



Baş-boyun bölgesi kanserlerinde yarım demet bitişik alan doz dağılımlarının film dozimetrisi ve bilgisayarlı planlama sistemi ile değerlendirilmesi

Evaluation of the dose distribution of half-beam abutted fields in head and neck cancer by film dosimeter and computer based planning system

Murat KÖYLÜ, Deniz YALMAN, Nezahat OLACAK, İbrahim OLACAK, Arif ARAS

Ege Üniversitesi Tıp Fakültesi, Radyasyon Onkolojisi Anabilim Dalı, İzmir

AMAÇ

Çalışmanın amacı baş-boyun bölgesi tümörlerinin radyoterapisinde tek eşmerkez ve asimetrik kolimatörler kullanarak bitişik alanlardaki doz düzensizliğini film dozimetri ve tedavi planlama sistemi yardımıyla belirlemektir.

OBJECTIVES

The aim of this study is to determine the dose inhomogeneity in abutted fields-formed by using single isocentre and asymmetric collimators by film dosimetry and treatment planning system (TPS) in the radiotherapy of head and neck cancer.

GEREÇ VE YÖNTEM

Tedavi planlama sisteminde supraklavikular alan ve yan alanlar için farklı SSD'lerde asimetrik kolimatörlerin +2 mm, +1 mm, 0 mm, -1 mm, -2 mm üst üste bindirildiği ve ayrı bırakıldığı 45 farklı durum için tedavi planlamaları yapıldı ve filmler ışınlanarak birleşme bölgesindeki doz dağılımları belirlendi.

METHODS

Using different SSD's for supraclavicular and lateral fields asymmetric collimators were set to 0 mm, 1 mm, 2 mm position and treatment planning was done for 45 different situations. Films were irradiated, dose distribution along the junction were determined.

BULGULAR

Filmlerden elde edilen ölçümlerde +2 mm'de dozda en fazla %22, +1 mm'de %13 artış; -2 mm'de %21; -1 mm'de %15 azalma, 0 mm'de ise %2'lik fark gözlemlendi. Hem dozimetrik ışınlamalar hem de planlama sisteminde birleşme bölgesi doz profillerinin istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermediği saptandı. Bu profillerden planlama sistemi ile tedavi cihazının birbiriyle uyumlu olduğu, ayrıca birleşme bölgesindeki düzgün doz dağılımının sağlanmasında penumbra ve saçılmalardan gelen radyasyonun da katkısının olduğu belirlendi.

RESULTS

2 mm and 1 mm overlap and gap produced 22% and 13% overdose, 21% and 15% underdose respectively. At 0 mm the dose nonuniformity is about 2%. The difference in dose profiles along the junction obtained from films and TPS wasn't statistically significant. TPS and linear accelerator were in accordance with each other. Besides the penumbra and scattered radiation also contributed to the uniformity of dose distribution along the junction point.

SONUÇ

Baş-boyun kanserlerinin radyoterapisinde tek eşmerkez tekniği birleşme bölgesinde tanımlanan aralık bırakmama durumunda birleşme bölgesindeki doz dağılımı homojen olmakta ve tedaviler doğrulukla uygulanabilmektedir.

CONCLUSION

Single-isocentre technique produces a dose similar to the prescribed tumor dose along the field junction. The dose distribution is homogeneous at 0 mm and treatments were delivered with accuracy.

Anahtar sözcükler: Asimetrik kolimasyon; baş-boyun kanserleri; bitişik alanlar; radyoterapi; tek eşmerkez.

Key words: Asymmetric collimation; head and neck cancers; abutted fields; radiotherapy; single isocentre.

Eksternal radyoterapi baş-boyun kanserlerinin tedavisinde sıklıkla kullanılmaktadır. Baş-boyun kanserlerinde radyoterapi planlamasını yaparken tedavi hacminin bir kısmı omuzların aşağısında kaldığından bu hacmi birbiriyle çakışan iki ayrı sahaya bölmek gereklidir. Standart üç-alan tekniğinde primer tümör, üst ve orta boyun lenf nodları karşılıklı paralel iki yan sahadan ışınlanırken alt boyun, supraklavikular bölge ve üst mediastinal lenf nodları tek ön sahadan ışınlanmaktadır.

