

DIAGNOSTİK RADYOLOJİDE HASTA DOZİMETRESİ

Prof. Dr. Doğan Bor

**11 Ulusal Medikal Fizik Kongresi
Antalya**



Sunu İçeriği

- Ölçüm Sistemleri
- Dozimetre Yöntemleri

Radyolojik İncelemeler

Basit Radyografik İncelemeler

Projeksiyon sayısı az olan tetkikler

Floroskopik İncelemeler

Sindirim sisteminin dinamik incelemeleri

Girişimsel incelemeler

Diagnostik Radyolojide Hasta Dozimetresi

- Belirli incelemelerde alınan dozların referans seviyelerle karşılaştırılmasında
- Hamile ya da hamile olasılığı olan hastalarda önceden kararlaştırılmış incelemelerin yeniden planlanmasında
- Kalite kontrol çalışmalarının değerlendirilmesi ve optimizasyon amacıyla

Diagnostik Radyolojide Hasta Dozimetresi

- Geniş bir popülasyonda yapılması planlanan tarama çalışmaları öncesinde
- Çocuk hastaların radyolojik incelemelerinde
- Girişimsel radyolojide olduğu gibi dozların yüksek olduğu incelemelerde
- Bir hastalığın takibinde, hastanın sürekli X-ışın incelemelerinin söz konusu olması durumunda

Deri Dozlarının farklı sistemlerde karşılaştırılması

COMPARATIVE ESE (mR) FOR SIX X-RAY ROOMS NEXT STUDIES (1973-84-87)

Oda No	1	2	3	4	5	6	Ortalama
PA Chest	37	N\A	31	N\A	34	40	14
AP Abdomen	356	419	395	458	N\A	396	580
LS Spine	441	523	485	562	N\A	492	813
LAT Skull	162	180	137	177	N\A	131	227

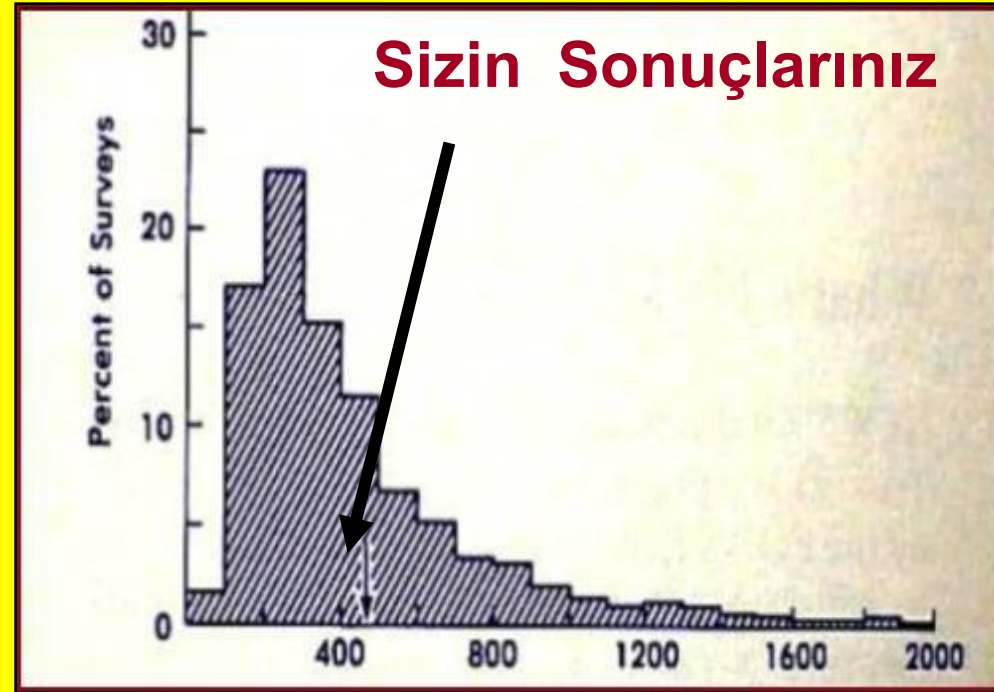
Işınlama Faktörlerinin karşılaştırılması

Referans (Rehber) Seviyeler

Referans seviyeler benzer tetkiklerin karşılaştırılmasında önemlidirler

Farklılıkların en aza indirilmesi Optimizasyon ile gerçekleştirilir:

- Rutin Kalite Kontrolü
- Klinik protokollerin yeniden düzenlenmesi



Yetişkin Hastada Diagnostik Radyoloji İçin Referans Doz Değerleri

İNCELEME		TEK FİLM İÇİN GİRİŞ YÜZEY DOZU (mGy) (YETİŞKİN HASTA)	TEK FİLM İÇİN GİRİŞ YÜZEY DOZU (μGy) (5 YAŞ ÇOCUK HASTA)
Lumbar	AP	10	
	LAT	30	
	LSJ	40	
Abdomen, intravenöz ürografi ve kolesistografi AP		10	
Pelvis	AP	10	900
Göğüs	PA	0.4	100
	LAT	1.5	200
Kafa	AP	5.0	1500
	PA	5.0	1500
	LAT	3.0	1000
Kalça Eklemleri	AP	10	
Toraks	AP	7.0	
	LAT	20	
Diş	AP	5.0	
	Apical	7.0	

Yetişkin Hastada Diagnostik Radyoloji için Referans Doz Değerleri

FLOROSKOPIK İNCELEMELER İÇİN DOZ - ALAN ÖLÇÜMLERİ

İNCELEME	TÜM İNCELEME İÇİN DOZ-ALAN ÇARPIMI(mGy-cm ²)
Lumbar vertebra	15
Baryum Enema	60
Baryum Meal	25
Int. Urografi	40
Abdomen	8
Pelvis	5

Girişimsel İncelemelerde Hasta Dozları

Indirizzo http://www.dimond3.org/index_2.htm Vai Collegamenti

DIMOND

Dimond HOME

public area

Project Program

Documents and reports

Patient Dosimetry Database

Dimond II outcome

Links

Dimond Consortium

private area

username

password

enter

Table 2. Technical parameters and patient dose for PTCA (mean values)

Author	Fluoro time (min)	No. of cine frames	Cine time (min)	DAP (Gycm2)	Ref
Betsou	21	-	0.83	37.6	2
Zorzetto	12.2	-	1.00	91.8	3
Hyuskens	11	1000	-	42.6	4
Pattee	18.7	2880	-	-	5
Broadhead	12.4	504	-	61.1	7
Faulkner	26.9	-	0.96	32.7	9
Bell	20-31	0.6-0.9	-	-	11
Holmes	21.4	-	0.66	-	12
Federman	2.4	1.05	-	-	13
Vano	-	-	-	87.5	14
Finci	17	-	0.51	-	15
Dash	3.45	1390	0.73	-	16
Cascade	47	2786	-	-	17
Neofotistou	11.5	1100	-	93	18
Padovani	18.5	1430	-	101.9	19
Maccia	15.5	450	-	93.3	20

Operazione completata Internet

DOZİMETRE Teknikleri, Amaçları

Doz Ölçüm Teknikleri

Eşzamanlı Teknikler

Eşzamanlı Olmayan Teknikler

Doz ölçüm Amaçları

Cilt Dozu ölçümleri (Deterministik Etkiler)

Organ dozu ölçümleri (Stokastik Etkiler)

Ciddi hasarlara neden olan prosedürler



Coronary Angioplasty
Courtesy F Mettler MD



Radiofrequency Ablation
Vaño, Br J Radiol
1998; 71, 510 - 516



TIPS placement
Nahass et al, Am J Gastroent
1998; 93: 1546-9



Uterine embolization
Courtesy: Shope, FDA



Renal angioplasty
Dandurand et al, Ann Derm
Vener 1999; 126: 413-417



Neuroembolization

Dose Ölçüm Teknikleri

Eş zamanlı doz ölçüm teknikleri

Noktasal Detektörler (İyon odası, diyod ya da MOSFET detektörler)

Iso merkezde doz saptanması (iyon odası ya da hesaplama ile)

Doz Alan Çarpımı (DAP)

Doz ölçüm sonuçlarının sonradan değerlendirildiği teknikler

Noktasal Ölçümler (TLD gibi)

Alan Detektörleri (Radyokromik Film, radyo terapi filmi, TLD grid gibi)

Eş Zamanlı Doz Ölçüm Teknikleri

- Doz değerleri ışınlama sırasında elde edilir
- Hasta üzerinde doğru noktaya yerleştirilmelidir

İyon Odaları

Uygun enerji aralığında olmalıdır

Hasta incelemesini etkilememelidir

Eş Zamanlı Doz Ölçüm Teknikleri

MOSFET Radyasyon Detektörleri

- Sonuçlar ışınlamanın yönüne bağlılık gösterir
- Doz okumalarında ışınlama sonrası sapmalar gözlenir
- Alçak ışınlamalarda hassasiyeti iyi değildir
(1.5 mGy de %25 belirsizlik vardır)

Sintilasyon Dozimetreler

ZnCd (1 mm x 0.1 mm aktif alan)

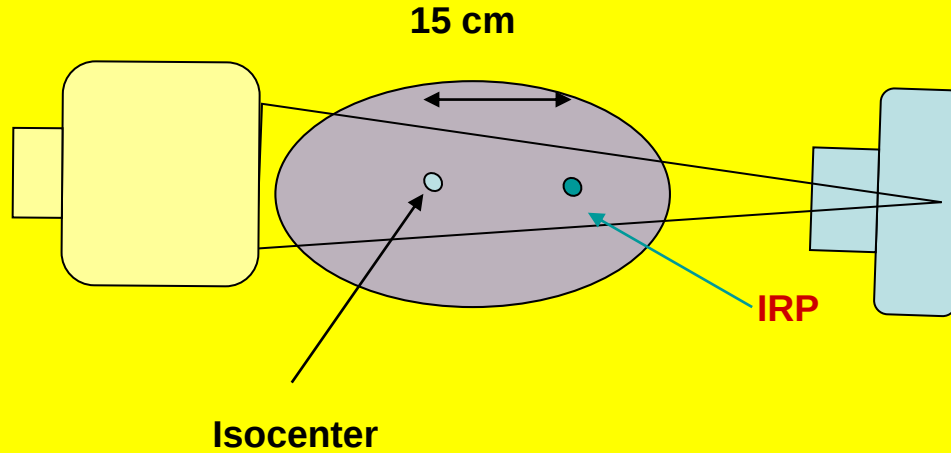
Enerji Bağımlılıkları !!

Probun pozisyonlanması

- hasta giriş noktası (pratik olarak zor)
- Kolimatör çıkışına

Eş Zamanlı Doz Ölçüm Teknikleri

Iso Merkezde doz saptanması (iyon odası ya da hesaplama ile)



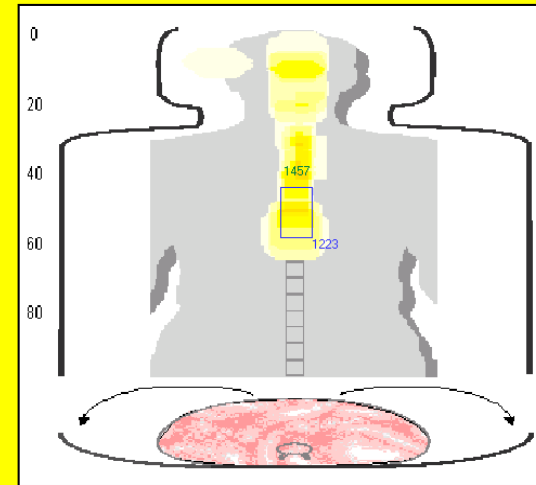
Eşzamanlı okumalar deri dozu hakkında bilgi verir

Eş Zamanlı Doz Ölçüm Teknikleri

Sistem Parametrelerinden Hasta Dozlarının Saptanması

Toplam deri dozunun eş zamanlı gösterimi

- Tüp kilo voltajı
- Tüp akımı
- Işınlama zamanı
- Odak-doku mesafesi
- Kalibrasyon algoritması
- Işınlama geometrisi
- Hasta pozisyonu

