

Wilms tümörü akciğer metastastazlı olguda bilateral akciğer ışınlamasında farklı plan tekniklerinin ve alan dışı dozlarının karşılaştırılması

Comparison of different planning techniques and out-of-field doses in bilateral lung irradiation for Wilms' tumor metastatic to the lung

Cemile CEYLAN, Metin GÜDEN, Hande BAŞ AYATA, Nadir KÜÇÜK, Ayhan KILIÇ, Kayıhan ENGİN

Anadolu Sağlık Merkezi, Radyasyon Onkolojisi, Kocaeli

Bu yazıda bilateral akciğer ışınlaması için farklı planlamalar ve tedavi alanı dışındaki dozlar karşılaştırıldı. Wilms tümürlü akciğer metastazlı pediatrik hasta için 4 farklı teknikte planları yapıldı. Hedef hacim kapsanmasına, kritik organ dozlarına, tedavi sürelerine ve alan dışı dozlara bakıldı. Anteroposterior-posteroanterior (AP-PA), feKT, yoğunluk ayarlı radyoterapi (IMRT) ve feIMRT'de sağ ve sol akciğerin 12 Gy alan hacimleri sırasıyla %82, %88, %82, %83, %80, %85 %75, %80 idi. Maksimum nokta dozlar 1319, 1317, 1618 ve 1560 cGy idi. 1000 cGy'i geçen kalp hacimleri sırasıyla %66, %49, %27 ve %29 idi. Beyin ve tiroit TLD okumaları feIMRT'de yüksektir; pediatrik bilateral akciğer ışınlaması için yapılan planlarda IMRT'de kalp koruması daha iyidir. Hedef hacmin kapsanmasına, maksimum doza ve tedavi alanı dışındaki doza bakılıp klinik değerlendirme yapıldığında feKT planı en uygundur. IMRT'nin çoğu zaman dozimetrik ve klinik üstünlükleri bulunurken, pediatrik hastalarda en uygun tedavi modeli seçilirken geç yan etkilere ve ikincil malignite risklerine bakılmalıdır.

Anahtar sözcükler: Bilateral akciğer ışınlaması; IMRT; TLD; Wilms tümörü.

We aimed to compare different planning techniques and thermo-luminescence dosimeters (TLD) results for bilateral lung irradiation. Different plans were made for bilateral lung irradiation of a pediatric patient. Target volume coverage, critical organ doses, MU and out-of-field dose were compared. Right and left lung volumes following receipt of 12 Gy for anteroposterior-posteroanterior (AP-PA), feKT, intensity-modulated radiotherapy (IMRT), and feIMRT were 82%, 88%, 82%, 83% and 80%, 85%, 75%, 80%, respectively. The maximum doses were found as 1319, 1317, 1618 and 1560 cGy. The volumes of the heart that received 1000 cGy were determined as 66%, 49%, 27%, and 29%, respectively. The TLD readings of the brain and thyroid at the feIMRT were higher than the others. In two IMRT plans, results reduced the heart dose. We achieved better lung coverage with feKT. When selecting the most appropriate treatment modality, clinical assessment is very important in pediatric cases. The late side effects and risks of secondary malignancy should not be ignored.

Key words: Bilateral lung irradiation; IMRT; thermo-luminescence dosimeters; Wilms' tumor.

Wilms tümörü (WT) ya da nefroblastoma çocukluk çağında en sık görülen primer böbrek tümörüdür. Akciğer ise hastalığın en sık yineleme gösterdiği uzak metastaz bölgesidir.^[1,2] Günümüzde multidisipliner yaklaşımla ve farklı çalışma gruplarının oluşturdukları protokollerle WT'li çocukların tedavisinde %90'a yakın sağkalım elde edilmektedir.^[3] "National Wilms Tumor Studies (NWTS) 4 ve 5" te iyi histolojili evre IV akciğer metastazlı WT olgularda, metastazların yerine/sayısına ve kemoterapi cevabına bakmaksızın bilateral akciğer ışınlanmasını önermektedir.^[4,5] NWTS çalışma grubunun 1986 yılında yaptığı çalışmada tanı sırasında akciğer metastazı bulunan 200 WT'li çocuk hastada 4 yıl takipte %66 oranında sağkalım gözlenmiştir.^[5] Macklis ve ark.^[6] yaptıkları evre IV iyi histolojili 43 hastanın 10 yıllık takiplerinde ise %77 oranında sağkalım gözlenmiştir. Bu çalışmada bilateral akciğer ışınlanması yapılan hastaların takiplerinde radyasyona bağlı subklinik iskelet-kas hipoplazisi (12/13), endokrin sistemi bozuklukları, akciğer fibrozu ve ikincil malignitelerin oluştuğu söylenmiştir. Aynı grubun 1991 yılında yaptıkları geriye dönük analizde tedaviden 17 yıl sonra memede, 3,5 yıl sonra tiroide ve 12 yıl sonra pankreasta ikincil malignite oluştuğu görülmüştür. Bu yan etkilerin yanı sıra Grundy ve ark.^[7] yaptıkları "NWTS" çalışmasında da kardiyak toksisitesi ile ölümün, Wilms tümürlü hastalarda tümöre bağlı olmayan ikincil sıradaki ölüm sebebi olarak yayınlamışlardır. Bilateral akciğer ışınlanması sonucunda oluşan yan etkiler olmasına rağmen bu toksisiteler, Wilms tümürlü akciğer metastazlı hastalarda akciğer ışınlanmasının uzun dönem hastaliksız sağkalıma pozitif yönde etkisi olduğu düşünüldüğünde kabul edilebilir düzeydedir.^[8,9]

