

FİLM DOZİMETRİSİ, LİNEER ARRAY ve 0.125 cc'lik İYON ODASI KULLANILARAK ÖLÇÜLEN FİZİKSEL PENUMBRA DEĞERLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI

Aysun ÖZSOY¹

S.GÜRDALLI², M.GÜRKAYNAK²

¹ İnönü Üniversitesi Radyasyon Onkolojisi Anabilim Dalı

² Hacettepe Üniversitesi Radyasyon Onkolojisi Anabilim Dalı

■ AMAÇ

Bu çalışmada, Lineer array, film dozimetrisi ve 0,125cc'lik iyon odası kullanılarak ölçülen fiziksel penumbra değerleri karşılaştırılmıştır.

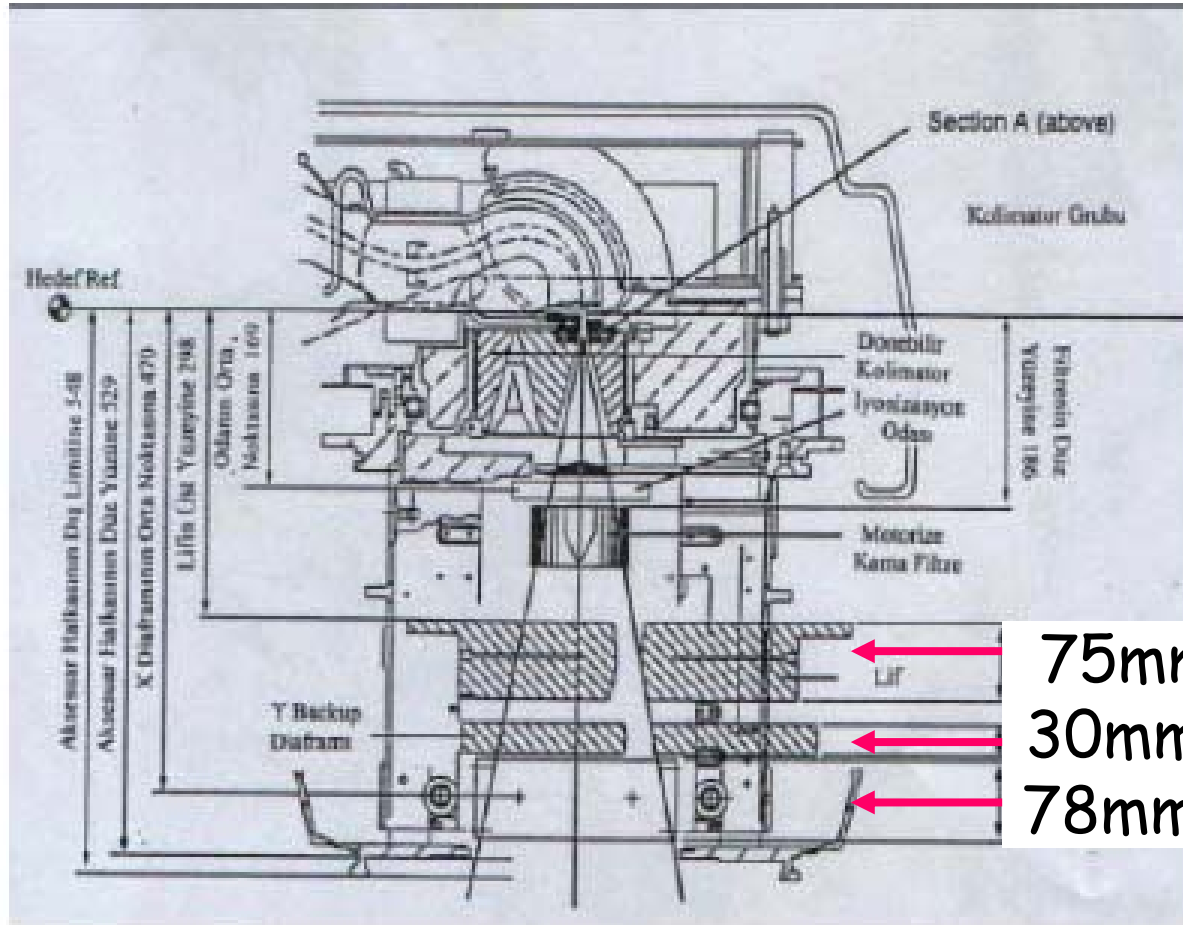
MATERYALLER

Çalışmada İnönü Üniversitesi Radyasyon Onkolojisi A.D.'nda bulunan

- Elekta Precise SLi + MLC lineer hızlandırıcı cihazı
- PTW MP3 su fantomu
- 0'125cc'lik iyon Odası PTW marka
- Lineer Array
- Dansitometre "Macbeth TD932"
- Kodak Xomat-V filmleri
- Mephysto software

LİNEER HIZLANDIRICI CİHAZI

- 6MV ve 25 MV foton enerjisi
- 4,6,8,10,12 ve 15MeV elektron enerjisi
- Maksimum alan boyutu SSD=100cm için 40x40 cm² dir
- Yaprak sayısı: 80 yaprak (karşılıklı 40 çift)
- Yaprak genişliği:izocentrik düzlemde bir yaprağın kalınlığı 1cm, iki yaprak arası mesafe 1.1cm'dir.
- Yaprak kolimatörlerinin kalınlığı 7.5 cm
