

Radyasyondan Korunma ve Radyasyon İzleme ve Uyarı Sistemi Ağı (RADİSA)

Dr. Şenel ÇOBANER

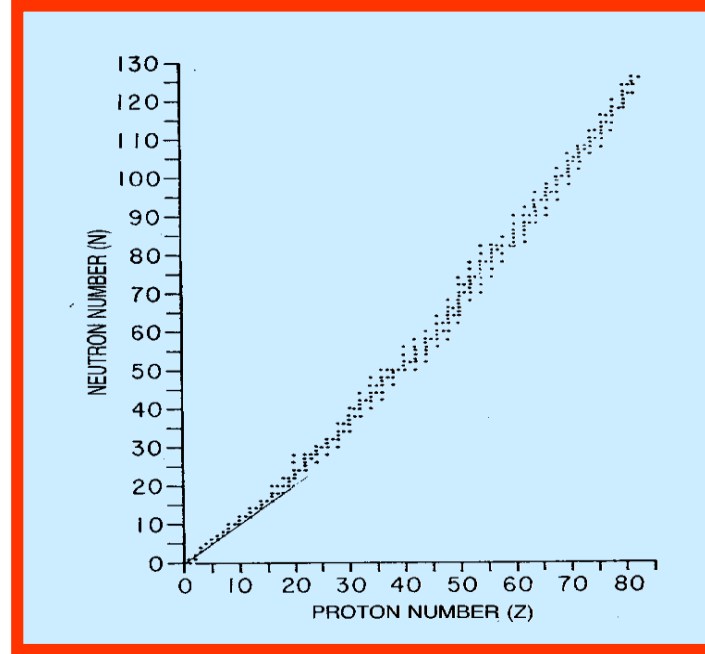
İçerik



- Atom ve Radyoaktivite
- Radyasyon ve Türleri
- 1. İyonlaştırıcı Radyasyon
 - Radyoaktif Bozunum Süreçleri
 - İyonlaştırıcı Radyasyon Örnekleri
- Işımların Hücrelere Etkisi
- Radyasyon Enerjisinin Soğurulması
- Radyasyonun Vücut Hücrelerine Etkisi
- İçten ve Dıştan Işınlanma
- Maruziyet Kaynakları ve Doz Birimleri
- Doğal ve Yapay Radyasyon Kaynakları
 - Doğal Radyasyon
 - Yapay Radyasyon
 - Doğal ve Yapay Kaynaklardan Alınan Dozlar (mSv/y)
- 2. İyonlaştırıcı Olmayan Radyasyon
 - Cep Telefonu: En Yakın Kaynak
- Bilinçli Korunma Yöntemleri
- RADİSA

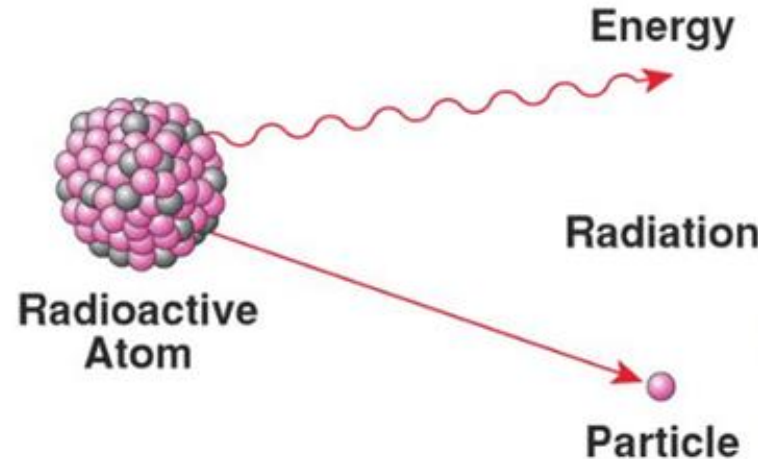
Atom ve Radyoaktivite

- Atom, maddenin en küçük yapı taşıdır. Normalde çekirdek, proton ve nötron sayısı arasında bir denge vardır. Ama bazı atomlarda bu denge **bozulur**. **Çok fazla proton** varsa veya **nötron sayısı fazla/az** ise, çekirdek **kararsız** olur.



Atom ve Radyoaktivite

- Kararsız atom, dengesini sağlamak için **fazla enerjisini** veya **bazı parçacıklarını** dışarı atar. Bu sürece **radyoaktif bozunma** denir.
- Radyasyon, atomun kararlı hale geçmeye çalışırken **etrafa yaydığı enerji** veya **parçacıklardır**. Bu bazen sadece enerji şeklindedir (ışık gibi), bazen de küçük parçacıklar halinde dışarı çıkar.



Radyasyon ve Türleri



Radyasyon Türleri



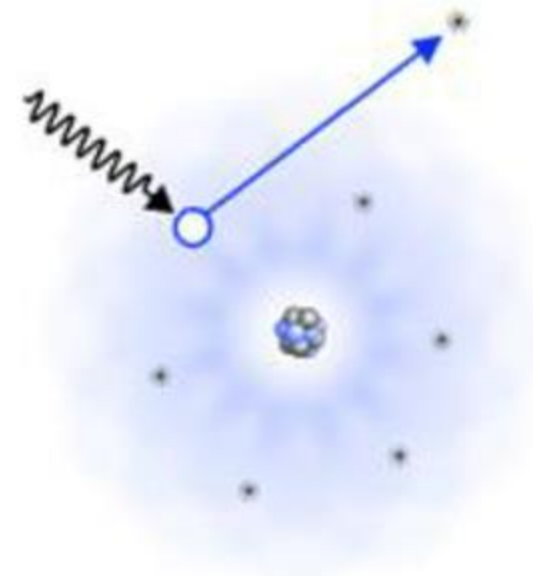
Yüksek enerjili radyasyon **iyonize radyasyon** olarak da tanımlanır ve atomdan elektron koparabilen dolayısıyla atomu iyonize edebilen radyasyon türüdür. **iyonize olmayan radyasyon** ise etkileştiği materyal içindeki atomları yeteri kadar enerjisi olmadığı için iyonize edemez ve sadece uyarmakla yetinir. Mikrodalgalar, görünür ışık, radyo dalgaları, kızılötesi ve (çok kısa dalga boyluları hariç olmak üzere) morötesi ışık iyonize olmayan radyasyona örnektir.

1. İyonlaştırıcı Radyasyon: Yüksek enerjili, atomdan elektron sökebilir (Röntgen, Gama, Alfa, Beta).

2. İyonlaştırıcı Olmayan Radyasyon: Düşük enerjili, atomun yapısını bozmaz, sadece ısıtır (Cep telefonu, Wi-Fi, Mikrodalga).

1. İyonlaştırıcı Radyasyon

- İyonlaştırıcı radyasyonun kaynakları atom çekirdeklerindeki kararsızlıktan gelir. İyonlaştırıcı radyasyon, atomları iyonlaştırabildiğinden, moleköl bağlarını da kırabilir. Açığa çıkan serbest radikaller diğer hücrelere de sızarak, olumsuz kimyasal tepkimelere yol açar. Böylelikle, canlı organizmaların hücre yapılarında ve mekanizmalarında hasar oluşur.



İyonize radyasyonun oluşumu.

1. İyonlaştırıcı Radyasyon

- **Alfa Işınları**, büyük kütleli, yavaş hareket eden Helyum çekirdekleridir. Bir kağıt parçası veya derimizin üst tabakası bile onları durdurur.
- **Beta Işınları** ise daha hızlı hareket eden elektronlardır; birkaç milimetre alüminyum veya plastikte durdurulabilirler.
- **Gama Işınları**, kütsesiz, yüksek enerjili fotonlardır. Işık hızıyla hareket ederler ve nüfuz etme güçleri en yüksektir; ancak kurşun gibi yoğun malzemelerle azaltılabilirler.
- **Röntgen ışınları** ise yapay olarak üretilir ve tıbbi görüntülemede kullanılır.

