

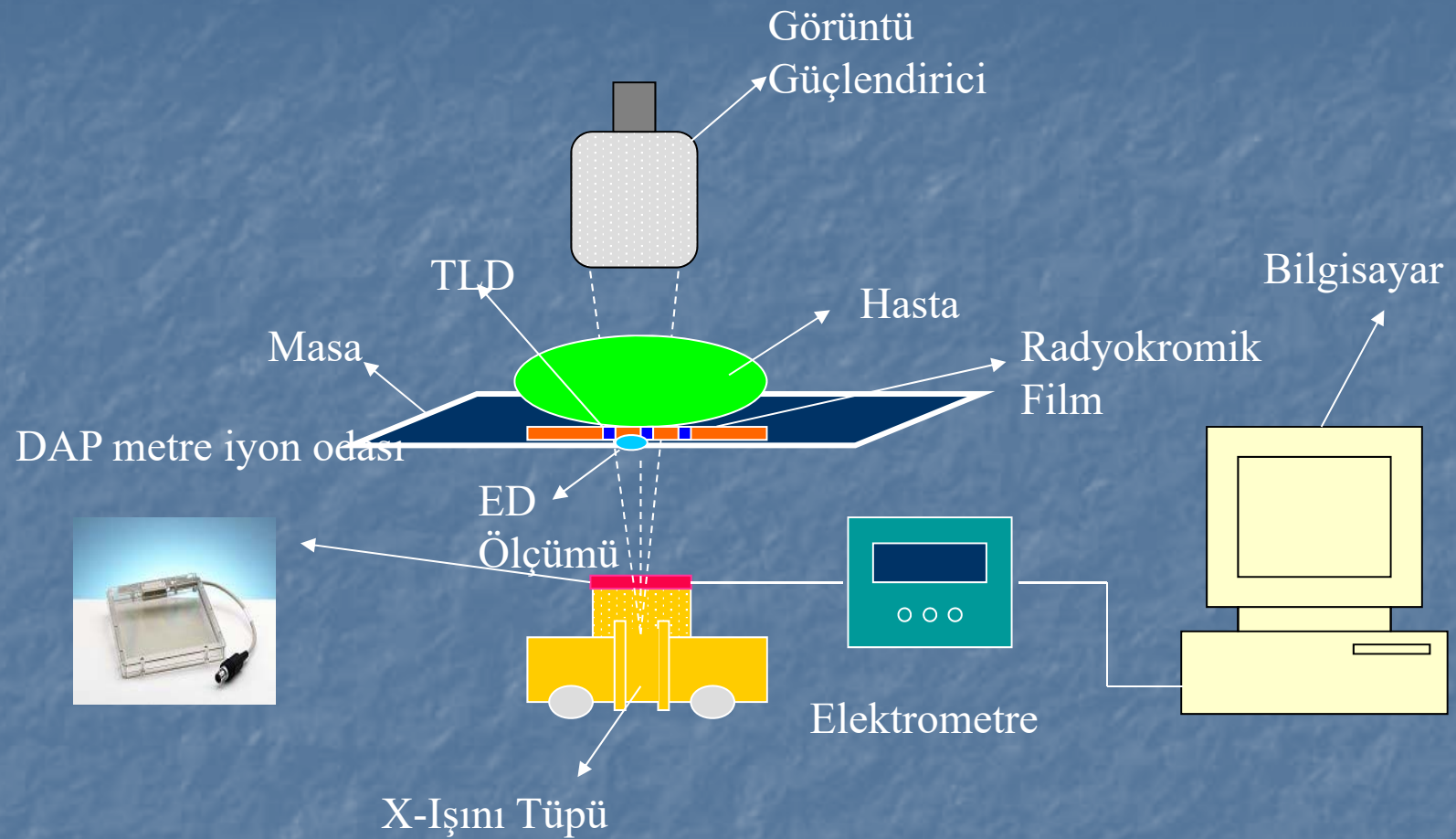
GİRİŞİMSEL KARDİYOLOJİ İNCELEMELERİNDE PERSONELİN ALDIĞI RADYASYON DOZUNUN BELİRLENMESİ-ALTERNATİF TEKNİKLER

Doğan BOR, Türkay TOKLU, Turan OLĞAR, Elif NAL, Ayça ÇAĞLAN

AMAÇ

- Kardiyolog dozlarının hasta çalışmaları ile eş zamanlı ölçümü
- Rando fantom deneyleri ile saçılan ışınların sistem ışınlama parametrelerine bağlı olarak ölçümü
- Kardiyolog dozlarının Rando fantom sonuçlarından saptanması
- Kardiyolog dozlarının sistem ışınlama parametrelerinden belirlenmesi

HASTA DOZU ÖLÇÜM DÜZENİĞİ



■ Doz-Alan Çarpımı

M4KDK Diamantor Sistemi

■ Cilt Dozu Ölçümleri

Termolüminesans Dozimetre(TLD) İyon Odası (M4KDK) Radyokromik Film

FLOROSKOPIK GÖRÜNTÜ

- Floroskopik görüntü, sürekli x-ışını kullanılarak monitörden dinamik olarak izlenen görüntüdür.

RADYOGRAFİK GÖRÜNTÜ

- Radyografik görüntü, statik görüntüdür. Film ya da bilgisayarda elde edilir.