Tedavi hacminin üzerinde yer alan bir çakışmada eğer soğuk noktalar oluşursa tümör yetersiz doz alır. Benzer şekilde çakışma yerinde sıcak noktalar oluşursa normal doku komplikasyonları ortaya çıkabilir. İdeal bir teknikte kabul edilebilir sistematik ve rastgele hatalara belli sınırlar içinde izin verilebilmesi, normal doku toleransına dikkat edilip hedef hacimde homojen dozun sağlanması gereklidir. Üst sahalarla alt sahaların birleştirilmesi için çeşitli yöntemler ortaya atılmıştır. Bunlardan biri de tek eşmerkezli üç sahali tekniktir.^[1-4]

Modern lineer hızlandırıcılarda bağımsız kolimatörlerin bulunması asimetrik kolimasyon ile üç saha için ortak bir eşmerkez kullanılmasına olanak sağlamaktadır. Bu tekniğin avantajları hasta hazırlama süresini kısaltması, tedavi üretilebilirliğinin daha iyi olması ve çakışma bölgesinde daha homojen bir doz elde edilmesidir.^[3]

Bu çalışmanın amacı, baş-boyun bölgesi tümörlerinin radyoterapisinde tek eşmerkez ve asimetrik kolimatörler kullanarak bitişik alanlardaki doz düzensizliğinin değerlendirilmesi, merkezi çakışma düzlemindeki asıl dozun ve birleşme seviyesindeki ortalama dozun belirlenmesidir. Çalışmanın diğer bir amacı da tek eşmerkezli teknik için bu dozun tekrar üretilebilirliğini değerlendirerek kliniğimizde kullanılmakta olan yarım demet bitişik alanlar yönteminin doğruluğunu, ne kadar doğrulukla uygulanabildiğini belirlemek ve elde edilen dozimetrik değerlerin planlama sistemi ile uyumluluğunu karşılaştırmaktır.

GEREÇ VE YÖNTEM

Bu çalışma Aralık 2005-Aralık 2006 tarihleri arasında Ege Üniversitesi Tıp Fakültesi Radyasyon Onkolojisi Anabilim Dalı'nda gerçekleştirilmiştir.

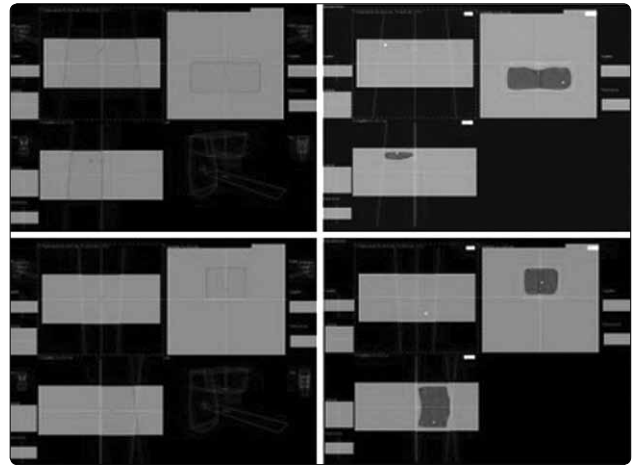
Elekta Marka, Precise Model, lineer hızlandırıcı; sinyali optik yoğunluğa, optik yoğunluğu da absorbe doza dönüştürme özelliğine sahip "Scanditronix Wellhöfer Omni-Pro I'MRT" marka dansitometre kullanılmıştır. "Omni-Pro I'MRT" programı sayesinde istenilen derinlikteki doz profilleri elde edilebilir, istenilen izodoz eğrileri belirlenebilir, ayrıca oluşan doz dağılımı üç boyutlu olarak izlenebilir.

Çalışmadaki ölçümler, yoğunluğu insan dokusunun yoğunluğuna eşdeğer olan "RW3" (RW3'ün yoğunluğu 1'dir) katı fantom materyalleri ile yapılmıştır. Farklı filmlerin kullanılmasından doğabilecek hataları önlemek için kalibrasyonda ve çalışmada kullanılan filmler aynı film paketinden çıkartılmıştır.

