

TAEK TR-2011-05



TEKNİK RAPOR

TLD ile DOZ
KARŞILAŞTIRMA
PROGRAMLARINDA
KULLANILMAK
ÜZERE YENİ BİR
TLD TUTUCUSU
ÖNERİSİ



TÜRKİYE ATOM ENERJİSİ KURUMU

TÜRKİYE ATOM ENERJİSİ KURUMU

TEKNİK RAPOR

**TLD ile DOZ KARŞILAŞTIRMA
PROGRAMLARINDA KULLANILMAK ÜZERE
YENİ BİR TLD TUTUCUSU ÖNERİSİ**



2011

TÜRKİYE ATOM ENERJİSİ KURUMU

2690 sayılı kanun ile kurulmuş olan Türkiye Atom Enerjisi Kurumunun ana görevi; atom enerjisinin barışçıl amaçlarla ülke yararına kullanılmasında izlenecek ulusal politikanın esaslarını ve bu konudaki plan ve programları belirlemek; ülkenin bilimsel, teknik ve ekonomik kalkınmasında atom enerjisinden yararlanılmasını mümkün kılacak her türlü araştırma, geliştirme, inceleme ve çalışmayı yapmak ve yaptırmak, bu alanda yapılacak çalışmaları koordine ve teşvik etmektir.

Bu çalışma TAEK personeli tarafından gerçekleştirilmiş araştırma, geliştirme ve inceleme sonuçlarının paylaşımı amacıyla Teknik Rapor olarak hazırlanmış ve basılmıştır.



Teknik Rapor 2011/05
Türkiye Atom Enerjisi Kurumu yayınıdır.
İzin alınmaksızın çoğaltılabilir.
Referans verilerek kullanılabilir.

TÜRKİYE ATOM ENERJİSİ KURUMU

Adres : Eskişehir Yolu 9. km 06530 Ankara/Türkiye
Tel : +90 (312) 295 87 00
Fax : +90 (312) 287 87 61
Web : www.taek.gov.tr

ÖNSÖZ

Bu çalışma, Uluslararası Atom Enerjisi Ajansı (IAEA), Dosimetry and Medical Radiation Physics Section, Division of Human Health, IAEA/WHO SSDL Network Secretariat tarafından SSDL ve radyoterapi merkezleri arasında her yıl Co-60 ve yüksek enerjili foton enerjilerinde TLD kullanılarak “Posta ile suda absorblanan doz karşılaştırma programı” organize edilmektedir. Bu programın amacı SSDL ve radyoterapi merkezlerinde kullanılan SSDL dozimetrelerinin ± 3.5 , radyoterapi dozimetrelerinin ± 5 hata ile doğruluğunu teyit etmektir. Olası hatalar dozimetrik ve geometrik etkenlerden kaynaklanmaktadır. Bu bağlamda, TLD ışınlaması esnasında olası geometrik hataları en aza indirmek amacıyla yeni bir TLD tutucu geliştirilmiştir. Bu çalışmada, geliştirilen TLD tutucusu ve katı fantom kullanılarak ışınlanan TLD sonuçları ile su fantomunda ışınlanan TLD sonuçlarının bir karşılaştırması yapılmaktadır.”

İÇİNDEKİLER

Tablolar Dizini.....	i
Şekiller Dizini.....	ii
Yönetici Özeti.....	iii
Executive Summary.....	iv
Kısaltmalar.....	v
1. GİRİŞ.....	1
2. MALZEME ve YÖNTEM.....	3
3. TARTIŞMA.....	6
4. SONUÇ.....	7
5. KAYNAKÇA.....	8

TABLÖLAR DİZİNİ

Tablo 1. Su Fantomu ve Plastik Fantomda Işınlanan TLD'lerin

Absorblanan Doz Değerleri.....	9
--------------------------------	---

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1. Radyoterapi Merkezlerinde Kullanılan TLD Işınlama Düzenegi.....	10
Şekil 2. Standart IAEA Su Fantomunda TLD Işınlama Düzenegi.....	11
Şekil 3. Farmer Tip İyon Odası Ölçülerinde İmal Edilen TLD Işınlama Tutucusu.....	12
Şekil 4. Radyoterapi Merkezinde İyon Odası Doz Ölçümünde ve TLD Işınlamalarında Kullanılan Plastik Fantom PMMA, RW3, Polystyrene) Gösterimi.....	13

YÖNETİCİ ÖZETİ

Katı fantomlarda kullanılmak üzere yeni bir TLD tutucu geliştirildi. Dizayn edilen TLD tutucusunun radyoterapi merkezlerinde TLD ışınlamalarında kullanılabilirliğini ortaya koymak bu çalışmanın hedefini oluşturmaktadır. Deneysel çalışmada toz formundaki TLD-100 kullanıldı. Toz TLD ile doldurulan kapsüller standart IAEA su fantomunda ve geliştirilen TLD tutucusu ile birlikte RW3 katı fantomda ışınlandı. Toz TLD değerlendirmeleri 4500 model Harshaw TLD okuyucusunda sağlandı.

