

GİRİŞİMSEL NERORADYOLOJİ İNCELEMELERİNDE HASTA VE ÇALIŞANLARIN RADYASYON DOZLARI

**Doğın Bor¹ Ph.D, Saruhan Çekirge², M.D, Törkay Toklu¹ M.Sc.,
Turan Olğar¹ M.Sc., Miyase Gülay¹ M.Sc., Elif Önal¹ M.Sc.,
Barbaros Çil² M.D**

1: Ankara Üniversitesi Mühendislik Faköltesi Fizik Mühendisliğı

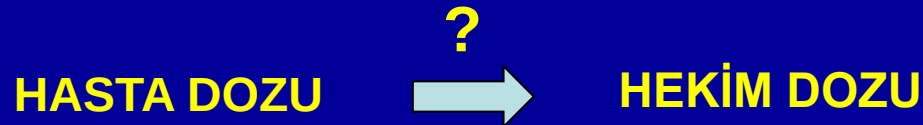
2: Hacettepe Üniversitesi Tıp Faköltesi radyoloji Bölümü

Ankara, Türkiye

GİRİŞ

- Girişimsel nero vasküler incelemelerde 57 hastanın Doz-alan çarpımları ve giriş dozlarının eş zamanlı olarak ölçülmesi.
- Hasta doz ölçümleri ile beraber incelemeyi yapan hekimlerinde dozlarının saptanması

AMAÇ :



57 HASTANIN İNCELEMELERİ 3 RADYOLOG VE BİR TEKNİSYEN TARAFINDAN YAPILMIŞTIR

		RD1	RD2	RD3	RAD
SEREBRAL	Teşhis	-	14	3	24
	Tedavi	13	21	8	20
KAROTİD	Teşhis	-	2	1	4
	Tedavi	2	4	-	2
Toplam		15	41	12	50

SIEMENS NEUROSTAR TOP BIPLANE ANJİYOGRAFİ SİSTEMİ

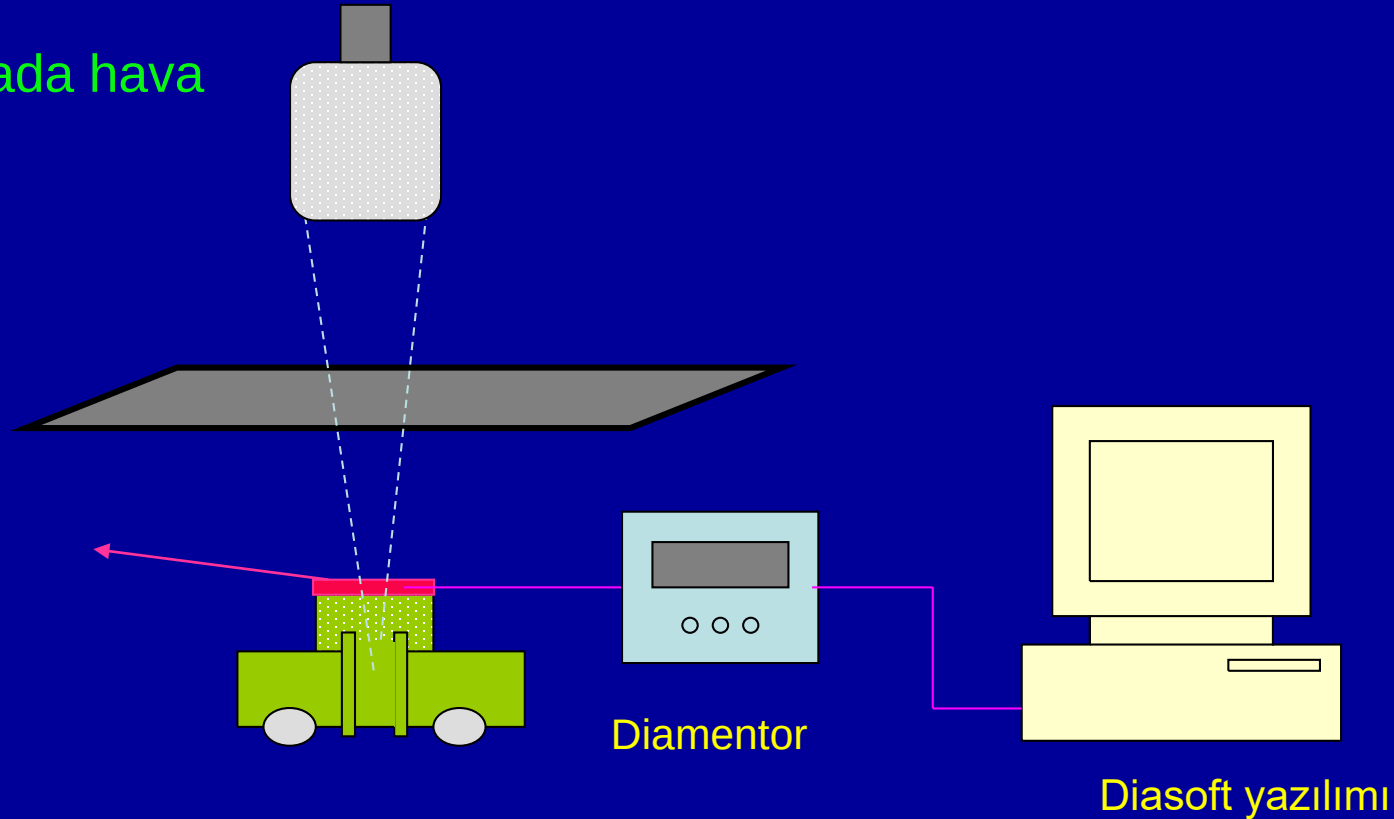
	Hasta girişinde Işınlama değeri		Görüntü Güçlendirici girişinde Işınlama değeri		HVL (mm-Al)
	Fluoroscopy (mGy/min)	Radiography (mGy/frame)	Fluoroscopy (μ Gy/min)	Radiography (μ Gy/frame)	
Tüp A	4.27 (70 kVp – 0.15 mAs)	0.77 (73 kVp – 8.4 mAs)	22.6 (70 kVp – 0.14 mA)	2.56 (73 kVp – 7.3 mAs)	6.43
Tüp B	4.11 (70 kVp – 0.14 mAs)	0.67 (73 kVp – 7.0 mAs)	21.3 (70 kVp – 0.14 mAs)	2.78 (73 kVp – 9.9 mAs)	5.52

