

**10MV FOTON ENERJİSİYLE TÜM BEDEN IŞINLAMA
TEKNİĞİ VE ORTA HAT DOZUNUN HESAPLANMASI**

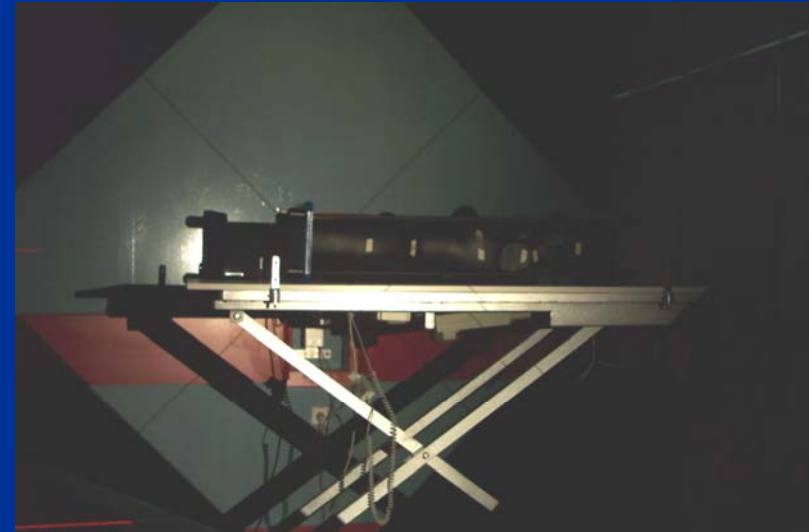
A. Sönmez, T. Demirci, M. Akmansu, M. Dokumacı, C. Kurugöl, Y. Pak

Gazi Üniversitesi Tıp Fakültesi Radyasyon Onkolojisi Anabilim Dalı, Ankara

TEDAVİ TEKNİĞİ

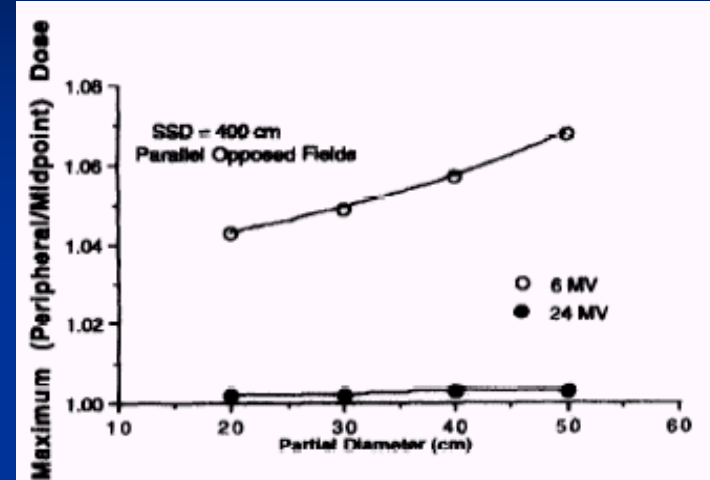
Kemik iliği transplantasyonu (KİT) öncesi tüm vücut ışınlamasının(TBI) fonksiyonu, hastanın bağışıklık sistemini baskılayarak sağlıklı kemik iliğinin nakline olanak sağlamaktır. TBI tekniği;

- Gantry (tedavi kafası) 90° , kolimatör 45°
- 400cm kaynak-orta hat mesafesinde,
- Duvardan 147cm uzakta,
- 10 MV enerji ile bilateral uygulama



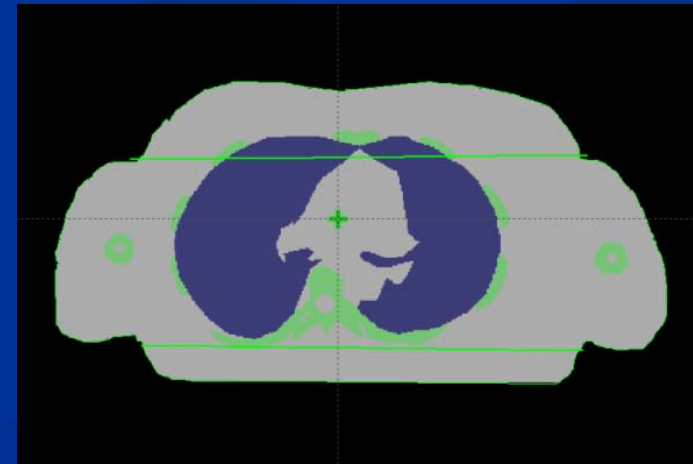
NEDEN 10 MV? NEDEN BİLATERAL?

