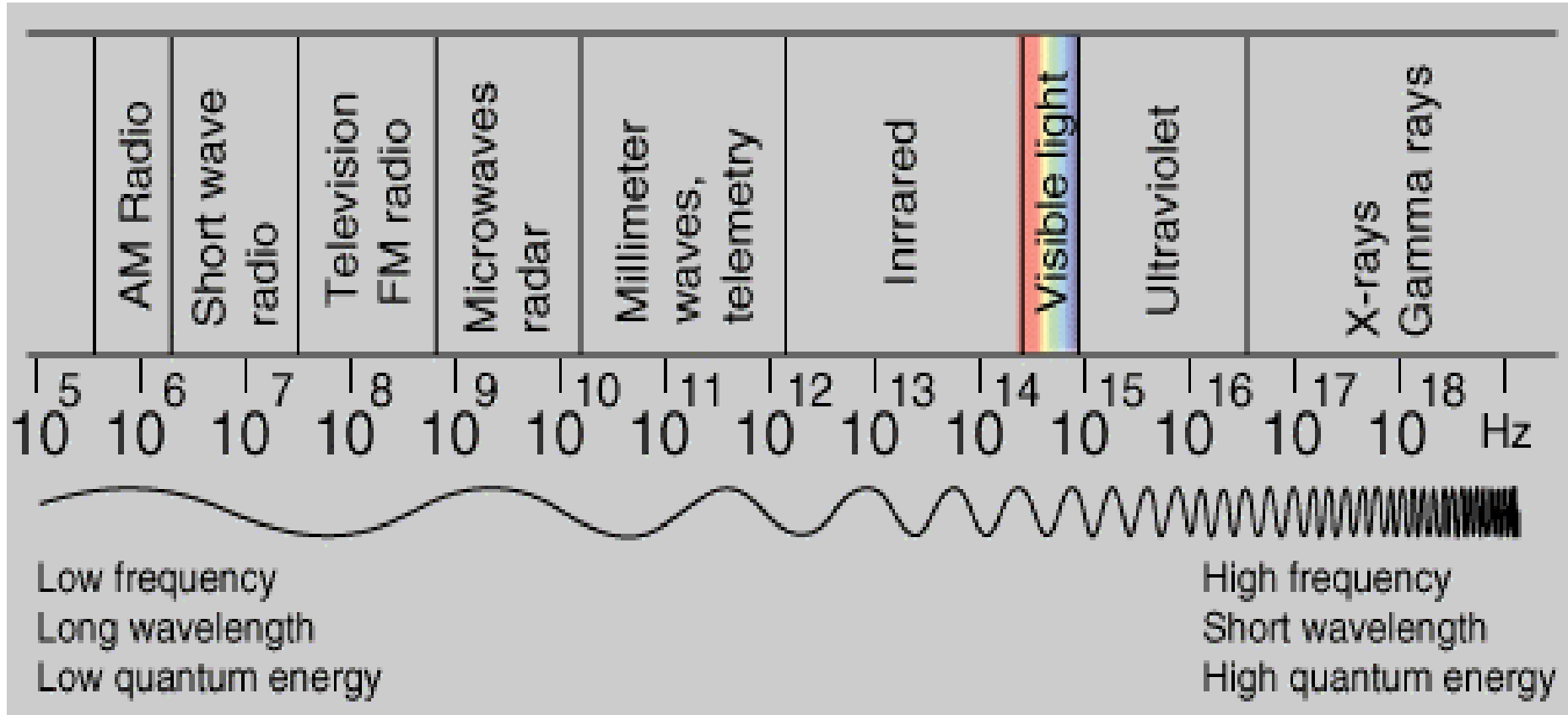


**Infrared Lamba
Isı tedavisi Fizik Tedavi
Uygulamaları**



Dijital Kızılötesi Termal Görüntüleme yada Tıbbi Termal Görüntüleme olarak bilinen Termografi, vücutta mevcut olan herhangi bir termal anormallik gösteren bir dizi fiziksel yaralanmaları ve hastalıkları tespit ve tetkik etmek için kullanılan bir görüntüleme tekniğidir.

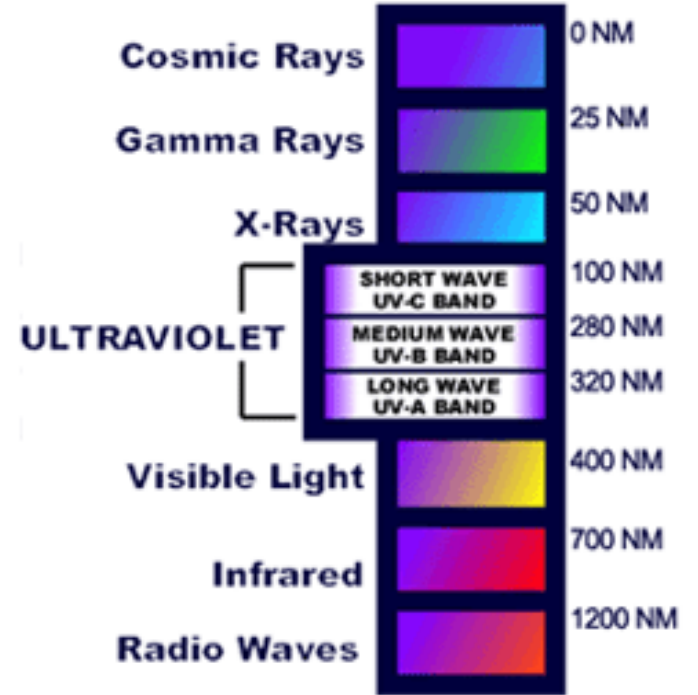
GÖRÜNÜR IŞIK: Yaklaşık 360nm ile 800nm arasındaki dalga boyuna ve ($hc/\text{dalga boyu}$) enerjisine sahip elektromanyetik radyasyon