Su fantomunda ışınlanan TLD'lerden elde edilen ortalama absorblanan doz 2.023 ± 0.023 Gy, plastik fantomda ışınlanan TLD'lerden elde edilen ortalama absorblanan doz ise 2.021 ± 0.023 Gy. Ortalama ölçüm değerleri arasındaki fark %0.3'dür. Bu ise deneysel sonuçlar arasında uyumun olduğunu göstermektedir. Her iki deneysel çalışmadan elde edilen veriler radyoterapi merkezlerinin katılmış olduğu TLD ile kalite denetimlerinde yeni TLD tutucusunun güvenilir bir şekilde kullanılabileceğini göstermektedir.

EXECUTIVE SUMMARY

A new TLD holder was designed for the use in solid phantoms. The purpose of this study is to demonstrate the usability of designed holder for TLD irradiation in radiotherapy center. This study presents experimental results of thermoluminescence dosimetry (TLDs) irradiated with a special TLD holder that is designed to simulate the shape of the 0.6 cc ionization chamber. The TLD-100 powder was used in the experimental study. The powder TLD filled capsules were irradiated in standard IAEA water phantom and RW3 type solid phantom with above mentioned holder. Powder TLD reading were performed by Harshaw 4500 model TLD reader.

Average absorbed dose is 2.023 ± 0.023 Gy for the irradiations in water phantom and is 2.021 ± 0.023 Gy for the irradiations in RW3 plastic phantom. The differences between measured values are 0.3 %. This shows the good agreement between the experimental results. Absorbed dose values obtained from irradiated TLDs in IAEA standard phantom and in plastic phantom with new holder were compared. The results are highly satisfactory and it is shown that the new holder can confidently be used for TLD quality audits in radiotherapy centers.

KISALTMALAR

IAEA : International Atomic Energy Agency

SSDL : Secondary Standard Dosimetry Laboratory

TLD : Termoluminesans Dozimetre

1. GİRİŞ

Dünya sağlık örgütü ile Uluslararası Atom Enerjisi Ajansı işbirliği ile 1969 yılında gelişmekte olan ülkelerde radyoterapi ışın demetinin kalibrasyonunu tetkik etmek üzere IAEA/WHO posta ile TLD absorblanan doz programını oluşturdu [1,4,7]. Bu programın esas amacı transfer dozimetre olarak termoluminesans dozimetre (TLD) kullanarak radyoterapi tedavi cihazları tarafından sağlanan radyasyon dozunun bağımsız bir denetimini sağlamaktır. IAEA/WHO TLD ile doz kalite denetimini 1981 yılından itibaren tedavi dozunda Sekonder Standart Dozimetri Laboratuvarlarının (SSDL) performansını izlemektedir. TLD ile absorblanan doz programı ilk olarak Co-60 enerjisi için uygulandı ve 1991 yılından itibaren klinik hızlandırıcılarla (LINAC) elde edilen yüksek enerjili foton demetlerine genişletildi [7].

TLD doz karşılaştırma programına katılan hastane personeli standart olmayan şartlarda TLD kapsüllerini ışınlamak zorundalar. Standart su fantomu (IAEA su fantom v.b.) yerine sıradan su kaplarında düşey olarak TLD'leri ışınlamak zorunda kalmaktalar. Şekil 1'de verilen su dolu plastik kova veya benzeri su kapları kullanılmaktadır. Yöntem plastik kova içerisine TLD kapsülü iliştirilmiş standart IAEA TLD tutucusunu yerleştirmekle başlamaktadır. TLD kapsülü dikey eksenini su yüzeyinden 5 cm derinlikte radyasyon demetinin tam merkezine yerleştirilmesi gerekmektedir. Bu şartlarda ışınlama düzeneğinin hazırlanması pratik olmamaktadır. Söz konusu ışınlama düzeneği ile yapılacak TLD ışınlamaları için geometrik hata kaçınılmazdır. Bundan başka, radyoterapi merkezleri halihazırda yüksek düzeyli bir kapasite ile hastalara hizmet götürmekte ve bu şartlarda kısa süre içerisinde TLD ışınlamaya çalışmaktadırlar. Ayrıca, TLD ışınlamasında kullanılan fantomdaki su sıcaklığı ile ışınlama odasının sıcaklığı dengeye gelememektedir. Bu etkenler IAEA/WHO TLD izleme kriterleri olarak SSDL'ler için ± 3.5 kanser tedavi merkezleri için ± 5 düzeylerinin dışında TLD ışınlamalarına sebep olabilmektedir. TLD ışınlamalarında gerek geometriden kaynaklanan ve gerekse hesaplamadan kaynaklanan hataların yapıldığı gözlenmiş ve rapor edilmiştir [4].

TLD ile dış denetimlerde geometrik hataların ortadan kaldırılması mümkündür. Bu bağlamda, plastik fantomlarda TLD kapsüllerinin

ışınlanmasını sağlayabilecek ve 0.6 cc Farmer tip iyon odası ölçülerinde özel bir TLD tutucusu tasarlanarak imal edilmiştir. Bu çalışma ile TLD tutucusunun radyoterapi merkezleri için TLD ile yapılan dış denetimlerde kullanılmasının uygun olup olamayacağını deneysel verilerle ortaya koymaktadır.