- Yedek Y kolimatörlerinin kalınlığı 3cm 'dir.
- X kolimatörleri 7.8cm'dir.
- Yaprakların merkezi eksenden karşı tarafa geçiş mesafesi 12.5cm'dir.
- Yaprakların sistemde hareket etme mesafeleri 32.5cm'dir
- Yaprakların pozisyon oluşturma doğruluğu $\pm 1\text{mm}$ 'dir



Elekta Precise SLi lineer hızlandırıcının şematik gösterimi
ve kolimatörlerin yerleşim şekilleri



PTW-MP3 Nucletron marka üç boyutlu su fantomu



Dansitometre MacBeth TD932

PTW Linear Array LA48

- Linear Array 'de 48 adet sıvı dolgulu düz silindir iyon odası vardır.
- iyon odaları 8mm aralıklarla yerleştirilmiş
- iyon odalarının her biri $0,008\text{cm}^3$ hacme sahiptir.
- Elektrod materyali altındır.
- Referans ölçüm noktası yüzeyden 0,75mm aşağıdadır.

Penumbra

1. Fiziksel penumbra
2. Geometrik penumbra

- **Fiziksel penumbra:** Belirli bir derinlikte tanımlanan iki eşdozun arasındaki enine uzaklıktır. Örneğin d_{max} derinliğinde %20-%80 eşdoz eğrileri arasındaki enine uzaklık olarak tanımlanmıştır.
- **Geometrik penumbra:** Kaynağın boyutuna, kaynaktan uzaklığına ve kaynak kolimatör arasındaki mesafeye bağlıdır.