- Daha homojen doz(10 MV-25 MV)
- Akciğerde daha az harabiyet
- ^{60}Co ve 4MV hayati organlarda **%10-%25** oranda yüksek doza neden olabilirler.



JEFFREY BRADLEY ve arkadaşları. Int.J.Biol.Phys.Vol.40.no2.391-396

- Tedavi set-up'ı kolaydır.
- Hasta tedavi süresince rahat eder.
- Hastanın kol kalınlığı yeterli ise akciğer dozunu düşürmek için blok dökmeye gerek kalmaz.
- Baş-boyun ve/veya ayak kompansatörleri için tutucuya gerek kalmaz.

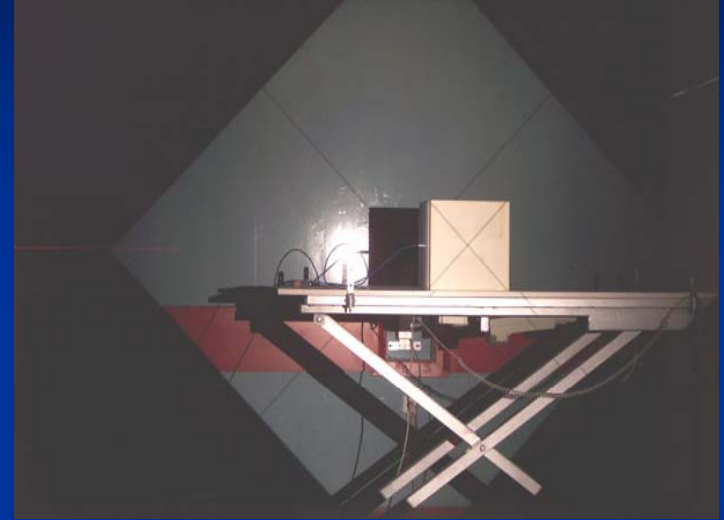


MATERYAL - METOD

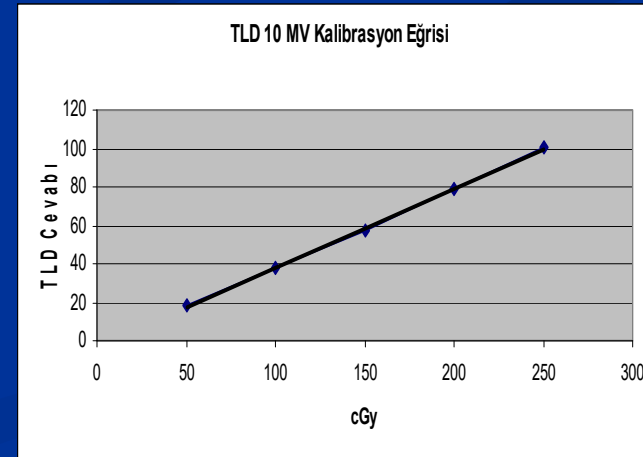
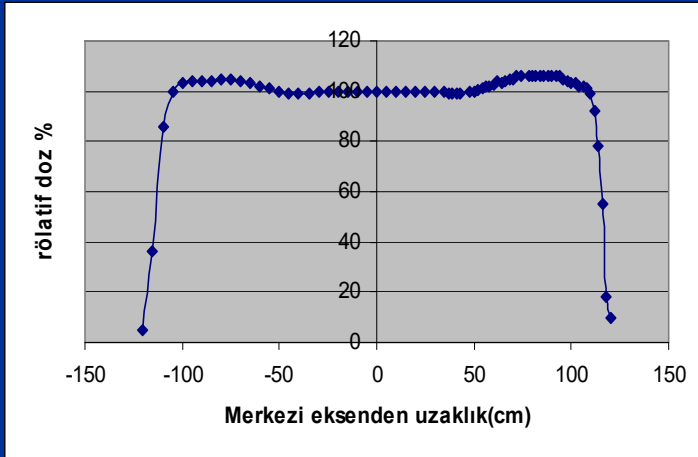
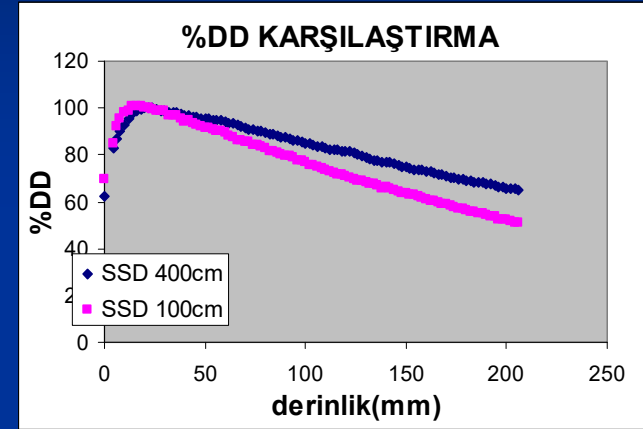
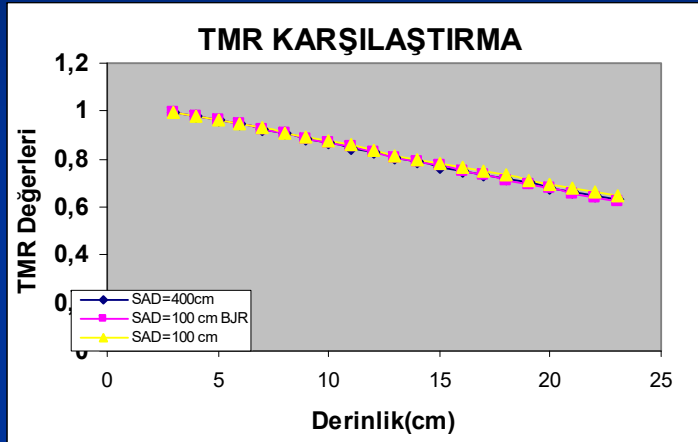
- Bilinen merkezi eksen tabloları **tam saçılma şartlarının sağlandığı koşullarda** ölçülmüştür.
- TBI tekniğinde **ışınlanan hacmin saçılan hacimden büyük olması** PDD, TAR ya da TMR'yi etkileyebilir.
- Mutlak dozda ters kare kanunundan sapmalar gözlenebilir.