2. MALZEME ve YÖNTEM

2.1 TLD Sistemi

Bu çalışmada TLD malzemesi olarak toz formundaki lityum floride kullanılmıştır. Etkin atom numarası (Z_{eff} : 8.14) doku eşdeğerine ($Z_{\text{eff.tissue}}$: 7.42) yakındır. Malzeme tane boyutu 80 ile 200 μm arasındadır. Doz ölçümlerinde kullanmadan önce toz hassasiyetinin daha kararlı olmasını sağlamak ve özelliklerini daha mükemmel hale getirmek için toz TLD termal muameleye tabi tutulmaktadır. Bu amaçla 400 °C de 1 saat süreyle termal muamelenin ardından hızlı soğutularak 2 saat boyunca 100 °C fırınlanmaktadır [4,7].

Toz TLD 1 mm et kalınlığı 3 mm iç çapı ve 19 mm iç uzunluğu olan siyah polietilen kapsüllere dolduruldu. Kapsülün kapağı dahil dış uzunluğu 28 mm'dir. Her kapsül 160 mg toz TLD içermekte olup, dispenser ile yaklaşık 8 okuma yapılabilir. TLD okumalarında Harshaw 4500 model TLD okuyucusu kullanıldı. Okuyucunun kalibrasyon faktörünü (RCF) saptamak için referans TLD kapsülleri SSDL de kurulu bulunan Co-60 ışınlama sisteminde 2 Gy doz ile ışınladı. TLD ışınlamaları Şekil 2'de gösterildiği üzere IAEA su fantomunda (30 cmx30 cmx30 cm) standart IAEA TLD tutucusu kullanılarak referans şartlarda gerçekleştirildi. Absorblanan doz IAEA TRS-398 (Technical Reports Series No-398) protokolüne göre SSDL çalışma standardı kullanılarak ölçümleri yapıldı[2]. TLD kapsülleri 5 cm su derinliğinde SDD, (Source Dosimeter Distance) 100 cm ve 10 cmx10 cm radyasyon alanı içinde olacak şekilde yerleştirildi.

Işınlanan TLD lerden suda absorblanan dozun hesaplanması için öncelikle TLD sistem kalibrasyonu yapılması zorunludur. Bu çerçevede birkaç düzeltme faktörleri; Enerji düzeltme faktörü, doz-cevap faktörü (non-linearity), atmosferik şartlardan dolayı TLD zayıflama faktörü (fading), TLD tutucu düzeltme faktörü saptanması gerekmektedir. TLD pozisyonunda suda absorblanan doz (D_w) aşağıda verilen formül ile hesaplanmaktadır.

$$D_w = M \cdot N \cdot f_{\text{lin}} \cdot f_{\text{engy}} \cdot f_{\text{fad}} \cdot f_{\text{hol}}$$

Burada M TLD okuması, N TLD sisteminin kalibrasyon katsayısı, f_{lin} doz cevap düzeltme faktör, f_{engy} enerji düzeltme faktörü, f_{fad} zayıflama (fading) düzeltme faktörü ve f_{hol} standart TLD tutucu düzeltme faktörüdür [6,8].

2.2 Yeni TLD Tutucu

Ulusal ve uluslararası kalite güvence ağı dünya genelinde faaliyette bulunan radyoterapi merkezleri arasında doz karşılaştırma çalışmasını uygulamaktadır [1,4,6,7,9,10]. TLD ile bağımsız denetime katılan radyoterapi merkezleri uygun dozimetre sistemlerine sahiptirler. Izewska tarafından yapılan bir araştırmada IAEA/WHO TLD doz karşılaştırma çalışmasına katılan radyoterapi merkezlerinin %73 farmer tip 0.6 cc iyon odası kullandıklarını ifade etmektedir[4]. Prosedür gereği her TLD kapsülünü 2 Gy lik doz ile ışınlanabilmesi için öncelikle dozimetre sistemi ile su fantomu veya katı fantom kullanılarak 5 cm derinlikteki doz hızının ölçülmesi gerekmektedir. Daha sonra uygun bir kova içerisine IAEA standart TLD tutucu ile birlikte TLD kapsülü yerleştirilerek dikey olarak üstten ışınlama yapmaktadırlar. Hasta yoğunluğu bulunan merkezler için iki farklı uygulama yapmak zorunda kalmaları zaman kaybı olarak görülmekte, dolayısıyla TLD ışınlama sürelerinin çoğunlukla daha önceden alınan ölçümlerden gerekli düzeltmeler yapılarak elde edilmektedir. Bu uygulama ise TLD ışınlamalarındaki belirsizliği yükseltmektedir. TLD ile doz ölçümlerinde birleşik bağıl belirsizlik Co-60 enerjisi için %1.2, yüksek enerjili X ışını enerjilerinde %1.6 olarak tahmin edilmektedir [5].

