

ONCENTRA TEDAVİ PLANLAMA SİSTEMİNDE 'COLLAPSED CONE' VE 'PENCIL BEAM' HESAP ALGORİTMALARININ KARŞILAŞTIRILMASI

S.Kurt, Z.Karagüler, Ş.Kınay, L.Ateş, M.Adıgöl,
M.Kınay

*Dokuz Eylül Üniversitesi Radyasyon Onkolojisi Anabilim Dalı
Eylül 2005- Kayseri*

Bilgisayarlı Tedavi Planlama Sistemlerinde Doz Hesaplama Algoritmaları

- Doz hesaplama algoritmalarındaki teknikler, bilgisayar teknolojisinin hızlı değişimine bağlı olarak gelişmektedir.

- Doz hesaplama algoritmaları, tedavi planlama sistemlerinin en önemli bölümüdür.
- Bu algoritmalar, hastadaki dozu ve buna bağlı olarak **MU** hesaplarını belirlemede kullanıldığı için güvenilir olmalıdır.

Oncentra Tedavi Planlama Sistemi (OTPS)

foton doz hesaplarında iki temel algoritmayı destekler.

(OTP 1.3 Dose Calculation Algorithms)

Foton demetleri için **‘Collapsed Cone’ (CC)**
(Ahnesjö;1989) ve **‘Pencil Beam’ (PB)**
doz hesaplama algoritmaları mevcuttur.

‘Collapsed Cone’ doz hesaplama algoritmasının inhomojenite düzeltmelerinde ‘Pencil Beam’ algoritmasına göre daha uygun olduğu literatürlerde ifade edilmektedir.

(Journal of Applied Clinical Medical Physics, Vol.2, No.1,2001)

Hangi Algoritma Kullanılmalı?

- Bu çalışmada OTPS'de toplam 20 hastada, 6 ve 18 MV-X enerjisinde, çeşitli alan boyutlarında PB ve CC algoritmaları kullanılarak doz hesapları yapılmıştır.
- Doz hesapları sonucunda bulunan MU'ler, hesaplama süreleri ve ortalama dozlar karşılaştırılmıştır.

Calculation specification | **Beam weighting** | Dose volume prescription | Optimization conditions | QA options

☐ Optimize plan

Number of fractions

Number of fractions: 25

Basis for density representation

☒ Inhomogeneity correction

External axial extension:

Superior extension (cm): 0.0

Inferior extension (cm): 0.0

Dose matrix geometry

Pixel spacing (cm): 1.00 x 1.00

Number of pixels per slice: 44 x 28

Number of slices: 65

Shortest slice distance (cm): 0.5

Radiation types

Photon | **Electron**

Algorithm

☒ Pencil Beam

☐ Collapsed Cone

Dose Calculation

Plan information

Patient: NAYIME OZGUR

Case: ENDOMETRIUM

Plan: endometrium

Status

Dose: Calculation in progress

Optimize plan: No

Line Dose: Inactive

Calculation job

Job label: ENDOMETRIUM/endometrium

Priority: Normal

Options...

Calculate

Close

**PROGRAM ALGORİTMA
SEÇİMİNİ SUNMAKTADIR!**

	☒	on	☒	sag lat	☒	arka	☒	sol lat	Total Rel. Dose (%)
MU or min / Fx		76.94		76.94		76.94		76.94	
Weight (Meterset)		1.00		1.00		1.00		1.00	

Mode

- ☐ Absolute - Unnormalized
- ☐ Absolute - Normalized
- ☒ **Relative - Normalized**

Normalization dose: 100.0 %

45.00 Gy <-> 95.0 %

☐ Beam weight point:

Equal contributions

Dose display

- ☒ Total
- ☐ Per fraction

Nr. of fractions

25

Dose specification point

- None -

Undo

<< Less

Close

Normalization: Average of ptv

Normalization

- ☐ Minimum
- ☐ Maximum
- ☒ Average

☒ ptv

- ☐ Positional

☐ User defined point [X, Y, Z] - interpolated dose

Calculation specification

Beam weighting

Dose volume prescription

Optimization conditions

QA options

☐ Optimize plan

Number of fractions

Number of fractions:

25

Basis for density representation

☒ Inhomogeneity correction

External axial extension:

Superior extension (cm):

0.0

Inferior extension (cm):