Ultraviole (UV)

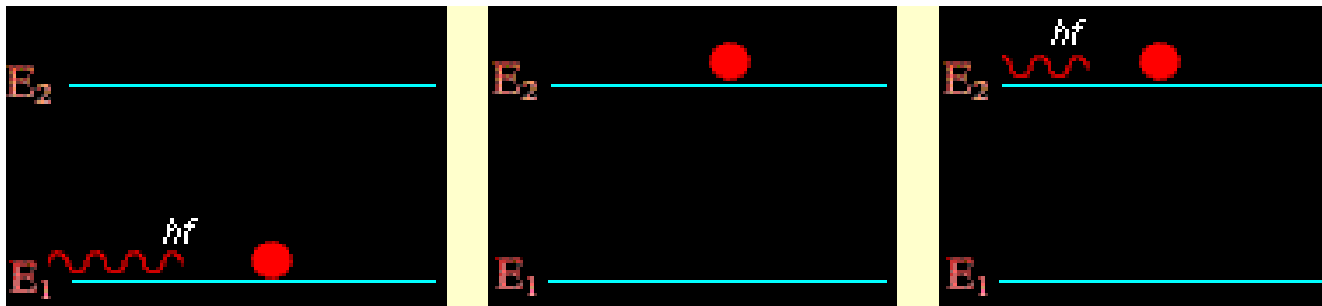
PUVA Nedir?

Psoralen (P) olarak bilinen ışığa karşı duyarlandırıcı madde ile Ultraviyole A ışınlarının (UVA) birlikte kullanıldığı bir tedavi yöntemidir.



LASER (Light Amplification by the Stimulated Emission of Radiation) ve Biyolojik Etkileri

Laser' in oluşum mekanizması (foton madde etkileşimi),
Soğurulma,
Kendiliğinden ışıma,
Uyarılarak (Etki ile) ışıma.



Soğurma

Kendiliğinden Işıma

Uyarılarak Işıma

LASER' İN Tıpta Uygulamaları

Cerrahi uygulamaları:

- **Miyop, Hipermetrop ve astigmat tedavilerinde**
- **Doku ve kemikleri kesmede (CO2 Laser)**
- **Damarları kapamada (CO2 Laser)**
- **Kuagülasyon amaçlı kullanım (Nd YAG kızılötesi laser)**

Tablo 1: Lazer terapisinde kullanılan parametreler

Parametre	Açıklama	SI Birimi	Genellikle Kullanılan Birim	LLLT tatbikinde kullanılan miktar
λ =Dalgaboyu	$\lambda=c/v$	m	nm	300-10600 nm
	$E=hv$			
Frekans	Saniyedeki atım sayısı	Hz	Hz	0 (cw)- 5000 Hz
Güç	Güç=Enerji/zaman	W	mW	10^{-3} - 10^{-1} W
Yoğunluk	Yoğunluk=Güç/uygulama alanı	W/m ²	W/cm ²	10^{-2} - 10^0 W/cm ²
Uygulama Süresi		s	s	10-3000s
Doz	Doz=Güç x Uygulama süresi / Uygulama alanı	J/m ²	J/cm ²	10^{-2} - 10^2 J/cm ²

c = ışık hızı (3×10^{10} cm/sn), v = frekans, birim zamanda belli bir noktadan geçen dalgasayısı
 h = planck sabiti (6.626×10^{-34} Js), E = fotonun enerji miktarı

Güç Yoğunluğu(W/m²): Birim alana uygulanan güç miktarıdır.

