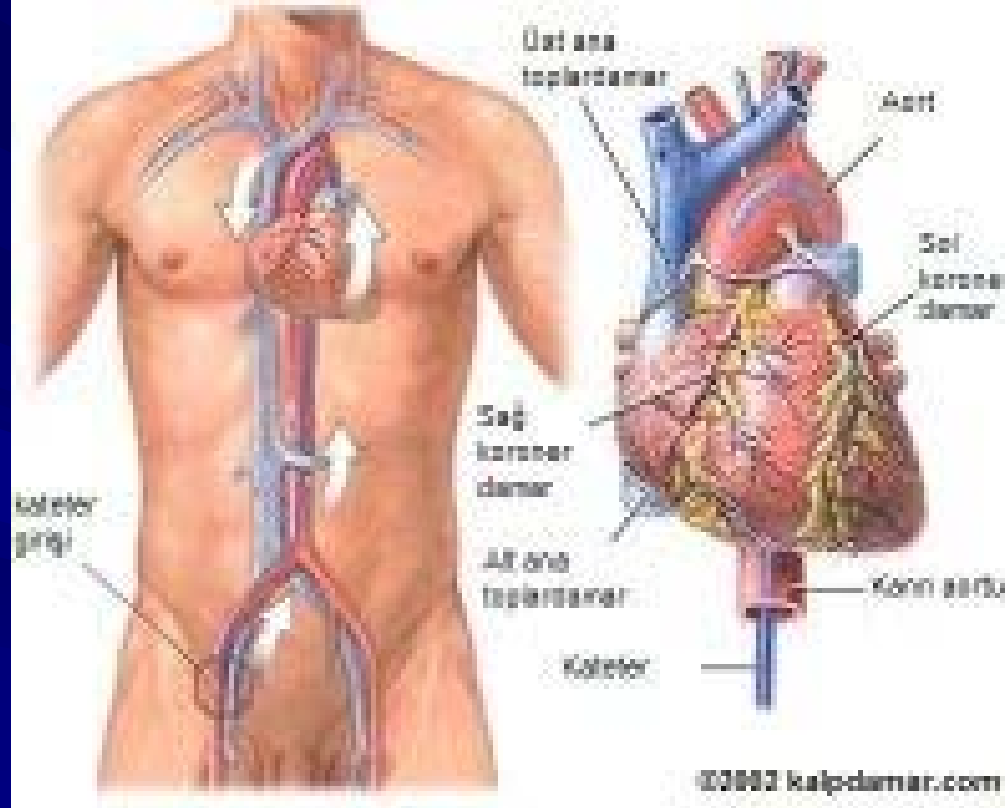


**GİRİŞİMSEL KARDİYOLOJİ
İNCELEMELERİNDE
HASTA DOZ ÖLÇÜMLERİNDE KULLANILAN
DOZİMETRİK YÖNTEMLER**

Doğan BOR, Türkay TOKLU, Turan OLĞAR, Ayça ÇAĞLAN, Elif ÖNAL

KARDİYOLOJİ İNCELEMELERİ

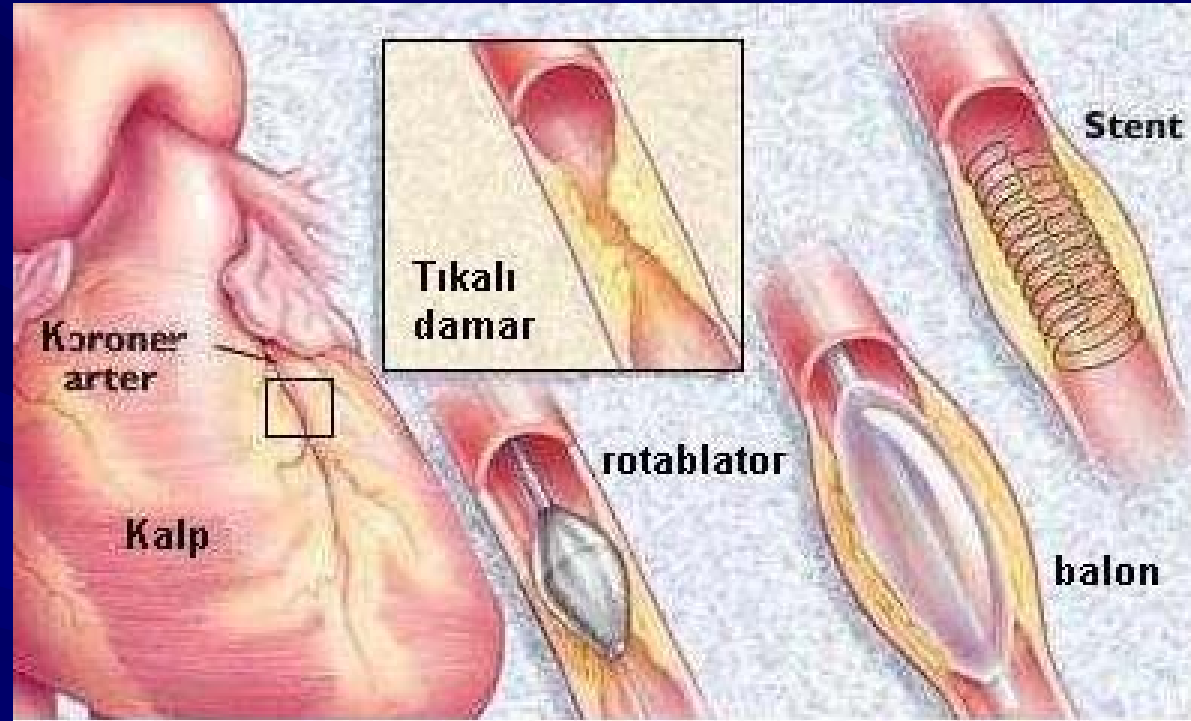
KORONER ANJİYO (CA)



Kalp kasını besleyen (koroner) damarlara kontrast madde verilerek sürekli X-ışını altında görüntülenmesi işlemidir.



PTCA, STENT ve ARİTİMİ



- PTCA veya balon, daralmış koroner atardamarların açılması için kullanılan bir yöntemdir.
- STENT, telden bir kafesin koroner damarın içine yerleştirilerek damarın daha fazla tıkanmasının önlenmesidir.
- ARİTİMİ, kalpte oluşan küçük elektriksel uyarıların düzeninin bozulmasıdır. Aritminin tedavisinde bir çok yöntem kullanılır. Bunlardan bir tanesi radyo-frekans (ablasyon) yöntemidir.

AMAÇ

Kardiyoloji incelemelerinde,

- Farklı ölçüm yöntemleri kullanılarak hastada Doz - Alan Çarpımı (DAP) ve cilt dozunun ölçümü
- Ağırlıklı olarak kullanılan projeksiyonların belirlenerek vücut doz haritasının çıkarılması
- Stokastik ve deterministik etkilerin eş zamanlı olarak saptanacağı optimum dozimetre tekniğinin bulunması