HASTA ÖLÇÜMÜNDE KULLANILAN PARAMETRELER

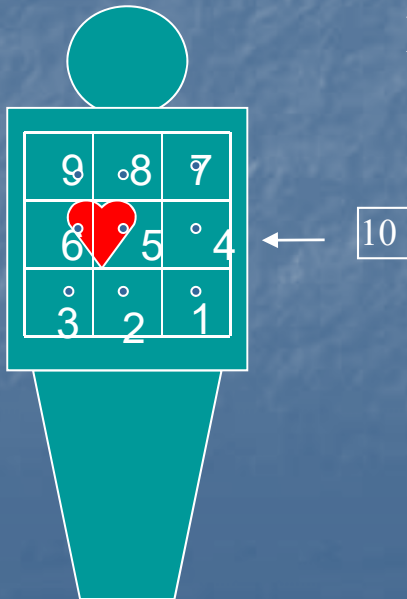
■ Floroskopi

- Projeksiyon
- GG Büyütme Modu (FOV)
- GG Açısı
- Floroskopi Süresi
- Masa-Yer mesafesi
- DAP (Gycm²)
- AK (mGy)

■ Radyografi

- Projeksiyon
- GG Büyütme Modu (FOV)
- GG Açısı
- Toplam Frame sayısı
- Masa-Yer mesafesi
- DAP (Gycm²)
- AK (mGy)

PROJEKSİYONLAR



Hastanın sırtı üzerinde x-ışınlarının cilde giriş durumuna göre projeksiyonların gösterimi.

KARDİYOLOJİ PERSONELİ ÇALIŞMALARI

- 1. Anjiyografi:** Kalp damarlarının x-ışınları ile kontrast madde kullanılarak görüntülenmesidir. İncelemeler teşhis yada tedavi (girişimsel) olabilir.

1.Çalışma grubu (CA):

2.Çalışma Grubu (PTCA): PTCA, STENT

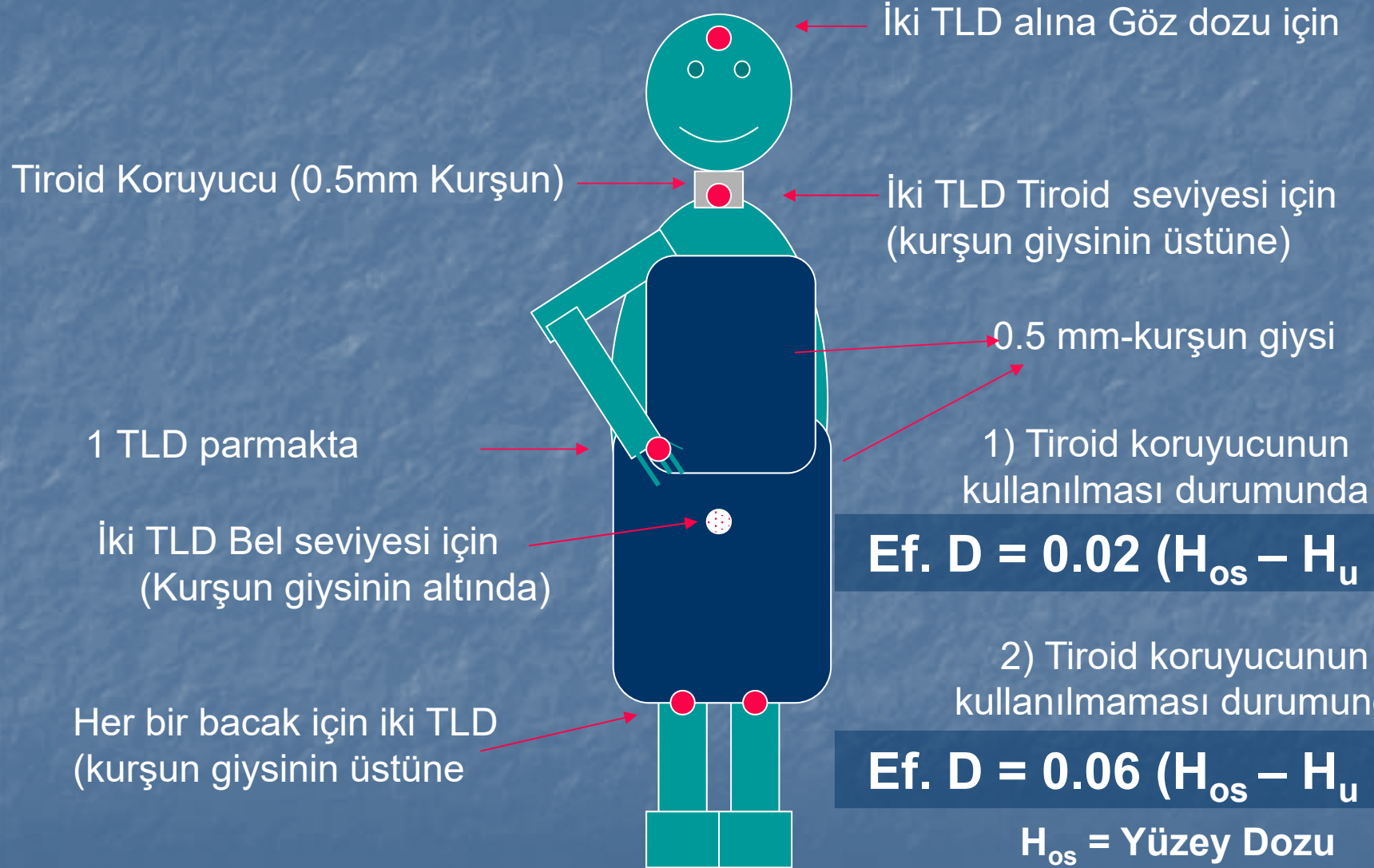
3.Çalışma Grubu (CA+PTCA): PTCA+STENT,CA+STENT,
CA+PTCA,CA+PTCA+STENT

- 2. Ablasyon:** Kalpteki ritim bozukluklarının radyo frekansları kullanılarak düzenlenmesi.

