

IMRT PLANLAMASINDA KULLANILAN KÜÇÜK ALANLARIN DOZİMETRİSİNDE DEDEKTÖR ETKİSİ

Cemile Ceylan, Ayhan Kılıç, Nadir Küçük, Hande Baş, Kayıhan Engin



3D Konformal → IMRT

- Tedavi Planlama Sistemi
- Tedavi Cihazı
- Ekip Hazırlığı

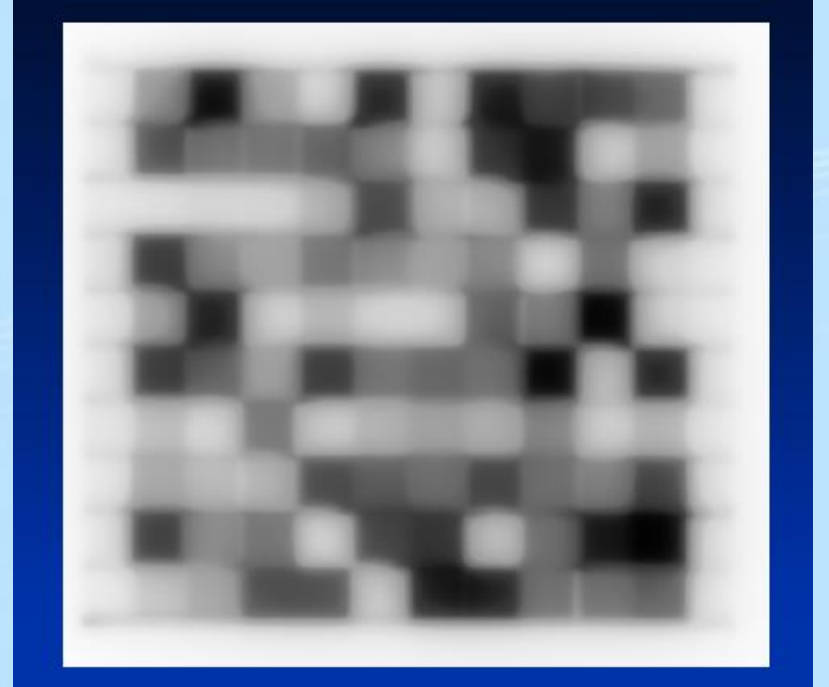
Tedavi Planlama Sistemi

- IMRT Doz Hesaplama Algoritmaları
Convolution, Superposition ve FFT
- Demet Bilgileri (Beam Modelling)
Küçük Alan Ölçümleri
MLC Parametreleri (Sızıntı ve Geçirgenlik)
- MLC Penumbra

Küçük Alan ($<5 \times 5 \text{ cm}^2$) Demet Verileri

IMRT planlamasında bir alanın segmentlerinde çakışma olacağından küçük alan dozimetrisi IMRT beam modelling kısmında önemlidir.

- Derin Doz Ölçümleri
- Profil Ölçümleri
- Output Ölçümleri (TSCF)



Amaç:

- IMRT Beam Modelling için gerekli küçük alan ölçümlerinin farklı dedektörlerle ölçülmesi, birbirleri ve literatürle karşılaştırılması
- Küçük alanlarda planlama sisteminin önerdiği referans alan için ölçülen ve planlama sistemi tarafından hesaplanan MLC penumbrasının karşılaştırılması

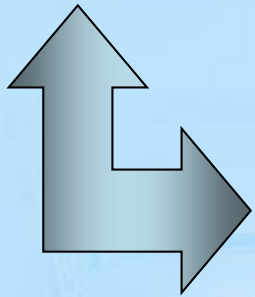
Kullanılan Dozimetri Sistemleri

Farklı Dedektörlere Gereksinim

- Küçük Alanlardaki Doğruluk
- Küçük Alanlarda Merkez ve Profil Ekseninin Belirlenmesi

İdeal Dozimetri Sistemi

- Yüksek Uzaysal Rezolüsyon , Doku Eşdeğer Cevabı
- Farklı Fantomlara Uygunluğu ve kullanım kolaylığı



