

RADYASYON GÜVENLİĞİ



BARIŞ ÜNLÜ – BİYOMEDİKAL MÜHENDİSİ



TÜRKİYE ATOM ENERJİSİ KURUMU

BAŞARI BELGESİ



Sayın Barış ÜNLÜ

Türkiye Atom Enerjisi Kurumu ve Ankara Üniversitesi
Nükleer Bilimler Enstitüsü işbirliği ile
01 – 05 Haziran 2009 tarihleri arasında gerçekleştirilen

“Tanısal Radyolojide Radyasyondan Korunma”

konulu eğitim sonunda yapılan sınavda başarılı olmuştur.

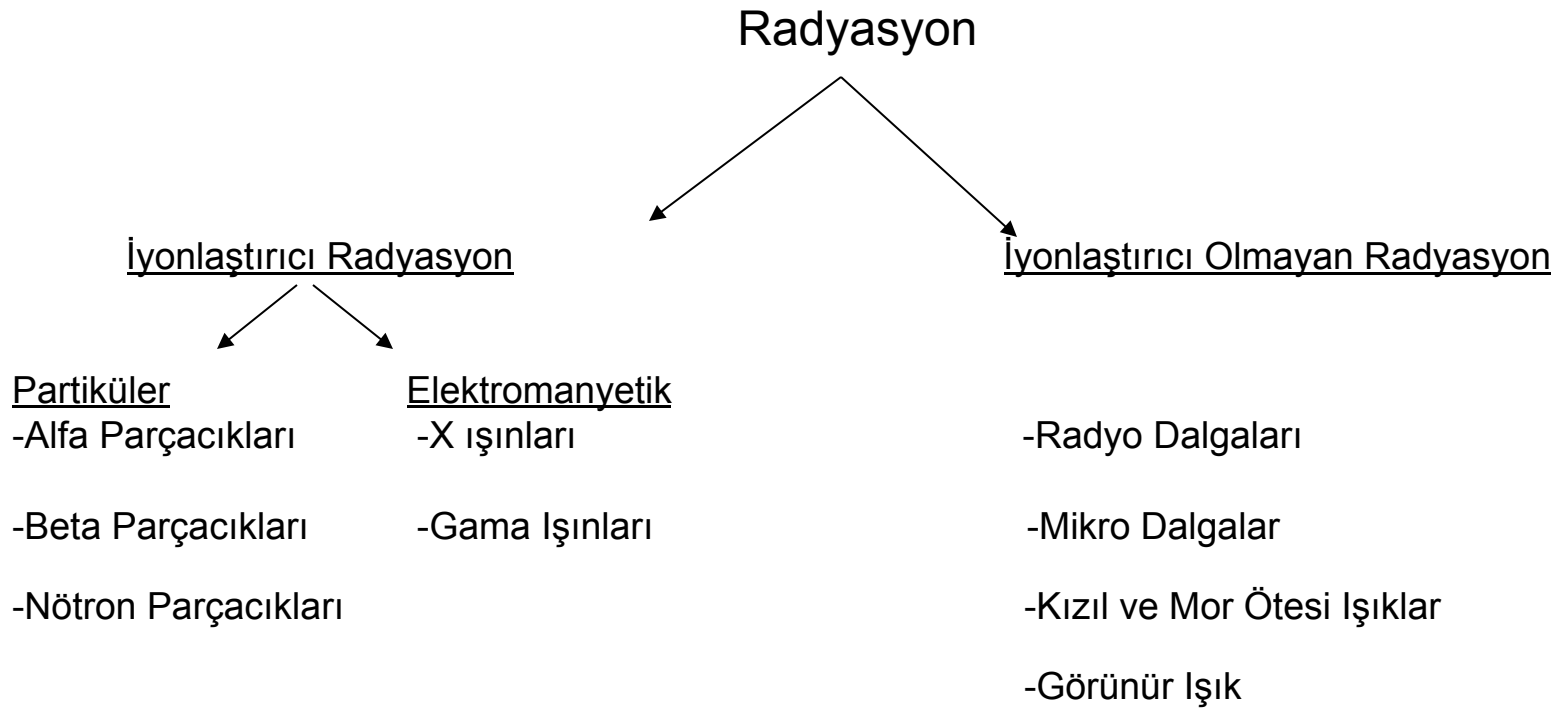
Prof. Dr. Cemal TALUĞ
Rektör

Zafer ALPER
Başkan V.

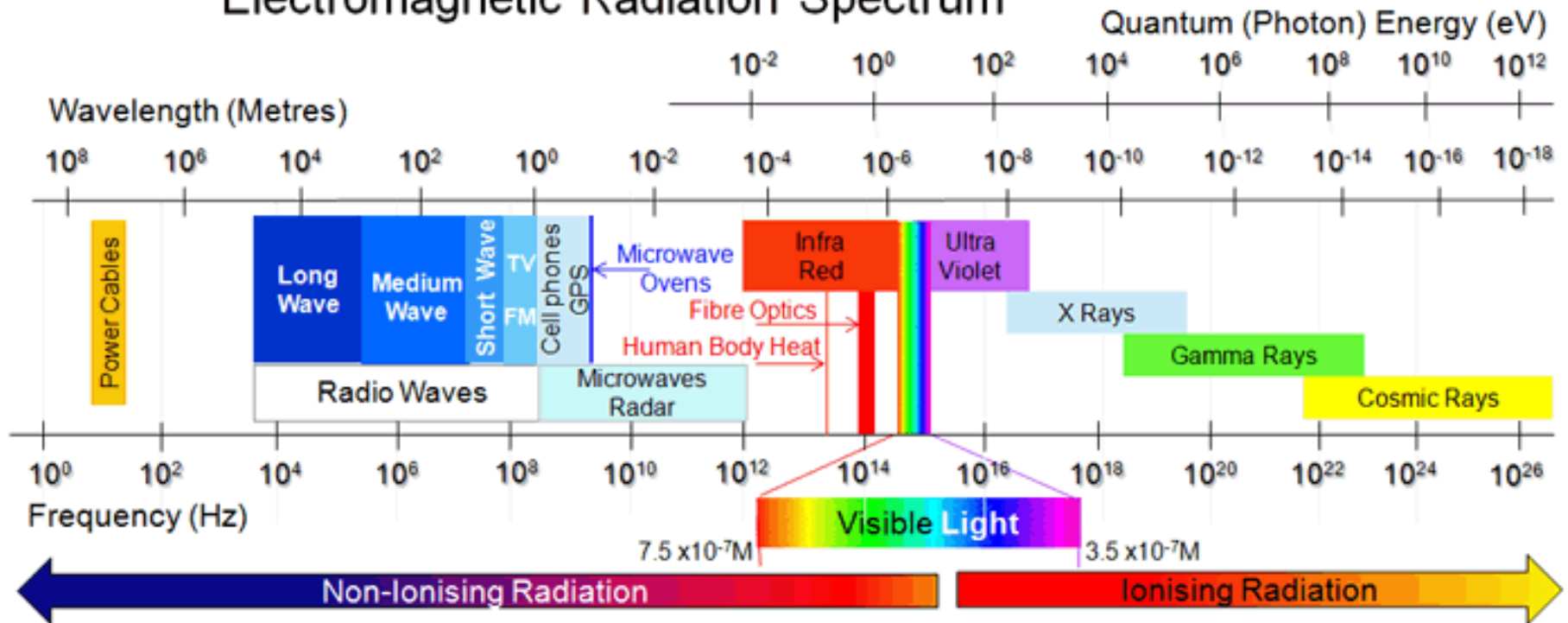
Radyasyon Nedir?

Radyasyon veya ışıınım, elektromanyetik dalgalar veya parçacıklar biçiminde ki enerji yayımı ya da aktarımıdır. Radyoaktif maddelerin alfa,beta,gama gibi ışıınları yaymasına veya uzayda yayılan herhangi bir elektromanyetik ışıını meydana getiren unsurların tamamına *radyasyon* denir.

