

İYONLAŞTIRICI VE İYONLAŞTIRICI OLMAYAN
RADYASYONLARIN
SAĞLIK ETKİLERİ

Prof. Dr. DOĞAN BOR

FİZGET ETKİNLİĞİ

14 Mayıs 2022

-ELEKTROMANYETİK SPEKTRUM-

İyonlaştırıcı olmayan radyasyon

İyonlaştırıcı radyasyon

Radyo Dalgaları

Mikrodalga Bölgesi

IR Bölge

UV

X-ışınları

γ-ışınları



Görünür Işık



Enerji (eV)

$< 7 \times 10^{-7}$

$7 \times 10^{-7} - 0.0012$

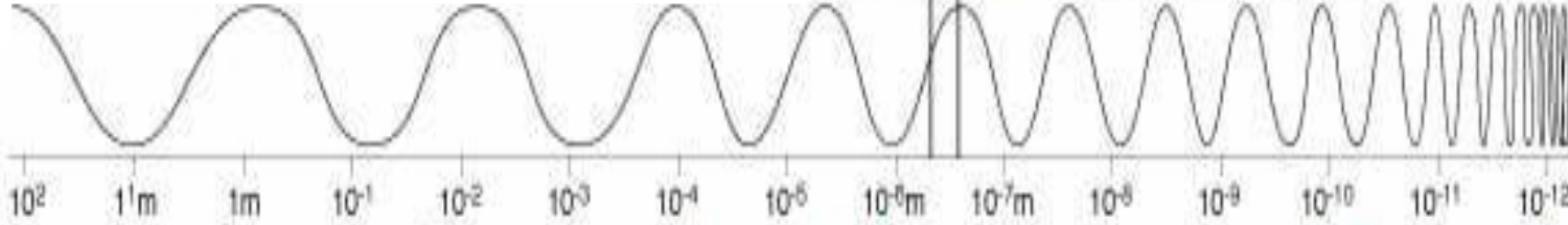
$0.0012 - 1.6$

$3.1 - 20$

$20 - 3 \times 10^4$

$> 3 \times 10^6$

Dalga Boyu (m)



Futbol sahası

İnsan

Arı

İğne

Hücre

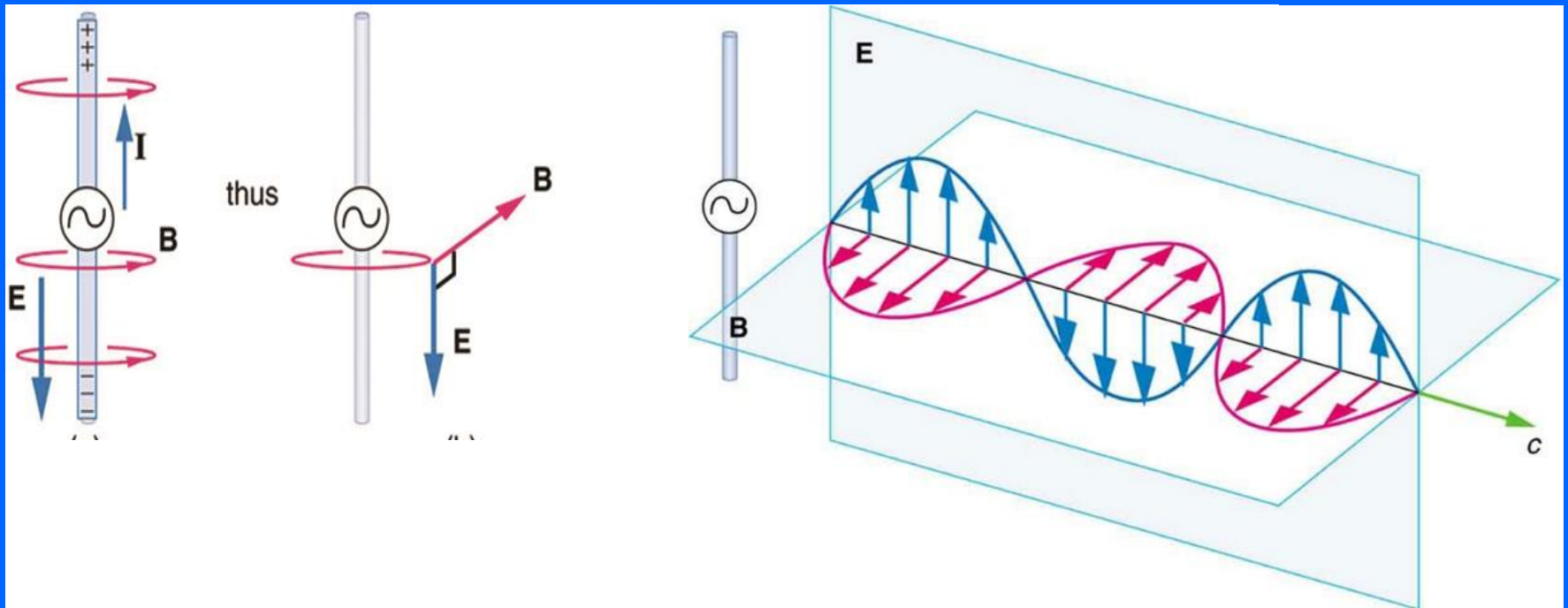
Bakteri

Virüs

Atom

Çekirdek

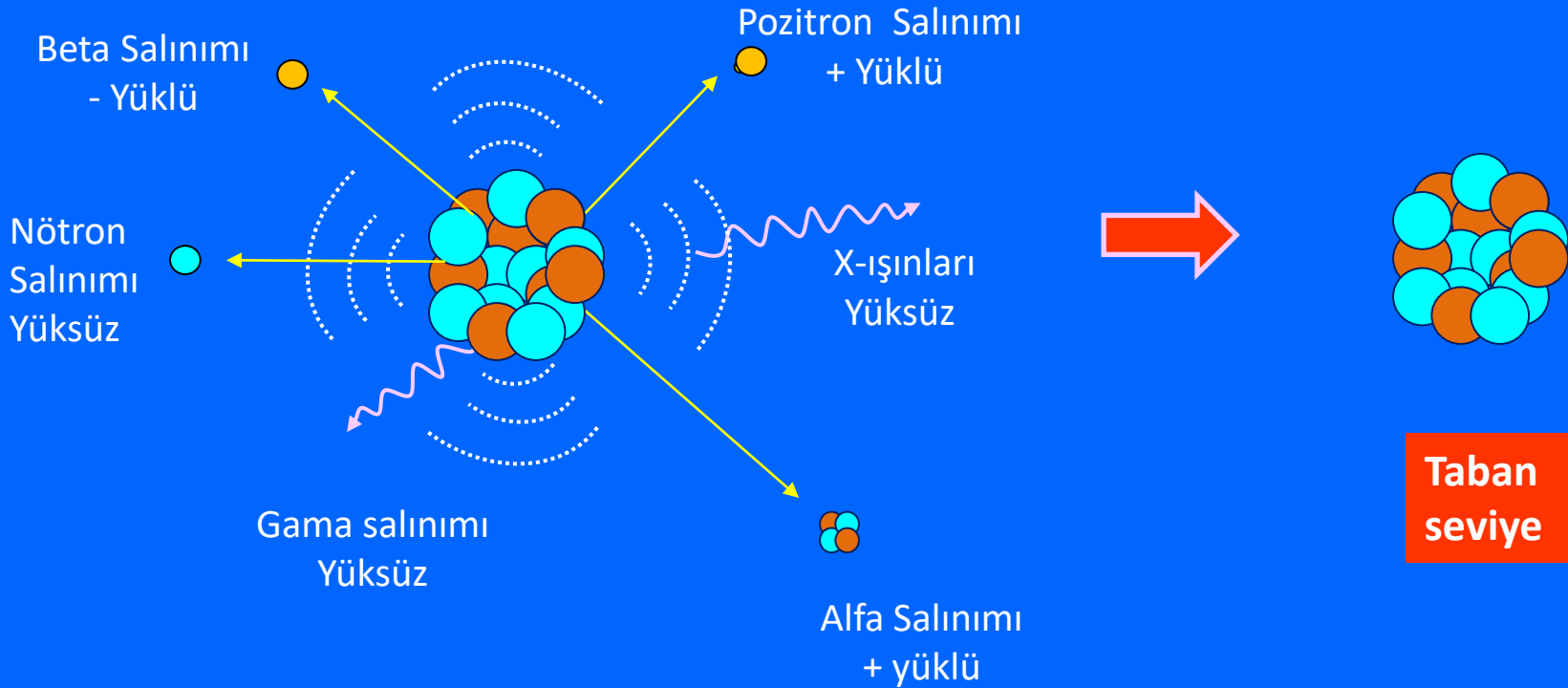
ELEKTROMANYETİK DALGALARIN OLUŞUMU



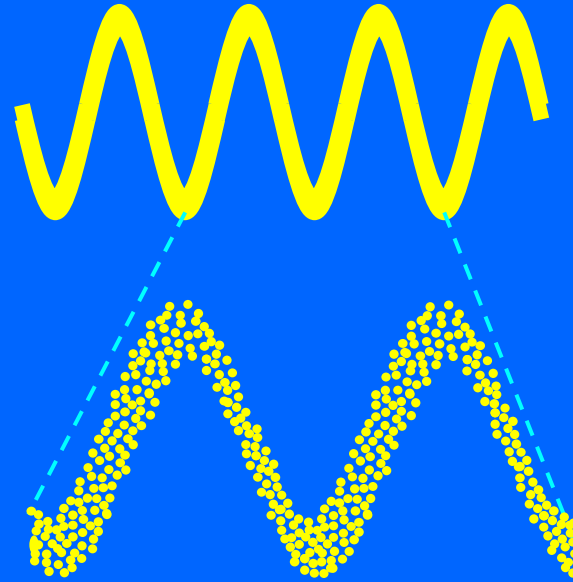
RADYASYONUN OLUŞUMU

Nötron - Proton
dengesizliği

Uyarılmış
seviyeler



ELEKTROMAGNETİK DALGALARIN ETKİLEŞMELERİ

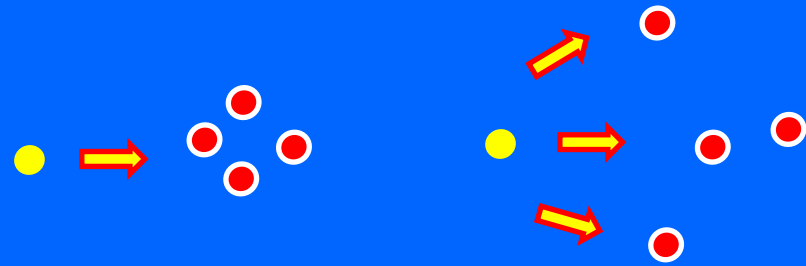


Dalga

Parçacık
(Foton)