Bu nedenlerden dolayı;

- TMR ölçümleri ve mutlak doz ölçümleri SAD=400cm'de $30 \times 30 \times 30 \text{ cm}^3$ katı su fantomunda,
- Profil düzgünlüğü SAD=400cm, 10cm derinde, 2cm aralıklarla
- %DD ölçümleri SSD=400cm RFA 300 Scanditronix su fantomunda gerçekleştirildi.



DOZİMETRİK SONUÇLAR



HASTA DOZİMETRİSİ

- Randofantomun umbilicus orta hattına verilmek istenen doz için monitor unit(MU) değeri;

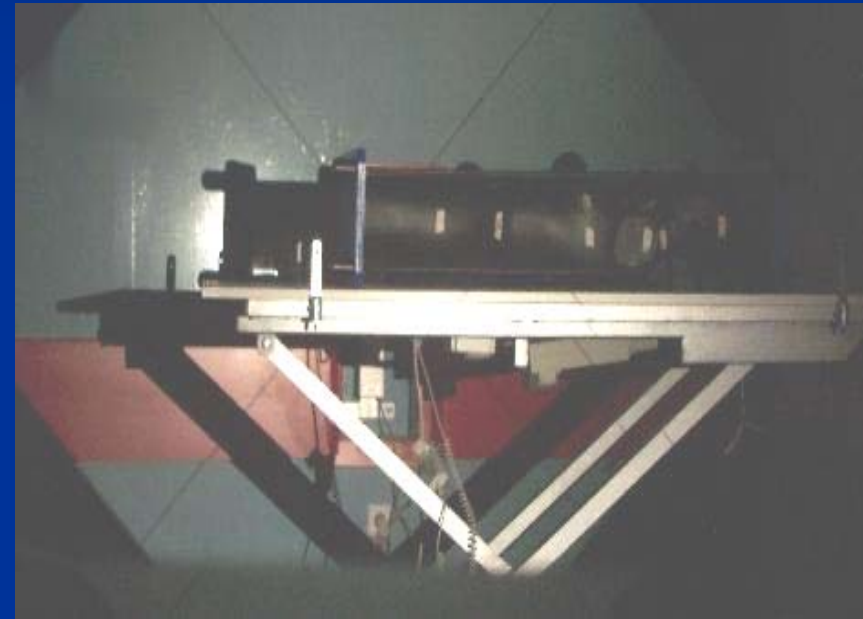
$$MU = \frac{D_d}{TMR(r_d, d) \times OP \times (f_{kal} / f_p)^2}$$

ile hesaplandı(doz hızı 0.15Gy/dk).

- Vücudun çeşitli bölgelerine yerleştirilen TLD çipleriyle giriş dozları ölçülerek;

$$D_p = \frac{D_s \times TMR_p}{TMR_s \times (f_{kal} / f_s)^2}$$

formülü ile orta hat dozları hesaplandı.