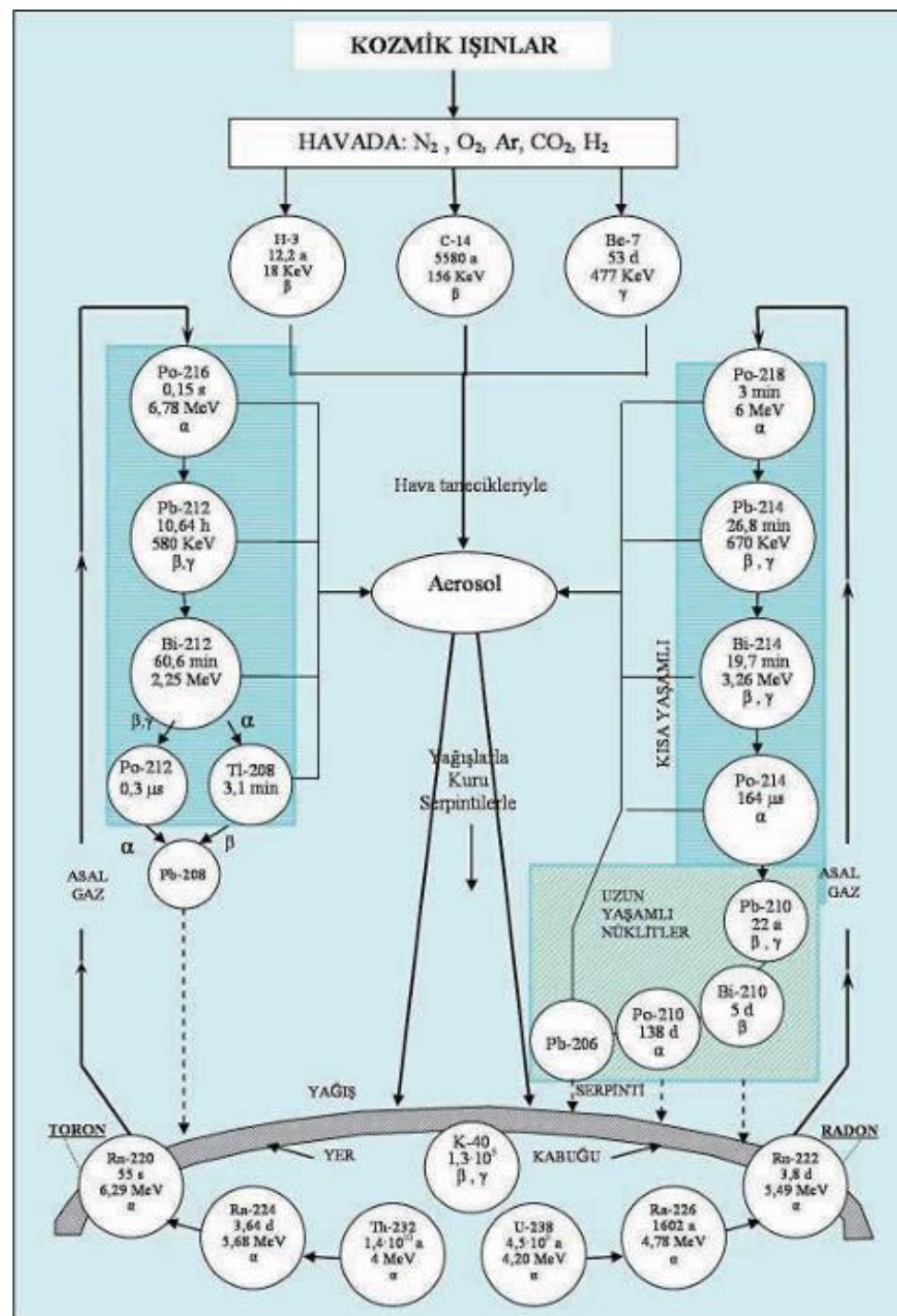
Doğal Radyasyon



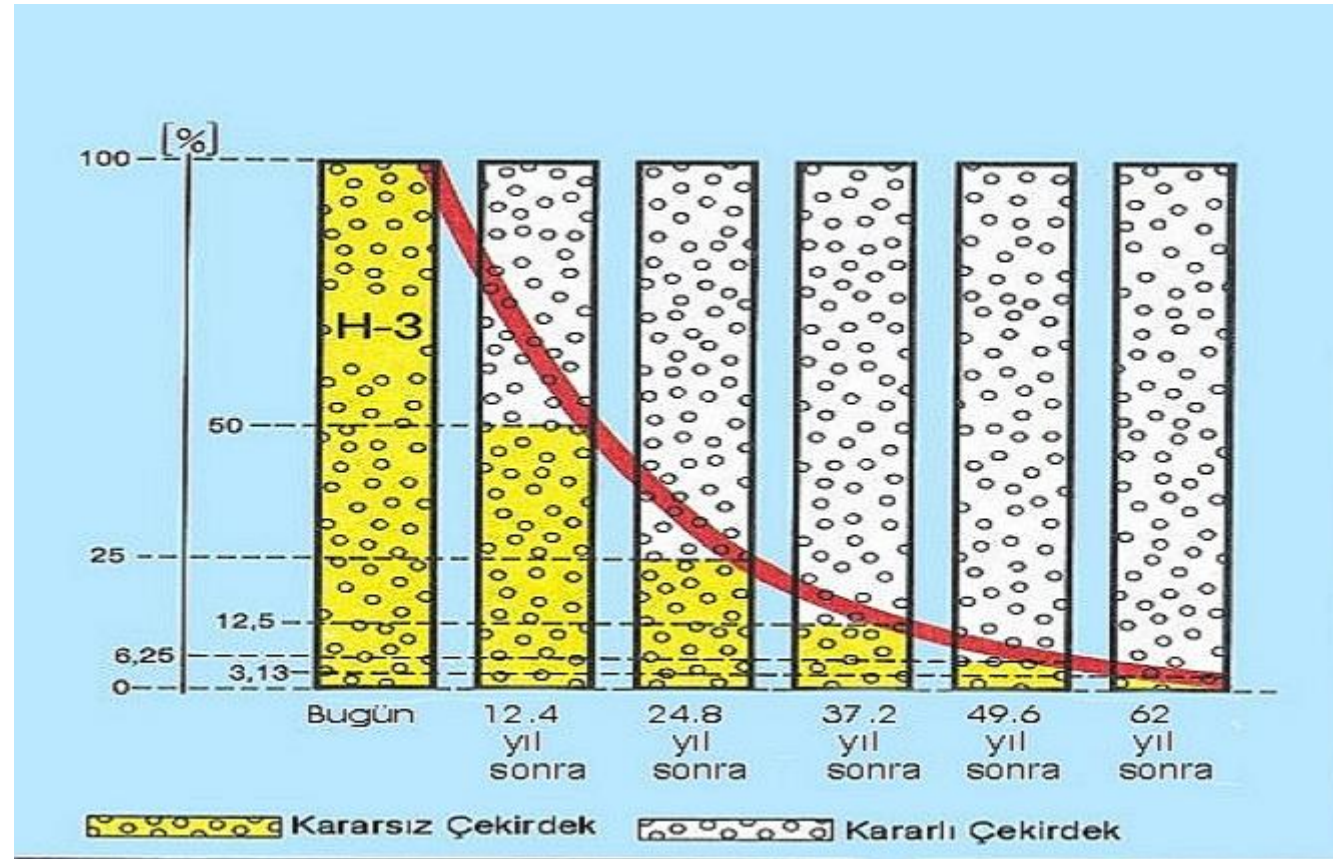
- Aynı elementin farklı nötron sayısına sahip atomlarına **izotop** denir. İzotopların bazıları kararsız yapıdadır, bunlara **radyoizotop** denir.
- **Kararsız izotoplar**, radyasyon yayarak daha kararlı hale geçmeye çalışır. Bu bozunma süreci, Uranyum-238 gibi ana radyoizotoplardan başlayarak, bir zincir halinde devam eder ve doğal radyasyonun en büyük kaynaklarını oluşturur.

Radyoaktif Bozunum Süreçleri

Doğal radyoizotopların oluşumu, radyoaktif bozunmaları ve yayımları/
a:yıl, d:gün, min: dakika, s: saniye
Prof.Jacobi-Münih/



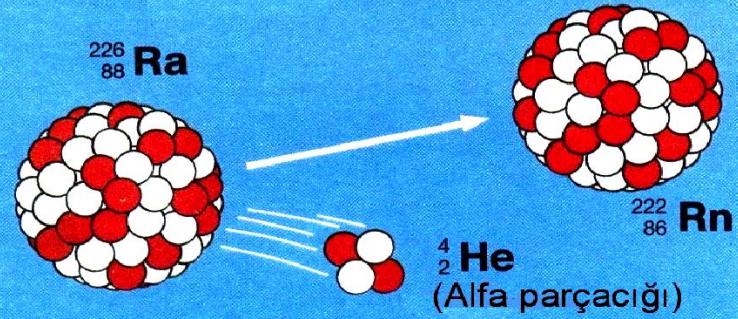
Radyoaktif Bozunma



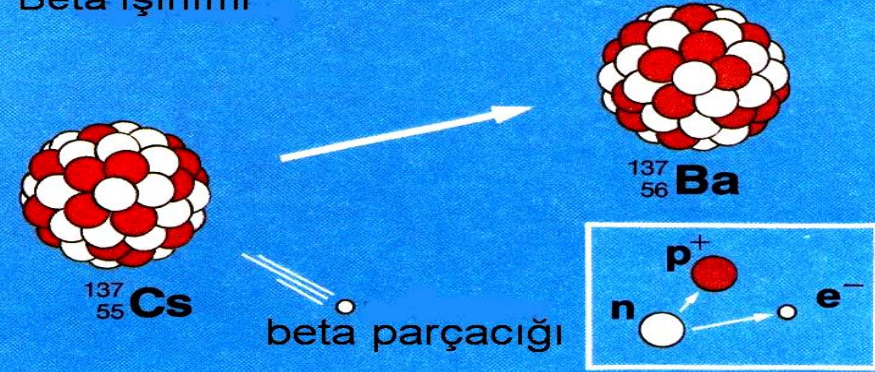
Tritiyum radyoizotopunun yarılanma eğrisi

