

## Doz Birimleri

**Bir canlının üzerine düşen radyasyon miktarından daha önemlisi ne kadar doz soğurduğudur.**

**Soğurulan doz için kullanılan birimler aşağıdaki gibidir.**

**1 rad:** Radyoaktif bir ışımaya maruz kalan 1 kilogramlık bir maddenin  $10^{-2}$  joule'lük enerji soğurduğunda aldığı radyasyon miktarıdır. Soğurulan enerji parçacık veya foton olabilir.

**SI birim sisteminde doz birimi Gray'dir.**

**Gray :** Radyoaktif bir ışımaya maruz kalan 1 kilogramlık bir madde 1 joule'lük enerji soğurduğunda aldığı radyasyon miktarıdır.

$$1\text{Gy} = 100 \text{ rad}$$

**Doz birimlerinin radyasyonun cinsi ve ne kadar sürede alındığı hakkında bilgi vermediğine dikkat ediniz.**

**Aynı miktardaki doz daha kısa sürede alınırsa biyolojik etkisi daha büyük olur.**

**Ayrıca soğurulma organa göre de değişmektedir. Örneğin kemik dokusu daha yoğun olduğu için daha çok doz soğurur.**

**Radyasyonla uğraşanlar için izin verilen maksimum tüm vücut dozu 5 rad/yıl  $\cong$  0,1 rad/hafta.**

**Vücudun her bölgesinin eşit doz aldığını varsayarsak 60 kg'lık bir insan bir haftada**

**$(0,1\text{rad})(10^{-2} \text{ J/kg})(60\text{kg})=0,06\text{J}$ 'dan fazla radyasyon almamalıdır.**

**Tedavi amacıyla küçük bölgelere 5000 rad bile verilebiliyor.**

**$(5000 \text{ rad})(10^{-2} \text{ J/kg})(0,1\text{kg})=5\text{J}$**

**Genel nüfus için izin verilen doz = 0,05 rad/yıl**

## FOTONLARIN SOĞURULMASI

Fotonların şiddeti elektrik ve manyetik alanların karesiyle orantılıdır:

$$I \propto E^2 \quad \text{ve} \quad I \propto B^2$$

Şiddetteki değişim

$$\Delta I = -\mu I \Delta x$$

ile verilir. Burada  $\mu$  soğurma katsayısı,  $x$  hedefin kalınlığıdır. Bu bağıntının entegralini alırsak.

$$I = I_0 e^{-\mu x}$$

buluruz. Yarı ömürde olduğu gibi burada da yarı-kalınlık diye bir kavram tanımlayabiliriz.

**Yarı kalınlık** ( $x_{1/2}$ ): gelen ışının şiddetinin yarıya düşmesi için gerekli yoldur. Basit bir

hesaplama ile

$$x_{1/2} = 0,693/\mu$$

olduğu görülür.

RBE= Rölatif Biyolojik Etkinlik: Belli bir cins radyasyonun  $RBE(W_R)$ 'si aynı etkiyi doğuran X veya  $\gamma$  ışını dozunun, radyasyon dozuna oranına eşittir.

Tabloda değişik radyasyonların RBE'si verilmektedir.

Tablodan görülebileceği gibi parçacıkların RBE'si parçacık tipine ve enerjisine göre değişmektedir.

Radyasyon	Enerji	$w_R$ ( RBE veya Q)
x-ışınları, gama ışınları, elektronlar, pozitronlar, muonlar		1
nötronlar	< 10 keV	5
	10 keV - 100 keV	10
	100 keV - 2 MeV	20
	2 MeV - 20 MeV	10
	> 20 MeV	5
protonlar	> 2 MeV	5
Alfa parçacıkları, nükleer fisyon ürünleri, ağır çekirdekler		20

## Doz Eşdeğer Birimi

$$\text{rem} = \text{rad} \times W_R$$

$$\text{Sivert} = \text{Gray} \times W_R$$

$W_R$  tabloda verilen radyasyon etkinlik faktörüdür.

Soğurulan aynı miktardaki doz için  $\alpha$  parçacıkları protonlardan 4 kez daha zararlıdır.

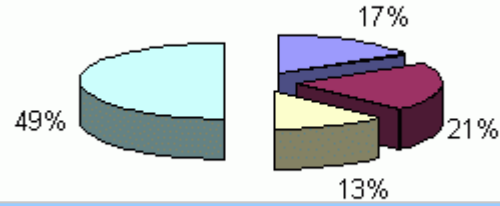
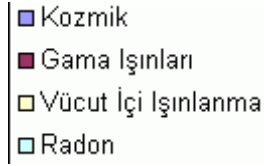
Parçacığın yükü arttıkça verdiği zarar da artmaktadır.

$$1 \text{ Rem} = 10^{-2} \text{ Sv} \quad 1 \text{ Sv} = 100 \text{ Rem} = 1 \text{ J/kg}$$

Farklı tip radyasyonlardan soğurulan enerjiler eşit olsa bile biyolojik etkileri farklı olabilir.

## Etkin Doz:

Doku veya organların aldığı dozun tüm vücut için yüklediği riski ifade etmek için kullanılan bir kavramdır. Birimi Sievert'tir. Dünya Geneline Doğal Radyasyon Kaynakları nedeniyle alınan yıllık etkin doz **2.4 mSv**'dir. Tıp alanında çalışan radyasyon görevlilerinin aldıkları dozun yıllık ortalaması **1 - 5 mSv** civarındadır. Çernobil nedeniyle Türk Halkının aldığı kişisel doz ortalaması **0.5 mSv**'dir.