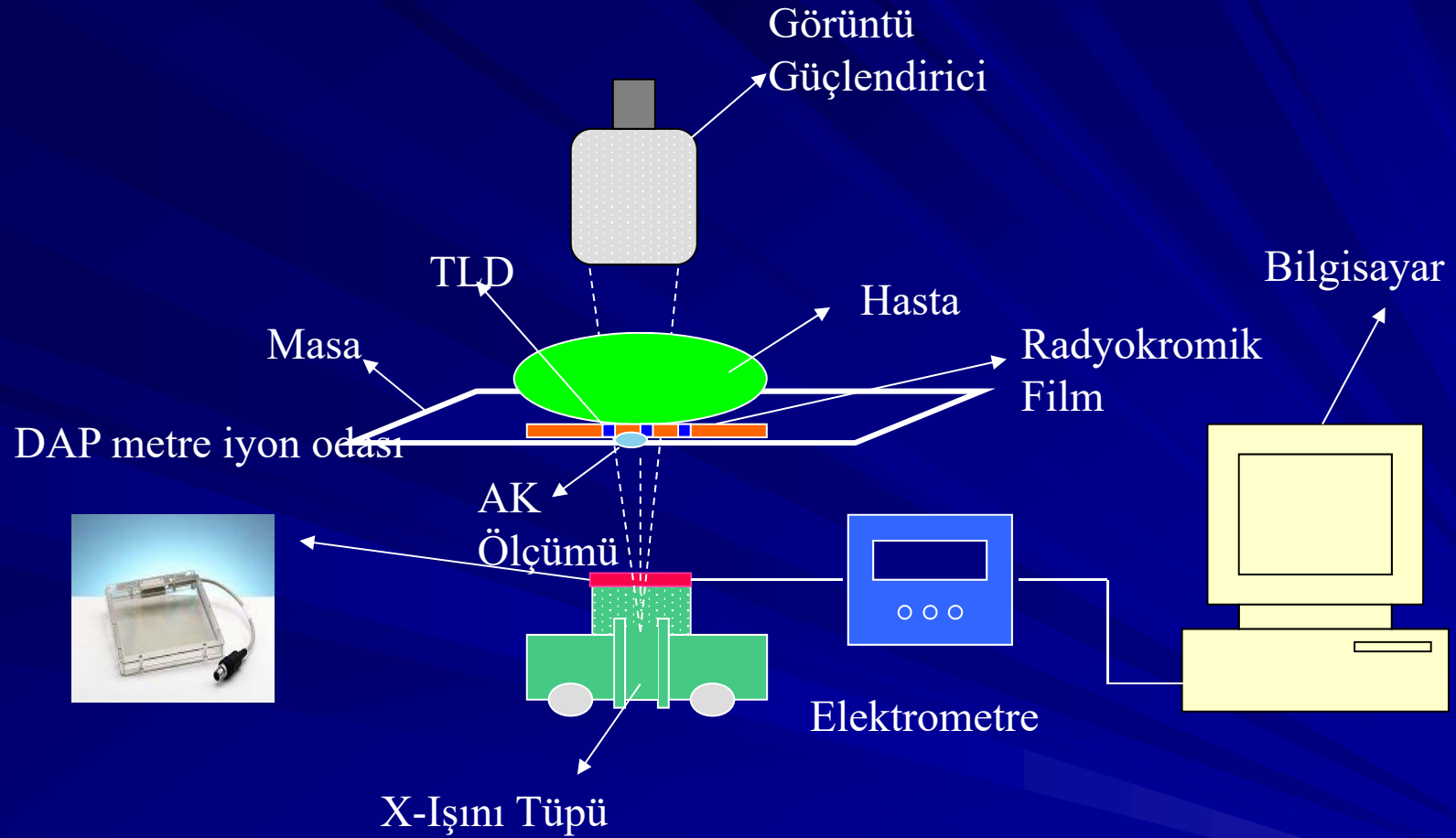


RADYASYON ETKİSİ

- Stokastik Etki
- Deterministik Etki



HASTA DOZU ÖLÇÜM GEOMETRİSİ



■ Doz-Alan Çarpımı

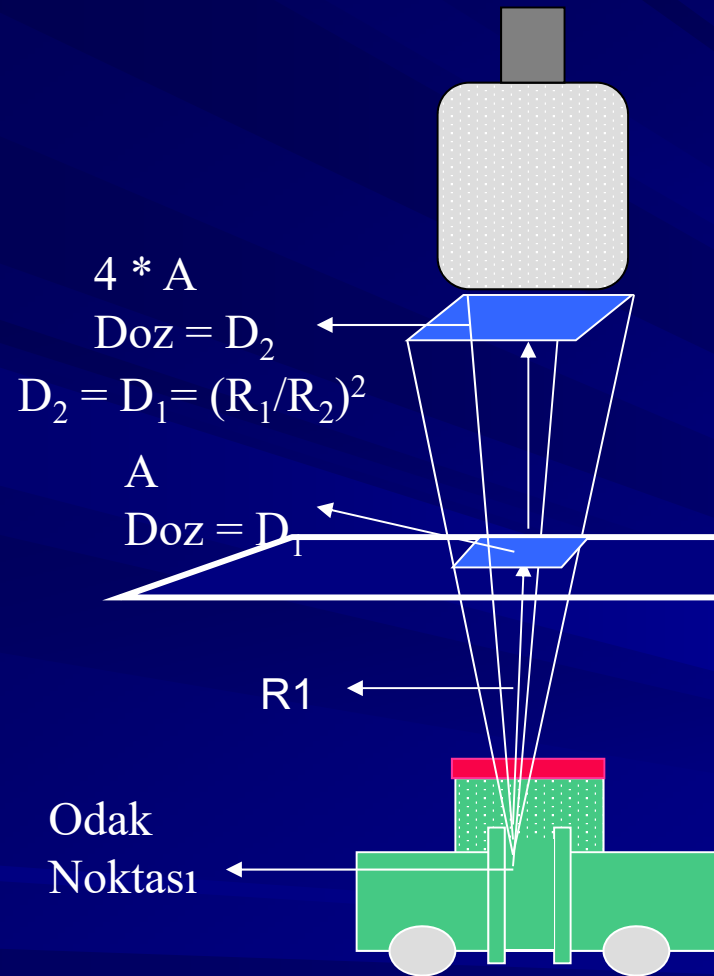
■ Cilt Dozu Ölçümleri

M4KDK Diamantor Sistemi

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



DOZ ALAN ÇARPIM TEKNİĞİ



DAP Değerlendirilmesi

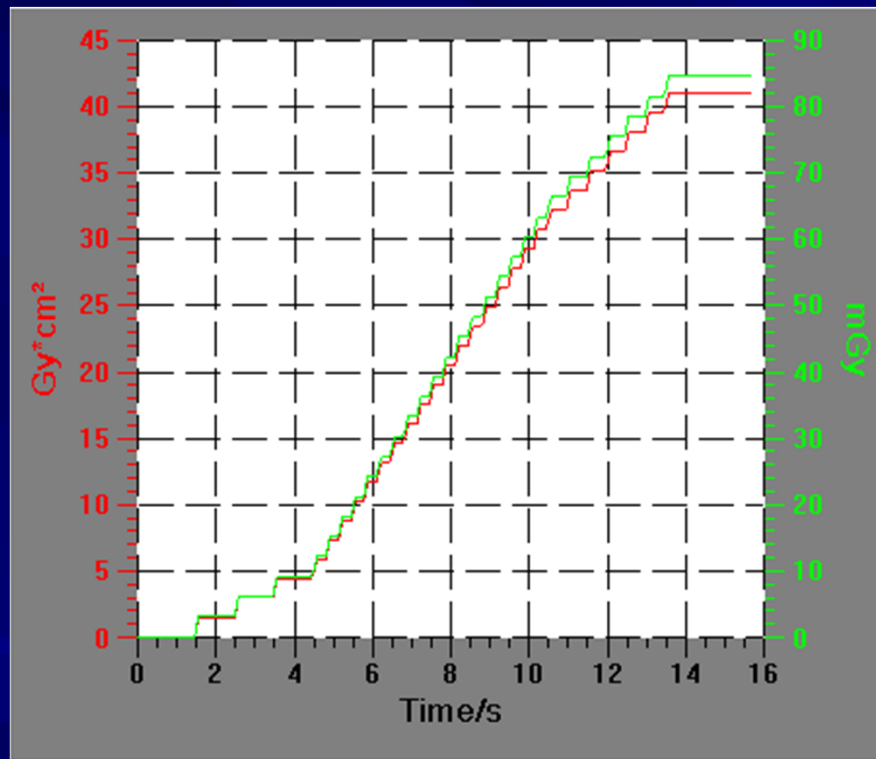
1. Ölçülen DAP

2. Hesaplanan DAP (FOV x ED)

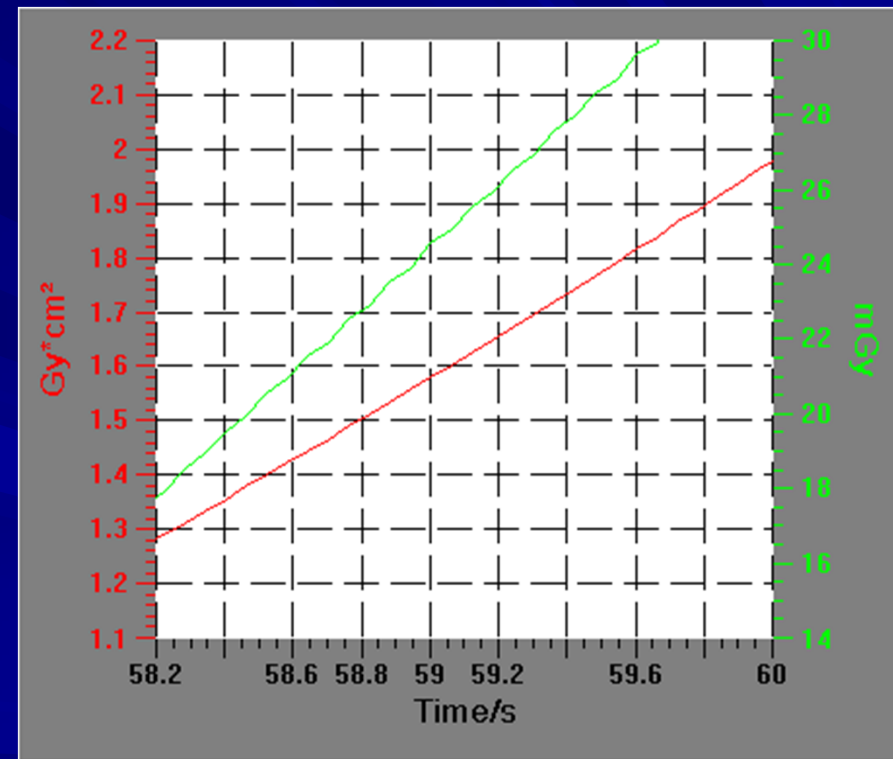
3. Toplam DAP (Radyokromik film)