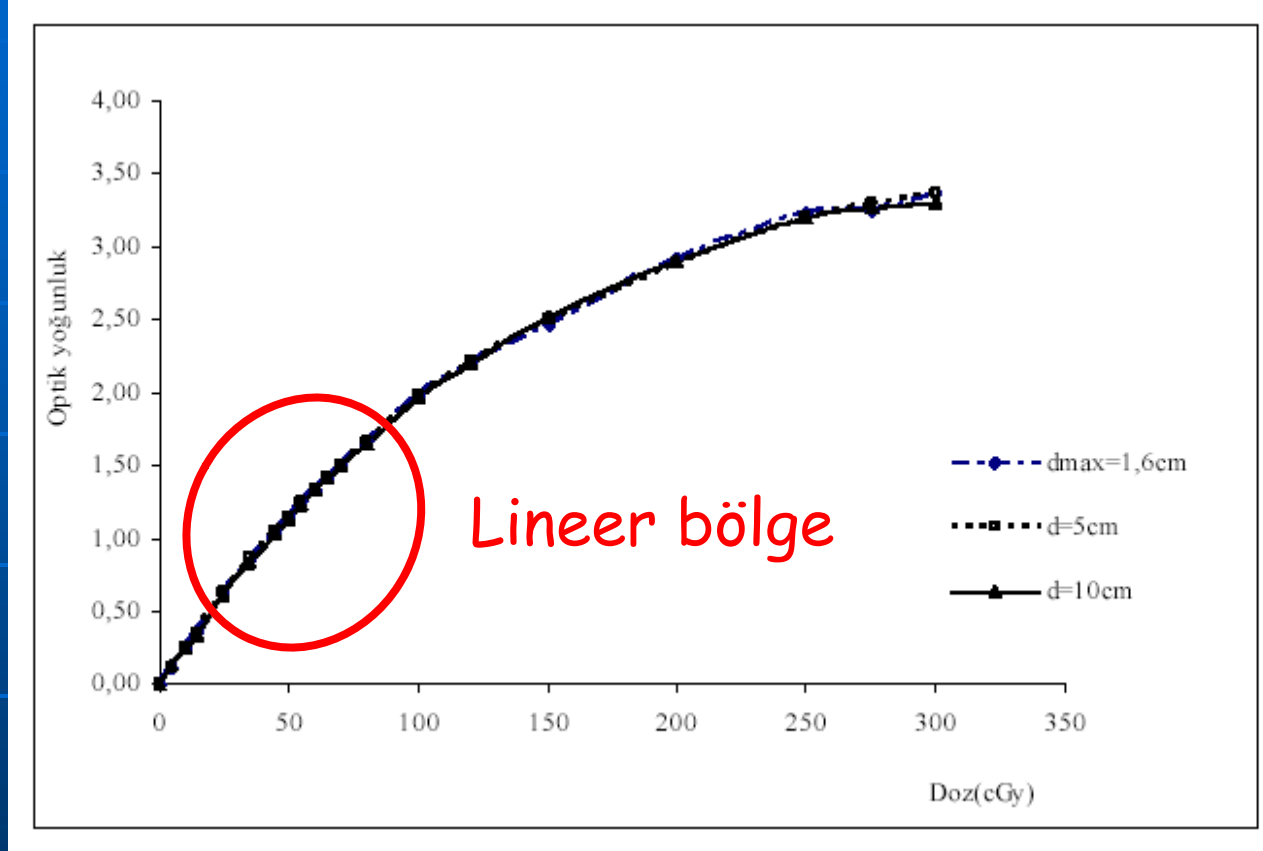
Filme penumbra ölçümleri-1

- Filmler ışınlanmadan önce standart koşullarda yani SSD= 100cm ve 10x10 cm²'lik alan boyutunda 6 MV ve 25 MV x-ışını enerjileri için maksimum doz derinliğinde 1MU = 1cGy verecek şekilde cihaz ayarlandı. Böylece cihazın neden olacağı hataların ölçüme yansması engellendi.
- Filme penumbra ölçümlerinden önce film kalibrasyon eğrileri (sensitometrik eğriler) elde edildi.
- Verilen doza karşı filmlerin vereceği cevap aralığının lineer olduğu bölge bulundu.
- Penumbra ölçümleri için Kodak Xomat-V filmleri kullanıldı. Bütün ölçümler için aynı kutudaki filmler kullanıldı.
- Bütün filmler aynı günde ve aynı banyo şartlarında banyo edildi.