Akciğer ışınlanması gereken Wilms tümürlü akciğer metastazlı hastalarda, bilateral akciğer ışınlanmasında genellikle konvansiyonel ön arka (AP-PA) ışınlama tekniği ile 12 Gy doz 8 fraksiyonda verilmektedir.^[3,4]

Günümüzde 3 Boyutlu Konformal Tedavinin (3B-KRT) ve "Intensity Modulated Radiation Therapy" (IMRT) tekniklerinin uygulanması ile tedaviye bağlı yan etkiler azaltılırken, tümör kontrol oranı arttırılmaktadır. Çoğu zaman 3B-KRT ile

hedef hacim çevresindeki kritik organların tolerans dozlarını aşmadan tümöre yüksek doz vermek zordur. IMRT ile kritik organ dozları tolerans dozların altında tutulurken, hedef hacimlere istenilen yüksek dozlar verilebilir.^[10] Bu durum IMRT tekniğinin klinikteki kullanımını oldukça arttırmıştır. IMRT tekniği erişkin hastalarda kritik organa yakın tümörlerin tedavisinde en iyi seçenek olarak görünmesine rağmen hedef hacim içinde doz artımının toplam monitör unit (MU) değerinin artması ile olacağından pediatrik hastalarda IMRT ile sekonder malignite gibi bazı risklerin artabileceği raporlanmıştır.^[11,12] IMRT tedavisinde kullanılan tekniğe ve enerjiye, çok yapraklı kolimatöre (Multileaf Collimator; MLC) ve artan MU değerine bağlı olarak, ikincil maligniteye sebep olabilecek alan dışı doz değeri genellikle 3B-KRT tedavisinden daha fazladır. Hall ve ark.^[13] yaptıkları çalışmada IMRT'de oluşabilecek ikincil malignite olasılığının 3DCRT ile karşılaştırıldığında fazla olduğunu yayınladılar. Bu çalışmaların yanı sıra olası sağkalımı arttırdığından pediatrik hastalarda IMRT seçeneğinin iyi bir alternatif olduğunu vurgulayan çalışmalarda yayınlanmıştır.^[14,15]

Radyoterapide alan dışı dozu belirlemek için en sık kullanılan yöntem hasta üzerine ya da fantom içine yerleştirilen "Thermoluminescent Dozimetre" (TLD) ölçümleridir. Yapısı "LiF: Mg, Ti" olan TLD100 "chip"leri doku eşdeğeri olmasından ve doz cevabı doğruluğu iyi olmasından dolayı radyoterapide hasta dozu ölçümünde sıklıkla kullanılır.^[16] Küçük boyutlu TLD100 chipleri antropomorfik fantom içine yerleştirilerek, tedavi alanı dışında ya da içerisindeki istenilen organda doz değeri ölçülebilir. TLD çipleri ışınlama sonunda soğurdukları radyasyonu ısıtılan ortamda ışık olarak yayınlarlar. Bu ışımanın şiddetinin ölçümü ile soğurdukları radyasyonun miktarı belirlenir.

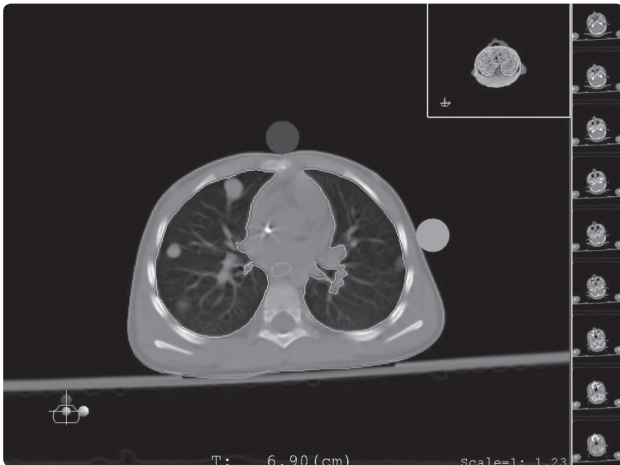
Bu yazıda, Eylül 2011 tarihinde kliniğimize başvuran evre IV iyi histolojili Wilms tümörü tanılı ve bilateral akciğer metastazlı 5 yaşında kız çocuk hastada akciğer ışınlama teknikleri değerlendirilmiştir. Farklı tedavi tekniklerinin ve bu tedavilerin alan dışı organlardaki doz değerlerinin TLD ile ölçülüp karşılaştırılması yapılarak klinik olarak en uygun tedavi modeli seçilmiştir.

OLGU SUNUMU**Hasta ve Simülasyonu**

Kliniğimize başvuran 5 yaşında Wilms tümörlü akciğer metaztaslı hasta değerlendirilmiştir. Dört yaşında sağ böbreği alınmış ve evre I iyi histoloji Wilms tümörü tanısı konulmuştur. Daha sonra kemoterapi tedavisi alan (21 kür act-D+VCR) hastanın kontrolleri sırasında Ağustos ayında toraks bilgisayarlı tomografisinde (BT) her iki akciğerde metastaz saptanmıştır (Şekil 1). Hasta evre IV iyi histolojili akciğer metastazlı hasta bilateral akciğer ışınlaması için kliniğimize Ekim ayında başvurmuştur. Hastanın tedavi simülasyonu için vakum yatak ve akciğer bordu kullanılarak 3 mm kesit kalınlıkla mandibula hizasından lomber üç vertebra hizasına kadar tomografik görüntü alınmıştır. BT kesitleri üzerinden her iki akciğer hedef hacim olarak, kalp, spinalkord, tiroid ve özafagus kritik organ olarak belirlenmiştir. Şekil 1 ayrıca aksiyel kesitte “Focal Sim.” sanal konturlama istasyonunda belirlenmiş kritik organları ve akciğer hacimlerini göstermektedir.