Radyasyonun Sınıflandırılması

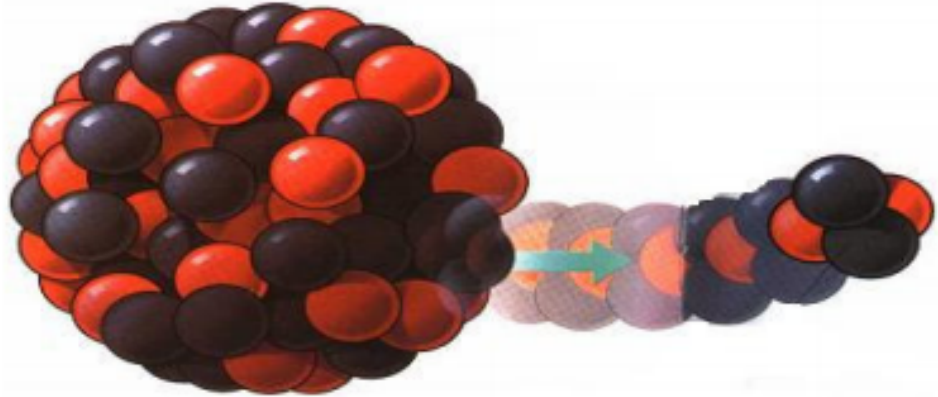
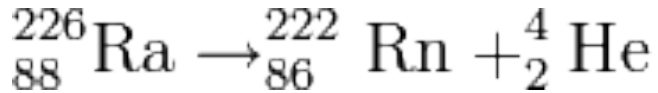


Electromagnetic Radiation Spectrum



Alfa Parçacıkları

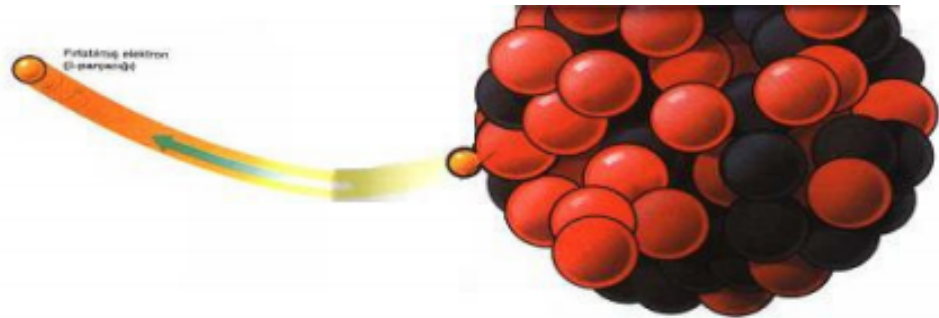
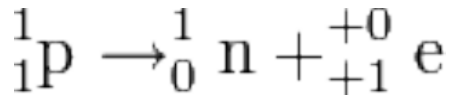
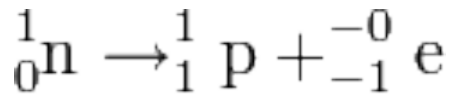
Kararlı hale geçmesi için hafiflemesi gereken atomlar iki nötron ve iki protondan oluşan helyum çekirdeği fırlatırlar. Fırlatılan bu ışımaya alfa radyasyonu denir.



Şekil-3: Fırlatılan iki nötron ve iki protonlu alfa parçacığı.

Beta Parçacıkları

Çekirdekteki yük dağılımı kararsızlık nedeniyse nötron, bir proton ve elektrona dönüşüp protonu çekirdekte tutup elektrona atar. Atılan bu radyasyona beta radyasyonu denilir.



Şekil-4: Nötronun bozunmasıyla oluşan beta parçacığı.

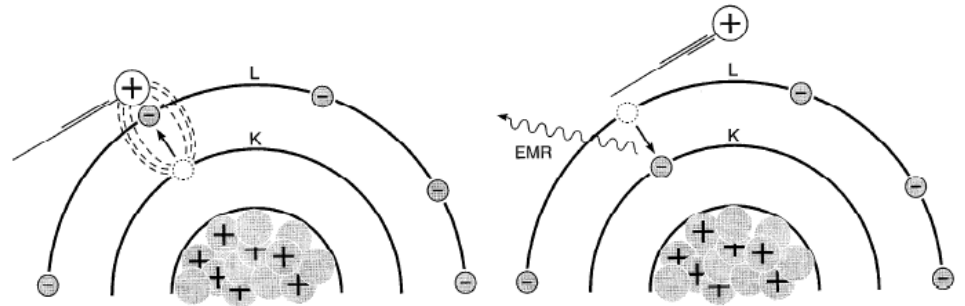
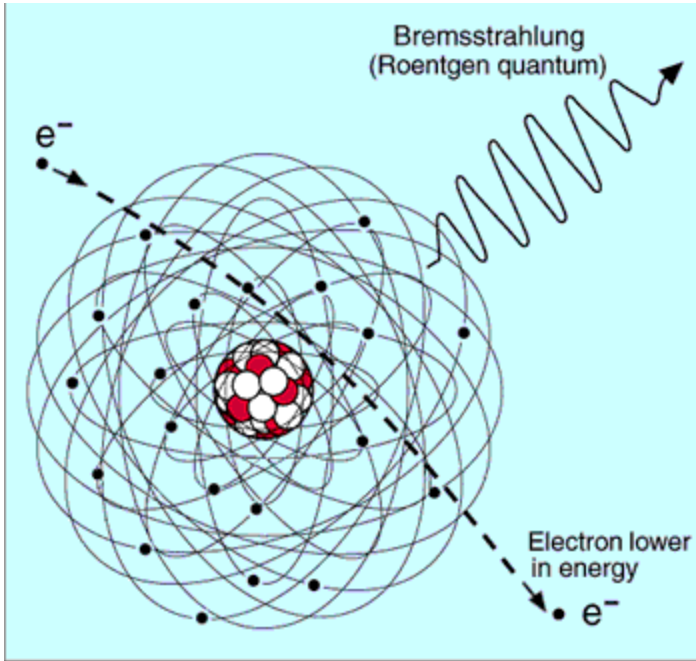
Nötron

Yüksüz parçacıklar oldukları için çok girgin olup, nükleer reaktörlerde meydana getirilirler.

Doğrudan iyonizasyon meydana getirmezler ancak, atomlarla etkileşimleri sonucu diğer iyonizan ışınları meydana getiriler

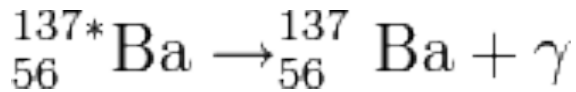
X Işınları

X ışınları ya da röntgen ışınları dalga boyu 10 ile 0,01 nm aralığında olan elektromanyetik dalgalar veya foton demetidir.



Gama Işınları

Atom, fazla enerjinin verilmesiyle kararlı hale geleceksen gama radyasyonu denilen enerji fırlatması yapacaktır.



Şekil-5: Atom kararlı hale geçmek için enerji olan gama radyasyonu yayar.

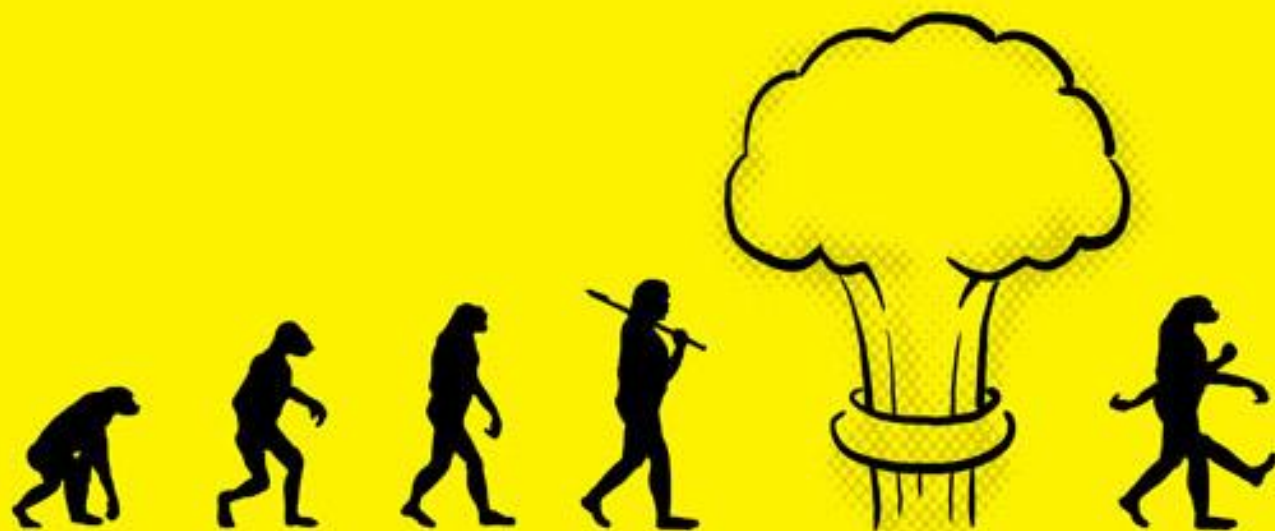
Radyasyon Birimleri

Terim	Birimi		Dönüşüm
	Eski	Yeni	
Aktivite	Curie, Ci	Becquerel, Bq	1 Ci=3.7x10 ¹⁰ 1 Ci=37GBq
Işınlama Dozu	Röntgen, R	Coulomb/kilogram, C/kg	1 C/kg=3876 R 1 R=2.58x10 ⁻⁴
Soğurulmuş Doz	radiation absorbed dose, rad	Gray, Gy	1 Gy= 100 rad 1 rad= 0.01 Gy
Doz Eşdeğeri	röntgen equivalent man, rem	Sievert, Sv	1 Sv=100 rem

İyonize Edici Radyasyonun Biyolojik Etkileri



İyonlayıcı radyasyonun bir canlıda biyolojik bir hasar yaratabilmesi için radyasyon enerjisinin hücre tarafından soğurulması gerekir. Bu soğurma sonucu hedef moleküllerde **iyonlaşma** ve **uyarılmalar** meydana gelir.



