

**NAZOFARENKS KANSERİ RADYOTERPİSİNDE FOTON-ELEKTRON
BİRLEŞİM ALANININ İNCELENMESİ***
**Investigation of Photon-Electron Field Junction in Radiation
Therapy of Nasopharynx Cancer**

**Ahmet ÇALIŞIR¹, Kadir YARAY², Serdar SOYUER³, Dicle ASLAN⁴,
Demet BAYRAKTAR¹**

Özet : Bu çalışmada T1-T2 NOM0 nazofarenks kanserinin konvansiyonel radyoterapi uygulamasında; kritik organlardan biri olan medulla spinalisi 46 Gy'den sonra korumak amacıyla kullanılan elektron alanı ve foton alanının birleşim alanında, farklı gap uygulamalarındaki doz değişimini ve kritik yapılara etkisini incelemek amaçlanmıştır. Rando fantomun kemik yapılarından faydalanarak simülör filmi çekildi. Film üzerinde medulla spinalis korumalı alan ve elektron alanı belirlendi. Foton ve elektron alanının birleşim hattı üzerinde rando fantomun 6. ve 7. kesitler arasında kesitlerle eşit büyüklükte wax kesildi. Wax üzerine; birleşim hattı üzerinde yüzeyden derine doğru 5 mm aralıklarla 16 adet, medulla spinalise 3 adet ve foton alanına 1 adet olmak üzere toplamda 20 adet TLD yerleştirildi. Foton alanına izosentrik tedavide 7 cm derinliğe 200 cGy doz alacak şekilde ve elektron alanına 3 cm'ye 200 cGy doz verecek şekilde ışınlandı. Foton-elektron birleşim alanı; 2 mm ve 4 mm üst üste çakıştırma, 2 mm ve 4 mm gap bırakma ve gap bırakmama yöntemleri uygulandı. Her bir uygulamada 6 kez ışınlama yapıldı.

Bu çalışmanın sonucunda; tedavi alanında oluşabilecek sıcak ya da soğuk noktanın hasta üzerinde oluşturabileceği yan etkiler göz önüne alınarak foton-elektron alanına 2 mm gap bırakmanın uygun olacağı tesbit edildi.

Anahtar kelimeler: Nazofarenks kanseri, alan birleşimi, rando fantom, medulla spinalis

Summary: In this study, in a conventional T₁-T₂ NOM0 nasopharyngeal cancer radiotherapy application, it is aimed to investigate the dose changes and its effects on critical structures in the gap applications at the junction of the electron-photon field, which is used to protect one of the organs, spinal cord, from 46 Gy.

With the help of the rando phantom bone structures, a simulator film was taken. Spinal cord protected area and electron field were determined on the film. Equal sizes of waxes are cut on the rando phantom line of the combination of the photon and electron field between 6. and 7. sections. On the combination line, 16 pieces of TLDs from surface to deep with the intervals of 5 mm, 3 pieces in the spinal cord and 1 TLD were placed in a photon field. Totally 20 pieces of TLD were placed. In the isosentric treatment, the dose was irradiated like this: 200Gy dose to 7 cm-depth to the photon field and 200Gy dose to 3 cm-depth to the electron field. In the photon-electron junction area, 2 mm and 4 mm gap release and gap leave methods were applied.

In conclusion when the side effects of hot or cold points on the patient are considered it is appropriate to leave 2mm gap formation to the photon-electron field.