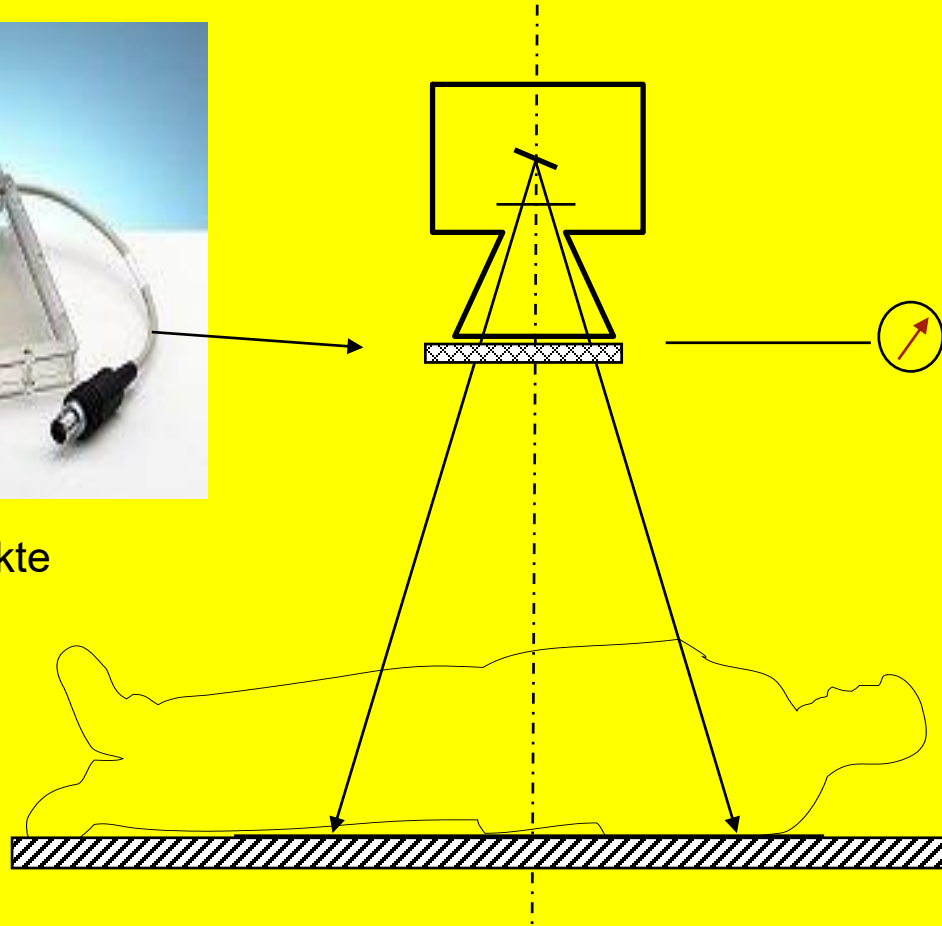


Eş Zamanlı Doz Ölçüm Teknikleri

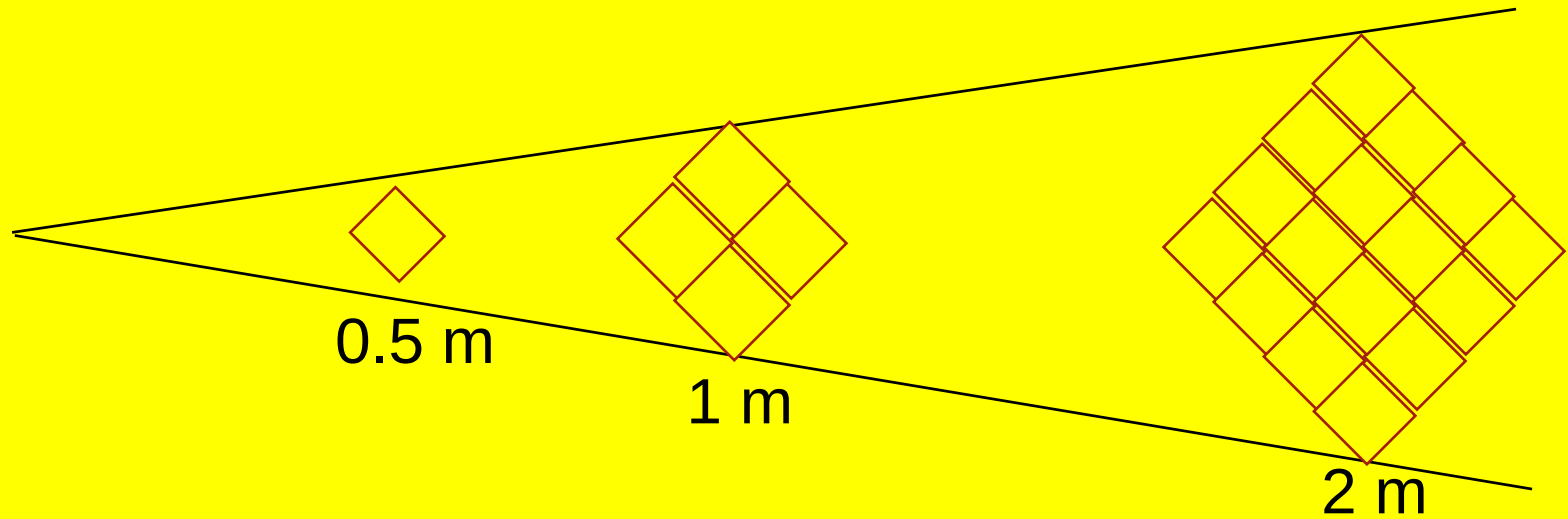
Doz Alan Çarpımı (Dose Area product - DAP)



Geçirgen özellikte
iyon Odası



Doz Alan Çarpımı (DAP)

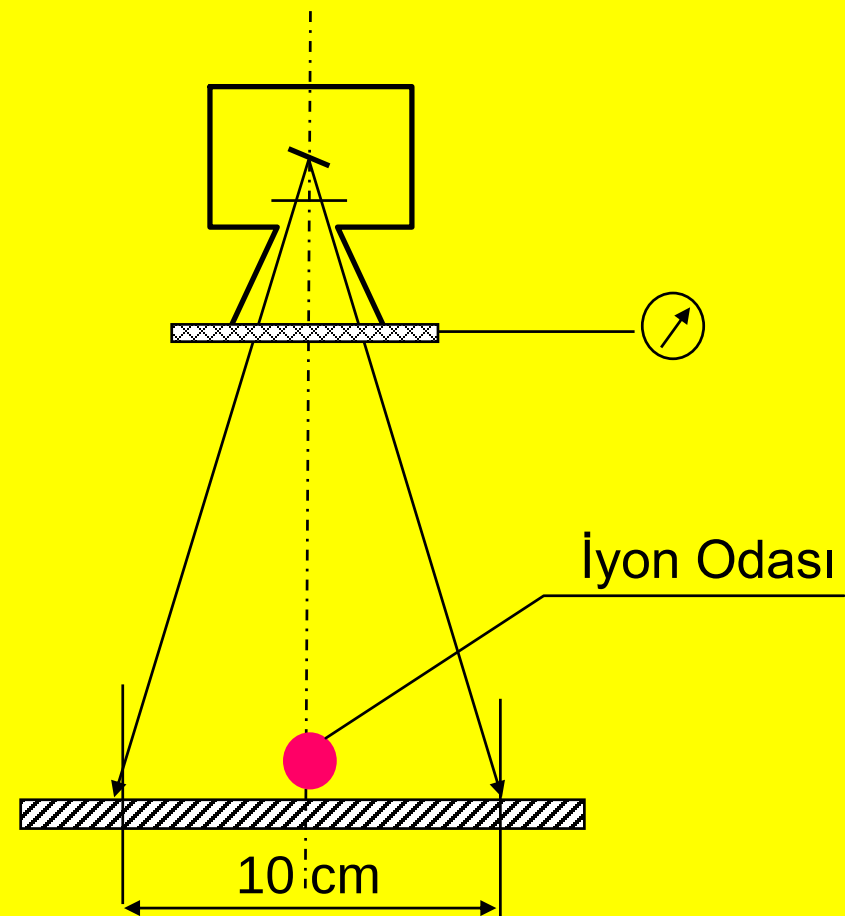
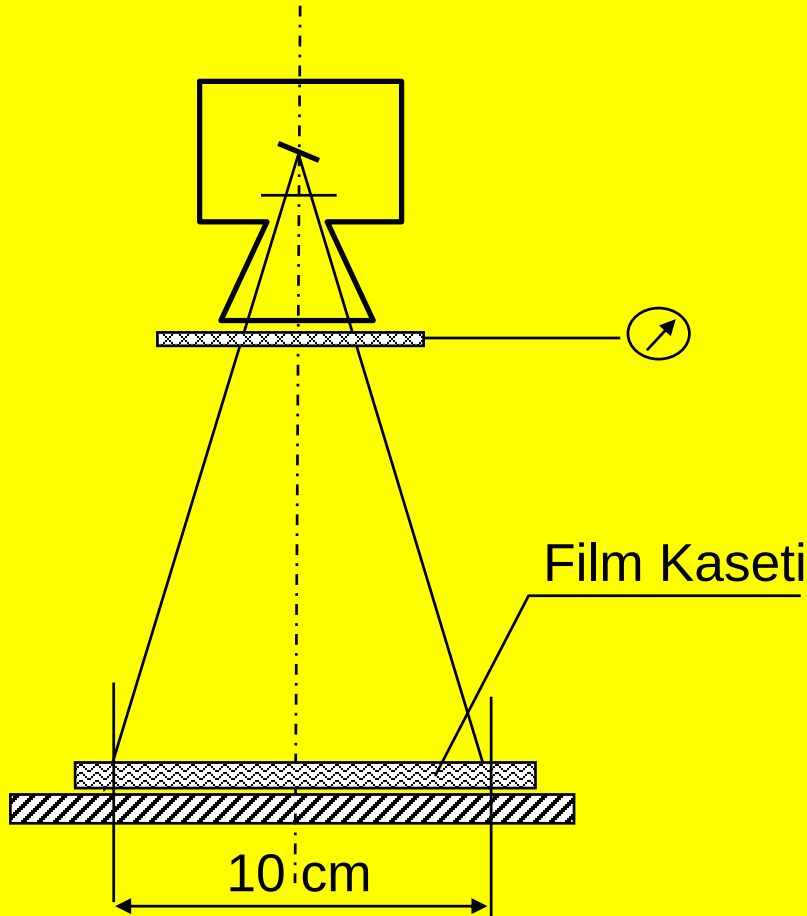


Hava Kerma :	$40 \cdot 10^3 \mu\text{Gy}$	$10 \cdot 10^3 \mu\text{Gy}$	$2.5 \cdot 10^3 \mu\text{Gy}$
Alan :	$2.5 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2$	$10 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2$	$40 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2$
Alanx Işınlama değeri	$100 \mu\text{Gy m}^2$	$100 \mu\text{Gy m}^2$	$100 \mu\text{Gy m}^2$

Doz Alan Çarpımı (DAP)

- Hasta gişinde belirli bir alandaki **doz x alan** değeri ölçülür
- Sonuçlar odak noktasına olan mesafeden bağımsızdır
- Alanın bilinmesi ile cilt dozlarında saptanabilir
- Her sistem için kalibrasyonu gereklidir
- Yatak azalımı için ayrıca düzeltme yapılmalıdır
- Heel etkisi hata verebilir

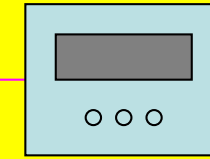
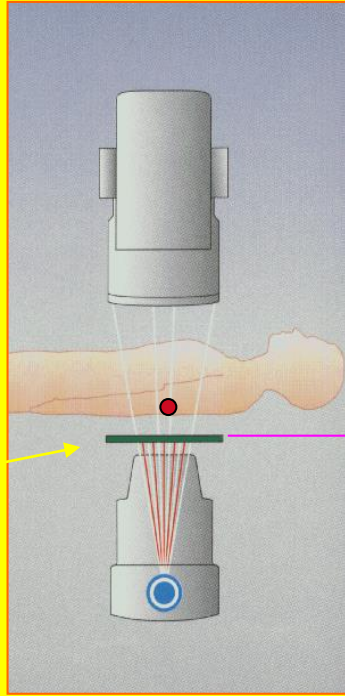
Doz Alan Çarpımı (DAP) Kalibrasyonu



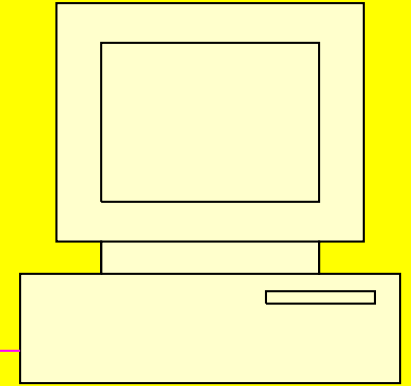
$$K.F = \frac{H.K. \times \text{Film Boyutu}}{\text{DAP Değeri}}$$