Tedavi Planları

Hastaya en uygun bilateral akciğer ışınlaması yapabilmek için XIO (4.3.3, CMS, Computerized Medical System, St. Louis, MO) planlama sisteminde 4 ayrı tedavi planları yapılmıştır. Tüm planlarda her iki akciğerin 12 Gy dozu 8 fraksiyonda alınması sağlanırken, kritik organ olarak belirlenen kalp, spinalkord ve tiroid dozlarının minimum ol-



Şekil 1. Hastaya ait konturlanmış planlama tomografisi.

ması amaçlanmıştır. Tüm planlar Siemens “Avant Gadre” 41 çift MLC yapraklı cihazında 6 MV kullanılarak yapılmıştır. Dört farklı planlama tekniğinde de “Süper Position” algoritması kullanılmış ve heterojenite farklılığı dikkate alınmıştır. Planların karşılaştırılmasında dose volume histogramı (DVH) kullanılarak akciğerlerin istenilen doz ile kapsama hacimleri, kritik organ dozları, planda oluşan maksimum nokta doz değerleri ve yaklaşık tedavi süreleri dikkate alınmıştır. Bu kriterlerin yanı sıra TLD ile yapılan her bir tedavi planının fantoma uygulanarak ölçülen tedavi alanı dışı doz ölçümleri sonuçları da karşılaştırılmıştır. Farklı teknikler kullanılarak yapılan planların ayrıntıları aşağıda verilmiştir.

a. AP-PA Işınlaması

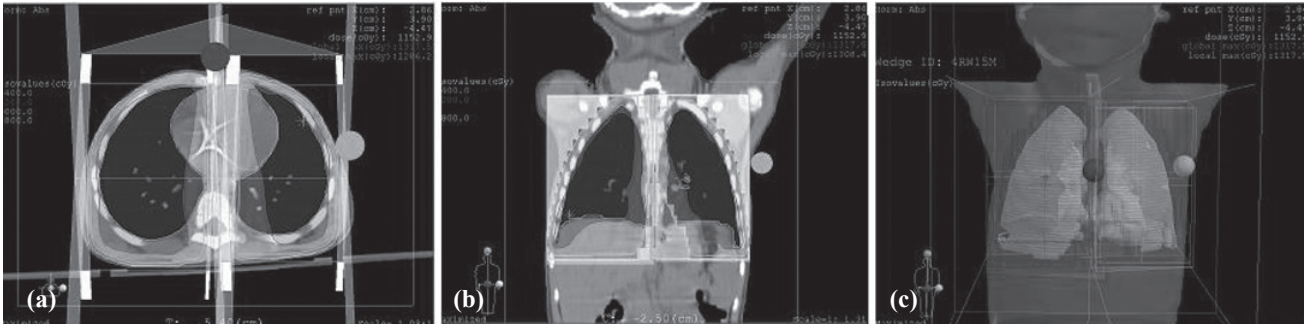
Hedef hacim olarak belirlenen her iki akciğeri içine alan Klinik Hedef Hacim (Clinical Target Volume; CTV) oluşturulmuştur. 6 MV enerjili gentri açısı AP’de 00 ve PA’da 1800 olan demetlerin eşmerkezi CTV hacminin merkezine yerleştirilmiştir. Her iki tedavi alanında kolimatör açısı 900 yapılarak MLC’lerin dik hareketi oluşturulmuş ve spinal kord, kalp koruması yapılmıştır. Her iki demet ağırlığı eşit tutulup AP alanının ağırlık noktası sağ akciğer merkezine verilirken, PA alanın ağırlık noktası ise sol akciğerin merkezine verilmiştir. Akciğer hacimlerinin istenilen doz ile kapsanmasını sağlamak için %95 izodoz hattına normalize edilmiştir. Şekil 2’de AP-PA ışınlamasına ait aksiyel ve koronol kesitteki doz dağılımı gösterilmektedir.

b. Farklı Eşmerkezli (Noncoplanar) Konformal Tedavi Tekniği (FEKT)

Hedef hacim olarak belirlene sağ ve sol akciğer için ayrı ayrı CTVsağ ve CTVsol hedef hacimleri belirlenmiştir. CTVsağ için AP-PA ışınları gentri açıları sırasıyla 00-1800 ve eşmerkezleri CTVsağ hacminin merkezinde olacak şekilde yerleştirilmiştir. CTVsol için de aynı demet açıları bu hedef hacmin merkezi eş merkez olacak şekilde yerleştirilmiştir. Kolimatör açıları 900 yapılarak spinalkord ve kalp koruması yapılmıştır. Ayrıca ön alanlara 150 fiziksel wedge eklenerek hasta cildi üzerinde oluşan sıcak noktalar engellenmiştir. Elde edilen planda istenilen doz değeri %95 izodoz



Şekil 2. AP-PA ışınlanmasına aksiyel (a) ve koronal (b) kesitteki demet yerleşimi ve doz dağılımı. (c) MLC yerleşimi.



Şekil 3. FEKT planına ait aksiyel (a) ve koronal kesitlerde (b) demet yerleşimi ve doz dağılımı. (c) MLC'ler ile yapılan kalp ve spinalkord korması.

hattına normalize edilerek akciğerlerin kapsanma oranı artırılmıştır. Şekil 3'de bu plana ait demet yerleşimi ve doz dağılımı gösterilmektedir.

c. IMRT Planlaması

Her iki akciğeri içine alan CTV hacminin merkezi eşmerkez olacak şekilde gentri açıları 710, 270, 3270, 2200 ve 1230 olan 5 demet yerleştirilmiştir. CTV hacmi 0.6 mm kapsanacak şekilde demetler IMRT alanı olarak konform edilmiştir. Hedef hacim ve kritik organlar için radyasyon onkoloğunun belirlediği doz tanımlamaları yapılarak inverse planlama tekniği ile IMRT planları oluşturulmuştur. Doz tanımlamaları yapılırken her iki akciğer hacminin %95'inin 12 Gy alması hedeflenirken, kalp ve spinalkord doz değerleri olabilecek minimum değerde tutulmaya çalışılmıştır (Şekil 4).