Radyasyonun Hücre İle Etkileşmesi

Daha sonra ortaya çıkabilecek biyolojik hasarların başlatıcı olayları olan bu iyonlaşmalar, hücrenin genetik bilgilerini taşıyan **DNA zincirlerinde kırılmalara** ve hücre içerisinde **kimyasal toksinlerin üremesine** neden olabilir.

Hücrede Biyolojik Etkiler...



Radyasyonun dozuna,



Dozun verilme hızına,



Radyasyonun türüne



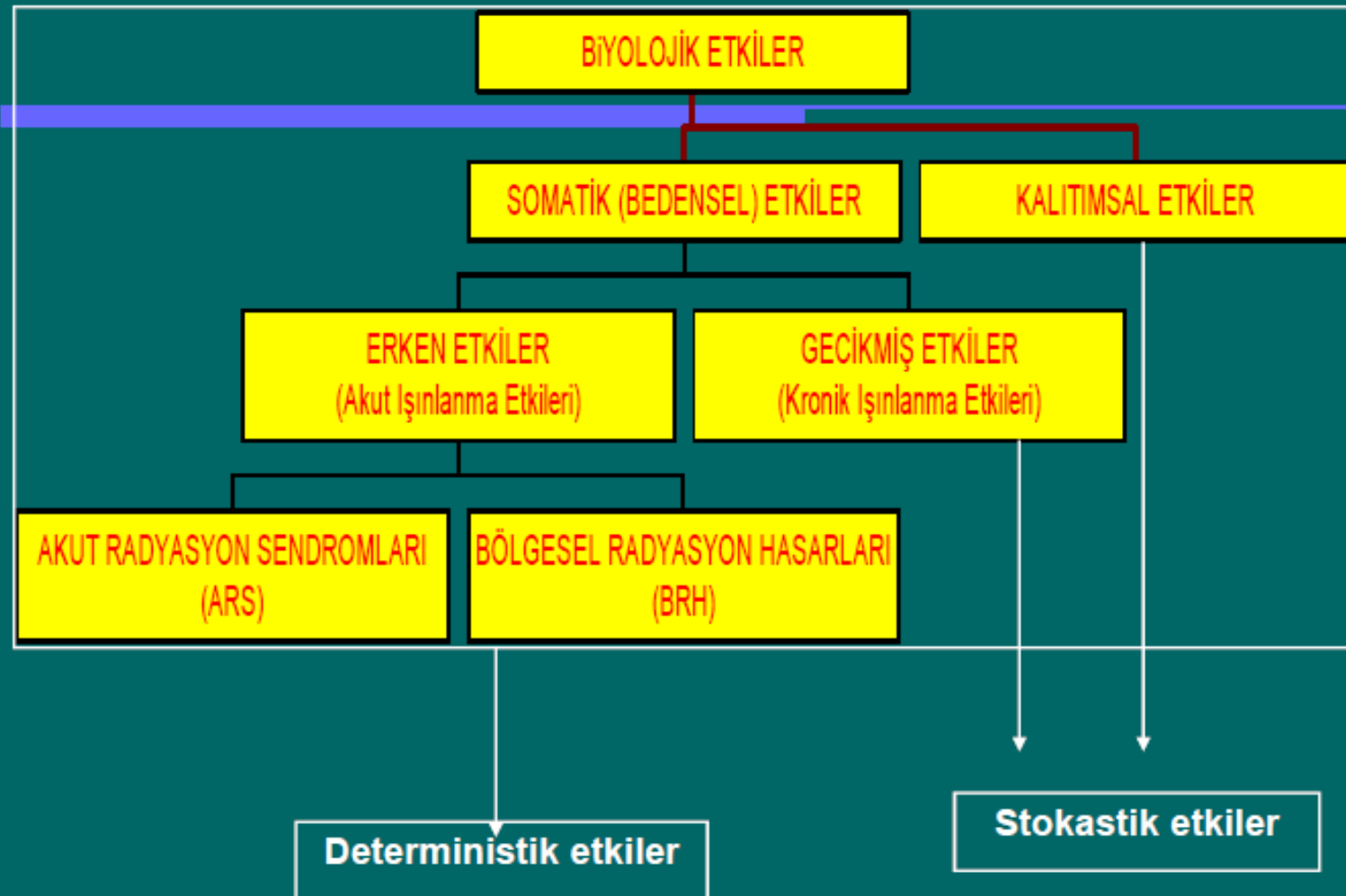
Radyasyonun enerjisine,



Dozun dokularda dağılımına



Dokuların ışımaya karşı duyarlılığına
bağlı olarak ortaya çıkar.



Deterministik Etkiler

Işınlama dozunun vücudun herhangi bir doku veya organında fonksiyon kaybına neden olacak sayıda hücrenin ölümü ve üremesinin durması sonucunda ortaya çıkan etkilerdir.

Stokastik (Raslantısal) Etkiler

Hücrede meydana gelen sabit değişikliklerin hücre bölünmesi ile yeni hücrelere geçmesi sonucunda kişinin kendisinde veya bu olayın üreme hücrelerinde meydana gelmesi halinde gelecek kuşaklarda ortaya çıkması olasıdır.

Biyolojik Etkiler

Deterministik Etkiler	Stokastik (Rastlantısal) Etkiler
ölüm, cilt yanıkları	Kanser
katarakt, kısırlılık	Genetik etkiler

Erken Etkiler

Vücutun belli bir bölgesi , tamamı kısa bir süre içerisinde ve bir defada yüksek dozlara maruz kalınması sonucunda kısa bir zaman aralığı içerisinde ortaya çıkabilecek etkileridir. **Akut Işınlanma Etkileri** olarak da adlandırılırlar.

Gecikmiş Etkiler

Uzunca bir süre, aralıklı olarak düşük dozlara maruz kalınması sonucu ortaya çıkar. **Kronik Işınlanma Etkileri** olarak ta adlandırılırlar.

Eşik Doz

Sağlıklı bir kişide bazı doku ve organlar için birkaç yüz bazen de binlerce mSv (milisievert) doza kadar herhangi bir etki görülme olasılığı sıfırdır.

Ancak, doku ve organların yapısına bağlı olarak bu etkinin ortaya çıkmasının kesin olduğu bir değer vardır ki bu klinik etkilerin görülmesinin kaçınılmaz (%100) olduğu **EŞİK** değerdir.