Dalga olarak etkileşme

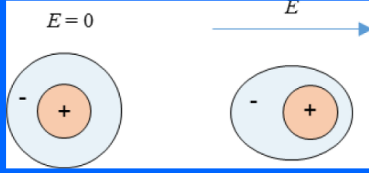


Parçacık olarak etkileşme

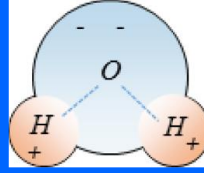
ELEKTRİK ALANLARIN ORTAM İLE ETKİLEŞMESİ

İletkenlerde elektron ve yüklü iyonlarla iletkenlik akımının oluşması

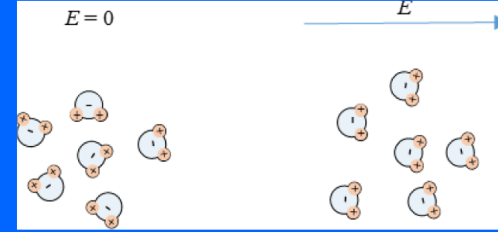
Dielektriklerde iyon hareketleri ile vücutta polarizasyon oluşması



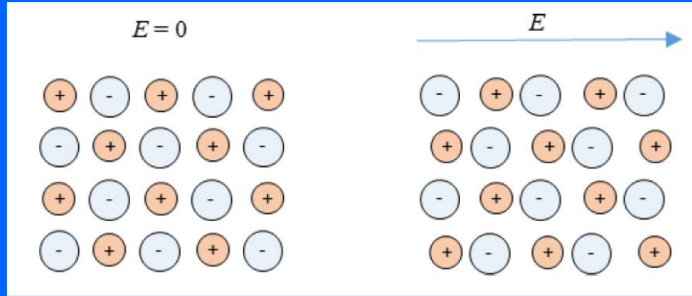
Atomun elektronik polarizasyonu



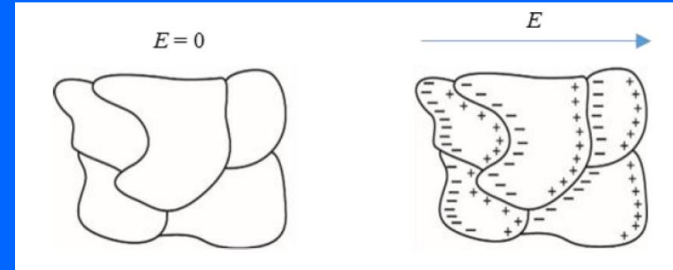
Su molekülü



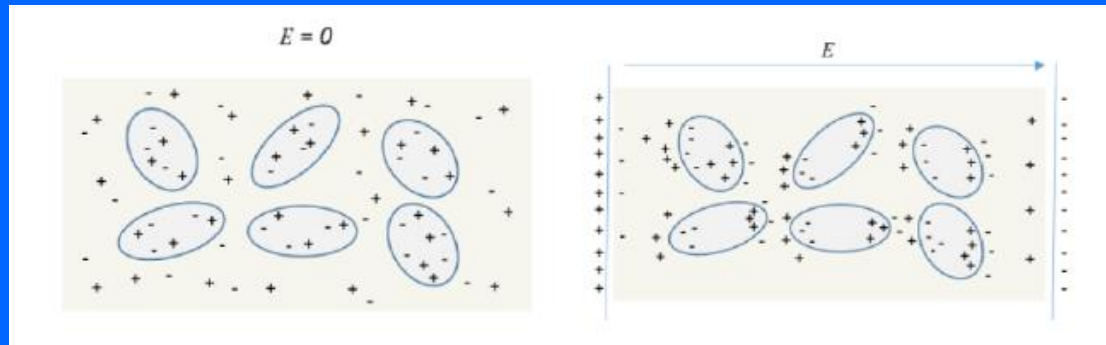
Polar moleküllerin oriyantasyon polarizasyonu



İyonik polarizasyon



Makroskopik polarizasyon



Uzay yükü polarizasyonu

MANYETİK ALANLARIN ORTAMLA ETKİLEŞMESİ

Statik alanlarda

Hall Etkisi (Hareket halindeki iyonların etkilenmesi ile + ve – iyonların ayrılarak elektrik alan oluşturması)

Zamanla değişen alanlarda

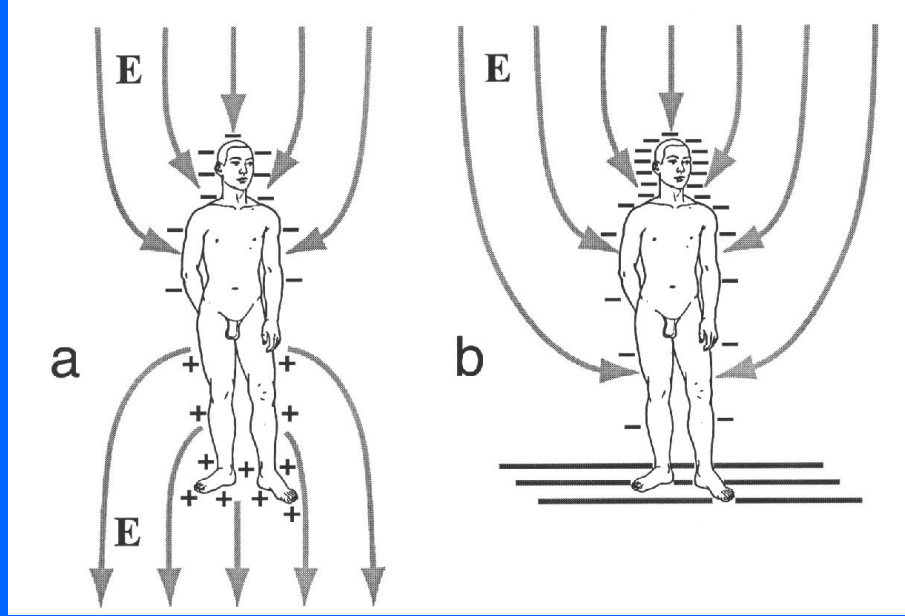
Elektrik akımlarının ortaya çıkması

Manyetik maddelerde manyetik dipollerin alan boyunca düzenlenmesi sonucunda oluşan elektrik alan ile akım geçmesi

Manyetik olmayan iletkenlerde Eddy akımlarının oluşması

DÜŞÜK FREKANSDA ELEKTRİK ALANLARIN VÜCUT İLE ETKİLEŞMELERİ

(10 mHz'e kadar)



Topraktan yalıtılmış
(polarize)

Toprak ile temas

Saç ve tüylerin ürpermesi
Mikro şoklar

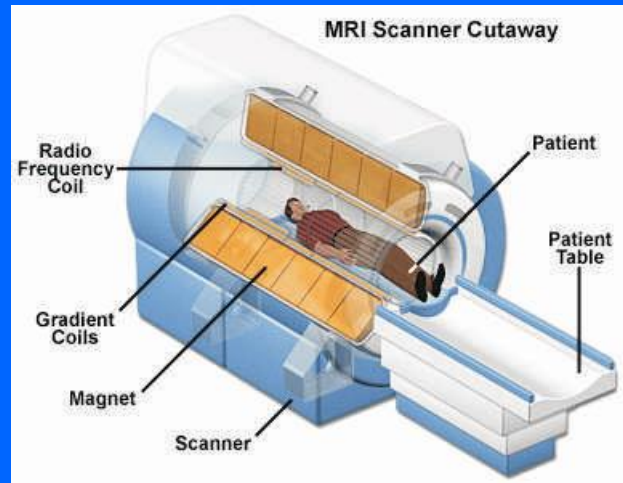
STATİK MANYETİK ALANLARIN VÜCUT İLE ETKİLEŞMELERİ

Statik alanlarda

Damarlarda kan akımının yavaşlaması (10 T'da %5, 15 T'da %10)