İyonlaştırıcı Radyasyon Örnekleri

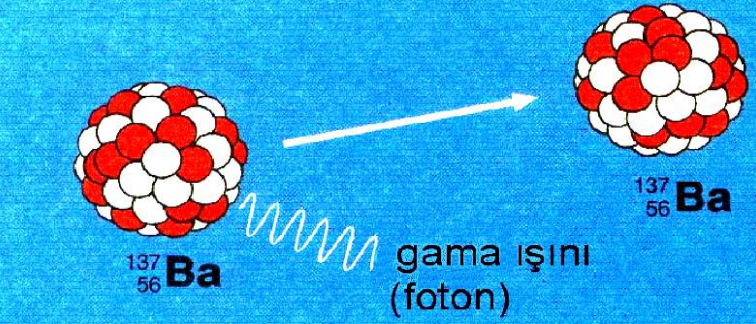
Alfa bozunumu



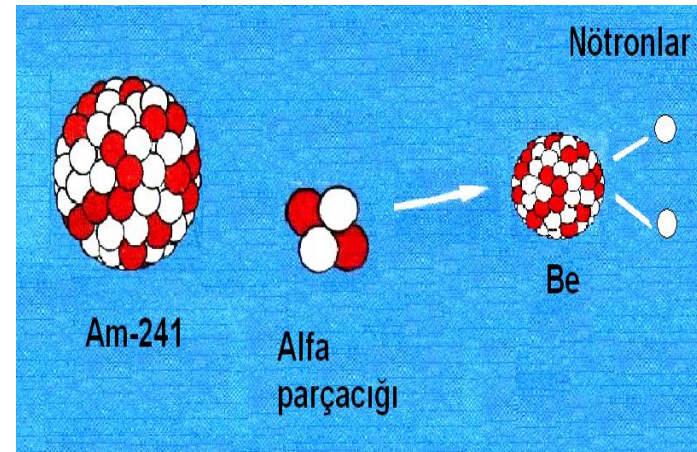
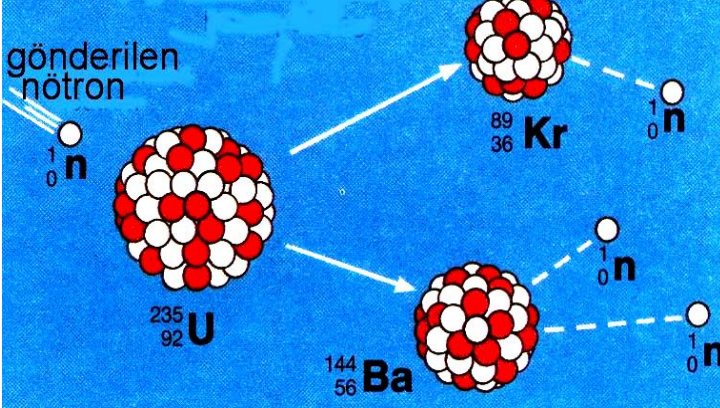
Beta ışıınımı



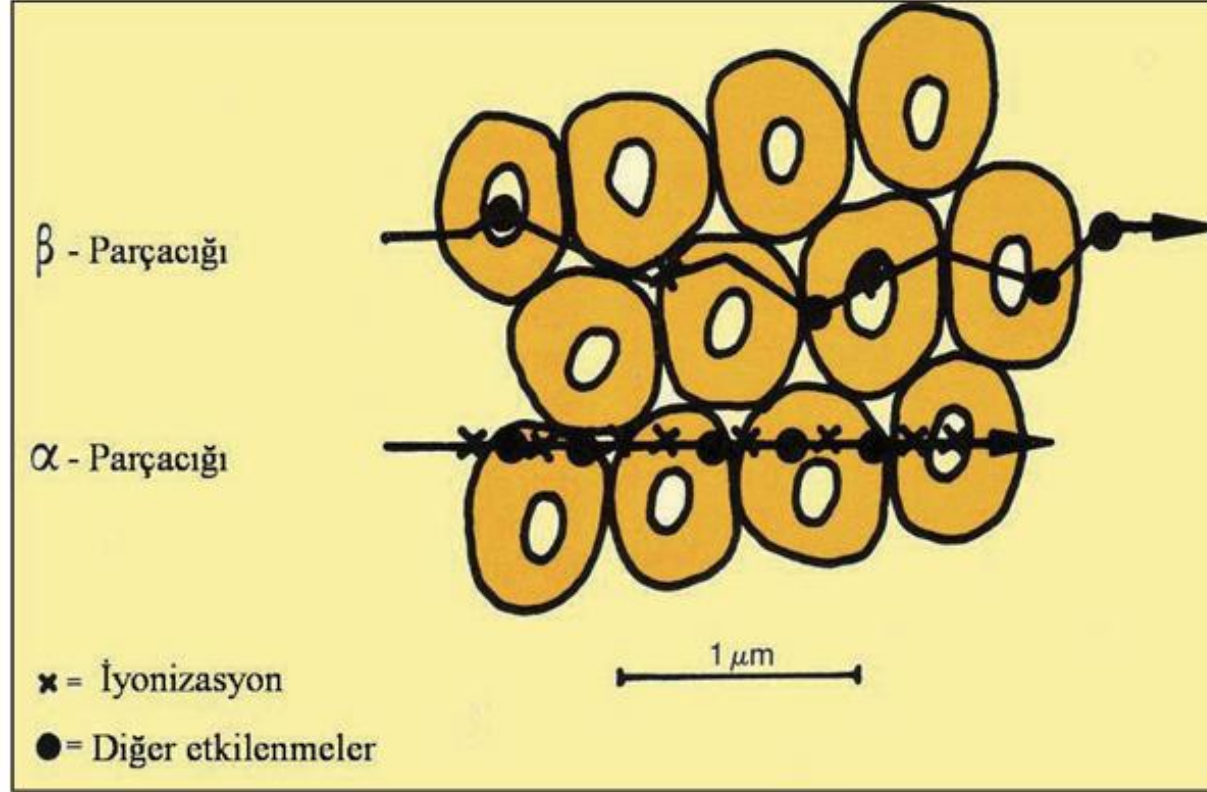
Gama ışıınımı



Parçalanma sonucu nötron yayını



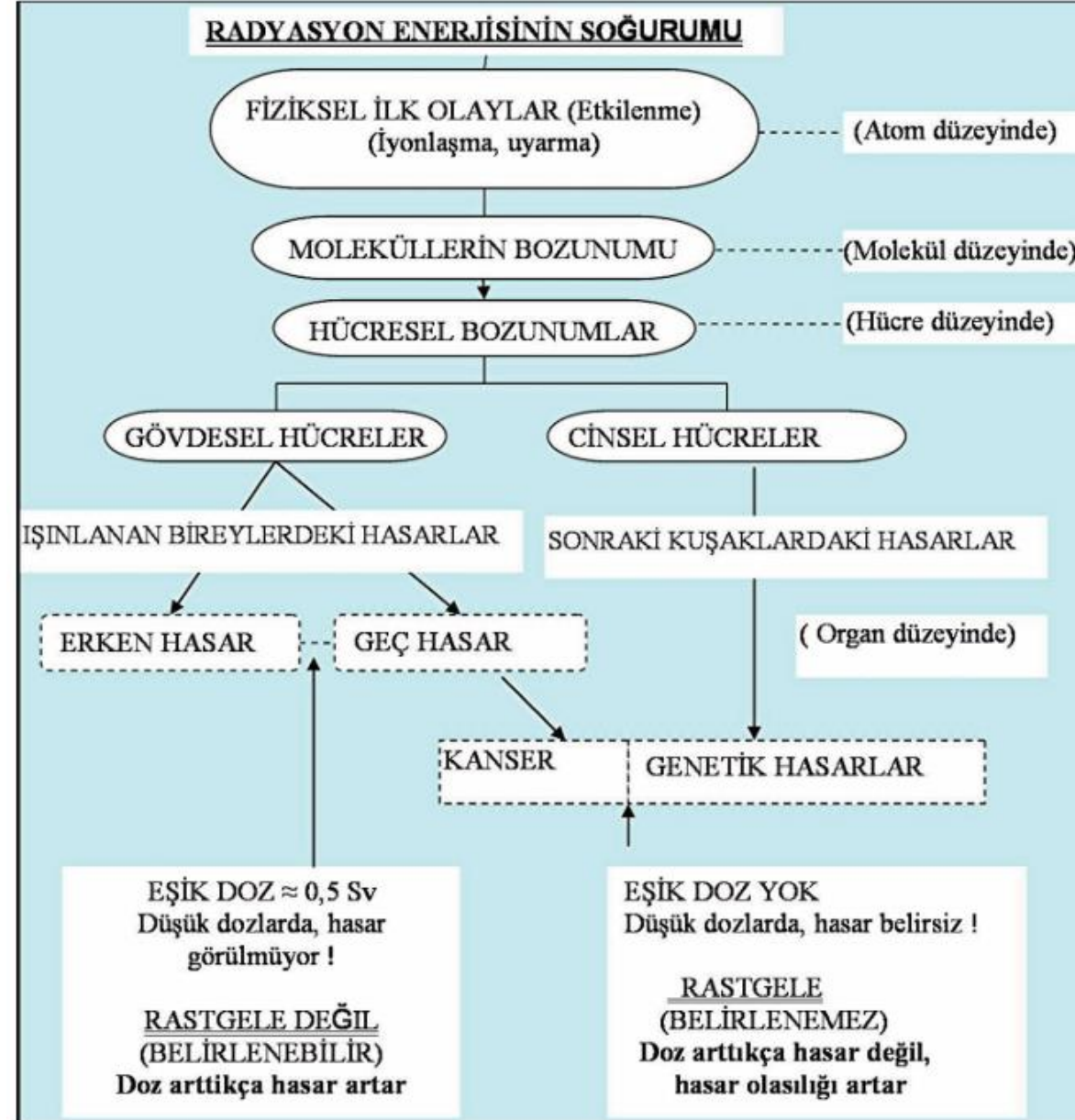
Işımların Hücrelere Etkisi



Alfa'lar beta'lara oranla hücre içinde çok daha fazla sayıda tutularak (soğurularak) enerjilerini hücreye aktarıyorlar/kernenergie.de