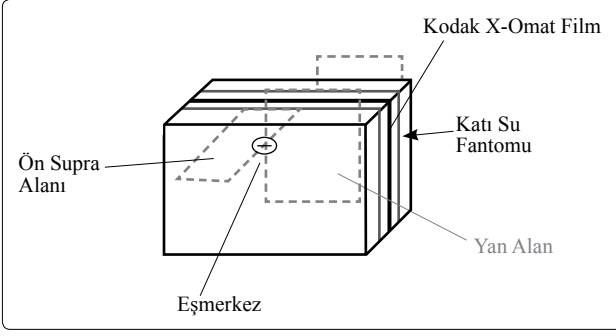
Filmlerden okunan optik yoğunluklara karşılık gelen cGy değerleri bu filmler yardımıyla dansitometreye tanıtılmış ve kalibrasyon grafiği oluşturularak kalibrasyon işlemi tamamlanmıştır.

Alan birleşme bölgesindeki doz dağılımını belirleyebilmek için "Kodak X-Omat V" marka radyografik x-ışını kalite kontrol filmleri kullanılmıştır. Bu filmlere yaklaşık olarak 60 cGy doz verilebilmektedir.

Çalışmamızda "PrecisePLAN" marka tedavi planlama sisteminin 2.02 numaralı yazılımı kullanılmıştır. Bu planlama sistemi hem doğrudan bilgisayarlı tomografi görüntülerinden, hem de "dijitiser" yardımıyla radyografik filmler kullanılarak fantom üzerinden tedavi planlamaları yapabilmek-



Şekil 1. Supraklavikular alan ve yan alanların bilgisayarlı doz planlaması ve izodoz dağılımı.



Şekil 2. Fantom ışınlama kurulumu ve kullanılan alanlar.

bilmekte, planlamalar ve doz dağılımları üç boyutlu olarak izlenebilmektedir.

Baş-boyun kanserlerinin radyoterapisinde farklı boyutlarda yarım demet bitişik alanlar kullanılmakta, ayrıca alan boyutları hastadan hastaya değişmektedir. Bu yüzden ortalama bir alan boyutunun tanımlanıp kullanılması, elde edilecek sonuçların değerlendirilmesinde daha uygun olacağından ön supraklavikular alan için $X=8$ cm ve $Y=18$ cm; yan alanlar için ise $X=9$ cm ve $Y=10$ cm olarak belirlenmiştir. Her iki alan için de 6 MV foton enerjisi ve tek eşmerkezli tedavi tekniği (SAD) kullanılmıştır.

Tedavide standart olarak kullanılan dozlar genellikle ön supraklavikular alan için 200 cGy, iki

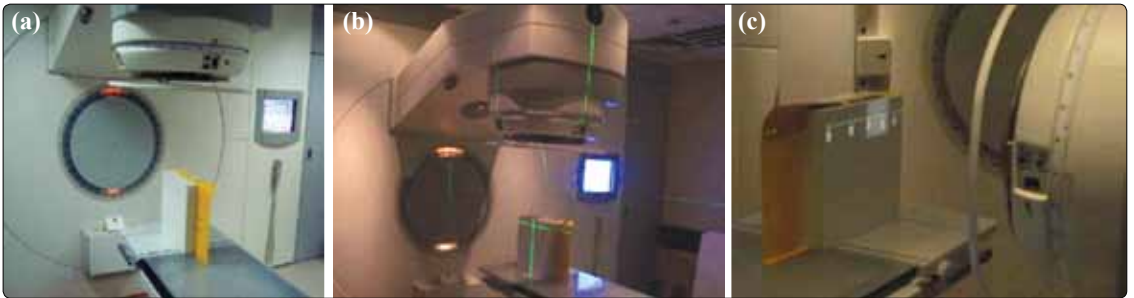
yan alan için toplam 200 cGy'dir. Ancak X-Omat tedavi doğrulama filmi 40 cGy'den sonra duyarlılığını yitirdiğinden ön alanda 20 cGy ve yan alanlarda toplam 20 cGy uygulanmasına karar verilmiştir.