Alan boyunca hareket edenlerde vertigo, bulantı, ağızda metal tadı

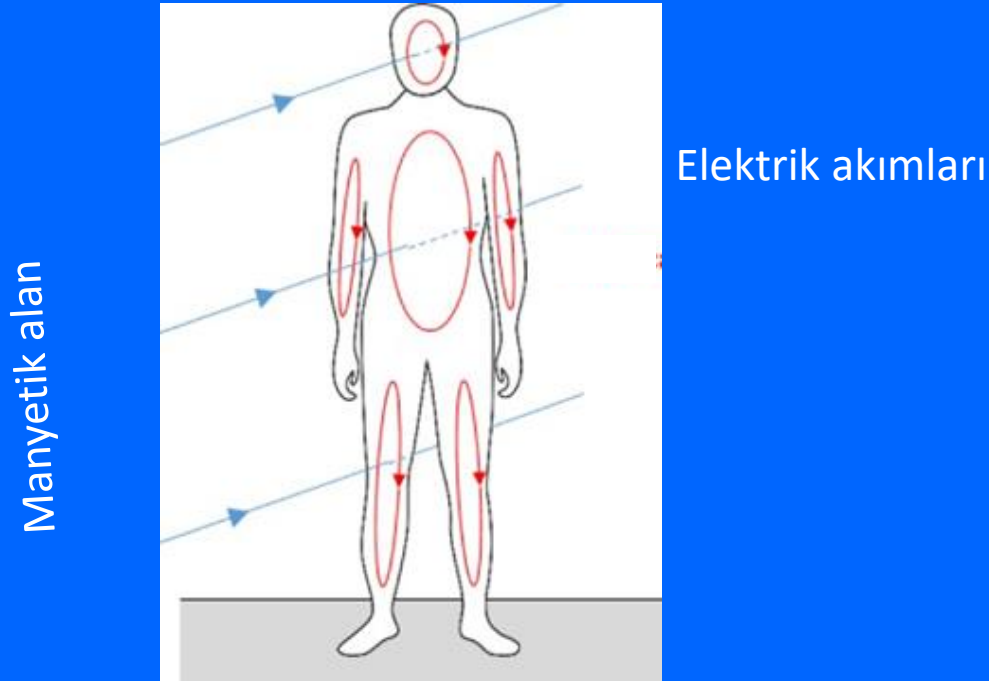
Pil ve implantlarda etkileşmeler (manyetomekanik etkileşmeler)



ÇOK DÜŞÜK FREKANSLARDA MANYETİK ALANLARIN VÜCUT İLE ETKİLEŞMESİ

(10 mHz'e kadar)

Vücut bu frekanslarda iletken olduğundan Faraday kanununa göre Dış manyetik alana dik yönde döngüsel akımlar (Eddy) oluşur.



Kaslar, sinirler, duyuşal algıların uyarılması

ELEKTROMANYETİK ALANLARIN VÜCUT İLE ETKİLEŞMESİ

(> 100 kHz)

Frekans

Radyofrekans bölgesi (100 kHz – 1 GHz)

Organlarda soğurulma ve ısı etkisi

Mikrodalga bölgesi (1 GHz – 300 GHz)

Vücut yüzeyinde soğurulma ve ısı etkisi

Doku türü

Yansıma, soğurma ve geçirgenlik

Kaynaktan olan mesafe

Işınlamanın azalan mesafe ile artması

Vücutta rezonans

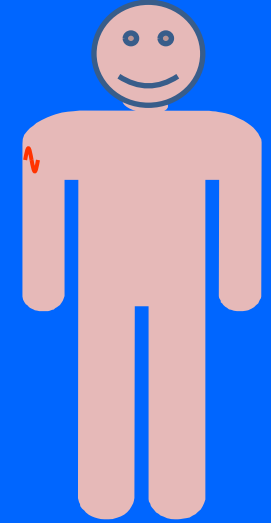
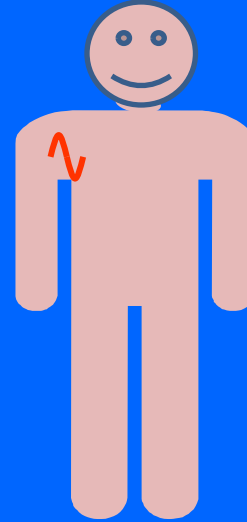
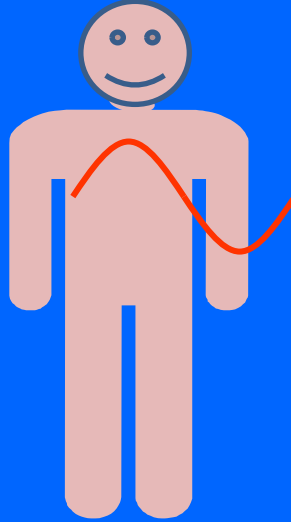
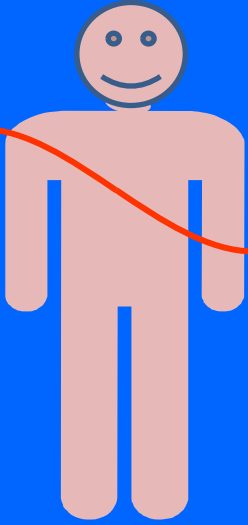
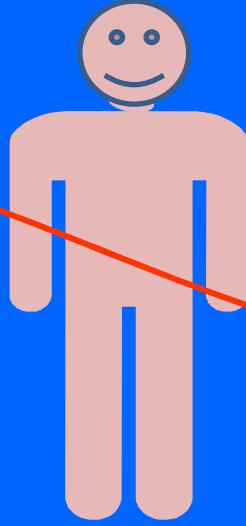
Ortam kalınlığının dalga boyunun yarısı olması durumunda maksimum soğurma

Etkileşme hacmi ve süresi

Artan enerji soğurması

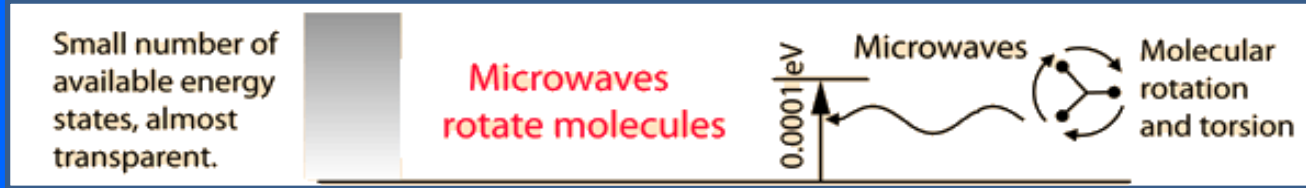
ELEKTROMANYETİK DALGANIN SOĞURULMASI

30 – 100 MHz arası maksimum soğurma (çocuklarda 150 MHz (1 m))



MİKRO DALGALARIN VÜCUT İLE ETKİLEŞİMİ (0.00001 – 0.001 eV)

Moleküllerin eksenleri etrafında dönmesi



İnsan vücudundan büyük oranda soğurulmadan geçerler

Termal etkiler

İletkenlerde soğuruma ve sonuçta ısının ortaya çıkacağı elektrik akımlarının meydana gelmesi

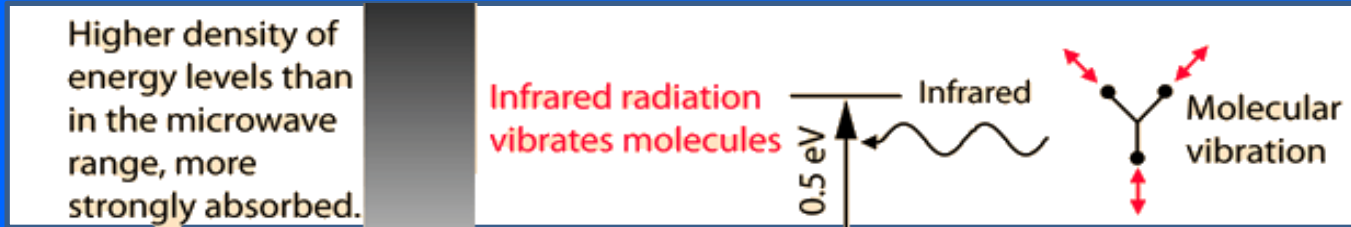
Termal olmayan etkiler

Biyokimyasal değişiklikler

KIZIL ÖTESİ (INFRARED) RADYASYON (0.001 – 1.7 eV)

Mutlak sıfır üzerindeki sıcak nesnelere IR radyasyon salar

Moleküllerin üç eksen boyunca titreşmesi



Vücut yüzeyinde bilhassa su oranı yüksek dokularda soğurulurlar

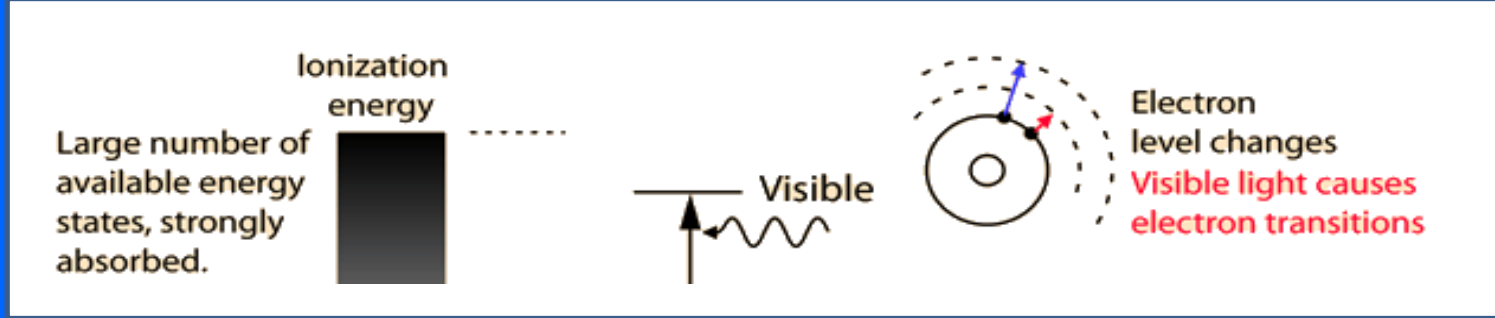
Termal etkiler

Göz retinasında yaralama korneada yanık, katarak, deri yanığı

GÖRÜNÜR IŞIK BÖLGESİ

1.55 – 3.1 eV

Elektronların yörüngeler arası geçişleri



Genelde vücut tarafından yansıtılır, pigment (renk hücreleri) ve kan tarafından kısmen soğurulurlar