Diamentor sisteminin bilgisayar bağlantısı

DAP ve AK
ölçümleri



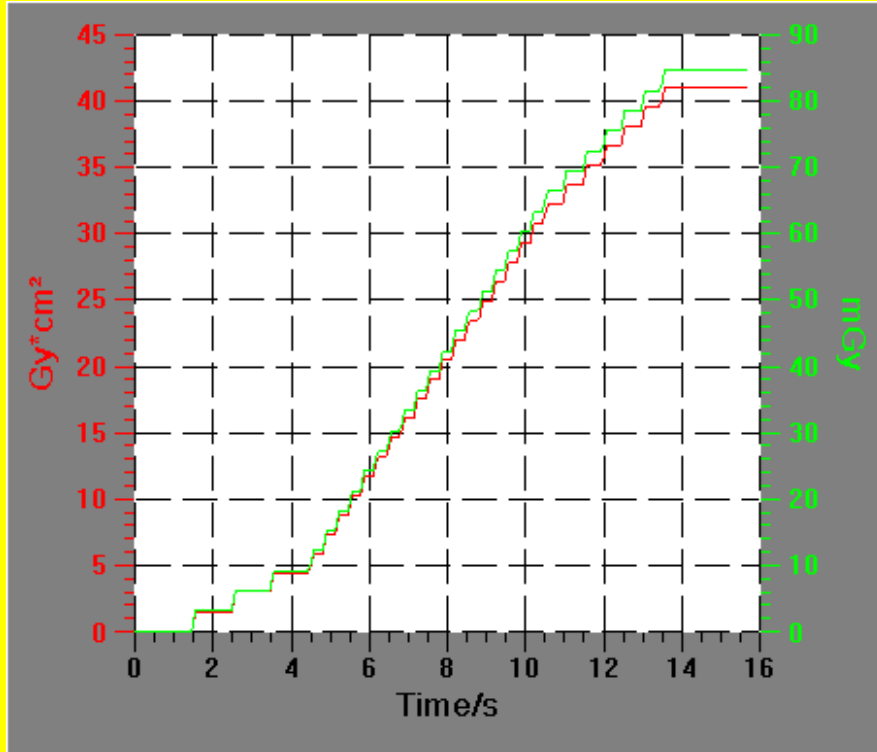
Diamentor



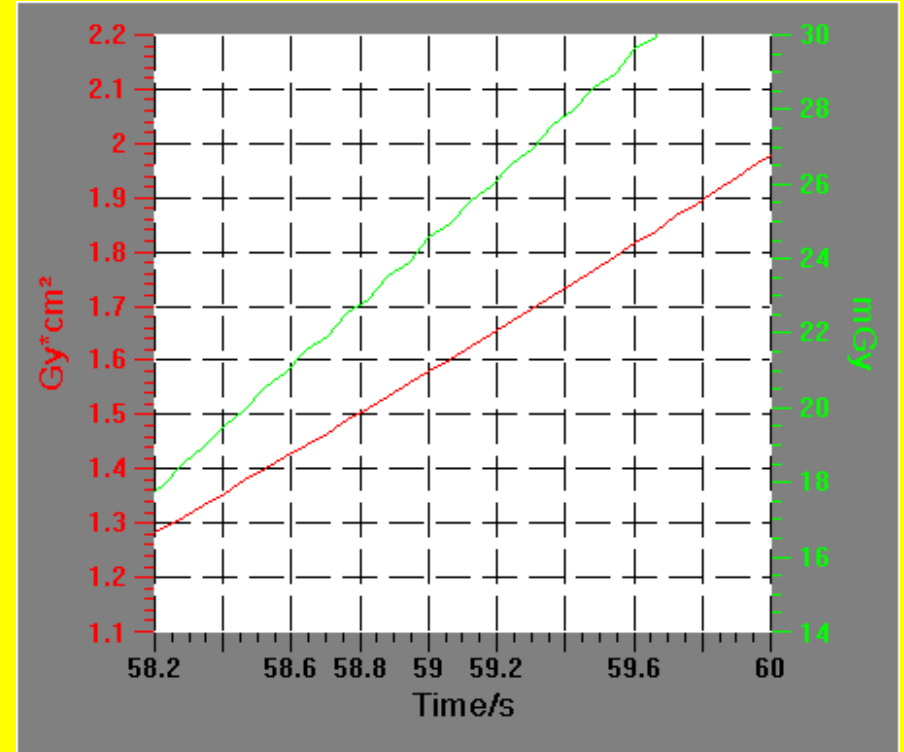
Diasoft

Fluoroscopic and Interventional Studies DAP Measurements

Radiography



Fluoroscopy



Care Graph Sistemi

Kabuller

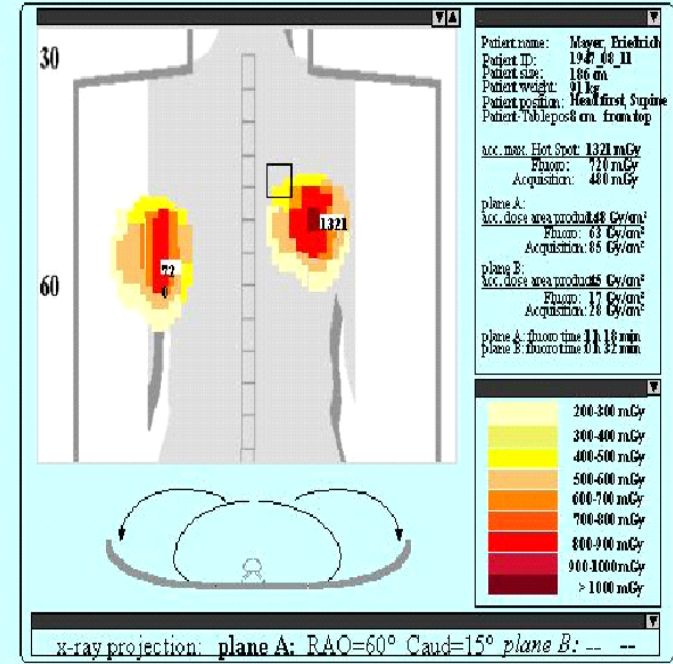
- Hasta pozisyonu (Masa pozisyon bilgisinden) ışınlama süresince sabittir
- Çevre uzunluğu 90 cm dairesel toraks dikkate alınmıştır

Ölçülen parametreler:

- Masa pozisyonu ve yerden yüksekliği (3D olarak)
- Gantry rotasyonu, dönme açısı, odak görüntü güçlendirici mesafesi
- Kolimatör açıklığı, DAP değeri
- X-ışın modu, flora süresi, digital puls sayısı

CAREGRAPH

Dose
Distribution
on PC



DAP ölçümü

Işınlama geometrisi bilgisi

Hasta boyut ve pozisyonu

Matematik Modelleme

Eşzamanlı Olmayan Doz Ölçüm Teknikleri

- Noktasal Ölçümler (TLD gibi)
- Alan Detektörleri (Radyokromik Film, radyo terapi filmi, TLD grid gibi)

Eşzamanlı Olmayan Doz Ölçüm Teknikleri

TLD Tekniği

- Hasta üzerine yerleştirilebilirler
- Doku eşdeğeri olup küçük boyuttadırlar
- Görüntüyü etkilemezler

ancak

- Dozlar ışınlama sonrası işlemler ile saptanır
- Işınlama esnasında değerlendirme yapılamaz
- Maksimum doz noktasının önceden bilinmesi mümkün değildir

Eşzamanlı Olmayan Doz Ölçüm Teknikleri

TLD Matrisi

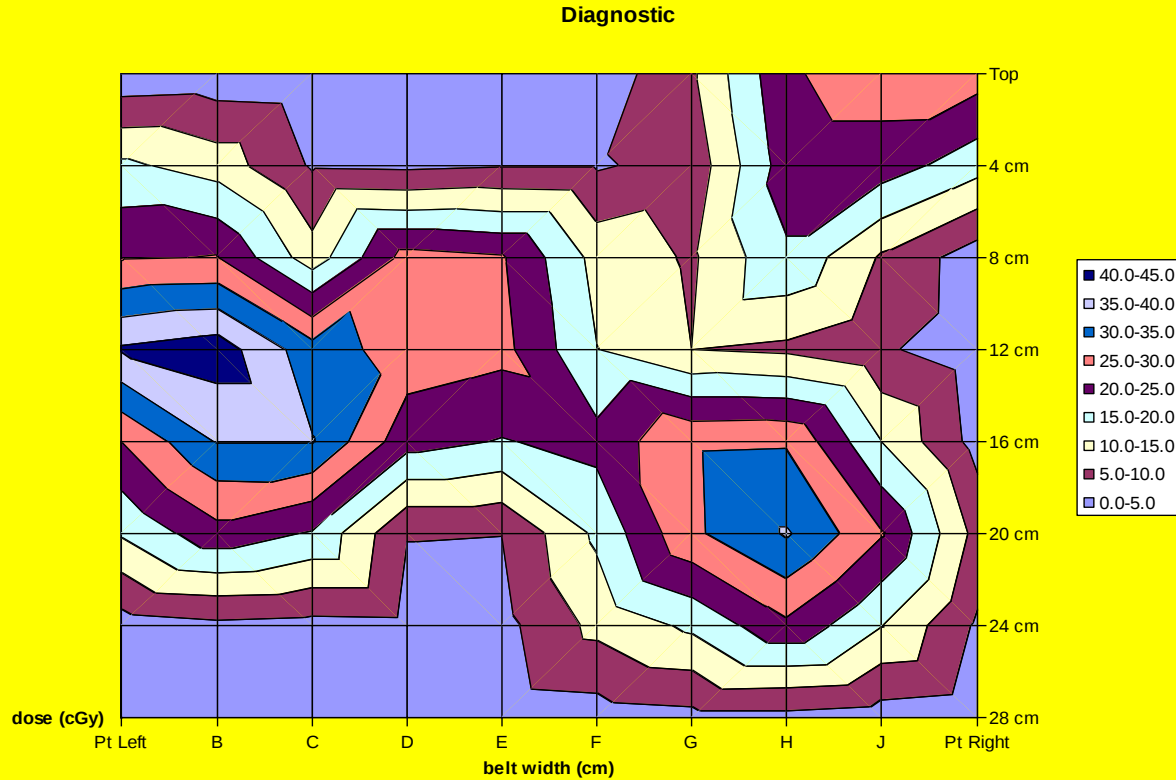
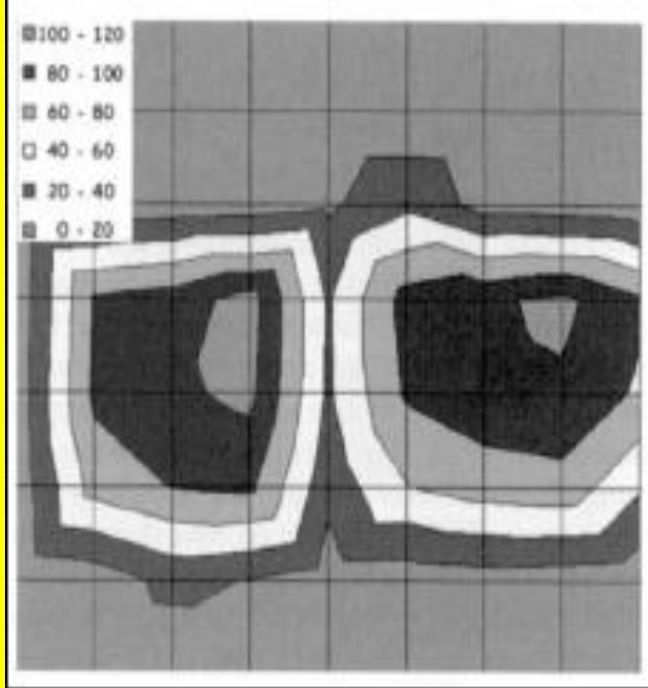


Position on back using tape



Eşzamanlı Olmayan Doz Ölçüm Teknikleri

TLD Matris doz dağılımı



PTCA işleminde doz dağılımı

Eşzamanlı Olmayan Doz Ölçüm Teknikleri

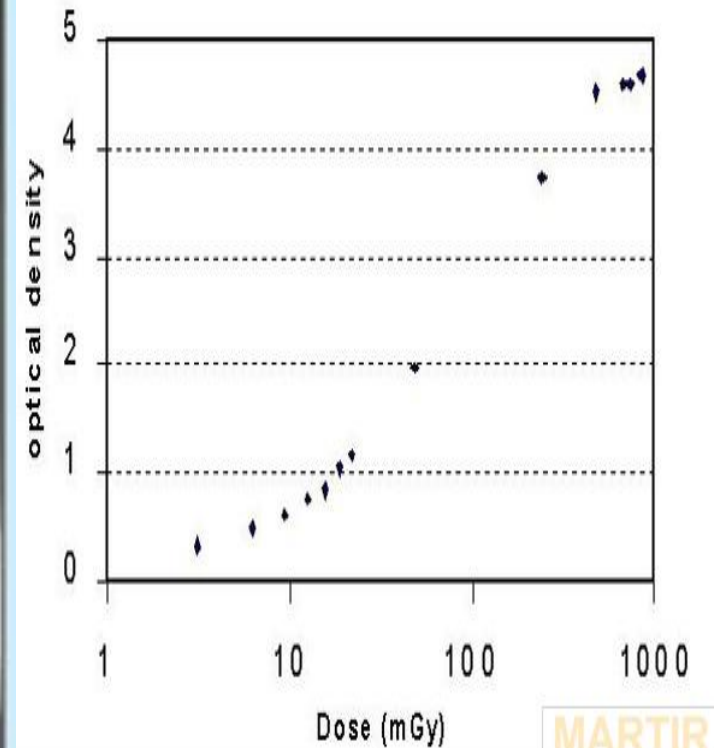
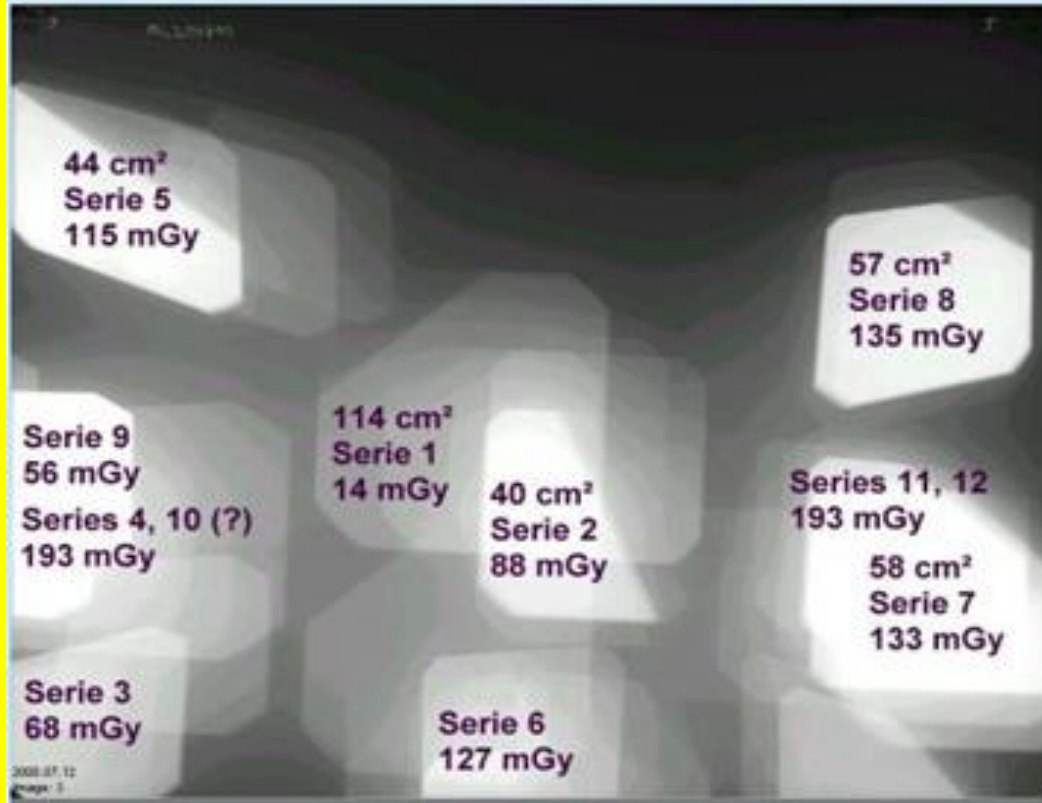
X-Işın Film Dozimetresi (Yavaş hızda ekransız filmler-radyoterapi filmleri)

- Deri dozu dağılımı detaylı olarak elde edilir
- Uygun kalibrasyon ve sensitometre ile kantitatif doz ölçümü sağlanır
- Herhangi bir X-ışın sistemi ile kullanılabilir

ancak

- Sınırlı doz aralıkları vardır (10 mGy – 2 Gy)
- Filmin hassasiyetini etkileyen faktörler vardır (Banyo işlemi, demet enerjisi, saklama koşulları).
- Hastaya göre pozisyonlanması zordur

Slow film method (Vano E et al. Patient dosimetry in interventional radiology using slow film systems. Br J Radiol 1997; 70: 195-200)

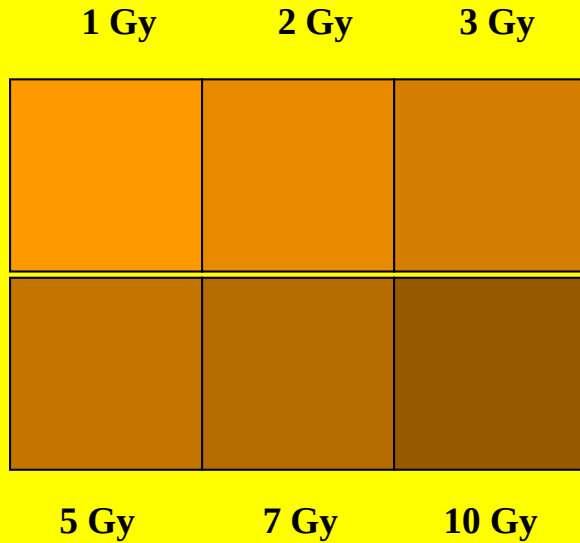


Cilt Dozu ve DAP ölçümü yapılabilir

Eşzamanlı Olmayan Doz Ölçüm Teknikleri

Radyokromik filmler

Kimyasal Dozimetre : Işınlama ile renk değişikliği oluşur
Önceden hazırlanmış kalibrasyon şeritleri ile doz değerleri
Işınlamanın hemen sonrasında bulunabilir



Kalibrasyon Skalası



Radyokromik filmler

Gafchromic film, radyasyona duyarlı mikrokristal boyutunda monomerden yapılmıştır. Monomer jelatin matrisine yayıldıktan sonra polyestyer film tabanı üzerine kaplanmıştır. Doku eşdeğeridir.