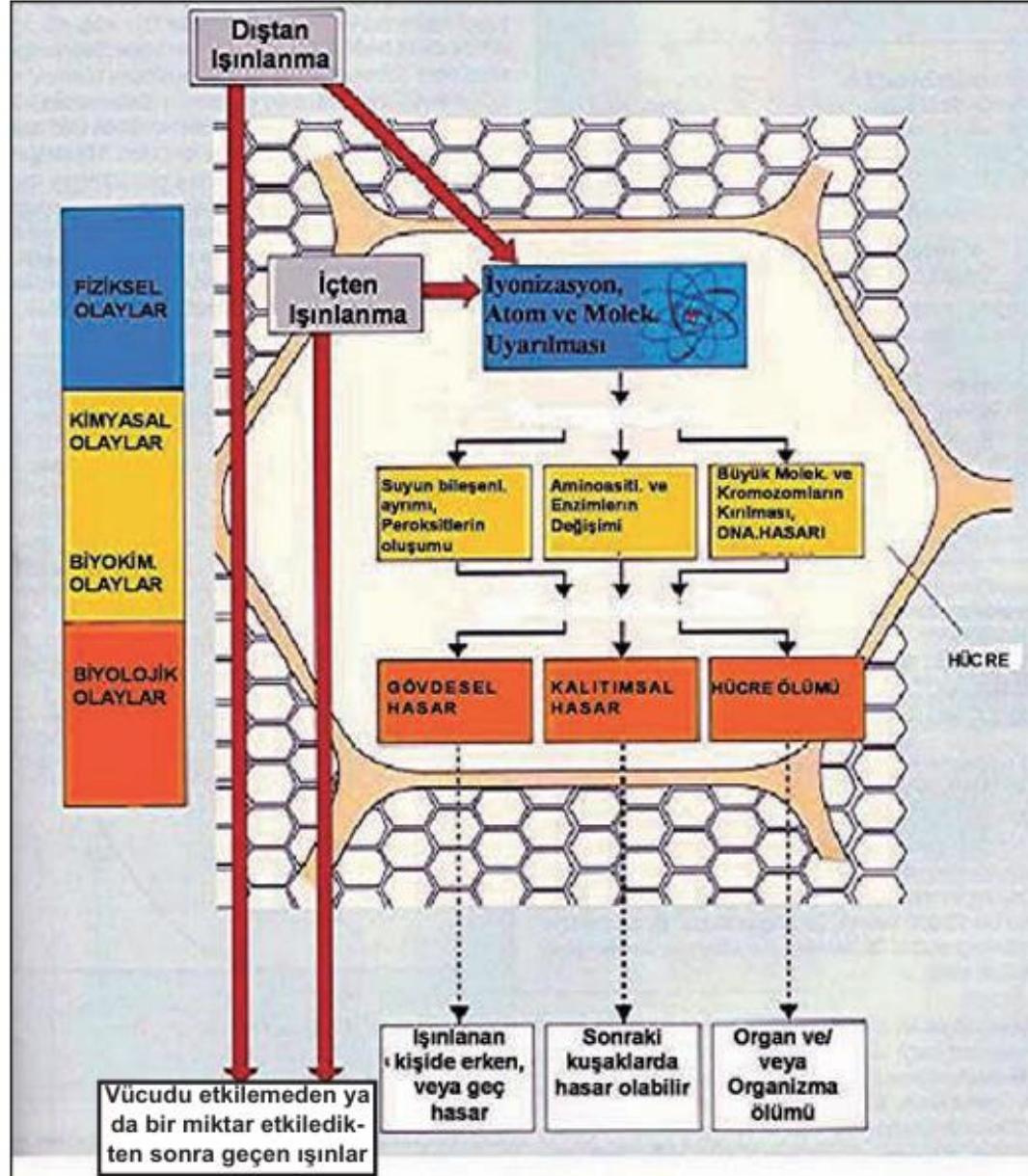
Radyasyon Enerjisinin Soğurulması

Radyasyon enerjisinin soğurumu ve
vücutta ortaya çıkabilecek hasarların
ayrıntıları / kernenergie.de/



Radyasyonun Vücut Hücrelerine Etkisi

Dıştan ve içten ışınlama sonucu radyasyonun vücut hücrelerinde ortaya çıkabilen hasarlarla ilgili fiziksel, kimyasal ve biyolojik etkilenmeler



İçten ve Dıştan Işınlanma

Doğal Radyasyon Kaynağı	Ortalama yıllık etkin doz (mSv)	Değişim/Salınım aralığı (mSv)
DIŞTAN IŞINLANMA		
Kozmik ışınlar	0,4	0,3 – 1,0
Yerel gama ışınları	0,5	0,3 – 0,6
İÇTEN IŞINLANMA		
Solunum (çoğu Radondan)	1,2	0,2 – 10
Sindirim	0,3	0,2 – 0,8
TOPLAM	2,4	1–10

Doğal radyasyon kaynaklarının vücutta oluşturduğu “Dünya Ortalama Yıllık Etkin Radyasyon Dozları” (UNSCEAR 2000 yılı Bilimsel Raporundan). Çizelgedeki değerler dünya ortalamaları olup, bölgelere göre değişim aralıkları, görüldüğü gibi büyüktür

Maruziyet Kaynakları ve Doz Birimleri

- Radyasyona hem **doğal** hem de **yapay** kaynaklardan maruz kalırız. Doğal kaynaklar (kozmetik ışınlar, toprak) toplam dozun büyük kısmını oluşturur. **Doz** birimi olarak **Sievert** kullanılır (genellikle miliSievert, mSv). Bu, radyasyonun vücudumuzdaki biyolojik etkinliğini ölçer.

Doz Birimleri

TERİM	BİRİMİ		DÖNÜŞÜM
	ESKİ	YENİ	
Aktivite	Curie (Ci) ; 3.7×10^{10} parçalanma/s	Becquerel (Bq); 1 parçalanma/s	$1 \text{ Ci} = 3.7 \times 10^{10} \text{ Bq}$ $1 \text{ Ci} = 37 \text{ GBq}$
Işınlanma Dozu	Röntgen (R) ; normal hava koşullarında (0°C ve 760 mm Hg basıncı) havanın 1 kg'ında 2.58×10^{-4} Coulomb'luk elektrik yükü değerinde (+) ve (-) iyonlar oluşturan X veya γ radyasyonu niceliğidir.	Coulomb / kilogram (C/kg) ; normal hava koşullarında havanın 1 kg'ında 1 Coulomb'luk elektrik yükü değerinde (+) ve (-) iyonlar oluşturan X veya γ radyasyonu niceliğidir.	$1 \text{ C/kg} = 3876 \text{ R}$ $1 \text{ R} = 2.58 \times 10^{-4} \text{ C/kg}$
Soğurulmuş Doz	radiation absorbed dose (rad); ışınlanan maddenin 1 kg'ında 10^{-2} Joule'lük enerji soğurulması oluşturan herhangi bir radyasyon niceliğidir.	Gray (Gy) ; ışınlanan maddenin 1 kg'ında 1 Joule'lük enerji soğurulması oluşturan herhangi bir radyasyon niceliğidir.	$1 \text{ Gy} = 100 \text{ rad}$ $1 \text{ rad} = 0.01 \text{ Gy}$
Doz Eşdeğeri	röntgen equivalent man (rem); 1 Röntgenlik X veya γ ışını ile aynı biyolojik etkiyi oluşturan herhangi bir radyasyon niceliğidir. $\text{Rem} = (\text{rad}) \times (W_R)^*$	Sievert (Sv) ; 1 Gy'lik X ve γ ışını ile aynı biyolojik etkiyi meydana getiren herhangi bir radyasyon niceliğidir. $\text{Sv} = (\text{Gy}) \times (W_R)^*$	$1 \text{ Sv} = 100 \text{ rem}$ $1 \text{ rem} = 0.01 \text{ Sv}$

$(W_R)^*$:iyonlaştırıcı radyasyonun enerji ve türüne bağlı olan radyasyon ağırlık faktörü