Fotokimyasal reaksiyonlar

Işığı soğuran bir molekülde geçici uyarılmış seviyelerin oluşması ile kimyasal ve fiziksel özellikleri farklı olan yeni moleküllerin oluşması

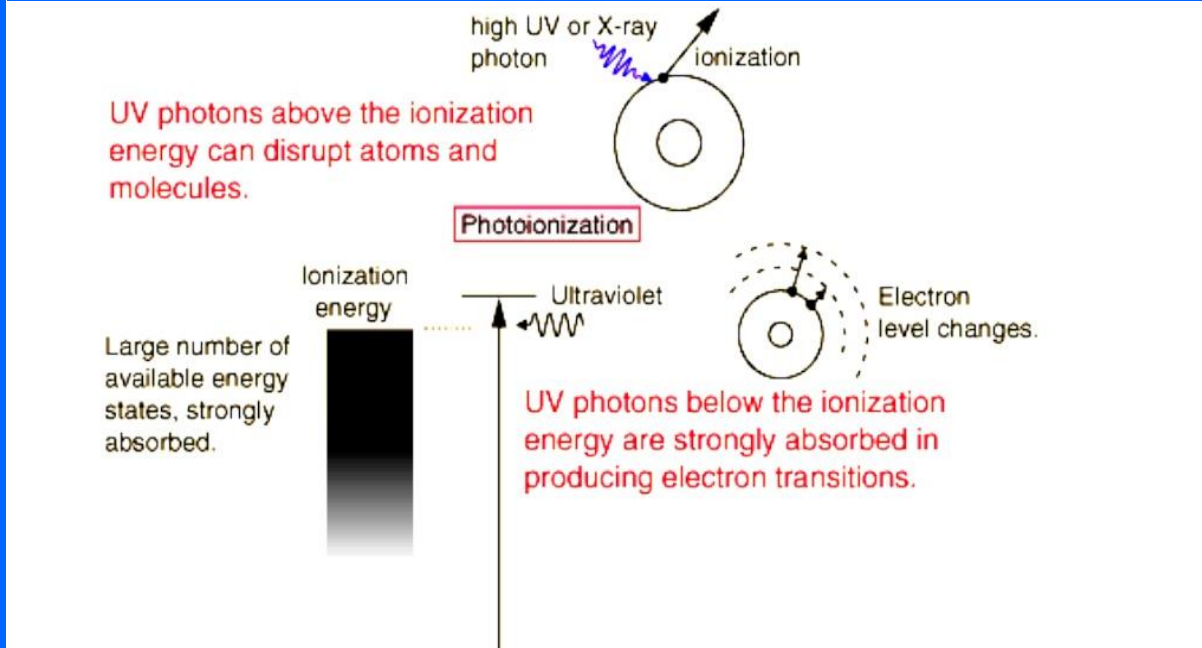
Vitamin D üretimi

Deri yanıkları ve kanseri

MOR ÖTESİ –ULTRAVİYOLE BÖLGE

3.1 – 10 eV

Elektronların uyarılması ve iyonizasyon



Derinin üst katmanında (epiderm) tamamen soğurulurlar

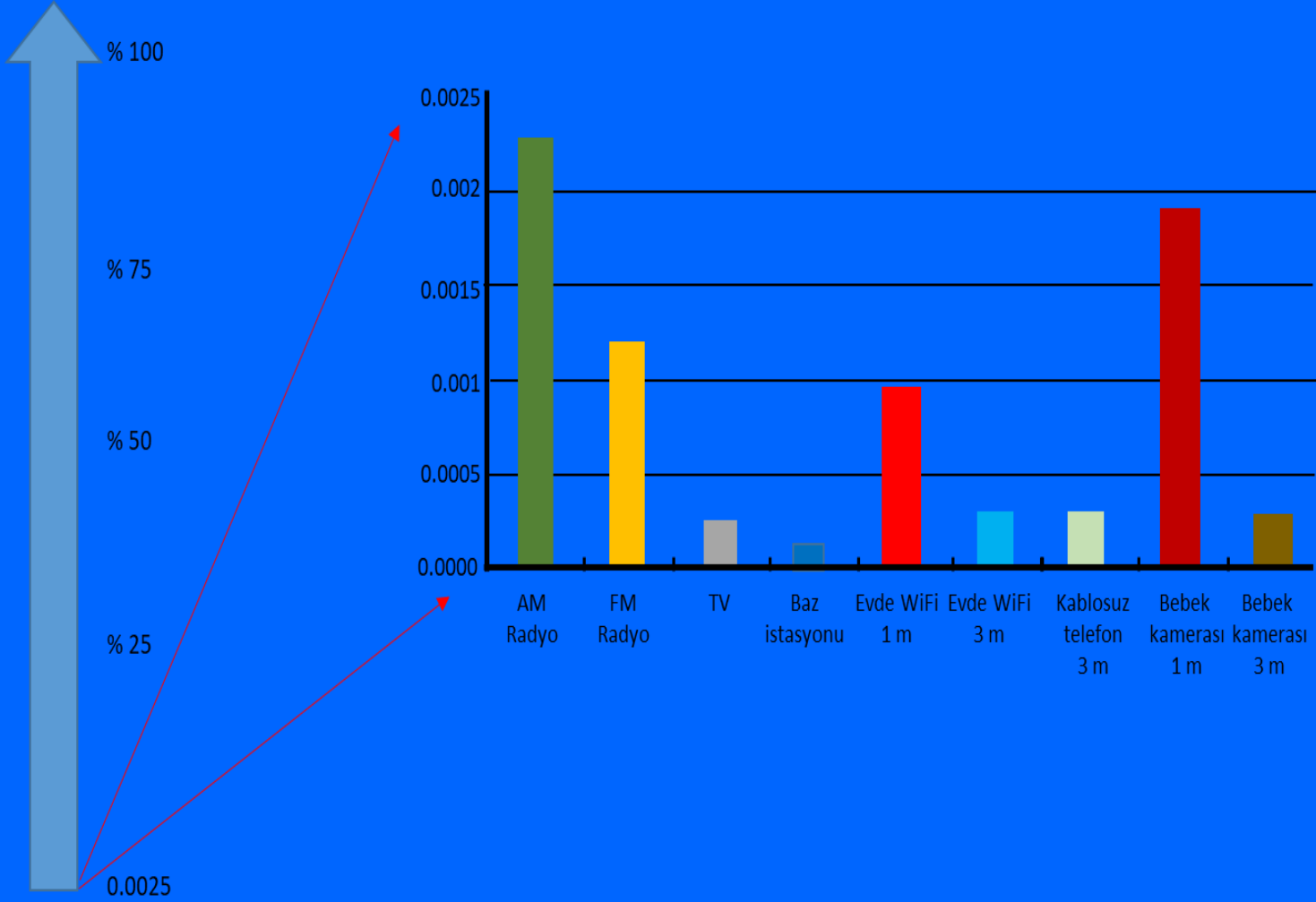
Fotokimyasal etki (Protein ve DNA hasarının oluşması)