LASER'İN ÖZELLİKLERİ

Laser Işığı,

- Tüm foton enerjileri aynıdır,
- Kırılma, yansıma, girişime uğrayabilmekte veya odaklanabilmektedir,
- Görünür veya kızıl ötesi bölgelerde, değişik dalga boyları ve güçlerde laser kaynakları mevcuttur,
- Laser güç yoğunluğu oldukça yüksektir, güç yoğunluğu $25\text{MW}/\text{cm}^2$,

LASER'İN BİYOLOJİK ETKİLERİ

Laser' in ısısal etkileri (hücre düzeyinde):

- Ani ölüm,
 - Gecikmiş ölüm
 - Fonksiyonel durumun geçici değişim ve onarımı
- Örneğin; mor ötesi laser, kızıl ötesi laser

Laser' in ısısal olmayan etkileri:

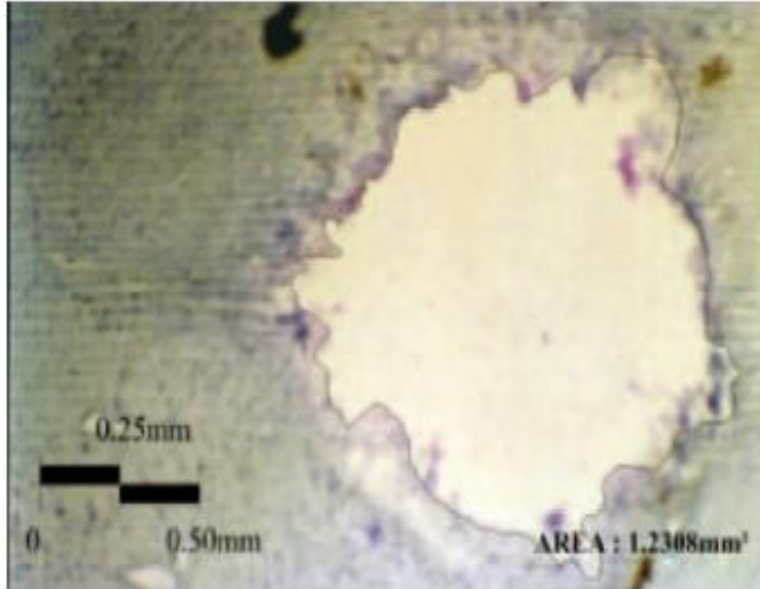
- Lökositlerin fagositik aktivitelerini arttırma
- Yaraların iyileşmesini stimüle etme
- Akupunktur benzeri etki yapma



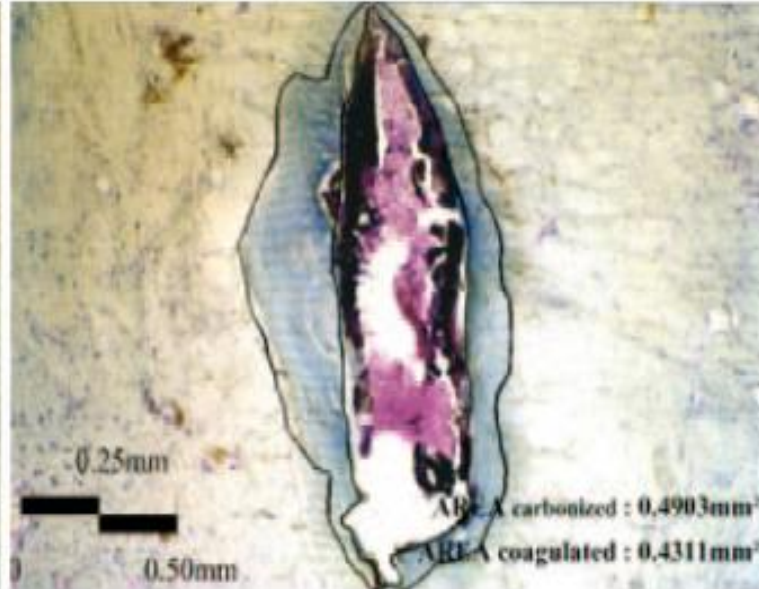
LASER Tümör veya Doku çıkarımı

Beyin Cerrahi Uygulamaları

Lazer Uygulaması



Elektrik Akımı Uygulaması



Sol taraftaki fotoğrafta lazer uygulaması sonucu ortadan kaldırılmış beyin dokusu ve çevresindeki sağlıklı dokular görülmektedir. Sağ taraftaki fotoğrafta elektrik akımı uygulaması sonucunda beyinde yaratılan lezyon, çevresinde yarattığı ısı tahrifatı, özellikle kömürleşme görülmektedir.