PTW 60008 p Tipi Diyod, PTW 31014 PinPoint İyon Odası
Kodak EDR, X-Omat ve Gafchromic Verifikasyon Filmleri,
PTW 0,125 cc İyon Odası

Dedektör	Ölçüm Hacmi	Avantajları	Dezavantajları
Pinpoint	0,015 cm ³	2x2 ile 30x30 arasında	Düşük enerjide yüksek doz
P tpi Si-Diyod	1 mm ² x 2.5 µm	Yüksek S/N oranı	Düşük enerjide yüksek doz, Su eşdeğeri olmayan elektrot
EDR2	2D	Yüksek uzaysal rezolüsyon, lineer cevap	Enerjiye bağımlı, düşük enerjide yüksek doz, İşleme süreci hataya açık, Okuma Sistemine bağımlı
X-OMAT	2D	Yüksek uzaysal rezolüsyon	
Gafchromic	2D	Enerji bağımlılığı az, Yüksek uzaysal rezolüsyon, Direk okuma	Çevre şartlarına bağımlı, homojen olmayan film cevabı
0.125 cc Farmer İyon Odası	0,125 cc		<5x5 alanlarda yüksek doz

Yapılan Ölçümler: $<5 \times 5 \text{ cm}^2$ 6 MV Enerji

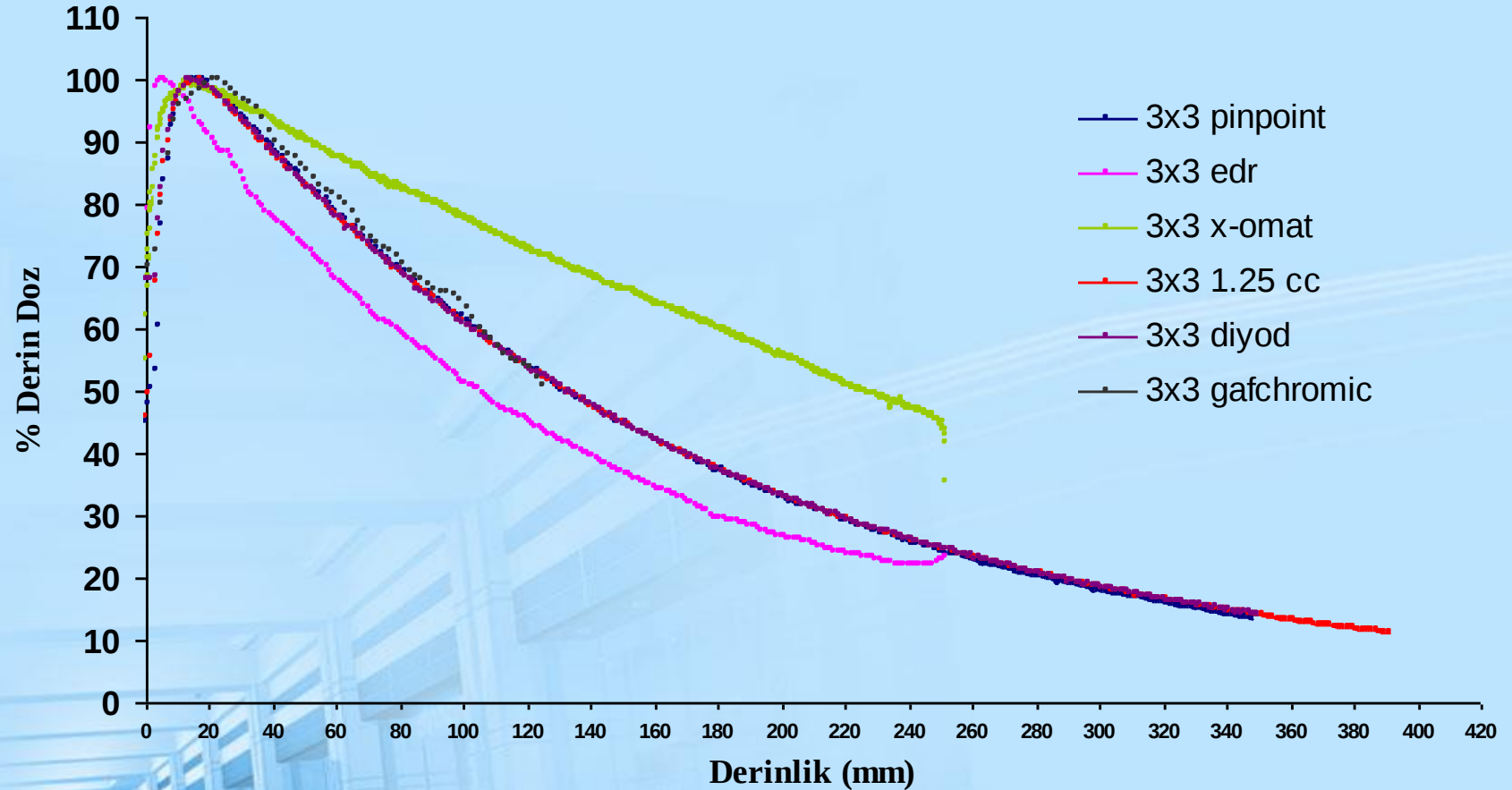
Derin Doz Ölçümleri $\rightarrow$ SSD:100 cm