Keywords: Nasopharynx cancer, field junction, rando phantom, medulla spinalis

¹ Bilim Uzm.Erc.Ün.,Sağ.Bil.Ens.Radyasyon Fiz.AD, Kayseri

² Öğr.Gör.Dr.Erc.Ün.Halil Bayraktar SHMYO, Kayseri

³ Prof.Dr.Erciyes Ün.Tıp Fak.Radyasyon Onk. AD, Kayseri

⁴ Uzm.Dr.Erciyes Ün.Tıp Fak.Radyasyon Onk. AD, Kayseri

Geliş Tarihi : 01.08.2011 **Kabul Tarihi :** 14.08.2012

***Bu araştırma Erciyes Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi tarafından TSY-011-3558 nolu proje ile yüksek lisans tezi olarak desteklenmiştir .**

Nazofarenks kanseri (NFK), anatomik lokalizasyonu nedeniyle cerrahiye olanaksız kılar. Buna karşın genellikle radyoterapiye (RT) ve kemoterapiye (KT) duyarlıdır(1). Nazofarenks tümörlerinin ana tedavi yöntemi radyoterapidir. RT tümör hücrelerinin yok edilmesini amaçlar; ancak normal dokulara da zarar vermekte ve yan etki meydana getirmektedir. NFK'nin RT'si genellikle büyük alanları kapsar ve yüksek dozda uygulanır. Bu nedenle, önemli boyutta akut ve kronik yan etki görülebilmektedir. Yan etkiler arasında; ağız kuruluğu, trismus, myelopati, iştahın zayıflaması, diş çürüğü görülebilir.

Radyoterapi uygulanan hastalarda; kritik organ dozlarının ölçülmesi, oluşabilecek yan etkiler hakkında hastaların bilgilendirilmesinde ve klinisyenlerin hasta takibinde büyük önem taşımaktadır. Nazofarenks radyoterapisinde 70 Gy gibi yüksek dozlara çıkılması gerekir; fakat primer tedavi alanı içinde kalan medulla spinalis (MS) dozu 46 Gy'nin üstünde bir doz aldığımda myelopati gelişme riski yüksektir. Bundan dolayı planlamada belirli bir doza gelindiğinde MS korunmalıdır. Bu amaçla 46 Gy'den sonra primer tedavi alanı ikiye bölünerek MS'e gelen kısım elektron enerjisiyle devam eder. Elektron enerjisinin menzilin kısa olmasından dolayı MS'e ulaşamaz. Bu sayede MS korunmuş olur. Radyasyon alanının ikiye bölünmesi ise alan birleşim problemlerini ortaya çıkarır. Birleşim bölgesinde oluşacak sıcak ya da soğuk noktalar tedaviyi olumsuz yönde etkiler.

Termolüminesans dozimetreler (TLD), termolüminesans özellik gösteren kristalin iyonlaştırıcı radyasyonla ışınlanıp bir miktar enerji soğurması ve kristal ısıtılınca bu enerjinin termolüminesans ısıma şeklinde geri yayımlanması olayına dayanır (2). Tek kristal yapısında bir katının valans bandı ile iletkenlik bandı arasında yasak enerji bandı bulunur ve enerji bölgesinde kristal içerisinde elektron bulunmaz. Kristalin radyasyon ile uyarılması sonucu valans bandından kopan veya iletkenlik bandından tekrar valans bandına dönen elektronlara tuzak oluşturur ve elektronlar bu tuzaklara yakalanırlar. Böylece radyasyon ile kristale aktarılan enerjinin bir kısmı kristalde depolanmış

olur. Bu tür dozimetrelerde LiB_4O_7 , LiF , $CaSO_4$ termolüminesans kristalleri bulunmaktadır.

Bu dozimetre ile 10 keV-10 MeV enerji aralığında, kişilerin ayrı ayrı gamma, X ışınları, beta parçacığı ve termal (ısı) nötronları ölçebilme özelliğine sahiptir(3).

Bu çalışmada T_1-T_2 N_0M_0 nazofarenks kanserli hastaların konvansiyonel radyoterapi uygulamasında primer tedavi alanının ikiye bölünmesiyle oluşan birleşim problemleri incelenecek ve birleşim noktalarında sıcak ya da soğuk noktanın oluşmaması için çözüm bulunmaya çalışılacaktır.

