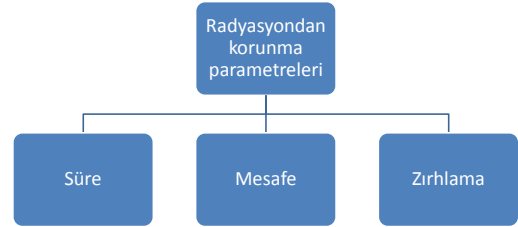


RADYOLOJİDE ZIRHLAMA

Prof.Dr.Nail Bulakbaşı

Doz azaltma teknikleri



Süre

Doz = (Doz Şiddeti) x (Süre)

- Bir ölçüm cihazının 50 $\mu\text{Sv/saat}$ 'lik radyasyon dozunu gösterdiği bir bölgede kalınması halinde maruz kalınacak doz;
 - 1 saatte 50 μSv ,
 - 2 saatte 100 μSv ,
 - 3 saatte 150 μSv , vb... olur.
- Toplam ışınlanma süresi ne kadar fazla ise hasta ve çalışan dozu o kadar yüksek olur.

Mesafe

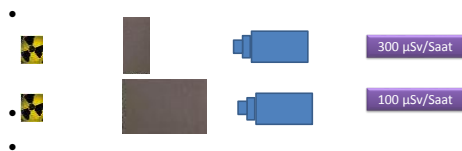
- Doz uzaklığın karesi ile ters orantılı olarak
- değişir (Ters kare kanunu!!!).

$$\frac{D_1}{D_2} = \frac{d_2^2}{d_1^2}$$



Zırlama

- Kullanılan radyasyon cihazının önünde bulunan zırh ne kadar fazla ise o kadar az doza maruz kalınır.



Yapısal Zırlama

- En güvenli ve en az masraf gerektirecek şekilde yapılabilmesi için binanın zemin/giriş katında,
- Diğer bölümlerden bağımsız olacak şekilde,
- Hasta ve personel yoğunluğunun en az olduğu yerde,
- Alt ve üst bitişik alanları daima mesken olarak kullanılmayan alanlar tercih edilmelidir.

Oda Seçimi

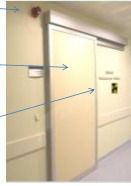
- Cihaz yangını deprem, vb. fiziksel tehlike durumlarına karşı en güvenli olabileceği yere kurulmalıdır.
- Oda boyutu radyasyon görevlisinin rahat çalışabileceği ve hasta konforundan ödün vermeyecek büyüklükte olmalıdır.
- Odanın tercihen tek giriş kapısı olmalı, oda içinden başka odalara geçişler bulunmamalıdır.
- Oda içinde birden fazla cihaz bulunmamalı, kumanda ünitesi aynı olan cihazlar için oda kurşun paravanla veya beton duvarla ayrılmış olmalıdır.

Oda Seçimi

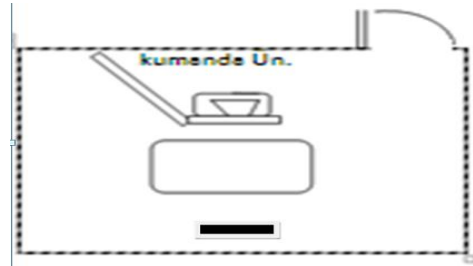
- BT floroskopi ve anjiyografi odaları girişlerinde cihazın çalışır durumda olduğunu belirten ışıklı uyarı sistemi bulunmalıdır. Bu uyarı sisteminin cihaz çalışırken odaya istenmeyen giriş çıkışların önlenmesi için yapılacak olan kilit sistemi ile eş zamanlı çalışmasının sağlanması uygun olacaktır.
- Hastaların ve refakatçilerin bekleme yerleri oda dışında ayrı bir yerde olmalıdır.
- Giriş kapısında gerekli radyasyon uyarı işaretleri bulunmalıdır.
- Oda çekimler dışında herhangi bir amaç için kullanılmamalıdır.

Radyasyon Odası Girişi

- Işıklı uyarı işareti
- Zırhlı kapı
- Radyasyon uyarı işareti
- Radyasyon uyarı işaretleri www.taek.gov.tr dairesinden temin edilebilir.

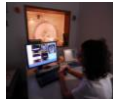


Oda Yerleşimi



Kumanda Ünitesi Yerleşimi

- Tercihen oda dışında
- Oda içinde olması durumunda
- Paravan;
 - Hasta masasından en az 2 m uzaklıkta
 - Kurşun eşdeğerli cam pencere
 - "L" şeklinde
 - 1.8 m yüksekliğinde
 - 1 m eninde



Zırhlama özellikleri

- Zırhlamada kullanılan;
 - Betonun yoğunluğu en az $2,3 \text{ g/cm}^3$,
 - Kurşunun yoğunluğu $11,3 \text{ g/cm}^3$ ve %99 saflıkta olmalıdır.

