

Tüm Beyin Radyoterapisinde Farklı Tedavi Planlamalarıyla Beyin ve Lens Dozlarının Karşılaştırılması

Gamze UGURLUER, Mustafa IZMIRLI, Zehra A. PALABIYIK, Tahir ÇAKIR

Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tıp Fakültesi, Radyasyon Onkolojisi Anabilim Dalı, Van, TURKEY

ÖZET

Beyin metastazı nedeniyle palyatif tüm beyin radyoterapisi almış hastalarda farklı tedavi planlamalarının hedef volüm (beyin) ve lens dozlarına etkisinin karşılaştırılması amaçlandı. On dört hastanın 0.5 cm'lik kesitlerle çekilmiş bilgisayarlı tomografi görüntüleri 3 boyutlu tedavi planlama sistemine aktarılarak normal dokular ve hedef dokular çizildi. Her hasta için yedi farklı tedavi planı oluşturuldu. Plan I: Açılı bloklu alan; Plan II: Açısız bloklu alan; Plan III: Helmet; Plan IV: İnför orbital ridgeden geçen, bloklu alan; Plan V: Açılı bloksuz alan; Plan VI: Açısız bloksuz alan; Plan VII: Konvansiyonel çizilmiş, açısız, bloksuz alan. Her tedavi planı için doz-volüm histogramları kullanılarak beyin ve lens minimum, maksimum, ortalama dozları ve beyin için V95 ve D95 değerleri kaydedildi. Planlar beyin minimum, ortalama, V95 ve D95 dozlarına göre karşılaştırıldığında Plan VII'de minimum dozların (ortalama 1171.57 cGy), ortalama dozların (3294.64 cGy), V95 (%97.48) ve D95 (2990.57 cGy) dozlarının diğer planlardan düşük olduğu görüldü ($p < 0.05$). Planlar lens dozlarına göre karşılaştırıldığında koruma kullanılmayan planlarda lens minimum, maksimum ve ortalama dozlarının arttığı görüldü ($p < 0.05$). Posteriora 5 derece gantri açısı verilmesinin lens dozlarını azalttığı görüldü ($p < 0.05$).

Bu çalışma üç boyutlu tedavi planlaması ile beyin minimum dozlarının arttığını, doz inhomojenitesinin azaldığını, kişiye özgü blok kullanılması ve posteriora 5 derece gantri açısı verilmesi ile lens dozlarının azaldığını göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Tüm beyin radyoterapisi, Hedef volüm dozları, Lens dozları

ABSTRACT

The Comparison of Brain and Lens Doses in Whole Brain Radiotherapy with Different Treatment Plannings

The aim of study was to evaluate the effects on target volume (brain) and lens doses with different treatment plannings in patients who received whole brain radiotherapy because of brain metastases. The system tomography scans of 14 patients at 0.5 cm intervals, were transferred to three-dimensional treatment planning computer and the normal tissues and target volumes were outlined. Seven different treatment plannings were done for each patient. Plan I: Angled blocked plan; Plan II: Non-angled blocked plan; Plan III: Helmet plan; Plan IV: Blocked plan with the inferior border at the inferior orbital ridge; Plan V: Angled unblocked plan; Plan VI: Non-angled unblocked plan; Plan VII: Conventionally planned non-angled unblocked plan. Brain and lens minimum, maximum and mean doses and brain V95 and D95 doses were recorded for each plan using dose-volume histograms.

When the plans were compared according to the brain minimum, mean, V95 and D95 doses, it was observed that the doses in Plan VII were lower than the others (mean 1171.57 cGy, mean 3294.64 cGy, 97.48% and mean 2990.57 cGy respectively, $p < 0.05$). When the plans were compared according to the lens doses, the minimum, maximum and mean doses were higher in the unblocked plans ($p < 0.05$). It was seen that with the angling of beams five degrees to the posterior the lens doses decreased ($p < 0.05$).

This study shows that using 3 dimensional treatment planning, brain minimum doses increases and the dose inhomogeneity decreases, and lens doses decreases using customized blocks and angling of beams five degrees posteriorly.

Key Words: Whole brain radiotherapy, Target volume doses, Lens doses

GİRİŞ

Beyin metastazları en sık görülen intrakranial tümörlerdir¹ ve tüm kanserli hastaların %20-40'ında gelişir.² Beyin metastazlarının tedavi yaklaşımı arasında tüm beyin radyoterapisi (TBRT), cerrahi, radyocerrahi ve kemoterapi yer alır, hastaların prognostik faktör özelliklerine göre tedavi seçeneklerine karar verilir.³ Multipl beyin metastazlarında, nörolojik semptomların kontrol altına alınması ve progresyonun önlenmesinde standart tedavi yaklaşımı TBRT'dir. Klinik uygulamalarda TBRT için farklı tedavi alanları kullanılabilir. Bu alanlar genellikle karşılıklı paralel iki yan alandan oluşmakla birlikte alan sınırları ve lens koruması için kullanılan kişiye özgü bloklar klinik yoğunluk, kişiye özgü blok hazırlamada güçlükler gibi nedenlerle farklılıklar gösterebilmektedir. Bu çalışmada beyin metastazı nedeniyle palyatif radyoterapi almış hastalarda farklı tedavi planlamalarının hedef volüm (beyin) ve lens dozlarına etkisinin karşılaştırılması amaçlandı.