- IPEM Protokollerine göre
- RADCAL ölçüm sistemleri kullanılmıştır

HASTA DOZ ÖLÇÜMLERİNDE KULLANILAN DOZİMETRİ

DIAMENTOR M4KDK

- DAP Ölçümü
- Belirli bir noktada hava kerma ölçümü



TLD - 100

- Cilt dozlarının alternatif ölçümü (3.7 x 3.7 x 0.9 mm TLD)

BAŞLANGIÇTAKİ KALİBRASYONLAR

M4KDK Kalibrasyonu

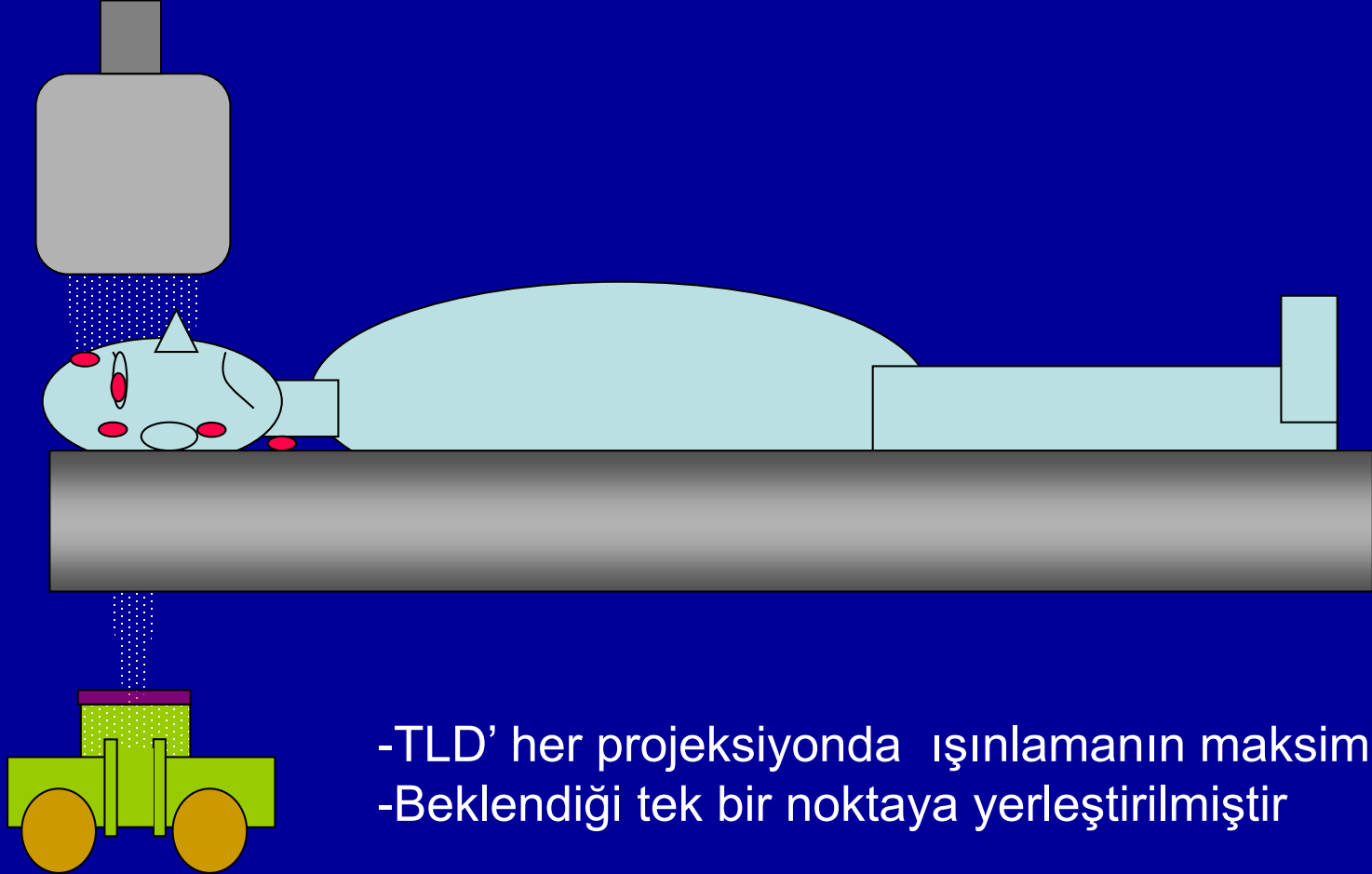
- DAP ve HK için referans iyon odası ile kalibrasyon faktörlerinin bulunması

TLD Kalibrasyonları

- TLD'ler arası farklılık ± 5 % içerisinde olmalıdır

Hasta yatağı azalım faktörünün ölçümü

TLD YERLEŐTİRMELERİ



- TLD' her projeksiyonda ışınlamanın maksimum
- Beklendiđi tek bir noktaya yerleştirilmiştir
- Her noktada 3 tane TLD detektörü kullanılmıştır

HASTA ÖLÇÜMLERİNİN YAPILMASI

- DAP ve HK ölçümleri her projeksiyon için ayrı ayrı yapılmıştır.
- Hasta pozisyonu ve ışınlama geometrisi sürekli gözlenerek not edilmiştir. (PA, LLAT v.s. gibi)
- Floroskopik ve radyografik ışınlama parametreleri inceleme ile eş zamanlı olarak kayıt edilmiştir

KAYIT EDİLEN IŞINLAMA PARAMETRELERİ

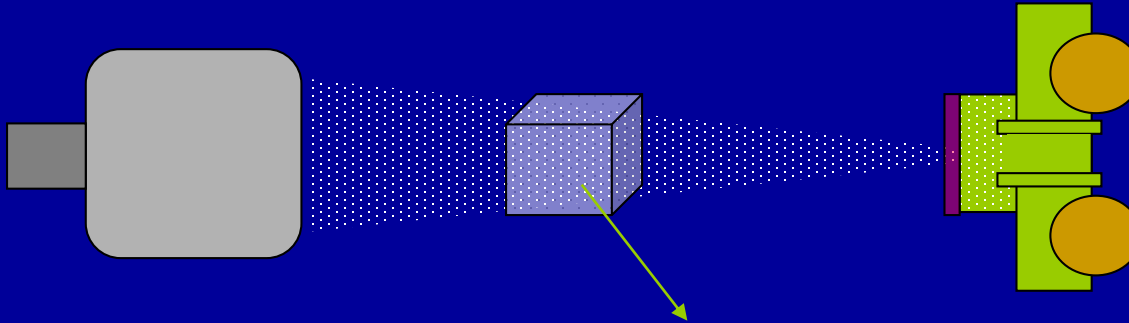
- Floroskopi

- Projeksiyon
- II alanı
- II açısı
- Ortalama mA
- Ortalama kVp
- Floroskopi süresi
- Masa-Odak mesafesi
- DAP (Gycm^2)
- HK (mGy)