Zırhlama Hesabı

- Radyoloji Cihazları için zorunlu olmamakla birlikte yerleşiminden önce projenin uygunluğuna ilişkin TAEK'den proje zırhlama raporu alınabilir.
- Zırhlama hesaplamaları Radyasyondan Korunma ve Radyasyon Ölçümleri Ulusal Konseyi'nin (NCRP) X- ışını üniteleri ile ilgili 49 ve 147 nolu raporlarında belirtilen hesaplama teknikleri kullanılarak yapılır.

Mimari Proje/Kroki'de Bulunması Gerekenler

- Odanın bulunduğu kat ve tavan-taban yüksekliği (Vaziyet ve kesit planı)
- Duvarların, taban ve tavanın yapı malzemelerinin cinsi (Kurşun, beton, dolu tuğla, delikli tuğla, vb...), kalınlığı ve yoğunluğu
- Cihazın bulunduğu odanın bitişik alanlarının kullanım amacı ve meşgul edilme süreleri.

Hesaplanada Kullanılan Parametreler

- Birinci ve ikincil engel
- İş yükü
- Tasarım dozu
- Tasarım dozu
- Kullanım faktörü
- Meşguliyet faktörü
- Mesafe
- Yarı kalınlık değeri (HVL)
- Onda bir kalınlık değeri (TVL)

Birincik ve İkincil Engel

- Birincil engel : Radyasyon demetinin doğrudan yönlendirildiđi engeldir.
- İkincil Engel : Radyasyon demetinin doğrudan yönlendirilmediği ancak sızıntı ve saçılan radyasyonun yönlenebileceği engeldir

Kullanma Faktörü (U)

- Birincil radyasyon demetinin ilgilenilen engele yönlendirilme oranıdır.
- (ikincil demet için $U=0$)



kullanım faktörü arttıkça zırhlama artar.

İş yükü (W)

- Radyasyon kaynağından haftalık ışınlama süresince bir metre mesafede maruz kalınan ışınlanma miktarıdır.
 - Hasta sayısı
 - Çekim süresi iş yükünü artırır.
- İş yükü arttıkça zırhlama artar.

Doz sınırı

	Radyasyon Görevlileri	Toplum üyesi kişiler
Tüm Vücut	20 mSv/yıl	1 mSv/yıl

- Yapısal zırhlamada tüm vücut dozları esas alınır.

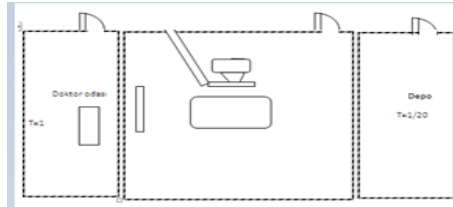
Alanlara göre tasarım dozları

Alanlar	Tasarım Dozları
Radyasyon alanları	100 μ Sv/hafta
Toplum üyesi kişilerin bulunabilecekleri alanlar	20 μ Sv/hafta

- İzin verilen doz azaldıkça zırhlama artar.

Meşgüliyet Faktörü (T)

- Engelin arkasındaki alanın meşgul edilme oranıdır.



- Meşgüliyet faktörü arttıkça zırhlama artar.

Alanlara göre meşgüliyet faktörü

T= 1	Tam meşgüliyet
T= ½	Yarım meşgüliyet
T= 1/5 , T= 1/8	Kısmi meşgüliyet
T=1/20	Aralıklı meşgüliyet
T= 1/40	Nadir meşgüliyet

Mesafe (d)

- Birincil ve ikincil ışınlamaların hesaplanmasında radyasyon kaynağının bulunduğu konumdan (X-ışını tüpü) itibaren zırhlaması yapılacak alana (duvar, yavan, taban, kapı, paravan, gözetleme penceresi vb.) olan uzaklık,
 - Ters kare kanunu !!!
 - Doz hızı uzaklığın karesiyle ters orandır.
 - $D \sim 1/d^2$
 - Uzaklık faktörü azaldıkça zırhlama artar.