Her biri beş film içeren dokuz grup olmak üzere toplam 45 adet film ışınlanmıştır. Film grupları yan ve ön sahaların farklı SSD'lerine göre oluşturulmuştur.

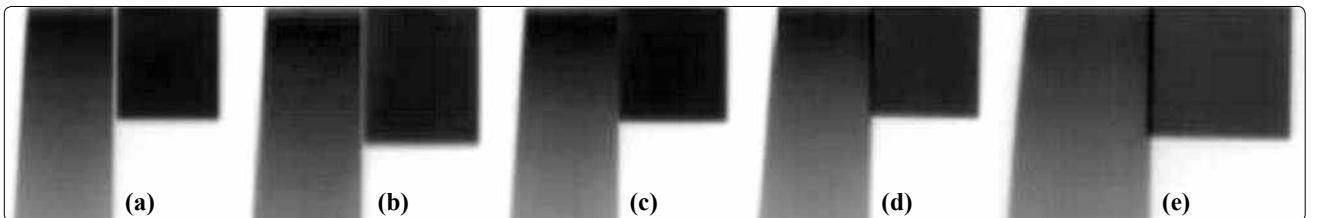
Ön supraklavikular alan için normalizasyon noktası birleşme bölgesinden 3 cm öteye ve her film grubu için farklı SSD'lere (97, 98 ve 95 cm) ayarlanarak doz dağılımları belirlenmiştir (Şekil 1).

Yan alanlar için normalizasyon noktası birleşme bölgesinden 3 cm öteye ve karşılıklı ışınların orta noktasına ayarlanarak verilen doz normalize edilip doz dağılımı belirlenmiştir (Şekil 1).

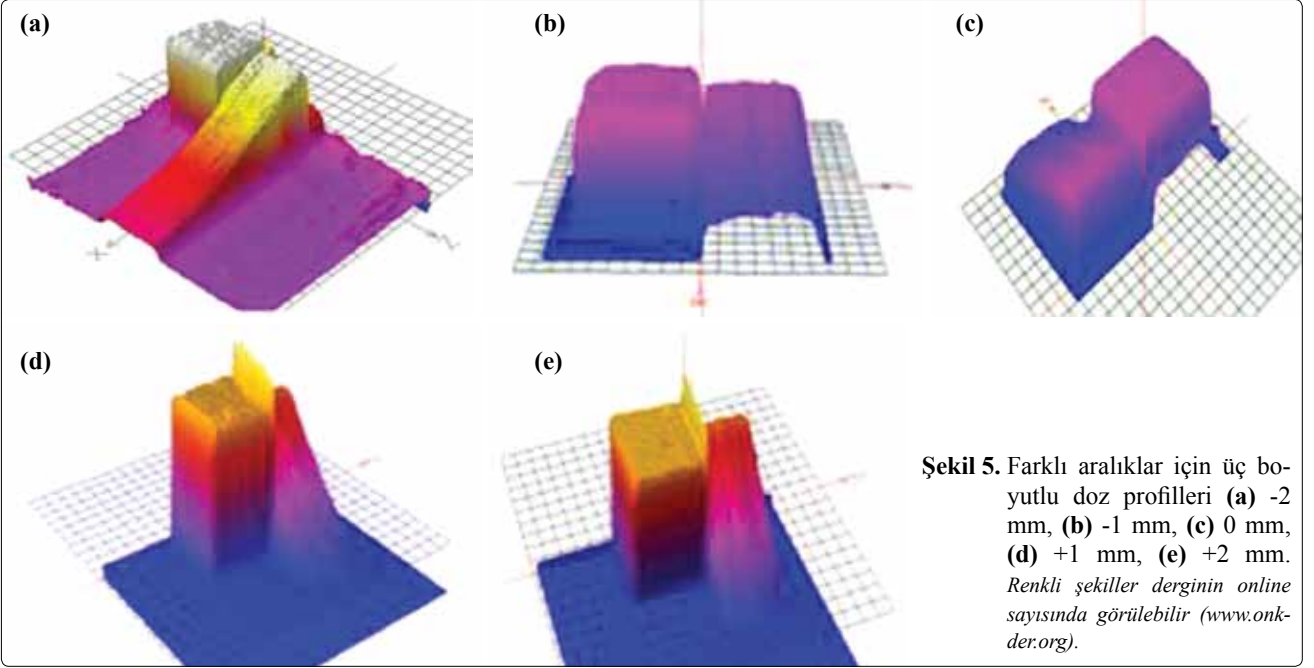
"X-Omat V" tedavi doğrulama filmi, 30×30 cm²'lik, 5, 6 veya 7 cm kalınlıkta "RW3" katı su fantomu arasına tam eşmerkeze sıkıştırılıp ambalajlanmıştır. Fantom blok, paralel karşılıklı iki yan alan için istenilen derinlik ve eşmerkezde film düzlemi ışına dik olacak şekilde konumlandırılmıştır (Şekil 2, 3a-c). Katı su fantomuna giren foton ışınının sınır etkisini en aza indirmek için film paketinin üst tarafı kıvrılıp yüzeye bantlanmıştır (Şekil 3a-c).