- Radyografi

- Projeksiyon
- II alanı
- II açısı
- mA
- kVp
- Puls genişliği (ms)
- Görüntü / sn
- Toplam görüntü sayısı
- Masa-odak mesafesi
- DAP (Gycm^2)
- HK (mGy)

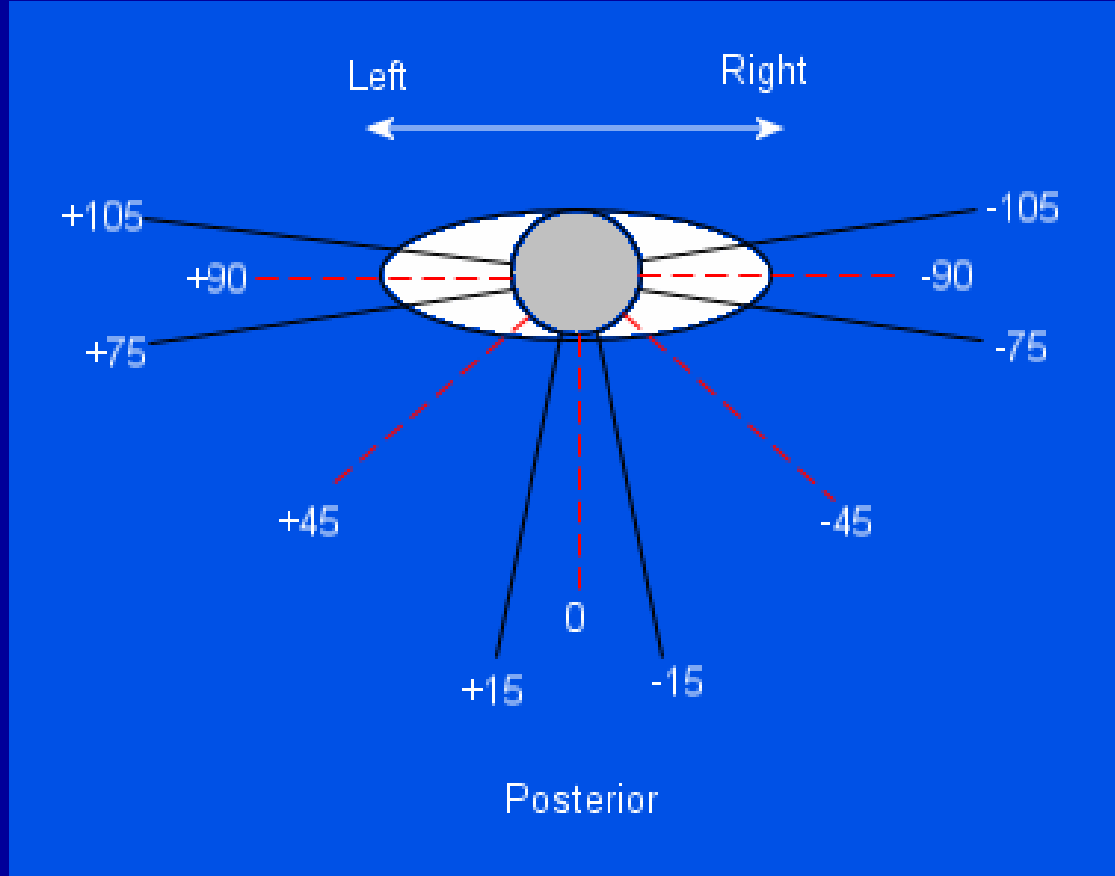
İKİNCİ X-IŞIN TÜPÜNÜN (BİPLANE) KATKISI (Fantom çalışması)



Pleksiglas fantom

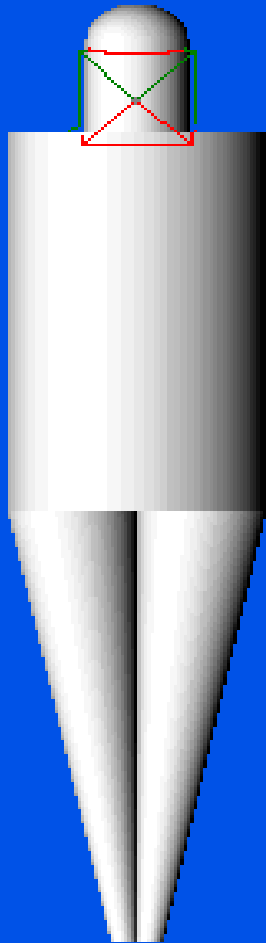
DAP and HK ölçümleri yapılarak
1 Dak. Floroskopi ve 1 görüntü için
Doz değerleri tüm görüş alanları için yapılmıştır