TVL ve HVL

- Onda Bir Kalınlık Değeri (TVL) : Radyasyon demeti şiddetini onda bir değerine düşüren zırhlama malzemesine özgülü kalınlığıdır.
- Yarı Karanlık Değeri (HVL): Radyasyon demeti şiddetini yarı değerine düşüren zırhlama malzemesine özgülü kalınlığıdır.
 - $1 \text{ HVL} \approx 0,3 \text{ TVL}$

X ışınları için HVL e TVL değerleri

Maksimum Tüp Gerilimi (kV)	Kurşun (mm)		Beton (cm)	
	HVL	TVL	HVL	TVL
50	0.06	0.17	0.43	1.5
70	0.17	0.52	0.84	2.8
100	0.27	0.88	1.6	5.3
125	0.28	0.93	2.0	6.6
150	0.30	0.99	2.24	7.4
200	0.52	1.7	2.5	8.4
250	0.88	2.9	2.8	9.4
300	1.47	4.8	3.1	10.4
400	2.5	8.3	3.3	10.9
500	3.6	11.9	3.6	11.7

TVL'nin kullanımına örnek

- Ölçüm cihazı ile duvar arkasında okunan değer 100 μ Sv/saat ise, doz hızının 1 μ Sv/saat'e düşmesi için TVL kalınlığında zırh kullanılır?
 - TVL (100 Kvp)= 0,88 mm
 - $100/10=10 \rightarrow 1. TVL$
 - $10/10=1 \rightarrow 2. TVL$
- Kurşun için 2 TVL kalınlığı;
 - $0,88 \times 2=1.76 \text{ mm} \approx 2 \text{ mm}$

Yeniden lisanslama

- Lisans sonrası cihazın özellikleri değiştiğinde;
 - İş yükü (W)
 - Kullanma faktörü (U)
 - Maksimum tüp akımına göre belirlenen HVL ve TVL değerleri değişirse
- Cihazın oda içindeki konumu değiştiğinde;
 - Duvarlara olan mesafe (d)
 - Birincil ve ikincil engel parametreleri değişirse
- Yan alanın kullanım amacı değiştiğinde;
 - Meşkuhiyet faktörü (T)
 - Tasarım dozu (p) parametreleri değişirse

Zırhlama Hesaplamasında Kabuller

- Birincil demetin hastada zayıflaması ihmal edilir.
- Alan genellikle dikdörtgen kabul edilir.
- Mevcut materyallerin zırhlanması genellikle ihmal edilir (Kurşun saçaklar, Kurşun önlükler, vb...).
- Zırhlanacak duvardan ilgilenecek noktaya uzaklık için 0.3 m eklenir, tavan için 0.50 m eklenir, taban için 1.70 m çıkarılır.

Genel bir radyoloji odası

- Odanın duvarları;
 - Alçıpan, gaz beton ise: 2.0 mm kurşun levha
 - Delikli tuğla ise 1.5 mm kurşun levha
 - 30 cm dolu tuğla ise: Zırhlama yeterlidir. Az ise 1.0 mm kurşun levha
 - 15 cm beton ise: Zırhlama yeterlidir. Az ise duvara 1.0 mm kalınlığında kurşun levha

Genel bir radyoloji odası

- Taban; Kat beton kalınlığı 15 cm ise: Zırhlama yeterli. Düşük ise hasta masasının altına kenarlarından 30'ar cm taşacak şekilde 1 mm kurşun levha
- Tavan; Kat beton kalınlığı 15 cm ise zırhlama yeterli. Düşük ise yavana 1.0 mm kurşun levha
- Kapı; 2.0 mm kurşun levha

Zırhlanmada Dikkat Edilecek Hususlar

- Komşu alanların kullanımı apartman boşluğu, depo, bahçe ve park yeri olsa bile zırhlanması gerekebilir.
- Ancak komşu alanın toprak dolgu ve üst kattaki laboratuvarlar için en az 10 m boşluk (açıklık) olması durumunda duvara herhangi bir zırh yapılması gerekmez.
- Kurşun levhalar 2 m yüksekliğinde arada boşluk olmayacak şekilde kaplanmalıdır (BT'de tavana kadar)

Havalandırma

- Havalandırma pencereler veya merkezi havalandırma sistemi ile sağlanmalıdır.
- Havalandırma sistemi aşağıdan emişli, yukarıdan üfleli olmalıdır.
- Pencerenin bulunması durumunda; pencereler oda tabanından 2 m yüksekte vasistas tipli yapılmalıdır.

Zırhlanmada Dikkati Edilecek Genel Hususlar (devam)

- Kurşun levhalar birleşme yerlerinde en az 1 mm üst üste binmelidir.
- Odanın pencereleri pervazları dahil olmak üzere duvar zırhı kadar kurşunla kaplanmalıdır.
- Zırhlama amacıyla kapılara yerleştirilen kurşun plakalar nedeni ile kapının sarkması önlenmelidir.
- Açıkta kalan kurşun bırakılmamalı, uygun malzeme ile (alçıpan, sunta vb...) kaplanmalıdır.

Radradyasyon Görevlisinin Dozunu Etkileyen Faktörler

- kVp ve mA
- Işınlama süresi
- Birincil demete maruz kalma
- X ışını alanı büyüklüğü
- Hasta ve tüpe alan uzaklık
- Zırhlama
- Çekim tekrarları