Şekil 3. (a-c) Ön ve yan alanların ışınlanması. Renkli şekiller derginin online sayısında görülebilir (www.onkder.org).



Şekil 4. Işınlanan filmlerin dansitometreye aktarılmış halleri (a) -2 mm, (b) -1 mm, (c) 0 mm, (d) +1 mm, (e) +2 mm.



Şekil 5. Farklı aralıklar için üç boyutlu doz profilleri (a) -2 mm, (b) -1 mm, (c) 0 mm, (d) +1 mm, (e) +2 mm. Renkli şekiller derginin online sayısında görülebilir (www.onkder.org).

İki ayrı alanın bitişikliği aynı filmde üst ve alt alanların ışınlanması uygulanarak elde edilmiştir. Film maksimum doz derinliğinde ve eşmerkezde ışına dik yerleştirilip ışınlanmıştır.

İşınlanan filmler aynı gün “Kodak X-Omat 1000 Processor” marka otomatik banyo makinesinde banyo edildikten sonra “Vidar VXR-16” marka lazer tarayıcı yardımıyla “Omni-pro” dansitometre programına aktarılmıştır (Şekil 4a-e).

Okunan optik yoğunluk, kalibrasyon filmlerinden elde edilen kalibrasyon eğrileri kullanılarak doz değerlerine dönüştürülmüştür. Bitişik alanlar boyunca ön alan için maksimum doz derinliğinde (2, 3, 5 cm) doz profilleri alınmıştır.

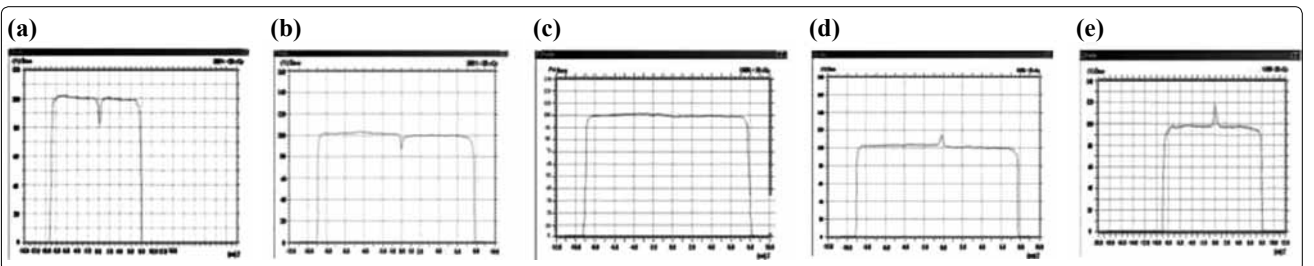
Çakıştırma çizgisine dik eksen boyunca belirli noktadaki veriler kullanılarak birleştirilmiş

alanların profili çıkarılmıştır. Asimetrik çenelerin ışın merkezi ekseninden -2 mm, -1 mm, 0 mm, 1 mm, 2 mm’de ayarlandığı durumlar için doz düzensizliği belirlenmiştir.