Deri kanseri

Deri yaşlanması ve kızarıklığı

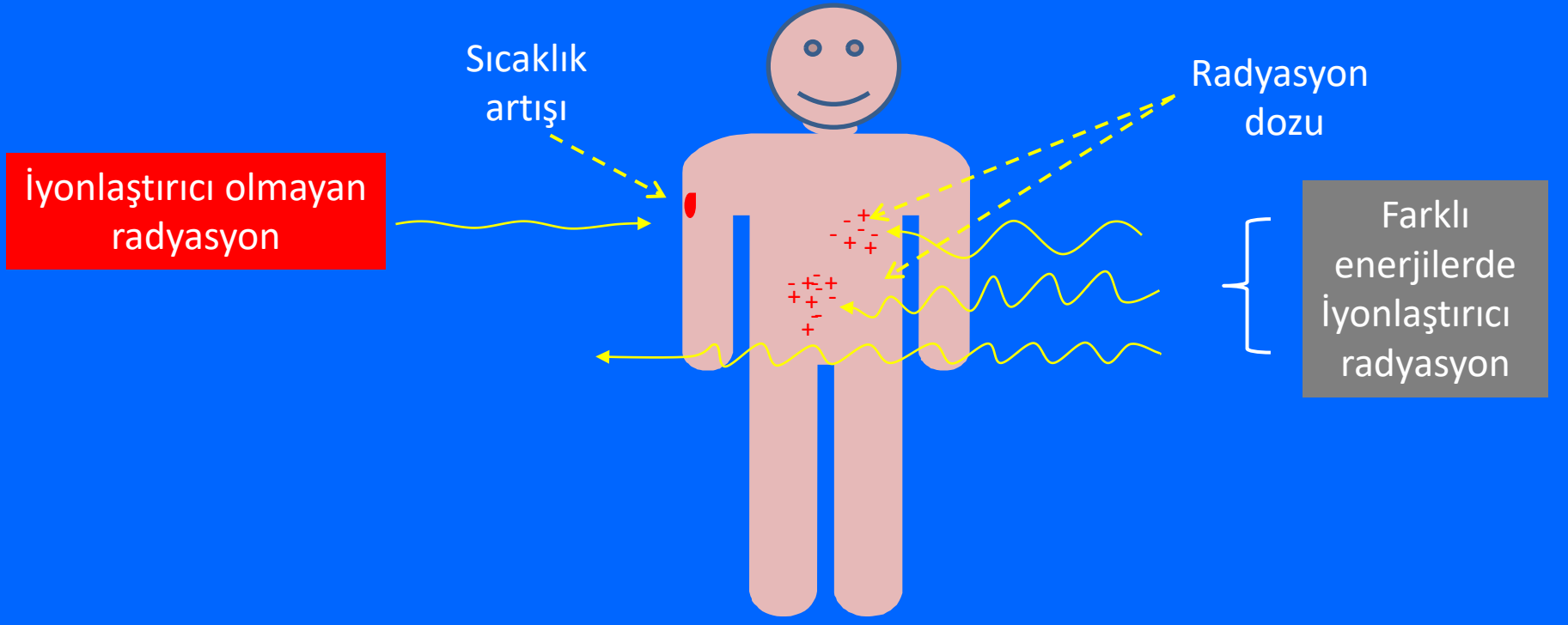
Kornea yaralanmaları

BAZI EM DALGA KAYNAKLARININ VERDİKLERİ IŞINLAMALAR



WiFi sinyallerinin bazı radyo sinyalleri ile karşılaştırması.%100 ile 24 saat sürekli ışınlama durumunda toplum sağlığı için saptanan sınır ifade edilmektedir. Günlük yaşantıda kullanılan kaynakların ışınlamaları sınır değerlerin %0.0025'inden (40 000 kat) daha azdır