TLD ile doz ölçüm belirsizliğini düşürmeye yönelik ve TLD ile doz karşılaştırma çalışmasına katılan radyoterapi merkezlerinin iş yükünü azaltabilecek yeni bir TLD tutucu geliştirildi ve kullanılması önerilmektedir. Yeni TLD tutucu 0.6 cc hacmindeki iyon odası boyutlarında ve plesiglastan üretildi. Farmer tip iyon odası ve üretilen yeni TLD tutucu Şekil 3'te verilmektedir. TLD kapsülü dış uzunluğu 23 mm, iç çapı 5 mm ve malzeme et kalınlığı 1 mm olan hazneye yerleştirilmektedir. Geliştirilen yeni TLD tutucusu 0.6 cc iyon odası boyutunda olması nedeniyle katı fantomlarda rahatlıkla kullanılmaktadır. Ayrıca TLD kapsülü ile fantom arası aynı malzeme olması nedeniyle ortam farklılığı yaratmamaktadır.

2.3 TLD Işınlama Şartları

Bu çalışmada ışınlamaların tamamı SSDL de kurulu bulunan Picker marka C-9 model Co-60 ışınlama sistemi kullanılarak yapıldı. Ölçümler ve TLD ışınlamaları 5 cm su fantomu ve fantom derinliğinde, kaynak iyon odası/TLD mesafesi 100 cm ve 10 cmx10 cm radyasyon alanı geometrisinde gerçekleştirildi. Suda absorblanan doz ölçümlerinde IAEA TRS-398 protokolü uygulandı [4]. Doz hızı ölçümünde PTW Unidos elektrometre ve 0.6 cc farmer tip iyon odası kullanıldı. Ölçüm sonucu elde edilen doz hızı yardımıyla 2 Gy doz için ışınlama süresi hesaplandı, birinci grup TLD kapsülleri su fantomunda aynı geometri şartlarında ışınlandı.

Bununla birlikte, 1 cm kalınlığa sahip plaka formundaki RW3 plastik fantomlarda (30 cmx30 cmx30 cm) yukarıda sözü edilen geometrik şartlarda PTW Unidos elektrometre ve 0.6 cc farmer tip iyon odası ile doz hızı ölçümleri gerçekleştirildi. İkinci grup TLD kapsülleri Şekil 4'de gösterildiği üzere ışınlama süresi hesaplamaları yapılarak 2 Gy doz ile ışınlandı [3].

3. TARTIŞMA

Türkiye genelinde kurulu bulunan radyoterapi merkezleri arasında 1989 yılından beri Co-60 enerjisinde TLD ile doz karşılaştırma çalışması organize edilmektedir. 1989 ile 2009 yılları arasında organize edilmiş olan karşılaştırmaların sonuçlarına göre geometriden kaynaklanabilen hata toplam hatanın önemli bir kısmını oluşturmaktadır.

Bu çalışmada, yeni geliştirilen TLD tutucu kullanılarak plastik fantomda ışınlanan TLD doz sonuçları ile IAEA standart su fantomunda ışınlanan TLD doz sonuçları karşılaştırıldı. İlk aşamada, TLD ışınlama süresinin hesaplanabilmesi için IAEA standart su fantomunda kaynak-iyon odası mesafesi olarak 100 cm mesafeye dozimetre sistemi yerleştirildi ve okumalar alındı. Söz konusu mesafedeki absorblanan doz hesaplandı. Aynı noktaya IAEA standart TLD tutucu yerleştirilerek 6 adet TLD kapsülü sırayla 2 Gy doz verebilecek şekilde ışınlandı Şekil 2. Işınlanan TLD kapsüllerin her birinden yaklaşık 8 okuma değeri elde edilerek ortalama değerleri hesaplandı. TLD kapsüllerinden elde edilen değerler 1,994 ile 2,050 Gy ve standart sapması aralığı 0,020 ile 0,069 arasında bulunarak Tablo 1’de verilmektedir.

İkinci aşamada, IAEA standart su fantomu yerine RW3 tip katı fantom kullanıldı. Katı plastik fantomun 1 cm kalınlığındaki plakalardan 30 cmx30 cmx30 cm boyutlu ışınlama fantomu oluşturuldu Şekil 4. Standart dozimetre kullanılarak öncelikle absorblanan doz ölçüldü. Elde edilen absorblanan doz değerinden hareketle TLD ışınlama süresi hesaplandı. Yeni TLD tutucuyu plastik fantomda kullanarak 6 adet TLD kapsülü sırayla ışınlandı. Işınlanan TLD kapsüllerinin her birinden 8 okuma elde edildi ve ortalamaları hesaplandı. Kapsül okuma değerleri 1,994 ile 2,036 Gy aralığında ve standart sapması 0,039 ile 0,056 aralığında elde edilerek Tablo 1’de verilmektedir.

4. SONUÇ

Radyoterapi merkezlerinden su fantomunun 5 cm derinliğinde TLD kapsüllerinin ışınlanması talep edilmektedir. Radyoterapi merkezlerinde alışılmış uygulamaya bağlı olarak ya kaynak-cilt mesafesini kullanarak veya izosentrik (SAD) olarak hasta tedavisi yapılmaktadır. TLD kapsüllerine verilecek doz medikal fizikçi tarafından hasta tedavisinde uygulandığı şekilde hesaplanarak ışınlamalar gerçekleştirilmektedir. Bununla birlikte, TLD ışınlamaları uygun olmayan şartlarda yapılması durumunda birçok faktör olumsuz yönde etkilemektedir. Bunlar esas itibarıyla dozimetrik ve geometrik faktörlerdir.

