

ÖZGÜN ARAŞTIRMA

Sol Meme Radyoterapisinde Kaynak-Cilt Mesafeli Yöntemle Elde Edilen Dozların Tedavi Planlama Sistemi ile Dozimetrik Olarak Karşılaştırılması

Abdullah YEŞİL¹, Sibel KAHRAMAN ÇETİNTAŞ², Meral KURT¹, Sema GÖZCÜ², Ali ALTAY², Candan DEMİRÖZ², Lütfi ÖZKAN²

¹ Ali Osman Sönmez Onkoloji Hastanesi, Radyasyon Onkolojisi, Bursa.

² Uludağ Üniversitesi Tıp Fakültesi, Radyasyon Onkolojisi Anabilim Dalı, Bursa.

ÖZET

Çalışmamızın amacı sol meme radyoterapisinde, kaynak-cilt mesafeli (SSD- SOURCE SKIN DISTANCE) yöntemiyle elde edilen, hedef volüm ve kritik organ dozlarının üç boyutlu bilgisayarlı tedavi planlama sisteminden (BTPS) elde edilen verilerle karşılaştırarak in-vivo dozimetriyle doz hesaplama algoritmasında kullanılan dozimetrik sürecin kontrolüdür.

Bilgisayarlı Tomografi Simülatör ile 0,5 cm aralıklarla tomografi kesitleri alınarak, randofantom üzerinde hedef volümler ve kritik organlar konturlandı. Kalibre edilen Termoluminesans Dozimetri (TLD) çipleri randofantom üzerine belirlenen noktalara yerleştirildi. Her teknik için 5'er kez ışınlama yapılarak ölçüm değerlerinin ortalaması elde edildi. Hedef hacim ve kritik organ dozları incelendi. BTPS ve ölçülen değerler arasında $\pm 5\%$ 'in altındaki değerler kabul edilebilir sınırlar içine alındı. Üç ve dört alan SSD tekniğiyle hedef volüm içindeki üç noktada BTPS ile hesaplanan doz değerlerinin ortalaması sırasıyla 206.67 cGy ve 209.03 cGy, bu noktalarda TLD çipleri ile ölçülen dozların ortalaması sırasıyla 208.55 cGy ve 210.78 cGy'dir. Her iki teknikte de kalp ve akciğer noktalarında ölçülen ve hesaplanan dozlar arasındaki fark 5% 'in altındayken sağ meme cildinde 14% 'e varan farklar bulundu. Meme radyoterapisinin amacı; yinelenme olasılığını azaltmak ve hedef hacimde homojen doz dağılımını sağlayarak sağlam dokuları minimum düzeyde ışınlamaktır. Çalışmamızda elde edilen sonuçlar tedavi planlama sürecinde oluşabilecek hataların belirlenmesinde TLD ile yapılan doz ölçümlerinin, ideal olmasa da, yararlı olabileceğini göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Meme Radyoterapisi. TLD. Randofantom. BTPS. SSD.

Dosimetric Comparison of Left Breast Radiotherapy Doses Obtained By Ssd (Source To Skin Distance) Method With Treatment Planning System Calculation

ABSTRACT

The purpose of this study is comparing target and critical organ doses which are obtained by SSD method at the left breast radiotherapy with data obtained by 3D computer-based TPS and the control of dosimetric process by in-vivo dosimetric method.

Tomography cutaways were taken CT simulator by 0.5 cm intervals, were contoured on randophantom. Calibrated TLDs were placed the points defined in advance. Average of measurements values was calculated by 5 times irradiation for each method, target and critical organs doses were investigated. TPS and measured values were taken into acceptable limits under 5% . Whereas average of dose calculated TPS three points in target by three-four field were respectively 206,67-209,03 cGy, the average of measured doses with TLD were respectively 208,55-210 cGy. Whereas the difference of measured and calculated doses heart and left lung with both methods were below 5% , difference at right breast skin was calculated 14% . The aim is to reduce the likelihood of recurrence and providing homogeneous dose distribution in target and minimum level of steady tissues irradiation. The results of our study have shown in-vivo doses measurements made with TLD aren't ideal but helpful for defining the failures which may show up during treatment planning process.

Key Words: Breast Irradiation. TLD. Randophantom. TPS. SSD.

Geliş Tarihi: 04.03.2011
Kabul Tarihi: 28.06.2011

Dr. Abdullah YEŞİL
Ali Osman Sönmez Onkoloji Hastanesi,
Radyasyon Onkolojisi, Bursa, Türkiye
Tel: 0 224 220 88 82
e-mail: asyesil21@yahoo.com.tr

Meme kanseri kadınlarda en sık görülen ve en sık ölüme neden olan ikinci kanserdir. Tarama programları ile erken evrelerde tanı konulabilen az sayıdaki maligniteden birisidir^{1,2}.