## Dünya Genelinde Doğal Radyasyon Kaynaklarından Maruz Kalınan Radyasyon Dozlarının Oransal Değerleri

Dünya Genelinde Doğal Radyasyon Kaynaklarından Maruz Kalınan Ortalama Radyasyon Doz Değerleri		
Işınlanma Kaynağı	Yıllık Etkin Doz Değeri ( mSv )	
	Ortalama	Değişim Aralığı
<b>KOZMİK RADYASYON</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Foton bileşeni</li> <li>• Nötron bileşeni</li> </ul> <b>KOZMOJENİK RADYOİZOTOPLAR</b>	0,28 0,10 0,01	0,3 – 1,0 <sup>(a)</sup>
Toplam	0,39	
<b>YERYÜZÜ KAYNAKLI DIŞ IŞINLANMA</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bina dışı</li> <li>• Bina içi</li> </ul>	0,07 0,41	0,3 – 0,6 <sup>(b)</sup>
Toplam	0,48	
<b>SOLUNUM YOLU İLE IŞINLANMA</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Uranyum ve Toryum serileri</li> <li>• Radon ( Rn -222)</li> <li>• Toron ( Rn -220)</li> </ul>	0,006 1,15 0,10	0,2 – 10 <sup>(c)</sup>
Toplam	1,26	
<b>BESLENME YOLU İLE IŞINLANMA</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• K-40</li> <li>• Uranyum ve Toryum serileri</li> </ul>	0,17 0,12	0,2 – 0,8 <sup>(d)</sup>
Toplam	0,29	
<b>GENEL TOPLAM</b>	2,4	1 – 10

(a) Deniz seviyesinden yüksekliğe bağlı  
 (b) Toprak ve yapı malzemelerinin karışımlarına bağlı  
 (c) Radon gazı konsantrasyonuna bağlı  
 (d) Yiyecek ve içme sularındaki radyoizotopların konsantrasyonlarına bağlı

**Akut Radyasyon Sendromu** : Tüm vücudun, birkaç dakika veya bir kaç saat gibi kısa bir sürede yüksek radyasyona maruz kalması sonucu oluşan klinik belirti ve laboratuvar bulgularıdır.

Tüm Vücudun radyasyona maruz kalmasında ve radyasyonla mesleki olarak uğraşanlarda görülür.

**1. Başlangıç evresi** : 0 - 48 saat; iştahsızlık, bulantı, terleme, yorgunluk vardır.

**2. Latent evre** : 48 saat ile 2-3 hafta arası; 1. evredeki bulgularda düzelme görülür.

• **Ağır hastalık evresi** : 2-3 hafta ile 6-8 hafta arası; ateş, enfeksiyon, deri duyarlılığı, saç dökülmesi, kanama, ishal, halsizlik, bilinç ve algılama bozuklukları görülebilir.

Bu bulguların ortaya çıkması doza ve kişisel duyarlılığa bağlıdır.

• **İyileşme evresi** : 6 - 8 haftadan bir kaç aya kadar sürebilir.

Başlangıç semptomları 1-2 Gy' lik dozlarda ortaya çıkar.

Akut radyasyona maruz kalmada fonksiyonu ilk bozulan sistem **kan ve kan yapma sistemdir** (2-7 Gy (200 - 700 Rad)). Hedef organ kemik iliğidir.

Belirtiler 2 - 3 haftada ortaya çıkar, kansızlık, kanamalar, immün sistem zayıflığına bağlı yorgunluk, ateş, akyuvar ve trombosit hücrelerinde azalma görülür.

4 –7 Gy arası dozlarda ağır kan ve kan yapma sorunları görülür.

Ölüm 10 – 30 günde meydana gelir.



Eğer doz biraz daha fazla ise sindirim sisteminde belirtiler ortaya çıkar  
(7–15 Gy , 700 - 1500 Rad ).

3 - 5 gün içinde yorgunluk, iştahsızlık, bulantı, kusma, ishal, ateş, su kaybı, elektrolit kaybı oluşur.

2 hafta içinde ölüme sonuclanır.

50 Gy ve üzerindeki dozlarda kalp-damar ve merkezi sinir sisteminde oluşan hasar ölüme yol açar.

Etkiler 15 dk. - 3 saat içinde ortaya çıkar. Halsizlik, titreme, kasılma, hareket bozukluğu, koma gelişebilir. Kan beyin bariyeri yıkılır, ödem, kan damarları iltihabı, kafa içi basıncında artma olur.

Ölüm 2 günde olur. (Ölüm çok kısa sürede geliştiğinden kan sisteminde bozuklukların ortaya çıkmasına zaman kalmaz)

Tıbbi tedavi uygulanmazsa radyasyon alan kişinin birkaç saat içinde öleceği doz değeri. Tedavi görmesi sadece ölümü geciktirir, ortadan kaldırmaz.

Işınlamaya maruz kalan kişilere tıbbi tedavi uygulanmazsa %50'sinin ölümüyle sonuçlanacak doz değeri.

Baş ağrısı ve mide bulantısı gibi geçici radyasyon hastalıklarının görüldüğü doz değeri.

Vücutta ilk farkına varılabilir (kan hücrelerinin değişmesi) radyasyon etkilerinin görüldüğü dozdur, eşik doz olarak bilinir.

Doğal kaynaklardan alınan yıllık ortalama doz değeri.