0.0

Dose matrix geometry

Pixel spacing (cm):

1.00

x

1.00

Number of pixels per slice:

44

x

28

Number of slices:

65

Shortest slice distance (cm):

0.5

Radiation types

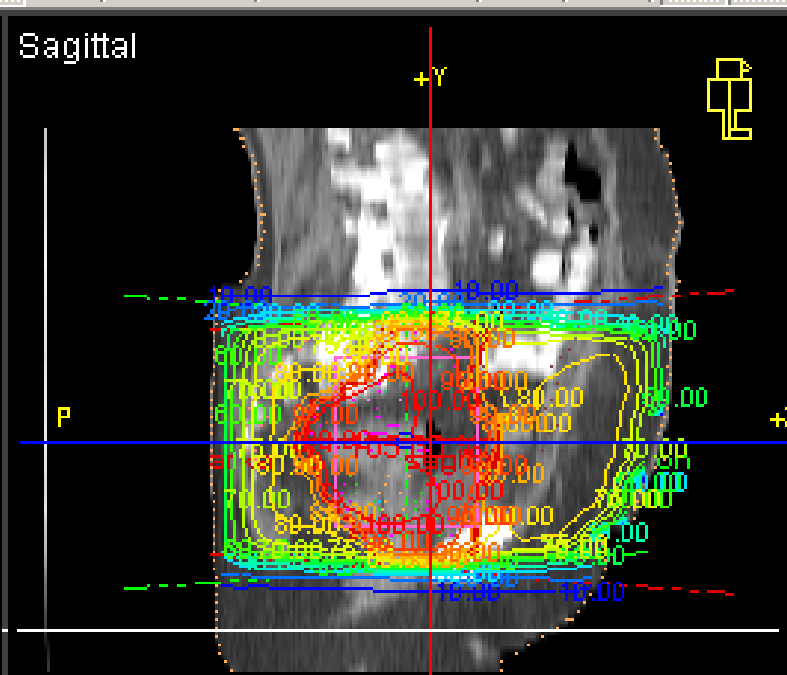
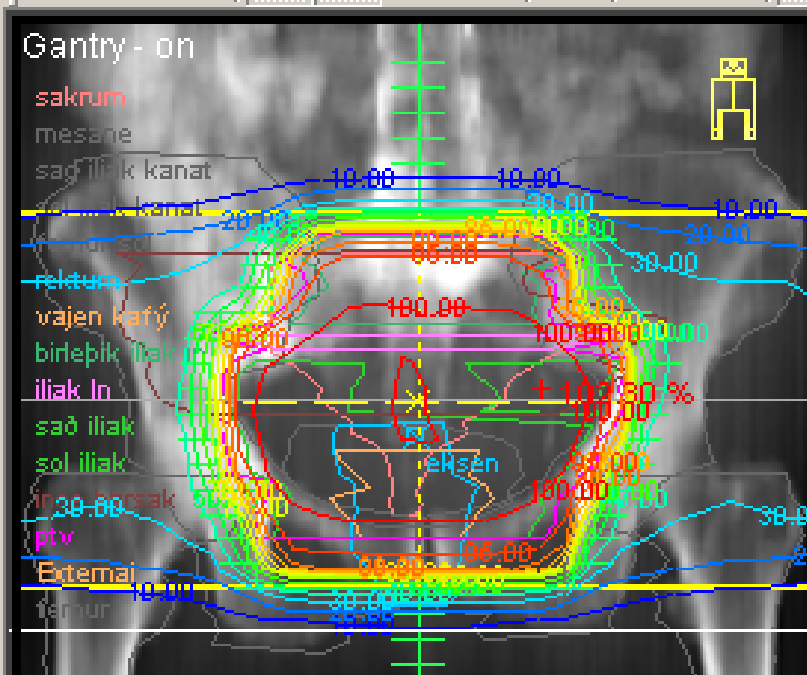
Photon

Electron

Algorithm

☐ Pencil Beam☒ Collapsed Cone

NAYIME DZGUR
ID 960227
ENDOMETRIUM (*)
Image Series (C
Structure Set (P
TPRP
endometrium (c
Dose