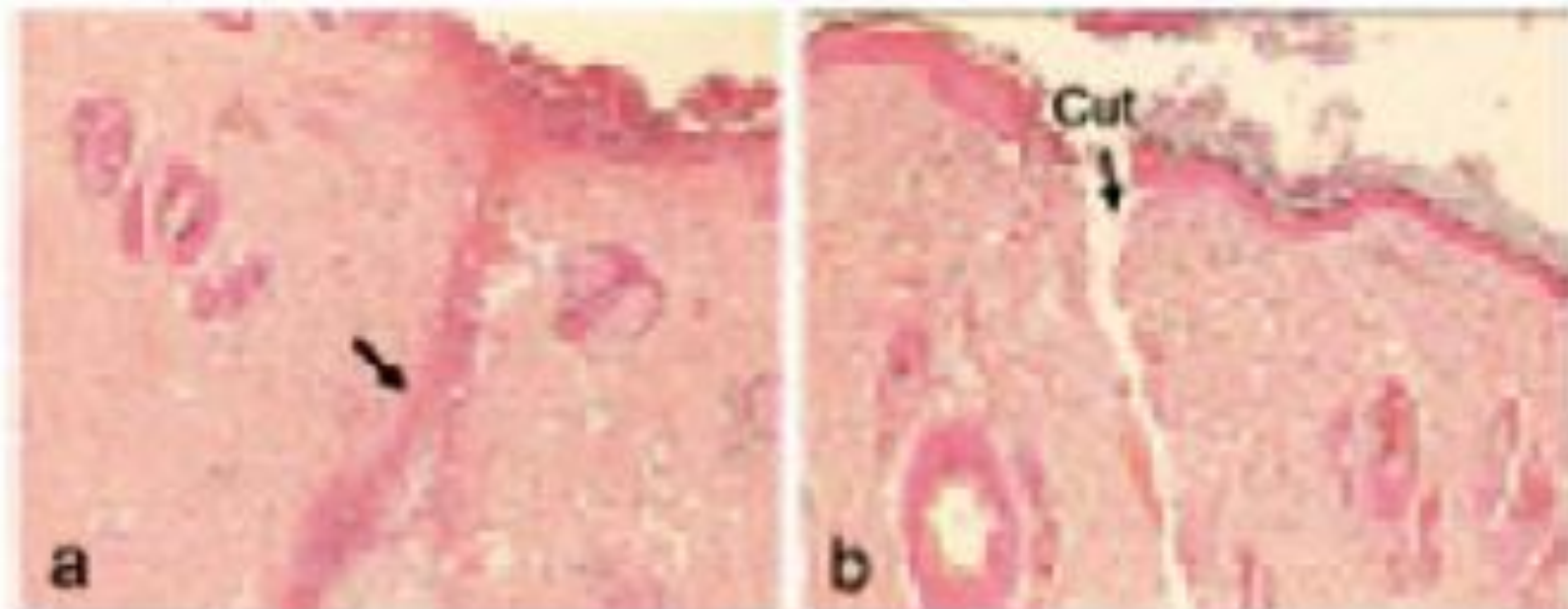
LASER Cerrahi Uygulamaları Örneği



Deri dokusunda açılan kesilerin lazer uygulaması ile kaynaklanması.

Lazer

Dikiş



Deri dokusunda lazer kaynaklaması ve dikiş yönteminin karşılaştırılması.
Uygulamadan hemen sonra lazer uygulanan grupta kesilerin kapandığı, dikiş atılan grupta ise kesinin açık kaldığı gözlenmiştir.

LASER Diş tedavi örneği



UNCOLLI

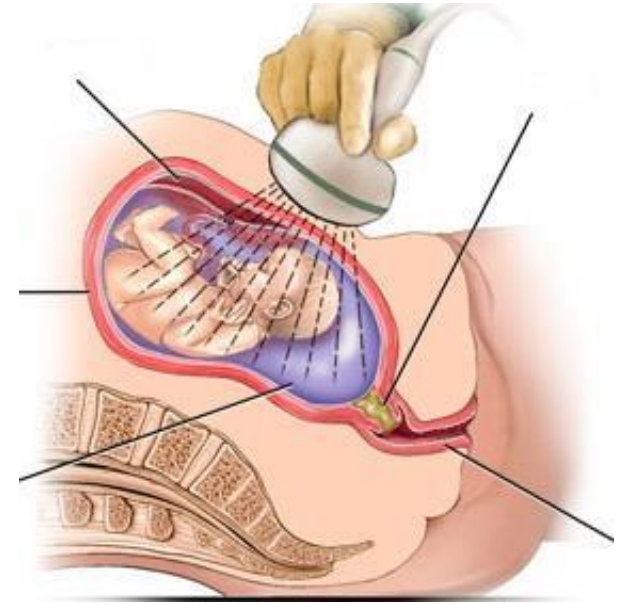


ULTRASONUN BİYOLOJİK ETKİLERİ VE TIPTA UYGULAMALARI



ULTRASON DALGALARI

İnsan kulağı 20 Hz ile 20 kHz arasındaki sesleri duyabilir. İnsan kulağının işitebileceği ses frekansının üzerindeki akustik dalgalara *ultrasonik dalgalar* denir.



ULTRASES-YAYILMA ORTAMI FİZİKSEL ÖZELLİKLERİ

Fiziksel Nicelik	Fiziksel Tanımı	SI Birimi	Simge	Tıbbi uygulama
Frekans	Birim zamandaki titreşim sayısı	Hz	f	1-15MHz
Güç	$W=\text{Şiddet} \cdot \text{Alan}$	Watt	W	
Akustik hız	Sesin ortam içinde yayılım hızı	$v=f \cdot \lambda$	m/s	1500-4080 m/s
Dalga Boyu	Bir periyotta alınan yol	m, Å	λ	-
Ses şiddeti	Ses dalgalarının, birim zamanda, birim alandan geçirdiği enerji miktarı	Watt/m ²	I	1-40mWatt/cm ²
Akustik empedans	Ortamın ses hızı ile ortamın öz kütlesinin çarpımı $Z=v \cdot d$	kg/m ² s	Z	1,38-7.8 µkg/m ² s
Elastiklik	Ortamın esneyebilirlik özelliği			
Desibel	Şiddet değişimi veya seviyesidir $dB=10\log(I/I_0)$	dB		