Monomer komponentinin radyasyonla etkileşmesi sonucu polimerizasyon reaksiyonu başlar ve sonuçta renk polimeri oluşur.

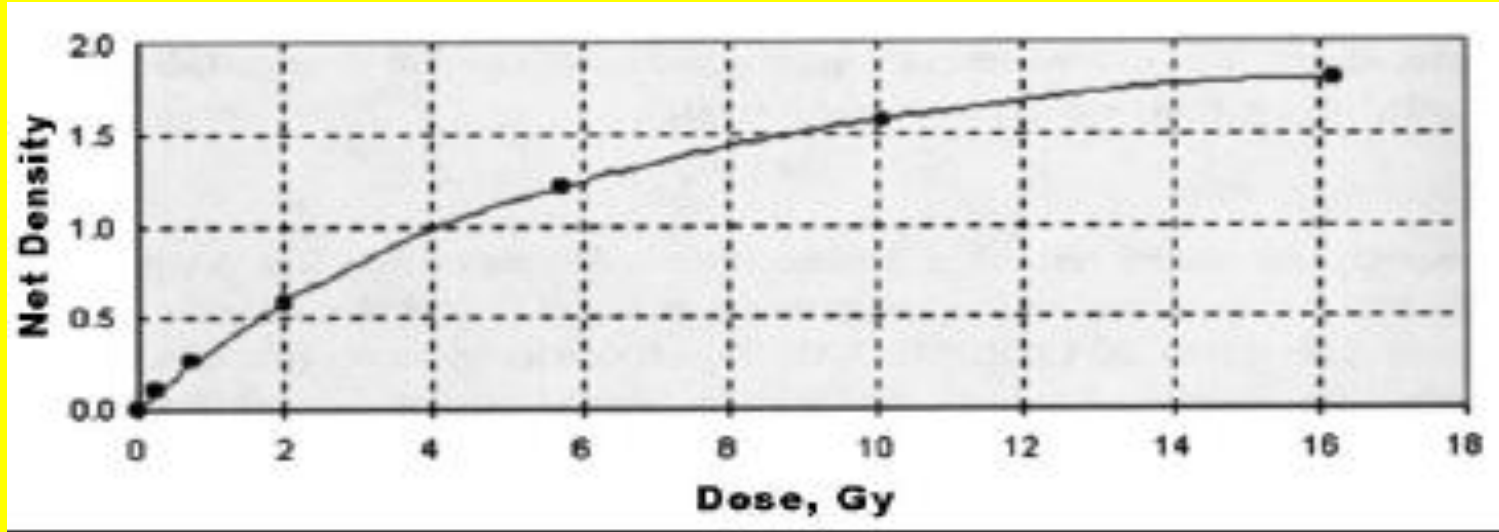
Soğurulan radyasyon miktarı ile orantılı olarak polimerdeki renk değişimi (mavi renk) artar. Bu renk değişimi radyasyon şiddeti ile orantılıdır.

Belirli miktardaki radyasyonların verdiği renkler saptanarak kalibrasyon şeritleri elde edilir.

ancak

Pahalıdırlar

Kalibrasyon eğrisi



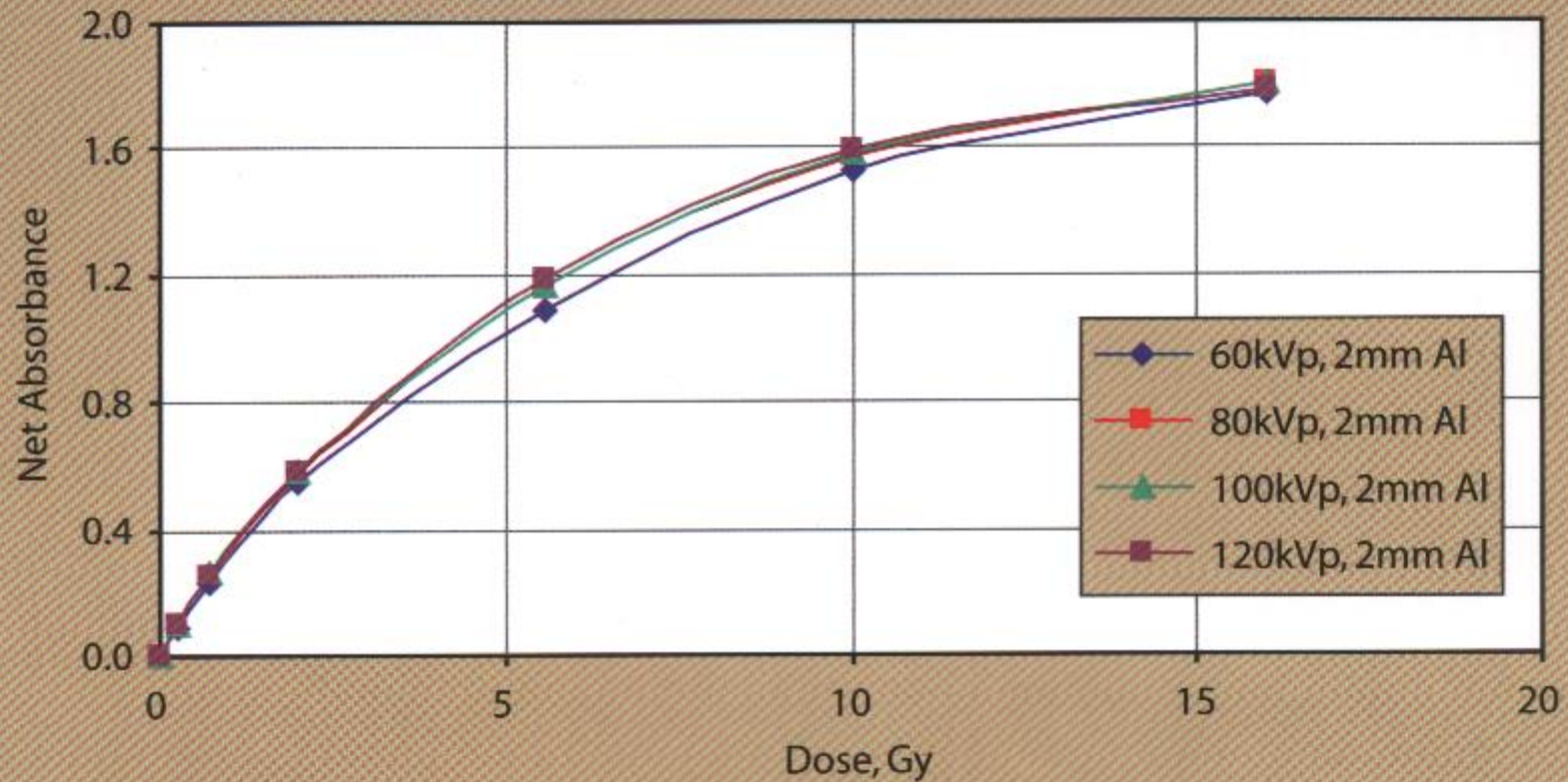
- Işığa hassas değildir
- Kendi kendine banyo özelliğindedir
- Diagnostik aralıkta enerjiden bağımsızdır
- Dinamik aralık 0.1 Gy ile 15 Gy arasındadır

Enerji Bağımlılığı

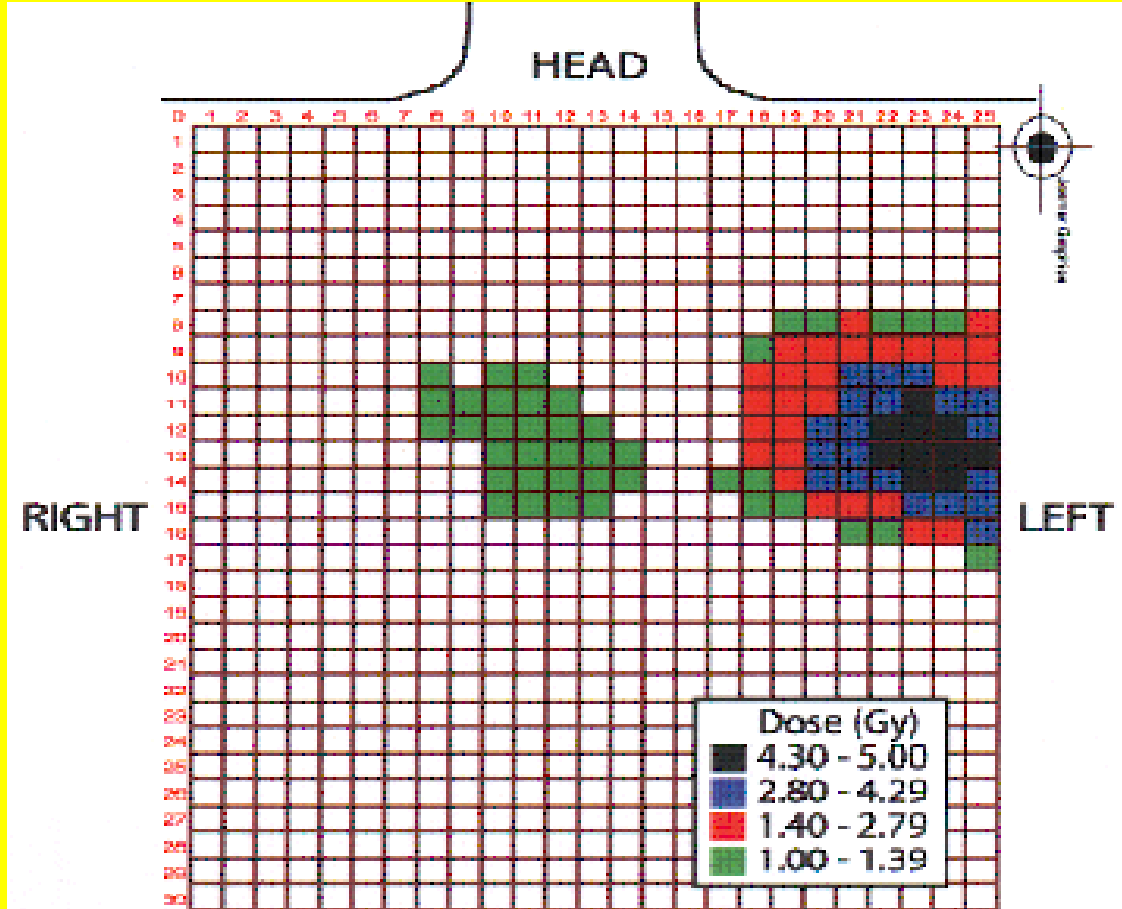
Energy Dependence of GAFCHROMIC® XR Type R

Lot# 31141-1

Gretag-Macbeth D19C densitometer, red reflection density



Radyokromik filmlerin Dijital Temsili



Uygun tarayıcı ile görüntü
bilgisayara aktarılabilir ve
Nümerik sonuçlar alınır

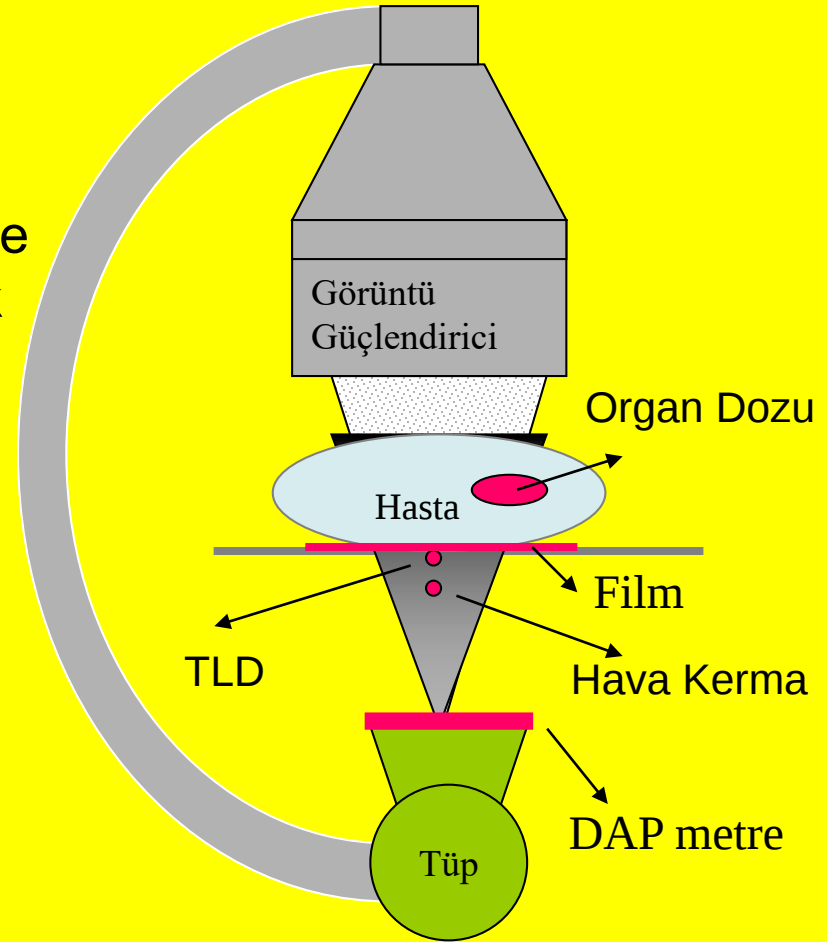
Dozimetride Ölçüm Yöntemleri

•Hasta cilt dozu ölçümleri:

- Daha önce ölçülmüş tüp çıkış değerleri ile
- Termoluminesans Dozimetre kullanılarak
- DAP metre kullanarak
- Yavaş radyografik film kullanılması
- Kimyasal Dozimetre kullanılması

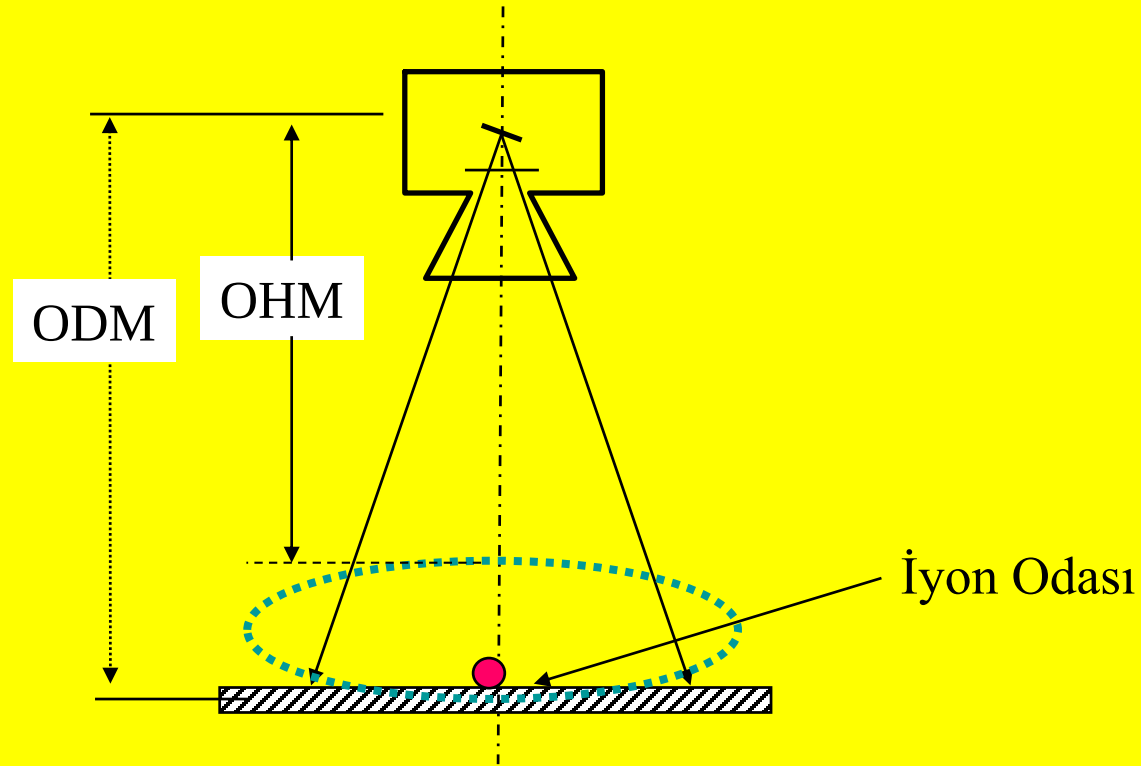
•Organ dozu ölçümleri

- Standard hasta boyutları için
- Her hasta için



Dozimetrik Yöntemler

Hasta Deri Dozunun Tüp Çıkışından Ölçülmesi



$$\mathbf{HGD = HK \times GSF \times (ODM / OHM)^2 \times \mu_d / \mu_h}$$

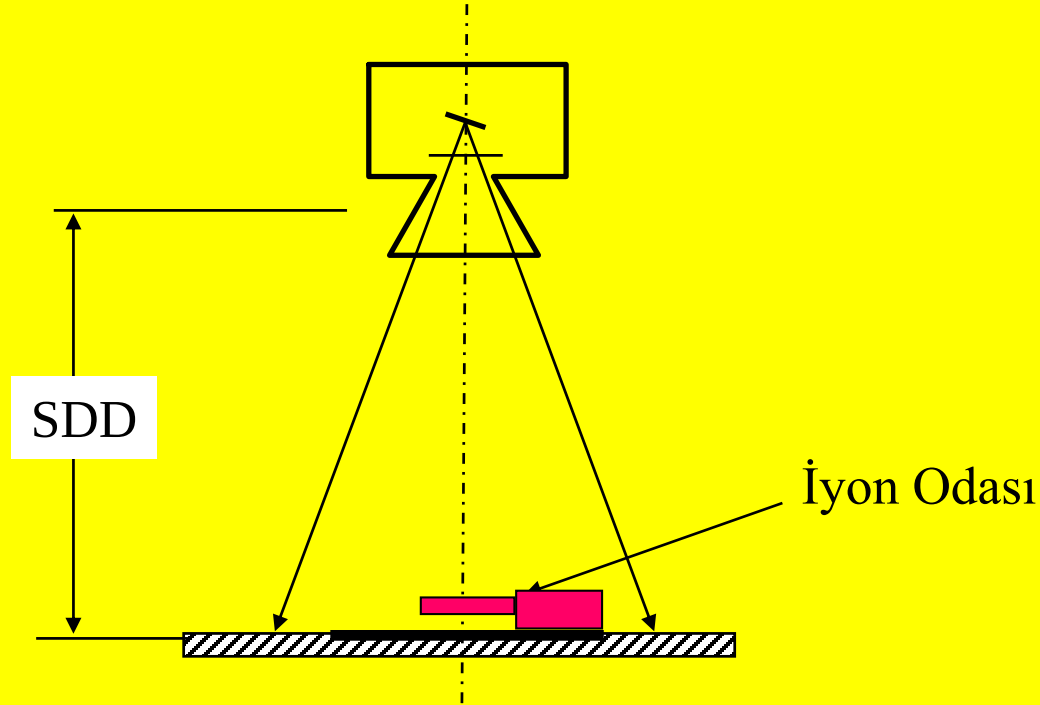
HK : Hava Kerma (mGy)

$(ODM / OHM)^2$: Ters Kare düzeltme faktörü

$\mu_d / \mu_h = 1.06$ (Doku ve hava kütle azalım katsayıları oranı)

Hasta Deri Dozunun Tüp Çıkışından Ölçülmesi

1-) Tüp Çıkışının (HK) Ölçülmesi

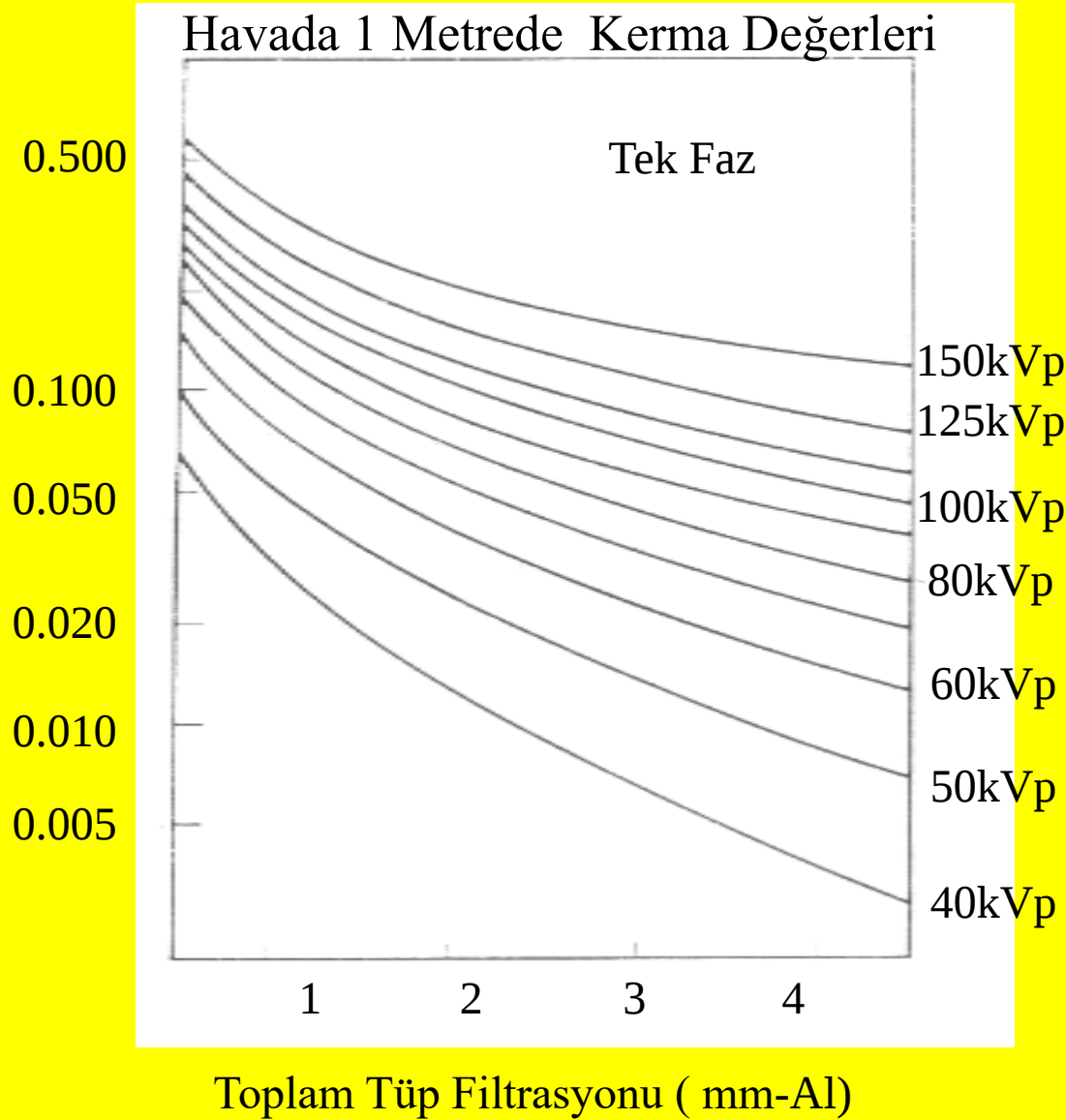


X-ışın Şiddeti;

kVp, mA, Işınlama zamanı ve uzaklığa bağlı olarak ölçülmelidir.

2-)Tüp Çıkışının (HK) Tahmin Edilmesi

Hava-Kerma
mGy/mAs
(1 m)