DAP ve ED DEĞERLENDİRMELERİ

Radyografi



Floroskopi



CİLT DOZU ÖLÇÜM TEKNİKLERİ

- TLD Tekniği
- Hava Kerma Ölçümü (AK)
- Doz Alan Çarpımı (DAP)
- Radyokromik Film



TLD TEKNİĞİ

■ AVANTAJLARI

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

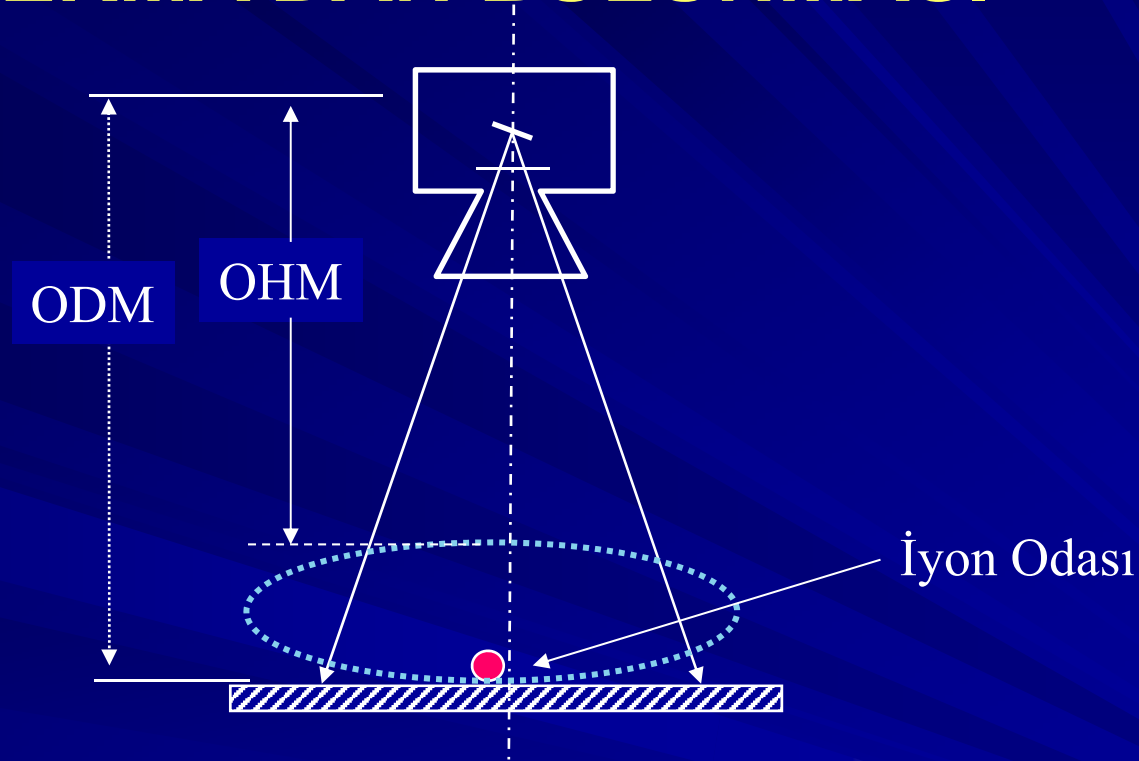
■ DEZAVANTAJLARI

- Doz değerleri ışınlama sonrası gecikmeli olarak saptanır.
- Maksimum doz noktasının önceden bilinmesi mümkün değildir.

Position on back using tape



HASTA GİRİŞ DOZUNUN HAVA KERMA'DAN BULUNMASI



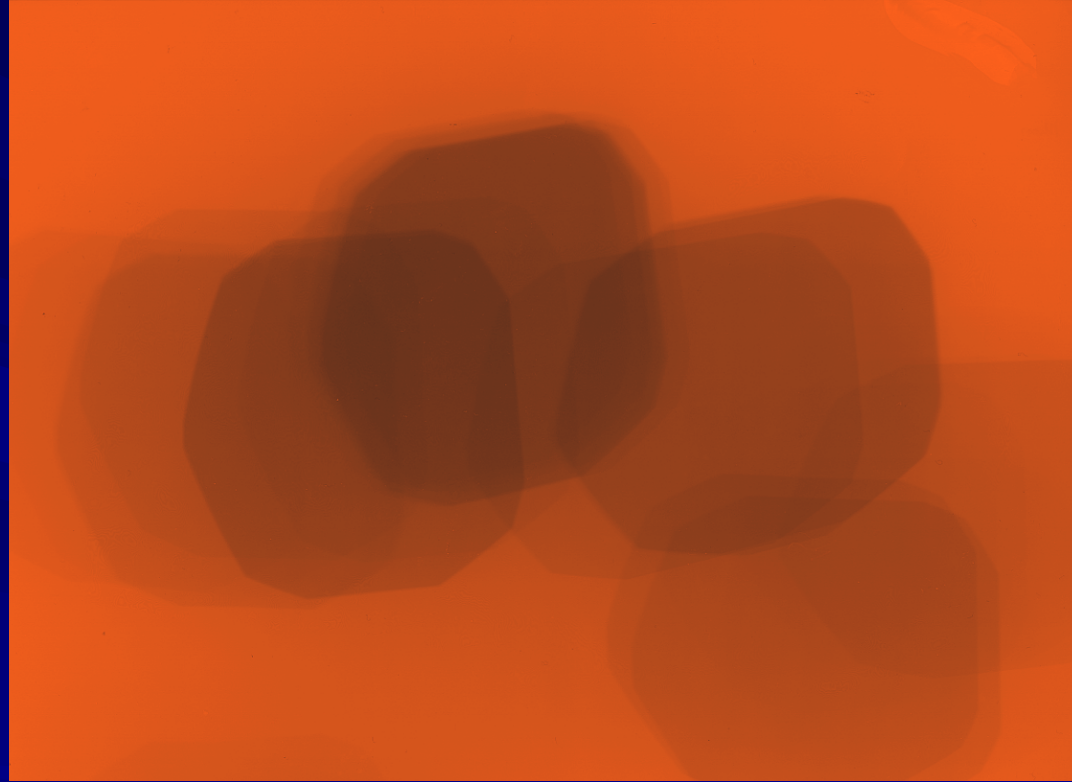
$$ESD = AK \times GSF \times (ODM / OHM)^2 \times \mu_d / \mu_h$$

AK : Hava Kerma (mGy) GSF : 1,31 (Geri saçılım faktörü)

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

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

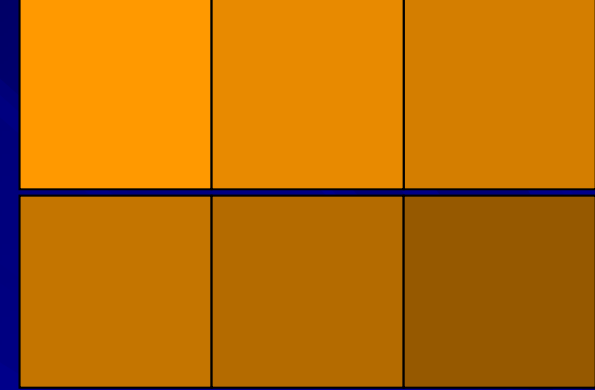
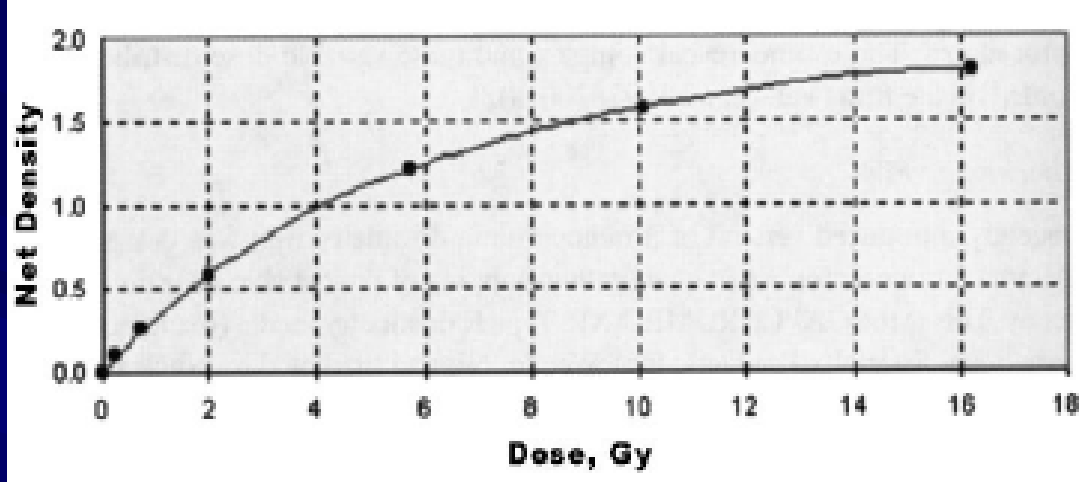
RADYOKROMİK FİLMLER



Kimyasal Dozimetre : Işınlama ile renk değışikliğı oluşur. Bu renk değışikliğı özel bir tarayıcısı ile okunur.