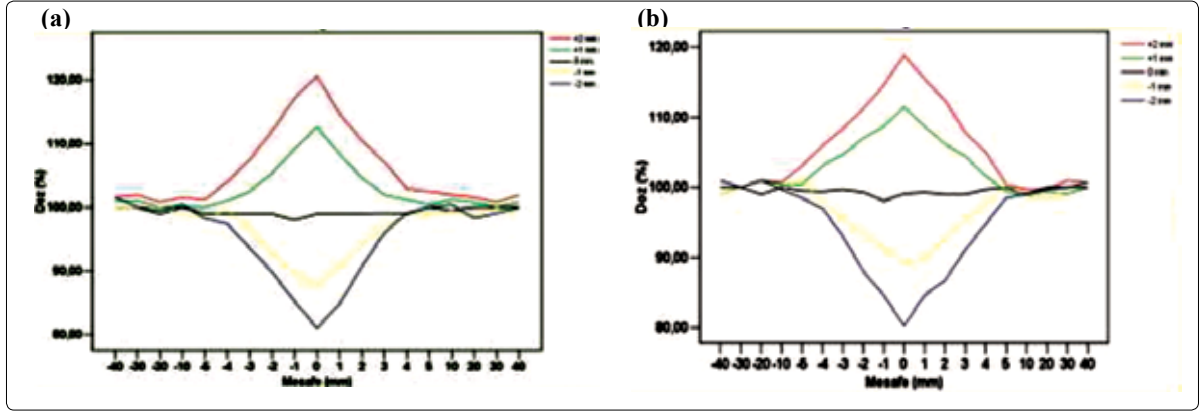
Ön alan ve iki yan karşılıklı paralel alanlar için aralık bırakma ve üst üste çakıştırmada yapılan doz planlamalarının düzensizlikleri “PrecisePLAN” ile belirlenmiştir. Ön supraklavikular sahaya yan sahalardan, yan sahalara ön supraklavikular sahadan saçılmalarla gelen dozun katkısı da hesaba katılıp ön alanın maksimum doz derinliğinde belirli noktalardaki dozlar hesaplanarak planlama verileri ve doz profilleri elde edilmiştir.

BULGULAR

Filmlerden dozimetrik ölçümlerle elde edilen iki ve üç boyutlu doz profilleri ve belirlenen nokta-



Şekil 6. Farklı aralıklar için iki boyutlu doz profilleri (a) -2 mm, (b) -1 mm, (c) 0 mm, (d) +1 mm, (e) +2 mm.



Şekil 7. (a, b) Bir film grubuna ait ışınlama profil grafiği. Renkli şekiller derginin online sayısında görülebilir (www.onkder.org).

lardaki doz veri tabloları oluşturulmuştur. İki ve üç boyutlu doz profilleri her film için ön alanın maksimum doz derinlik seviyesinde elde edilmiştir (Şekil 5a-e, 6a-e).

Dokuz film grubu için 19 farklı noktada dozimetrik ölçümler ve planlamayla elde edilen profillerin doz yüzde tabloları ve profilleri oluşturuldu (Şekil 7a, b). Bu tablolar, filmler üzerinde ardışık

Tablo 1

Film ve planlama doz profillerinin istatistiksel karşılaştırılması

Aralık	Supra SSD: 97 cm yan SSD: 93 cm film grubu için p değerleri	Supra SSD: 97 cm Yan SSD: 94 cm film grubu için p değerleri	Supra SSD: 97 cm Yan SSD: 95 cm film grubu için p değerleri
-2 mm	0.277	0.507	0.295
-1 mm	0.303	0.968	0.095
0 mm	0.154	0.137	0.092
1 mm	0.247	0.076	0.083
2 mm	0.395	0.064	0.098
Aralık	Supra SSD: 98 cm yan SSD: 93 cm film grubu için p değerleri	Supra SSD: 98 cm yan SSD: 94 cm film grubu için p değerleri	Supra SSD: 98 cm yan SSD: 95 cm film grubu için p değerleri
-2 mm	0.074	0.113	0.338
-1 mm	0.913	0.372	0.984
0 mm	0.065	0.463	0.443
1 mm	0.920	0.120	0.095
2 mm	0.286	0.632	0.227
Aralık	Supra SSD: 95 cm yan SSD: 93 cm film grubu için p değerleri	Supra SSD: 95 cm yan SSD: 94 cm film grubu için p değerleri	Supra SSD: 95 cm yan SSD: 95 cm film grubu için p değerleri
-2 mm	0.532	0.093	0.058
-1 mm	0.679	0.102	0.074
0 mm	0.213	0.255	0.305
1 mm	0.073	0.572	0.080
2 mm	0.074	0.301	0.097