ROTASYONEL ANGİYOGRAFİDEKİ TOPLAM DOZUN PROJEKSİYONLARA BÖLÜŞTÜRÜLMESİ

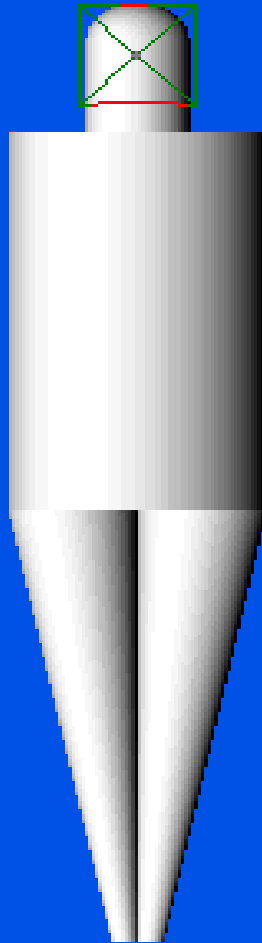


Toplam DAP katkısı : % 10-15

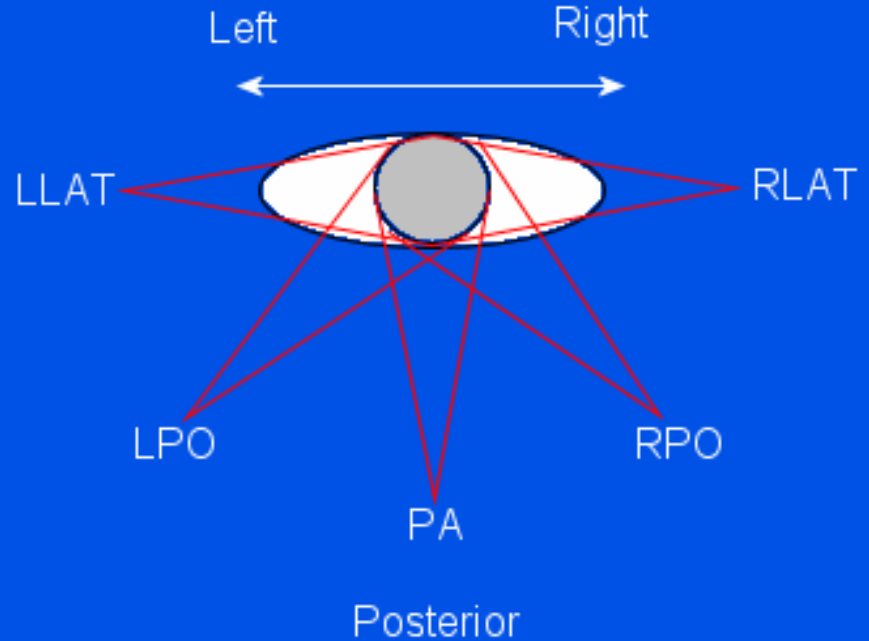
PROJEKSİYONLARIN BENZEŞİMİ