(Kaynak: http://www.taek.gov.tr/bilgi/bilgi_maddeler/radyasyon.html

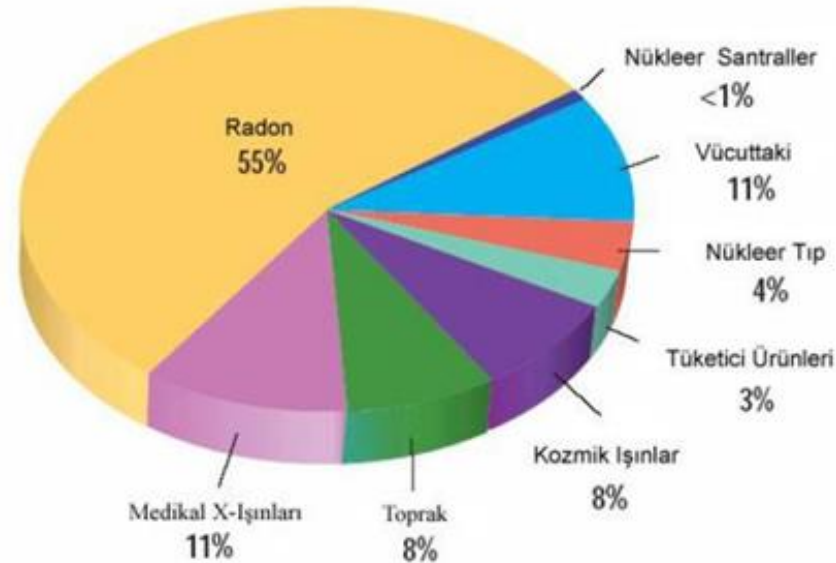
IAEA Basic Medical Radiation Safety Package Part-A Principles of Radiation Protection 2001;8-16)

Maruziyet Kaynakları ve Doz Birimleri

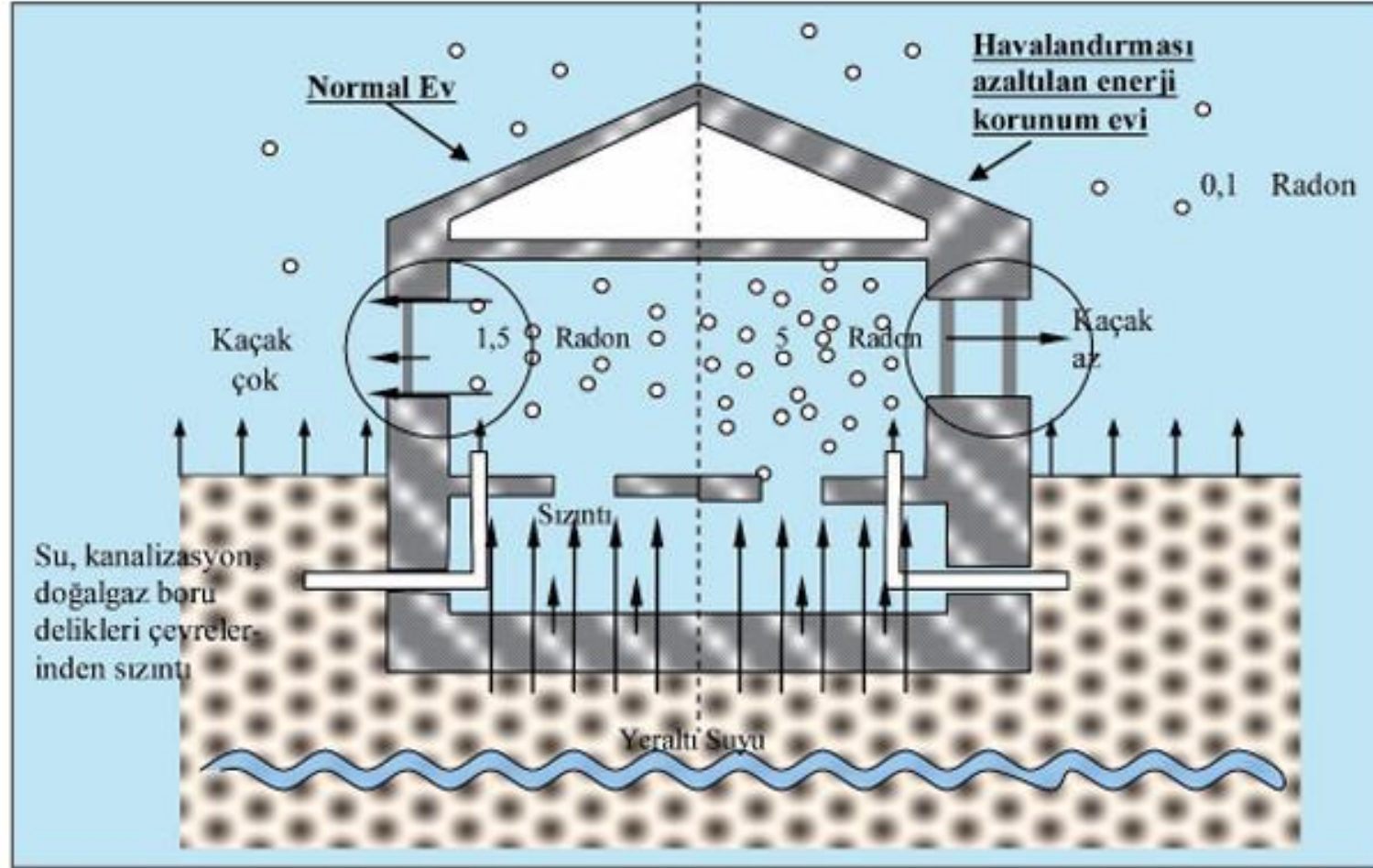
- Dünya genelinde yıllık doğal radyasyon dozumuz ortalama **2,4-2,8 mSv**'dir. Bir göğüs röntgeni **0,01–0,03 mSv** doz verirken, tek bir tomografi (BT) çekimi **4–9 mSv** doz verebilir. Görüldüğü gibi, tıbbi uygulamalarla alınan doz, doğal maruziyetimize önemli ek yapabilir.
- Yıllık doğal radyasyon dozumuzun neredeyse yarısından **Radon gazı** sorumludur. Radon, Uranyum zincirindeki bir bozunma ürünüdür; kokusuz ve renksizdir. Toprak ve yapı malzemelerinden sızarak, özellikle bodrum katları ve iyi havalandırılmayan kapalı alanlarda birikir.

Doğal ve Yapay Radyasyon Kaynakları

- Yeryüzündeki tüm canlılar ve cansızlar havada, suda, toprakta, hatta kendi vücutları içerisindeki doğal radyasyon kaynakları ve bunlara ek olarak insanlar tarafından üretilen yapay radyasyon kaynaklarının her gün ışınlamına maruz kalmaktadırlar.

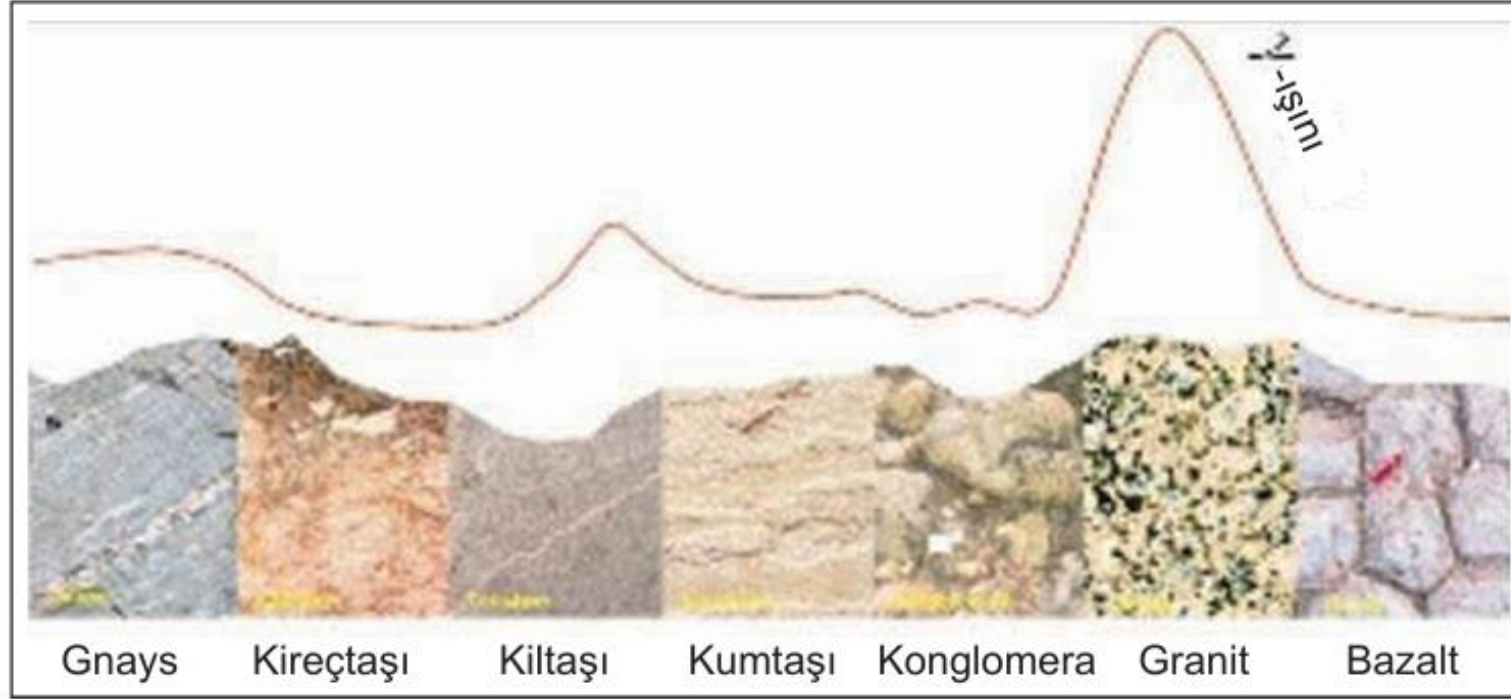


Doğal Radyasyon



Hava sızdıran normal bir evdeki düşük radon konsantasyonu ile hava kaçağı azaltılan enerji korunum evindeki artan radon derişiminin şematik görünümü

