

6 MV-X filtreli ve filtresiz ışınlarda, küçük alan output düzeltme faktörünün Monte Carlo yöntemi ile hesaplanması

Doğukan Akçay, Recep Kandemir, Ömer Azaklıoğlu

Dokuz Eylül Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Medikal Fizik AD- İzmir

Dokuz Eylül Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Radyasyon Onkolojisi AD- İzmir

XV. Ulusal Medikal Fizik Kongresi

Trabzon, 2015



Giriş

- Işın tedavisi planlamasında tedavi planlama sisteminde görülen dozlar ile cihazın sağladığı dozlar arasında tutarlılık olmalıdır.
- $3 \times 3 \text{ cm}^2$ 'den daha küçük alanlar soru işareti oluşturmakta (yarı gölge-homojenite-verim faktörü)
- Son yıllarda IMRT – SRT gibi tekniklerin yaygınlaşması ile küçük alanların dozimetriye etkisi artmakta

Amaç

- Alfonso ve ark. tarafından sunulan protokolü kullanarak Monte Carlo tekniği ile TrueBeam cihazında iki farklı dedektör için output düzeltme faktörünü elde etmek

* Alfonso et al. Med. Phys. 35, 5179-5186 (2008)

Alfonso formalism

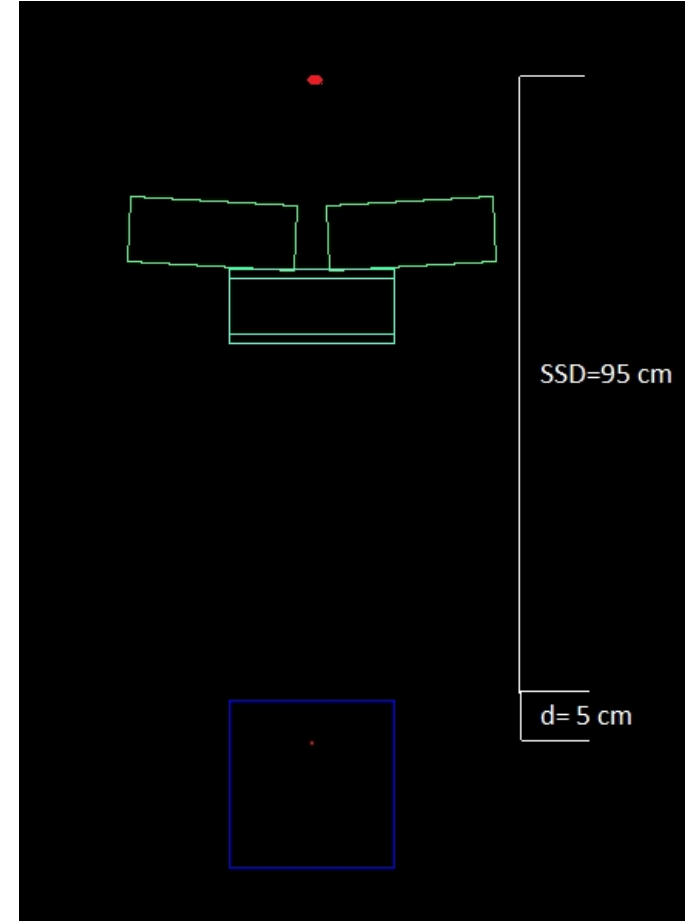
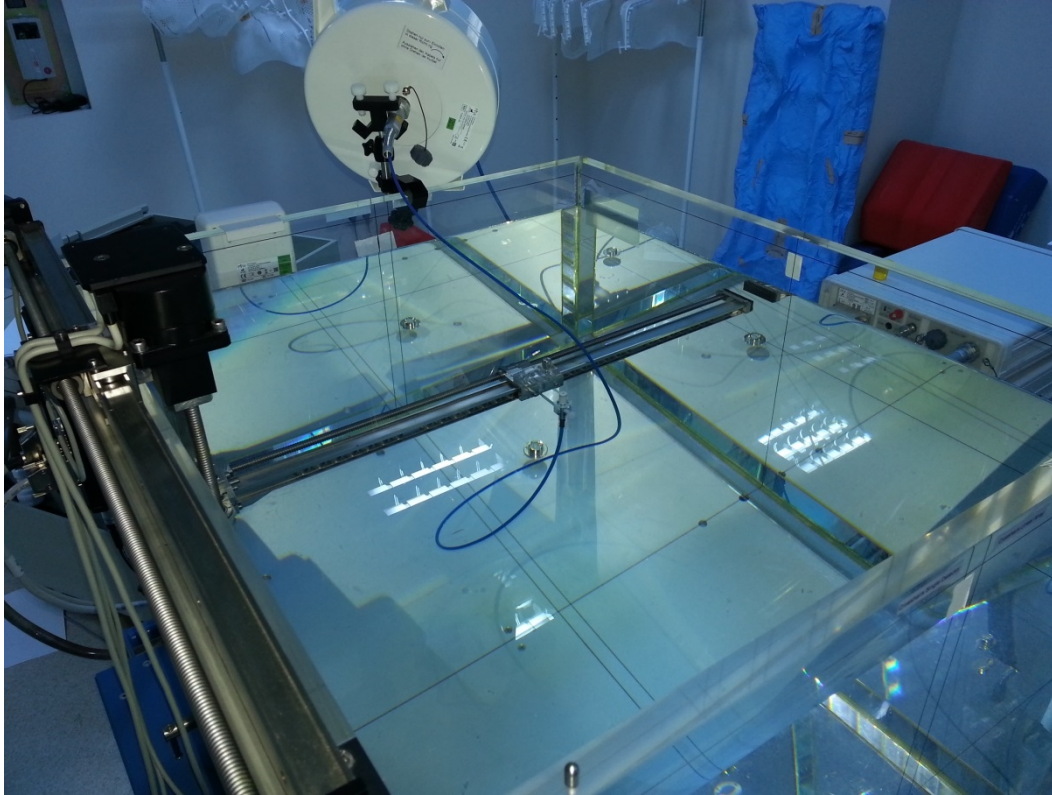
- Referans koşullardan farklı durumda suda absorbe edilen doza bakacak olursak
- $D_{w,Q_{\text{msr}}}^{f_{\text{msr}}} = M_{Q_{\text{msr}}}^{f_{\text{msr}}} \cdot N_{D,w,Q_0} \cdot k_{Q,Q_0} \cdot k_{Q_{\text{msr}},Q}^{f_{\text{msr}},f_{\text{ref}}}$, de düzeltme