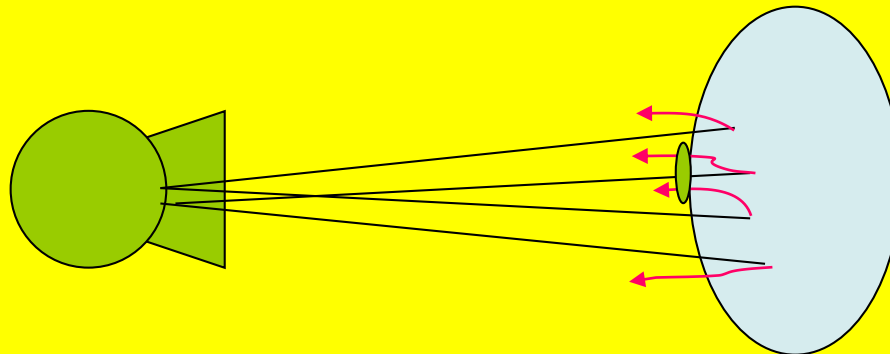


Üç faz ve sabit potansiyel sistemler için sonuçlar 1.8 ile çarpılacaktır

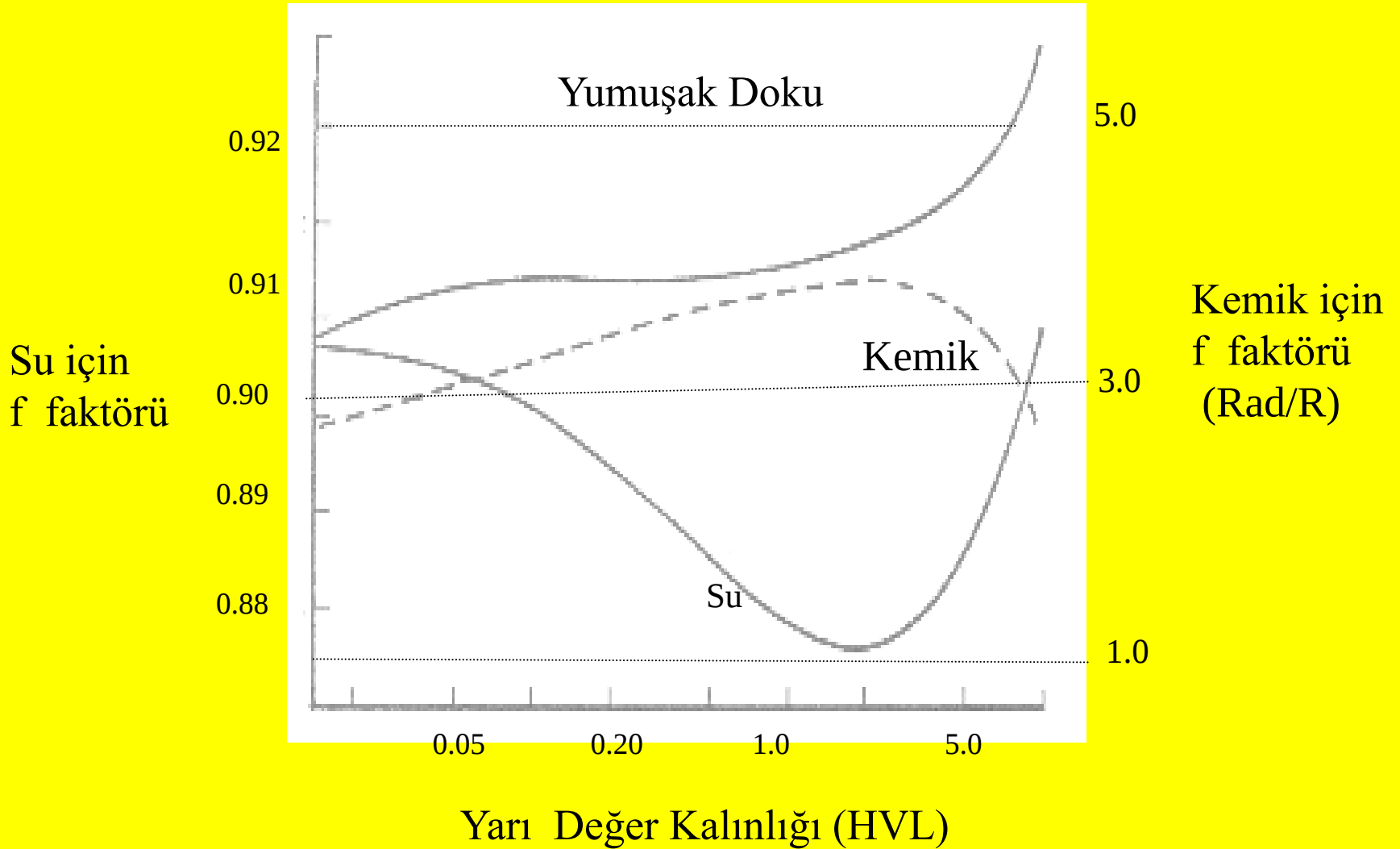
Geri Saçılım Faktörleri

kVp, HVL, Işınlanan saha

HVL mm Al	Field size (cm x cm)				
	10 x 10	15 x 15	20 x 20	25 x 25	30 x 30
2.0	1.26	1.28	1.29	1.30	1.30
2.5	1.28	1.31	1.32	1.33	1.34
3.0	1.30	1.33	1.35	1.36	1.37
4.0	1.32	1.37	1.39	1.40	1.41



Değişik dokular için f faktörünün HVL'ye göre değişimi



HVL- Filtrasyon Bağlantısı

Diagnostic Sistemler İçin Tüp Potansiyeli ve Filtrasyonun Fonksiyon olarak HVL Değerleri

Pik KVp										
Filtrasyon	30	40	50	60	Toplam 70 (mm Al)	80	90	100	110	120
Tipik HVL Değerleri										
0.5	0.36	0.47	0.58	0.67	0.76	0.84	0.92	1.00	1.08	1.16
1.0	0.55	0.78	0.95	1.08	1.21	1.33	1.46	1.58	1.70	1.82
1.5	0.78	1.04	1.25	1.42	1.59	1.75	1.90	2.08	2.25	2.42
2.0	0.92	1.22	1.49	1.70	1.90	2.10	2.28	2.48	2.70	2.90
2.5	1.02	1.38	1.69	1.95	2.16	2.37	2.58	2.82	3.06	3.30
3.0	-----	1.49	1.87	2.16	2.40	2.62	2.86	3.12	3.38	3.65
3.5	---	1.58	2.00	2.34	2.60	2.86	3.12	3.40	3.68	3.95

Tek Faz ve Damga Sistemler İçin Tüp Potansiyeli Filtrasyonun Fonksiyon olarak HVL Değerleri

Üç Faz Jeneratörler için Tüp Potansiyeli ve Filtrasyonun Fonksiyon olarak HVL Değerleri

Tipik HVL Değerleri										
Filtrasyon (mm Al)	Toplam									
	60	70	80	90	100	110	120	130	140	
2.51	2.2	2.4	2.7	3.1	3.3	3.6	4.0	-----	-----	
3.02	2.3	2.6	3.0	3.3	3.6	4.0	4.3	4.6	5.0	
3.51	2.6	2.9	3.2	3.6	3.9	4.3	4.6	-----	----	

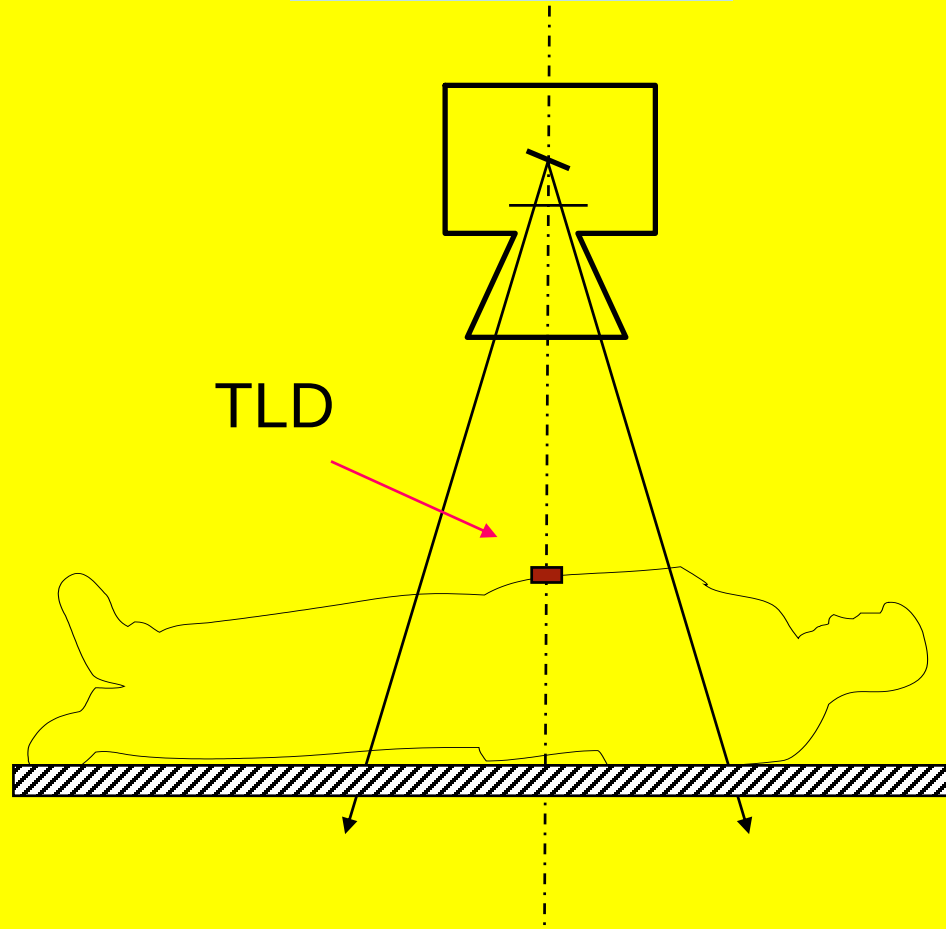
Estimated from NCRP (1968) (A-9) and Kelley and Trout (1971) (A-10)

From Kelley and Trout (1971) (A-10)

NCRP (1968) alınmıştır.

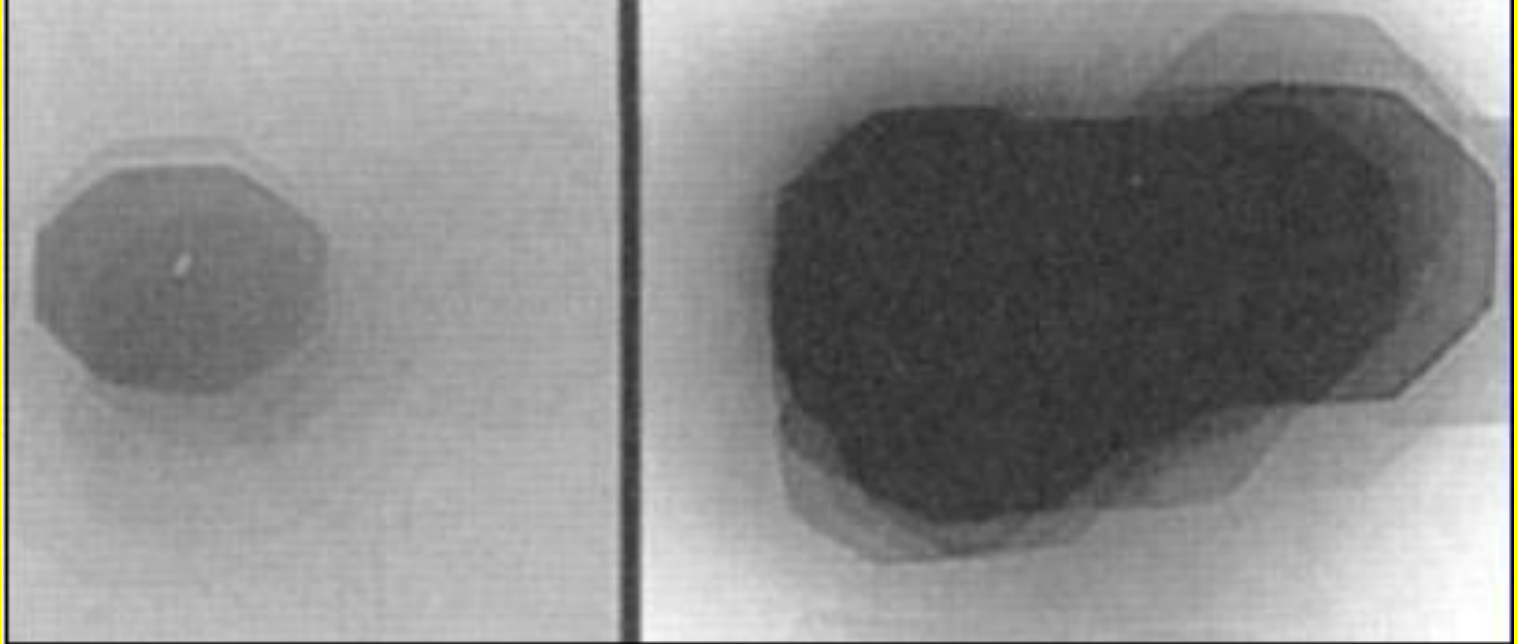
Deri Dozu Ölçümleri

TLD Tekniği



Deri Dozu Ölçümleri

Radyokromik ve X-ışın filmi kullanılması



Organ Doz Ölçümleri – Niçin?

- Gonadlar ➡ Genetik etkiler
- Hamile kadında uterus ➡ Fetüste ortaya çıkabilecek konjenital etkiler
- Kırmızı kemik iliği ➡ Lösemi
- Tiroid, Meme, Akciğerler ➡ Kanser

Organ Dozları

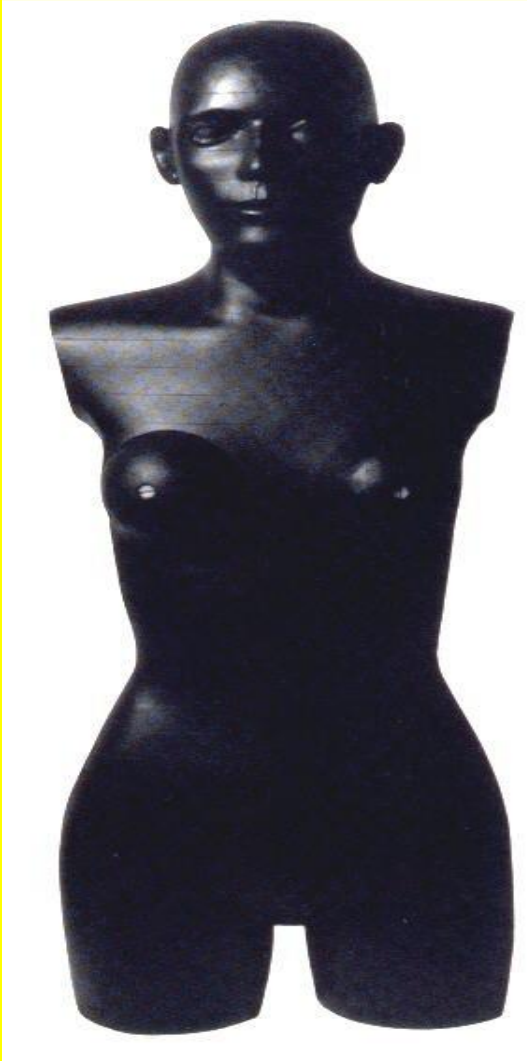
- İnsan benzeşimindeki fantomların kullanılmasından
- Standart insan boyutları için hazırlanmış tablolardan
- Her hasta için Monte Carlo hesaplamalarından

Etkin Doz

Organ dozlarından ve her bir organ için verilen radyasyon ağırlık faktörlerinden hesaplanır

Somatik riskin hesaplanmasında kullanılır

Organ Doz Ölçümleri (Rando Phantom)



Organın aldığı toplam doz = $D = F_i \times D_i$

F_i : Fantomun i kesitindeki organ kesri

D_i : Bu kesitteki soğurulan doz miktarı

Organ Doz Tabloları

Standart Kadın-Erkek ve farklı boyuttaki çocuklar için organ doz tabloları Matematiksel modellerde Monte Carlo hesapları kullanılarak hazırlanmıştır.