Meme kanseri günümüzde de üzerinde en fazla araştırma yapılan sağlık konularından birisidir. Gerek erken tanı olanaklarının artması gerekse tedavisinde elde edilen olumlu sonuçlarla meme kanserine bağlı ölümlerde son yıllarda önemli ölçüde azalma sağlana-

bilmiştir. Sağkalımdaki artış yaşam kalitesini ön plana çıkarmış ve mastektominin yerini meme koruyucu yaklaşımlar almıştır. Bu yaklaşım meme kanserinde radyoterapinin rolünü daha da arttırmıştır. Meme ışınlamaları konusunda daha homojen doz verme ve normal dokuları daha iyi koruma amacı ile geliştirilen yöntemler (üç boyutlu bilgisayarlı planlama, yoğunluk ayarlı radyoterapi (YART), radyoterapiyi daha içerikli hale getirmiştir^{2,3}.

Meme radyoterapisi, göğüs bölgesinin anatomik yapısı ve çeşitliliği nedeniyle kişisel farklılıklar göstermektedir. Hedef bölgenin homojen bir şekilde ışınlanmasına çalışılırken akciğer, kalp gibi kritik organların ve karşı memenin mümkün olduğunca az doz almasına dikkat edilmelidir. Özellikle sol meme radyoterapisinde kalp dokusunun radyasyona maruz kalması geç dönemde kardiyak ölümlerde artışa neden olmaktadır⁴.

Radyoterapi sırasında hedef bölgede homojen bir doz dağılımı sağlamak ve kritik organlardan kalp ve akciğer dozunu düşürmek ayrıca cilt dozlarını azaltmak için bazı immobilizasyon gereçleri ve çeşitli ışın modifikatörleri (kama filtre, kompensatör, bolus vs.) kullanılmaktadır. Bu tekniklerinden farklı olarak YART daha homojen doz dağılımı sağlamak ve kritik organ dozlarını düşürmek amacıyla kullanılabilmeyle birlikte henüz genel kullanıma girmesi için daha fazla deneyime gereksinim vardır.

Bu çalışmanın amacı, randofantomda sol meme üzerinde yapılan üç boyutlu tedavi planlama sisteminden elde edilen verilerin in-vivo dozimetriyle kontrolünün önemini araştırmaktır.

Gereç ve Yöntem

Araç ve Gereçler

Alderson Randofantom

Dozimetrik ölçümlerde katı fantom, su fantomu ve insan eşdeğeri olan fantomlar kullanılmaktadır. İnsan eşdeğeri olan fantomlardan en bilineni 30 yılı aşkın bir süredir kullanılan ve tüm dünyadaki sayıları yaklaşık 2000 olan Alderson randofantomlarıdır. Randofantom vücut dokuları insan doku ve boşluklarının yapısına uygun materyallerden oluşturulmuş olup X-ışını ve elektronlar için insan dokusuna eşdeğer soğurma özelliğindedir. Fantomun kemik yapılar dışındaki dokuları, etkin atom numarası 7.30 ± 1.25 olup kütle yoğunluğu 0.985 g/cm^3 olan, rando plastikten üretilmiştir. Kemik yapılar ise doğal insan kemikleri ile oluşturulmuştur. Fantom, kullanım amacına uygun olarak, kalınlıkları 2.5 cm olan 31 adet yatay kesite ayrılmıştır. Her bir kesitte içindeki tıplar çıkarıldığında TLD yerleştirmeye elverişli hale gelen delikler bulunmaktadır⁶.

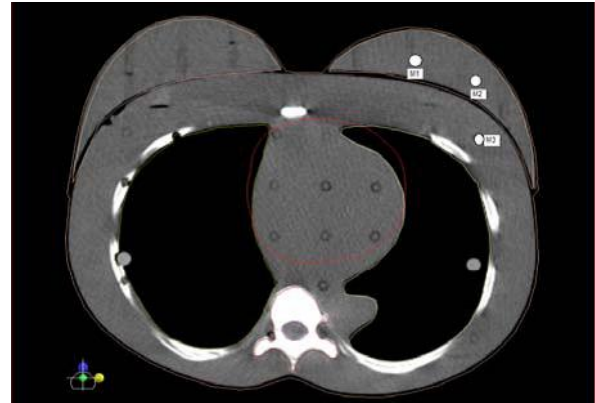
2.1.2. LiF Termoluminesans Dozimetri (TLD)