Doğal Radyasyon

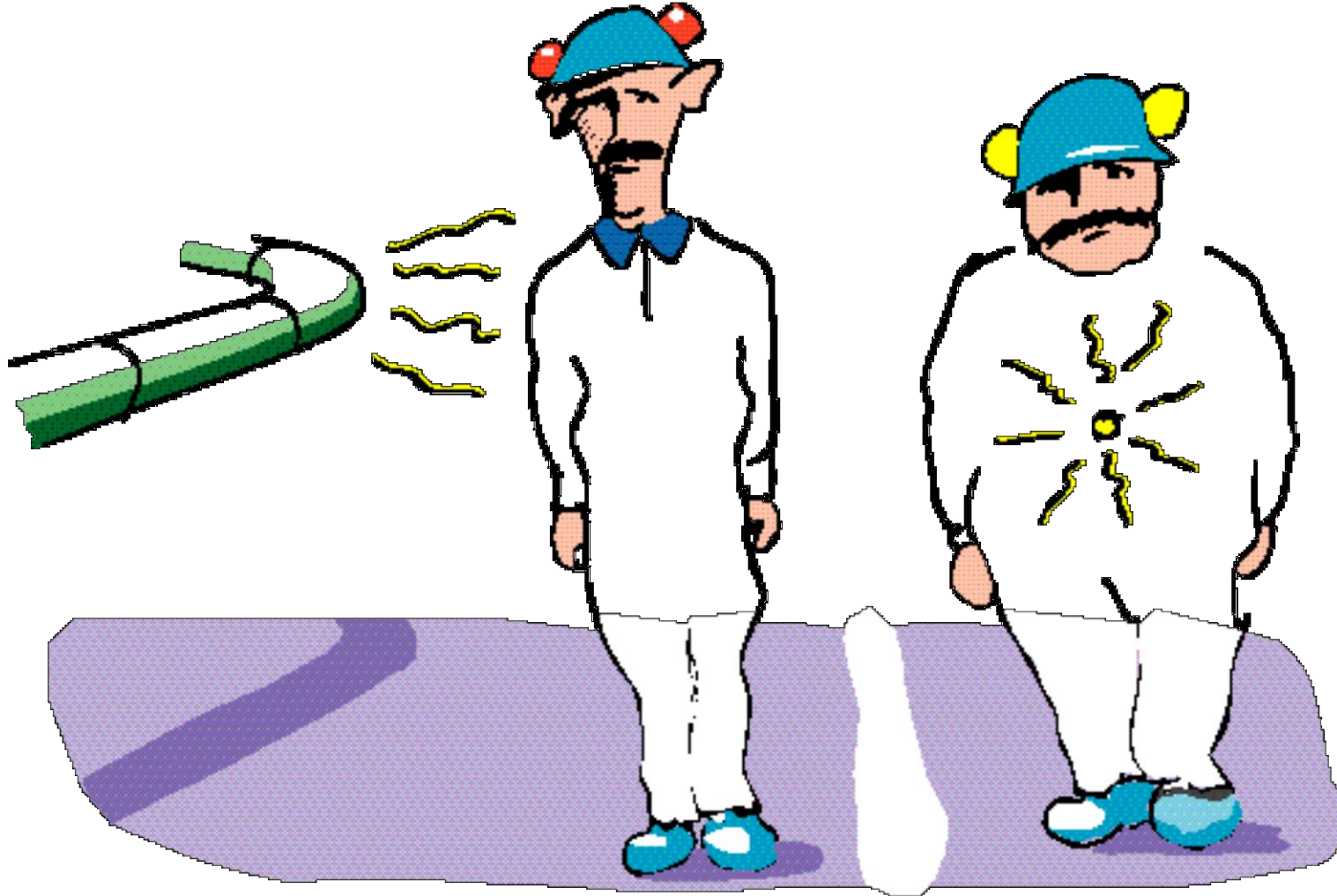


Dış Işınlanma

- Radyoaktif maddelerden veya radyasyon üreten cihazlardan (Röntgen cihazları vb.) çıkan gama ve X-ışınlarına maruz kalma durumudur.
- Işınlama bittikten sonra doz alımı söz konusu değildir.

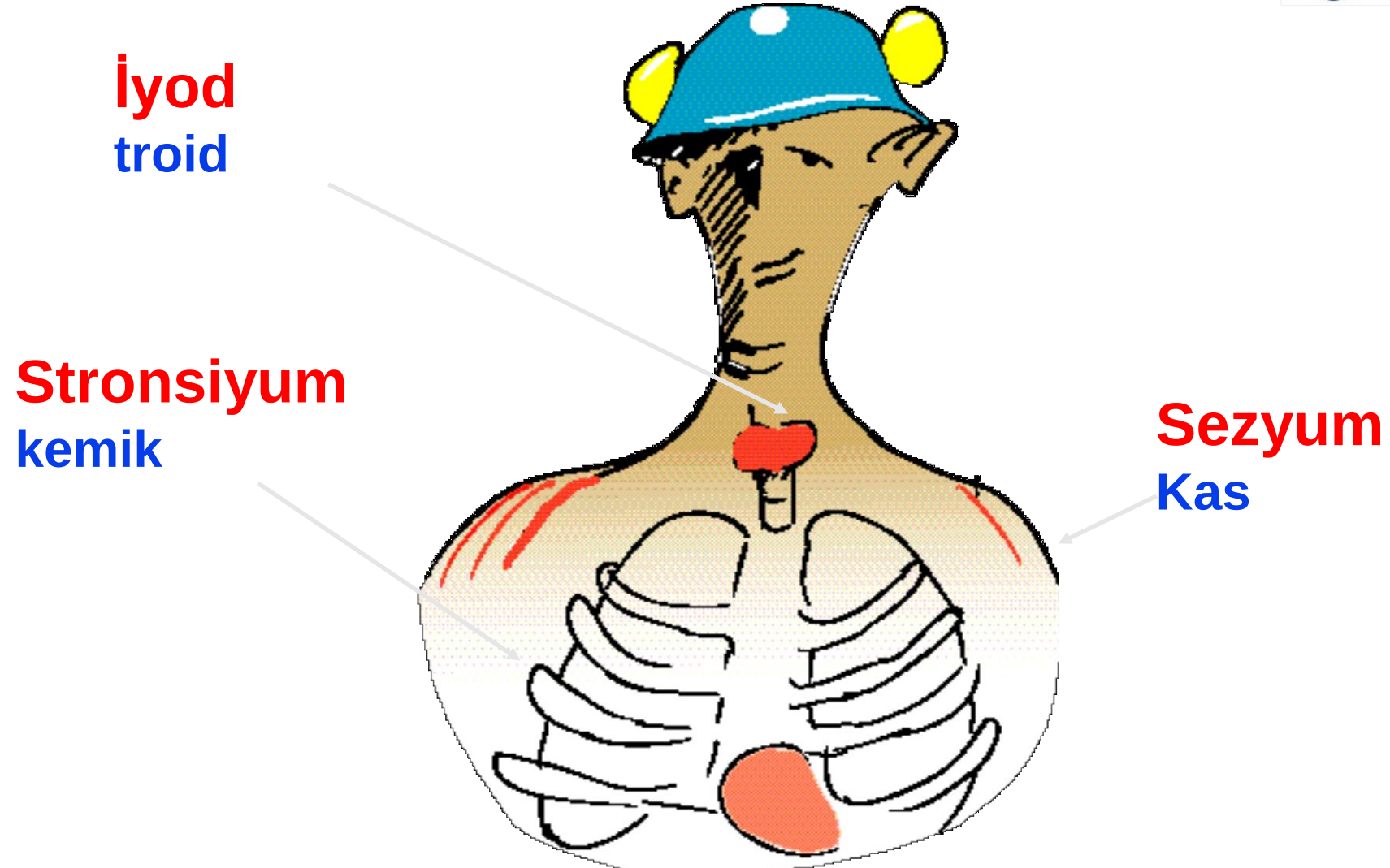
- Radyoaktif maddelerin istenmeyen bir şekilde solunum ve sindirim sistemleri, veya derideki yaralar vasıtası ile vücut içerisine alınmasıdır.
- Vücut içerisine girmiş olan radyoizotoplar hangi yolla alınmış olursa olsun vücut içerisine dağılarak gün veya aylar mertebesinde vücuttan atılır.

Dış ışınlama



İç ışınlama

İÇ IŞINLANMA



Bazı radyoizotopların vücutda en fazla tutundukları organlar

Doğal Radyasyon olarak Radon

- Radon solunum yoluyla akciğerlere yerleşir. Orada bozunmaya devam ederek Alfa ışınları yayar ve akciğer dokusuna zarar verir. Bu yüzden Radon, sigaradan sonra **akciğer kanserine** neden olan en büyük ikinci nedendir. Bu risk, sigara içenlerde katlanarak artar.
- Radon aynı zamanda yeraltı sularına karışır. Radonlu suyu içmek mi yoksa bu suyla duş almak mı daha tehlikeli? **Solunum yoluyla maruziyet, sindirimden çok daha fazladır.** Çünkü radonlu su duş veya bulaşık yıkama sırasında havaya karışır, biz de bu havayı soluruz. Bu yüzden kapalı alanları düzenli havalandırmak çok önemlidir."