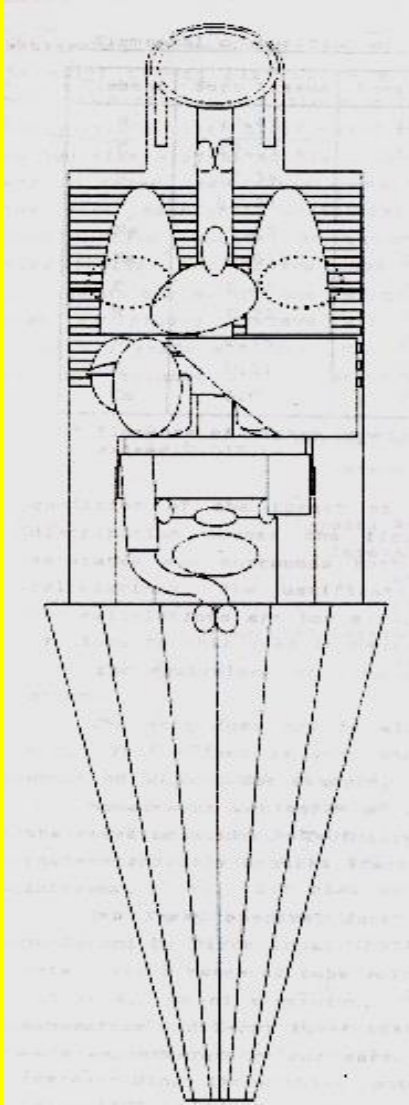
Bu tablolarda kullanılan parametereler :

- Işınlanan saha ve projeksiyon
- Hasta Kalınlığı
- Odak-Film Mesafesi
- Odak-Cilt Mesafesi
- Toplam Filtrasyon

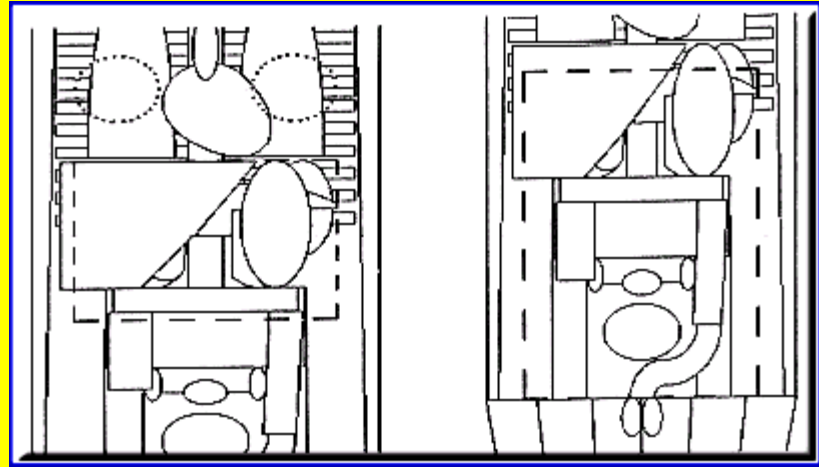
Organ Dozlarının bulunmasında kullanılan dönüşüm faktörleri belirli kVp değerleri için :

Ortalama Organ Dozu (mSv) / Hasta Giriş Dozu (mGy)

Matematiksel Fantomlar



Organların AP görüntüsü

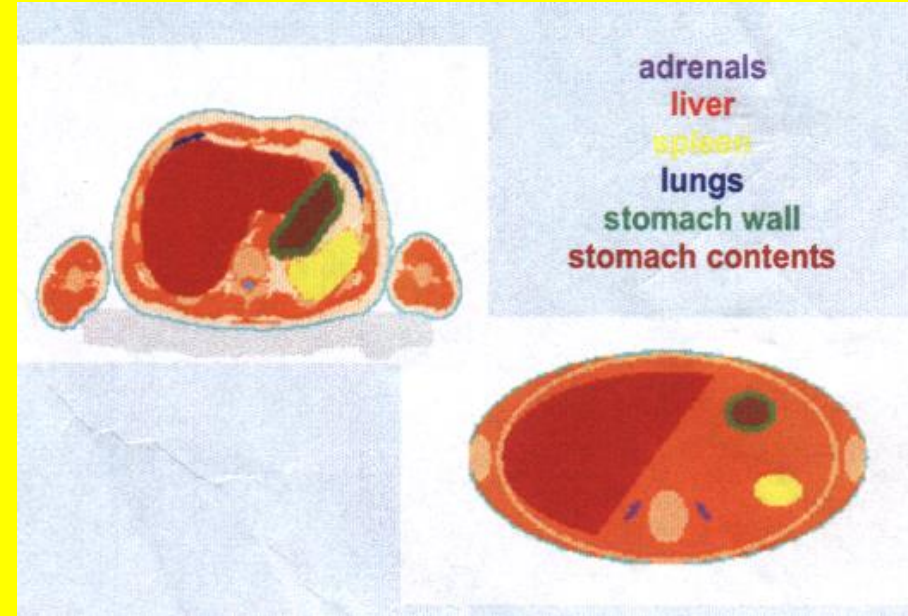


Vertebral Kolon

Doz Hesaplamalarında Voksel Modellemenin Kullanılması



lungs
heart
liver
kidneys
colon
stomach
small
intestine
bladder



Voksel Modelleri
V.S
Matematik Modeller

NRPB ORGAN DOZ TABLOSU

THORACIC SPINE AP

	mm Al	50 kVp	60kVp	70kVp	80kVp
FRACTION INCIDENT ABSORBED	1.5	8.57E ⁻¹ .03%	8.13E ⁻¹ .03%	7.74E ⁻¹ .03%	7.37E ⁻¹ .04%
	2.0	8.49E ⁻¹ .03%	8.05E ⁻¹ .03%	7.65E ⁻¹ .03%	7.28E ⁻¹ .05%
	2.5	8.43E ⁻¹ .03%	7.98E ⁻¹ .03%	7.58E ⁻¹ .03%	7.21E ⁻¹ .05%
BACK SCATTERED FRACTION	1.5	1.93 E ⁻¹ 5.1%	2.26E ⁻¹ 4.9%	2.55E ⁻¹ 4.5%	2.82E ⁻¹ 4.1%
	2.0	2.10E ⁻¹ 4.8%	2.47E ⁻¹ 4.8%	2.78E ⁻¹ 4.5%	3.06E ⁻¹ 4.1%
	2.5	2.25E ⁻¹ 4.9%	2.66E ⁻¹ 4.9%	2.98E ⁻¹ 4.5%	3.27E ⁻¹ 4.1%
BREASTS	1.5	1.25E ⁻¹ 1.1%	1.35E ⁻¹ 1.1%	1.44E ⁻¹ 1.1%	1.54E ⁻¹ 1.1%
	2.0	1.32E ⁻¹ 1.1%	1.43E ⁻¹ 1.2%	1.52E ⁻¹ 1.2%	1.61E ⁻¹ 1.2%
	2.5	1.38E ⁻¹ 1.2%	1.49E ⁻¹ 1.3%	1.58E ⁻¹ 1.2%	1.67E ⁻¹ 1.3%
STOMACH	1.5	4.35E ⁻² 1.5%	5.65E ⁻² 1.5%	6.85E ⁻² 1.4%	8.07E ⁻² 1.5%
	2.0	5.02E ⁻² 1.6%	6.42E ⁻² 1.5%	7.67E ⁻² 1.5%	8.95E ⁻² 1.5%
	2.5	5.58E ⁻² 1.7%	7.06E ⁻² 1.6%	8.36E ⁻² 1.6%	9.67E ⁻² 1.6%
HEAD REGION	1.5	8.81E ⁻³ 1.2%	1.18E ⁻² 1.2%	1.48E ⁻² 1.2%	1.80 E ⁻² 1.1%
	2.0	1.00E ⁻² 1.2%	1.34E ⁻² 1.2%	1.66E ⁻² 1.2%	1.99 E ⁻² 1.2%
	2.5	1.11E ⁻² 1.3%	1.47E ⁻² 1.3%	1.81E ⁻² 1.3%	2.16 E ⁻² 1.2%

Giriş dozunun mGy olarak hasta yüzeyinde bilinmesi durumunda organ doz dönüşüm faktörleri

GSF ORGAN DOZ TABLOSU

Field size 12 cm* 40 cm

focus-film distance 115 cm

Patient thickness(f) 19 cm

focus-skin distance 85 cm

Patient thickness(m) 20 cm

total filtration 2,5 mm Al

MEAN ORGAN DOSE (mSv)/ ENTRANCE DOSE (mSv)

THORACIC SPINE a.p.

Tube voltage	70 kV		80kV		90kV		%a
Organ	m	f	m	f	m	f	
Thyroid	0.05	0.33	0.06	0.36	0.06	0.39	3.0
Breast	-	0.09	-	0.10	-	0.11	0.5
Lungs	0.04	0.05	0.05	0.06	0.06	0.07	0.4
Spleen	**	**	0.01	0.01	0.01	0.01	2.0
Pancreas	0.05	0.05	0.06	0.06	0.07	0.08	1.0
Stomach wall	0.02	0.02	0.02	0.02	0.03	0.03	1.5
Redbone marrow	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02	0.2
Skeleton	0.05	0.05	0.05	0.06	0.05	0.06	0.2
Surface(entr.)	1.14	1.18	1.16	1.21	1.19	1.24	0.5
Surface(exit)	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02	6.0

a: percentage mean error

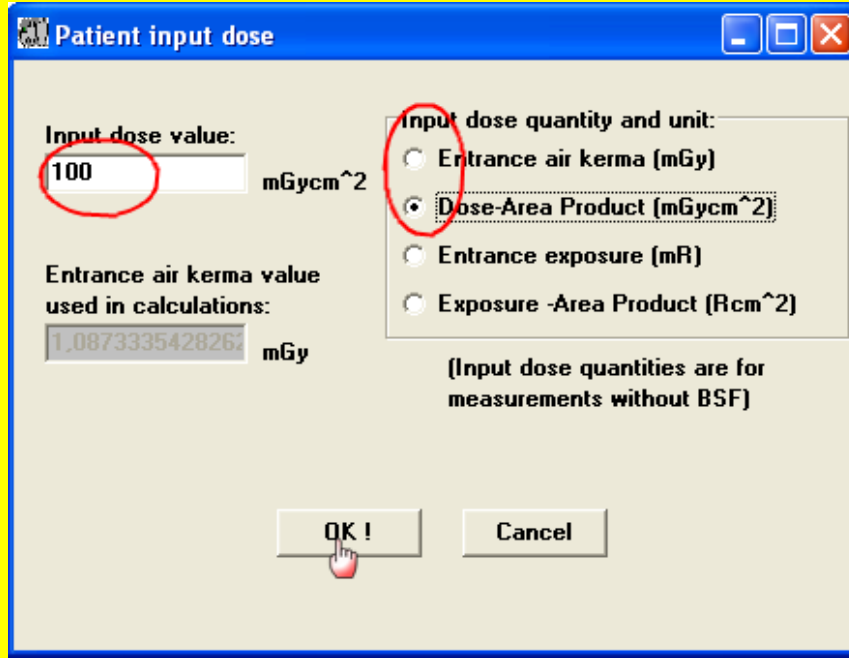
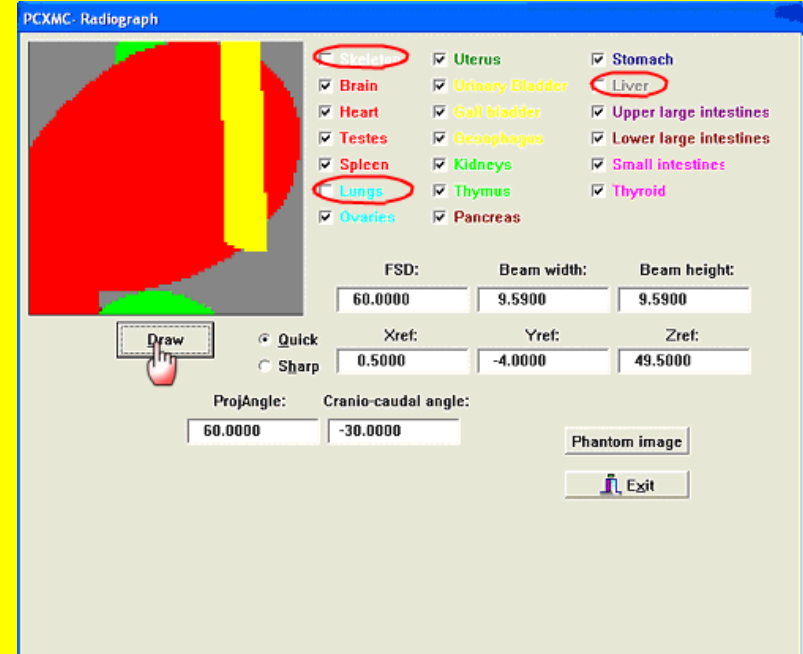
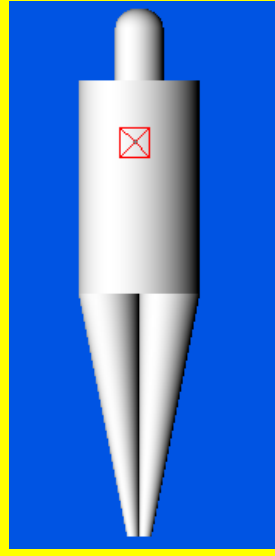
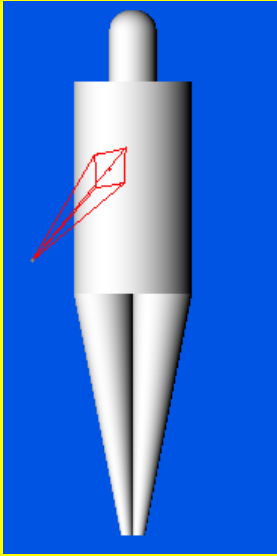
** less than 0,01 mSv/Gy

Organ Dozlarının Her Hasta için Saptanması

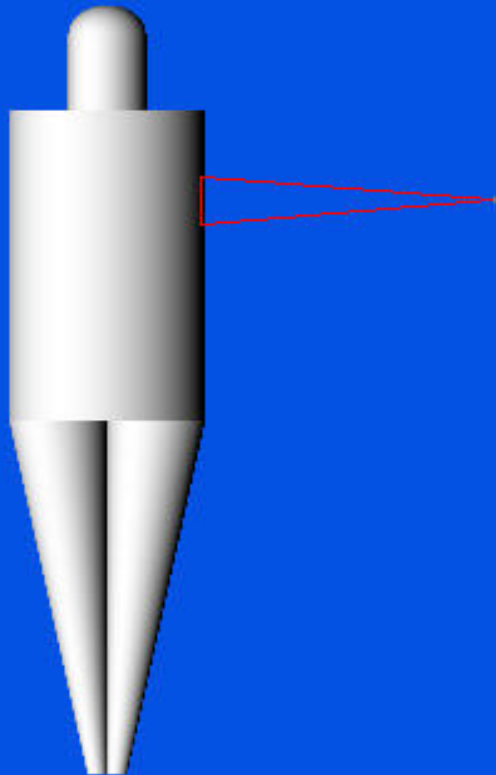
Bilinmesi gereken parametreler :