TLD çiplerinin, yoğunluğu 2.64 gr/cm^3 olup foton etkin atom numarası 8.2'dir. Li, F, Mg, Cu ve P atom-

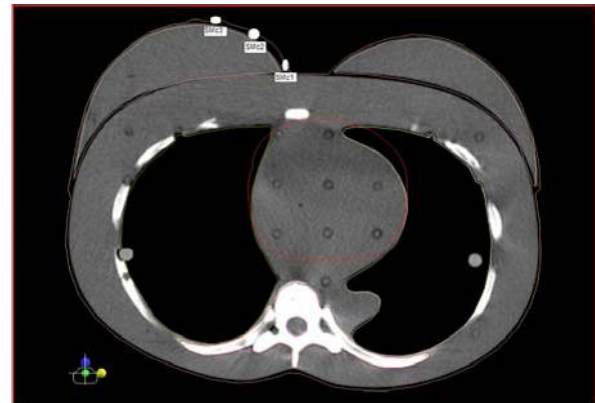
larından oluşan çiplerin ana ışın piki sıcaklığı $190 - 210^\circ\text{C}$ iken ışınmanın dalga boyu 400 nm 'dir. Fiziksel olarak mikro çubuk, teflon kaplı pul, kare mikro çubuk, yuvarlak mikro çubuk biçimlerinde bulunabilir ve soğurulan doz aralığı $1 \mu\text{Gy}$ 'den 10 Gy 'e kadardır⁷. Bu çalışmada kullanılan beyaz teflon ile kaplanmış $0.5 \times 3 \times 3 \text{ mm}^3$ boyutlarındaki 100 adet TLD çipi, üzerlerinde karışmalarını engelleyen harf ve sayılardan oluşan kodlanmış küçük TLD cepleri içerisinde kullanılmıştır.

Yöntem

Çalışmanın uygulama aşamasına geçmeden önce literatür ve klinik deneyimler ışığında ışınlanacak volümler ve teknikler konusunda planlama yapıldı^{2,4,8}. Bu çalışmalar sonucunda hedef volüm ve risk altındaki organlar belirlenerek dozimetrik çalışma yapılacak bölgeler ve ölçüm noktaları belirlendi. Şekil 1(a)-(d)'de ölçüm yapılan ve çalışma dizaynı için kodlanan noktaların bilgisayarlı tomografi üzerindeki dağılımları verilmiştir. Ayrıca foton-foton ve foton-elektron çakışma noktasındaki cilt dozları ile tüm alanların santral aks dozlarına bakılmıştır.

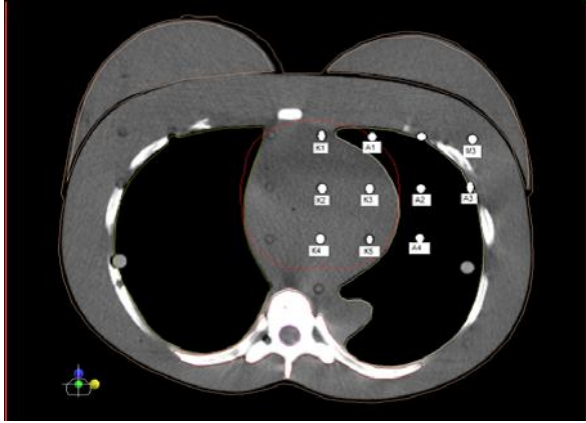


Şekil 1 (a):
TLD Yerleştirilen Randofantomunun Sol Meme Merkez Kesiti



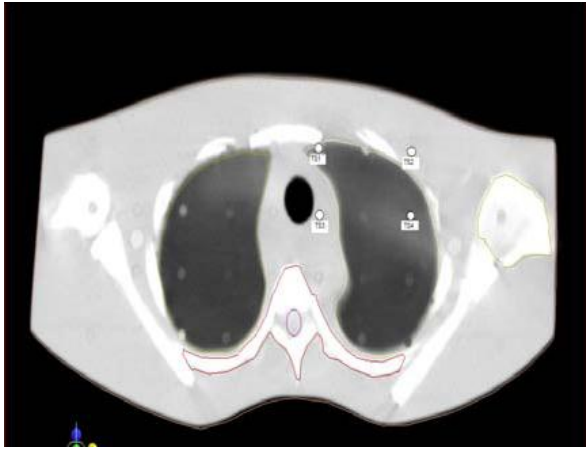
Şekil 1 (b):
Sağ Memeye Yerleştirilen TLD Çiplerinin Görüntüsü