Filmde penumbra ölçümleri-2

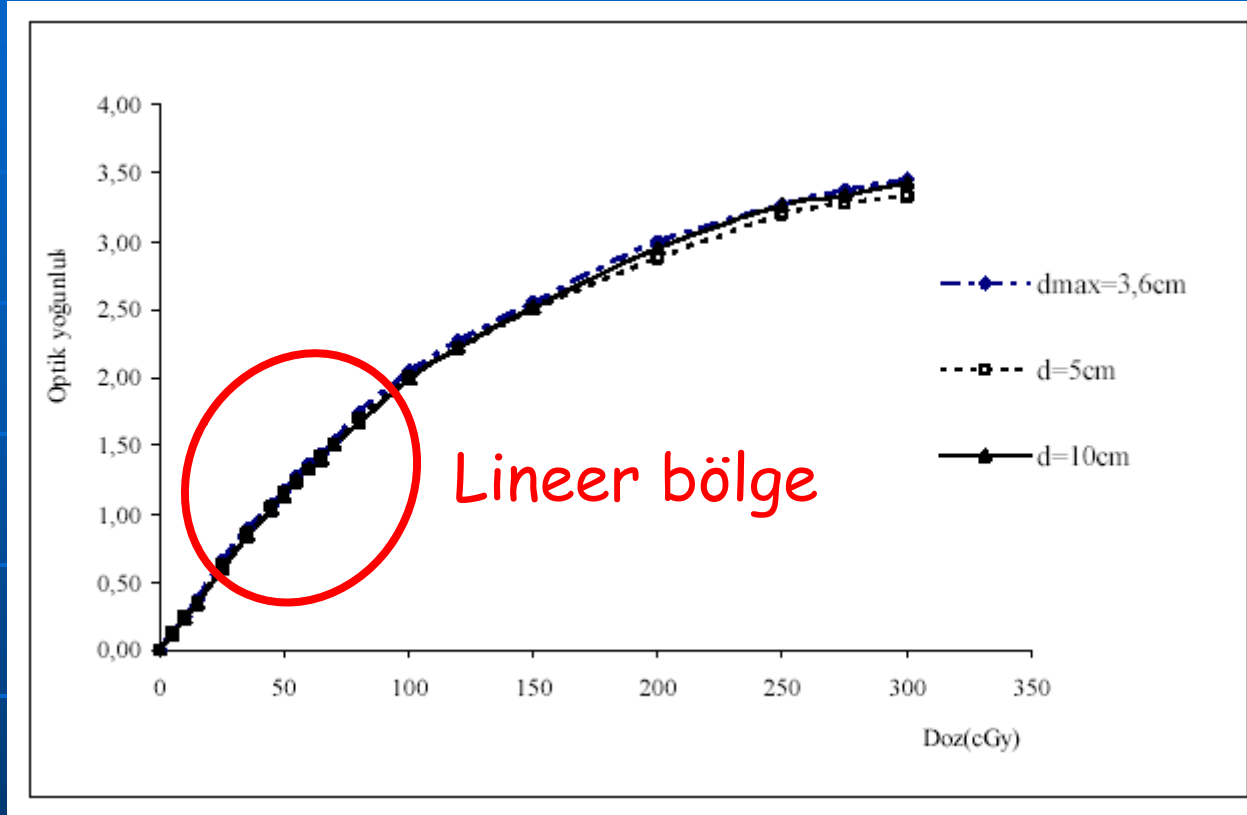
- 6MV ve 25MV x-ışını enerjilerinde SAD=100cm'de 10x10cm² alan boyutlarında x ve y profilleri ölçümleri alındı.
- x ve y profillerden yararlanılarak %80-%20 doz aralığından elde edilen fiziksel penumbra değerleri hesaplandı.
- Ölçümler 1mm aralıklarla alındı ve herbir ölçüm 3'er defa tekrarlandı.