Medikal fizikçi doz ışınlama sisteminin doz çıkış verimini çok dikkatli biçimde ölçmek zorundadır. Bunu sağlamak için kararlı okuma yapabilen ve kalibrasyonu yapılmış uygun bir dozimetre sistemi kullanılmalıdır.

Bundan başka kullanıcı şartlarından dolayı ortaya çıkabilecek geometrik hataları ortadan kaldırmaya yönelik, dozimetrik ölçümleri ve TLD ışınlamalarını aynı malzemeden oluşan fantom içerisinde ve aynı geometride gerçekleştirilmelidir. Mevcut uygulamalarda doz ölçümleri genel olarak katı fantomda yapılmakta, TLD ışınlamaları ise kova içerisindeki TLD düzeneğinde yapılmaktadır. Bu tür uygulamalarda ister istemez ise geometrik hata yapılmasının önüne geçilememektedir.

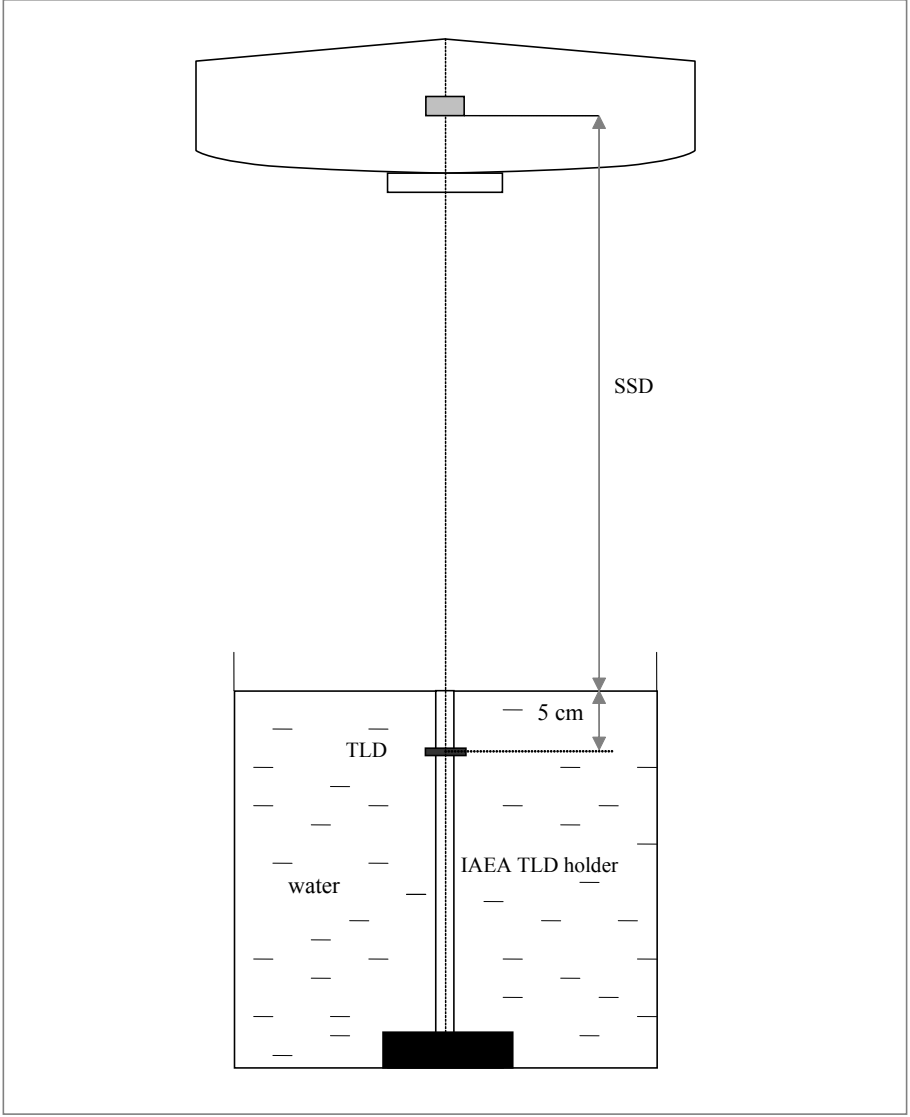
Bu çalışmada önerilen TLD tutucusu aynı fantom malzemesi içerisinde ve aynı geometri şartlarında hem dozimetrik ölçümlerin yapılmasını ve hemde TLD kapsüllerinin ışınlanmasını sağlayacağı için geometriden kaynaklanabilecek hataları ortadan kaldıracaktır.