Sol Meme Radyoterapisinde In-vivo Dozimetre



Şekil 1 (c):

TLD Yerleştirilen Randofantomunun 15. Kesiti



Şekil 1 (d):

Tanjansiyel-SCF Çakışma Düzlemindeki Çiplerinin Görüntüsü

Tanjansiyel meme tedavilerinde simülasyon işlemi tedavi alanlarının belirlenmesi açısından büyük önem taşır. Randofantom üzerinde ölçüm alınacak noktalara marker konularak BT Simülatör cihazı ile 0.5 cm aralıklarla tomografi görüntüleri alındı. Randofantomu sabitlemek için meme-board kullanılarak fantoma destek amaçlı fantomun sırt kısmına 2 cm kalınlığında strafor ve başaltı köpük konuldu. BT görüntüleri konturlama bilgisayarına aktarılarak hedef volüm ve risk altındaki organlar (sol akciğer, sağ akciğer, kalp, sağ meme ve cilt konturları) çizildi ve BTPS'ye aktarıldı. Bilgisayarlı tedavi planlama sisteminde SSD teknikleri için alanlar belirlendi⁸. BTPS' den elde edilen Dijital Radyografilere uygun olarak göğüs duvarı (meme), mammaia interna (MI) ve supraklavikuler fossa (SCF) alanları konvansiyonel simülatörde randofantom üzerine çizildi. Alman simülasyon filmleri BTPS'ye aktararak kontrol edildi ve doz dağılımları elde edildi.

Kalibrasyonu yapılan TLD çipleri randofantom üzerinde önceden belirlenen noktalara yerleştirildi. Tüm alanların port filmleri çekilerek simülasyon filmleri ile karşılaştırılıp kontrol edildi. Alanlar BTPS'den elde edilen sürelerde 5'er kez ışınlanarak ölçüm sonuçlarının ortalaması alındı. Sol memede 200 cGy fraksiyon dozunda BTPS'de ve TLD'de elde edilen doz dağılımlarına bakılmıştır. BTPS ve TLD sonuçları arasındaki farklar yüzde (%) fark olarak hesaplanmıştır. % fark hesaplanırken (BTPS-TLD)/BTPS eşitliğinden faydalanılmıştır. Ayrıca TLD ile yapılan 5 ölçüm için standart sapma (SS) değerleri bulunmuştur.

Bulgular

Üç alan (iki tanjansiyel, supra) ve dört alan (iki tanjansiyel, supra, mammaia interna) tekniğinde elde edilen BTPS ve TLD sonuçları Tablo I'de sunulmuştur. Üç ve dört alan SSD tekniğiyle hedef volüm (sol meme) içindeki üç noktada BTPS ile hesaplanan doz değerlerinin ortalaması sırasıyla 206.67 cGy ve 209.03 cGy iken, bu noktalarda TLD ile ölçülen dozların ortalaması sırasıyla 208.55 cGy ve 210.78 cGy'dir. Aradaki farklar %2'in altında olup limitlerimiz içindedir.

Karşı meme (sağ meme) için 2 cm aralıklarla 3 noktada yapılan cilt dozu ölçümlerinde, üç alan ışınlama tekniği için BTPS ve TLD ölçümleri arasındaki fark %13.52 iken, bu değer dört alan ışınlama tekniğinde %9.17'tür. Bu sonuçlar ışığında TLD ile yapılan ölçüm dozlarının daha yüksek olduğu görülmüştür.

Üç ve dört alan SSD tekniğiyle tanjansiyel ve supraklaviküler alanlarının çakışma düzlemindeki 4 noktada BTPS ile hesaplanan doz değerlerinin ortalaması sırasıyla 146.45cGy ve 148,03 cGy iken, bu noktalarda TLD ile ölçülen dozların ortalaması sırasıyla 154.93cGy ve 146,57 cGy'dir. Aradaki farklar da sırasıyla %5.91 ve %4.31'dir. Sol meme tanjansiyel ışınlanmasında sol akciğer için üç ve dört alan SSD tekniğiyle yapılan BTPS ile TLD ölçümleri arasındaki fark sırasıyla ortalama %1.27 ve %3.58'dir. Üç ve dört alan SSD tekniğiyle kalp için BTPS ile hesaplanan doz değerlerinin ortalaması sırasıyla 10.15 cGy ve 42.93 cGy iken, bu noktalarda TLD ile ölçülen dozların ortalaması sırasıyla 10.54 cGy ve 42.79 cGy'dir. Aradaki farklar da %3.80 ve %4.31'dir.