6MV için sensitometrik eğri



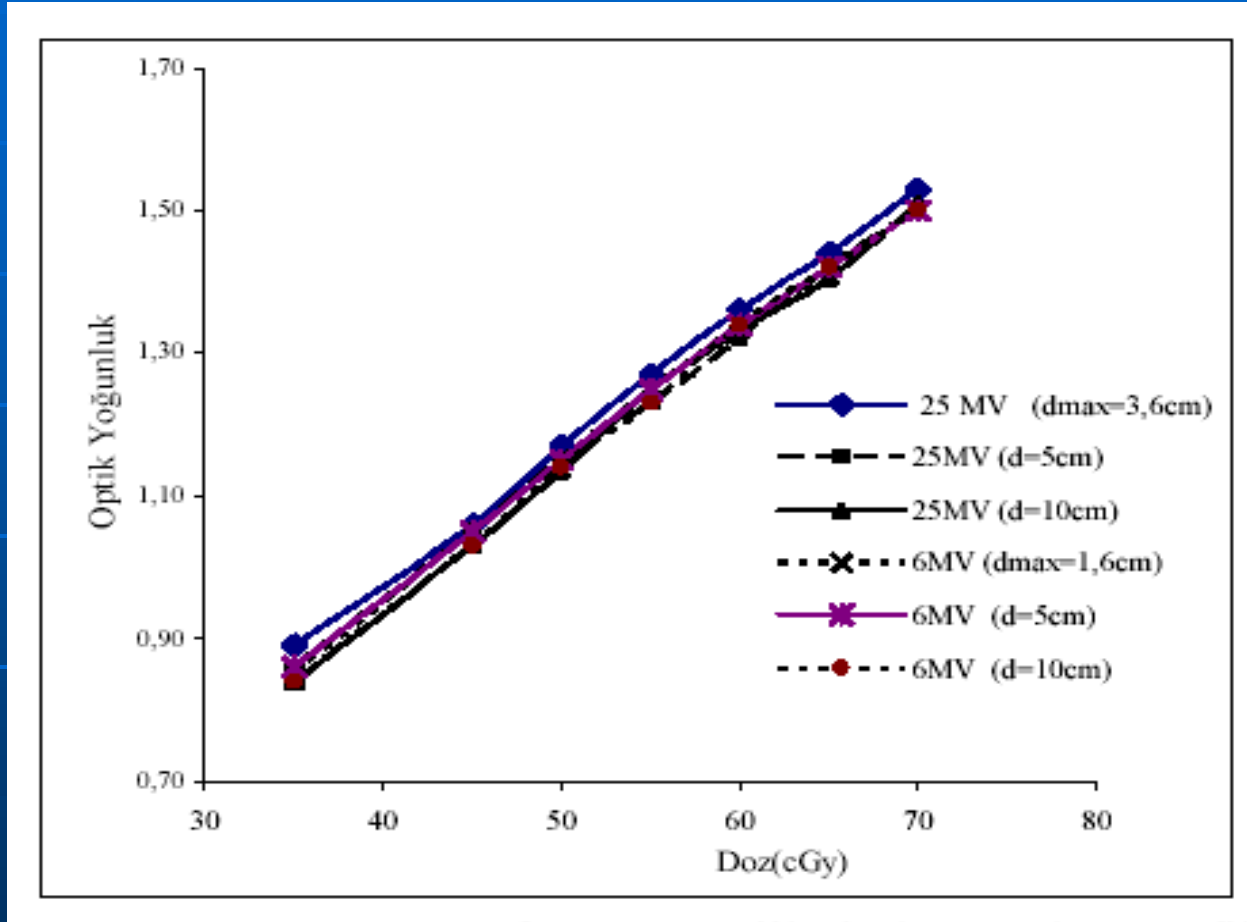
6 MV enerjisi için SAD=100cm ve film derinliklerinin $d_{max}=1,6\text{cm}$, 5cm ve 10cm olması durumlarında ışınlanan filmlerin optik yoğunluklarının uygulanan doza bağlı olarak değişiminin grafiği

25MV için sensitometrik eğri



25MV enerjisi için SAD=100cm ve film derinliklerinin $d_{max}=3,6\text{cm}$, 5cm ve 10cm olması durumlarında ışınlanan filmlerin optik yoğunluklarının uygulanan doza bağlı olarak değişiminin grafiği