Safha/Belirti	Doz Aralığı (Gy)	Belirginleşme Zamanı (gün)
Eritem	3-10	14-21
Epilasyon	>3	14-18
Kuru deri dökülmesi	8-12	25-30
Yaş deri dökülmesi	15-20	20-28
Su kabarcığı oluşumu	15-25	15-25
Ülser (açık yaralar)	>20	14-21
Nekroz (doku ölümü)	>25	>21

İyonize Edici Radyasyonun Kullanım Alanları

Medikal Alanda;

Tanısal amaçlı

Tedavi amaçlı

Endüstriyel Alanda;

Materyal muayenesi

Enerji üretimi

Sterilizasyon

Tanısal Radyografi

Konvansiyonel/Dijital Röntgen

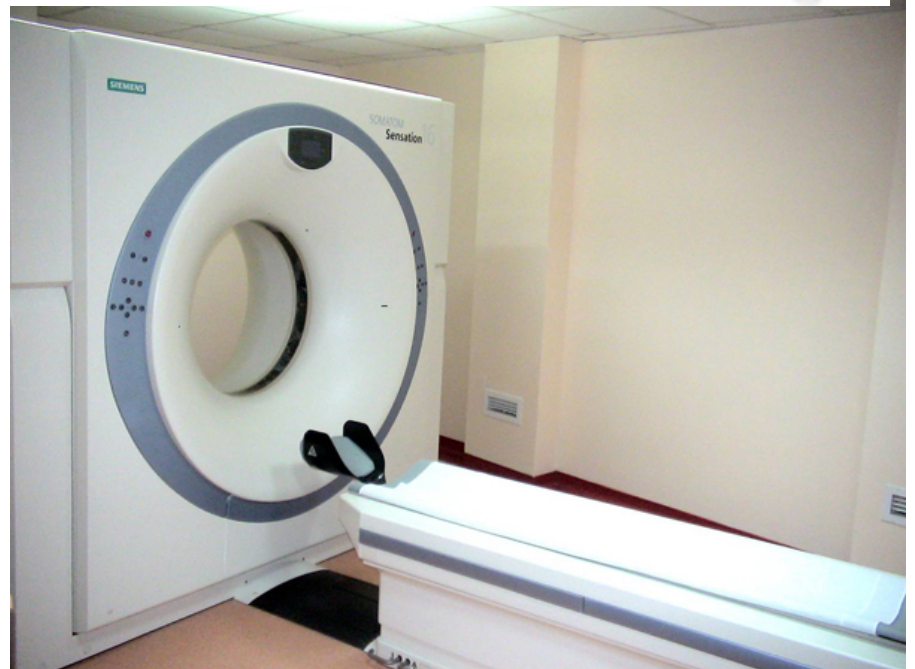
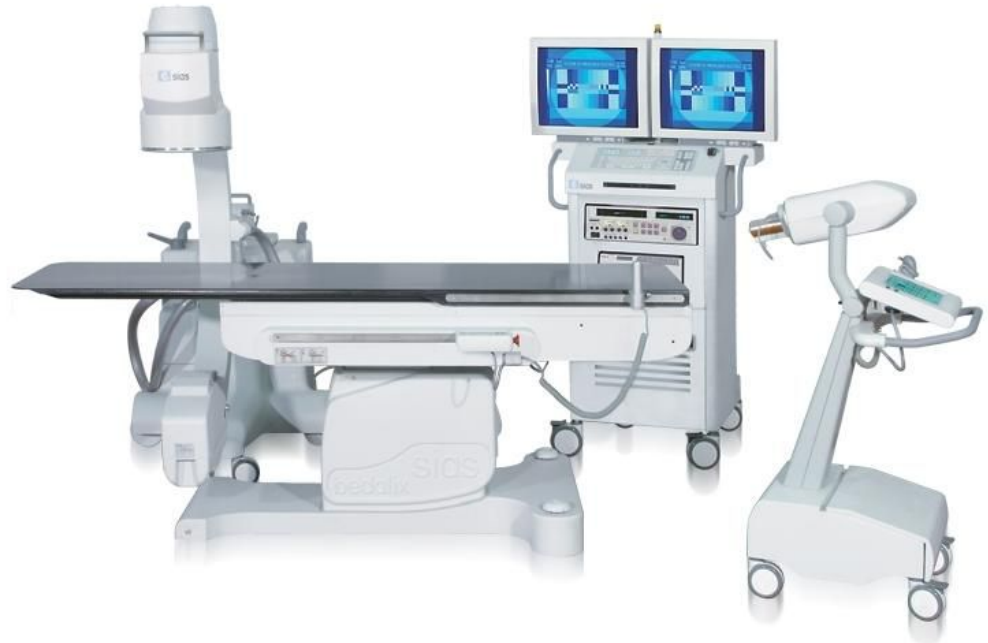
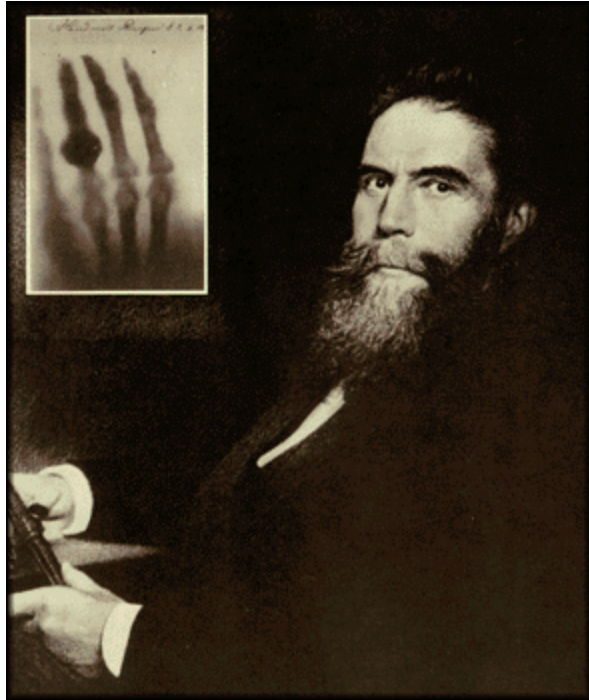
Floroskopi

Bilgisayarlı Tomografi

Kemik Densitometre

SPECT

PET ...



Radyoterapi

- Brakiterapi
- Sabit Kaynaklı Tedavi Cihazları
- Lineer hızlandırıcılar
- Proton Tedavisi