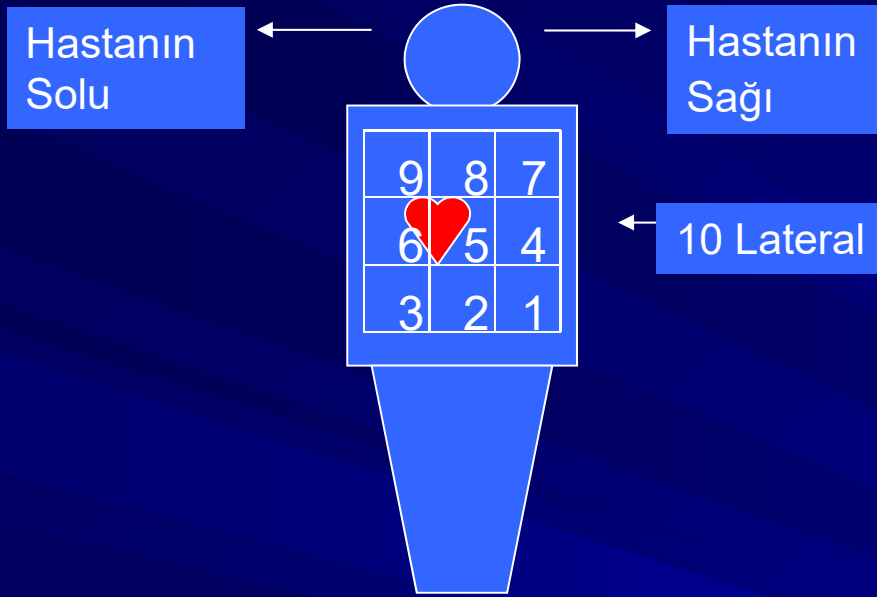


KALİBRASYON EĞRİSİ



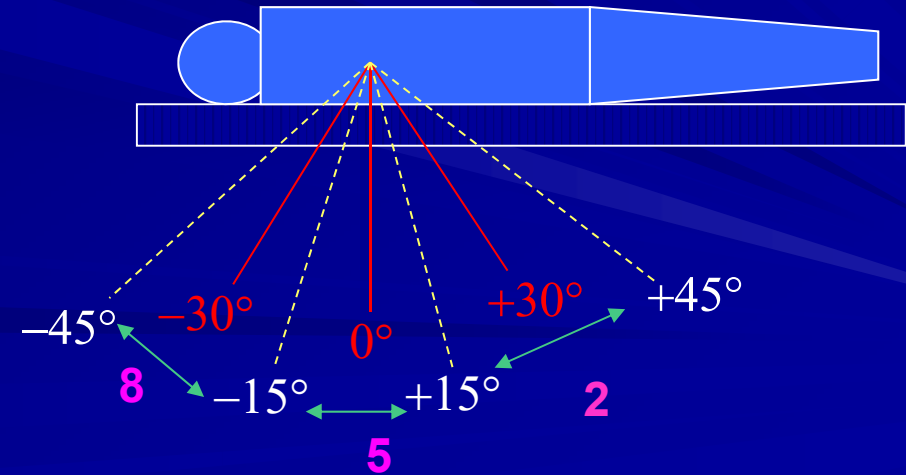
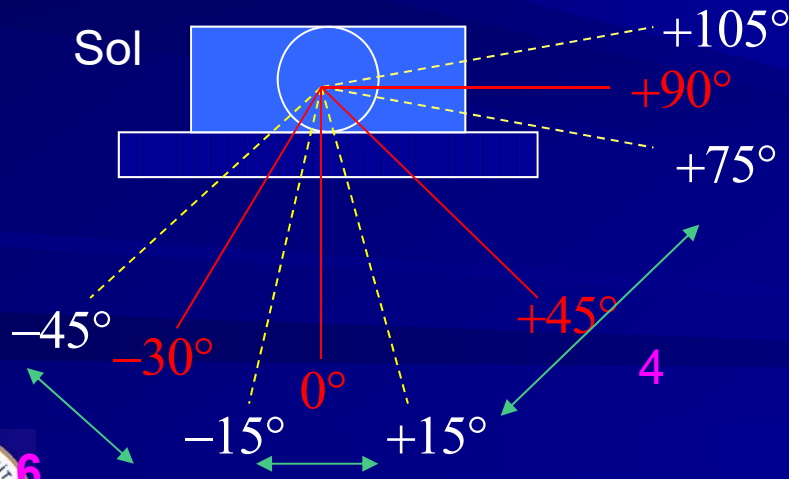
- Işığa hassas değildir
- Kendi kendine banyo özelliğindedir
- Diagnostik aralıkta enerjiden bağımsızdır
- Dinamik aralık 0.1 Gy ile 15 Gy arasındadır
- Doz değerlendirmeleri çalışmayla eş zamanlı olarak elde edilir.

PROJEKSİYONLARIN AYRIMI



Tek bir İşlem İçin her bir projeksiyonun saptanmasının amacı

1. Doz Dağılım haritasını eldesi
2. Uygun dozimetrik yöntemin belirlenmesi
3. Etkin dozların daha gerçekçi hesaplanması



P.A Projeksiyonları

Cronia Caudial Projeksiyonlar C.C

ETKİN DOZ HESABI

Her projeksiyon için etkin doz hesabı :

Projection #	DAP Gy-cm ²	Etkin Doz (mSv)
1	2.8	0.64
2	1.7	0.37
3	4.5	1.0
4	36.3	8.65
5	1.2	0.19
6	7.9	1.82
7	2.3	0.39
8	9.6	1.37
9	11.2	2.12
10	0.7	0.11
	78.3	16.6

Toplam DAP değeri için tek projeksiyonun düzeltme faktörleri kullanılarak etkin dozun hesaplanması

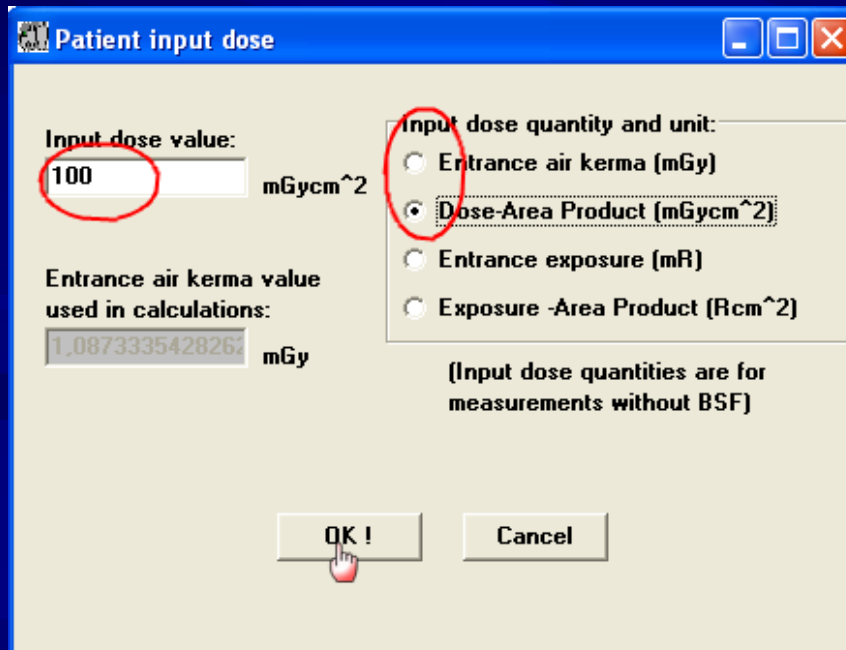
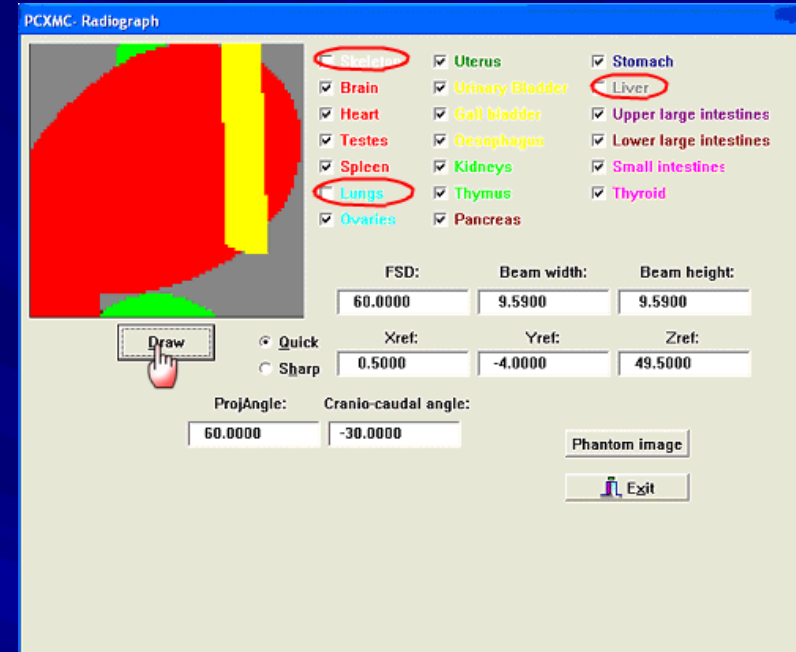
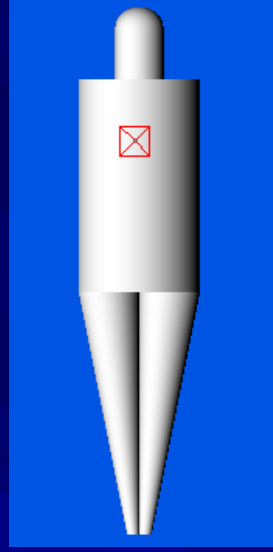
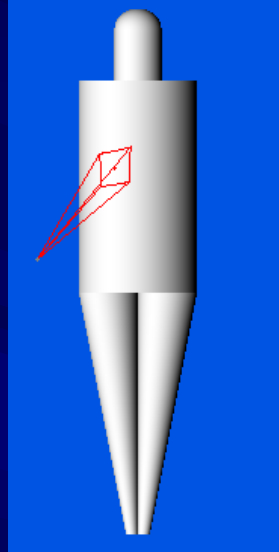