Optimizasyon sonunda elde edilen planda step and shot tedavi tekniğine göre segmentler oluşturulmuştur. Her iki IMRT planı için segmentler oluşturulurken intensity düzeyi 10 olarak ayarlanmıştır. Şekil 5'de IMRT için demet yerleşimleri ve doz dağılımı gösterilmektedir.

d. Farklı Eşmerkezli (Noncoplanar) IMRT Tekniği (FEIMRT)

FEKT tekniğinde olduğu gibi her iki akciğerler için oluşturulan CTVsağ ve CTVsol hacimlerinin merkezleri ayrı ayrı eş merkez olarak seçilmiştir. Her iki akciğer için 3 farklı gentri açlarına sahip toplam 6 IMRT alanı oluşturulmuştur. Sağ akciğer için tedavi alanlarının gentri açıları 310, 2920 ve 1820 iken, sol akciğer için gentri açıları 3380, 700 ve 1960'dir. Doz tanımlamaları tek merkezli IMRT

IMRT Prescription								
Structure	Type	Rank	Objective	Dose (cGy)	Volume (%)	Weight	Power	Status
CTV	Target	1	Maximum	1300	0	120	2.3	On
			Minimum	1290	100	100	2.4	On
right lung	Target	1	Maximum	1300	0	110	2.5	On
			Minimum	1290	100	100	2.4	On
left lung	Target	1	Maximum	1300	0	110	2.5	On
			Minimum	1290	100	100	2.4	On
medulla spinal	OAR	2	Maximum	1000	0	100	2.0	On
heart	OAR	3	Maximum	1000	0	100	2.0	On
oesophagus	OAR	4	Maximum	1000	0	100	2.0	On
patient	OAR	5	Maximum	700	0	100	2.6	On

Şekil 4. Her iki IMRT planının optimizasyonunda kullanılan doz tanımlaması.



Şekil 5. IMRT tekniğine ait aksiyel (a) ve koronal (b) kesitteki doz dağılımı. (c) Demet yerleşimi.

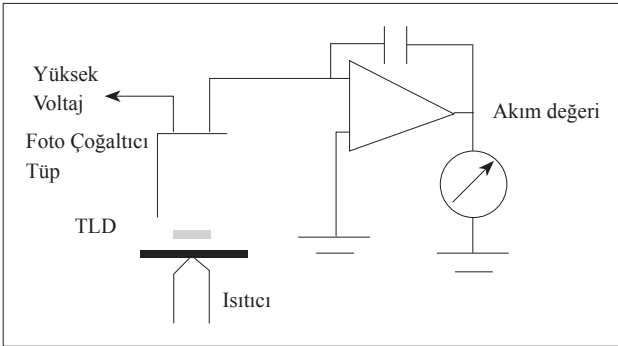


Şekil 6. FEIMRT tekniğine ait aksiyel (a) ve koronal (b) kesitteki demet yerleşimi ve doz dağılımı. (c) Demet yerleşimi.

tekniginde kullanılan değerlerle aynı tutulmuştur. Şekil 6’de bu tekniğe alan yerleşimleri ve doz dağılımları verilmektedir.

e. TLD Ölçümleri

Yapılan her planda tedavi alanı dışındaki saçılmadan kaynaklı doz değerini bulmak için LiF: MgTi yapılı TLD-100 “chip”leri kullanılarak dozimetrik ölçümler yapılmıştır. Ölçümlerde kullanılacak TLD seti önce 400 °C ısıtılarak tüm tuzaklar boşaltılmış ve her bir “chip” için kalibrasyon fak-



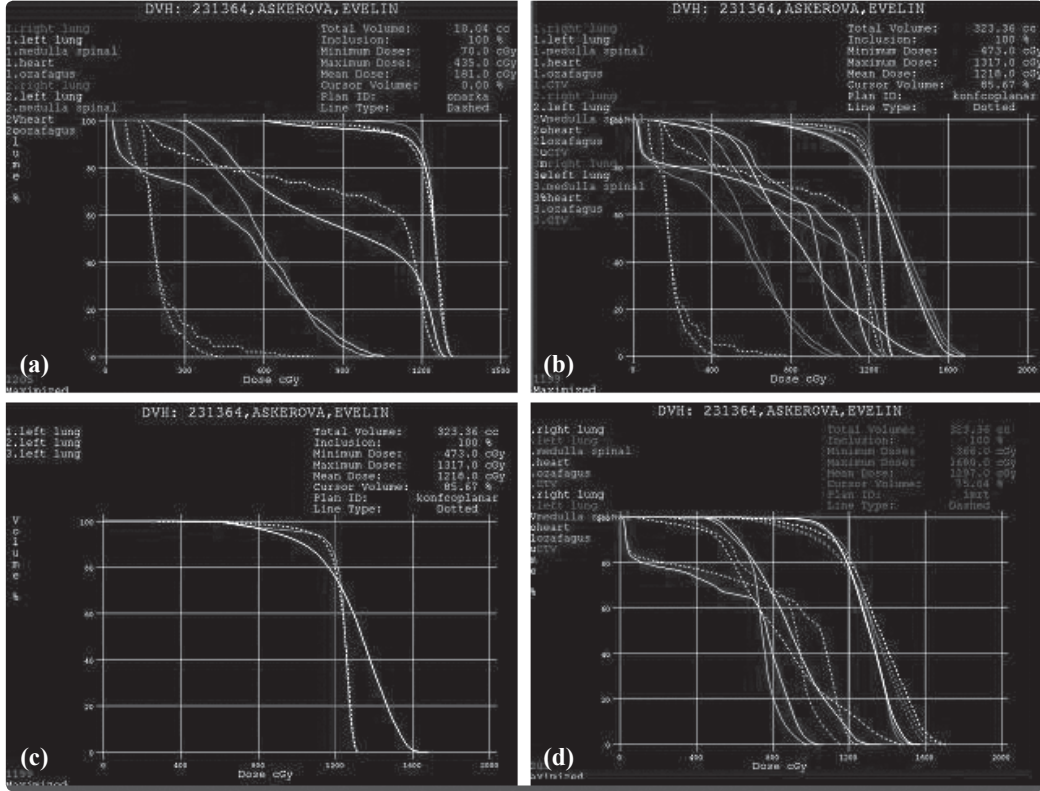
Şekil 7. TLD okuyucu sisteminin çalışma prensibinin şematik gösterimi.