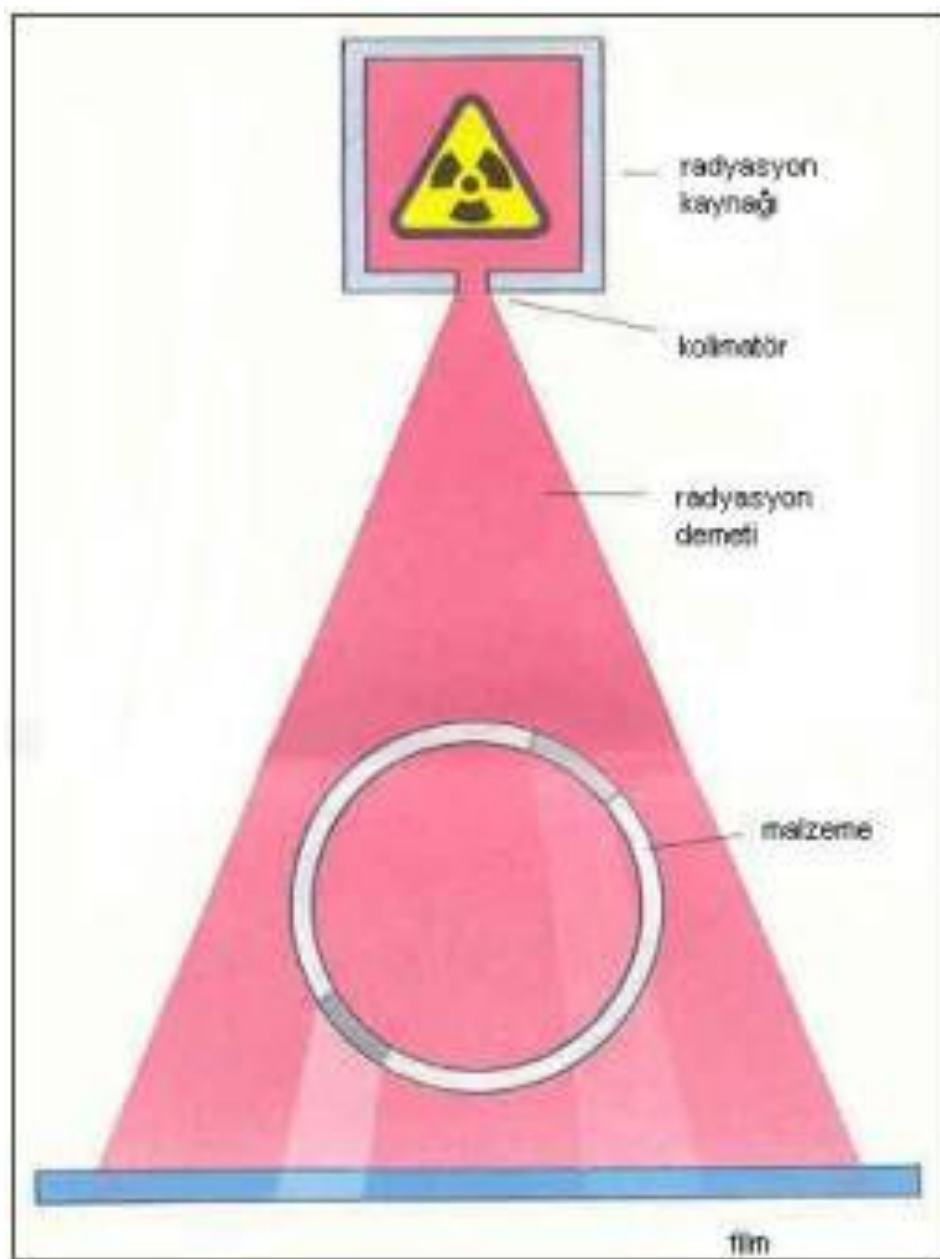


Endüstriyel Radyografi

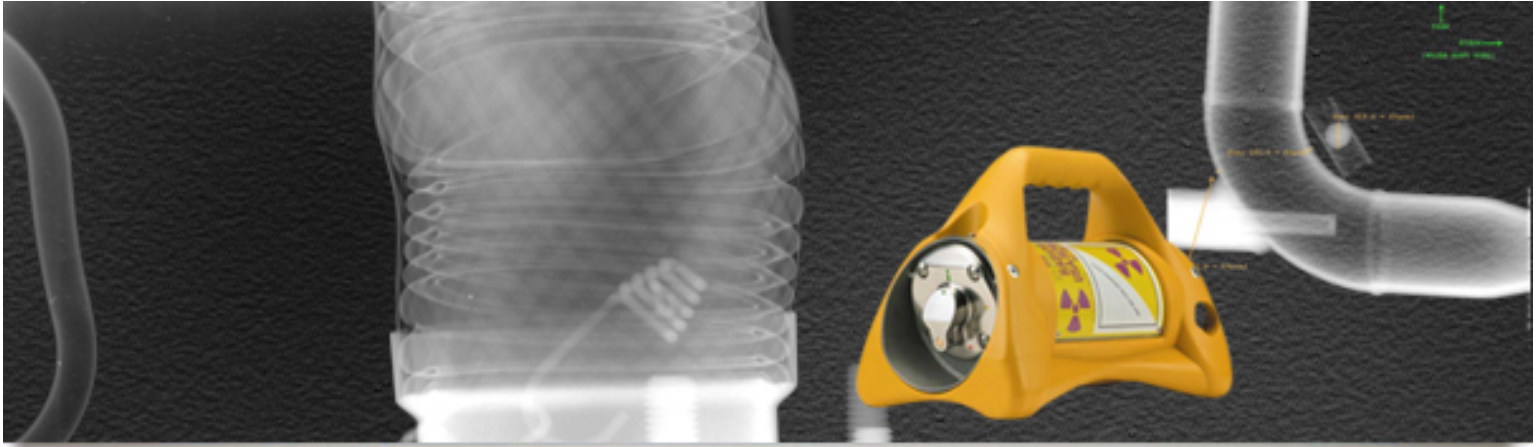
Endüstriyel radyografi bir tahribatsız malzeme ve imalat muayenesi metodu olup muayene edilecek malzeme ya da imalatın iyonize edici, çok yüksek enerjili radyasyona maruz tutulması ve neticesinde elde edilen imajlar (film, ekran görüntüsü vs.) yardımıyla iç yapı kontrolünü sağlayan bir test yöntemidir.



Bir fabrikada kapalı alan radyografisi



Metalik veya metalik olmayan bütün malzemelerde beklenen hacimsel ve yüzey hatalarının tespiti için kullanılabilir.



Sınırlamalar

- Muayene parçasının kalınlığı kullanılacak ışınlam kaynağının cinsine bağılı olarak belli değeri aşamaz.
- Çeşitli ışınlam kaynakları için uygun malzeme kalınlık aralıkları uygulama standardlarında verilmiştir.

Sınırlamalar

- Kalınlık sınırlaması dışında her türlü malzemeye uygulanabilir.
- Operatörün eğitimi ve tecrübesi çok önemlidir.
- Muayene parçasının her iki yüzeyine de ulaşılabilir olması gerekir.

Sınırlamalar

- Muayene için kullanılacak donanım diğer metotlara kıyasla daha pahalıdır.
- En çok da radyasyon güvenliği konusunda dikkatli çalışma gerektirir.

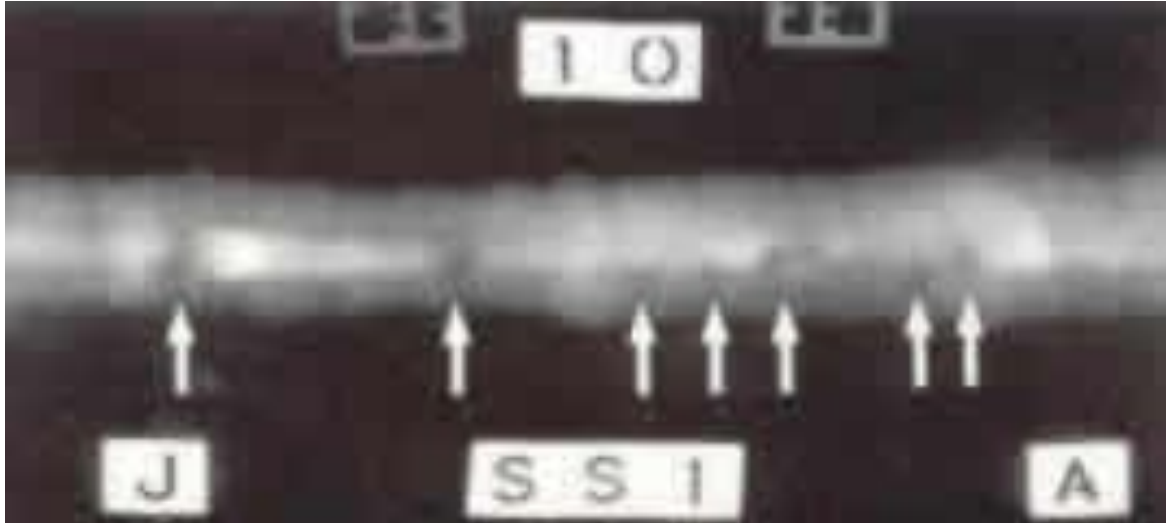
Sınırlamalar

Tıbbi radyografinin tersine endüstriyel radyografide kullanılan radyasyonun şiddeti oldukça yüksek olup kontrol edilmediği takdirde canlılar için ölümcül olabilir.

Uygulamalar

- Endüstriyel radyografide kullanılan X-ışını enerji aralığı genellikle 50 kV -350 kV arasındadır.
- En çok bilinen ve kullanılan gama kaynakları ise Ir 192, Co 60'tır.
- Bunlardan başka Se 75, Yb 169 Tm 170 gibi izotoplar da endüstriyel radyografi alanında kullanılmaktadır.