P = 78.3 Gy-cm²



Eff. D. = 12.3 (Proj#5 in dönüşüm faktörleri kullanılırsa)
Eff. D. = 18.6 (Proj# 4 ün dönüşüm faktörleri kullanılırsa)

PCXMC PROGRAMINDA ETKİN DOZ HESABI



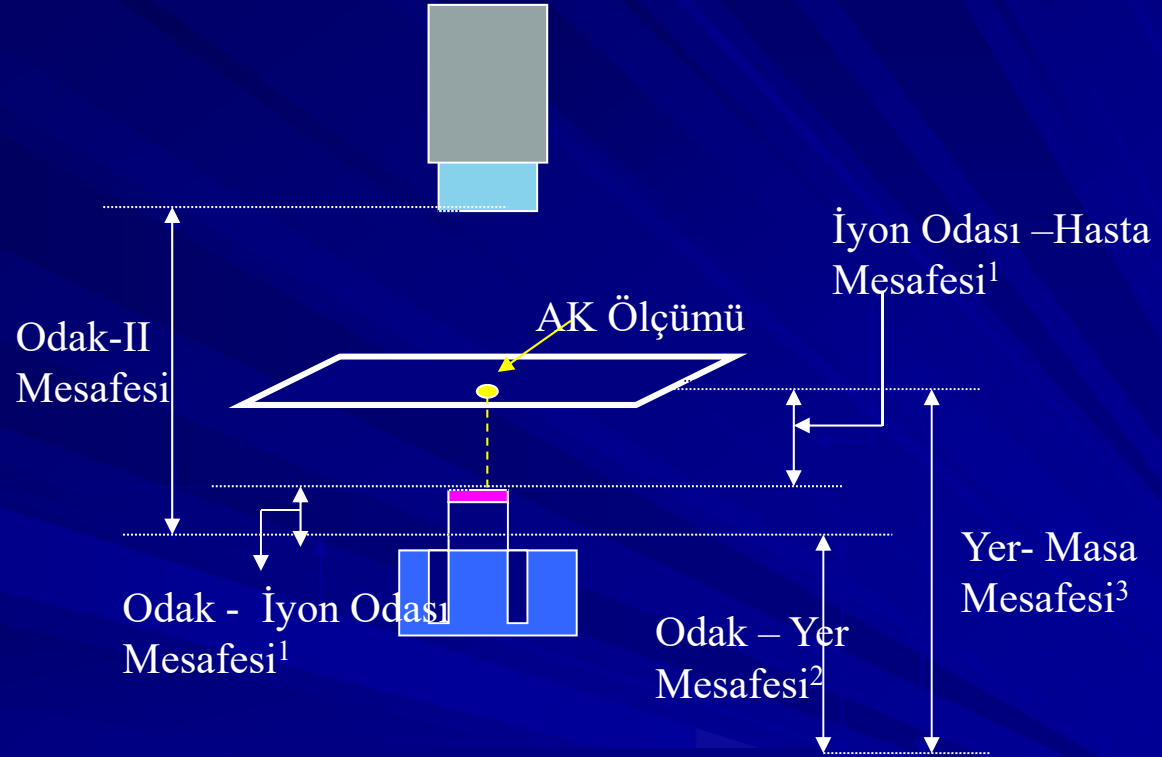
KAYIT EDİLEN IŞINLAMA PARAMETRELERİ

■ Floroskopi

- Projeksiyon
- II FOV
- II açısı
- Ortalama mA
- Ortalama kVp
- Floroskopi süresi
- Masa-Yer Mesafesi
- DAP (Gycm^2)
- AK (mGy)

■ Radyografi

- Projeksiyon
- II FOV
- II açısı
- mA
- kVp
- AK (mGy)



- Puls genişliği (ms)
- Görüntü sayısı / sn
- Toplam görüntü sayısı
- Masa-Yer Mesafesi
- DAP (Gycm^2)

1 : Her sistem için Diamentor sistemine girilmiştir

2 : Her sistem için belirlenmiştir

3 : Odak-hasta mesafesinin bulunması için inceleme sırasında not edilmiştir

VERİLERİN TOPLANMASI

- DAP ve Hava-kerma ölçümleri her bir projeksiyon için ayrı ayrı kaydedilir.
- TLD'ler ciltte en fazla ışınlanmanın beklendiği noktaya yerleştirir.
- Radyokromik film inceleme yapılacak organ merkezlenerek yerleştirilir.
- Hastanın pozisyonu ve ışınlanma geometrisi sürekli gözlemlenir ve kaydedilir.
- Floroskopi ışınlama parametreleri anında (işlem esnasında) kaydedilir.
- Radyografik ışınlama parametreleri çalışma sonrasında kaydedilir.



HASTA DOZU ÖLÇÜMÜNDE KULLANILAN SİSTEMLER

- *S1 - Philips Integris H 3000 (Ph_1)*
- *S2 - Siemens Bior Plus / T.O.P. (SM)*
- *S3 - GE Advantx LC + DLX (GE_1)*
- *S4 - GE Advantx LC + DLX (GE_2)*
- *S5 - Philips Integris H 3000 (Ph_2)*



SİSTEM PERFORMANS ÖLÇÜMLERİ

	Hasta Giriş Doz Hızı		GG Giriş Doz Hızı		HVL (mm-Al)	Yatak Azalım Faktörü
	Floroskopik (mGy / dak)	Radyografik (mGy / görüntü)	Floroskopik (μGy / dak)	Radyografik (μGy / görüntü)		
S1 ²	10,55 (71kVp- 18,6mA)	0,17 (69kVp- 2,79mAs)	100,8 (71kVp- 19,2mA)	0,29 (63kVp- 3,96mAs)	3,56	0,89
S2 ²	10.88 (76kVp - 6.5mA)	0.08 (70kVp- 4.4mAs)	115.1 (76kVp - 6.5 mA)	0.49 (70kVp-4.4 mAs)	3.36	0,81
S3 ¹	25.33 (74 kVp-4.2 mA)	0.25 (70kVp- 0.22mAs)	106.2 (75 kVp – 4.1mA)	0.74 (70 kVp- 0.22mAs)	3,02	0,88
S4 ¹	22,88 (92kVp - 4mA)	0.14 (78kVp- 0,29mAs)	185,4 (92kVp - 4mA)	0,55 (66 kV - 2.03mAs)	3,39	0,81
S5 ²	9.18 (70kVp - 20.7mA)	0.13 (60kVp- 2.03mAs)	94.8 (70kVp - 20.7mA)	0.25 (66 kV - 2.03mAs)	3,56	0,84



GG çapı 16cm, 2 GG çapı 17 cm

HASTA SAYISININ FARKLI SİSTEMLERE VE İNCELEMELERE GÖRE DAĞILIMI

	CA	PTCA	CA+PTCA	RF	Toplam
Ph_1	59	11	24	...	94
SM	34	4	24	...	62
GE_1	47	6	26	...	79
GE_2	54	8	17	...	79
Ph-2	...	...	...	11	11
Toplam	194	29	91	11	325