Profil Ölçümleri $\rightarrow$ SSD:100 cm, d: 1.6,5,10,20 cm

Output Ölçümleri $\rightarrow$ SAD:100 cm, d:5 cm

1. Derin Doz Ölçümleri

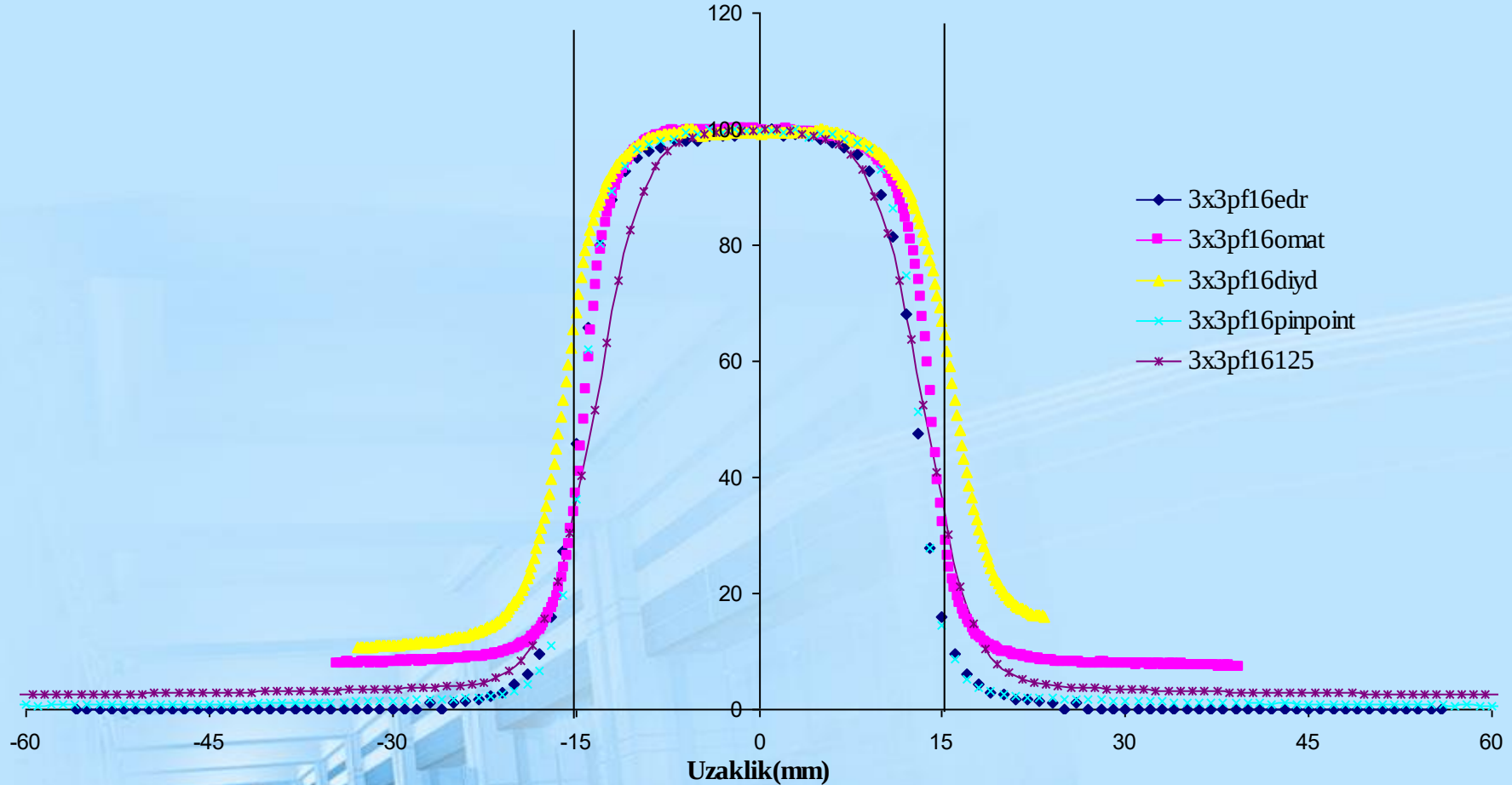
3x3 cm lik alan için %Derin Dozların farklı dedektör sistemleriyle karşılaştırılması