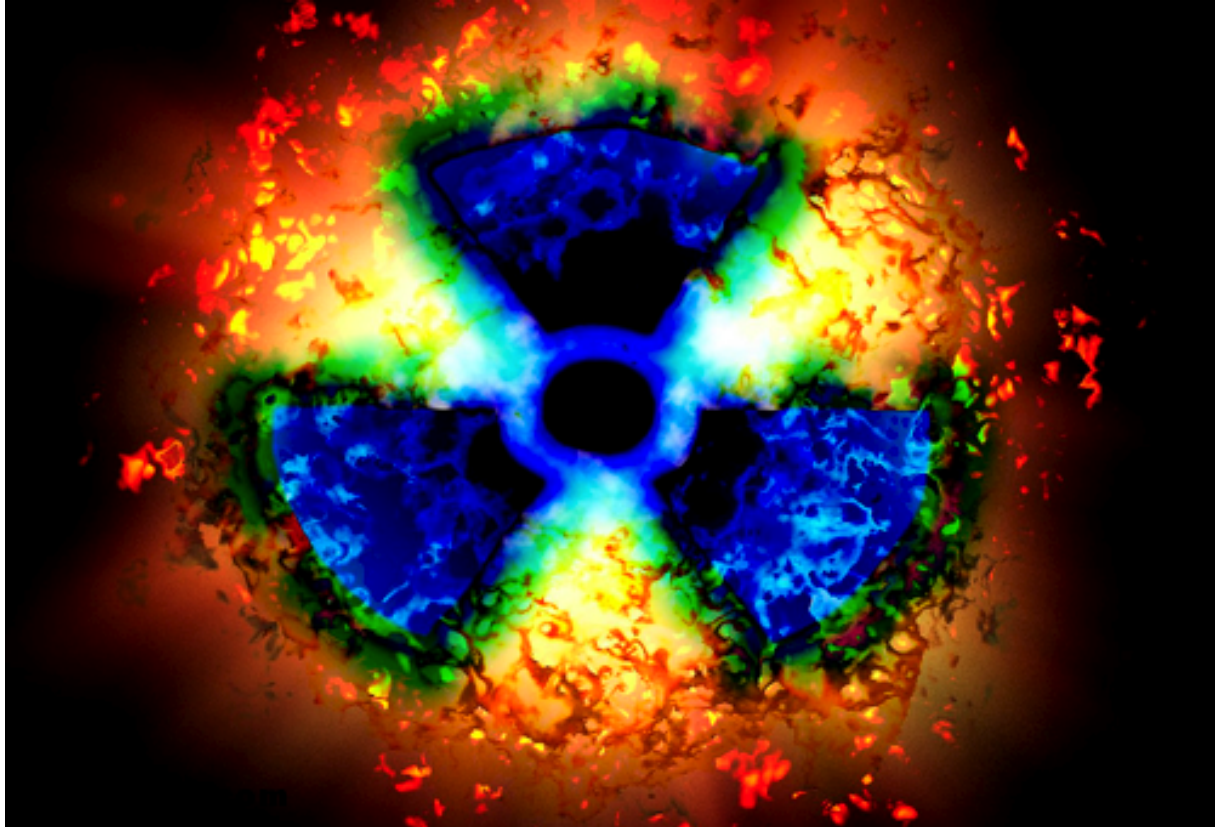


Bu radyografi filmindeki ok işaretli kaynaklar kusurları gösterir.



Bir kapalı kaynak tipi (yaklaşık bir kurşun kalem ile aynı büyüklükte)

Radyasyondan Korunma



Radyasyona Karşı Korunmada Ana Fikir

Tahammül edilebilen (tolere edilebilen) dozları bilmek ve radyasyon çalışanları ile çevre halkının bunun üstünde doz almasını önlemektir.

Radyasyon Korunmasının Hedefi İse;

Doku hasarına sebep olan etkileri önlemek yada bu etkilerin meydana gelme olasılıklarını kabul edilebilir düzeyde sınırlamaktır.



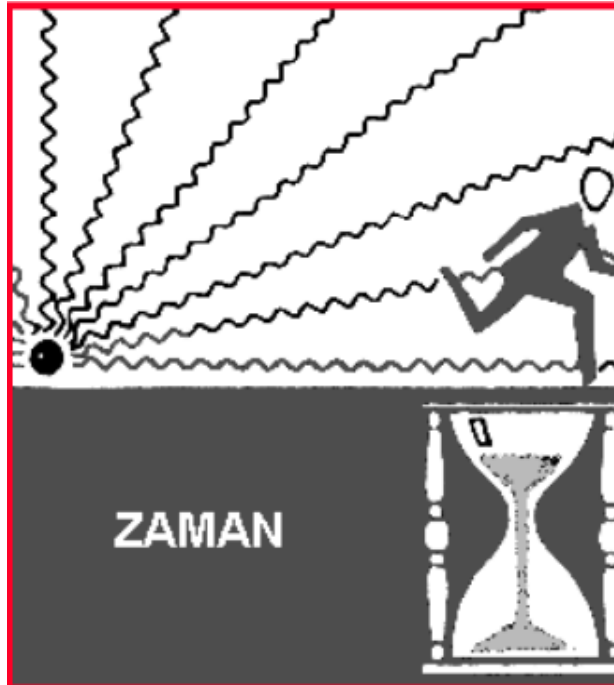
Temel Prensipler

- a) **Gereklilik (Justification)** :Net fayda sağlamayan hiçbir radyasyon uygulamasına izin verilmemelidir.
- b) **Etkinlik (Optimizasyon-ALARA)**:Maruz kalınacak dozlar mümkün oldukça düşük tutulmalıdır.
- c) **Kişisel Doz-Risk Sınırları**: Alınmasına izin verilen dozlar sınırlandırılmalıdır.

Zaman

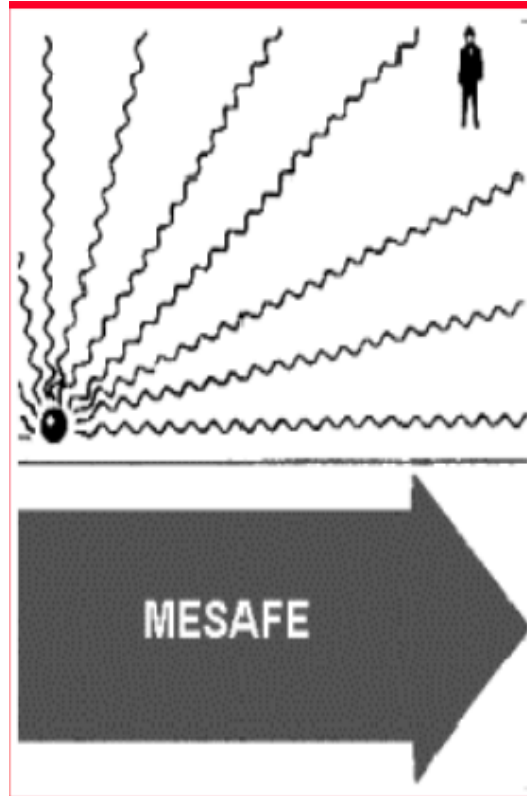
Radyasyon kaynağı yada ortamında ne kadar az zaman geçirilirse o kadar az doza maruz kalınır.

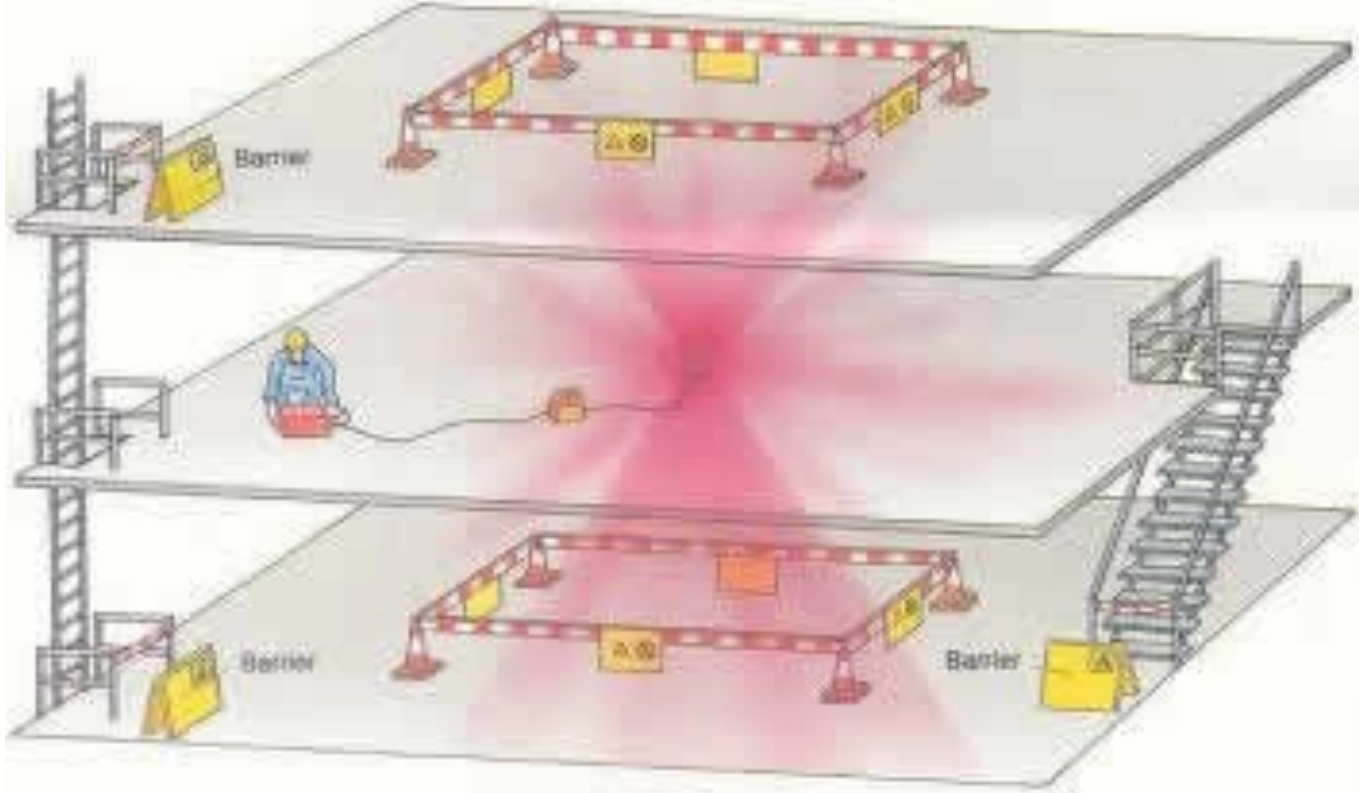
$$\text{Alınan Doz} = (\text{Doz şiddeti}) \times (\text{Zaman})$$



Mesafe

Radyasyon kaynağından ne kadar uzak durulursa maruz kalınan doz o kadar az olur.