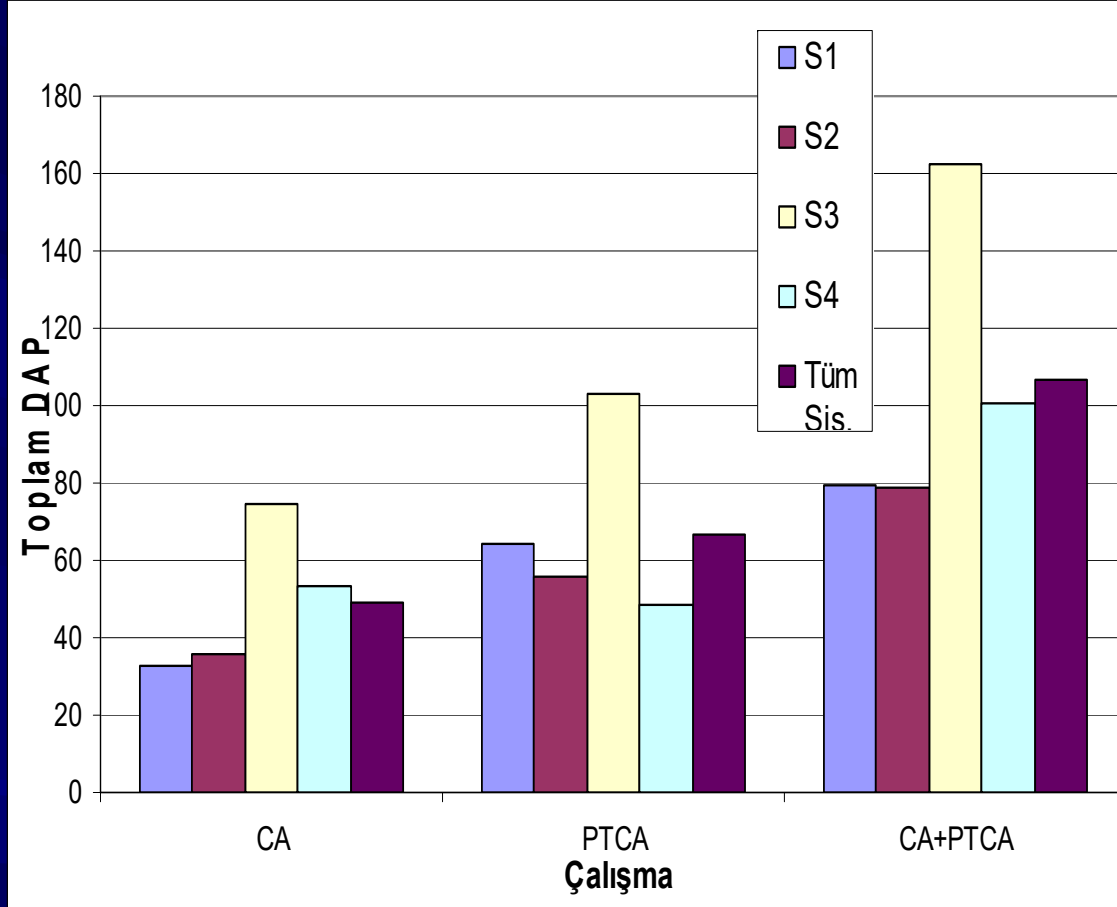


SONUÇLAR

1. Farklı inceleme ve sistemlere göre ortalama dozların karşılaştırılması
2. Her sistemin farklı inceleme ve her bir projeksiyon için doz değerlerinin karşılaştırılması
3. Dozimetrik tekniklerin karşılaştırılması



1. FARKLI İNCELEME VE SİSTEMLERE GÖRE TOPLAM DAP DEĞERLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI



		S1	S2	S3	S4	S5
CA	DAP _{FL} (Gycm ²)	16,3 (2,1-75,7)	11,4 (0,9-48,3)	21,2 (3,5-93,9)	20,9 (2,2-118,8)	...
	T _{FL} (dak)	4,54 (1,1-18,2)	2,95 (0,7-8,8)	4,09 (0,7-12,3)	4,8 (0,4-33)	...
	DAP _{DA} (Gycm ²)	16,4 (4,4-45,1)	24,2 (5,5-66,4)	53,3 (21,9-1271)	32,6 (4,6-89,1)	...
	N _{DA}	720 (200-1495)	793 (251-1911)	730 (227-1893)	771 (299-1487)	...
PTCA	DAP _{FL} (Gycm ²)	42 (15,2-73,5)	31 (6,2-73,2)	42,4 (29,4-60,2)	17,5 (5,6-45,9)	...
	T _{FL} (dak)	10,4 (6,5-15,2)	12,8 (2,3-32,5)	8,25 (5,3-12,6)	4,73 (1,6-9,4)	...
	DAP _{DA} (Gycm ²)	22,3 (4,4-34,9)	24,5 (6,5-35,8)	60,6 (17,3-90,5)	31,1 (4,8-75,5)	...
	N _{DA}	874 (358-1461)	1141 (350-1859)	837 (217-1430)	659 (127-1559)	...
CA +PTCA	DAP _{FL} (Gycm ²)	57,2 (8,7-248,8)	44,7 (7,6-135,4)	81,6 (19,5-210,1)	42,4 (7,1-108,7)	...
	T _{FL} (dak)	16,77(5,4-42,2)	12 (2,2-37,5)	15,88 (4,1-42,6)	11,38 (2,7-31,3)	...
	DAP _{DA} (Gycm ²)	22,384,4-56,3)	34,1 (9,9-71,2)	80,8(26-196,3)	57,9(17-116)	...
	N _{DA}	1154(202-2723)	1061(91-2370)	1077 (465-2280)	1317 (506-2142)	...
ABLAS YON	DAP _{FL} (Gycm ²)		...	...	...	124,3 (30,9-284,1)
	T _{FL} (dak)	...	...	...	...	31,21 (14,7-70,7)
	DAP _{DA} (Gycm ²)	...	...	...	...	0,4 (0-2,8)
	N _{DA}		...	...	...	27 (0-86)

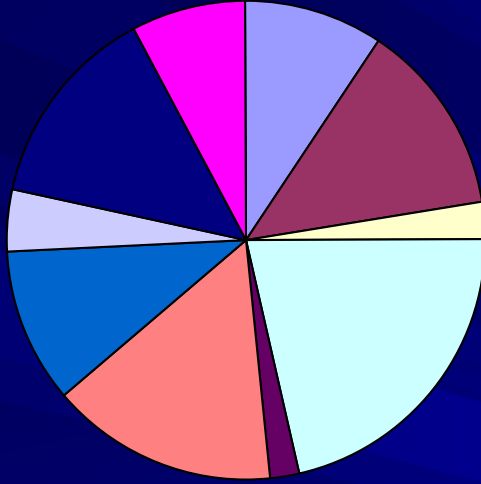


2. HER SİSTEMİN FARKLI İNCELEME VE HER BİR PROJEKSİYON İÇİN DOZ DEĞERLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI

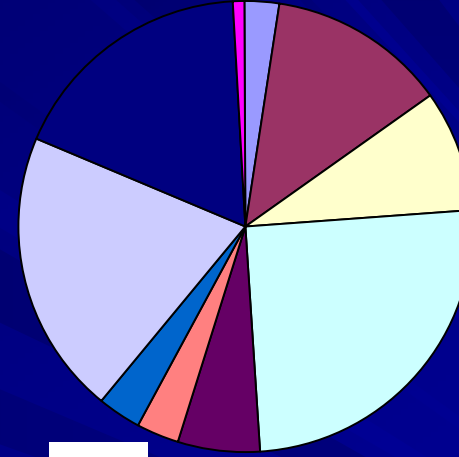
S1 SİSTEMİNİN PROJEKSİYONLARA GÖRE DAP DAĞILIMLARI



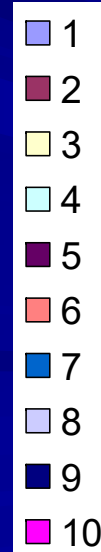
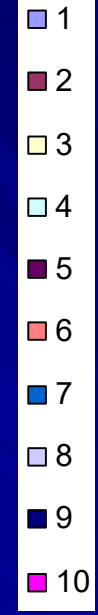
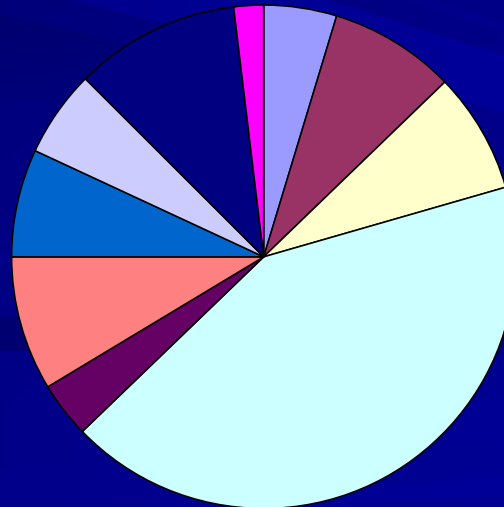
CA