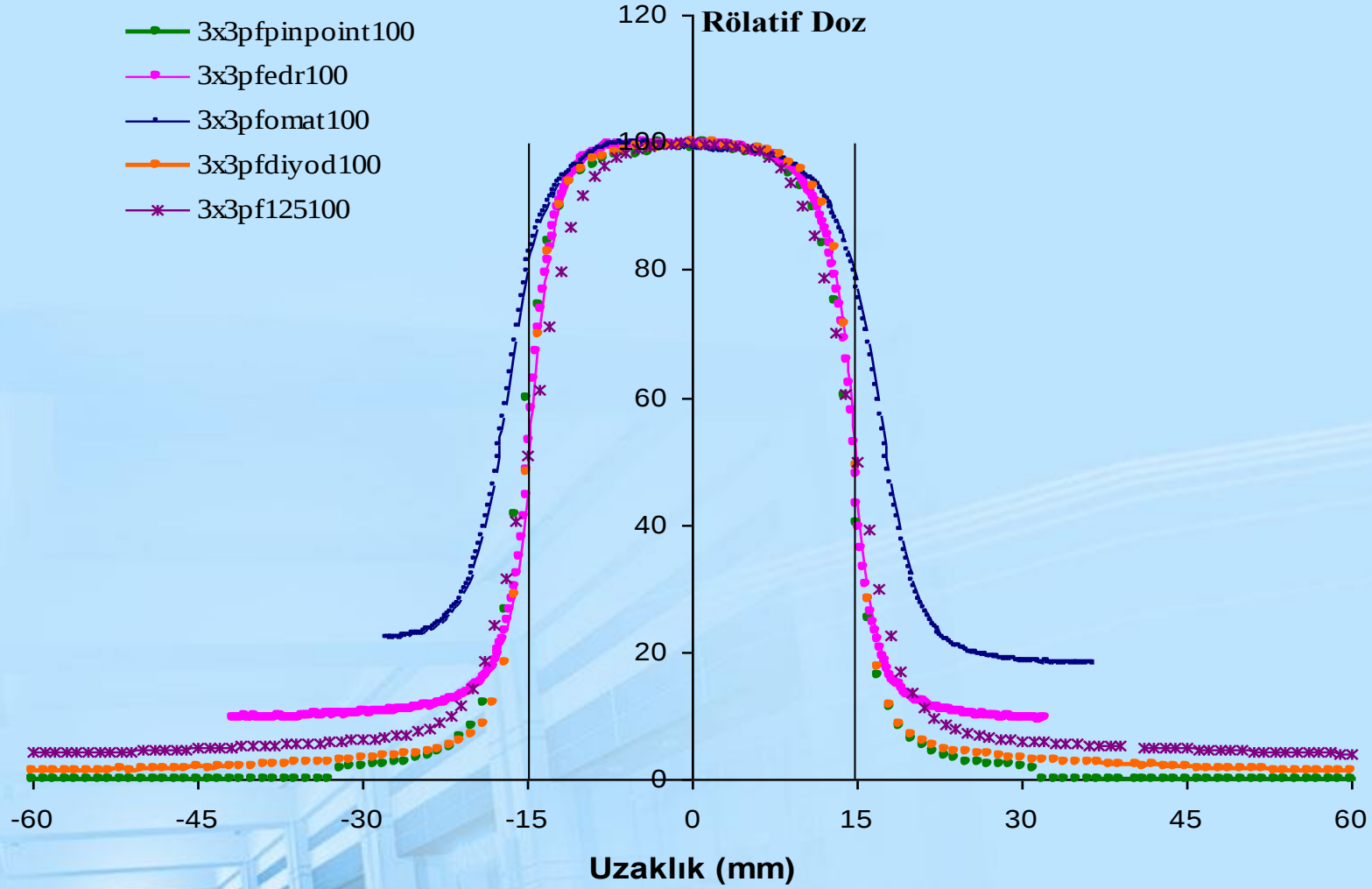
2. Profil Ölçümleri:

- 3x3 cm² alan için yüksek ve düşük doz bölgeleri olan $d_{\max}$ ve d_{100} mm derinliklerdeki profiller karşılaştırıldı.

3 x 3 d=1,6 cm Farklı Dedektörlerle Profil

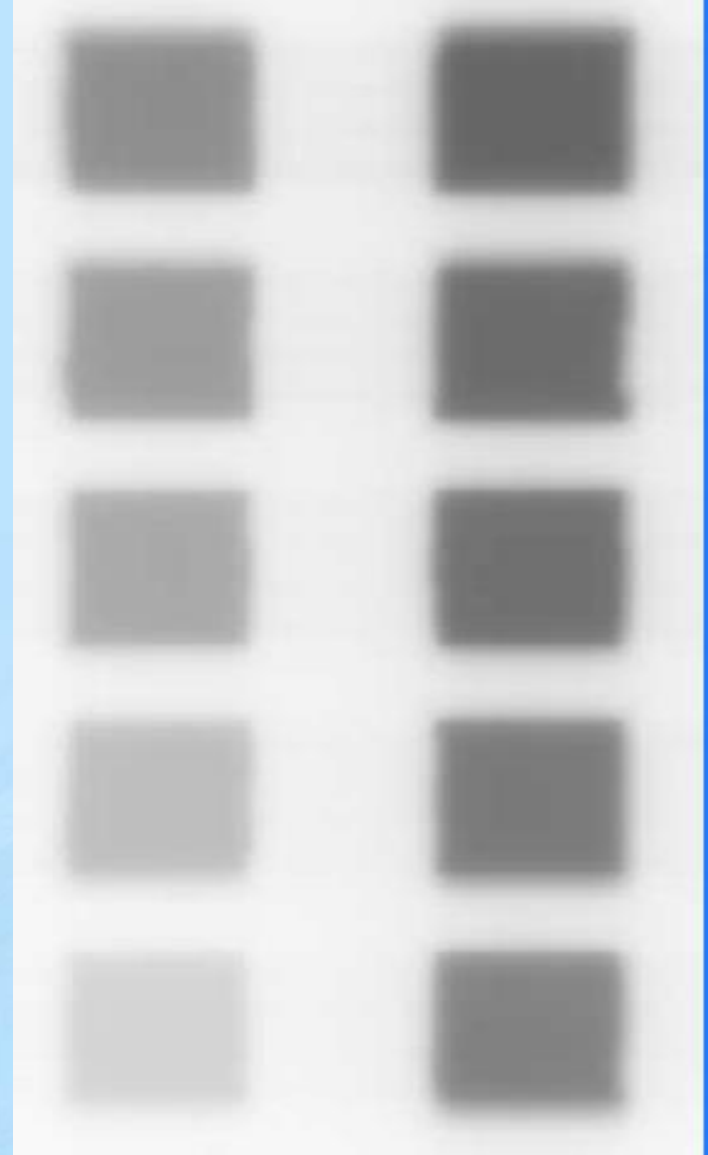