törleri tespit edilmiştir. TLD çipleri yapılan planlarda kullanılan foton enerjisi olan 6 MV için 10x10 cm² alanda 50cGy’de kalibre edilmiştir. Tüm okumalar için Harshaw Model 5500 TLD okuma sistemi kullanılmıştır. Şekil 7’de TLD okuyucusunun çalışma prensibi gösterilmektedir. Boyutları 3x3x1 mm³ olan TLD-100 “chip”leri RANDO fantomda beyin, tiroid, her iki böbrek ve umbilicus merkezine yerleştirilmiştir. Her bir plan TLD yerleştirilmiş bu fantom üzerine tedavi alanı dışı doz değerlerini bulmak için uygulanmıştır. 8 fraksiyon sonunda oluşacak tedavi alanı dışı doz değerlerini bulmak için toplam tedavi alanları, TLD yerleştirilmiş RANDO fantom üzerine uygulanmıştır. Her bir planın ayrı ayrı ışınlanmasından sonra radyasyona maruz kalmış toplam 20 TLD “chip”i, ilk piklerini atmaları için 100 °C’de ısıtıldıktan sonra okuma işlemi yapılmıştır.

SONUÇ

a. Planların karşılaştırılması

Tablo 1’de yapılan dört farklı plan tekniklerine ait tedavi parametreleri gösterilmektedir. Her planda her iki akciğerin de %95 hacminin 12 Gy ile



Şekil 8. (a) AP-PA (noktalı eğri) ve FEKT (düz çizgi) tekniklerine ait DVH karşılaştırılması. (b) AP-PA (kesik çizgi), FEKT (noktalı eğri) ve IMRT (düz çizgi), (c) AP-PA (kesik çizgi), FEKT (noktalı eğri) ve IMRT (düz çizgi) tekniklerine ait sol akciğer DVH karşılaştırılması. (d) FEIMRT (düz çizgi) ve IMRT (kesik çizgi) tekniklerine ait DVH karşılaştırılması.

kapsanması hedeflenmesine rağmen bu kapsama oranı sağlanamamıştır. Radyasyon Onkoloğu tarafından incelenen ve klinik kabul kriterlere uygun olan planlar değerlendirilmiştir.

AP-PA, FEKT, IMRT ve FEIMRT planlarında sağ ve sol akciğerin 12 Gy alan hacimleri sırasıyla %82, %88, %82, %83 ve %80, %85, %75, %80 olarak bulunmuştur. Bu değerler klinik olarak yeterli kapsama oranı olarak radyasyon onkoloğu tarafından kabul edilmiştir. FEKT tekniği ile en iyi

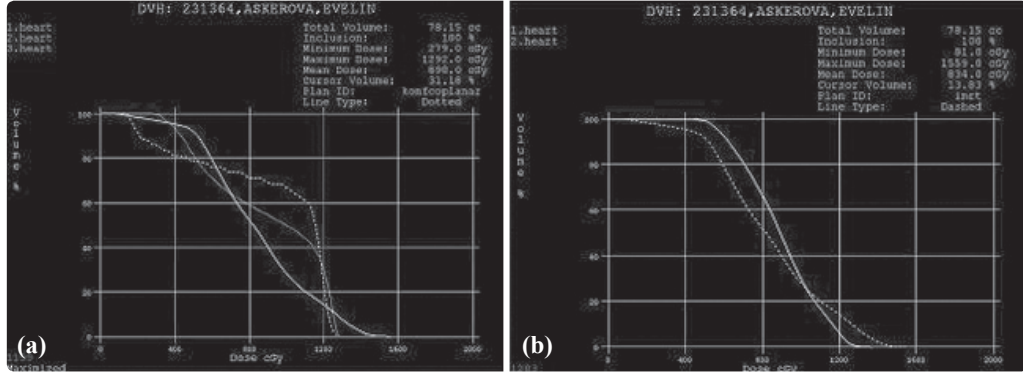
kapsama oranı sağlanmıştır. Şekil 8’de bu planlara ait DVH eğrileri sunulmaktadır.

Tüm planlarda elde edilen maksimum nokta doz değerine bakıldığında AP-PA, FEKT, IMRT ve FEIMRT planları için sırasıyla 1319 cGy, 1317 cGy, 1618 cGy ve 1560 cGy bulunmuştur. AP-PA ve feKT tekniklerinde oluşan maksimum doz değeri tanımlanan dozun %110 değerini aşılmazken IMRT ve FEIMRT tekniklerinde bu değer sırasıyla %134 ve %130 olarak bulunmuştur.