Çalışmada foton-foton ve foton-elektron çakışma noktalarındaki cilt dozlarına da bakıldı. BTPS ve TLD ölçümleri arasındaki fark sırasıyla %8.64 ve %3.36'dir. Her iki teknikte tüm alanlarda santral aks üzerinde elde edilen giriş-çıkış dozları için, hesaplanan ve ölçülen değerler arasındaki fark da %5'in altındadır.

Tablo I- Üç ve Dört Alan BTPS ve TLD Sonuçları

Ölçüm Noktası	BTPS		TLD±Standart Sapma		Fark (%)	
	3 Alan	4 Alan	3 Alan	4 Alan	3 Alan	4 Alan
Akciğer						
A1	140.80	112.72	143.53±5.68	116.85±3.16	1.94	3.66
A2	100.40	29.48	101.15±1.78	30.92±3.20	0.75	4.87
A3	197.90	196.84	195.68±2.46	187.99±4.67	1.12	4.50
A4	*	12.44	*	12.60±0.83	*	1.27
Ortalama	146.37	87.87	146.79	87.09	1.27	3.58
Sol Meme						
M1	209.00	203.52	208.34±5.08	205.11±4.44	0.32	0.78
M2	205.00	215.76	205.79±4.84	217.87±5.95	0.39	0.98
M3	206.00	207.80	208.52±1.72	209.35±3.51	1.22	0.75
Ortalama	206.67	209.03	208.55	210.78	0.64	0.84
Sağ Meme Cilt						
SMc1	9.00	108.00	10.33±0.19	103.09±1.75	14.78	4.55
SMc2	13.90	70.80	12.77±0.98	77.52±3.02	8.13	9.49
SMc3	8.10	13.48	9.53±0.36	15.29±1.88	17.65	13.46
Ortalama	10.33	64.09	10.88	65.30	13.52	9.17
Kalp						
K1	10.30	108.68	10.64±0.88	112.09±4.83	3.30	3.14
K2	10.00	40.48	10.43±1.10	39.02±4.54	4.30	3.60
K3	*	24.12	*	23.69±5.58	*	1.79
K4	*	31.80	*	29.68±0.71	*	6.68
K5	*	8.87	*	9.46±0.39	*	6.65
Ortalama	10.15	42.79	10.54	42.79	3.80	4.37
Tan-SCF Çakışması						
TS1	142.50	158.30	152.65±9.27	163.24±5.01	7.12	3.12
TS2	199.10	172.46	207.7±5.19	165.97±9.49	4.32	3.76
TS3	118.50	136.18	121.41±5.41	127.19±3.24	2.46	6.60
TS4	125.70	125.18	137.96±6.06	129.88±4.37	9.75	3.75
Ortalama	146.45	148.03	154.93	146.57	5.91	4.31
İç Tan.-Ml E Çakışması						
Ml-E	*	157.52	*	152.23±1.83	*	3.36
İç Tan.-Ml Foton Çakışması						
Ml-F	*	101.72	*	92.94±1.92	*	8.64
İç Tan. Aks						
I1	101.70	119.52	102.25±2.86	116.38±3.08	0.54	2.60
Dış Tan. Aks						
D1	97.50	114.60	97.24±2.99	111.76±2.51	0.27	2.48
SCF Aks						
S1	101.80	84.40	101.27±6.48	82.61±3.69	0.52	2.10
Ml Foton Aks						
MlF	*	73.00	*	73.36±6.39	*	0.49
Ml Elektron Aks						
MlE	*	132.23	*	130.95±7.22	*	0.97

Tartışma ve Sonuç

Son yıllarda meme kanseri tanı ve tedavisindeki gelişmelere koşut olarak sağkalım oranları artmıştır. Bunun sonucu olarak uzun dönem izlemlerde tedavilere bağlı yan etkilerin neden olduğu morbidite ve mortalite ön plana çıkmıştır. Bu nedenle daha sınırlı cerrahi uygulamaların yapıldığı tedavi yöntemleri yaygınlaşırken lokorejyonel radyoterapinin kullanımı da artmış ve radyoterapiye bağlı morbidite ve

mortaliteler yeniden güncel tartışmanın içine girmiştir¹⁰. Eski tekniklerin yetersizliklerinden kaynaklanan sorunların saptanmasıyla, teknolojik gelişmeler ışığında hedef volüm içinde daha etkin doz dağılımı sağlanırken risk altındaki organları korumaya yönelik tedavi teknikleri uygulanmaya başlanmıştır. Modern tedavi tekniklerinin geliştirilmesinde bilgisayarlı tedavi planlama tekniklerinin katkısı yadsınmaz bir gerçektir^{11,12}.