GEREÇ VE YÖNTEM

Beyin metastazı nedeniyle radyoterapi almış 14 hastanın tedavi pozisyonunda 0.5 cm'lik kesit aralıklarıyla çekilmiş bilgisayarlı tomografi (Siemens Somatom) görüntüleri kullanıldı. İmmobilizasyon için tüm hastalarda termoplastik baş maskesi kullanıldı. Görüntüler 3 boyutlu tedavi planlama sistemi-

ne (CMS XIO 4.3.3.1) aktararak normal dokular ve hedef dokular her kesitte aynı kişi tarafından çizildi. Her hasta için yedi farklı tedavi planı oluşturuldu. Hedef volümü saran izodoz eğrisine tedavi dozu verildi. Bu çalışmadaki tedavi planlarının tamamında 3 Gy fraksiyon dozuyla toplam 30 Gy radyoterapi dozu Cobalt 60 teleterapi cihazı ile uygulandı.

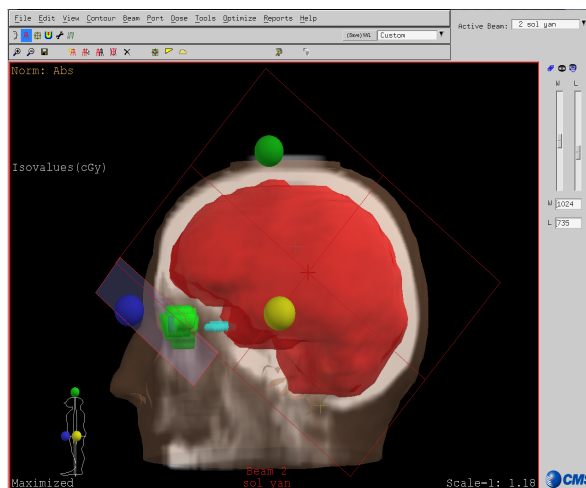
Plan I: Tüm beyin volümünü içerecek şekilde karşılıklı paralel posteriora 5 derece gantri açısı verilmiş, kişiye özgü lens koruması olan plan (Açılı bloklu alan; Resim 1a, Resim 1b);

Plan II: Tüm beyin volümünü içerecek şekilde karşılıklı paralel posteriora 5 derece gantri açısı verilmiş, kişiye özgü lens koruması olan plan (Açısız bloklu alan);

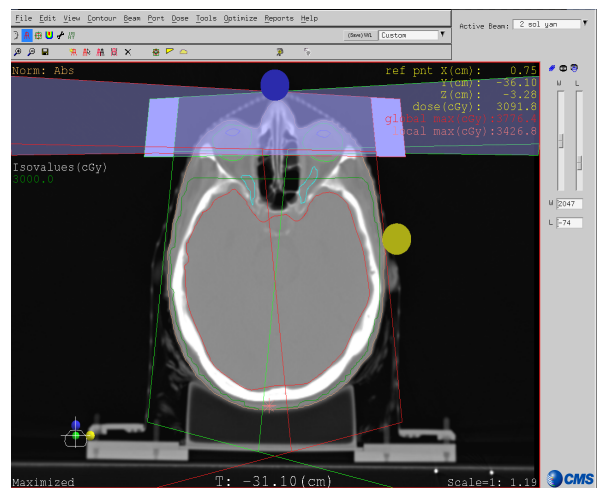
Plan III: Tüm beyin volümünü içerecek şekilde karşılıklı paralel alt sınırı ikinci servikal vertebradan geçen, kolimatör açısı verilmemiş kişiye özgü yüz ve lens koruması olan plan (Helmet);

Plan IV: Tüm beyin volümünü içerecek şekilde karşılıklı paralel alt sınırı inferior orbital ridgeden geçen, kişiye özgü göz ve lens koruması olan plan (İnferior orbital ridgeden geçen, bloklu alan);