Carotid

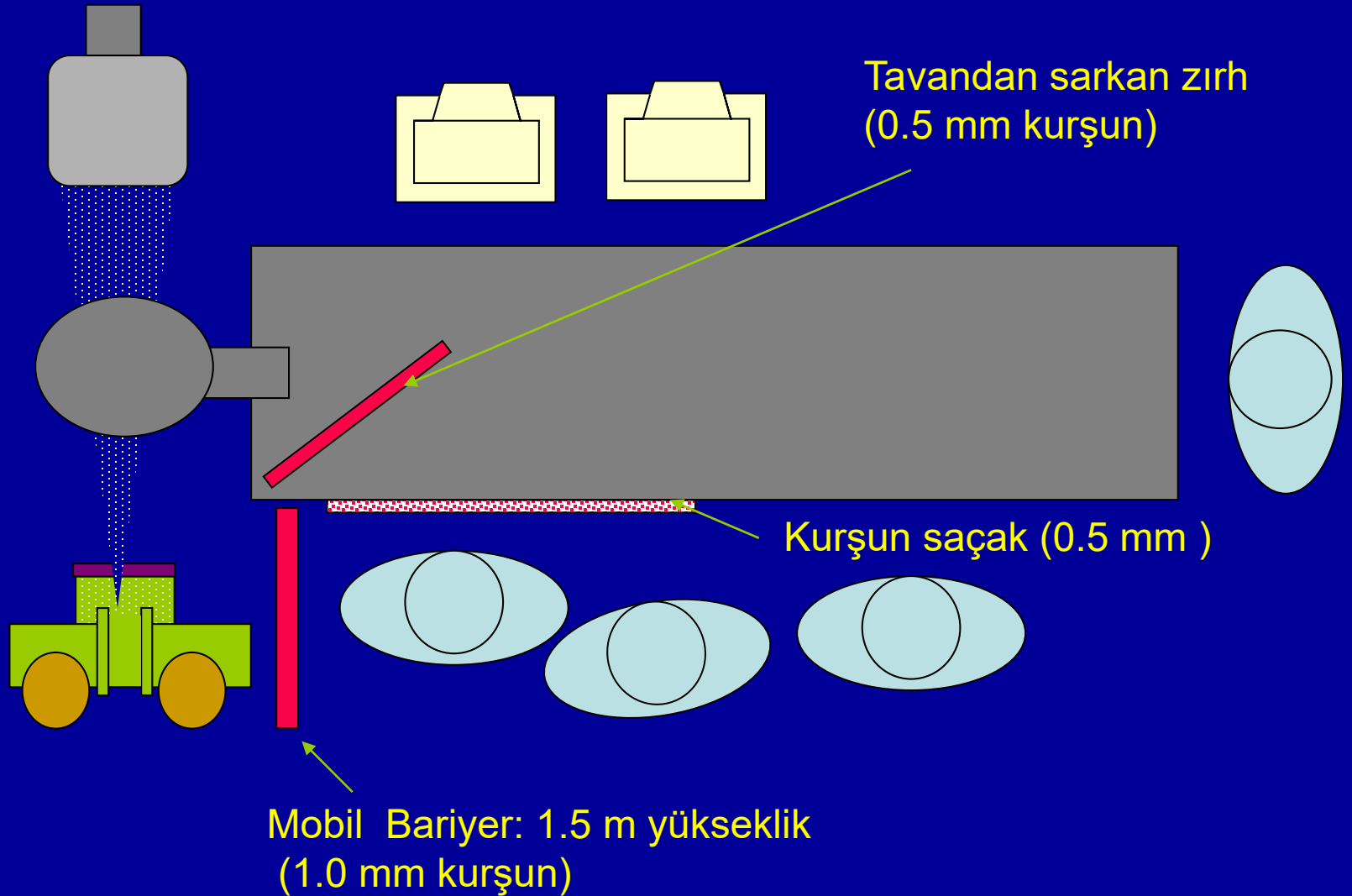


Cerebral



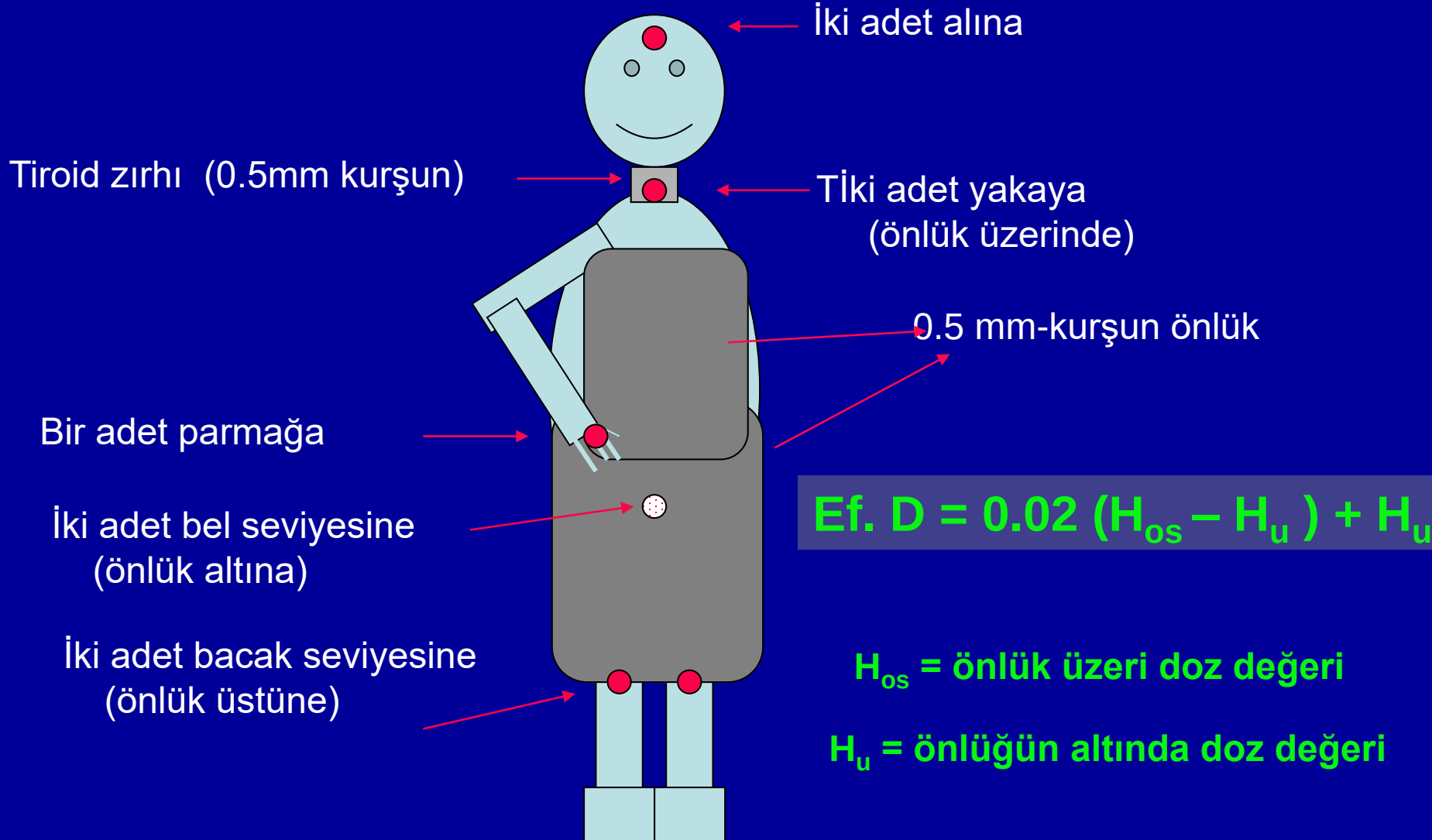
Etkin dozlar her bir projeksiyonda ki DAP değerleri kullanılarak ve PCXMC yazılımı kullanılarak saptanmıştır