Tablo 1

Dört farklı planlamanın tedavi parametrelerinin karşılaştırılması

Planlama tekniği	Alan sayısı	MU değeri	Tedavi süresi (dak)
AP-PA	2	152	4
FEKT	4, AP alanları wedgeli	394	7
IMRT	5	696-70 Segment	15
FEIMRT	6	784-83 Segment	22



Şekil 9. (a) AP-PA (kesik çizgi), FEKT (noktalı çizgi) ve IMRT (düz çizgi) tekniklerine ait kalp dozu karşılaştırılması. (b) Farklı iki IMRT tekniğinde elde edilen kalp dozu eğrileri.

Kalp ve spinalkord değerleri de her bir teknik için ayrı ayrı hesaplanmıştır. Şekil 9’da kalp için DVH karşılaştırılması verilmektedir. AP-PA, FEKT, IMRT ve FEIMRT planlarında maksimum kalp dozu değerleri sırasıyla 1281 cGy, 1292 cGy, 1559 cGy ve 1372 cGy olarak bulunmuştur. AP-PA ve FEKT planlarında kolimatör 900 yapılarak MLC’lerin tedavi alanına dik hareketi oluşturulmuştur. Böylelikle kalp ve spinal kord koruması yapılmıştır. Ayrıca klinik değerlendirmede 1000 cGy’i alan kalp hacimleri de karşılaştırılmıştır. AP-PA, FEKT, IMRT ve FEIMRT planlarında 1000 cGy’i geçen kalp hacimleri sırasıyla %66, %49, %27 ve %29 olarak bulunmuştur. Her iki IMRT planında kalp koruması AP-PA ve FEKT planlarına göre daha iyi bulunmuştur.

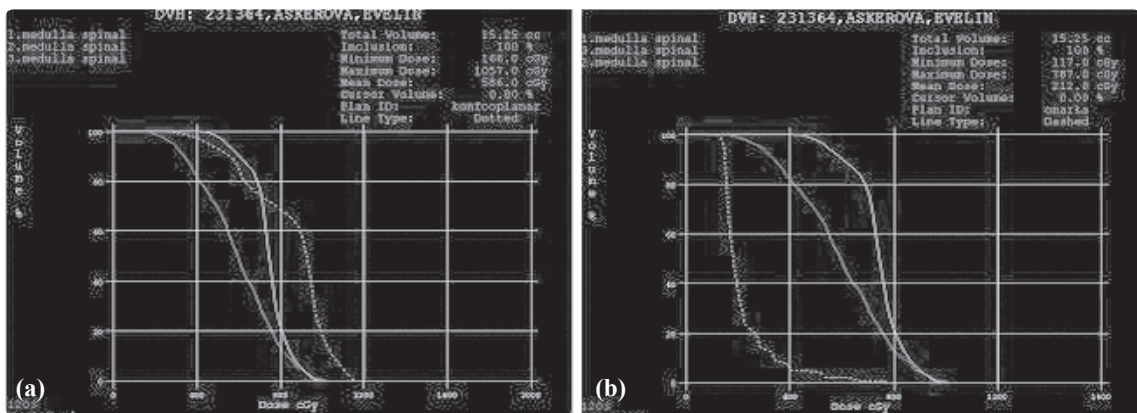
Kritik organ olarak belirlenen spinalkord doz-

larına bakıldığında AP-PA, FEKT, IMRT ve FE-IMRT planlarındaki maksimum dozlar sırasıyla 787 cGy, 1057 cGy, 1169 cGy ve 1001 cGy olarak bulunmuştur. Şekil 10’de spinal kord için DVH eğrileri gösterilmektedir.

AP-PA planlama tekniğinde spinal kord koruması en iyi bulunurken, diğer planlarda da klinik olarak yeterli spinalkord koruması yapılmıştır. Dört farklı planda tiroid için klinik olarak yeterli korunma elde edilmiştir. AP-PA, FEKT, IMRT ve FEIMRT planlarında elde edilen maksimum tiroid dozları 137cGy, 26 cGy, 57 cGy ve 37 cGy olarak bulunmuştur.

b. TLD Ölçümleri

Tüm TLD “chip”leri fantoma yerleştirilmeden önce 400 °C sıcaklıkta tuzaklarının boşaltılması



Şekil 10. (a) FEKT (noktalı çizgi), FEIMRT (kesik çizgi) ve IMRT (düz çizgi) planlarına ait spinalkord eğrileri. (b) AP-PA (noktalı çizgi), FEIMRT (kesik çizgi) ve IMRT (düz çizgi) planlarına ait spinalkord eğrileri.

Tablo 2

TLD okuma sonuçları

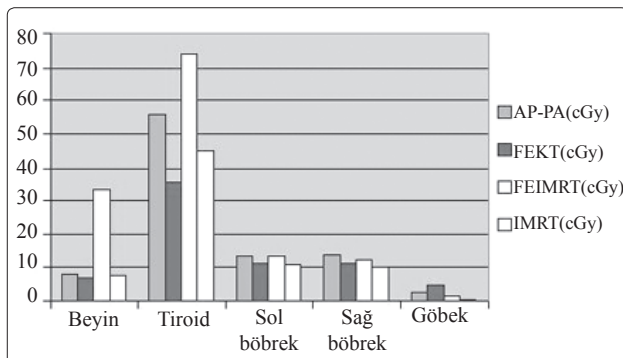
TLD Lokalizasyon	AP-PA (cGy)	FEKT (cGy)	FEIMRT (cGy)	IMRT (cGy)
Beyin	7,95	7,1	33,5	7,6
Tiroid	55,6	35,7	73,9	45
Sol böbrek	13,5	11,4	13,6	10,7
Sağ böbrek	14,2	11,2	12,6	10,4
Umbilicus	2,6	2	1,8	0,3

için fırınlamıştır. Her plan için fantom üzerinde tedavi alanın dışında kalan 5 ayrı noktaya (beyin, tiroid, sol böbrek, sağ böbrek ve umbilicus) TLD chipleri yerleştirilmiştir. Harshaw Model 5500 TLD okuma sisteminde okunan her plana ait TLD okuma sonuçları Tablo 2’de verilmiştir.