İYONLAŞTIRICI VE İYONLAŞTIRICI OLMAYAN RADYASYON



Vücut ile Etkileşim yok

Isı etkisi var

Fotokimyasal etki

Bağların kopması
DNA kırılması



0.000000001

0.000001 – 0.001

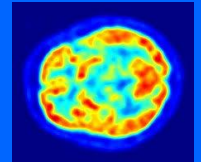
1

10-100

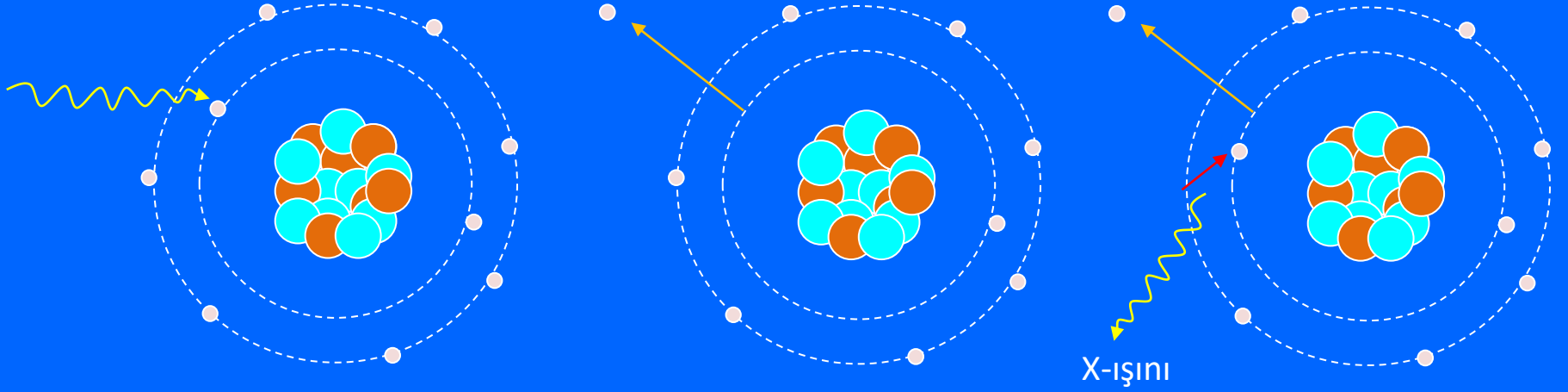
10 000-100 000

1 000 000 000

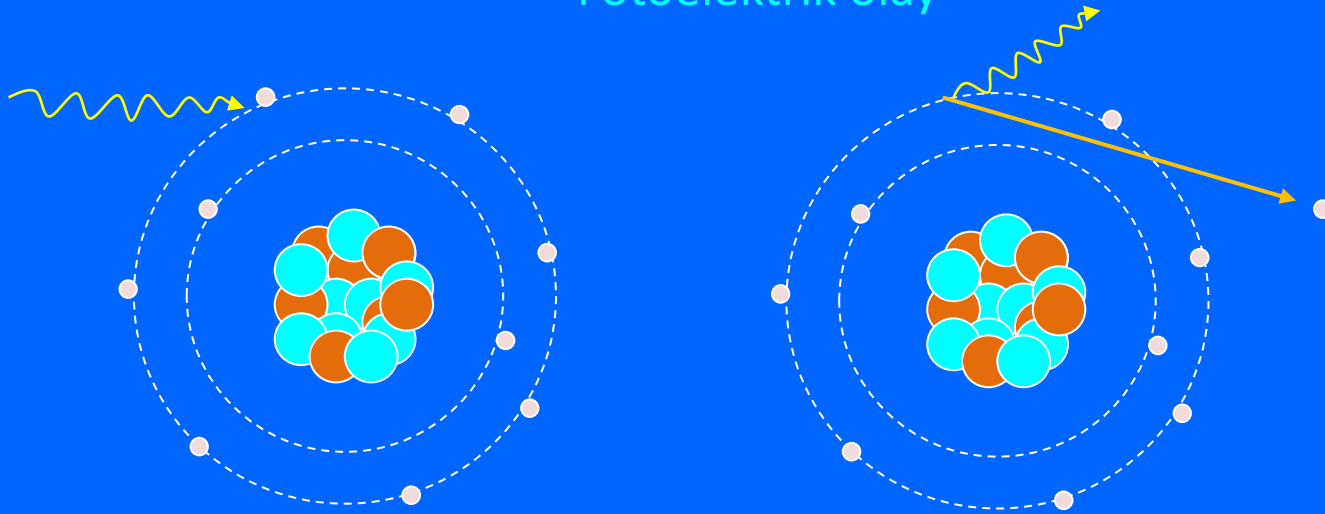
Enerji aralığı



FOTONLARIN MADDE İLE ETKİLEŞMESİ



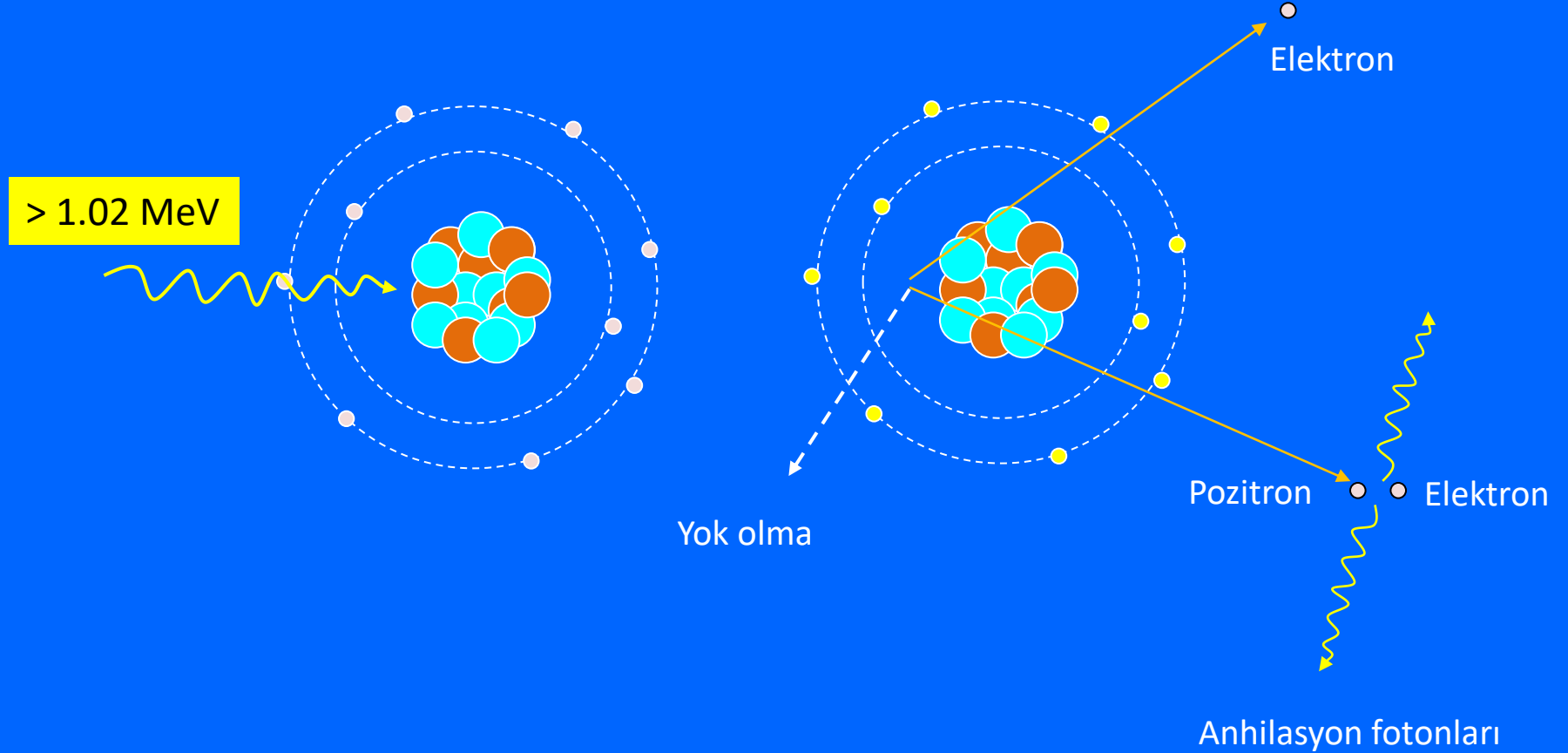
Fotoelektrik olay



Compton olayı

FOTONLARIN MADDE İLE ETKİLEŞMESİ

Yok olma ve çift yaratım etkileşimleri

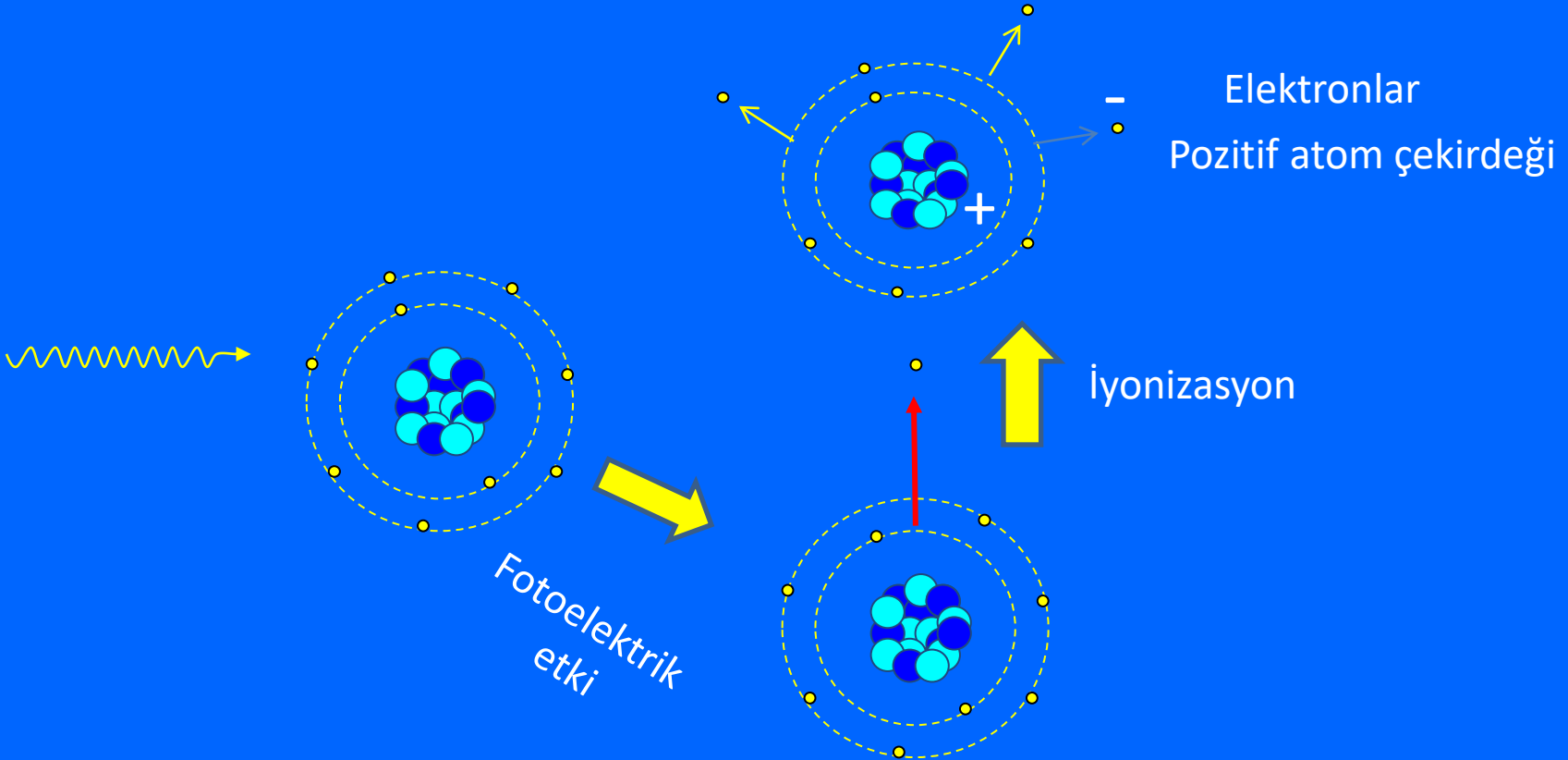


RADYASYONUN ETKİLERİ

İyonizasyon

Yüksüz radyasyon \rightarrow Yüklü parçacıklar

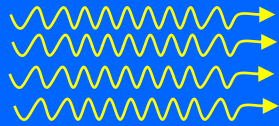
} Ölçüm yapılması
Etkilerin saptanması



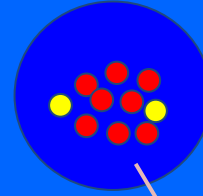
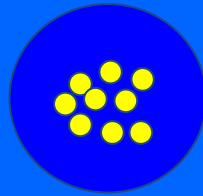
RADYASYONUN ETKİLERİ