İNCELEMİYİ YAPANLARIN POZİSYONLARI VE KORUYUCU BARIYERLERİN KULLANIMI

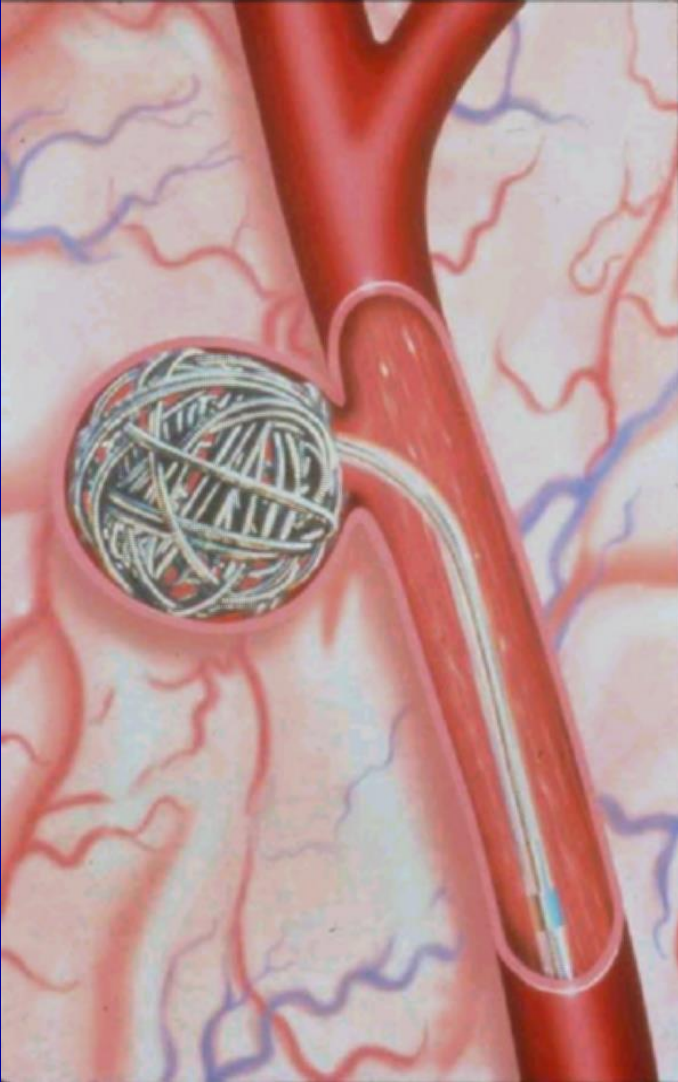


ÇALIŞANLARIN DOZ ÖLÇÜMLERİ

Kişisel dozimetreler sadece hasta doz ölçümleri ile eş zamanlı kullanılmıştır



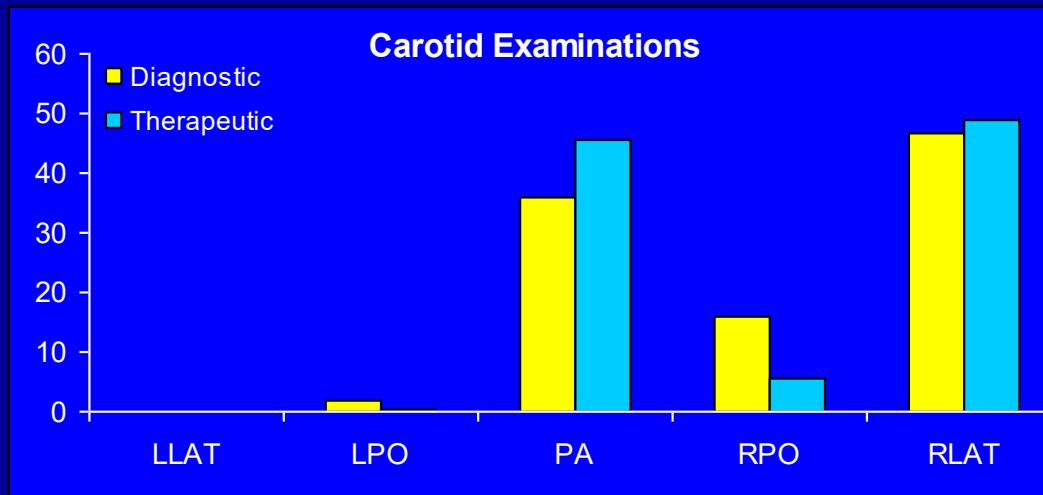
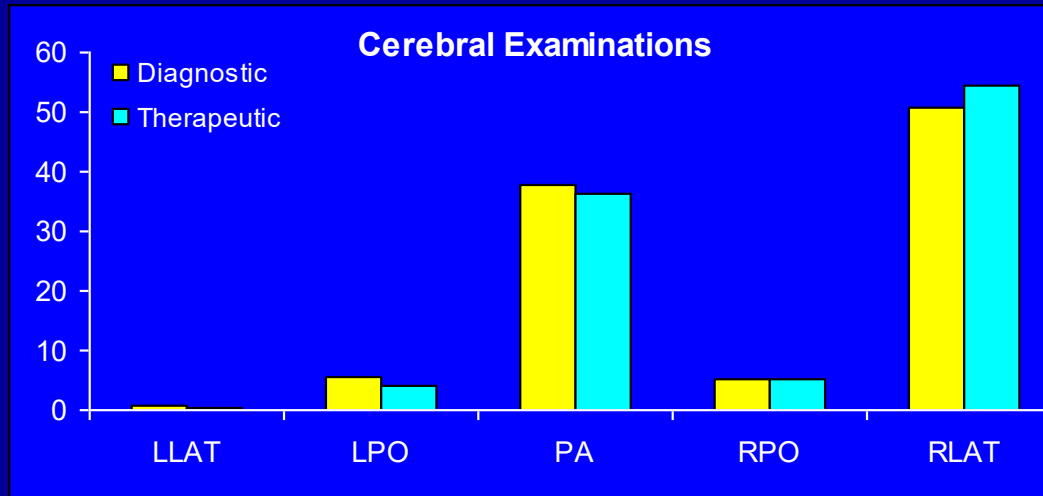
KLİNİK İŞLEMLER



Intracranial aneurysm



HER PROJEKSİYON İÇİN TOPLAM DAP YÜZDESİ



BÜYÜTME FAKTÖRLERİNİN YÜZDE KULLANIMI

		PA Projeksiyon				RLAT Projeksiyon			
FOV: IPER (mGy/min):		33 4.2	22 7.6	17 11.5	13 18.7	33 4.11	22 7.05	17 11.0	13 17.8
Serebral	Teşhis	19 %	78 %	3 %	---	88 %	12 %	---	---
	Tedavi	8 %	63 %	10 %	19 %	58 %	15 %	10 %	17 %
Karotid	Teşhis	12 %	69 %	19 %	---	92 %	8 %	---	---
	Tedavi	16 %	83 %	1 %	---	52 %	29 %	19 %	---

IPER: Hasta girişinde ışınlama hızı

SEREBRAL İNCELEMELER İÇİN DAP VE ETKİN DOZ DEĞERLERİ

			Fluoroscopy DAP (Gycm ²)	DSA DAP (Gycm ²)	Total DAP (Gycm ²)	Effective Dose (mSv)
Cerebral	Diagnostic	Total	16.7(1.6-77.6)	74.8(20.6-175.5)	91.5 (29.2-217.1)	---
		LLAT	0.001(0.0-0.03)	0.57(0.0-11.4)	0.57(0.0-11.4)	0.04(0.0-0.75)
		LPO	0.75(0.0-3.5)	4.4(0.0-14.2)	5.2(0.0-14.9)	0.3(0.0-1.0)
		PA	11.3(0.5-74.8)	23.4(6.0-55.4)	34.6(10.7-81.7)	1.7(0.5-4.3)
		RPO	2.3(0.0-15.0)	2.5(0.0-14.1)	4.8(0.0-22.8)	0.3(0.0-1.4)
		RLAT	2.4(0.2-11.8)	43.8(8.0-108.7)	46.2(8.4-120.5)	2.8(0.5-7.2)

Therapeutic	Total	58.1(15.7-144.5)	157.6(80.8-257)	215.7 (100.2-394)	---
	LLAT	0.0(0.0-0.0)	0.5(0.0-3.0)	0.5(0.0-3.0)	0.03(0.0-0.2)
	LPO	2.3(0.0-21.4)	6.5(0.0-40.2)	8.8(0.0-56.8)	0.6(0.0-3.9)
	PA	27.5(7.7-61.4)	50.5(24.6-96.1)	78.0(32.8-157.5)	4.1(1.8-7.9)
	RPO	5.6(0.0-34.4)	5.5(0.0-39.7)	11.1(0.0-74.1)	0.8(0.0-5.6)
	RLAT	22.8(1.6-83.1)	94.5(22.0-153.6)	117.3(27.7-237)	7.9(1.7-15.3)