$$k_{Q_{\text{msr}},Q}^{f_{\text{msr}},f_{\text{ref}}} = \frac{D_{w,Q_{\text{msr}}}^{f_{\text{msr}}} / M_{Q_{\text{msr}}}^{f_{\text{msr}}}}{D_{w,Q}^{f_{\text{ref}}} / M_Q^{f_{\text{ref}}}},$$

Araştırma Metodu

- Araştırma Dokuz Eylül Üniversitesi, Radyasyon Onkolojisi bölümünde yapılmıştır.
- Araştırmada $k_{Q_{msr,Q}}$ 4x4'den 1x1'e kadar değişen alan boyutlarında elde edilmiştir.
- Ölçümler TrueBeam STx cihazı ile Pinpoint ve Diyet-P dedektörleri kullanılarak yapılmıştır.
- Ölçümlere MLC add-on'u dahil edilmemiştir (Eclipse output faktör ölçüm protokolüne göre).
- Gerçek doz tahmini için GAMOS MC kodu kullanılmıştır.
- MC hesapları için alan boyutundan bağımsız faz-uzay dataları Varian tarafından sağlanmıştır.

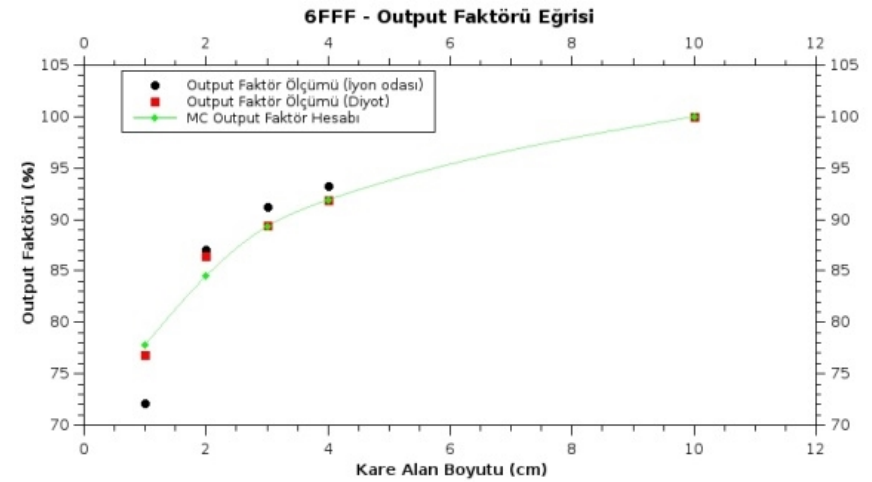
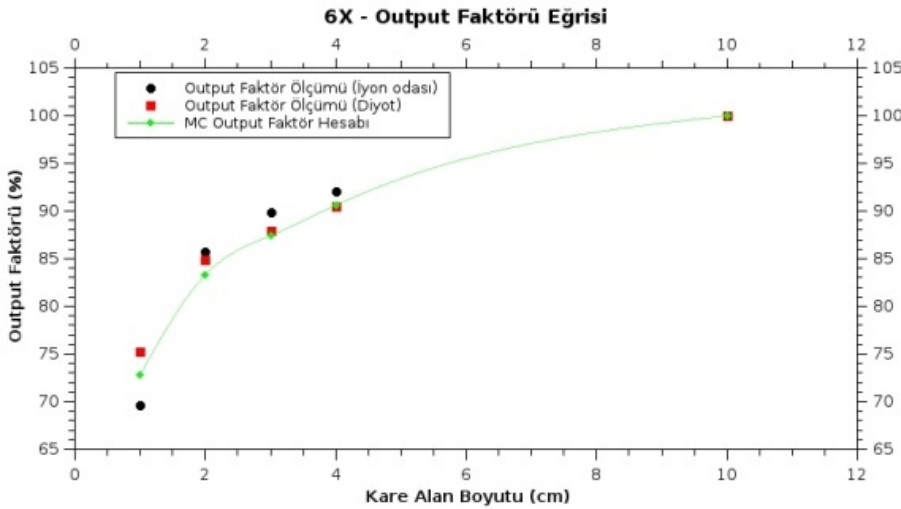