Tıbbi Radyasyon: Gereklilik ve Dikkat

- Tıbbi radyasyon, doğru tanı için vazgeçilmezdir, ancak gereksiz uygulamalardan kaçınmalıyız. Doktorlarımızdan, özellikle BT gibi yüksek dozlu görüntülemeler öncesinde, gerçekten gerekli olup olmadığını sormalıyız. Örneğin, **MRT** (MR) görüntülemesinde iyonlaştırıcı radyasyon **kullanılmaz**, bu yüzden radyasyon dozu riski taşımaz.

Sigara: Gizli Radyasyon Kaynağı

- **Sigara içenler dikkat:** Tütün bitkisi topraktan Kurşun-210 ve Polonyum-210 gibi radyoaktif izotopları toplar. Günde bir paket sigara içen biri, yıllık doğal dozun yaklaşık 4 katı kadar ek radyasyon dozu alır (8,8 mSv). Bu radyoizotoplar akciğerde birikerek kanser riskini artırır.

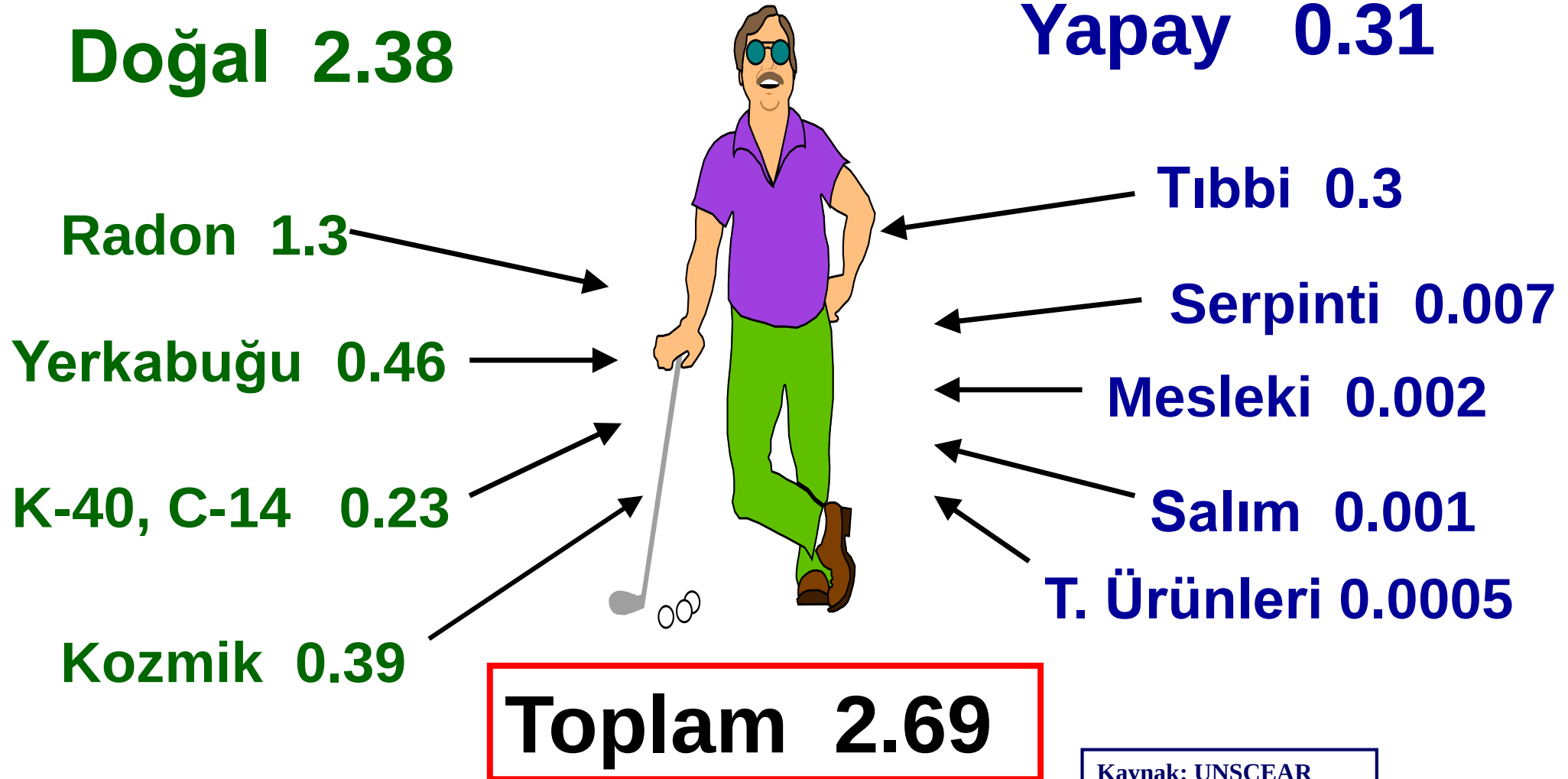
Seyahat ve Radyasyon

- Yüksek irtifadaki uçuşlarda, atmosferin koruması azaldığı için **kozmetik ışınlara** maruziyet artar. Uzun transatlantik uçuşlarda tek yön 0,1 mSv doz alınabilir. Yıllık sık uçan profesyoneller için bu doz artar, ancak halkın genel radyasyon dozuna kayda değer bir ek oluşturmaz.

Yapay Radyasyon Kaynakları

- İnsan Yapısı (Yapay) Radyasyon Kaynakları Doğal radyasyonların yanı sıra, hızla ilerleyen teknolojinin getirdiği insan yapısı (yapay) radyasyon kaynaklarından da ışınlanmakta olduğumuzu biliyoruz. Bunlardan önemlileri:
- Nükleer bomba denemelerinden kaynaklanan radyoaktif serpintiler (fallout)
- 1986- Çernobil kazasından türeyen serpintiler
- Nükleer reaktörlerin işletilmesi sırasında ortaya çıkan radyoaktif maddeler
- Tıpta uygulanan iyonlaştırıcı radyasyon kaynakları
- Bilim ve teknoloji uygulamalarında kullanılan iyonlaştırıcı radyasyon kaynakları
- Çeşitli aygıtlarda kullanılan radyoaktif kaynaklar (Gece görünür saatler, yangında duman uyarıcıları gibi)

Doğal ve Yapay Kaynaklardan Alınan Dozlar (mSv/y)



İyonlaştırıcı Olmayan Radyasyon

- Cep telefonları, Wi-Fi ve baz istasyonları iyonlaştırıcı değildir; temel etkileri **ısı etkidir** (doku sıcaklığını artırmak). Bu cihazların güvenliği, **SAR (Özgül Soğurma Hızı)** değeri üzerinden kontrol edilir. SAR, radyasyon enerjisinin vücudun birim ağırlığına düşen gücünü ölçer.

İyonlaştırıcı Olmayan Radyasyon Cep Telefonu: En Yakın Kaynak



- Yapılan ölçümler çok nettir: **Cep telefonunun kendisi, baz istasyonundan çok daha büyük bir risk kaynağıdır.** Telefon, vücudumuza milimetrelerle ölçülen mesafede, yani en yakınımızdadır. Konuşma sırasında başımıza yaydığı etki, baz istasyonunun etkisinden **en az 1000 kat** daha fazladır.
- Baz istasyonları sinyal gücünü artırır. Sinyal ne kadar güçlüyse, telefonunuz baz istasyonuna ulaşmak için o kadar **düşük güçle** yayın yapar. Yani, kent içinde daha sık baz istasyonu, cep telefonunun yaydığı radyasyonu **azaltır**. Baz istasyonundan yayılan güç ise uzaklığın karesiyle hızla düşer.

İyonlaştırıcı Olmayan Radyasyon

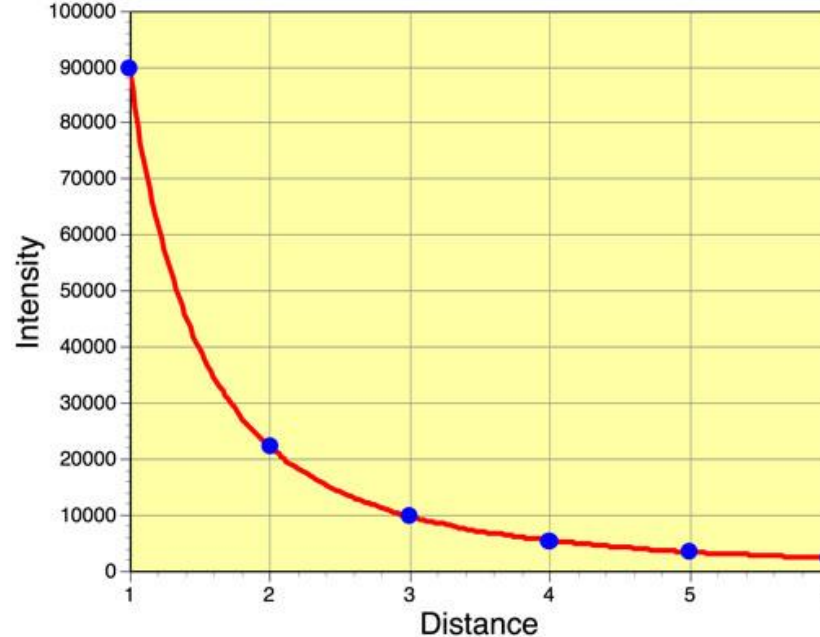
Cep Telefonu: En Yakın Kaynak



- Cep telefonu radyasyonunun (ısıl olmayan etkilerle) kansere neden olup olmadığı 50 binden fazla bilimsel çalışmayla araştırılmıştır. Sonuç: Bugüne kadar **bilimsel olarak kanıtlanmış bir kanser riski kesinlikle yoktur**. Ancak yine de önlem almak, özellikle çocuklar ve uzun süreli kullanıcılar için önemlidir.