DAP VE FLOROSKOPİ SÜRELERİNİ KARŞILAŞTIRMASI (Serebral İncelemeleri)

	Reference	DAP (Fluoro. Time) Gy-cm ² (Min)	%DAP _{Fluor.}	%DAP _{DSA.}
Therapeutical	Marshall NW	122 (8)		
	McParland BJ	105 (34)		
	Bergeron P	168		
	Gfirtner H	140 (40)		
	Zoetelief J	53		
	Ruiz-Cruces R	83 (17.7)		
	This Work	215.7 (48.4)	27%	73%
Diagnostic	Vano E	68.2		
	Kaufman GW	30 (11)		
	Marshall NW	48 (4.7)		
	McParland BJ	74.1 (12.1)		
	Gfirtner H	92 (11.5)		
	Zoetelief J	43		
	This Work	91.5 (10.6)	18%	82%

DAP ve ETKİN DOZ DEĞERLERİ

Karotid incelemeleri

			Fluoroscopy DAP (Gycm ²)	DSA DAP (Gycm ²)	Total DAP (Gycm ²)	Effective Dose (mSv)
Carotid	Diagnostic	Total	33.2(11.7-65.7)	98.6(66.0-136.9)	131.8(88.8-161)	---
		LLAT	0.0(0.0-0.0)	0.0(0.0-0.0)	0.0(0.0-0.0)	0.0(0.0-0.0)
		LPO	0.6(0.0-2.5)	1.5(0.0-7.6)	2.2(0.0-8.3)	0.2(0.0-0.7)
		PA	11.3(6.7-18.5)	36.0(23.8-57.8)	47.3(7.6-64.5)	2.5(2.0-3.3)
		RPO	16.5(0.0-52.7)	4.3(0.0-8.1)	20.8(0.0-60.8)	1.4(0.0-4.0)
		RLAT	4.8(1.5-13.4)	56.8(40.4-79.1)	61.6(41.8-84.0)	7.0(4.7-9.4)

	Therapeutic	Total	85.6(44.7-182.8)	103.0(66.4-144)	188.6(111.1-327)	---
		LLAT	0.0(0.0-0.0)	0.0(0.0-0.0)	0.0(0.0-0.0)	0.0(0.0-0.0)
		LPO	0.0(0.0-0.0)	0.4(0.0-1.6)	0.4(0.0-1.6)	0.04(0.0-0.15)
		PA	49.8(22.1-113.6)	36.0(19.7-60.2)	85.8(44.4-173.8)	5.0(2.4-10.4)
		RPO	9.6(1.1-28.8)	0.7(0.0-2.9)	10.3(1.1-28.8)	0.7(0.1-1.9)
		RLAT	26.2(17.8-40.5)	65.9(38.5-82.4)	92.1(56.3-122.9)	10.7(6.4-15.0)

DAP VE FLOROSKOPİ SÜRELERİNİ KARŞILAŞTIRMASI (Karotid İncelemeleri)

Referans		DAP (Fluoro. Time) Gy-cm ² (Min)	%DAP _{Fluor.}	%DAP _{DSA.}
McParland BJ		49.3 (10.3)		
Steele HR		27.4 (3.9)		
Williams J		61		
Mini RL		98 (3.8)		
Broadhead DA		61.4		
Bu çalışma	Diag.	131.8 (16 5)	25%	75%
	Ther.	188.6 (50.1)	45%	55%

ETKİN DOZLARIN SAPTANMASI

Her projeksiyon için :

<u>DAP Gy-cm²</u>	<u>Etkin doz (mSV)</u>
PA : 85 ----->	4.22
RPO : 10 ----->	0.66
RLAT : 92 ----->	10.42
<u>Total : 188</u>	<u>15.3</u>

Projeksiyonların ortalamasının alınması ve
tek Monte Carlo dönüşüm faktörünün kullanılması

Σ DAP = 188 Gy-cm² E. D. = **9.34** (PA projeksiyonunun katsayısı kullanılarak)

HASTA ETKİN DOZLARININ KARŞILAŞTIRMASI

	Aralık	Ortalama
McParland	2.1 – 20	7
Feygelman	1.6 – 14	6.2
Bergeron	0.44 – 3.4	1.8
Berthelson		3.5
Cederblad		25
	? - 152	33
Gkanatsios*		
	? – 156	74
Cereb. Diag.	(1.7-11.8)	5.2
Cereb. Ther.	(5.6-23.2)	13.4
T.W.		
Car. Diag.	(7.3-13)	11.2
Car. Ther.	(9.5-27.5)	16.4

CİLT DOZLARI

TOPLAM FLOROSKOPİ SÜRELERİ

TOPLAM STATİK GÖRÜNTÜ SAYILARI

(Serebral İncelemeleri)

			TLD (mGy)	ED (mGy)	Total Fluoroscopy Time (min)	Total # of Radiographic Frames
Cerebral	Diagnostic	LLAT	13.2(3.1-25.5)	0.6(0.0-6.0)	10.6(1.7-33.0)	481(149-1088)
		LPO	---	22.2(0.0-76.8)		
		PA	95.4(18.3-337.9)	148.0(42.2-429.7)		
		RPO	---	24.7(0.0-95.9)		
		RLAT	76.6(.3-226.0)	169.9(28.0-403.4)		

Therapeutic	LLAT	89.7(13.3-994.8)	2.1(0.0-13.4)	48.4(5.3-140.0)	1250(526-1912)
	LPO	---	87.6(0.0-871.5)		
	PA	231.2(31.3-1426)	503.8(182.9-918.3)		
	RPO	---	138.5(0.0-1026.0)		
	RLAT	222.1(30.7-743.4)	626.3(117.3-1189)		

CİLT DOZLARI

TOPLAM FLOROSKOPİ SÜRELERİ

TOPLAM STATİK GÖRÜNTÜ SAYILARI

(Karotid İncelemeleri)

			TLD (mGy)	ED (mGy)	Total Fluoroscopy Time (min)	Total # of Radiographic Frames
Carotid	Diagnostic	LLAT	27.7(12.0-57.6)	0.0(0.0-0.0)	16.5(7.9-26.7)	613(442-831)
		LPO	---	10.7(0.0-36.0)		
		PA	153.3(65.4-296.0)	201.1(152.1-244.4)		
		RPO	---	72.4(0.0-232.9)		
		RLAT	143.9(50.4-314.8)	221.1(140.1-281.4)		

Therapeutic	LLAT	32.6(12.0-50.1)	0.0(0.0-0.0)	50.1(38.4-76.8)	727(485-864)
	LPO	---	3.2(0.0-12.8)		
	PA	609.5(278.8-1354)	458.1(223.0-960.7)		
	RPO	---	45.2(5.6-117.9)		
	RLAT	438.8(227.1-927.6)	453.0(317.4-554.)		