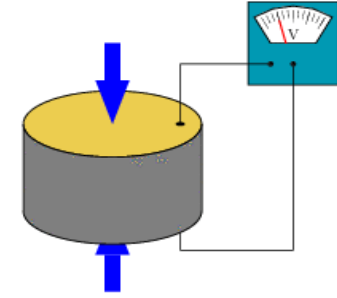
ULTRASON ELDE EDİLMESİ

SES ÜÇ METOTLA ŞEKİLDE ELDE EDİLEBİLİR:

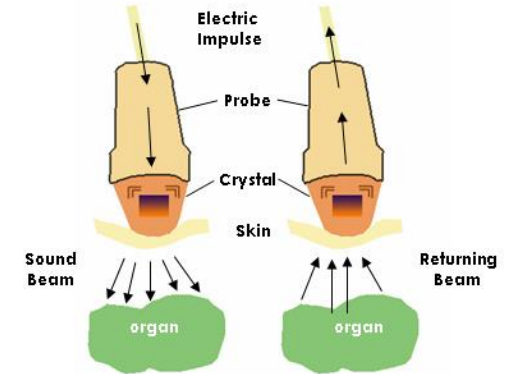
- MEKANİK
- **PIEZO-ELEKTRİK**
- MAGNETOSTRİKTİF

Piezo elektrik yöntem:

- 500 MHz ' e kadar ultrases dalgası elde edilebilir.
- TIP ta rutin kullanılan Ultrasenin frekansı 2-15 MHz arasındadır.
- Diagnostik US cihazlarında sesin şiddeti $1-4\text{mWatt/cm}^2$ arasındadır.



Piezo-elektrik Etki



DOKU –ULTRASON ETKİLEŞİMİ

YANSIMA
KIRILMA
SOĞURULMA
ATENÜASYON

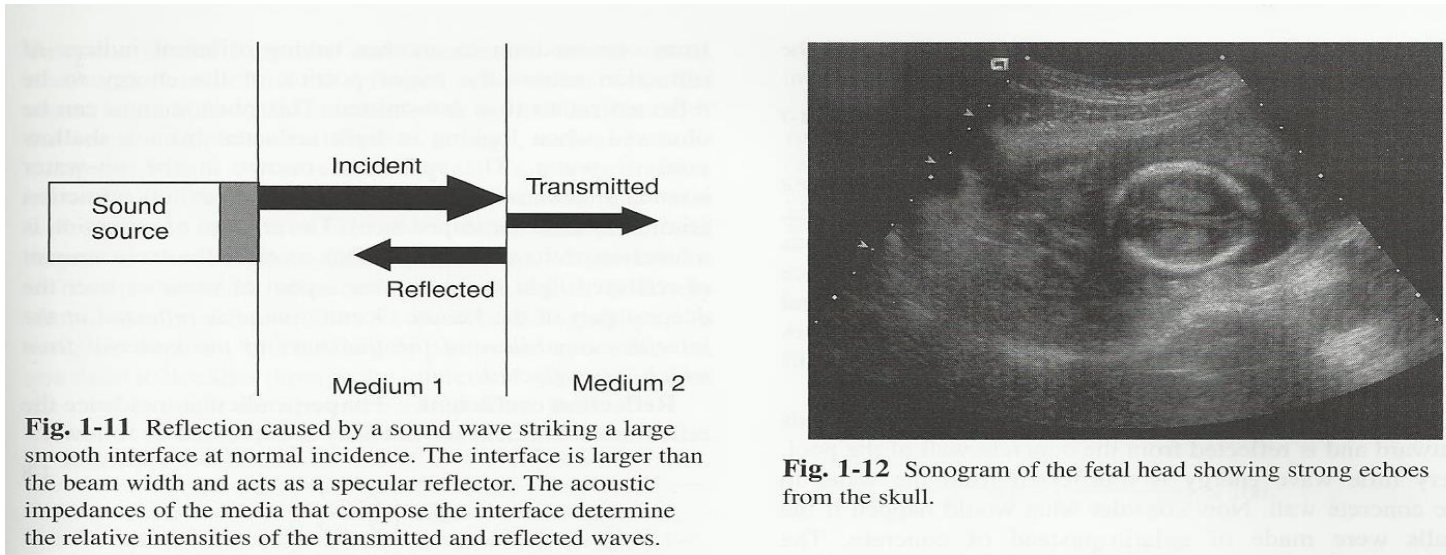
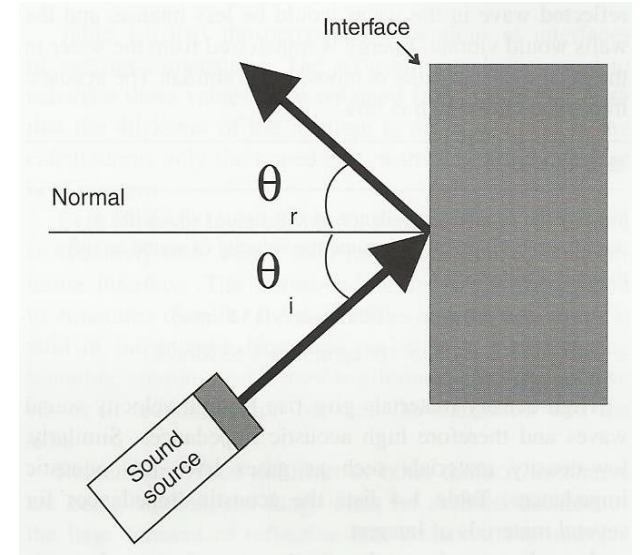
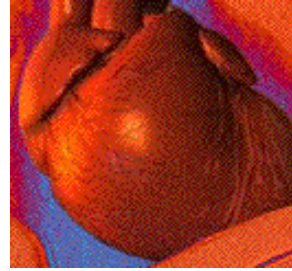