Zırhlama mümkün değilse çalışmanın yapıldığı alanda gerekli mesafe kontrolleri sağlanmalıdır.

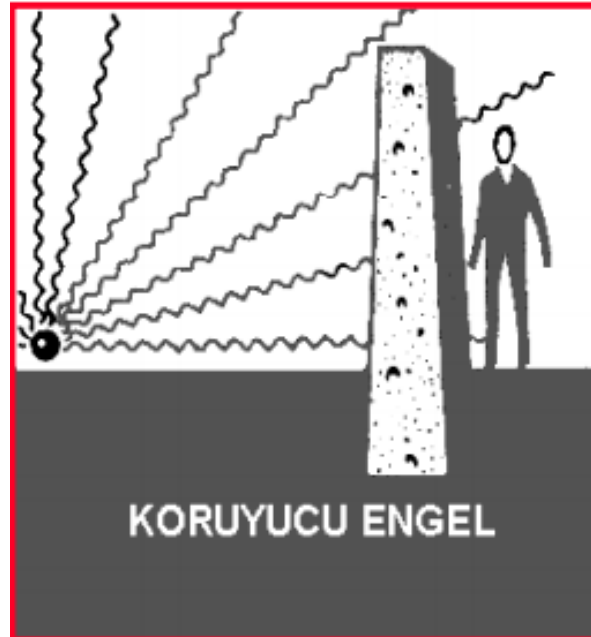
Ters Kare Kanunu

Radyasyon dozu uzaklığın karesi ile ters orantılı olarak değişir.

$$\frac{I_1}{I_2} = \frac{d_2^2}{d_1^2}$$

Zırhlama

Radyasyon kaynağı ile kişi arasına konulacak engel alınan dozu en aza indirecektir. Deęiřik radyasyon tipleri için seçilen zırh farklı olmalıdır.



Malzeme yoğunluğu ne kadar yüksekse, radyasyona karşı o kadar koruyucudur.

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

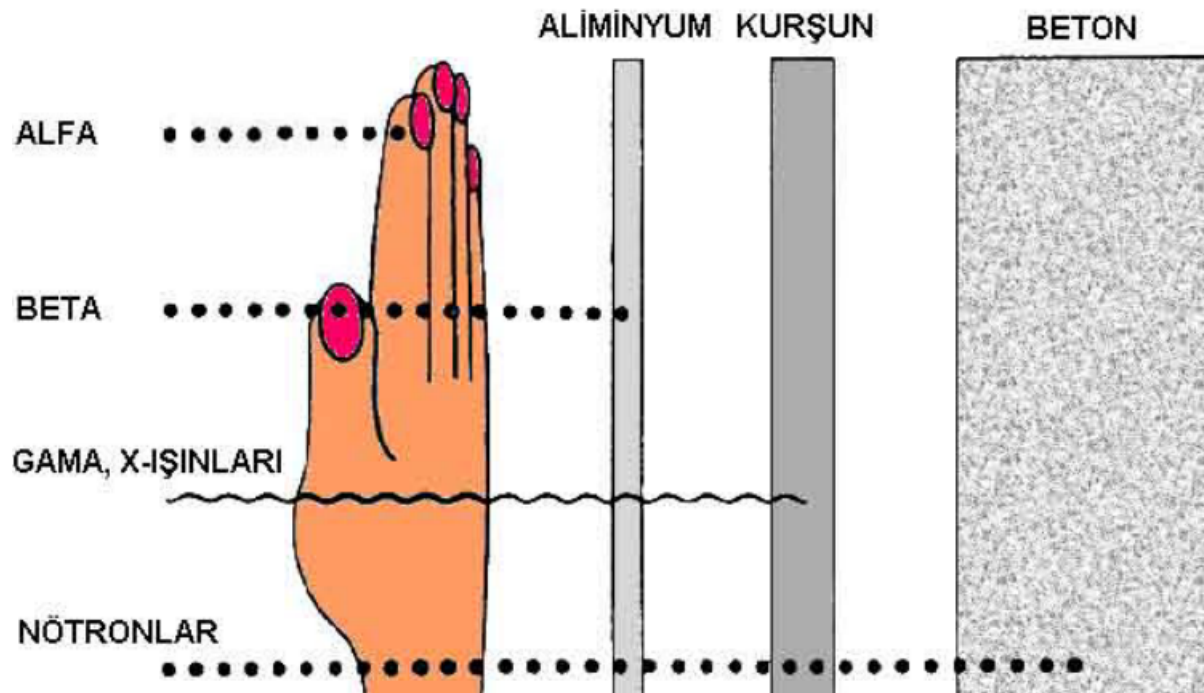
$$\mu = \tau + \sigma + K$$

τ = Fotoelektrik soğurma katsayısı

σ = Compton soğurma katsayısı

K = Çift oluşum soğurma katsayısı

Uygun Zırhlama



Radyasyondan Koruyucu Aygıtlar

- Kurşun önlük, eldiven, gözlük, boyunluk, paravanlar, gonadal koruyucular ve kurşun camlar yaygın olarak kullanılmaktadır.
- Koruyucu aygıtların kalınlıkları 0,255-0,5-1 mm gibi kurşun eşdeğeri olarak belirlenmiştir.
- Kurşun önlük olarak pratikte en çok 0,50 mm kurşun eşdeğeri koruyucu önlükler kullanılır.
- 1 mm önlükler daha iyi korudukları halde oldukça ağırdırlar.
- Kurşun koruyucuların içerisindeki kurşun tabakalarının çatlama riski nedeniyle kurşun önlükler katlanmamalı, saklanırken askıya asılmalıdır.





Radyasyondan Korunma (Monitoring)

Monitoring, iyonlaştırıcı radyasyonların ve radyoaktif kontaminasyonun varlığını ve derecesini tayin etmektir.



Kişisel monitoring



Alan monitoring

Personel Monitoring

Kişiler tarafından alınan toplam vücut dozunun rutin olarak ölçülmesidir.

- Film Dozimetreleri
- TLD Dozimetreleri
- Ekzo-elektrodozimetreleri
- Kimyasal Dozimetreler
- Cam Dozimetreleri





Kişisel dozimetri cihazları alınan dozun tespiti için periyodik olarak okunur.

Alan Monitoring

Radyasyon Alanlarının Sınıflandırılması

Maruz kalınacak yıllık dozun 1 mSv değerini geçme olasılığı bulunan alanlar

radyasyon alanı olarak nitelendirilir ve radyasyon alanları radyasyon düzeylerine göre sınıflandırılır:

1- Denetimli Alanlar

2- Gözetimli Alanlar

Denetimli Alanlar

Radyasyon görevlilerinin ve çıkışlarının özel denetime, çalışmalarının radyasyon korunması bakımından özel kurallara bağlı olduğu ve görevi gereği radyasyon ile çalışan kişilerin yıllık doz sınırlarının (ardışık beş yılın ortalaması) 3/10'undan (6 mSv) fazla radyasyon dozuna maruz kalabilecekleri alanlardır.

Gözetimli Alanlar

Radyasyon görevlileri için yıllık doz sınırlarının $1/20$ 'sinin aşılma olasılığı olup, $3/10$ 'unun aşılması beklenmeyen, kişisel doz ölçümünü gerektirmeyen fakat çevresel radyasyonun izlenmesini gerektiren alanlardır.

Alan Monitoring

Radyasyon kullanılan alanlar radyoaktif kirlenme (sızıntıya karşı) sürekli olarak gözlenmelidir.

Ölçümler yerinde portable cihazlarla yada alarm düzenine sahip monte edilmiş cihazlarla yapılmalıdır.



Yapısal Zırhlama



Kullanılacak
zırh malzemesinin seçimi ve zırh
kalınlığının belirlenmesi;

- 1-Malzemenin kimyasal bileşimi ve malzemenin radyasyon zayıflatma katsayısı
- 2-Radyasyon enerjisi ve türü faktörlerine bağlıdır.