CİLT DOZLARI

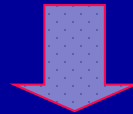
Teşhis incelemeleri:

$$(\text{Cilt Dozu})_{\text{HK}} > (\text{Cilt Dozu})_{\text{TLD}}$$

%55-%65 Yüksek ($r^2 = 0.65$)

Tedavi incelemeleri:

$$(\text{Cilt Dozu})_{\text{HK}} \gg (\text{Cilt Dozu})_{\text{TLD}}$$



Büyütme faktörlerinin kullanımı (ışınlama sahalarının küçülmesi)

Teşhis incelemeleri: Yok

Tedavi incelemeleri: %10 and %17 f
17" and 13" FOV için

CİLT DOZLARININ KARŞILAŞTIRMASI (Cerebral İncelemeleri)

Reference		Gy			Maksimum değer
Norbash AM		1.52			
Bergeron P		0.615			
McParland BJ		0.340			
O'Dea TJ	Diag.	0.94			6.0
„	Ther.	2.1			8.8
Gkanatsios NA	Diag.	1.3	Frontal		5.1
„	„	0.6	Lateral		4.1
„	Ther.	2.8	Frontal		5.0
„	„	1.9	Lateral		5.2
Bu çalışma	Diag.	0.15	(0.095)¹	PA	0.43 (0.33)
„	„	0.17	(0.076)	RLAT	0.4 (0.22)
„	Ther.	0.5	(0.23)	PA	0.9 (1.42)
„	„	0.62	(0.22)	RLAT	1.2 (0.74)

HASTA LENS DOZLARI

		Sol göz lensi (mGy)	Sağ göz lensi (mGy)
Serebral	Teşhis	8.5 (2.5-37.2)	20.9 (4.9-66.7)
	Tedavi	18.7 (7.8-38.5)	45.3 (14.7-86.4)
Karotid	Teşhis	7.5 (5.3-10.7)	19.5 (13.3-28.2)
	Tedavi	10.2 (4.5-19.5)	24.6 (9.1-43.1)

SEREBRAL İNCELEMELERDE CİLT DOZLARININ KARŞILAŞTIRMASI

Reference		Ort. Değer (Gy)		Maksimum sonuç (Gy)
Norbash AM		1.52		
Bergeron P		0.615		
McParland BJ		0.340		
O'Dea TJ	Diag.	0.94		6.0
„	Ther.	2.1		8.8
Gkanatsios NA	Diag.	1.3	Frontal	5.1
„	„	0.6	Lateral	4.1
„	Ther.	2.8	Frontal	5.0
„	„	1.9	Lateral	5.2
This Work	Diag.	0.15	(0.095) ¹ PA	0.43 (0.33)
„	„	0.17	(0.076) RLAT	0.4 (0.22)
„	Ther.	0.5	(0.23) PA	0.9 (1.42)
„	„	0.62	(0.22) RLAT	1.2 (0.74)

ÇALIŞANLARIN DOZLARI

	RD1		RD2		RD3		RAD	
	N=15, 2760 Gy _{cm} ²		N=41, 6786 Gy _{cm} ²		N=12, 1844 Gy _{cm} ²		N=50, 7464 Gy _{cm} ²	
	μGy/Proc.	μGy/DAP	μGy/Proc.	μGy/DAP	μGy/Proc.	μGy/DAP	μGy/Proc.	μGy/DAP
Tiroid	44.7	0.243	12.7	0.077	29.2	0.190	14.4	0.097
Bel hizası ¹	32.1	0.174	11.0	0.067	10.8	0.071	7.2	0.048
Göz	114.1	0.620	40.8	0.246	87.0 ³	0.804 ³	22.4	0.150
Sol parmak	103.4	0.562	52.7	0.319	90.8	0.591	27.3 ⁴	0.186 ⁴
Sağ parmak	53.4	0.290	45.6	0.276	120.0	0.781	33.4 ⁴	0.228 ⁴
Sol bacak	43.4	0.236	22.0	0.133	---	---	23.2	0.156
Sağ bacak	80.1 ²	0.477 ²	22.2	0.134	27.5	0.179	20.6	0.138

¹ Önlük altı

² N=9, DAP=1513 Gy_{cm}²

³ N=5, DAP=541 Gy_{cm}²

⁴ N=47, DAP= 6903 Gy_{cm}² (Wrist)

RD: Radyolog

RAD: Teknisyen

N: Hasta sayısı

ÇALIŞANLARIN ETKİN DOZLARI VE ETKİN DOZ DAP ORANLARI

	RD1 ¹	RD2 ²	RD3 ²	RAD ²
Eff.D. / İşlem (μ Sv / Proc.)	32.32	13.23	11.20	7.36
Eff.D. / DAP (μ Sv / Gy cm^2)	0.176	0.078	0.073	0.049

¹ Sadece tedavi incelemeleri

² Hem tedavi hem de teşhis incelemeleri

DOZ KARŞILAŞTIRMALARI

Referans(N)	Göz	Tiroid	Eller	Bacaklar	Bel
Kicken PJ (27)	10	15	55	98	22
„ (26)	9	20	31	18	-
„ (17)	20	27	27	66	30
Riley RC (26)	51	61	65		
Santen BC (37)	48	-	11		
Chopp M (18)	31	28	20		
Burgess AE (69)			10		
Tryhus M (10)	26	41	71		
HughesDG (53)	54		11		
„ (47)	62		43		
Marshall (30)	14		19		
This work	67.3	28.8	77.6	39	18 *

HASTA VE ÇALIŞANLARDA YÜKSEK DOZLAR SAPTANMIŞTIR

İncelemelerin klinik olarak zor olması

**Biplane sistem ve rotasyonel
anjiyografi sistemlerinin kullanılması**

Sistemin tasarımı (Hekim X-ışın tüpünün yanındadır)

Büyütme faktörlerinin çok sık kullanılması

RLAT (sağ lateral) projeksiyonun sık kullanılması