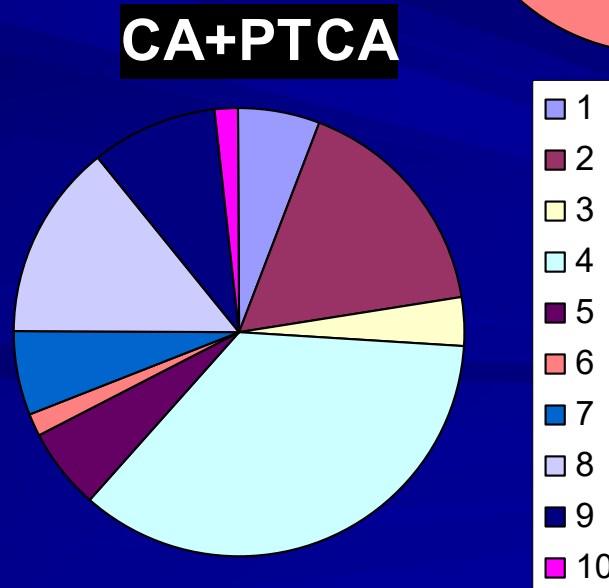
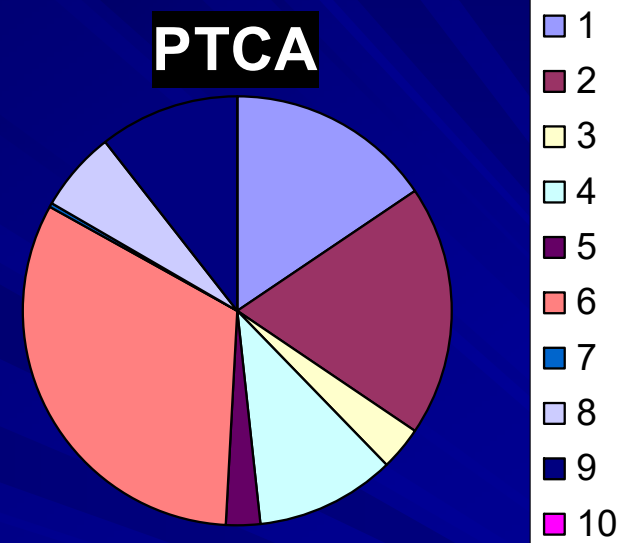
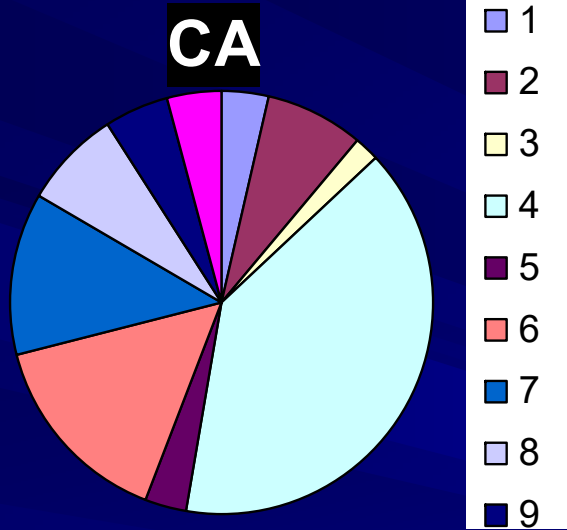
PTCA



CA+PTCA

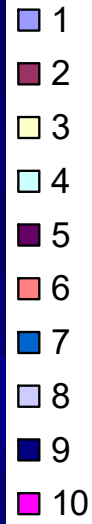
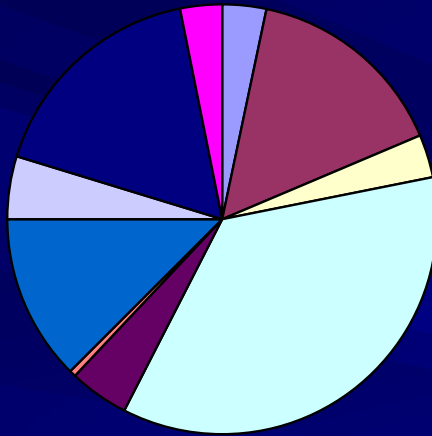


S2 SİSTEMİNİN PROJEKSİYONLARA GÖRE DAP DAĞILIMLARI

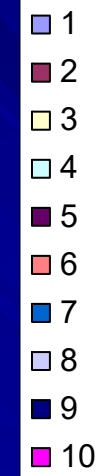
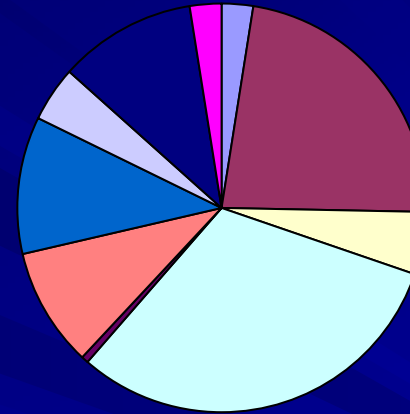


S3 SİSTEMİNİN PROJEKSİYONLARA GÖRE DAP DAĞILIMLARI

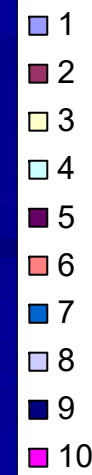
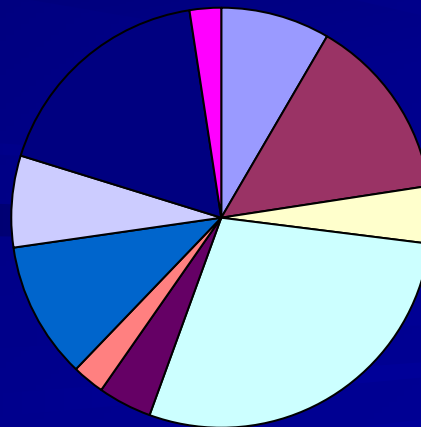
CA



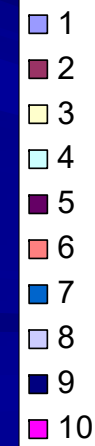
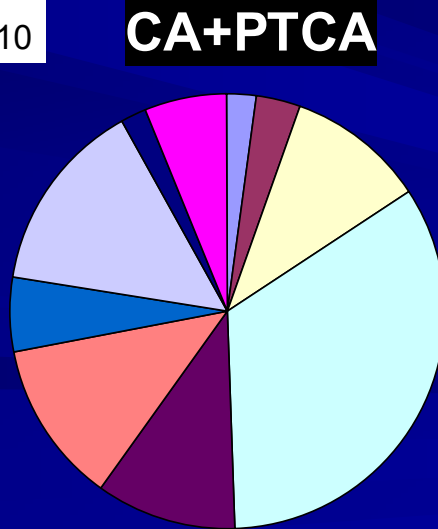
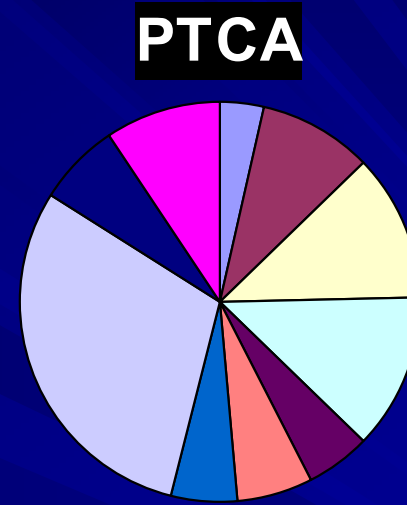
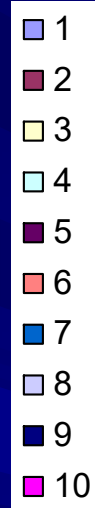
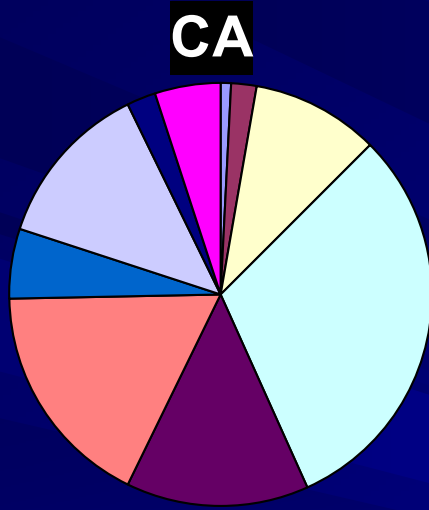
PTCA



CA+PTCA

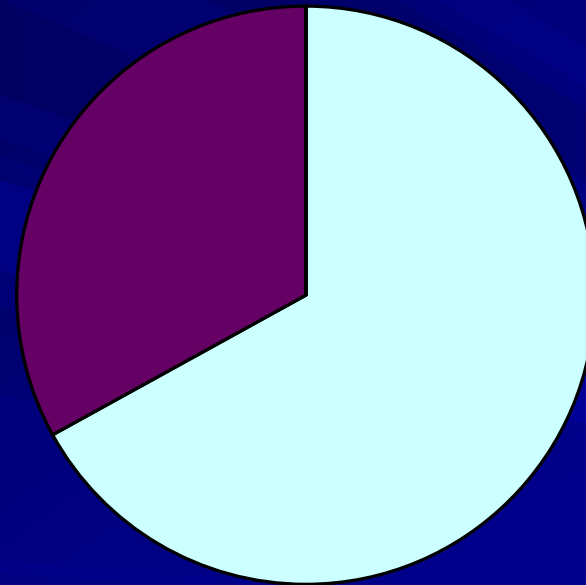


S4 SİSTEMİNİN PROJEKSİYONLARA GÖRE DAP DAĞILIMLARI



S5 SİSTEMİNİN PROJEKSİYONLARA GÖRE DAP DAĞILIMI

ABLASYON



MAKSİMUM DAP DEĞER TABLOSU

	CA		PTCA		CA+PTCA	
	Proj(#) (Gycm ²)	Toplam (Gycm ²)	Proj(#) (Gycm ²)	Toplam (Gycm ²)	Proj(#) (Gycm ²)	Toplam (Gycm ²)
S1	14,44 (4)	36,54	16,07(4)	64,26	33,61 (4)	79,5
S2	14,14 (4)	35,54	17,79 (6)	55,5	27,81 (4)	78,76
S3	22,29 (4)	74,5	32,17 (4)	103,06	46,55 (4)	162,43
S4	16,45 (4)	53,5	14,66 (8)	48,65	33,64 (4)	100,36