Modern BTPS'ler doz hesaplamalarında değişik temellere dayanan algoritmalar kullanmakta olup bu

Sol Meme Radyoterapisinde In-vivo Dozimetre

algoritmaların bazı eksiklikleri vardır. Her ne kadar bilgisayar teknolojisi kullanılmaktaysa da sistemlere girilen verilerin hazırlanması ve aktarılmasından kaynaklanabilecek sorunlar yaşanabilmektedir¹³. Radyoterapide kullanılan cihazların üretimi, kabul testleri, planlama sistemine girilecek doz dağılımlarının belirlenmesi için yapılan ölçümler, bu ölçümlerden elde edilen verilerin işlenmesi, hastaya verilecek dozların hesaplanması, hastanın tedaviye hazırlanması ve nihayet planlanan tedavinin verilmesi sürecinde ortaya çıkabilecek hataların saptanması ancak verilen dozun ölçülmesiyle olanaklıdır.

TLD'ler birçok faktörden bağımsız olmaları nedeniyle en uygun in-vivo dozimetri yöntemi olmakla birlikte soğurmuş olduğu dozun belirlenmesinin uzun zaman alması kullanımında en önemli problemidir. Bu probleme rağmen, tedavi planlama sürecinde oluşabilecek dozimetrik hataların belirlenmesinde TLD in-vivo doz ölçüm sisteminin, ideal olmasa da, yararlı olduğu söylenebilir. Ayrıca in-vivo dozimetri sistemlerinin, doz-yanıt duyarlılıklarının artırılması ve doğru ölçüm sonuçlarının elde edilmesi için tedavi koşullarında kalibre edilmesi önerilmektedir¹⁴. Dozimetrik sürecin kontrolü, çalışmamızda yaptığımız gibi randofantom üzerinde veya hastalarda giriş-çıkış dozlarına bakılarak yapılabilir. Giriş-çıkış dozlarına bakılarak tedaviye hazırlık sürecinin ve kritik organ dozlarının kontrol edilebileceğini Essers ve ark.¹⁵ yaptıkları çalışmada göstermişlerdir.

Hedef volüm içindeki doz dağılımının homojen olması ve tümör kontrolü için gereken minimum dozun verildiğinin bilinmesi önemlidir. Bu nedenle meme kanseri ışınlanmasında hedef volüm içindeki doz dağılımı pek çok çalışmaya konu olmuştur. Banjade ve arkadaşlarının¹⁶ meme ışınlanması için randofantomda yaptıkları dozimetrik çalışmada hedef volüm içindeki hesaplanan ve ölçülen dozlar arasındaki uyumun $\pm 2\%$ sınırları içinde olduğunu bildirmişlerdir. Bizim çalışmamızda da her iki ışınlama tekniği için BTPS ve TLD ölçümleri arasındaki fark 2% 'nin altında idi.

Meme kanseri radyoterapisinde SCF alanında yarı kesici blok ya da asimetrik alan kullanılmaktadır. Alan birleşim bölgelerinde oluşabilecek doz belirsizliklerini önlemede yarı alan bloğunun veya asimetrik alanın önemi birçok yazar tarafından vurgulanmıştır^{17,18}. Çalışmada SCF alanında asimetrik alan kullanıldı. Tanjansiyel alandan kaynaklanan diverjansı önlemek için de tanjansiyel alanlara kolimasyon ve masa açısı verilmiştir. Çakışma düzleminde BTPS ve TLD ölçümleri arasında fark genel olarak kabul sınırlarımız ($\pm 5\%$) içinde olmakla beraber üç alan SSD tekniğinde ortalama 5.91% 'lik fark bulunmaktadır. Bunun nedeni tedavi sırasında hastanın tedavi pozisyonunun değişmesi ve alan sınırının tam olarak belirlenememesidir. Sağlam¹⁹ yapmış olduğu tez çalışmasında tanjansiyel-SCF çakışma düzleminde 9% 'a varan farklar bildirmiştir. Tüm bu sonuçlar göstermektedir ki, alan çakışma düzlemindeki sorunlar hala devam etmekle beraber, bu sorunların giderilmesi için daha değişik ışınlama tekniklerine gereksinim vardır.