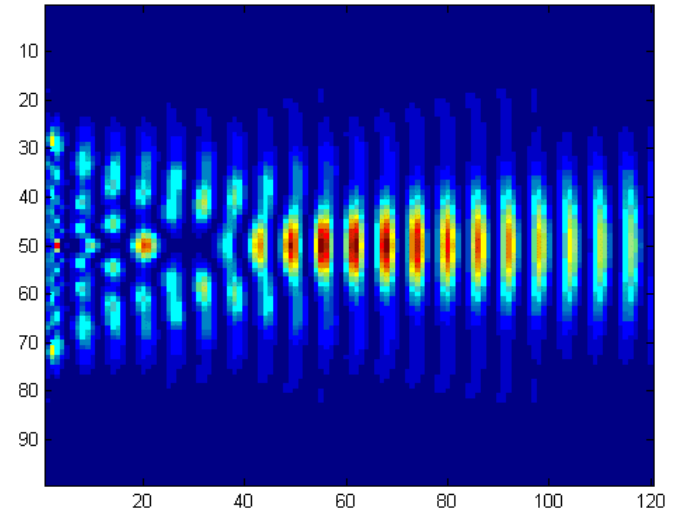
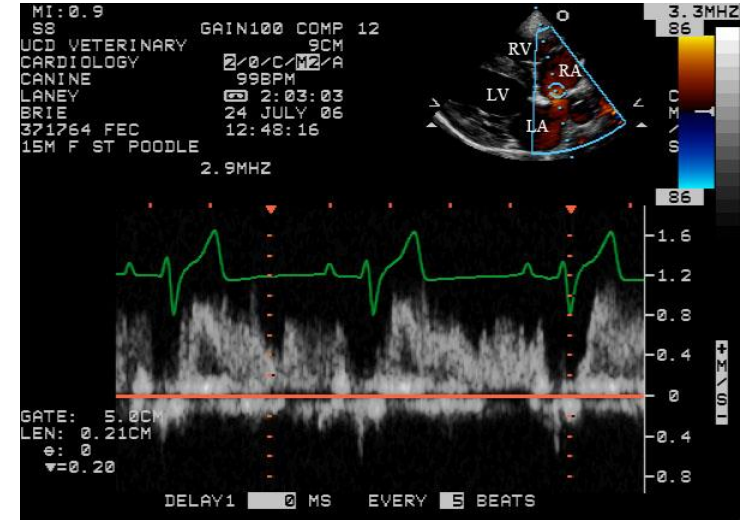
Fig. 1-11 Reflection caused by a sound wave striking a large smooth interface at normal incidence. The interface is larger than the beam width and acts as a specular reflector. The acoustic impedances of the media that compose the interface determine the relative intensities of the transmitted and reflected waves.

Fig. 1-12 Sonogram of the fetal head showing strong echoes from the skull.

Tıpta Kullanılan Ultrason Yöntemleri



- Kesikli dalgalar, puls dizisi (pulsed wave).
 - Vücuttaki çeşitli doku sınırlarından yansiyıp geri yankıların (eko)
 1. Genlikleri, 2. yansıma zamanları ve
 3. uğradıkları Doppler kayması
- Sürekli dalgalar (continuous wave):
 - Yerel doku tedavisinde (ısıl etki)
 - Kan akış hızının ölçümü



Medikal alanda kullanımı (10^3 - 10^5 kHz)