3x3 d=10 cm Farklı Dedektörlerle Profil

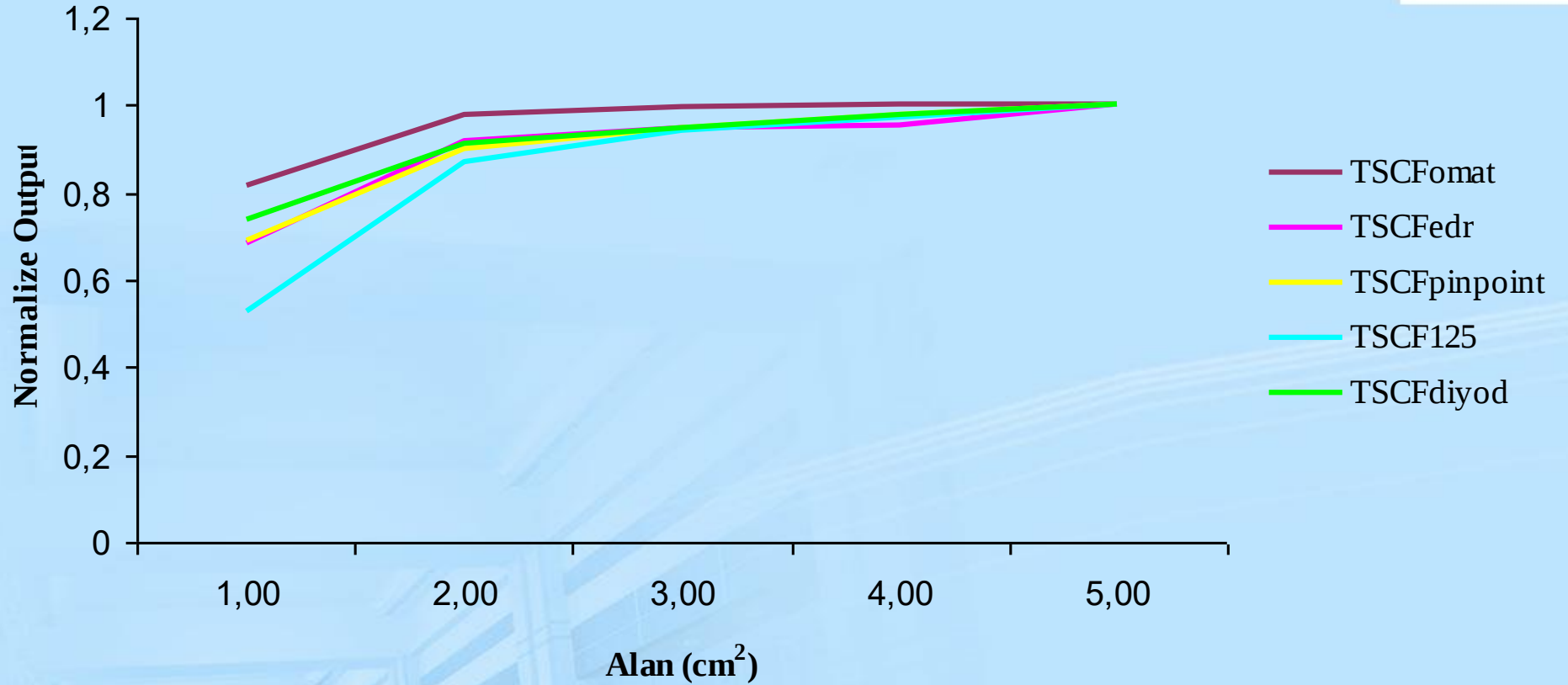


3. Output (TSCF) Ölçümleri

- Tüm filmler $d=5$ cm için kalibre edildi.
- Alınan değerler rölatif olarak birbirleri ile karşılaştırıldı.