Meme kanserinde radyoterapiyle uzamış genel sağkalım radyoterapiye bağlı geç kardiyak ölümlerle bozulabilir^{4,20,21}. Ayrıca meme radyoterapisi sırasında ışınlanan akciğer volümünün ve ortalama akciğer dozunun mümkün olduğunca düşük olması gerektiğine birçok çalışmada değinilmiştir²²⁻²⁴. Barlaz²⁵ yapmış olduğu tez çalışmasında kalp ve akciğer dozları için BTPS ve TLD ölçümleri arasında 3% 'lük fark bildirirken Hamers ve arkadaşları da²⁶ 3% 'e varan farklar bildirmişlerdir. Bizim çalışmamızda ise kritik organlardan kalp ve akciğerin almış oldukları ortalama radyasyon dozları her iki ışınlama yönteminde de hesaplanan ve ölçülen dozların farkı 5% 'in altında bulunmuştur.

Meme kanseri hikayesi olan hastalarda radyoterapi sonrası karşı memede ikincil kanser çıkma olasılığı sağlıklı kadınlara göre daha fazladır²⁷. Riski arttırmamak için karşı meme dozunun en aza indirmek önemlidir. Meme kanserinde farklı tedavi tekniklerinde, karşı meme tarafından alınan doz değerleri arasında farklılıklar vardır. Tedavi alanından uzaklaştıkça sağ meme cildindeki doz değerleri azalmaktadır. Sağlam¹⁹ yapmış olduğu tez çalışmasında da BTPS ile TLD ölçümleri arasında 18% 'e varan farklar bildirmiştir. Bizim çalışmamızda ise sağ meme cildinde 14% varan farklar bulunmuştur. Bu fark sağ memede kolimatörden saçılan dozların okunması ve okunan değerlerin çok küçük olması ya da TLD yerleştirilme hatasından kaynaklanmış olabilir. TLD ile yapılan diğer in-vivo dozimetri ölçümlerinde Leal ve ark.²⁸ pelvis kanserleri için BTPS ile TLD ölçümleri arasında $\pm 5\%$ sınırları içinde iken Veneblas ve arkadaşları²⁹ ise 10% 'a varan fark bulmuşlardır.

Meme kanseri, birbirine göre farklı düzlemlerde ve derinliklerde uygulanan ışınların yarattığı karmaşık bir geometride tedavi edilmektedir. Tedavi sonucu ortaya çıkan yan etkiler büyük ölçüde doz inhomojenitesinden kaynaklanmakta olup buna ışınların diverjansı, bitişik alanların kullanılmasındaki güçlükler ve hasta set-up'ındaki belirsizlikler neden olmaktadır. Tüm bu sonuçlar dikkate alındığında diğer kanser türlerinde olduğu gibi meme kanserinde de dozimetrik sürecin kontrolünün daha güvenli radyoterapi uygulaması için gerekli olduğu görülmüştür.

Meme kanseri, birbirine göre farklı düzlemlerde ve derinliklerde uygulanan ışınların yarattığı karmaşık bir geometride tedavi edilmektedir. Tedavi sonucu ortaya çıkan yan etkiler büyük ölçüde doz inhomojenitesinden kaynaklanmakta olup buna ışınların diverjansı, bitişik alanların kullanılmasındaki güçlükler ve hasta set-up'ındaki belirsizlikler neden olmaktadır. Tüm bu sonuçlar dikkate alındığında diğer kanser türlerinde olduğu gibi meme kanserinde de dozimetrik sürecin kontrolünün daha güvenli radyoterapi uygulaması için gerekli olduğu görülmüştür.

Kaynaklar

1. Silverberg E, Lubera J. Cancer statistics. CA Cancer Journal for Clinicians 37:2-19, 1987.
2. Topuz E, Aydıner A, Dinçer M. Meme kanseri, Nobel Tıp Kitabevleri, Sayfa 1- 350, 2003.
3. Jacobson JA, Danforth DN, Cowan KH, D'angelo T, Steinberg SM, Pierce L. Ten-year results of a comparison of conservation