- Ölçümler SSD= 95 cm'de, 5 cm derinlikte, 6 MV-X – 6 FFF ışın enerjilerinde yapılmıştır.



- MC doz hesapları aynı koşullarda $2 \times 2 \times 2 \text{ mm}^3$ voksel ile yapılmıştır.
- Faz-uzay datasında bulunan 5×10^8 parçacık, 2×10^9 kere örneklenmiştir.
- Hesaplarda 0.5 mm range-cut ve otomatik alan dışı parçacık silme optimizasyonu kullanılmıştır.
- Importance sampling (i.e. forced collision) varyans azaltma tekniği araştırmada kullanılamamıştır.
- MC hesaplarında istatistiksel belirsizlik %1-2 aralığındadır.

Bulgular ve Tartışma

- Değişen alan boyutu ve ışın kalitesi ihmalı ile output faktörü sonuçlarını MC sonuçları ile karşılaştıırırsak;

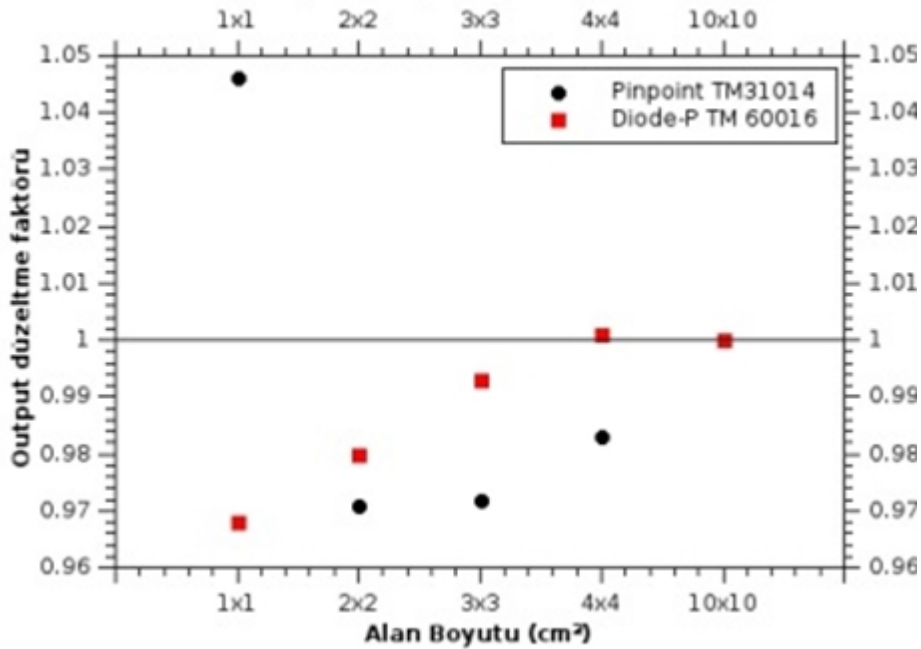


$$D_{w,Q_{msr}}^{f_{msr}} = M_{Q_{msr}}^{f_{msr}} \cdot N_{D,w,Q_0} \cdot k_{Q,Q_0} \cdot k_{Q_{msr},Q}^{f_{msr},f_{ref}},$$