SİSTEMLERDEKİ İNCELEME SAYILARI

SİSTEM	İNCELEME			
	CA	PTCA	CA+PTCA	ABLASYON
S1	24	1	13	...
S2	15	1	10	...
S3	35	3	4	...
S4	27	5	19	...
S5		...	...	9

KİŞİSEL DOZ ÖLÇÜMÜ



$$\text{Ef. } D = 0.02 (H_{os} - H_u) + H_u$$

2) Tiroid koruyucunun kullanılmaması durumunda

$$\text{Ef. } D = 0.06 (H_{os} - H_u) + H_u$$

H_{os} = Yüzey Dozu

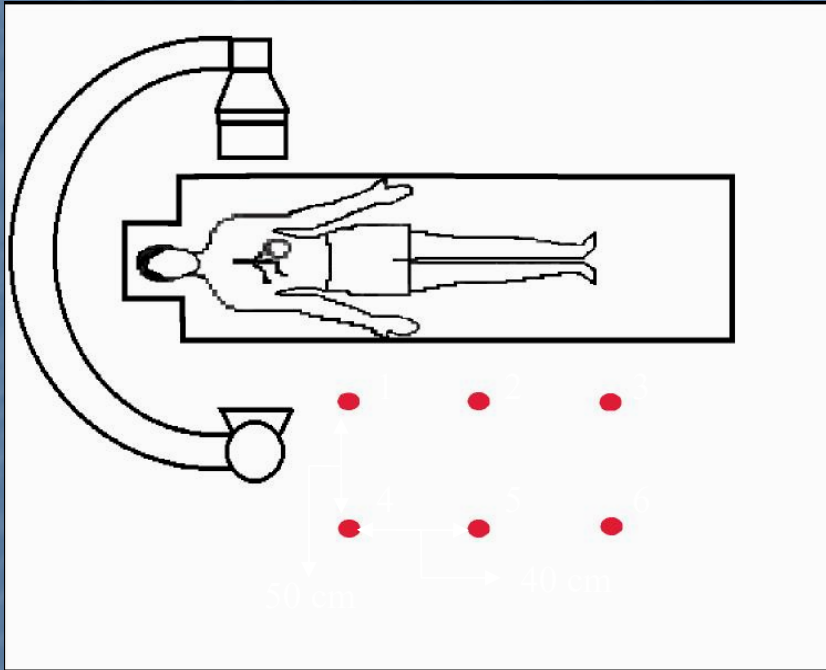
H_u = Derin doz

RANDO FANTOM ÖLÇÜMLERİ



-Rando fantom ile yapılan saçılan radyasyon deneyinde, 4,5,6,7 ve 10 numaralı projeksiyonlar için ölçümler yapılmıştır.

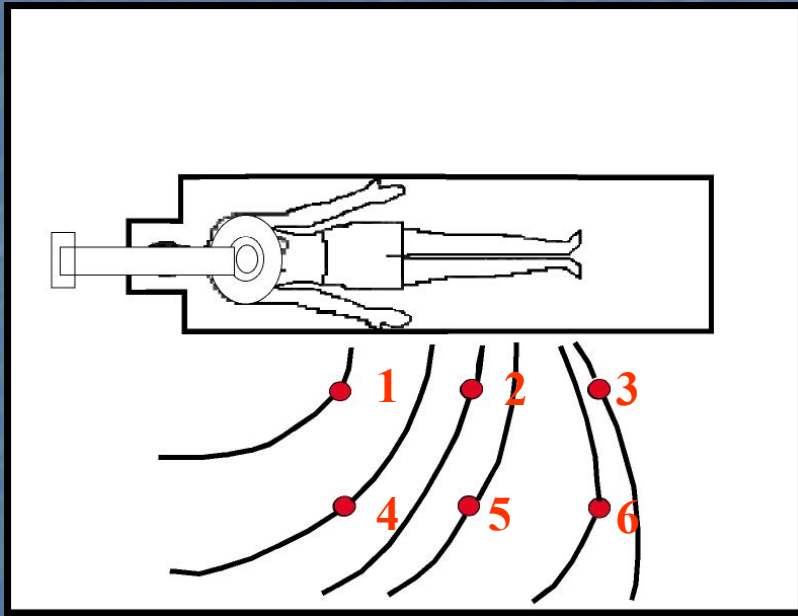
KİŞİSEL DOZ HESAPLAMALARI-1



-Rando fantom ile şekildeki 6 konum için daha önceden belirlenen 5 projeksiyonda (4.,5.,6.,7.,10. projeksiyonlarda) yerden sırasıyla 50, 100, 150 cm yükseklikler için floroskopik ışınlama (mGy/dak) ve radyografik ışınlama (μ Gy/görüntü) değerleri saptanmıştır.