- HVL, kVp
- Ölçüm değeri (cilt dozu ya da DAP)
 - Odak-cilt mesafesi
 - Projeksiyon
- Alan Boyutu ve pozisyonu

PCXMC Programında etkin doz hesabı



PCXMC Programında etkin doz hesabı



Coordinates of the skin point at cursor :

X = cm

Y = cm

Z = cm

☒ Draw x-ray field

View angle :

degrees

Radiograph



Exit

Rotation increment

Draw

+



Update Field

Cranio-caudal angle:

FSD:

Beam width:

Beam height:

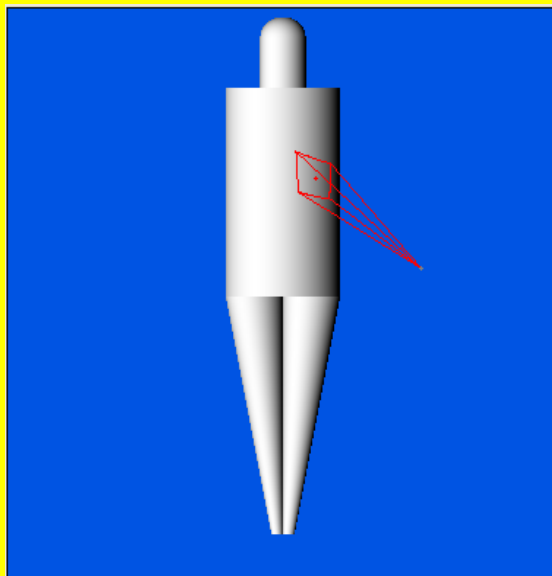
ProjAngle:

Xref:

Yref:

Zref:

PCXMC Programında organ dozlarının hesabı



PCXMC - Dose Calculation

File Run



Exit

Change Spectrum

Calculate doses



Print



Save As ...

Convert file form

X-ray tube potential: 120 kV
Anode angle: 13 deg

Filtration: 5,05 mm Al + 0 mm Cu

File: C:\PCXMC\MCRUNS\Kardiyo_Değerlendirme\Cebeci1_01.ene

"Phantom's age": Adult Simulation: Photons/Energy level: 20000 Number of energy levels: 15

Projection angle (LATL=0,PA=90,LATR=180,AP=270): 135.000 Obl. angle: -30.000

Field's width: 9.59 cm and height: 9.59 cm FSD: 60.000 cm Focus (x,y,z(cm)): (-48.376, 44.876, 9.276)

Phantom's length: 174.000 cm and mass: 71.100 kg Scaling factors sx(=sy): 1.000 and sz: 1.000

Surface dose:..... 54.367 mGy Tube voltage: 120 kV Filter:.....5,05 mm Al + 0 mm Cu

Organs	Dose (mGy)	Error (%)	Organs	Dose (mGy)	Error (%)
Lungs	4,347305	0,7	Pancreas	1,386911	3,1
Skull	0,022540	9,8	Small intestine	0,152059	4,0
UpperSpine	0,070083	16,2	Gall bladder	1,205794	4,6
MiddleSpine	6,249618	1,1	Upper large intestine	0,230605	5,0
LowerSpine	1,333591	2,9	Lower large intestine	0,014197	14,9
Ribs	9,641711	0,6	Urinary bladder	0,010837	35,7
Scapulae	0,819346	3,9	Uterus	0,032046	23,5
Clavicles	0,268394	11,5	Adrenals	11,988118	2,8
Upper arm bones	0,281486	5,4	Thymus	2,223562	7,9
Middle arm bones	1,222540	2,6	Oesophagus	2,439368	4,8
Lower arm bones	0,191838	5,7	Thyroid	0,070448	25,6
Upper leg bones	0,001232	38,2	Brain	0,002865	19,9
Middle leg bones	0,000021	100,0	Testes	0,001040	100,0
Lower leg bones	0,000000	NA	Ovaries	0,049732	49,4
Pelvis	0,076449	5,2	Skin	0,749642	0,9
Heart	3,455275	1,3	Remainder (muscle)	0,797790	0,2
Breasts	0,487743	4,0	Total Body	1,129789	0,1
Liver	7,796792	0,4	Active bone marrow	1,007755	0,5
Stomach	0,372871	4,4	Skeleton	1,621008	0,5
Spleen	0,270613	6,2	Effective dose	1,592026	0,7
Kidneys	3,224016	1,6	Abs.fraction (%)	63,784639	

Hata Kaynakları

- Işınlama geometrisi (X-ışın alanının büyüklüğü ve pozisyonu)
- X-ışın spektrumundaki farklılıklar (kVp ve HVL)
- Organ Doku yoğunluk, kompozisyon ve boyut farklılıkları
- Anatomik farklılıklar

Etkin Dozun Giriş Dozu ve Doz - Alan Çarpımından Bulunması

Hasta girişindeki noktasal doz değerinden etkin dozun bulunması için
Dönüşüm Faktörleri:
Abdomen ve pelvis(mSv mGy⁻¹)

Applied potential (kV)	Filtration (mm Al)	kidneys		abdomen		pelvis		Urinary bladder
		AP	PA	AP	PA	AP*	PA*	AP
50	2	0.041	0.021	0.068	0.035	0.099	0.100	0.038
	2.5	0.045	0.023	0.075	0.039	0.108	0.107	0.041
	3	0.048	0.025	0.081	0.043	0.113	0.113	0.045
60	2	0.050	0.028	0.087	0.049	0.117	0.117	0.047
	2.5	0.055	0.030	0.095	0.054	0.127	0.125	0.051
	3	0.059	0.033	0.102	0.059	0.134	0.132	0.054
70	2	0.059	0.034	0.102	0.062	0.134	0.133	0.055
	2.5	0.063	0.037	0.111	0.068	0.143	0.141	0.059
	3	0.067	0.039	0.119	0.074	0.150	0.148	0.063
80	2	0.067	0.040	0.148	0.076	0.149	0.147	0.062
	2.5	0.071	0.043	0.128	0.083	0.158	0.156	0.067
	3	0.076	0.046	0.136	0.089	0.165	0.163	0.071

**Hasta girişindeki DAP değerinden etkin dozun bulunması için
Dönüşüm Faktörleri:
Abdomen ve pelvis(mSv Gy/cm²)**

Applied potential (kV)	Filtration (mm Al)	kidneys		abdomen		pelvis		Urinary bladder
		AP	PA	AP	PA	AP*	PA*	AP
50	2	0.110	0.056	0.094	0.047	0.130	0.128	0.171
	2.5	0.122	0.063	0.105	0.053	0.141	0.139	0.189
	3	0.133	0.069	0.115	0.059	0.152	0.149	0.206
60	2	0.140	0.075	0.123	0.066	0.158	0.155	0.218
	2.5	0.155	0.083	0.137	0.075	0.172	0.169	0.240
	3	0.168	0.091	0.150	0.082	0.184	0.181	0.261
70	2	0.167	0.093	0.150	0.086	0.183	0.181	0.260
	2.5	0.184	0.103	0.166	0.096	0.198	0.196	0.285
	3	0.198	0.112	0.180	0.105	0.212	0.209	0.308
80	2	0.194	0.112	0.177	0.107	0.208	0.205	0.301
	2.5	0.212	0.124	0.194	0.119	0.224	0.221	0.328
	3	0.227	0.133	0.209	0.129	0.239	0.235	0.352

Örnek Problem

Hamile bir kadında uterus dozunun hesaplanması

Toraks spine incelemesi (AP)

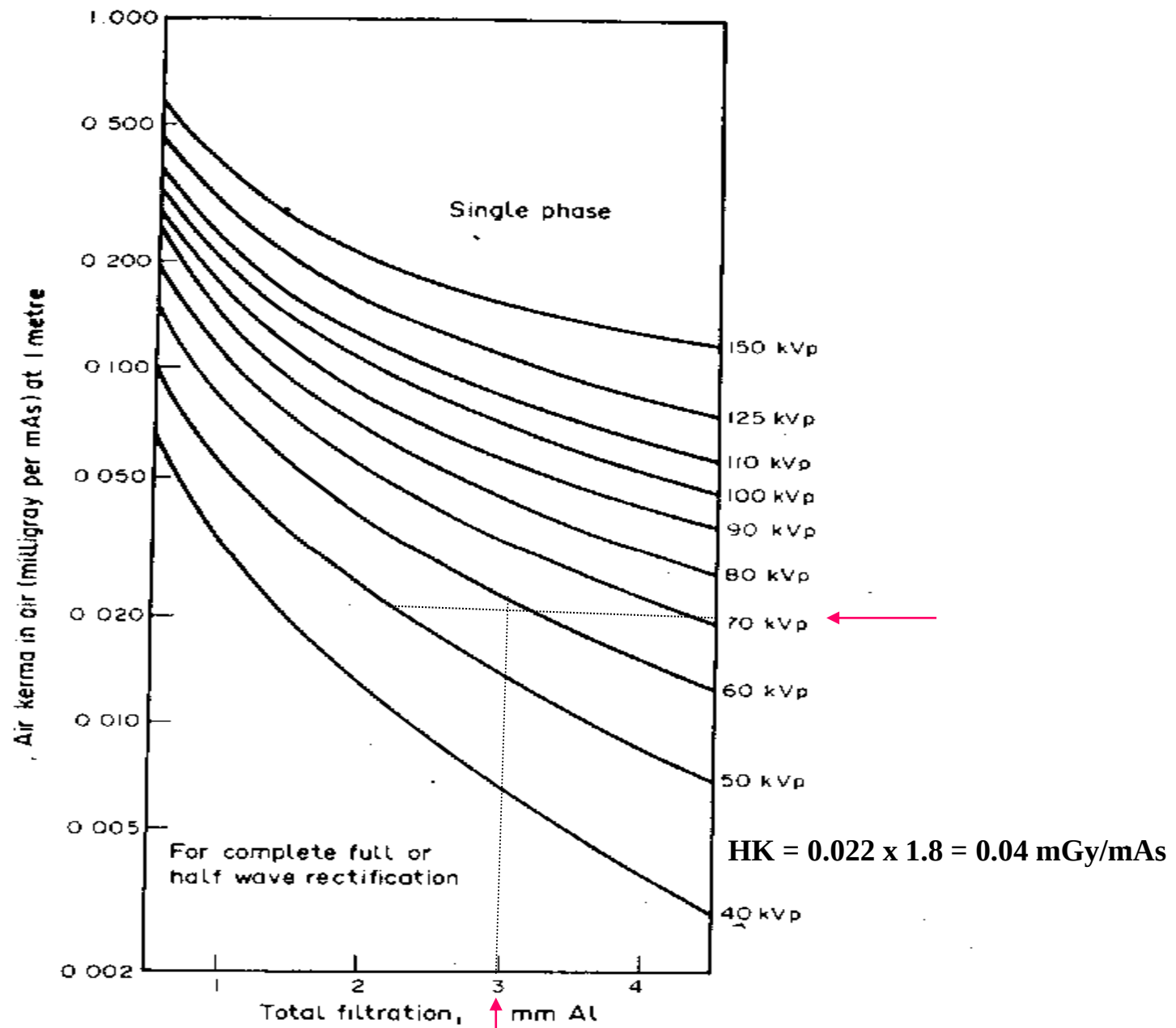
- 70 Kg Bayan hasta
- Odak-film mesafesi (SID) = 102 cm
- Hasta kalınlığı : 26 cm
- 70 kVp, 80 mAs, 3 Faz, 17 x 43 cm

İŞLEM:

- Verilen ışınlama şartlarında hava kerma değeri bulunur
(Eğriden elde edilen değer : 0.060 mGy / mAs)
Işınlamada kullanılan hava kerma: $0.040 \times 80 = 3.2 \text{ mGy}$
- HVL bulunur 2.5 mm-Al olarak bulunmuş ise:
Tablodan elde edilen filtrasyon : 2.4mm-Al
- Hava kerma değerleri hasta girişindeki doza dönüştürülür:
Odak-deri mesafesi = Odak-film mesafesi – hasta kalınlığı
 $= 102 - (26 + 5) = 71 \text{ cm}$

Hasta girişinde hava kerma = $D (100 \text{ cm}) [100 / 71]^2$
 $= 3.2 \times 1.97 = 6.3 \text{ mGy}$

$$\text{Herhangi bir organ dozu} = D_i = \text{Dönüşüm faktörü} (F_i) \times 6.3$$



• Air kerma in air at 1 metre from x-ray source as a function of total filtration for various values of tube potential. For three phase or constant potential equipment multiply the values for single phase equipment by 1.8. (Derived from McCullough and Cameron, 1970)

Toraks Spine AP (Havada 1 mGy giriş dozu için) Örnek Tablo

ORGAN	mm AL	60 KVP	70 KVP	80 KVP	90 KVP	
Beyin	2.0	2.8 E-4	5.1 E -4	7.9 E -4	1.1 E-3	
	2.5	3.3 E -4	5.8 E -4	8.8 E -4	1.2 E -4	
		...	..	..	..	
Uterus	2.0	1.3 E-4	2.9 E -4	4.6 E -4	6.7 E-4	
	2.5	1.5 E -4	3.3 E -4	5.2 E -4	7.5 E -4	
		...	..	..	..	
Karaciğer	2.0	7.3 E-2	8.7 E -2	1.0 E -1	1.03 E-1	
	2.5	7.3 E -2	8.7 E -2	1.0 E -1	1.12 E -1	
		...	..	..	..	

.....

Uterus Dozu : $6.3 \times 3.3 \cdot 10^{-4} = 0.020 \text{ mGy}$

Etkin doz ayrıca hesaplanabilir