GEREÇ VE YÖNTEM

Termolüminesans Dozimetrelerin Kalibrasyonu

Bütün fosforlar, sıcaklığa bağlı olarak termolüminesans özelliklerinde bazı değişiklikler

gösterirler. Radyasyona karşı duyarlılıklarını artırmak ve bütün tuzaklarını boşaltmak tekrar kullanımlarını sağlamak için fosforların fırınlamaları zorunludur. Doz ölçümlerinde, fosfor ışınlandıktan sonra; okumadan önceki sıcaklık piklerini, ışınlanmadan önce ise radyasyona karşı duyarlılıklarını artırmak ve bütün artık TL sinyallerini ortadan kaldırmak için fosfor fırınlanır(4).

Bu çalışmada, 120 adet TLD ilk önce 400 °C de 1 saat 10 dakika fırınladı. Oda sıcaklığında, kapalı konumda soğumasının ardından 80 °C de 16 saat fırınladı. Bu işlemlerin ardından TLD'lerimiz kalibrasyona hazır hale geldi. 120 adet kalibrasyona hazır hale getirilen TLD'lerimizi radyasyona uygun hale getirmek için 10 gün boyunca günde 100 cGy doz alacakları şekilde ışınlandı.

Tüm TLD-100 çipleri aynı duyarlılıkta üretilmediği için, aynı miktarda radyasyon soğurmalarına karşın okuma sırasında farklı miktarda ısıma yaparlar. Bu farklılığı ortadan kaldırmak için her çipe bir ağırlık faktörü (ECC) verilir. Okuyucunun, ışık şiddetini soğurulan radyasyon miktarı cinsinden verilmesi için RCF'nin bilinmesi gerekir. Bu yüzden RCF katsayısının bulunması için öncelikle TLD-100 çiplerinin ECC katsayılarının belirlenme-

si gerekir. Bu doğrultuda 120 adet TLD çip arasından % 3 limitlerde 29 adet TLD çip ölçümler için belirlendi.

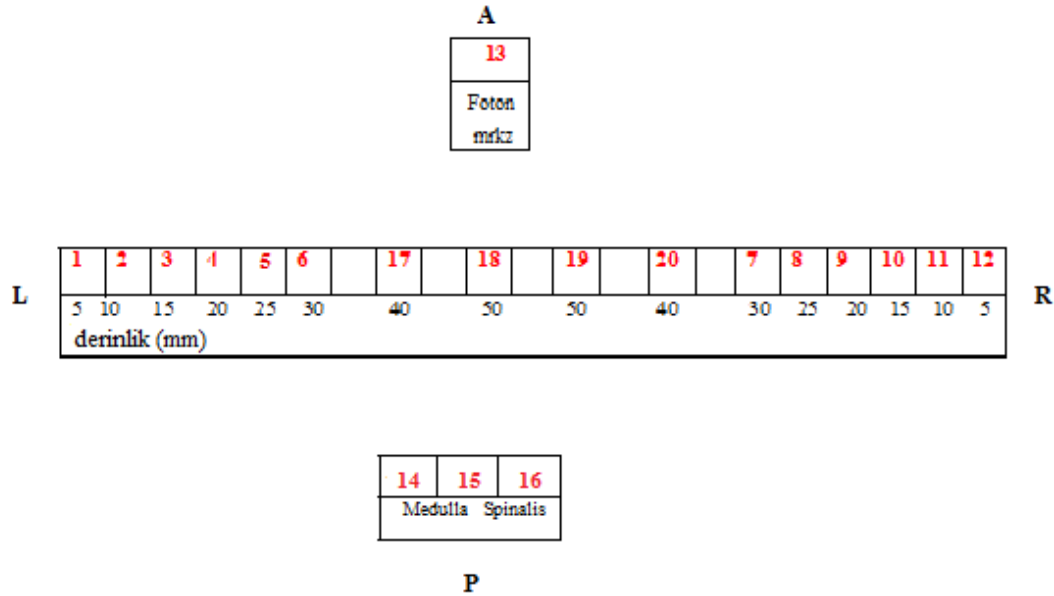
Tedavi Alanlarının Simülasyonda Belirlenmesi