- with mastectomy in the treatment of stage I and II breast cancer. *New England Journal of Medicine* 332:907, 1995.
4. Hurkmans CW, Borger JA, Bos LJ. Cardiac and lung complication probabilities after breast cancer irradiation. *Radiotherapy and Oncology* 55:145-51, 2000.
 5. Siemens Linear Accelerator System Manuel Volume 1, 2000.
 6. Instruction Manuel Of Art Phantoms” Radiology Support Devices.
 7. Mckinlay AF. Textbook of the national radiological protection board, thermoluminescence dosimetry, 1973.
 8. Halperin EC, Perez CA, Brady LW. Principles and practise of radiation oncology, Fifth Edition, Nobel Tıp Kitabevleri, Sayfa 1162-292, 2005.
 9. International Atomic Energy Agency. Absorbed dose determination in photon and electron beams. Technical Reports Series No:277, Vienna, Austria, 1997.
 10. Haris JR, Lippman ME, Morrow M, Hellman S. Diseases of the breast, Lippincott Company, Philadelphia, 1996.
 11. Cuzick J, Stewart H, Rutqvist L. Cause specific mortality in long-term survivors of breast cancer who participated in trials of radiotherapy. *Journal of Clinical Oncology* 12: 447-53, 1993.
 12. Collaborative Group. Effects of radiotherapy and surgery in early breast cancer. *New England Journal of Medicine* 333: 1444-5, 1995.
 13. Evans MDC. Computerized treatment planning systems for external photon beam radiotherapy, Chapter 11, Department of Medical Physics, McGill University Health Centre, Montreal, Quebec, Canada
 14. Quach J, Morales MJ, Butson A, Rosenfeld PE. Measurement of radiotherapy x-ray skin dose on a chest wall phantom. University of Wollongong, 2000.
 15. Essers M, Mijnhoeer BJ. In-vivo dosimetry during external photon beam radiotherapy, Department Of Radiation Oncology, Division Of Clinical Physics And Instrumentation.
 16. Banjade DP, Aminst D, Zakir M, Tajuddin AA, Shukri A. A novel approach of dose mapping using a humanoid breast phantom in radiotherapy. *The British Journal of Radiology* 75:812-8, 2002.
 17. Marshall G. Three field isocentric technique for breast irradiation using individualized shielding blocks. *International Journal of Radiation Oncology and Biology and Physics* 14:1299- 305, 1991.
 18. Tercilla O, Krain F, Lawn-Tsao L. Comparison of contralateral breast doses from ½ beam block and isocentric treatment techniques for patients treated with primary breast irradiation with Co-60. *International Journal of Radiation Oncology and Biology and Physics* 17:205-10, 1989.
 19. Sağlam Y. Radyoterapi Fiziği Programı Yüksek Lisans Tezi, Ankara, 2006.
 20. Hurkmans CW, Borger JH, Bos LJ. Cardiac and lung complication probabilities after breast cancer irradiation. *Radiotherapy and Oncology* 55:145-51, 2000.
 21. Gagliardi G, Lax I, Ottolenghi A, Rutgevisst LE. Long- term cardiac mortality after radiotherapy of breast cancer-application of the relative seriality model. *British Journal of Radiology* 69:839-46, 1996.
 22. Lingos TI, Recht A, Vicini F, Abner A, Silver B, Harris JR. Radiation pneumonitis in breast cancer patients treated with conservative surgery and radiation therapy. *International Journal of Radiation Oncology and Biology and Physics* 21:355-60, 1991.
 23. Miwa S, Morita S, Suda T, Suzuki K, Hayakawa H, Chida K, Nakamura H. The incidence and clinical characteristics of bronchiolitis obliterans organizing pneumonia syndrome after radiation therapy for breast cancer. *Sarcoidosis Vasc Diffuse Lung Diseases* 21:212-8, 2004.
 24. Cottin V, Frogner R, Monnot H, Levy A, Devuyt P, Cordier JF. Pulmonaires. Chronic eosinophilic pneumonia after radiation therapy for breast cancer. *European Respiratory Journal* 23:9-13, 2004.
 25. Barlas S. Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Ankara, 2005.
 26. Hans P, Hamers A, Karlaxel Johansson B, Jack LM. In vivo dosimetry with TLD in conservative treatment of breast cancer patients treated with the EORTC protocol 22881. Department Of Radiotherapy, Dr B. Verbeeten Institute, Tilburg, The Netherlands B Radiation Physics Department, Sahlgren Hospital, Göteborg, Sweden Online Publication Date: 01 January 1993.
 27. Mellink WA, Holand R, Hendriks JH. The contribution of routine follow-up mammography to an early detection of asynchronovs contralateral breast cancer. *Cancer* 67:1844-8, 1991.
 28. Leal MA, Viegas CCB, Viamonte A, Campos A, Braz D, Clivland P. TLD chip detector for development of procedures for *in-vivo* dosimetry in pelvis cancer treatment. 8. International Symposium on Ionizing Radiation and Polymers, 2008.
 29. Karen V, Elizabeth MA, Edwin GA, Peter HJ. The use of in-vivo thermoluminescent dosimeters in the quality assurance programme for the start breast fractionation trial. *Radiotherapy and Oncology* 71:303, 2004.