5. KAYNAKÇA

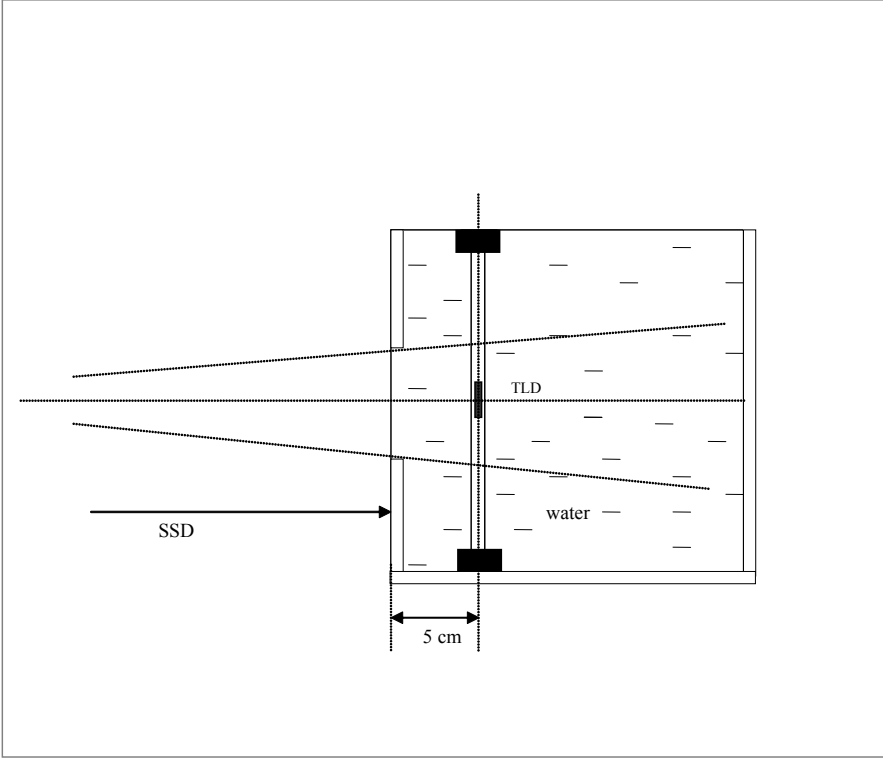
- 1- Hansson U, Johansson K.A. Quality audit of radiotherapy with EORTC mailed in water TL-dosimetry. *Radiation and Oncology*. 1991;20:191-196.
- 2- International Atomic Energy Agency. Absorbed dose determination in external beam radiotherapy. An International Code of Practice for Dosimetry based on standards of absorbed dose to water, Tech, Rep. Series No. 398, IAEA, Vienna, 2000.
- 3- International Atomic Energy Agency. Absorbed dose determination in photon and electron beams. An International Code of Practice. Tech, Rep. Series No. 277, IAEA, Vienna, 1997.
- 4- Izewska J, Andreo P. The IAEA/WHO TLD postal programme for radiotherapy hospitals. *Radiation and Oncology*. 2000;54:65-72.
- 5- Izewska J, Hultqvist M, Bera P. Analysis of uncertainties in The IAEA/WHO TLD postal dose audit system. *Radiation Measurements*. 2008;43:959-963.
- 6- Izewska J, Novotny J, Van Dam J, Dutreix A, van der Scheren E. The influence of the IAEA standard holder on dose evaluated from TLD samples. *Phys. Med. Biol*. 1996;41:465-473.
- 7- Izewska J, Andreo P, Vatnitsky S, Short K.R. The IAEA/WHO TLD postal dose quality audits for radiotherapy: A perspective of dosimetry practices at hospitals in developing countries. *Radiation and Oncology*. 2003;69:91-97.
- 8- Kroutilikova D, Novotny J, Judas L. Thermoluminescent dosimeters (TLD) quality assurance network in the Czech Republic. *Radiation and Oncology*. 2003;66:235-244.
- 9- Rostkowska J, Kania M, Gwiazdowska B, Bulski W, Ulkowski P. Dosimetry quality audit for Co-60 Units in teletherapy centres in poland. *Polish J. Med.Phys and Eng*. 2001;7:279-289.
- 10-Swinnen A, Verstraete J, Huyskens D, P. The use of multipurpose phantom for mailed dosimetry checks of therapeutic photon beams: OPERA (operational phantom for external radiotherapy audit). *Radiation and Oncology*. 2002;64:317-326.

Tablo 1. Su Fantomu ve Plastik Fantomda Işınlanan TLD'lerin Absorblanan Doz Değerleri