Output (TSCF) Değerleri



Sonucular (1):

- <5x5 alanlar için yapılan dozimetrik ölçümlerde
 - <3x3 alanlar için dedektörler arasındaki farklılıklar penumbra bölgesinde artmaktadır. İyon odalarının hacim etkisinden, diyod dedektörün elektrot uzunluğundan ve filmlerin enerji bağımlılığı alan küçüldükçe etkisini artırır. Bu sebeple karşılaştırmanın anlamlı olması 3x3 cm² seçilmiştir.
- Derin Doz Ölçümleri
 - Kodak X-OmatV ve EDR filmleri diğer farklılık gösterirken, 0.125cc, Pinpoint, diyod ve gafkromik film dedektörler birbirleri ile uyumludur.
 - EDR ve Omat dedektörlerindeki bu farklılık film işleme sürecinden ve düşük enerjili fotonlara yüksek cevap vermesinden kaynaklanmıştır (W.U. Laub and T. Wong 2003).

Sonucular (2):

➤ Profil Ölçümleri

- Profillerin plato bölgesinde diyod, pinpoint ve EDR film dedektörleri max. %1.4 farklılıkla uyumlu iken, 0.125cc iyon odası lateral elektronik dengesizliğinden dolayı düşük doz cevabı vermiştir. Konformal tedavide bu sorun olmazken IMRT segmentleri tanımlanan hedef hacim içerisinde olduğundan doz farklılığına neden olur.
- Profillerin penumbra bölgesinde Pinpoint ve diyod ölçümleri birbirleri ile uyumlu iken, EDR film düşük doz bölgesinde yüksek doz cevabından dolayı bu iki dedektör sonuçlarından farklı çıkmıştır.

Sonuçlar (3):

➤ Output Faktör Ölçümleri

- <5x5 alanlar için yapılan output faktör ölçümlerinde X-Omat filmi yüksek doz cevabı verirken, 0.125 cc iyon odası lateral elektronik dengenin kurulamamasından ve hacim etkisinden dolayı düşük doz cevabı vermiştir. Kullanılan diğer dedektör sistemlerin sonuçları birbirleri ile uyumludur.
- <3x3 alanlarda pinpoint, diyod ve EDR dedektörlerinin uyumu bozulmuş ve diyod dedektör elektrodunun eşdeğeri olmamasından dolayı yüksek doz su cevabı vermiştir.

Yorum:

- Bulunan sonuçlar literatürle uyumlu bulunmuştur.

(W. U. Laub et.al.2002, Cadman et.al.2004)

- Planlama sisteminin IMRT planlamasına hazırlanması için gereken küçük alan ölçümleri için p tipi silikon diyod ve pinpoint dedektörleri seçilmesi önerilir. Eğer ölçümler için iyon odası ile yapılacak ise hacim etkisi göz önünde bulundurulmalıdır. Ölçümler EDR verifikasyon filmi ile yapılacak ise penumbra bölgesinde yüksek doz cevabı vereceği dikkate alınmalıdır. Küçük alan ölçümlerinde literatürde gold standart olarak diamond dedektör verilmektedir.
- Diyod ve pin point ile alınan ölçümler ile tedavi planlama sistemi IMRT hesaplama algoritması ve spektrumu için kullanılabilir. Verilerin doğrulaması için gerekli testler yapılmalıdır ve Monte Carlo sonuçları ile karşılaştırılmalıdır.