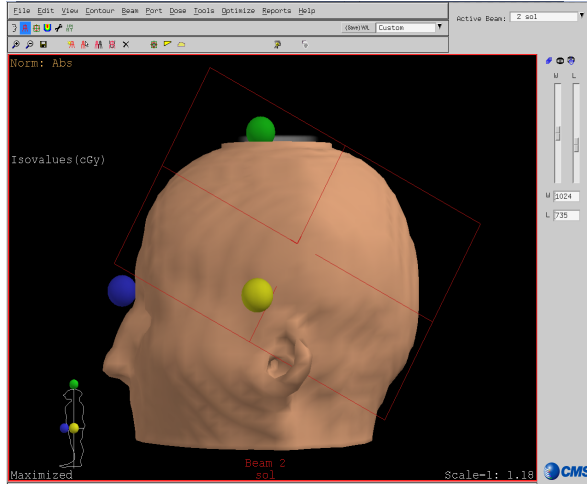
Plan V: Tüm beyin volümünü içerecek şekilde karşılıklı paralel posteriora 5 derece gantri açısı verilmiş, kişiye özgü lens koruması olmayan plan (Açılı bloksuz alan);



Resim 1a. Tüm beyin volümünü içerecek şekilde karşılıklı paralel posteriora 5 derece gantri açısı verilmiş, kişiye özgü lens koruması olan plan (Plan I, açılı ve bloklu alan) DRR görüntüsü



Resim 1b. Tüm beyin volümünü içerecek şekilde karşılıklı paralel posteriora 5 derece gantri açısı verilmiş, kişiye özgü lens koruması olan planda (Plan I, açılı ve bloklu alan) doz dağılımı



Resim 2. Alt sınırı superior orbital ridge ve tragustan geçen karşılıklı paralel kişiye özgü lens koruması olmayan plan (Plan VII, Konvansiyonel çizilmiş, açısız, bloksuz alan) DRR görüntüsü

Plan VI: Tüm beyin volümünü içerecek şekilde karşılıklı paralel posteriora 5 derece gantri açısı verilmemiş, kişiye özgü lens koruması olmayan plan (Açısız bloksuz alan);

Plan VII: Alt sınırı superior orbital ridge ve tragustan geçen karşılıklı paralel kişiye özgü lens koruması olmayan plan (Konvansiyonel çizilmiş, açısız, bloksuz alan; Resim 2).

Her tedavi planı için doz-volüm histogramları kullanılarak klinik pratikte en fazla kullanılan beyin ve lens dozlarına etkiyi değerlendirebilmek için hedef volüm ve lenslerin minimum, maksimum, ortalama dozları ve hedef volüm için V95 (Verilen dozun %95'ini alan volüm yüzdesi) ve D95 (Volümün %95'ine verilen doz) değerleri kaydedildi. Verilerin istatistiksel analizi SPSS programı kullanılarak "Wilcoxon Signed Rank Test" testiyle yapıldı ve $p < 0.05$ değeri anlamlı olarak kabul edildi.

BULGULAR

Hastaların tüm beyin volümleri 1057.80 cc ile 1433.58 cc arasında değişmekteydi (Ortalama 1281.64 cc, ortanca 1302.99 cc). Beyin ve lenslerin minimum, maksimum, ortalama dozları ve beyin için V95 ve D95 değerleri Tablo 1 ve Tablo 2'de gösterilmiştir.

Planlar tüm beyin volümünün aldığı minimum dozlara göre karşılaştırıldığında plan VII'de (Konvansiyonel çizilmiş, açısız, bloksuz plan) minimum dozların (Ortalama 1171.57 cGy) diğer planlardan (Beyin minimum dozları ortalama 2387.71-2801.00 cGy) düşük olduğu ve farkın istatistiksel olarak anlamlı olduğu görüldü. Yapılan ikili karşılaştırmalarda kişiye özgü lens koruması olan planlarda beyin minimum dozlarının (özellikle frontobazal bölgede meydana gelen doz düşmeleri nedeniyle) düştüğü

Tablo 1. Farklı planlarda beyin minimum, maksimum, ortalama, V95 ve D95 dozları

Plan	Minimum±SD	Maksimum±SD	Ortalama±SD	V95±SD	D95±SD
I	2430.64±270.92	3604.00±97.47	3335.57±82.12	99.97±0.00	3207.07±71.53
II	2387.71±244.41	3563.71±105.14	3335.50±85.16	99.96±0.04	3222.36±75.83
III	2506.21±214.85	3623.14±93.18	3343.00±81.03	99.98±0.03	3208.43±73.96
IV	2539.00±226.32	3615.21±87.61	3342.64±84.63	99.98±0.03	3211.64±84.19
V	2801.00±163.37	3603.00±96.83	3336.43±81.51	99.99±0.01	3208.21±70.57
VI	2736.35±186.90	3563.43±105.38	3336.29±85.12	99.98±0.03	3222.86±76.94
VII	1171.57±604.48	3599.50±97.90	3294.64±94.81	97.48±3.01	2990.57±359.42