S1

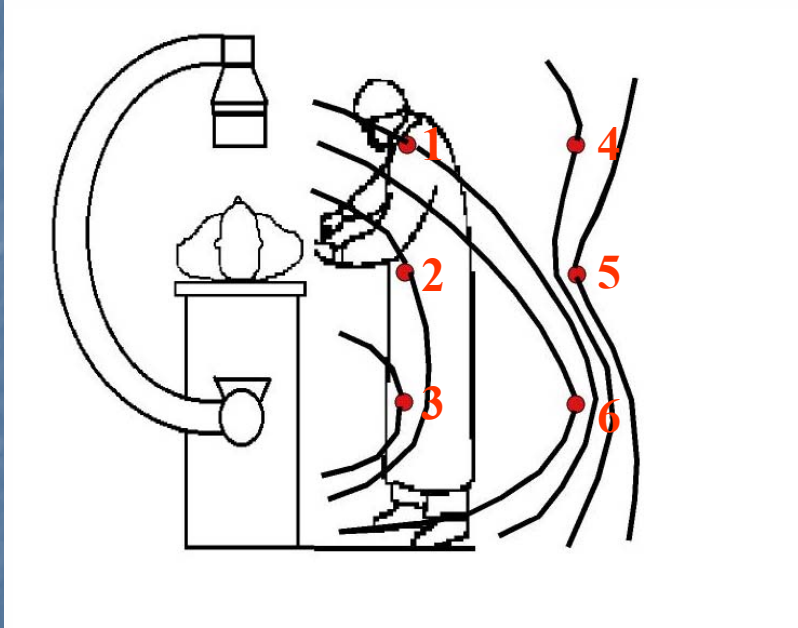
PA (5.) Projeksiyonunda yerden 100 cm yükseklikte ölçülen saçılan doz değerleri



Dr Konumu	Normal Fluoro ($\mu\text{Gy/dak}$)	High Fluoro ($\mu\text{Gy/dak}$)	100 Frame DA (μGy)
1.	3,2	5,3	1,38
2.	1,2	2,0	0,54
3.	0,3	0,6	0,16
4.	1,3	...	0,58
5.	0,9	...	0,34
6.	0,5	...	0,20

S1

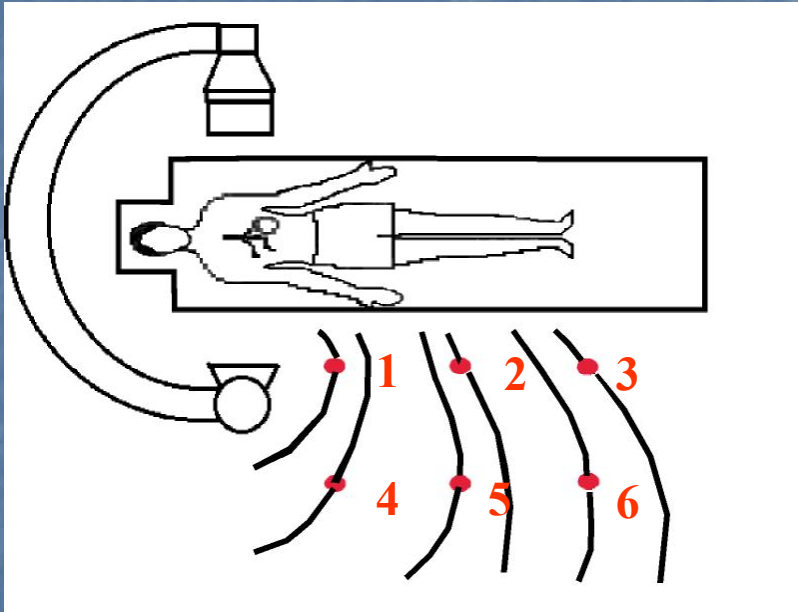
PA (5.) Projeksiyonunda 1.Dr konumunda ölçülen saçılan doz değerleri



Ölçüm Konumu	Normal Fluoro ($\mu\text{Gy/dak}$)	High Fluoro ($\mu\text{Gy/dak}$)	100 Frame DA (μGy)
1.	2,4	3,7	0,65
2.	3,2	5,3	1,38
3.	8,2	14,0	2,38
4.	1,4	...	0,61
5.	1,3	...	0,58
6.	2,9	...	0,75

S1

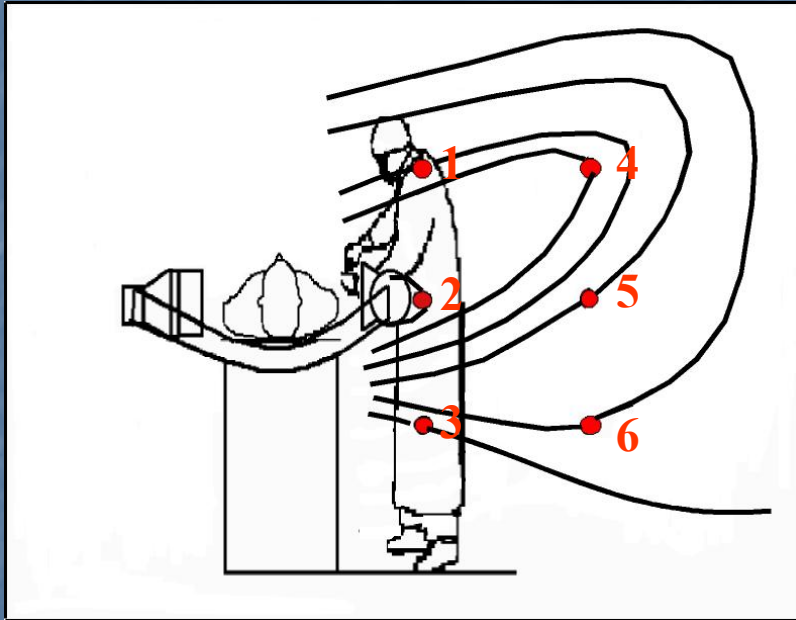
L LAT (10.) Projeksiyonunda yerden 100 cm yükseklikte ölçülen saçılan doz değerleri