Çalışmamızda insan dokusuna eşdeğer bir yoğunluğa sahip rando fantom kullanıldı. Fantomu oluşturulan kesitlerin birbirinden ayrılmaması ve doz dağılımını etkileyecek yanlışlıklara (hava boşlukları, kayma vs.) yer verilmemesi amacıyla baş-boyun fantomu kullanıldı. Rando fantom simülasyon için simülatör cihazının masasına supin olarak yatırıldı. Simülatör cihazında tedavi alanları rando fantom üzerine, radyasyon onkoloğu yardımıyla çizildi. Öncelikle Faz I'deki tedavi alanları belirlendi. SAD tekniği ile izosentrik planlama yapıldı. Çekilen simülasyon filmi üzerinde foton ve elektron

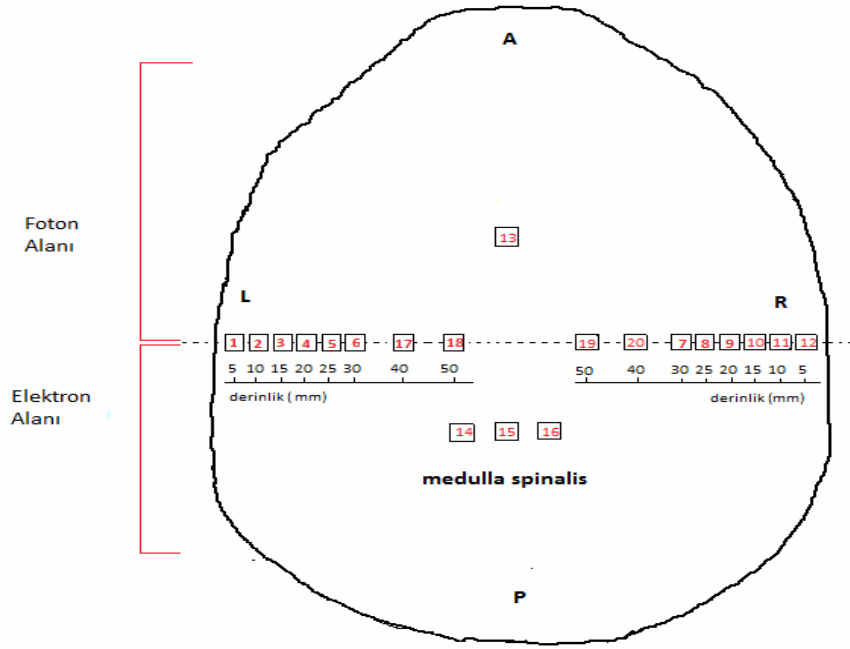
tedavi alanları ayrı ayrı belirlendi. Belirlenen alanlara göre serobent alarım koruma blokları ve elektron aplikatörleri döküldü.

TLD Yerlerinin Wax Üzerinde Belirlenmesi

Ölçümlerimizde doku ile artefakt oluşturmayan özel bir madde (wax) kullanıldı. Foton alanının merkezi ile elektron alanının merkezi arasında kalacak şekilde bir kesit (6. ve 7. kesitlerin arası) belirlendi. Yedinci kesitin üst kısmı ile aynı boyutta wax kesildi. Wax üzerine foton merkezine 1 adet, foton-elektron birleşimine aynı hat üzerine 5 mm aralıklarla 16 adet ve medulla spinalise üç adet olmak üzere toplam 20 adet TLD yeri açıldı (Şekil.1, Şekil.2). Birleşim alanına beş farklı uygulama ve her bir uygulamada 6 kez ışınlama yapıldı.