Radyasyon dozu

Radyasyonun etkileştiği ortama aktardığı enerji miktarı
Gray = Joule /kg



Gelen
radyasyon



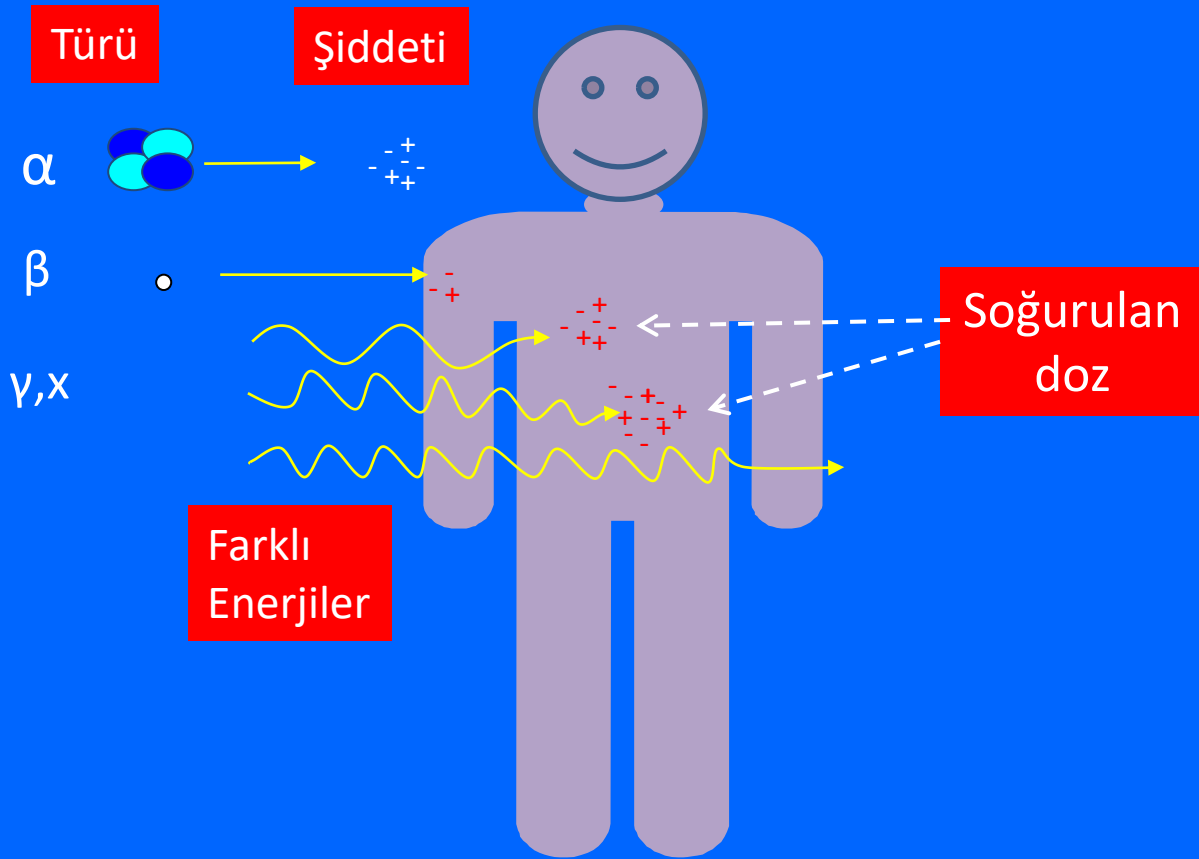
Doza katkıda
bulunmayan
iyonizasyon



Etkileşmeyen
radyasyon

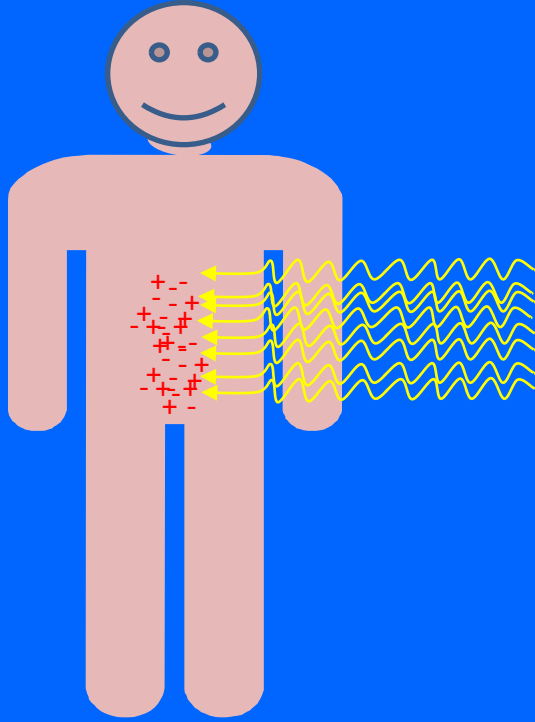
İYONLAŞTIRICI RADYASON

Dış Işınlamalar

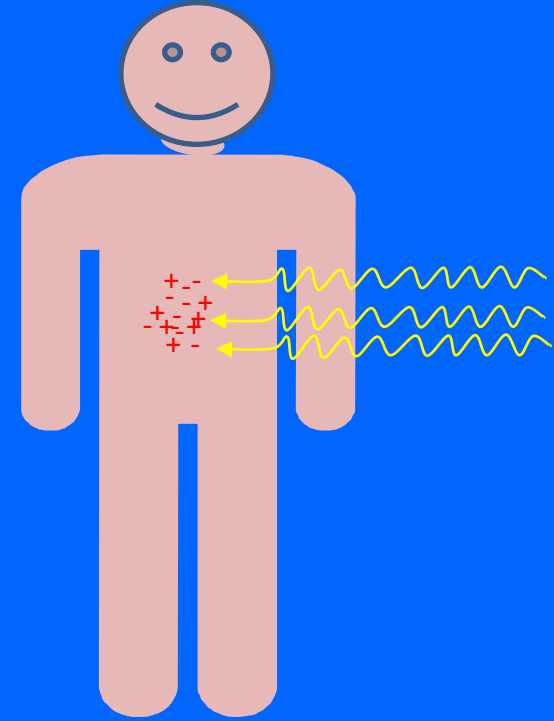


DÜŞÜK VE YÜKSEK ŞİDDETE İYONLAŞTIRICI RADYASYONUN VÜCUDUMUZA ETKİSİ

Artan şiddet ile vücutta daha fazla etkileşme olması



Yüksek şiddette radyasyon



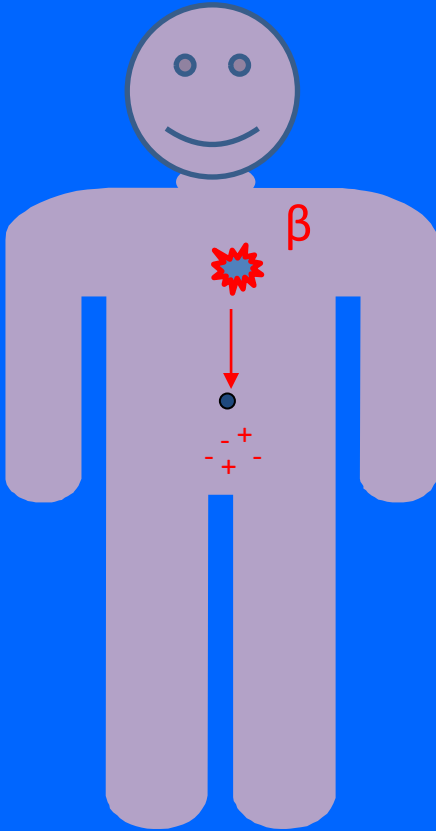
Düşük şiddette radyasyon



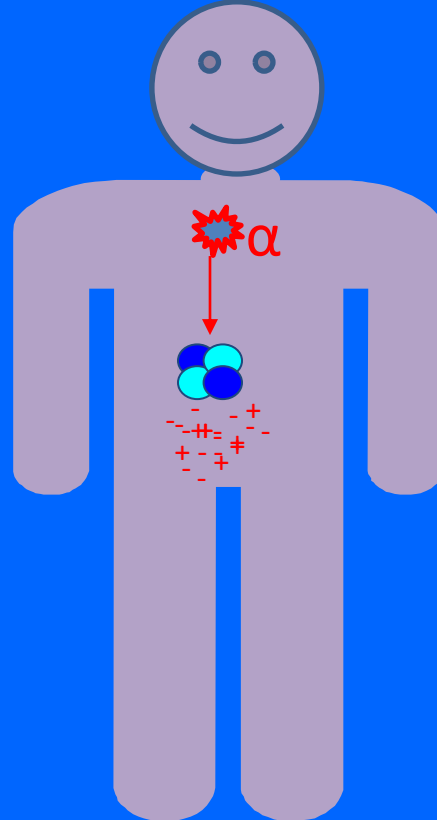
İYONLAŞTIRICI RADYASON

İç Işınlamalar

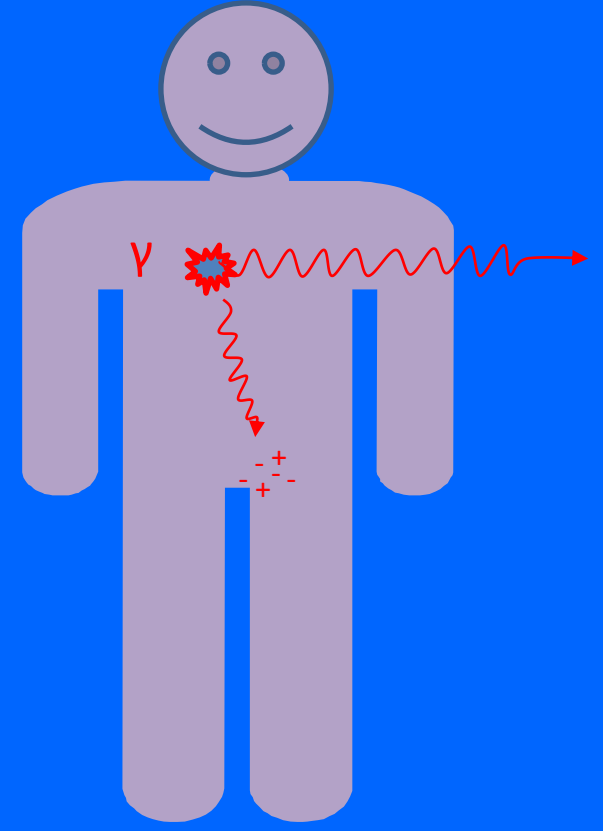
Radyoaktif kaynağın deriye bulaşması (kontaminasyon) ,
vücuda girmesi