Dr Konumu	Normal Fluoro ($\mu\text{Gy/dak}$)	High Fluoro ($\mu\text{Gy/dak}$)	100 Frame DA (μGy)
1.	114,7	121,3	70,93
2.	27,1	29,0	19,71
3.	12,4	13,4	7,67
4.	66,6	...	42,64
5.	33,1	...	22,49
6.	18,6	...	11,06

S1

L LAT (10.) Projeksiyonunda 1.Dr konumunda ölçülen saçılan doz değerleri



Ölçüm Konumu	Normal Fluoro ($\mu\text{Gy/dak}$)	High Fluoro ($\mu\text{Gy/dak}$)	100 Frame DA (μGy)
1.	92,9	101,4	59,23
2.	114,7	121,3	70,93
3.	36,1	40,6	16,83
4.	101,4	...	42,2
5.	66,6	...	42,64
6.	40,6	...	20,72

ÖLÇÜLEN KİŞİSEL DOZLAR

KİŞİSEL DOZLAR

	S1				S2		S3			
	KAR1		KAR2		KAR3		KAR4		CAR5	
	N=22, 1597,3Gycm2		N=35, 2875,6Gycm2		N=26, 3764,2Gycm2		N=16, 813,6Gycm2		N=27, 1994,5Gycm2	
	mGy	mGy/Pros.	mGy	mGy/Pros.	mGy	mGy/Pros.	mGy	mGy/Pros.	mGy	mGy/Pros.
Tiroid	0,60	0,03	1,76	0,05	1,78	0,07	0,21	0,01	3,249	0,120
Bel	0,44	0,02	0,10	0,00	0,39	0,01	0,02	0,00	0,795	0,029
Sağ Bacak	3,01	0,14	6,18	0,18	3,03	0,12	1,69	0,11	2,579	0,095
Sol Bacak	9,24	0,42	9,47	0,27	6,68	0,26	...	...	8,926	0,331
Sağ Bilek	0,48	0,02	1,76	0,05	1,59	0,06	1,64	0,10	1,653	0,061
Sol Bilek	5,25	0,24	3,11	0,09	2,75	0,11	0,84	0,05	8,720	0,323
Göz	1,66	0,08	2,23	0,06	1,83	0,07	0,51	0,03	2,174	0,081

	S4						S5	
	KAR6		KAR7		KAR8		KAR9	
	N=21, 1622,6Gycm2		N=18,1537,0Gycm2		N=35, 1976,7Gycm2		N=9, 1707,1Gycm2	
	mGy	mGy/Pros.	mGy	mGy/Pros.	mGy	mGy/Pros.	mGy	mGy/Pros.
Tiroid	1,50	0,07	1,11	0,06	1,17	0,03	1,57	0,18
Bel	0,06	0,003	0,25	0,01	0,20	0,01	0,34	0,04
Sağ Bacak	1,08	0,05	1,81	0,10	2,37	0,07	3,48	0,39
Sol Bacak	4,61	0,22	5,09	0,28	4,72	0,14	10,52	1,17
Sağ Bilek	...	...	1,10	0,09	1,49	0,04	1,08	0,12
Sol Bilek	...	...	5,31	0,41	3,39	0,10	3,83	0,43
Göz	1,80	0,09	1,93	0,11	1,87	0,05	0,79	0,09

KİŞİSEL DOZ SINIRLARI ÖLÇÜLEN

	S1		S2	S3		S4			S5
	KAR1	KAR2	KAR3	KAR4	KAR5	KAR6	KAR7	KAR8	KAR9
	N=22	N=35	N=26	N=16	N=27	N=21	N=18	N=35	N=9
Göz(mGy/Pros.)	0,08	0,06	0,07	0,03	0,08	0,09	0,11	0,05	0,09
Hasta/gün	9	11	10	22	8	8	6	13	8
El, ayak (mGy/Pros.)	0,42	0,27	0,26	0,11	0,33	0,22	0,41	0,14	1,17
Hasta/gün	5	8	9	21	7	10	6	17	5
Etkin Doz(mSv)/Pros.	0,020	0,004	0,016	0,001	0,031	0,004	0,015	0,006	0,012
Hasta/gün	4	23	6	77	3	22	6	14	7

Kardiyoloğun ölçülen dozimetre sonuçlarına göre yıllık doz sınırları dikkate alındığında bir günde inceleme yapacağı hasta sayısı.