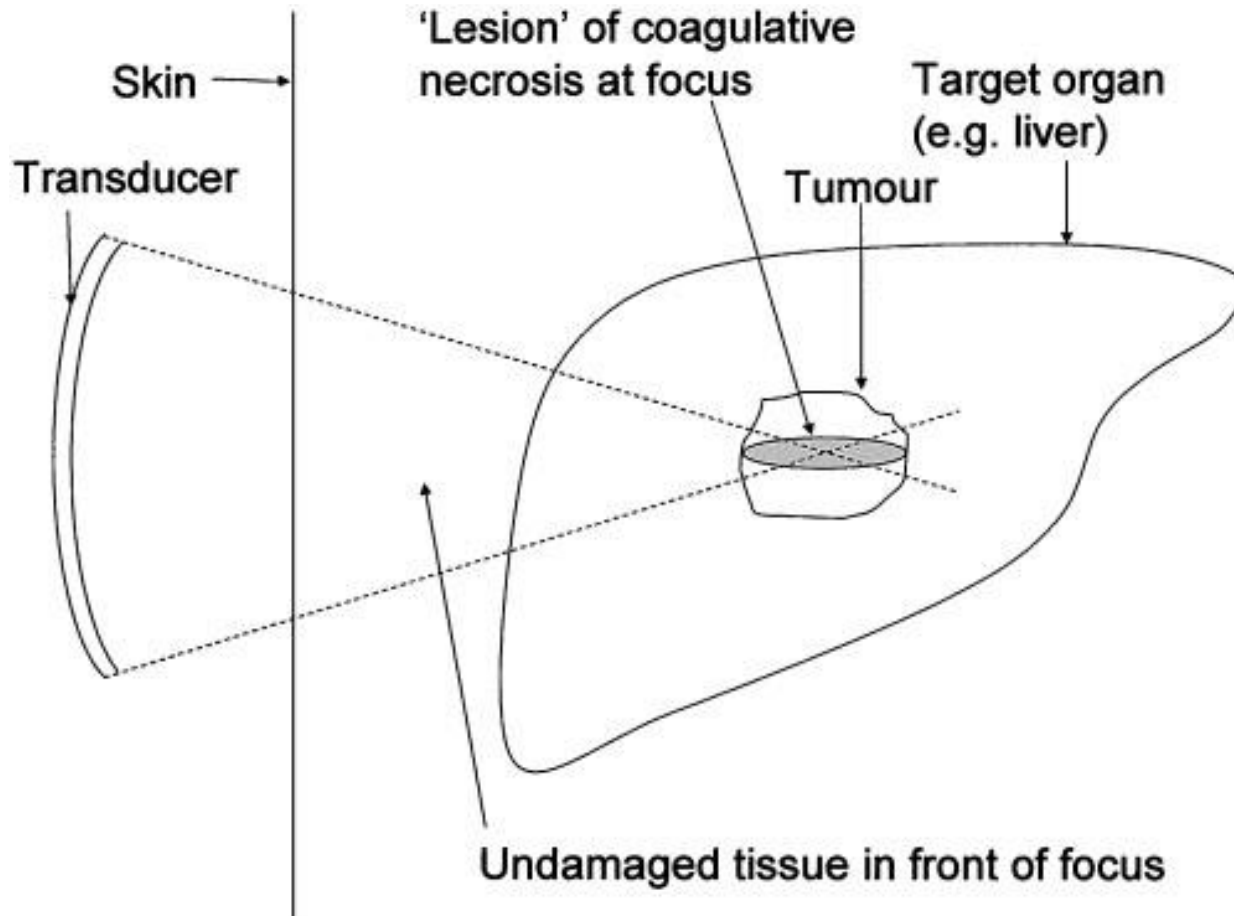
a) Diagnostik (tanısal) olarak:

Ultrases diğer tanı sistemlerine göre, yumuşak dokuları görüntüleyebilmesi ve iyonize edici etkisinin olmayışı

b) Terapötik (tedavisel) olarak:

- Cerrahide,
- Fizyoterapi uygulamalarında,
- **hipertermi etkisi ile kanserli hücrelerin yok edilmesinde,**
- kemiklerin kaynamasında,
- dişçilikte oyuk açımında,
- gözde katarakt tedavisinde,
- böbrek taşlarının parçalanmasında,
- kan akımının ölçülmesinde v.s. kullanılmaktadır.