TLD sonuçlarına bakıldığında tedavi bölgesinin dışında kalan ve saçılmadan alınan dozlar bakıldığında tedavi bölgesinin uzağında kalan böbrekler ve umbilicus noktasındaki dozlarda anlamlı farklılık yok iken, kısmen tedavi bölgesine yakın olan beyin ve tiroid TLD okumaları FEIMRT planında diğerlerine nazaran daha yüksek ölçülmüştür. Yine tiroid dozu bu planda en yüksek bulunmuştur. AP-PA ve FEKT planları kendi aralarında karşılaştırıldığında ise tiroid dozu AP-PA planlamasında daha yüksek iken diğer noktalarda anlamlı farklılık bulunmamıştır. Şekil 11’de TLD sonuçlarına ait grafik verilmiştir.

TARTIŞMA

Wilms tümörü tedavi başarı oranı %90’ın üzerinde olan çocukluk çağında en sık görülen renal tümör tipidir.^[17,18] Wilms’ tümörü tanısı almış ço-



Şekil 11. Alan dışı noktalara yerleştirilen TLD sonuçları.

cukların %12-15’inde tanı sırasında akciğer metastazı tespit edilir. The United Kingdom Children’s Cancer Study Group (UKCCSG) yaptıkları çalışmada, bilateral akciğer ışınlamasının sağkalımda anlamlı azalıma neden olmadığını fakat hastalısız sağ kalımı anlamlı şekilde arttırdığını söylediler.^[19] NWTS-3 ve NWTS-4’de evre IV ve V hastalarda bilateral akciğer ışınlaması alan hastalarda 4 yıllık takipte hastalısız sağkalım oranının %89 iken sadece kemoterapi alan hastalarda bu oranın %80 olduğunu yayınladılar.^[20,21]

Bu çalışmada kliniğimize başvuran 5 yaşında evre IV iyi histolojili akciğer metastazlı kız çocuk hastaya uygulanacak bilateral akciğer ışınlaması için klinik olarak en uygun radyoterapi planları değerlendirilmiştir. Yapılan planlarda kritik organ dozları, hedef hacim kapsanması, maksimum plan dozu, tedavi süreleri ve tedavi alanı dışındaki saçılma dozları dikkate alınmıştır. Çocuk hastalarda radyoterapi uygulanması gerektiğinde hastalığa bağlı uzun sağkalım süreleri dikkate alınarak en uygun radyoterapi tedavisinin uygulanması gerekmektedir. Çoğu çalışmada hem konformal hem de IMRT tekniklerine bağlı çocuk hastalarda görülen yan etkiler raporlanmıştır.^[11,12] Bilateral akciğer ışınlaması almış hastalarda subklinik iskelet-kas hipoplazisi, kardiyak toksisitesi, pnömoni gibi geç yan etkilerin yanında ikincil malignitelerde gözlenmiştir.^[7,22] Kalapurakal ve ark.^[23] yaptıkları çalışmada standart bilateral akciğer ışınlaması ile IMRT planlarını karşılaştırdılar. IMRT ile bilateral akciğer ışınlamasının kardiyak korumasında standart bilateral akciğer ışınlamasından daha üstün olduğunu buldular. Bu çalışmada da yapılan iki farklı IMRT planında maksimum kalp dozları yüksek çıkmasına rağmen 1000 cGy’i geçen kalp hacim-

larine bakıldığında, AP-PA ve feKT tekniklerine göre oldukça düşük bulunmuştur. Kalapurakal ve ark. IMRT ile bilateral akciğer ışınlamasının hala klinik araştırma altında olduğunu söylediler. Biz de yaptığımız bu çalışmada klinik IMRT ile yapılan planlarda kalp korumasını daha iyi elde etmemize rağmen her iki akciğer içinde heterojen doz dağılımı oluşmuştur. Her iki akciğer içinde yüksek doz alan hacimler AP-PA ve FEKT tekniklerinden fazla çıkmıştır. Klinik olarak yapılan planlar değerlendirildiğinde FEKT tekniği ile yapılan planda akciğer kapsanmasının daha iyi olduğu ve bu planda oluşan kalp dozunun kabul edilebilir sınırlarda olduğuna karar verilmiştir. Çocuk hastanın tedavide hareketsiz kalabileceği süre dikkate alındığında FEKT ile elde edilen tedavi süresi optimum olarak bulunmuştur.

Ayrıca yaptığımız TLD ölçümlerinde tedavi alanının dışındaki doz miktarlarına bakıldığında uzak organ dozlarında tüm teknikler arasında anlamlı farklılık bulunmamıştır. Tedavi bölgesine yakın olan tiroid ve beyin için yerleştirilmiş TLD ölçümlerine bakıldığında ise hem MU değeri hem de alan sayısı fazla olan IMRT tekniğinde dozlar yüksek bulunmuştur. Radyasyon induksiyonlu ikincil kanser riski düşünüldüğünde FEKT tekniğinde tedavi alanı dışına yerleştirilen noktalarındaki dozlar en az bulunmuştur.