N: Hekimlerin inceledikleri hasta sayıları

KİŞİSEL DOZ HESAPLAMALARI-2

-Her hekim için toplam floroskopi süresi ($\sum T_{fl}$) ve toplam radyografik görüntü sayısı ($\sum N$) tüm projeksiyonlara göre hekimin incelediği hasta sonuçlarından bulunmuştur.

-Hekimin bulunduğu konumu için yerden sırası ile 50, 100, 150 cm yükseklikler aşağıdaki bağıntı kullanılarak doz değerleri saptanmıştır.

$$D_{50} = \sum_n D_{50}^n T_{fl}^n \left(\overline{T_{fl}^n} \right) + \sum_n D_{50}^n N^n \left(\overline{N^n} \right) , n=4,5,6,7,10$$

$D_{50}^n T_{fl}^n$	→	Yerden 50 cm yükseklikte n. projeksiyonda floroskopi ışınlamalarında saçılan doz değeri (mGy/dak)
$\overline{T_{fl}^n}$	→	n.projeksiyonda kullanılan floroskopi süresi (dak)
$D_{50}^n N^n$	→	Yerden 50 cm yükseklikte n. projeksiyonda radyografi ışınlamalarının saçılan doz değeri (mGy/görüntü)
$\overline{N^n}$	→	n.projeksiyonda kullanılan DA sayısı (görüntü sayısı)

ÖLÇÜLEN VE HESAPLANAN PERSONEL DOZLARININ KARŞILAŞTIRILMASI

SİSTEM	Dr	N	50 cm	100 cm	150 cm
S1	KAR1*	22	3,01 - 9,24	0,48 -5,25	0,60
			5,68	3,18	1,84
			2,17	1,19	0,89
	KAR2**	35	6,18 -9,47	1,76 -3,11	1,76
			11,69	6,09	3,39
S2	KAR3**	26	4,49	2,28	1,67
			3,03 -6,68	1,59 -2,75	1,78
			10,91	14,86	5,69
S3	KAR4*	16	4,66	2,96	2,90
			1,69 - ...	1,64 - 0,84	0,21
			2,39	2,16	0,84
	KAR5*	27	1,10	0,53	0,38
			2,58-8,93	1,65- 8,72	3,25
S4	KAR6**	21	6,09	5,90	2,44
			2,90	1,47	1,06
			1,08 -4,61	... - ...	1,50
	KAR7**	18	8,56	5,89	3,67
			3,31	4,26	1,72
			1,81 -5,09	1,10 -5,31	1,11
	KAR8**	35	8,84	4,96	2,53
			3,47	2,75	1,25
S5	KAR9*	9	2,37 -4,72	1,49 -3,39	1,17
			11,40	7,30	4,24
			4,43	5,86	2,02
S5	KAR9*	9	3,48 -10,52	1,08 -3,83	1,57
			22,63	12,83	2,42
			2,42***	2,93	2,89

1.65 – 8.72

?

2.16 → *

0.53 → **

* 1.Dr Konumu

** 2.Dr Konumu

*** 3.Dr Konumu

50 cm	100 cm	150cm
Sağ bacak-sol bacak	Sağ bilek-sol bilek	Tiroid
1.Dr Konumu Dozu	1.Dr Konumu Dozu	1.Dr Konumu Dozu
2.Dr Konumu Dozu	2.Dr Konumu Dozu	2.Dr Konumu Dozu
Ortalama Doz	Ortalama Doz	Ortalama Doz

Hekimler İçin Hesaplanan Etkin Doz

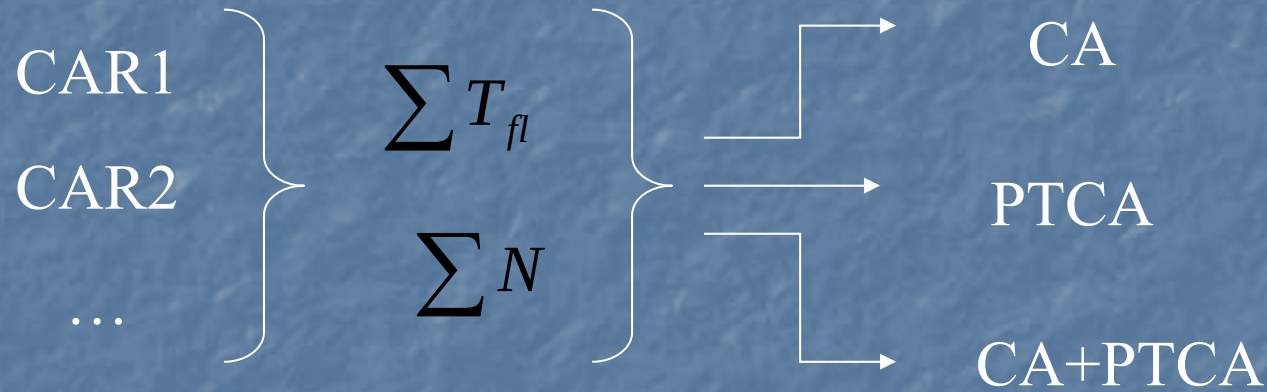
Tiroid koruyucu kullanılmaması durumunda					
Sistem	KARDİYOLOG	N	Etkin Doz (mSv)/Pros.	Hasta/yıl	Hasta/gün
S1	KAR1 *	22	0,006	3416	16
	KAR1 **	22	0,003	7074	32
	KAR2*	35	0,007	2954	13
	KAR2 **	35	0,003	5983	27
S2	KAR3 *	26	0,015	1305	6
	KAR3 **	26	0,008	2563	12
S3	KAR4 *	16	0,011	1874	9
	KAR4 **	16	0,005	4309	20
	KAR5 *	27	0,002	9160	42
	KAR5 **	27	0,001	20497	93
S4	KAR6 *	21	0,012	1637	7
	KAR6 **	21	0,006	3496	16
	KAR7 *	18	0,010	2034	9
	KAR7 **	18	0,005	4120	19
	KAR8 *	35	0,008	2356	11
	KAR8 **	35	0,004	4946	22
S5	KAR9 *	9	0,019	1061	5
	KAR9 (3.DR)	9	0,022	889	4
	KAR9 (6.DR)	9	0,021	972	4
	KAR9 ((1.DR+6.DR)/2)	9	0,020	1015	5