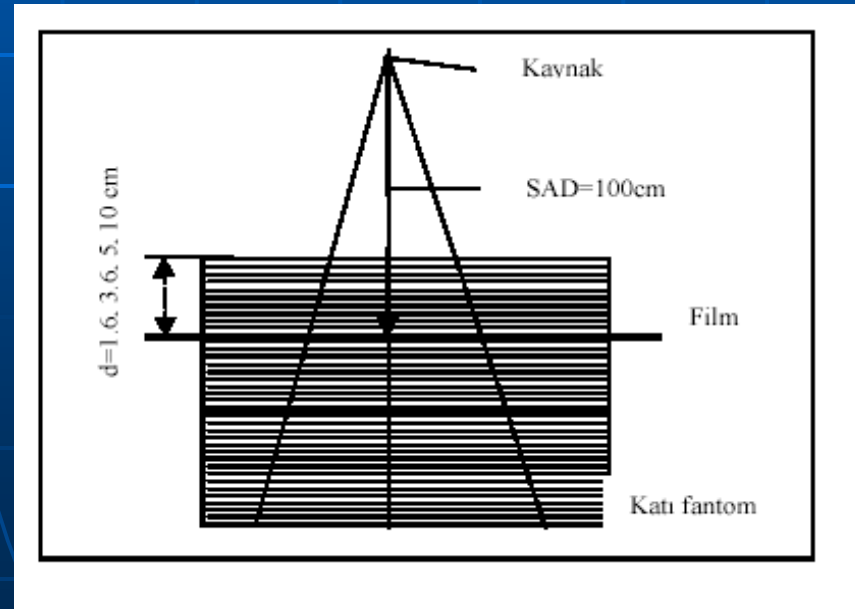
25MV ve 6MV için sensitometrik eğride lineer olan bölge



Kodak Xomat-V filmlerinde lineer bölge (ışınlama cevap aralığı) 40-70 cGy arasında saptandı.

Enerji	Filmin yerleşim biçimi	Filme verilen doz (cGy)	SAD(cm)	Alan(cm)	Derinlik(cm)
6 MV	Gelen ışına dik	50cGy	100	10x10	1,6 5 10
25 MV	Gelen ışına dik	50cGy	100	10x10	3,6 5 10

Film dozimetresi kullanılarak penumbra ölçümleri için benimsenen film ışınlama koşulları



Film ışınlanması için oluşturulan ölçüm düzeneği

0,125cc'lik iyon odası kullanılarak yapılan penumbra ölçümleri

- 0,125cc'lik iyon odası PTW MP3 su fantomunda bulunan 3 boyutlu hareket eden düzenek üzerine yerleştirildi.
- 6MV ve 25MV x-ışını enerjilerinde SAD=100cm'de 10x10cm² alan boyutlarında x ve y profilleri ölçümleri alındı.
- x ve y profillerden yararlanılarak %80-%20 doz aralığından elde edilen fiziksel penumbra değerleri hesaplandı.
- Ölçümler 1mm aralıklarla alındı ve herbir ölçüm 3'er defa tekrarlandı.

Lineer array kullanılarak yapılan penumbra ölçümleri

- Lineer array, PTW MP3 su fantomunda bulunan 3 boyutlu hareket eden düzeneğe üzerine yerleştirildi.
- Lineer array'in referans ölçüm noktası yüzeyden 0.75mm aşağıda olduğu için merkez belirlenirken lineer array 0.75mm aşağıya kaydırıldı.
- 6 MV ve 25 MV x-ışını enerjilerinde SAD=100cm'de 10x10cm² alan boyutlarında x ve y profilleri ölçümleri alındı.
- x ve y profillerden yararlanılarak %80-%20 doz aralığından elde edilen fiziksel penumbra değerleri hesaplandı.
- Ölçümler 1mm aralıklarla alındı ve herbir ölçüm 3'er defa tekrarlandı.

SONUÇLAR

6 MV foton enerjisinde penumbra değerleri

Enerji	Derinlik(cm)	Profil	İyon Odası ile ölçülen penumbra (mm)	Lineer Array ile ölçülen penumbra (mm)	Film ile ölçülen penumbra (mm)
6 MV	$d_{\max}=1,6$	X1	5,11	3,68	3,05
		X2	5,72	4,24	3,38
		Y1	6,58	4,54	4,12
		Y2	6,58	4,56	4,16
6 MV	5	X1	5,72	4,24	3,38
		X2	5,77	4,34	3,43
		Y1	7,13	4,94	4,74
		Y2	7,02	4,88	4,62
6 MV	10	X1	6,10	4,56	4,26
		X2	6,22	4,76	4,30
		Y1	7,98	5,45	5,40
		Y2	7,99	5,48	5,42

6 MV foton enerjisinde SAD=100cm ve alanın 10x10cm² olması durumunda lineer array, film ve su fantomunda iyon odası kullanılarak ölçülen %80-%20'lik fiziksel penumbra değerleri