Bilinçli Korunma Yöntemleri-Mesafe

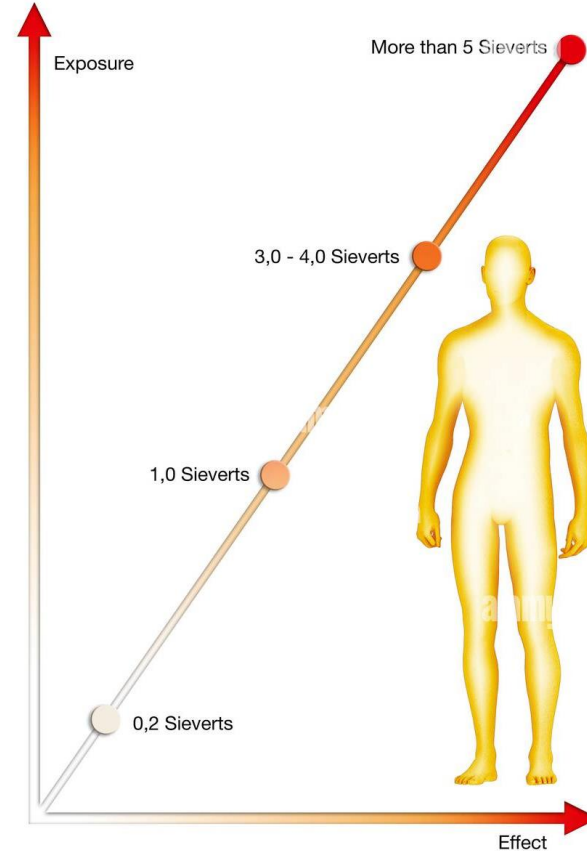
- Radyasyon, kaçınamayacağımız bir doğa gerçeğidir. Ancak maruziyetimizi kontrol edebiliriz.
- **1. Mesafe:** En etkili korunma budur. Uzun görüşmelerde **hoparlör** veya **kulaklık** kullanın.



$$\text{Intensity} = I/d^2$$

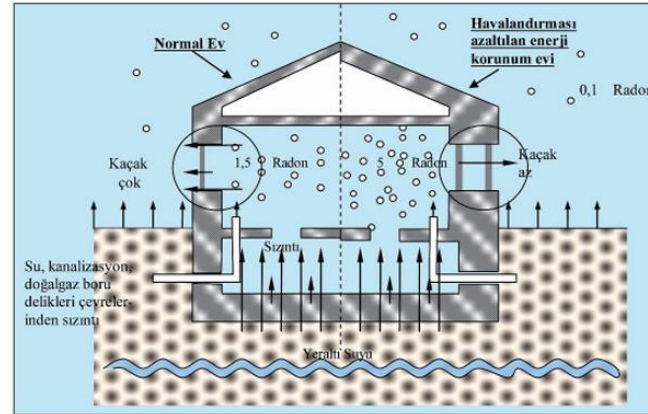
Bilinçli Korunma Yöntemleri-Süre

Konuşma sürenizi kısa tutun.



Bilinçli Korunma Yöntemleri- Radon

- Yaşadığınız yerleri, özellikle kışın, düzenli olarak havalandırın.



Bilinçli Korunma Yöntemleri-Tıbbi



- Gereksiz Tomografi (BT) ve röntgen uygulamalarından kaçının.

08/03/2022 tarihli Resmî Gazete’de yayımlanan “Nükleer Düzenleme Kurumunun Teşkilat ve Görevleri Hakkında Cumhurbaşkanlığı Kararnamesi'nin 5 inci maddesinde Nükleer Düzenleme Kurumu'nun görev ve yetkileri arasında bulunan "Ulusal radyasyon izleme faaliyetini yürütmek veya yürütülmesini temin etmek" hükmü uyarınca **Radyasyon İzleme ve Uyarı Sistemi Ağı (RADİSA), Nükleer Denetleme Kurumu (NDK) tarafından işletilmektedir.**

Bu kapsamdaki teknik destek Türkiye Enerji, Nükleer ve Maden Araştırma Kurumu tarafından sağlanmaktadır.

Çernobil nükleer santral kazası sonrasında, nükleer reaktörlerden kaynaklanabilecek radyolojik tehlikelerin erken tespit edilebilmesi için uygun yerlerde ölçüm istasyonlarının kurulması yönünde pek çok ülkede yoğun çalışmalar başlatılmıştır.

Nükleer santral çevresinde ölçüm sistemleri bulunmasına rağmen alınan ölçümlerin reaktör işleticisinin sorumluluğunda olmasından dolayı bu bilgilerin ülkenin düzenleyici kurumuna aktarılmasının ötesinde buradan ihtiyaç duyacak diğer ülkelere aktarılması ülke politikaları ve güvenlik felsefeleri yönünden değerlendirildiğinde zaman zaman sıkıntılar yaşanmaktadır.

RADISA

Ülkemizin potansiyel nükleer tehlikelere karşı önceden hazırlıklı olması yönündeki esaslar doğrultusunda, 1986 yılından itibaren radyasyon izleme sistemlerinin kurulması çalışmalarına başlanmıştır. Ülkemizi sınırları içinden ve dışından etkileyebilecek düzeyde radyasyon sızıntısı olması durumunda uyarı verecek olan sistem; havadaki gama radyasyon düzeyindeki artışın algılanması esasına dayanmaktadır.

Bu kapsamda, yapılan tehlike değerlendirmeleri göz önüne alınarak, özellikle sınır bölgelerimizde radyasyon izleme istasyonları kurulması yaklaşımı benimsenmiştir. İstasyonlarda, gama radyasyon doz hızı ölçümleri yapılması amacıyla, Geiger-Müller dedektörü kullanan portatif cihazlar yerleştirilmiştir.

Eş-zamanlı olarak çalışan sistemde 81 il merkezinde, 111 ilçe merkezinde, 12 termik santralde, 4 Nükleer/Radyasyon uygulaması içeren tesiste ve 3 sınır karakolunda eş-zamanlı olarak çalışan toplam 211 RADİSA istasyonu mevcuttur.

Son dönemde, ülkemizde kurulmakta olan Akkuyu Nükleer Santrali çevresindeki radyasyon izleme istasyonlarının sayısının artırılmasına ilişkin çalışmalar yürütülmektedir.

RADISA Türkiye Dağılımı



- Harita üzerinde görüldüğü gibi istasyonlar Bulgaristan ve Romanya'da bulunan nükleer santrallere yönelik olarak **Trakya Bölgesinde** ve acil önlemlerin alınması açısından büyük öneme sahip, **Doğu Anadolu Bölgesinde** sıkça yerleştirilmiştir. Bunun yanında ülkemizde kurulacak nükleer santrallere yönelik olarak Mersin ve Sinop illerimizde RADİSA istasyonu sayısı diğer illere göre daha fazladır.
- RADİSA işletilirken düzenli olarak alınan doğal radyasyon doz hızı ölçüm sonuçlarının takibi, değerlendirilmesi, güncellenmesi ve **internet üzerinden halkın erişimine sunulması**, sistemde meydana gelen arızaların tespiti ve giderilmesi ile yeni istasyonların işletmeye alınması çalışmaları yapılmaktadır. Ayrıca RADİSA'dan alınan veriler Avrupa ülkeleri arasında radyolojik bilgilerin toplanması için hazırlanan **Avrupa Radyolojik Veri Değişim Platformuna (European Radiological Data Exchange Platform - EURDEP)** gönderilmekte ve Avrupa ülkeleri tarafından EURDEP'e aktarılan veriler düzenli olarak takip edilmektedir. Bu durum olası bir nükleer serpentinin önceden haber alınmasını olanaklı kılmaktadır.



Sistem, radyasyon ölçüm sistematığı, cihaz üretimi, bilgisayarlı kontrol, merkezi otomasyon konularında ülkemizin sahip olduğu deneyim ve teknik imkanlar kullanılarak üretilmektedir.

Sistem 24 saat kesintisiz çalışmaktadır.

Uyarı durumunda;

Kontrol merkezi, istasyondan alınan veriler ile otomatik olarak uyarılmaktadır.

Kontrol merkezi yazılımı, görevli personeli istasyonun adını belirterek görsel uyarı ile bilgilendirmektedir.

Kontrol merkezinden istenildiği anda istenen istasyonlara ulaşılabilir.

İstasyonların tüm parametreleri kontrol merkezinden kontrol edilmektedir.

Kontrol merkezi yazılımında otomatik görev programı tanımlamaları ile istenen istasyonlar veya grup istasyonlar istenen zaman aralığında veya belirlenen zamanda otomatik olarak aranarak istenen ayarları yapabilmekte veya istenilen verileri alabilmektedir.

RADİSA- NÜBİMER



TEŞEKKÜRLER

Kaynakça