Personelin takip ettiği tüm hastalardan toplam etkin doz değeri hesaplanıp buradan inceleme başına etkin doz değerine geçilmiştir. Buna göre yıllık sınırlar dikkate alındığında hekimin yılda ve günde inceleme yapacağı hasta sayıları bulunmuştur.

$$E = 0,07 * H_{os}$$

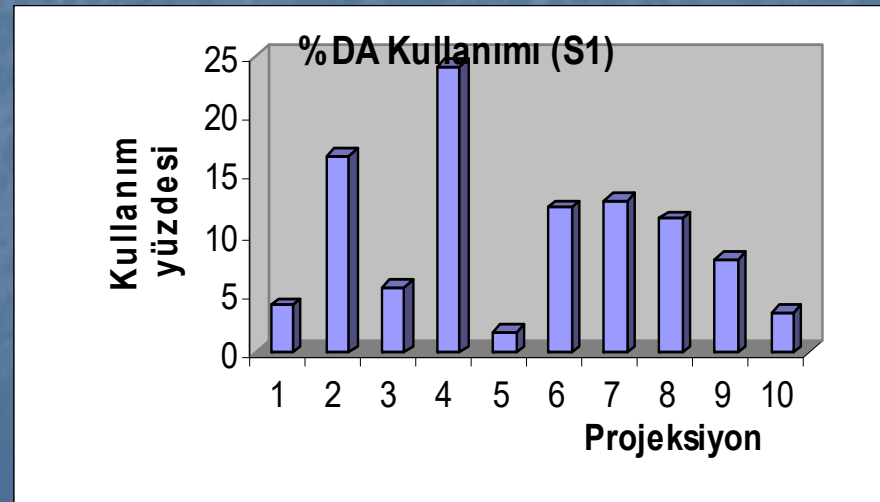
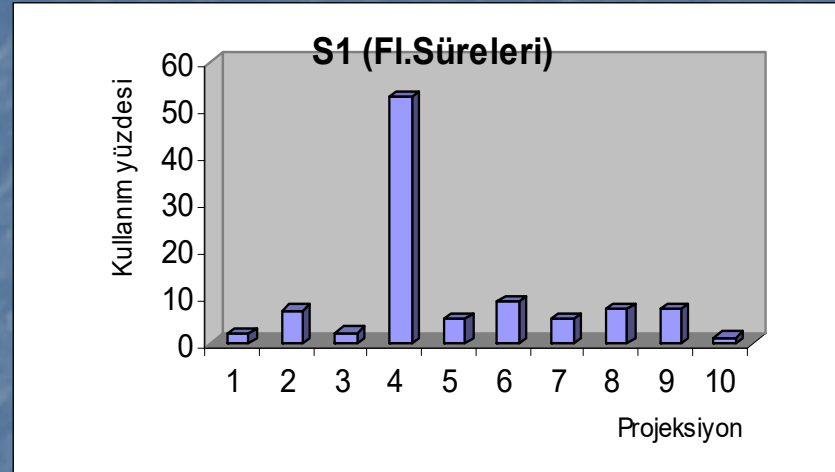
HESAPLANAN SİSTEM DOZLARI

Kişisel Dozun Işınlama Parametrelerinden Hesaplanması



Her sistem ve sistemdeki inceleme grupları için elde edilen bu ışınlama parametrelerinden ortalama doz değerleri ve risk hesapları yapılmıştır.

S1 için Floroskopi Süresi ve Radyografik Görüntü Sayısı Kullanım Yüzdeleri



Sistemler İçin Ortalama Doz Değerleri

Her bir sistemde çalışma grupları ve inceleme başına ortalama doz değerleri;

		SİSTEMLER									
		S1		S2		S3		S4		S5	
Çalışma	Yükseklik(cm)	Doz(mGy)	N	Doz(mGy)	N	Doz(mGy)	N	Doz(mGy)	N	Doz(mGy)	N
CA	50	0,147	24	0,325	15	0,199	35	0,21	27	...	...
	100	0,092		0,406		0,186		0,121			
	150	0,056		0,154		0,076		0,073			
PTCA	50	0,02	1	0,205	1	0,056	3	0,385	5	...	...
	100	0,012		0,126		0,047		0,234			
	150	0,005		0,064		0,017		0,112			
CA+PTCA+STENT	50	0,245	13	0,551	10	0,312	4	0,554	17	...	...
	100	0,125		0,809		0,309		0,32			
	150	0,067		0,357		0,122		0,177			
PROSEDÜR	50	0,18	38	0,42	26	0,196	42	0,359	49	2,514	9
	100	0,105		0,549		0,183		0,206		1,425	
	150	0,061		0,223		0,074		0,117		0,269	