Ağır Betonlar

Birim ağırlığı $2,8 \text{ t/m}^3$ 'den büyük olan betonlara ağır beton denilmektedir. Ağır beton üretiminde yararlanılan özel agregalar genellikle barit, limonit, magnetit ve demir cevheri gibi doğal agregalar veya demir kırıntıları gibi sanayi atıkları olabilmektedir.

Ağır Betonlar

Radyasyon kalkanı olarak kullanılan ağır betonun bileşiminde karma ve hidratasyon suyunda hafif elementler, agregasında ise ağır elementler bulunmaktadır. En çok kullanılan ağır agregadır.

Barit Agregalı Betonların **Özellikleri**

- Barit agregalı ağır betonların radyasyona karşı koruyucu özellikleri geleneksel betona göre daha yüksektir.
- Betonun birim kütlesi ve kalkan kalınlığı, radyasyona karşı geçirimsizlikle orantılıdır.
- Barit agregalı betonların ısı iletkenliği, birim kütle ve su içeriğine bağlı olarak değişmekle beraber, genellikle geleneksel betonlara göre yüksek olmaktadır. Isı iletkenliği yüksek olan malzemelerin yangına karşı dayanımları düşük olmaktadır.

Barit Agregalı Betonların **Özellikleri**

- Barit agregalı ağırların ortalama rötresi geleneksel betonlardan daha azdır.
- Barit agregalı ağırların aşınma dayanımları geleneksel betonlardan daha büyüktür.
- Barit agregalı ağırların ortalama birim kütleleri geleneksel betonlardan ortalama birim kütlelerinden % 50 civarında daha büyük olmaktadır.
- Barit agregalı ağırların donma - çözünme olayına karşı dayanıklılığı geleneksel betonlardan daha azdır.

Pb ile Betonun Yarı ve Ondabir Değer Kalınlıkları

		Radyoaktif kaynak					
		Co-60		Ir-192		Cs-137	
	Zırh malzemesi	YDK	ODK	YDK	ODK	YDK	ODK
	Kurşun (cm)	1.24	4.11	0.48	1.62	0.63	2.13
	Beton (cm)	6.60	21.84	4.82	15.74	5.33	18.03

X Işını Odasının Düzenlenmesi

- Röntgen ünitelerini kurarken yer seçiminde mümkün olduğunca zemin kat ve dış mekanlara komşu kesimler tercih edilmelidir.
- Radyasyon ünitelerinin duvarlarında, delikli tuğlalara göre çok az radyasyon geçirdiklerinden, dolgu tuğlalar tercih edilmelidir.
- Duvarların radyasyon geçirgenliğinin hesaplanması, bir radyasyon uzmanı tarafından yapılmalıdır.

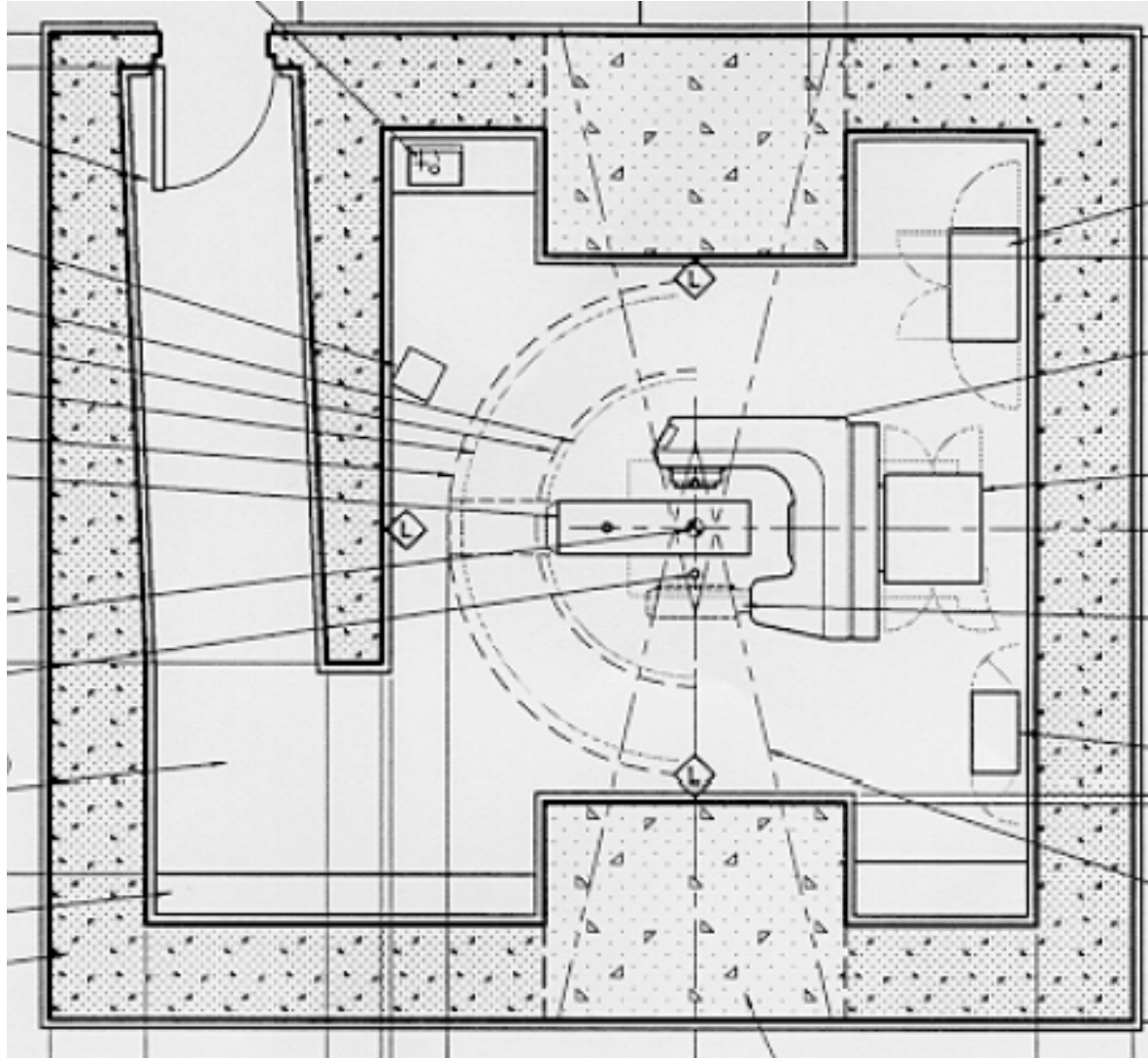
Örnek olarak;

- Duvarlar 0,5-1 ya da 2 mm kurşun plakalarla kaplanabilmektedir.
- Genellikle sekonder radyasyon alanlarında 1,5 mm lik, primer radyasyon alanlarında ise 2 mm kurşun plakalar kullanılabilir.
- Teknisyen koruyucu bariyeri de 2 mm'lik kurşun plakalarla kaplanabilir.

X Işını Odasının Düzenlenmesi

- Zırhlamanın yanı sıra, radyasyon ünitelerinde iyi bir havalandırma sistemi gerekebilir.
- Havanın iyonize olması sonucu toksik gazlar oluşur.
- Bu gazlar havadan ağır olduğundan zemine yakın birikir.
- Bu toksik gazlar nedeniyle, radyasyon odalarının, zemine yakın kesimde emici, tavana yakın kesimde ise üfleyici sistemlerle havalandırılması gerekebilir.

Radyoterapi Odası



Mevzuat

- Radyasyon Güvenliği konusu Türkiye Atom Enerjisi Kurumu (TAEK) sorumluluğundadır. Denetim, mevzuat hazırlama, bilimsel çalışmalar ve benzeri faaliyetlerin yanı sıra çeşitli eğitim faaliyetleri yürütmektedir.
- Ülkemizdeki radyasyon güvenliği mevzuatına aşağıdaki bağlantıdan ulaşabilirsiniz.
- <http://www.taek.gov.tr/belgeler-formlar/mevzuat/>

EDİMLİSTENLİ
ÇAY MI?
N'OLACAK
CANIM.
BAKIN BEN
İÇTİM

HÜÜP!

BAKIN.
İÇTİM
HE BİŞY
OLMADI..

ER BARDAK
ÇAY YOK ETİK.
SİMİT SIRA
58 BİN TON ÇAY
MİLLETE İÇİRMEDE



SORU – CEVAP

SONUÇ VE DEĞERLENDİRME



**KATILIMINIZ İÇİN
TEŞEKKÜRLER...**