Calculation Queue Manager - localhost

File View Action Show Help

Job #	Label	Priority	Status	Time	Username
2497	NHL/NHL	Normal	Completed	0:00:44	pol3
2498	6-1-2005/orbita	Normal	Completed	0:00:10	pol3
2499	6-1-2005/orbita	Normal	Completed	0:05:43	pol3
2500	HIPOFIZ!/hipofiz	Normal	Completed	0:00:11	pol3
2501	6-1-2005/orbita	Normal	Completed	0:00:11	pol3
2502	6-1-2005/orbita	Normal	Completed	0:05:29	pol3
2503	MSK-17/08/2005/CUNEYT	Normal	Completed	0:03:30	pol3
2504	ENDOMETRIUM/endometrium	Normal	Completed	0:01:57	pol3
2505	ENDOMETRIUM/endometrium	Normal	Completed	0:01:52	pol3
2506	ENDOMETRIUM/endometrium	Normal	Completed	0:02:11	pol3
2507	ENDOMETRIUM/endometrium	Normal	Completed	0:01:56	pol3
2508	ENDOMETRIUM/endometrium	Normal	Completed	0:16:13	pol3

Beam Weighting

	☒	on	☒	sag lat	☒	arka	☒	sol lat	Total Rel. Dose (%)
MU or min / Fx		78.54		78.54		78.54		78.54	
Weight (Meterset)		1.00		1.00		1.00		1.00	

Mode

- ☐ Absolute - Unnormalized
☐ Absolute - Normalized
☒ **Relative - Normalized**

Normalization dose: %
 Gy <-> %

☐ Beam weight point:

Dose display

- ☒ Total
☐ Per fraction

Nr. of fractions

Dose specification point

Normalization: Average of ptv

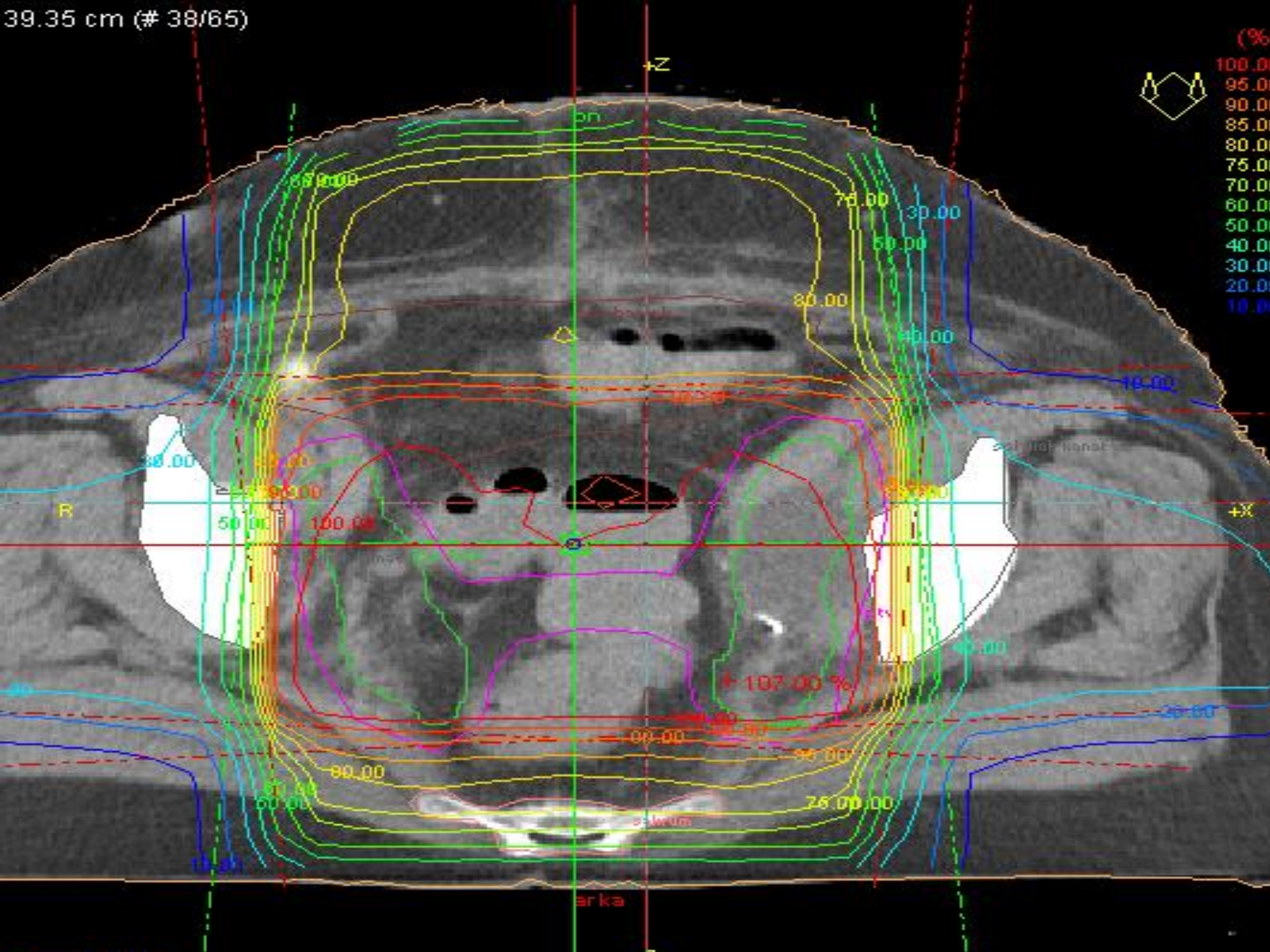
Normalization

- ☐ Minimum
☐ Maximum
☒ **Average**
☐ Positional

User defined point [X, Y, Z] - interpolated dose

cm cm cm

39.35 cm (# 38/65)



Oncentra Tedavi Planlama Sisteminde Collapsed Cone ve Pencil Beam Hesap Algoritmalarının Karşılaştırılması

Küçük Alan									Büyük Alan							
Vaka	Enerji	Collapsed Cone			Pencil Beam			Fark (%)	Vaka	Collapsed Cone			Pencil Beam			Fark (%)
		Ortalama (CTV)	Ortalama (PTV)	Hesap Suresi	Ortalama (CTV)	Ortalama (PTV)	Hesap Suresi			Ortalama (CTV)	Ortalama (PTV)	Hesap Suresi	Ortalama (CTV)	Ortalama (PTV)	Hesap Suresi	
	6 MV															
	18 MV															
	6 MV															
	18 MV															
	6 MV															
	18 MV															
	6 MV															
	18 MV															
	6 MV															
	18 MV															
	6 MV															
	18 MV															
	6 MV															
	18 MV															
	6 MV															
	18 MV															
	6 MV															
	18 MV															
	6 MV															
	18 MV															
	6 MV															
	18 MV															
	6 MV															
	18 MV															

	Küçük Alan<15x15							
		Collapsed Cone			Pencil Beam			MU
Vaka	Enerji	Ortalama (CTV)Gy/MU	Ortalama (PTV)Gy/MU	Hesap Suresi	Ortalama (CTV)Gy/MU	Ortalama (PTV)Gy/MU	Hesap Suresi	Fark (%)
Prostat	6 MV	65,7/94,9		19:04	65,9/93,3		12sn	1,71
	18 MV	64,6/71		19:12	64,7/70		14sn	1,43
Orbita	6 MV	49,4/125,8		06:31	48,9/123		8sn	2,27
	18 MV	47,5/110		06:30	47,3/107		10sn	2,81
Beyin	6 MV	60,7/112,9	60/112,9	12:09	60,7/112		11sn	0,8
	18 MV	61,9/95,1	60,5/95,1	13:52	59,7/93,5	58,5/93,5	11sn	1,71
Beyin	6 MV	46/217,4	45/217,4	06:04	46/217,3	45/217,3	7sn	0,046
	18 MV	45/169,7	44/169,7	06:03	45/166,9	44/166,9	9sn	1,68
Beyin	6 MV	46,5/222	45,9/222	08:16	46,5/222	45,8/222	9sn	0
	18 MV	45,9/171	44,6/171	08:36	45,8/168	44,5/168	10sn	1,78
Glottik	6 MV	66/219,3	65/219,3	07:55	66,3/217	65,9/217	9sn	1,06
	18 MV	65,7/171	64,1/171	07:57	66/168	64,7/168	10sn	1,78
Hipofiz	6 MV		50/132,5	06:02		50/130,4	10sn	1,61
	18 MV		50/115,6	05:56		50/112,5	11sn	2,75
Hipofiz	6 MV		50,5/134	06:05		50,5/132	10sn	1,51
	18 MV		50,6/117	06:08		50,6/114	11sn	2,63
Prostat	6 MV	66/95,2		17:10	66/94		11sn	1,27
	18 MV	65,7/69		17:30	65,2/68,1		13sn	1,32
Orbita	6 MV	49,2/126		06:40	48,7/124		9sn	1,61
	18 MV	47,7/112		06:45	47,4/109		10sn	2,75