Şekil.1 TLD'lerin yerleşimleri, buldukları derinlikler ve TLD kodları



Şekil 2. 6. ve 7. kesitler arasına yerleştirilen waxın genel görünümü ile TLD yerleri

BULGULAR

Çalışmamızda foton-elektron birleşim hattında farklı gap uygulamalarında foton alanına merkezindeki doz değişimini anlamak üzere 13 numaralı TLD'yi yerleştirerek ölçümler alındı. Ölçülen ortalama doz değerleri Tablo I'de gösterilmiştir.

Kritik organlardan bir tanesi olan m.spinalise farklı gap uygulamalarındaki aldığı dozu belirlemek amacıyla 3 adet TLD (14, 15, 16 nolu TLD'ler) yerleştirildi. Her bir uygulamada MS'de ölçülen ortalama doz değerleri Tablo II'de gösterilmiştir.

Çalışmamızın temel amacı farklı gap uygulamalarında birleşim alanındaki doz değişimini incelemektir. Bu amaçla yüzeiden derine doğru aynı hat üzerine 16 adet TLD yerleştirildi. Her bir uygulama için alınan doz değerlerinin ortalaması Tablo III ve Tablo IV' te gösterilmiştir.

Tablo I. Foton merkezinde ölçülen ortalama doz değerleri

	+4 mm overlap	+ 2 mm overlap	No Gap	- 2 mm Gap	- 4 mm gap
Ortalama doz (cGy)	189.8	189.2	188.3	187	184.1

Tablo II. Her bir uygulamada MS'de ölçülen ortalama doz değerleri

	+4 mm overlap	+ 2 mm overlap	No Gap	- 2 mm gap	- 4 mm gap
Ortalama MS dozu (cGy)	20.9	19.3	21.4	17.3	16.3

Tablo III. Sol lateralde yüzeyden derine doğru ilerlerken ölçülen ortalama doz değerleri

Derinlik (mm)	Tld No	+ 4 mm Overlap (cGy)	+ 2 mm Overlap (cGy)	No Gap (cGy)	- 2 mm Gap (cGy)	- 4 mm Gap (cGy)
5	1	264.4	254.2	256.4	211.7	179.8
10	2	282.8	269.6	260.9	233.6	197.1
15	3	295.7	291.2	280.6	251.1	216.4
20	4	306.8	302.8	289.6	263.3	241.2
25	5	311.2	303.7	289.5	268.1	248.7
30	6	288.2	283.8	265.9	253.7	218.6
40	17	195.8	197.7	197.8	183.4	170.2
50	18	177.3	182.2	175.3	173.0	160.6

Tablo IV. Sağ lateralde yüzeyden derine doğru ilerlerken ölçülen doz değerleri

Derinlik (mm)	Tld No	+ 4 mm Overlap (cGy)	+ 2 mm Overlap (cGy)	No Gap (cGy)	- 2 mm Gap (cGy)	- 4 mm Gap (cGy)
5	12	264.2	249.7	247.2	209.1	182.0
10	11	280.8	265.9	257.9	226.8	192.4
15	10	293.7	289.9	289.8	249.2	212.8
20	9	303.1	297.5	297.9	261.9	242.2
25	8	303.9	293.2	278.9	257.1	245.4
30	7	290.2	278.1	266.6	248.3	228.9
40	20	194.2	203.5	204.5	179.8	168.1
50	19	175.4	182.6	175.6	170.2	156.6

TARTIŞMA

Radyoterapide esas amaç, hasta üzerinde belirlenen hedef hacme optimum dozu verirken, kritik organ ve civarındaki sağlıklı dokuları korumaktır. Radyoterapinin güvenli olması için, planlanan tedavi alanı içerisinde veya yakın komşuluğundaki kritik organların her bir fraksiyonda ve toplamda ne kadar doz aldıklarının belirlenmesi gerekir.

Bu çalışma, medulla spinalisi korumak amacıyla 46 Gy'den sonra uygulanan foton ve elektron alanlarının birleşim alanında, farklı gap uygulamalarındaki yüzeyden derine doğru giderken doz değişimini incelemek ve uygun gap yöntemini belirlemek amacıyla yapılmıştır.