Beta Radyasyonu



Alfa Radyasyonu

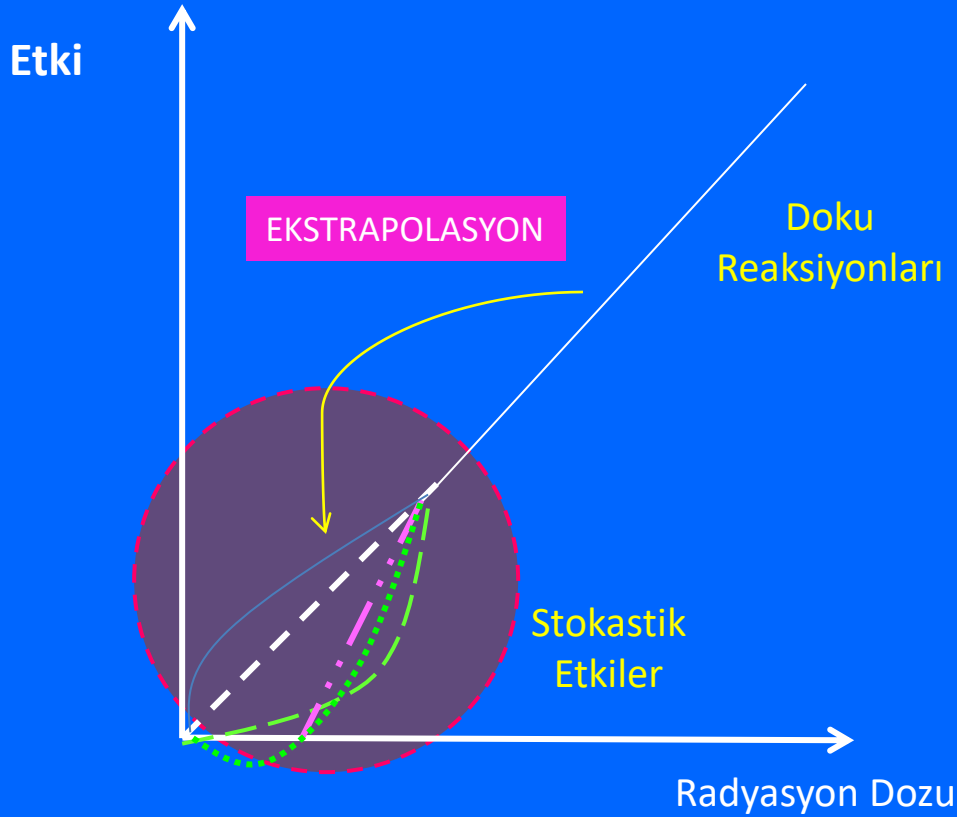


Gama Radyasyonu

RADYASYONUN ETKİLERİ

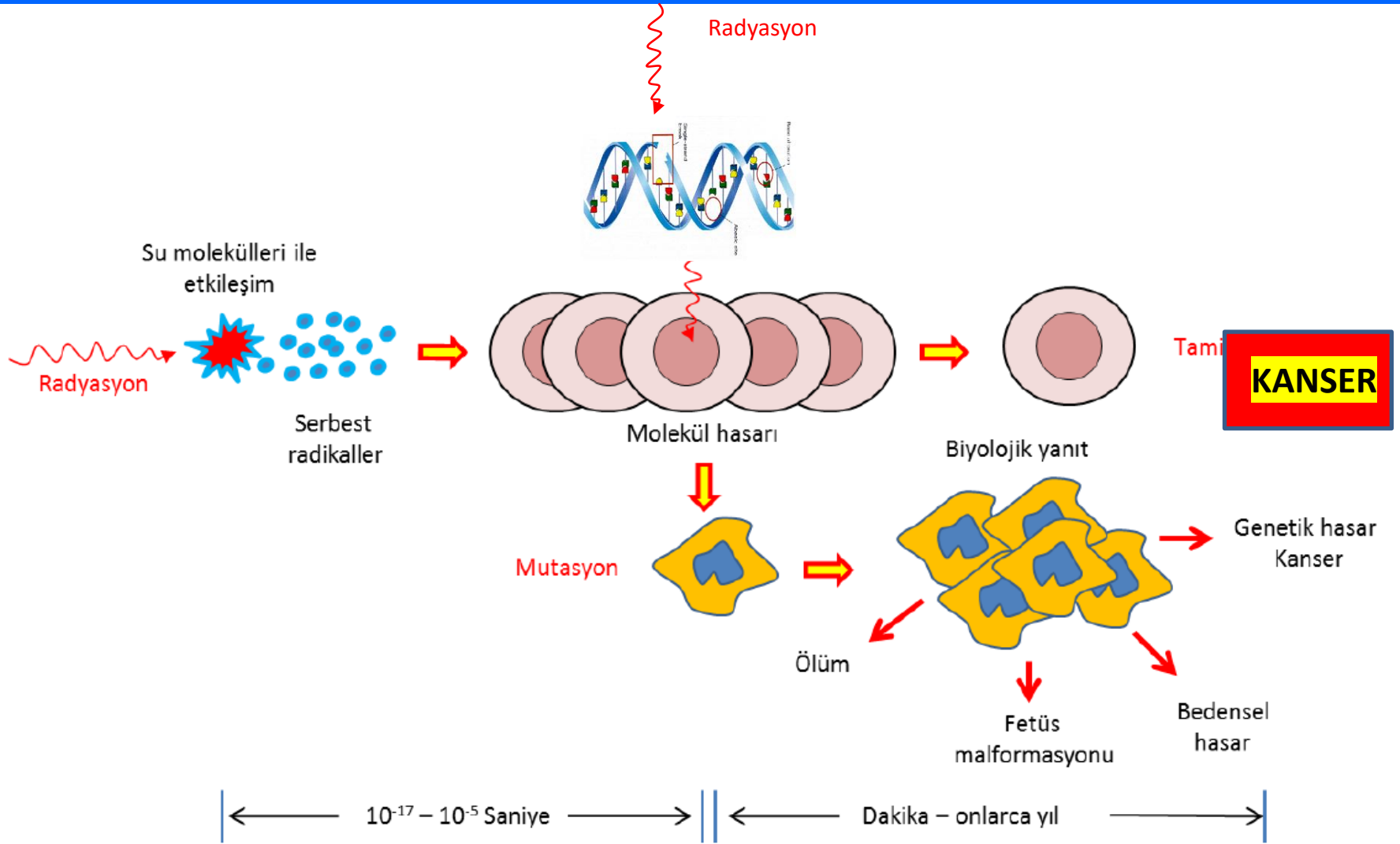
Deterministik Etkileri: Lens ve Deri Hasarları, kısırlık vs.

Stokastik Etkileri : Kanser
Genetik Etkiler



İYONLAŞTIRICI RADYASYONUN SAĞLIĞA ETKİLERİ

Kanser Oluşumu



İYONLAŞTIRICI RADYASYON

Yüksek şiddette radyasyon

Ani etkiler

Doku, organ ve kan hastalıkları

Ölüm

Geç etkiler

Genetik etkiler

Kanser



Düşük şiddette radyasyon

Doğal radyasyon ışınlamaları

Radyasyonla çalışanların ışınlanmaları

Tanısal medikal uygulama yaptıran hastaların ışınlanmaları

DÜŞÜK ŞİDDETTE RADYASYON KANSERE NEDEN OLUR MU?

Radyasyonun neden olabileceği kansere yaklanma riskleri
(1 / 1 000 000 olarak)

Akciğer röntgen incelemesi 2.5

Karın bölgesinin bilgisayarlı tomografi incelemesi 500

Doğal Radyasyon (yıllık) 50

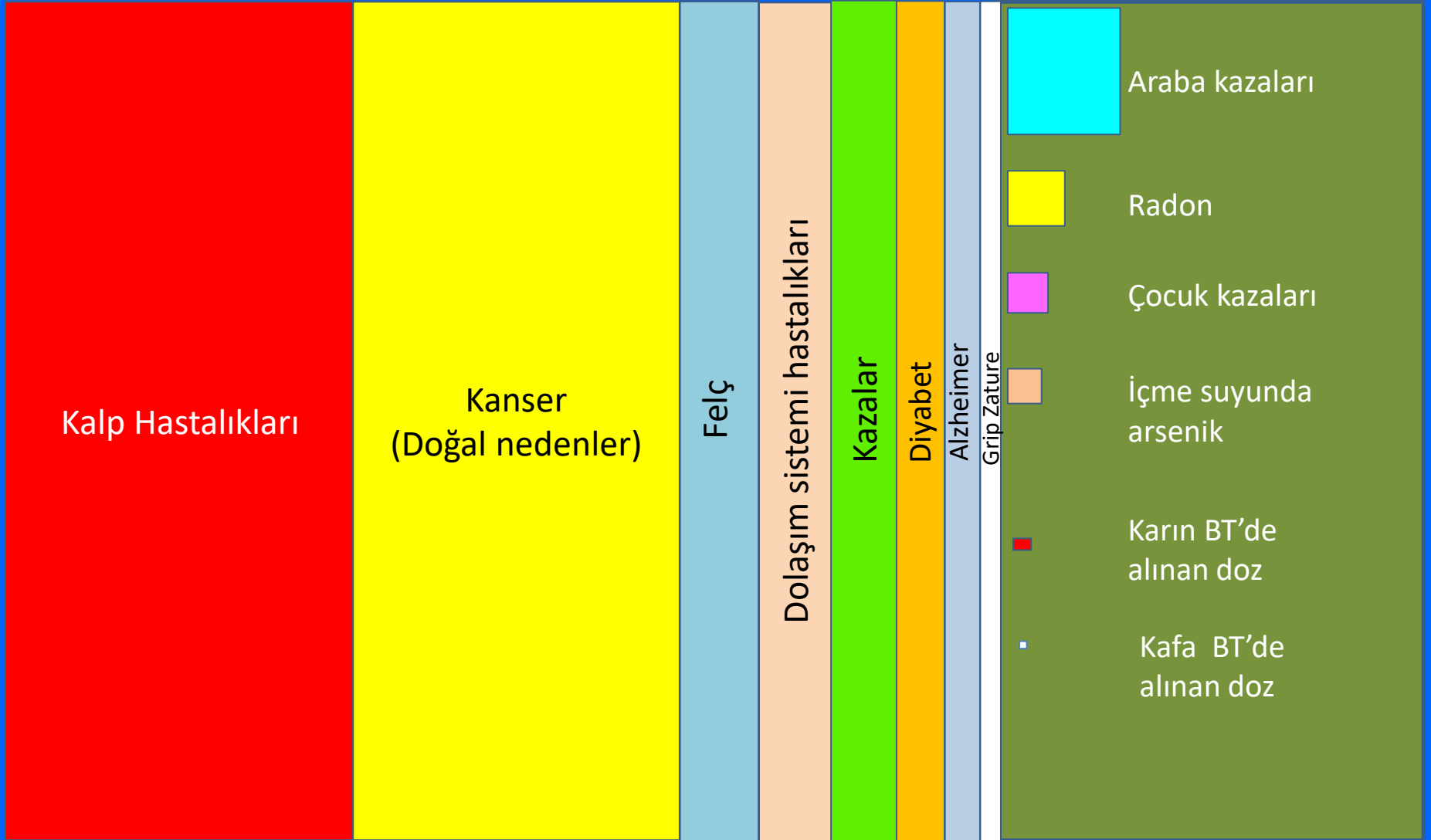
Diğer nedenler (obesite, sigara vs.) 400 000

Doğal nedenlere bağlı olarak ömür boyu kansere yakalanma : %40

Bu vakalarda ölüm oranı : %20 – 25

Radyasyonun neden olabileceği kansere yakalanma oranı : %1

YAŞAMDAKİ RİSKLER



TEŐEKKÖR EDERİM

www.doganbor.com