TEDAVİ PLANLAMA SİSTEMİ



BULGULAR

- TBI uygulamasında hasta geometrisi, dozimetrik parametrelerin belirlendiği fantom geometrisine göre çok daha büyük, oldukça düzensiz şekilli ve inhomojen olduğundan saçılan doz da o oranda kompleksdir.

Hastanın umblicus orta hattında iyon odasıyla yapılan ölçümlerde;

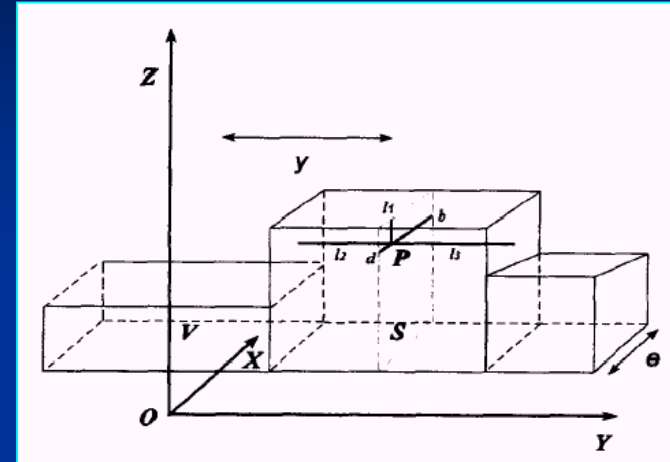
- Saçılma faktörleri kullanılmadan hesaplanan MU ile umblicus dozunda %2,7
- Saçılma faktörleri kullanıldığında %1 fark gözlemlendi.



SAÇILMA FAKTÖRLERİ

Lateral saçılma eksikliği(LSF) ve geri saçılma (BSF) faktörleri için;

- d=derinlik,
- e=toplam kalınlık
- b=geri saçılma kalınlığı
- l_1, l_2, l_3 yanal saçılma kalınlıkları



olmak üzere yapılan hesaplamalarda;

- Baş % 0.6
 - Boyun % 6.6
 - Omuz % 5.4
 - Akciğer % 0.5
 - Ubrikus % 3
 - Pelvis % 1.3
- farklı bulundu.

$$BCF(d,b) = 1 - (A*d + B) * e^{-C*b}$$

$$A \approx 0.0004 \text{ cm}^{-1}$$

$$B = 0.0282$$

$$C = 0.2220 \text{ cm}^{-1}$$

$$LCF(d,l_1,l_2,l_3) =$$

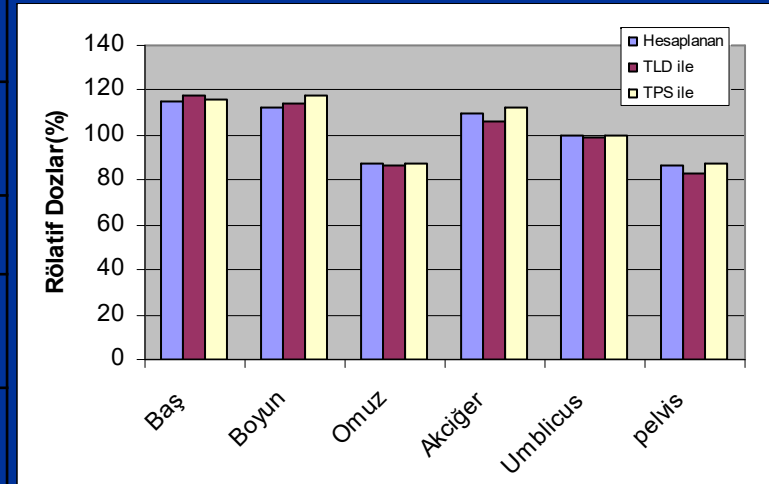
$$1 - D*(e^{-E*l_1} + e^{-E*l_2} + e^{-E*l_3})*d$$