Çalışmamızda foton alanında gap bırakıldıkça dozun azaldığını overlap yapıldığında ise dozun arttığını gözlemledik. Bu doz değişimi nisbeten az (3-5 cGy) olmuştur. Medulla spinalise yerleştirdiğimiz TLD'lerde de ortalama 20 cGy doz aldığını bu doz değerlerinin gap bırakıldığında azalma meydana geldiğini, overlap uygulamasında ise dozun arttığını ve bu değişimin nisbeten az (3-5 cGy) olduğunu gözlemledik. Ayrıca ölçümlerimizde medulla spinalisin aldığı bu doz değerlerinin neredeyse tamamını foton alanındaki saçılmalardan kaynaklan-

dığı tesbit edilmiştir. Bu sonucu Kaya ve ark. (5) yaptıkları çalışmalarında gözlemlemiştir.

Foton-elektron alanı birleşim noktasına farklı gap uygulamalarında yaptığımız ölçümde build-up (1.5 cm derinlik) bölgesine doğru ilerlerken dozun giderek arttığı, bu artışın 25 mm'ye kadar azalarak devam ettiği ve bu noktadan sonra soğuk noktalara doğru hızlı bir düşüşü gözlemlenmiştir. Genel olarak oldukça yüksek sıcak noktalara erişildiği gözlemlenmiştir.

Kemikler (6) katı fantomlardan 12 tanesini dik bir şekilde yan yana dizerek bir hacim oluşturmuştur. Katı fantomun 1 cm, 2cm, 3 cm derinliklerine gelecek şekilde film dozimetre yerleştirilmiştir. Her bir ışınlamada 2 cm'deki dozun 1 cm'de ve 3 cm'deki ölçümlerine göre yüksek olduğunu ve 3 cm'deki dozun 1 cm'deki doza göre nisbeten yüksek olduğunu gözlemlemiştir. Bizim çalışmamızda da bu çalışmadaki ölçüm değerleri gibi bir eğilim izlemiştir. Doz değerlerinin yüksek olması elektron alanının izodoz eğrilerinin foton alanına doğru yayılımı, foton ve elektron alanının diverjanslı olmasıdır.

Kemikler (6) çalışmasında; 2 mm overlap ve 4 mm overlap'deki çalışmasında sırasıyla % +48 ve % 54 gibi oldukça yüksek doz değerlerine ulaşmıştır. Bu doz değerleri 2 mm gap ve 4 mm gap için % +2 ve % -12 gibi doz değerlerine kadar düştüğü gözlemlenmiştir. Genel olarak değerlendirildiğinde foton-elektron alanına 2 mm gap bırakılmasının RT'nin olası yan etkilerini (özellikle fibrosis ve myelopaty) azaltmak için uygun olacağını bildirmiştir. Bizim çalışmamızda 2 mm overlap ve 4 mm overlap deki en yüksek dozlar sırasıyla % +49 ve % +51 olarak bulunmuş; bu değerler 2 mm gap ve 4 mm gap ise sırasıyla % +5.5 ve % -10 'a varan dozlara kadar düştüğü gözlemlenmiştir.

Johnson ve ark (7) baş boyun kanserlerinde foton elektron alanlarının birleşim bölgesindeki izodoz değişimlerini incelemek amacıyla polysteryn fantomda film dozimetre ile ölçümler almışlardır (7). Çalışmanın sonucunda elektron alanında SSD 120 cm kullandıklarında gap bırakmaksızın foton alanıyla (SSD 100 cm'de) birlikte ışınlandıklarında 1.6 cm derinlikte % +25 sıcak nokta oluştuğunu gözlemlemiş ve genel olarak foton alanında sıcak noktaların oluştuğunu, elektron alanında ise soğuk noktaların oluştuğunu (% -10) gözlemlemiştir. Bizim çalışmamızda bu çalışmayla genel olarak uyumluluk göstermekle birlikte ölçülen dozlar genel olarak yüksek bulunmuştur. Bunun sebebinin set-up hataları ve buna bağlı TLD konumlarında meydana gelen küçük değişimlerden olabileceği düşünülmüştür.