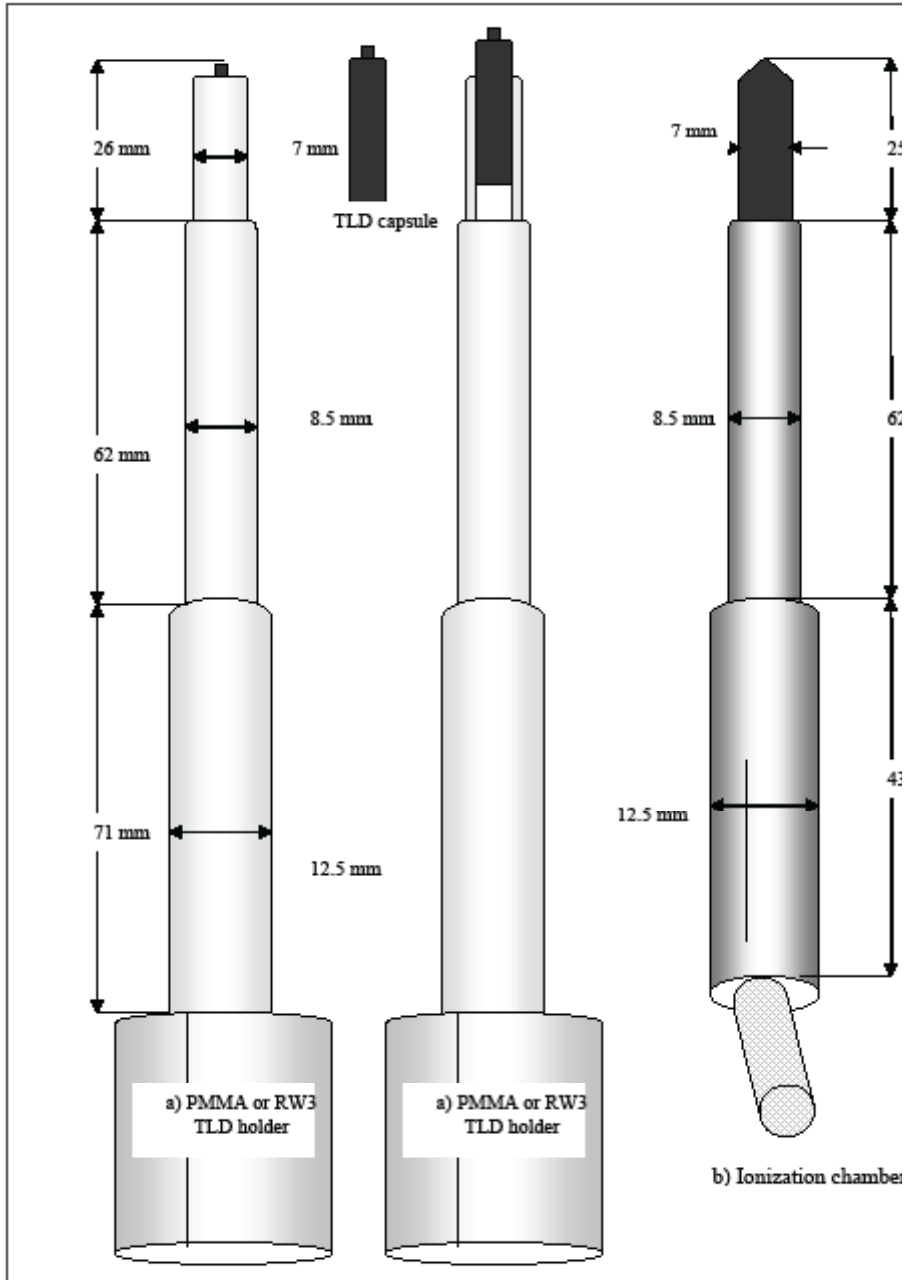
Radyasyon Enerjisi	TLD Kapsül No.	Su Fantomu (Gy)	Katı Fantom (Gy)
Co-60	1	2.011 ± 0.036	2.012 ± 0.046
	2	1.994 ± 0.046	2.036 ± 0.048
	3	2.041 ± 0.034	2.035 ± 0.056
	4	2.017 ± 0.069	2.032 ± 0.039
	5	2.050 ± 0.020	1.994 ± 0.083
	6	2.024 ± 0.027	2.008 ± 0.041
	Ortalama	2.023 ± 0.022	2.022 ± 0.019



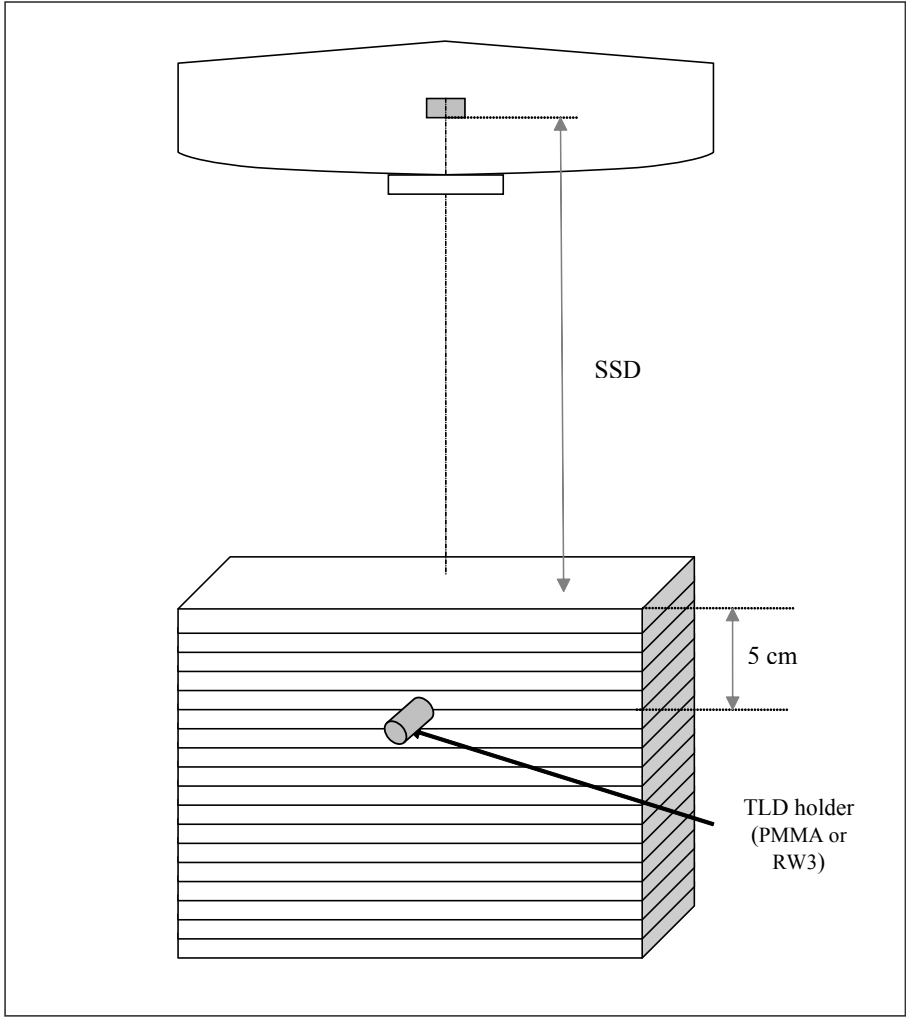
Şekil 1. Radyoterapi Merkezlerinde Kullanılan TLD Işınlama Düzeneği