Büyük Alan≤15x15							
Collapsed Cone				Pencil Beam			MU
Vaka	Ortalama (CTV)Gy/ MU	Ortalama (PTV)Gy/ MU	Hesap Suresi	Ortalama (CTV)Gy/ MU	Ortalama (PTV)Gy/ MU	Hesap Suresi	Fark (%)
Rektum	53,1/73,4		13:33	54,2/73		34sn	0,55
	54,1/62		13:28	54,4/60		39sn	3,33
Prostat	43,9/75,2		13:55	46,6/73,8		23sn	1,89
	44,1/61		14:30	45,9/59,6		26sn	2,35
Pankreas	49,9/130	49,6/130	11:15	50/129,5	50/129,5	28sn	0,39
	49/101,7	49/101,7	11:25	50/100,4	50/100,4	29sn	1,29
Serviks	44,7/69,8		16:30	44,4/67,9		26sn	2,79
	43,8/54,8		16:21	43,8/53,6		30sn	2,24
Serviks	45,3/68,9		13:20	45,4/67,6		33sn	1,92
	45,2/55,4		13,24	45,4/54,3		35sn	2,03
Mide	44/106,7	44/106,7	09:05	45/105,3	45/105,3	9sn	1,33
	44,6/92,9	44,4/92,9	09:11	44,9/91,2	44,7/91,2	9sn	1,86
Akciğer	112,96		06:15	111,53		9sn	1,28
	104,77		06:19	103,42		9sn	1,3
Endometrium		45,3/95	12:53		45,3/93	01:22	2,15
		45,4/74,6	13:06		45,3/73	01:28	2,19
Endometrium		45,3/65,7	16:16		45,5/64,8	24sn	1,51
		45,5/53,7	16:10		45,2/52,7	28sn	1,8
Akciğer		42,2/122	06:34		42/118	6sn	3,39
		39,6/106	06:43		40,5/102	7sn	3,92

Küçük alanlar için <15x15

- 6MV-X ortalama % fark 1.19
- 18MV-X ortalama % fark 2.06
- Hesap Süreleri
- PB'de 7sn-14sn
- 'CC'da 6dk-20dk arasındadır.

Büyük alanlar için $\geq 15 \times 15$

- 6MV-X ortalama % fark 1.72
- 18MV-X ortalama % fark 2.23
- Hesap süreleri
- PB'de 6sn-2dk
- 'CC'da 7dk-17dk arasında değişmektedir.

SONUÇLAR:

15x15> alanlarda PB ve CC
algoritmaları arasındaki fark;

6 MV-X ışığında %0.38

18 MV-X ışığında ise %0.49'dur.

Gerçek doz ölçüm sonuçları ile karşılaştırma

- OTPS iki foton enerjisi için, değişik alan boyutlarında iki farklı algoritmada %100'e normalize edilerek doz hesabı yapılmıştır.

15x15≤ alanlarda CC ile PB algoritması karşılaştırıldığında ;

- 6 MV-X'de % fark 1.37
- 18 MV-X % fark 1.70

■ Gerçek doz ölçümleri ile karşılaştırıldığında arada anlamlı bir fark yoktur.

- İki foton enerjisinde PB ve CC algoritmaları arasındaki farklara bakıldığında küçük alanlarda PB algoritmasını kullanmak daha uygundur.

- Küçük alanlarda PB doz hesaplama algoritmasının, CC algoritmasına göre dozimetrik açıdan da daha uygun olduğu bulunmuştur.

- Küçük alanlarda hesaplama süreleri
- PB'de 2sn-14sn
- CC' da 6dk-20dk arasındadır.
- Bu nedenle, her iki enerjide PB hesap algoritmasını kullanmak daha iyi
- PB algoritmasının seçilmesinde sistemin performansıda artmaktadır.

TEŞEKKÜRLER