Tablo 2

Film ve planlama doz profillerinin en büyük ve en küçük değerlerinin karşılaştırması

Aralık	p
-2 mm	0.181
-1 mm	0.779
0 mm	0.917
1 mm	0.767
2 mm	0.173

ölçümlerle 0.44 ve 1.65 arasında değişen standart sapmalara sahip doz noktaları elde edilerek oluşturulmuştur.

Her bir film grubunun aynı miktar aralık bırakma ve üst üste çakıştırma için planlama ve ışınlamaya ait doz profillerinin bu 19 farklı noktadaki değerleri “Wilcoxon two-tailed” testi ile karşılaştırıldığında arada istatistiksel anlamlı farklılık bulunamamıştır (Tablo 1).

Işınlanan 45 adet film ve 45 adet planlamadan elde edilen doz profillerinin aynı miktar aralık bırakma ve üst üste çakıştırma için bulunan en büyük doz değişim değerleri arasında istatistiksel anlamlı fark gözlenmemiştir (Tablo 2).

TARTIŞMA

Baş-boyun kanserlerinde asimetrik kolimatörlerle uygulanan en yaygın alan birleştirme yöntemi üç saha için tek eşmerkezin kullanıldığı tekniktir.^[2,5,8] Bu teknikte; iki yan ve bir supraklavikular alan tek eşmerkez ve asimetrik kolimasyon kullanılarak birleştirilmektedir. Hasta pozisyonu sabit kaldığından hastayı hazırlamak kolaylaşmakta, hasta hazırlama süresi kısalmakta, çakışma noktasında düzgün doz dağılımı elde edilmekte ve tedavinin günlük üretilebilirliği daha kolay olmaktadır. Birçok araştırmacı belirlenen tolerans değerleri içinde aralıklar bırakarak veya üst üste çakıştırmalar yaparak bu bölgedeki dozu araştırmışlardır.^[2,3,6-8]

Saw ve ark.nın çalışmasında alan çakışmaları aralıktan üst üste binmeye doğru değiştikçe çakışma noktasındaki dozun sistematik olarak arttığı gözlenmiş; asimetrik kolimatörlerdeki 1 mm’lik aralık ve üst üste binme için (-1 mm, +1 mm) doz

düzensizliği sırasıyla -%15 ve +%15; 2 mm’lik aralık ve üst üste binme için (-2 mm, +2 mm) sırasıyla -%25 ve +%25 olarak bulunmuştur.

Sohn ve ark.nın^[4] çalışmasında + 1 mm’lik üst üste binmede doz oynamaları +%5, +2 mm ve -2 mm’lik üst üste binmede sırasıyla %6 doz artışı ve %14 doz azalışı şeklindedir.

Lee’nin çalışmasında kolimatörlerdeki 2 mm’lik oynamanın çakışma noktasında ortalama %10’luk doz düzensizliğine yol açtığı gösterilmiştir.^[7]

Çalışmamızda filmlerden elde edilen ölçümlerde dokuz farklı film grubunda +2 mm’de dozda en fazla %22; +1 mm’de %13 artış; -2 mm’de %21; -1 mm’de %15 azalma tespit edilmiş olup sonuçlar literatürle uyumludur. Planlamayla elde edilen doz profillerinde +2 mm’de dozda en fazla %20; +1 mm’de %14 artış; -2 mm’de %21; -1 mm’de %13 azalma tespit edilmiştir. İstatistiksel değerlendirmede farklı SSD’lerde doz değişikliklerinde anlamlı farklılık olmadığı belirlenmiştir. Benzer şekilde ölçülen ile planlanan arasındaki doz değişikliklerinde de anlamlı farklılık saptanamamıştır.