Şekil 2. Standart IAEA Su Fantomunda TLD Işınlama Düzeneği



Şekil 3. Farmer Tip İyon Odası Ölçülerinde İmal Edilen TLD Işınlama Tutucusu



Şekil 4. Radyoterapi Merkezinde İyon Odası Doz Ölçümünde ve TLD Işınlamalarında Kullanılan Plastik Fantom (PMMA, RW3, Polystyrene) Gösterimi

TAEK YAYIN BİLGİ FORMU

Rapor Bilgileri	1.Yayın Yılı/No 2011/05
2.Rapor Başlığı TLD ile DOZ KARŞILAŞTIRMA PROGRAMLARINDA KULLANILMAK ÜZERE YENİ BİR TLD TUTUCUSU ÖNERİSİ	3.Yayın Kurulu Tarih (Gün/Ay/Yıl)-No 21.10.2009-5
4. Yazarlar Dr. Doğan YAŞAR	5-Yayın Türü Teknik Rapor
6. Çalışmayı Yapan Birimler ÇNAEM, METROLOJİ BİRİMİ, SSDL	
7. Destekleyen veya Ortak Çalışılan Kuruluşlar -	
8. Özet Katı fantomlarda kullanılmak üzere yeni bir TLD tutucu geliştirildi. Çalışmanın amacı dizayn edilen TLD tutucusunun radyoterapi merkezlerinde TLD ışınlamalarında kullanılabilirliğini göstermektir. Deneysel çalışmada toz formundaki TLD-100 kullanıldı. Toz TLD ile doldurulan kapsüller standart IAEA su fantomunda ve geliştirilen TLD tutucusu ile birlikte RW3 katı fantomda ışınlandı. Su fantomunda ışınlanan TLD lerdeki ortalama absorblanan doz 2.023 ± 0.023 Gy, plastik fantomda ışınlanan TLD lerden elde edilen ortalama absorblanan doz ise 2.021 ± 0.023 Gy. Ortalama ölçüm değerleri arasındaki fark %0.3'dür. Bu deneysel sonuçlar arasında uyumun olduğunu göstermektedir. Her iki deneysel çalışmadan elde edilen veriler ışığında radyoterapi merkezlerin katılmış olduğu TLD ile kalite denetimlerinde yeni TLD tutucusunun güvenilir bir şekilde kullanılabileceğini göstermektedir.	
9. Anahtar Kelimeler TLD, Absorblanan Doz, Doz Karşılaştırma	10. Gizlilik Derecesi Tasnif Dışı

GİZLİLİK DERECELERİ

TASNİF DIŞI (UNCLASSIFIED): İçerdiği konu itibarıyla, gizlilik dereceli bilgi taşımayan, ancak devlet hizmetiyle ilgili bilgileri içeren evrak, belge ve mesajlara verilen en düşük gizlilik derecesidir.

HİZMETE ÖZEL (RESTRICTED): İçerdiği konu itibarıyla, gizlilik dereceli konular dışında olan, ancak güvenlik işlemine ihtiyaç gösteren ve devlet hizmetine özel bilgileri içeren evrak, belge ve mesajlara verilen gizlilik derecesidir.

ÖZEL (CONFIDENTIAL): İçerdiği konu itibarıyla, izinsiz olarak açıklandığı takdirde, milli menfaatleri olumsuz yönde etkileyecek evrak, belge ve mesajlara verilen gizlilik derecesidir.

GİZLİ (SECRET): İzinsiz açıklandığı takdirde, milli güvenliği, milli prestij ve menfaatleri ciddi ve önemli bir şekilde zedeleyecek olan evrak, belge ve mesajlara verilen gizlilik derecesidir.



TÜRKİYE ATOM ENERJİSİ KURUMU