N: Çalışma parametrelerinin hesaplanmasında kullanılan hasta sayıları

Hesaplanan Göz Dozları

SİSTEM	ÇALIŞMA	Göz Dozu(mGy)	Hasta/Yıl	Hasta/gün
S1	CA Başına*	0,079	1888,7	8,6
	PTCA Başına*	0,028	5358,4	24,4
	CA+PTCA+Stent*	0,144	1043,1	4,7
	Posedür Başına*	0,184	815,2	3,7
	CA Başına**	0,038	3970,2	18,0
	PTCA Başına**	0,017	9073,3	41,2
	CA+PTCA+Stent**	0,073	2047,3	9,3
	Posedür Başına**	0,090	1661,6	7,6
S2	CA Başına*	0,154	974,2	4,4
	PTCA Başına*	0,064	2361,9	10,7
	CA+PTCA+Stent*	0,357	419,7	1,9
	Posedür Başına*	0,223	671,9	3,1
	CA Başına**	0,081	1853,7	8,4
	PTCA Başına**	0,031	4880,5	22,2
	CA+PTCA+Stent**	0,174	863,3	3,9
	Posedür Başına**	0,113	1327,7	6,0
S3	CA Başına*	0,076	1968,4	8,9
	PTCA Başına*	0,017	8736,1	39,7
	CA+PTCA+Stent*	0,122	1224,6	5,6
	Posedür Başına*	0,074	2019,9	9,2
S4	CA Başına*	0,073	2065,7	9,4
	PTCA Başına*	0,112	1338,4	6,1
	CA+PTCA+Stent*	0,177	847,4	3,9
	Posedür Başına*	0,117	1281,6	5,8
	CA Başına**	0,034	4416,6	20,1
	PTCA Başına**	0,057	2638,2	12,0
	CA+PTCA+Stent**	0,085	1761,1	8,0
	Posedür Başına**	0,056	2693,6	12,2

-Her bir sistemde çalışma grupları ve inceleme başına ortalama göz dozları(1. ve 2.Dr konumları için)

-Bu göz dozlarına göre yıllık doz sınırları dikkate alındığında hekimin bir günde alabileceği hasta sayıları.

Radyasyon çalışanları için yıllık göz dozu sınırı:

150 mGy 'dir

SİSTEMLER İÇİN HESAPLANAN ETKİN DOZ

Tiroid koruyucu kullanılmaması durumunda				
SİSTEM	ÇALIŞMA	Etkin Doz(mSv)	Hasta/Yıl	Hasta/gün
S1	CA Başına	0,004	5137	23
	PTCA Başına	0,0004	55695	253
	CA+PTCA+Stent	0,005	4270	19
	Posedür Başına	0,004	4663	21
S2	CA Başına	0,011	1856	8
	PTCA Başına	0,004	4499	20
	CA+PTCA+Stent	0,025	799	4
	Posedür Başına	0,016	1280	6
S3	CA Başına	0,005	3749	17
	PTCA Başına	0,001	16640	76
	CA+PTCA+Stent	0,009	2333	11
	Posedür Başına	0,005	3847	17
S4	CA Başına	0,005	3935	18
	PTCA Başına	0,008	2549	12
	CA+PTCA+Stent	0,012	1614	7
	Posedür Başına	0,008	2441	11

- Her bir sistemdeki çalışma grupları ve inceleme başına 1.Dr konumu için hesaplanan etkin doz değerleri,
- Bu doz değerlerine karşı yıllık sınır değerler dikkate alındığında bir günde inceleme yapılacak hasta sayıları verilmektedir.

SONUÇLAR

Kişisel Dozun Hesaplanması;

- Kardiyoloğun bulunması muhtemel konumları için saçılan radyasyon ölçümü
- Projeksiyonlara bağlı olarak ΣT_{fi} ve ΣN değerlerinin belirlenmesi
- Bu verilerden yararlanılarak kardiyoloğun organ dozlarının ve risk faktörlerinin hesaplanması

Kardiyolog Dozları

- İncelemenin tipine (CA,PTCA,Stent)
- Hekim tecrübesine, konumuna, korumalara
- T_{fl} , N, FOV, kVp
- Sistem tasarımı
- Sistem çıkışına (filtre, HVL, GG giriş dozu, hasta giriş dozu)
- Hasta kalınlığı

Referans	Göz Dozu (Sv/Prosedür)
Vano	364
Steffenino	75K-65H/T
Li	88K-23H/T
Medeiros	400
Bu Çalışma	71(107-32)

Referans	El Dozu (Sv/Prosedür)
Vano	364
Steffenino	300-545
Padovani	50(CA) 140(PTCA)
Grant	5-11(CA)
Medeiros	680
Bu Çalışma	195(89-409)

K; Kardiyolog

H/T; Hemşire yada Teknisyen

Referans	Etkin Doz (Sv/Prosedür)
Vano	18,8
Wu	0,2
Padovani	2,2(CA)-8,8(PTCA)
Folkerts	2
Li	8
Watson	1,8
Zorzetto	3,7
Steffenino	15,1
Renaud	2,8
Bu Çalışma	12,1(20-1)

TEŞEKKÜRLER