Sun at al (8) baş boyun kanserleri için katı fantomda film dozimetreye yaptıkları çalışmada set-up hatalarını gözlemlemek amacıyla 2 mm overlap ve 2 mm gap uygulayarak 1 cm ve 3 cm derinlikteki doz değerlerini incelemişlerdir. 2 mm overlap uygulamasında 1 cm'de % +72 ve 3 cm'de % +65 iken bu doz değerleri 2 mm gap uygulandığında 1 cm'de % +45 ve 3 cm'de % +35 olarak ölçülmüştür. Bu doz değerlerini düşürmek amacıyla foton alanında 5^olik bir modifikasyon yapılmış ve daha düşük doz değerlerine ulaşıldığı bildirilmiştir. Bizim çalışmamız bu çalışmada elde edilen doz de-

ğerleriyle uyumluluk göstermekle birlikte daha düşük doz değerleri ölçülmüştür. Bunun ışın kalitesindeki farklılıktandır.

Elde ettiğimiz veriler ışığında, T1T2 nazofarenks kanseri radyoterapisini referans aldığımız bu çalışmada RT'nin olası yan etkilerini azaltmak amacıyla foton tedavi alanı ile elektron tedavi alanının birleşimine 2 mm gap bırakılmasının uygun olduğu gözlemlenmiştir. Ayrıca milimetrik setup hatalarında bile çok yüksek doz değişimi meydana gelmesinden dolayı mümkün olduğunca birleşim alanının olduğu tedavi tekniğinden kaçınmak gerektiği anlaşılmıştır. Bu bağlamda konvansiyonel RT tekniğinin yerine konformal RT ya da yoğunluk ayarlı radyoterapi (IMRT) tekniğini uygulanabilir.

KAYNAKLAR

1. Perez CA. Nasopharynx In: Perez CA, Brady LW, eds. Principles And Practice Of Radiation Oncology 3rd. ed. Philadelphia: Lippincott-Raven Publishers, 1998;pp 897-940
2. Aydın E, Adanalı A, Harshaw 3500 TLD Okuyucu ve Winrems Yazılım Kullanım Kılavuzu. Ankara; ss 47-49
3. Anatoli B. Rosenfeld. Semihcandemater detectors in radiation medicine. In : Tavernier S, Gektin A(eds) , Radiaton Detectors for Medical Applications. Springer 2006;pp 111-117
4. Aksözen MT, Hodghkin Haastalığı Mantle Işınlamasında Troidin Aldığı Dozun Araştırılması; Yüksek Lisans Tezi, Erciyes Ün. Sağlık Bil. Ens. Radyasyon Onkolojisi ABD, Kayseri 2010
5. Kaya V, Aksu M G, Tuncel N ve ark., Radyoterapi Uygulanan Baş-Boyun Kanseri Hastalarında Medulla Spinalis Dozlarının İncelenmesi, Türk Onkoloji Dergisi 2009;24:1-8

6. Kemikler G. *Dosimetric Effects of Matching 6MV Photon And Electron Fields in The Treatment of Head And Neck Cancers. Radiation Measurements 2006; 41:183-188*
7. Johnson JM, MS and Faiz M Khan. *Dozimetric Effects of Abutting Extended Source To Surface Distance Electron Fields In The Treatment Of Head And Neck Cancers. Int J Rad Oncol Biol Phys 1994; 28: 741-747*
8. Sun C, Cheng CW et. *All Dose Profiles in The Region of Abutting Photon and Electron Fields in the Irradiation of Head and Neck Tumors, Medical Dosimetry 1998;23:5-10*