Çakışma çizgisinin iki tarafındaki doz artış ya da düşüş bölgeleri 2-3 mm genişliğindedir. Ancak doz değişim bölgesi 8-10 mm arasındadır. Gerek supraklavikular alan gerekse yan alanlar için elde edilen iki ayrı profilin matematiksel toplamları film ölçümlerinden elde edilen profili tam olarak sağlamıştır. Bu da penumbra ve saçılmaların absorbe doza katkısının olduğu ve çene ayrımı genişliği ile doz değişim bölgesinin genişliği arasındaki çelişkinin penumbra etkisi ve saçılmalardan kaynaklandığını gösterir.^[2,8]

Elde edilen bu sonuçlar kliniğimizde kullanılmakta olan bu lineer hızlandırıcının kolimatörlerin sıfır pozisyonunu doğru ayarlayabildiğini, istenilen aralık ve üst üste binmeleri eksiksiz şekilde gerçekleştirdiğini ve kliniğimizde her gün kullanılan kurulumların tekrar üretilebilir olduğunu göstermektedir. Her ne kadar planlama sisteminden elde edilen sonuçlarla film dozimetre sonuçları arasında istatistiksel anlamlı farklılık bulunamadıysa da sonuçların güvenilirliğini doğrulamak için *in vivo* dozimetri yapılması yararlı olacaktır.

SONUÇ

Bu çalışmadan elde edilen verilere göre kullanılan lineer hızlandırıcının kolimatör göstergesinin kalibrasyonunun doğru olduğu ve sıfır pozisyonunun doğru ayarlanabildiği belirlenmiştir.

Film ışınlamaları ve tedavi planlama sistemi ile elde edilen profillerdeki en büyük doz değişim miktarları ve birleşme bölgesi boyunca belirlenen profiller hem birbiriyle hem de literatürdeki benzer çalışmaların sonuçlarıyla uyumlu bulunmuştur.

Kolimatör çenelerinin ayırım genişliği ile doz değişim bölgesinin genişliği arasındaki farkın penumbra ve saçılmaların katkısından kaynaklandığı, penumbra ve saçılmaların absorbe doza katkısının göz ardı edilemeyeceği anlaşılmıştır.

Tek eşmerkez tekniğinin birleşme bölgesinde, tanımlanan tümör dozuna yakın dozun üretilmesinde başarılı olduğu, bu tekniği uygularken alanların birleştirilmesini, aralık bırakmadan yapmanın daha uygun olduğu belirlenmiştir.

KAYNAKLAR

1. Chism SE, Chism D, Kalshed M, Yakoob R, Oline D. Treatment techniques using independent collimators.

Medica Mundi 1994;39(2):106-16.

2. Fabrizio PL, McCullough EC, Foote RL. Decreasing the dosimetric effects of misalignment when using a mono-isocentric technique for irradiation of head and neck cancer. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 2000;48(5):1623-34. [\[CrossRef\]](#)
3. Saw CB, Krishna KV, Enke CA, Hussey DH. Dosimetric evaluation of abutted fields using asymmetric collimators for treatment of head and neck. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 2000;47(3):821-4. [\[CrossRef\]](#)
4. Sohn JW, Suh JH, Pohar S. A method for delivering accurate and uniform radiation dosages to the head and neck with asymmetric collimators and a single isocenter. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 1995;32(3):809-13.
5. Meeks SL, Williams RO, Bova FJ, Mendenhall WM, Buatti JM. The midline dose distribution for a three-field radiotherapy technique. *Med Dosim* 1999;24(2):91-8.
6. Ahmad M, Nath R. Three-dimensional radiotherapy of head and neck and esophageal carcinomas: a monoisocentric treatment technique to achieve improved dose distributions. *Int J Cancer* 2001;96(1):55-65. [\[CrossRef\]](#)
7. Lee PC. Consistent collimator overlaps in field matching with computer-controlled x-ray collimators. *Med Dosim* 1997;22(1):59-61. [\[CrossRef\]](#)
8. Rosenthal DI, McDonough J, Kassae A. The effect of independent collimator misalignment on the dosimetry of abutted half-beam blocked fields for the treatment of head and neck cancer. *Radiother Oncol* 1998;49(3):273-8. [\[CrossRef\]](#)