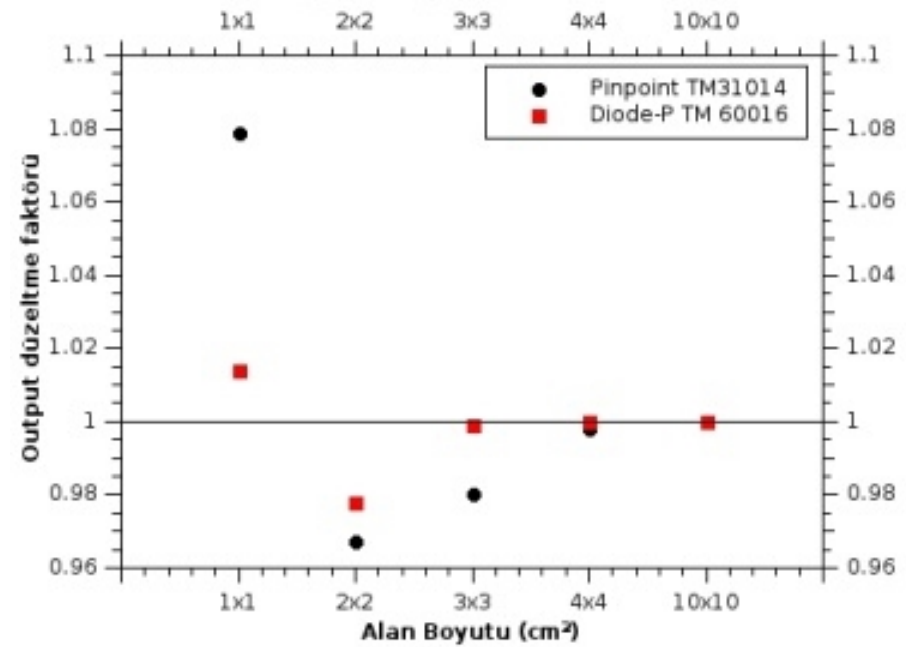
$$k_{Q_{msr},Q}^{f_{msr},f_{ref}} = \frac{D_{w,Q_{msr}}^{f_{msr}} / M_{Q_{msr}}^{f_{msr}}}{D_{w,Q}^{f_{ref}} / M_Q^{f_{ref}}},$$

- Alfonso formalism ile output düzeltme faktörleri

6X Enerjide Output Düzeltme Faktörleri



6FFF Enerjide Output Düzeltme Faktörleri



Tablo – 1. 6 MV-X enerjide diyot ve iyon odası için output düzeltme faktörleri

Dedektör Modeli	1x1	2x2	3x3	4x4	10x10
TM60016 – Diyot(foton)	0.968	0.980	0.993	1.001	1.000
TM60016 @Benmakhlouf*	0.956(%1.2)	0.994(%1.4)	-	0.998(%0.2)	1.000
TM31014 - PinPoint İyon odası	1.046	0.971	0.972	0.983	1.000

*Benmakhlouf çalışmasında MC istatistiksel belirsizlik %0.3'ün altında. Yöntem saf MC hesapları ile

Tablo – 2. 6 FFF enerjide diyot ve iyon odası için output düzeltme faktörleri

Dedektör Modeli	1x1	2x2	3x3	4x4	10x10
TM60016 – Diyot(foton)	1.014	0.978	0.999	1.001	1.000
TM31014 - PinPoint İyon odası	1.079	0.967	0.980	0.984	1.000

- Araştırma sonucuna göre diyot dedektörde verim belirsizliği 2x2 ve daha küçük alan boyutlarında %2'nin üzerine çıkıyor.
- Pinpoint iyon odası için 3x3 ve daha küçük alan boyutlarında belirsizlik artmakta.
- Pinpoint dedektörde 1x1 alan boyutunda volume averaging etkisinin baskın olduğu görülmüştür.

Sonuç

- Diyot dedektörde 2x2 ve PinPoint iyon odasında 3x3'den daha küçük alan boyutlarında verimdeki belirsizliğin önemi vurgulanmıştır.
- Bu belirsizlik Alfonso ve ark. sağladığı formül ile giderilebilir (MC-MC / MC – iyon odası / Film – iyon odası ölçümleri ile).
- Sonuçların kesinliğini arttırmak için MC hesaplarında varyans azaltma tekniklerinin kullanımı ile belirsizlik %0.5'in altına düşürülmelidir.

Teşekkürler...