Çalışmamızdaki amaç 5 yaşında Wilms tümörü tanılı akciğer metastazlı çocuk hastaya uygulanacak optimum bilateral akciğer tedavisini araştırmak olduğundan, tüm dozimetrik ve klinik kriterlere bakıldığında FEKT tekniği ile planlanan tedavi en iyi olarak bulunmuştur. Yapılan bu çalışmada tedavi alanı dışı dozu TLD yerleştirilmiş yetişkin fantom üzerine uygulanmıştır. Pediatrik fantom yerine yetişkin fantomu kullanılması bu çalışmadaki bir eksiklik olmasına karşın elde edilen değerler daha önce yapılan çalışmalarla uyumlu bulunmuştur. IMRT tekniğinin çoğu zaman 3DKT tekniklere göre dozimetrik ve klinik üstünlükleri bulunurken, pediatrik hastalarda en uygun tedavi modalitesi seçilirken uzun sağkalım beklenen olgularda klinik değerlendirmenin yanında, geç yan etkiler ve ikincil malignite riskleri göz ardı edilmemelidir.

KAYNAKLAR

1. Parambil JG, Aughenbaugh GL, Pereira TC, Gillespie DJ, Ryu JH. Solitary pulmonary metastasis presenting 20 years after primary resection of Wilms tumor. *Mayo Clin Proc* 2005;80(11):1514-6.
2. Owens CM, Veys PA, Pritchard J, Levitt G, Imeson J, Dicks-Mireaux C. Role of chest computed tomography at diagnosis in the management of Wilms' tumor: a study by the United Kingdom Children's Cancer Study Group. *J Clin Oncol* 2002;20(12):2768-73.
3. Metzger ML, Dome JS. Current therapy for Wilms' tumor. *Oncologist* 2005;10(10):815-26.
4. Breslow NE, Churchill G, Nesmith B, Thomas PR, Beckwith JB, Othersen HB, et al. Clinicopathologic features and prognosis for Wilms' tumor patients with metastases at diagnosis. *Cancer* 1986;58(11):2501-11.
5. Green DM, Finklestein JZ, Tefft ME, Norkool P. Diffuse interstitial pneumonitis after pulmonary irradiation for metastatic Wilms' tumor. A report from the National Wilms' Tumor Study. *Cancer* 1989;63(3):450-3.
6. Macklis RM, Oltikar A, Sallan SE. Wilms' tumor patients with pulmonary metastases. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 1991;21(5):1187-93.
7. Grundy P, Breslow N, Green DM, Sharples K, Evans A, D'Angio GJ. Prognostic factors for children with recurrent Wilms' tumor: results from the Second and Third National Wilms' Tumor Study. *J Clin Oncol* 1989;7(5):638-47.
8. Paulino AC. Relapsed Wilms tumor: is there a role for radiation therapy? *Am J Clin Oncol* 2001;24(4):408-13.
9. Attard-Montalto SP, Kingston JE, Eden OB, Plowman PN. Late follow-up of lung function after whole lung irradiation for Wilms' tumour. *Br J Radiol* 1992;65(780):1114-8.
10. Intensity Modulated Radiation Therapy Collaborative Working Group. Intensity-modulated radiotherapy: current status and issues of interest. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 2001;51(4):880-914.
11. Kan MW, Leung LH, Kwong DL, Wong W, Lam N. Peripheral doses from noncoplanar IMRT for pediatric radiation therapy. *Med Dosim* 2010;35(4):255-63.
12. Hall EJ. Intensity-modulated radiation therapy, protons, and the risk of second cancers. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 2006;65(1):1-7.
13. Hall EJ, Wu CS. Radiation-induced second cancers: the impact of 3D-CRT and IMRT. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 2003;56(1):83-8.
14. Sterzing F, Stoiber EM, Nill S, Bauer H, Huber P, Debus J, et al. Intensity modulated radiotherapy (IMRT) in the treatment of children and adolescents-a single

- institution's experience and a review of the literature. *Radiat Oncol* 2009;4:37.
15. Bhatnagar A, Deutsch M. The Role for intensity modulated radiation therapy (IMRT) in pediatric population. *Technol Cancer Res Treat* 2006;5(6):591-5.
 16. Nelson VK. Response of TL dosimeters outside the field edge of a 6 MV Linac beam and its implication patient dosimetry. *IFMBE Proceedings Vol 14/4*.
 17. Seyed-Ahadi MM, Khaleghnejad-Tabari A, Mirshemirani A, Sadeghian N, Amonollahi O. Wilms' tumor: a 10 year retrospective study. *Arch Iran Med* 2007;10(1):65-9.
 18. Ko EY, Ritchey ML. Current management of Wilms' tumor in children. *J Pediatr Urol* 2009;5(1):56-65.
 19. Nicolin G, Taylor R, Baughan C, Shannon R, Stevens S, Richardson D, et al. Outcome after pulmonary radiotherapy in Wilms' tumor patients with pulmonary metastases at diagnosis: a UK Children's Cancer Study Group, Wilms' Tumour Working Group Study. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 2008;70(1):175-80.
 20. Meisel JA, Guthrie KA, Breslow NE, Donaldson SS, Green DM. Significance and management of computed tomography detected pulmonary nodules: a report from the National Wilms Tumor Study Group. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 1999;44(3):579-85.
 21. Green DM, Fernbach DJ, Norkool P, Kollia G, D'Angio GJ. The treatment of Wilms' tumor patients with pulmonary metastases detected only with computed tomography: a report from the National Wilms' Tumor Study. *J Clin Oncol* 1991;9(10):1776-81.
 22. Paulino AC, Wen BC, Brown CK, Tannous R, Mayr NA, Zhen WK, et al. Late effects in children treated with radiation therapy for Wilms' tumor. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 2000;46(5):1239-46.
 23. Kalapurakal JA, Gopalakrishnan M, Shore R. Feasibility and potential utility of cardiac-sparing lung IMRT in children with wilms tumor: A dosimetry study. *Proceedings of the 51st Annual ASTRO Meeting*. [Abstract]