İNCELEMELERE GÖRE ÖLÇÜM SONUÇLARI

CA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
S1										
DAP	2	2,6	0,55	12,7	2,0	3,93	2,21	0,91	4,1	1,6
ESD	49,7	51,9	10,9	267,1	28,2	65,5	48	17,9	79,1	48,9
TLD	69,9	23,5	16,7	81,5	45,9	57,1	27,1	56,5	30,1	...
S3										
DAP	2,1	9,9	2,23	22,9	2,8	10,4	8,0	3,1	11,0	2,02
ESD	31,6	146,9	36,4	343,3	19,6	102,5	129,8	27,5	164,1	39,9
TLD	66,6	105,7	52,9	107,3	120,4	156,6	120,4	59,1	90,7	...
S2										
DAP	1,3	2,7	0,7	14,1	1	5,5	4,3	2,7	1,8	1,5
ESD	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
TLD	54,2	19,7	30,1	132	20,4	53	61,5	31,9	31,9	...
S4										
DAP	0,4	1	5,3	16,4	7,4	9,3	2,9	6,9	1,1	2,7
ESD	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
TLD	97,6	98	55,5	139,3	84,5	124,2	58	55,6	70,2	...



PTCA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
S1										
DAP	1,54	8,2	5,6	16,07	3,63	2,03	2,04	13,15	11,41	0,54
ESD	41,7	174,6	145,	359,3	62,6	38	50,1	239,7	235,9	16,1
TLD	152,9	21,2	17	93,8	267,6	259,1	113,1	158,8	555,6	...
S3										
DAP	2,48	23,6	5,04	32,17	0,5	9,91	11,18	4,52	11,21	2,46
ESD	38,1	351,1	33,1	430,2	6,8	42,3	210,3	69,7	168,9	44,5
TLD	49,9	7,5	3,2	338,5	41,3	230,4	89,8	75,7	8,3	...
S2										
DAP	8,7	10,4	200,4	76,4	45,3	105,2	0,2	3,5	5,9	0
ESD	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
TLD	14,7	141,1	1,9	5,8	1,4	17,8	10,3	38,8	104,9	...
S4										
DAP	1,8	4,4	5,8	6	2,6	3	2,5	14,7	3,3	4,6
ESD	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
TLD	53,9	78,8	14,9	102	35,3	124,1	56,3	15,6	91,8	...



CA+PTCA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
S1										
DAP	3,79	6,28	6,23	33,61	2,82	6,87	5,5	4,35	8,56	1,48
ESD	87,7	132,3	136	683,1	41,7	116,5	123,4	81,7	149,7	41,5
TLD	79,2	113,4	42,4	143,6	122,4	114,9	55	96,2	119,4	...
S3										
DAP	13,34	23,15	7,39	46,55	6,5	3,93	17,15	11,66	28,78	4,0
ESD	240,3	378,8	112,4	784,8	95,5	57,7	293	176,7	473,3	94,1
TLD	186,5	187,1	116,2	187,1	108,7	222,6	142,2	213,8	318,1	...
S2										
DAP	4,5	13,3	2,8	27,8	4,4	1,3	4,9	11,2	7,2	1,3
ESD	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
TLD	266,6	148,1	76,3	220	136,2	82,89	49	198	58,1	...
S4										
DAP	2,3	3,3	10,4	33,6	10,3	12,3	5,4	14,6	2,1	6
ESD	...	...	...	...	...	...	...	...	...	..
TLD	204,4	97,9	91,1	119,5	244,8	184,3	148,6	59,4	117,2	...



MAKSİMUM CİLT DOZU TABLOSU

		CA	PTCA	CA+PTCA	ABLASYON
		Proj(#) (mGy)	Proj(#) (mGy)	Proj(#) (mGy)	Proj(#) (mGy)
S1	ESD	267,12 (4)	359,3 (4)	683,15 (4)	...
	TLD	81,5 (4)	555,6 (9)	143,6 (4)	...
	FİLM	1278*	1495*	5029*	...
S2	ESD	...	...	...	...
	TLD	132,0 (4)	200,4 (3)	266,6 (1)	...
	FİLM	1389*	2042*	3148*	...
S3	ESD	343,3 (4)	430,2 (4)	784,8 (4)	...
	TLD	156,6 (6)	338,5 (4)	222,6 (6)	...
	FİLM	2063*	1394	4786*	...
S4	ESD	...	...	...	...
	TLD	139,2 (4)	124,1 (6)	244,8 (5)	...
	FİLM	1098*	2451*	3266*	...
	ESD	...	...	...	1044,6 (4)
	TLD	...	...	...	297,8 (5)
	FİLM	...	...	...	4401*



* Tek noktadaki maksimum cilt dozu

3. DOZİMETRİK TEKNİKLERİN KARŞILAŞTIRILMASI

1. DAP – Cilt dozu Korelasyonu (projeksiyonlara göre)

$$\begin{array}{lcl} \text{DAP} - \text{ED} & \text{-----} \rightarrow & 0,92 < R < 0,98 \\ \text{DAP}_{\text{ölç}} - \text{ED}_{\text{TLD}} & \text{-----} \rightarrow & R^2 \leq 0,5 \end{array}$$

2. Cilt dozu ölçüm yöntemlerinin karşılaştırılması (projeksiyonlara göre)

$$\text{ESD}_{\text{TLD}} - \text{ESD}_{\text{TLD}} \text{-----} \rightarrow R^2 \leq 0,4 !!!$$

3. DAP sonuçlarının karşılaştırılması

$$\begin{array}{lcl} \text{DAP}_{\text{ölç}} - \text{DAP}_{\text{hes}} & \text{-----} \rightarrow & 0,82 < R^2 < 0,93 \quad (\text{Projeksiyonlara göre}) \\ \text{DAP}_{\text{ölç}} - \text{DAP}_{\text{Rad.film}} & \text{-----} \rightarrow & R^2 \leq 0,85 \quad (\text{Tüm projeksiyonlar için}) \end{array}$$



Çalışma		CA			PTCA		
		Floroskopi Zamanı(dk)	Tpl Rad. Gör. Sayısı	DAP (Gy.c m ²)	Floroskopi Zamanı(dk)	Tpl Rad. Gör. Sayısı	DAP (Gy.c m ²)
Hyuskens, <i>et al.</i> (1995)		8.00	1400	41.0	11	1000	42.6
Pattee, P. <i>et al.</i> (1993)		5.40	1980	-----	18.7	2880	-----
Broadhead <i>et al.</i> (1997)		5.73	689	23-58	12.4	504	61.1
Faulkner K. <i>et al.</i> (1998)		7.20	-----	48.0	26.9	-----	32.7
Dash, H. <i>et al.</i> (1994)		13.5	1460	-----	3.45	1390	-----
Cascade <i>et al.</i> (1987)		9.00	3136	-----	47	2786	-----
Neofotistou <i>et al.</i> (1998)		4.60	1590	72	11.5	1100	93
Padovani <i>et al.</i> (1998)		9.00	1067	39.3	18.5	1430	101.9
Maccia <i>et al.</i> (1995)		0.35	1550	72.2	15.5	450	93.3
Bu çalışma	S1	4,54	720	32,7	10,4	874	64,3
	S2	2,95	793	35,5	12,8	1141	55,5
	S3	4,09	730	74,5	8,25	837	103,1
	S4	4,8	771	53,5	4,73	659	48,6



Çalışma			CA	PTCA
Hwang <i>et al</i> (1998)			180	1021
Federman, J. <i>et al.</i> (1994)			550	680
Cascade <i>et al.</i> (1987)			200	690
Neofotistou, V. <i>et al.</i> (1997)			-----	1000
Bell, M. <i>et al.</i> (1992)			-----	460
Vano <i>et al</i> (1998)			-----	(1000)
Bu çalışma	S1	ED'den	667 (1581)	1040 (1560)
		TLD'den	267(916)	555(1046)
		Rdkr.Film	1278	1495
	S2	ED'den	-----	-----
		TLD'den	132 (399)	200(703)
		Rdkr.Film	1389	2042
	S3	ED'den	1019 (3170)	1065 (1580)
		TLD'den	156 (900)	339(471)
		Rdkr.Film	2063	3091
	S4	ED'den	...	...
		TLD'den	139 (524)	124(310)
		Rdkr.Film	1098	2451

TEŞEKKÜRLER