HIFU UYGULAMASININ ŞEMATİK GÖSTERİMİ



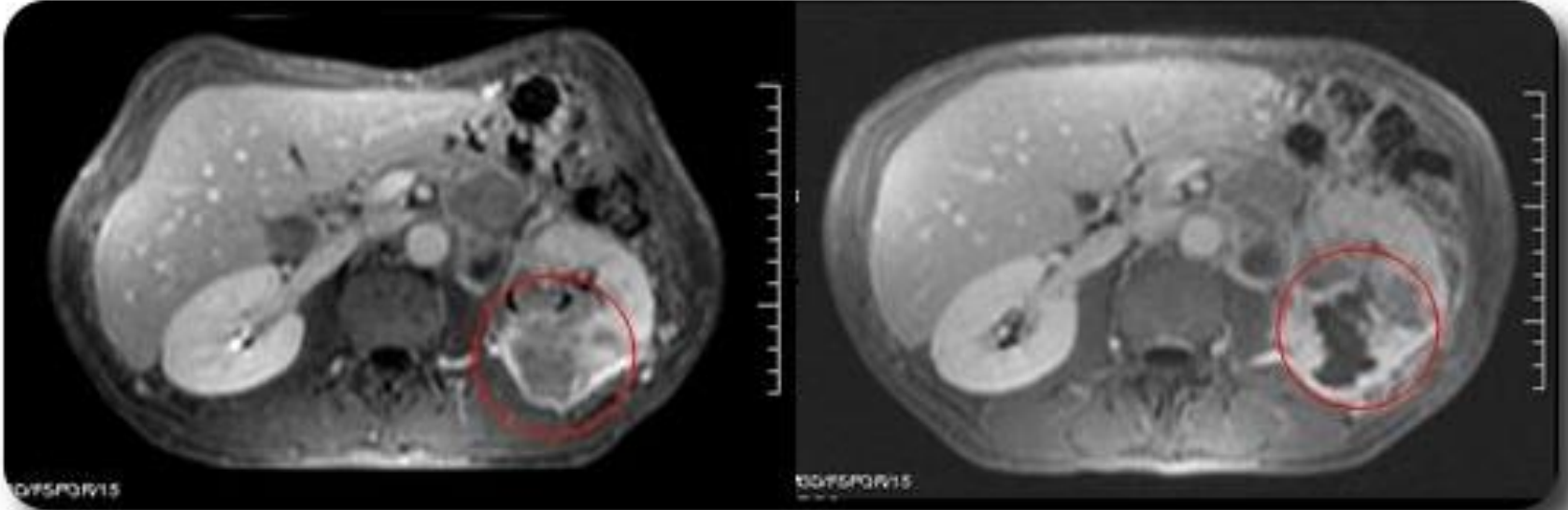
HIFU (High intensity focused ultrasound) sisteminin ana parametreleri,

- Tedavi için hedef dokuda ideal odaklanma boyutları: 1,1 mm x 5,6 mm
- Lokal bölgede Ultrases şiddet değişimi: 5.000 W/cm² ile 25.000 W/cm²
- Tedavi frekans aralığı: 0.8 MHz ile 2.4 MHz arasında,
- Hedef organda hareketle oluşan yoğunlaşma hatası: ± 1 mm dir.
- Sistemin gürültü düzeyi: ≤ 65 dB (A) dır.
- Parametrelerin kontrolü Real - time görüntüleme ile yapılıyor,
- 1 saniyede hedef dokudaki sıcaklık artımı 65-100⁰ C oluyor

**Jinekoloji Kongresi'nde en büyük ilgiyi,
ses dalgasıyla ameliyatsız miyom tedavisi gördü
(07.04.2011)**



Sol görüntüde böbrekte bulunan büyük tümörün, 12 gün HIFU uygulama sonrası durumu sağda



SOSYAL MESAJ

KENDİNİZİ VE AİLENİZİ NASIL KORUYABİLİRSİNİZ



KİŞİSEL TAVIR

- Kablolu bir kulaklık kullanarak
- Tuş kilidini vücuda dönük anten dışarı doğru yerleştirerek
- Cep telefonunun mümkün olduğu sürece sinyal seviyesi yüksek yerlerde kullanarak
- Daha çok mesaj yazmayı tercih edin ve çocuklarınıza önerin
- Daima hoparlöre bağlayın ($1/r^2$)

Cep telefonu trafikte kaza riskini

4 KAT ARTTIRIYOR!



KENDİNİZİ VE AİLENİZİ NASIL KORUYABİLİRSİNİZ?

- Konuşma anında veya süt emme durumundaki bebeklerden uzak tutun ve Hamile kadınlardan uzak tutun**
- Gece boyunca cep telefonunuzu kapalı tutun (12-20 yaş)**
- Evlerde kablosuz değil kablolu telefon kullanın**
- Radyasyon alımını azaltacağı düşünülen zırhlamalardan kaçının**
- Araba kullanırken kullanmaktan kaçının**
- Cep telefonu kullanım kitapçıklarını MUTLAKA OKUYUN**
(www.fcc.gov/cgh/celular.html)

KENDİNİZİ VE AİLENİZİ NASIL KORUYABİLİRSİNİZ?

POLİTİK TAVIR

- Cep telefonlarını nasıl tehlikesiz kullanacaklarına dair uyarı**
- Telefonların kulaklıkla birlikte satışı**
- Kamu oyunda farkındalığın arttırılması**
- Bilimsel yollardan güvenlik standartlarının gözden geçirilmesi**
- Cep telefonun kullanım sıklığının belirlenmesi ve kullanıcıların sağlıklarının izlenmesini sağlayacak programlar geliştirilmesi**

KAYNAKLAR

1-BİYOFİZİK, Prof. Dr. Ferit Pehlivan. Pelikan Yayınları Ankara 2015.

(Prof. Dr.Ferit Pehlivan)

2-Biyofizik yöntemler Biyolojik etkiler önlemler

(Prof. Dr. Hasan Esan-Prof. Dr.Ferhan Esen)



***SABRINIZ İÇİN
TEŞEKKÜRLER***