Derinlik (cm)	Profil	İyon odası ve film penumbraları arasın daki fark (mm)	İyon odası ve lineer array penumbraları arasındaki fark (mm)	Film ve lineer array penumbra ları arasındaki fark (mm)
d _{max} =1,6	X1	2,06	1,43	0,63
	X2	2,05	1,42	0,63
	Y1	2,46	2,04	0,42
	Y2	2,42	2,02	0,40
5	X1	2,34	1,48	0,86
	X2	2,34	1,43	0,91
	Y1	2,39	2,19	0,20
	Y2	2,40	2,14	0,26
10	X1	1,84	1,54	0,30
	X2	1,92	1,46	0,46
	Y1	2,58	2,43	0,05
	Y2	2,57	2,41	0,06

6 MV foton enerjisinde, SAD=100cm ve alanın 10x10cm² olması durumunda lineer array, film ve su fantomunda iyon odası kullanılarak ölçülen %80-%20'lik fiziksel penumbra değerleri arasındaki farklar

25MV foton enerjisinde penumbra değerleri

Enerji	Derinlik (cm)	Profil	İyon Odası ile ölçülen penumbra (mm)	Lineer Array ile ölçülen penumbra (mm)	Film ile ölçülen penumbra (mm)
25 MV	dmax=3,6	X1	7,43	5,98	5,37
		X2	7,40	6,06	5,32
		Y1	8,73	6,63	6,51
		Y2	8,74	6,67	6,54
25 MV	5	X1	7,69	6,21	5,62
		X2	7,56	6,33	5,68
		Y1	8,92	6,84	6,60
		Y2	8,97	6,86	6,60
25 MV	10	X1	8,24	6,66	6,28
		X2	8,34	6,81	6,18
		Y1	9,43	7,22	6,98
		Y2	9,47	7,26	7,06

25 MV foton enerjisinde SAD=100cm ve alanın 10x10cm² olması durumunda lineer array, film ve su fantomunda iyon odası kullanılarak ölçülen %80-%20'lik fiziksel penumbra değerleri

Derinlik (cm)	Profil	İyon odası ve film penumbraları arasın daki fark (mm)	İyon odası ve lineer array penumbraları arasındaki fark (mm)	Film ve lineer array penumbra ları arasındaki fark (mm)
dmax=3,6	X1	2,06	1,54	0,61
	X2	2,08	1,34	0,74
	Y1	2,10	2,10	0,12
	Y2	2,07	2,07	0,13
5	X1	1,48	1,48	0,59
	X2	1,88	1,23	0,65
	Y1	2,32	2,08	0,24
	Y2	2,37	2,11	0,26
10	X1	1,96	1,58	0,38
	X2	2,16	1,53	0,63
	Y1	2,45	2,21	0,24
	Y2	2,41	2,21	0,20

25MV foton enerjisinde, SAD=100cm ve alanın 10x10cm² olması durumunda lineer array, film ve su fantomunda iyon odası kullanılarak ölçülen %80-%20'lik fiziksel penumbra değerleri arasındaki farklar

Sonuçlar-1

- İyon odası kavitesi çapından dolayı iyon odası ile elde edilen penumbra genişlikleri lineer array ve film dozimetrisiyle elde edilen penumbra değerlerinden daha yüksek çıkmıştır.
- iyon odası kavitesi çapından dolayı %80'lik bölgede relatif doz değerinden daha az bulunurken, %20'lik bölgesindeki doz daha çok bulunur. Bu etki doz değişimine bağlı olarak penumbranın yaklaşık 2mm daha fazla bulunmasına yol açar.
- En küçük penumbra değerleri film dozimetrisiyle elde edildi.

Sonuçlar-2

- Profil ve penumbra ölçümleri gerekli kalibrasyonlar ve yoğunluk düzeltmeleri yapılarak en doğru şekilde film dozimetri sistemi kullanarak yapılabilir.
- Lineer array ile elde edilen penumbra genişlikleri, iyon odası ve film dozimetrisiyle elde edilen penumbra değerlerinin arasında değerler bulunmuştur.



TEŞEKKÜR EDERİM