$$D = 0.00391 \text{ cm}^{-1}$$

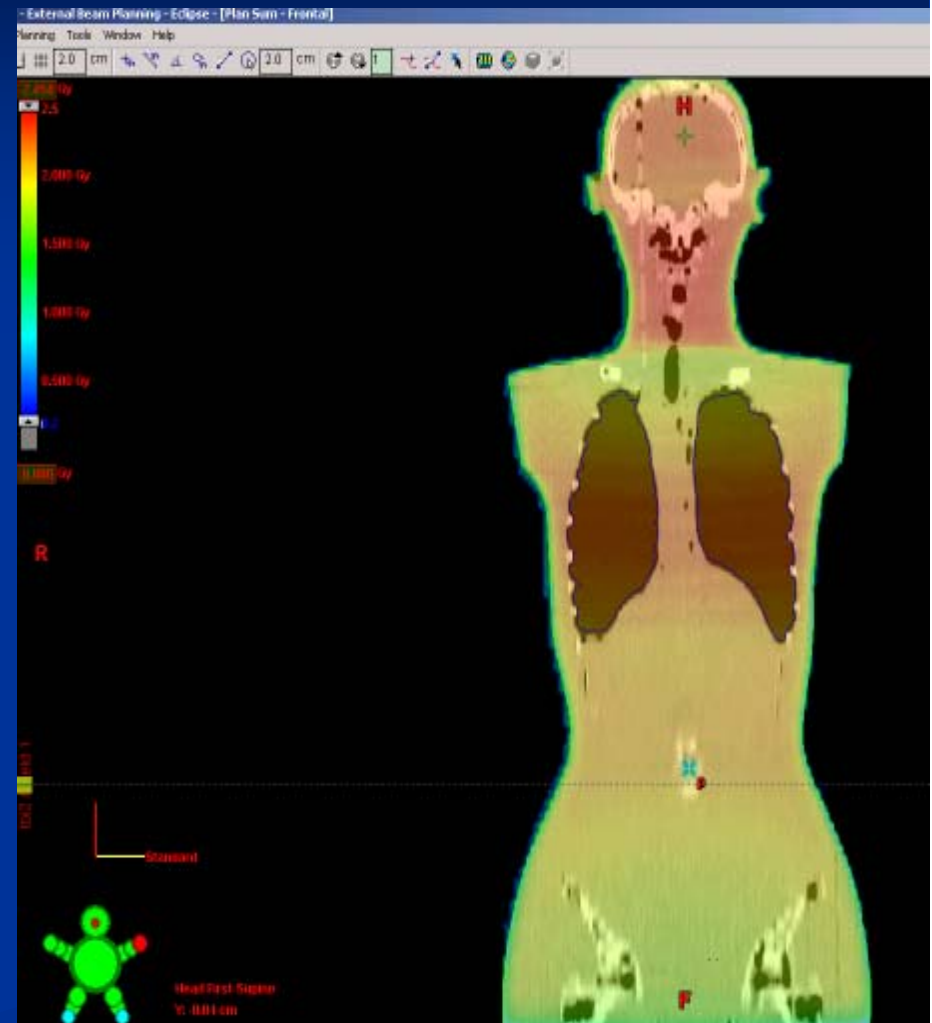
$$E = 0.27609 \text{ cm}^{-1}$$

YÖNTEME BAĞLI DOZ DAĞILIMLARI

Bölge	Düz. Fak.(+) %	TLD ile %	TPS ile %	STD SAPMA	ORT
Baş	115,30	117,58	116,30	1,14	116,39
Boyun	112,58	114,22	117,30	2,40	114,70
Omuz	87,31	86,65	87,40	0,41	87,12
Akciğer	109,80	106,20	112,40	3,11	109,47
Umblikus	100,00	99,17	100,00	0,48	99,72
pelvis	86,87	83,03	87,20	2,32	85,70



- Hastanın **değişen kalınlıkları** ve **inhomojen dokuların varlığı** (akciğer) tüm vücut boyunca homojen doz dağılımı elde edilmesini etkiler.
- Bu nedenle akciğerde ve kalınlığın ince olduğu yerlerde **kompansatör** kullanılmalıdır (**baş, boyun ve ayaklar**).
- Doz homojenizasyonu açısından yüksek enerjili demetler kullanılması avantaj sağlar. Bu durumda yüzeysel dokularda dozu arttırmak için **bolus veya demet soğurucu (spoiler)** kullanılmalıdır.



SONUÇ VE YORUM – II

- Çalışmada elde edilen doz değerlerinin yönteme bağlı değişimi $\pm 3\%$ ile uyumlu bulunmuştur.
- Herhangi bir kompensatör dizayn edilmeden hastadaki doz homojenizasyonu $\pm 14\%$ olup, literatür ile uyumludur.
- TBI ölçümlerinde minimum $30 \times 30 \times 30 \text{ cm}^3$ kalibrasyon fantomu kullanılıp, etrafına tam saçılma koşullarını sağlayacak şekilde ek fantomlar yerleştirilmeli ya da gerekli düzeltmeler yapılmalıdır(AAPM Report No 17).