V95 (Verilen dozun %95'ini alan volüm yüzdesi); D95 (Volümün %95'ine verilen doz)

Plan I: Açılı bloklu alan; Plan II: Açısız bloklu alan; Plan III: Helmet alan; Plan IV: Alt sınırı inferior orbital ridgeden geçen bloklu alan; Plan V: Açılı bloksuz alan; Plan VI: Açısız bloksuz alan; Plan VII: Konvansiyonel çizilmiş, açısız, bloksuz alan. SD: Standart sapma

Tablo 2. Farklı planlarda lens minimum, maksimum, ortalama dozları (cGy)

Plan	Minimum±SD	Maximum±SD	Ortalama±SD
I	265.50±65.98	744.07±256.69	405.43±103.88
II	288.71±62.01	771.71±243.8	435.71±109.38
III	262.21±54.57	931.57±321.78	463.93±128.52
IV	318.79±68.23	964.07±373.04	525.93±144.95
V	486.93±139.80	1705.86±531.54	967.79±332.49
VI	511.57±150.79	1775.57±477.37	988.57±290.28
VII	378.57±92.46	1297.07±420.53	698.86±199.86

Plan I: Açılı bloklu alan; Plan II: Açısız bloklu alan; Plan III: Helmet alan; Plan IV: Alt sınırı inferior orbital ridgeden geçen bloklu alan; Plan V: Açılı bloksuz alan; Plan VI: Açısız bloksuz alan; Plan VII: Konvansiyonel çizilmiş, açısız, bloksuz alan.
SD: Standart sapma

ve aradaki farkın istatistiksel olarak anlamlı olduğu görüldü. Plan I (Açılı bloklu alan, beyin minimum dozu 2430.64±270.92 cGy) ve Plan II (Açısız bloklu alan, beyin minimum dozu 2387.71±244.41 cGy) ile aynı şekilde planlanıp lens korumasının kaldırıldığı Plan V (Açılı bloksuz alan, beyin minimum dozu 2801.00±163.37 cGy) ve Plan VI (Açısız bloksuz alan, beyin minimum dozu 2736.35±186.90 cGy) karşılaştırıldığında beyin minimum dozlarının blok kullanılan alanlarda düştüğü ve aradaki farkın istatistiksel olarak anlamlı olduğu görüldü ($p < 0.05$).

Planlar tüm beyin volümünün aldığı ortalama dozlara, V95 ve D95 değerlerine göre karşılaştırıldığında Plan VII'de (Konvansiyonel çizilmiş, açısız, bloksuz plan) ortalama dozların (3294.64 cGy), V95 (%97.48) ve D95 (2990.57 cGy) değerlerinin diğer planlardan düşük olduğu ve farkın istatistiksel olarak anlamlı olduğu görüldü. Diğer planların ortalama dozları (3335.50 cGy-3343.00 cGy arası), V95 (%99.96-%99.99 arası) ve D95 (3207.07 cGy-3222.86 cGy arası) değerleri arasında istatistiksel anlamlı fark saptanmadı.

Planlar lens dozlarına göre karşılaştırıldığında lens koruması kullanılmayan planlarda lens minimum, maksimum ve ortalama dozlarının arttığı ve aradaki farkın istatistiksel olarak anlamlı olduğu görüldü ($p < 0.05$). Plan I (Açılı bloklu alan) ve Plan II (Açısız bloklu alan) ile aynı şekilde planlanıp lens koruma-

sının kaldırıldığı Plan V (Açılı bloksuz alan) ve plan VI (Açısız bloksuz alan) karşılaştırıldığında lens minimum, maksimum ve ortalama dozlarının lens koruması olmayan planlarda istatistiksel anlamlı olarak arttığı görüldü ($p < 0.05$). Yapılan ikili karşılaştırmalarda posteriora 5 derece gantri açısı verilmesinin lens dozlarını istatistiksel anlamlı olarak azalttığı görüldü ($p < 0.05$). Plan I (Açılı bloklu alan) ile aynı şekilde planlanıp posteriora gantri açısı verilmeyen Plan II (Açısız bloklu alan) karşılaştırıldığında lens minimum, maksimum ve ortalama dozlarının posteriora gantri açısı verilmiş planda istatistiksel anlamlı olarak azaldığı görüldü.

TARTIŞMA

Beyin metastazları en sık görülen intrakranial tümörlerdir¹ ve tüm kanserli hastaların %20-40'ında gelişir.² En sık olarak akciğer (%40-50), meme (%15-25), malign melanom (%5-20) ve böbrek (%5-10) tümörlerinden kaynaklanır.³ Beyin metastazlarının yaklaşık %80'i serebral kortekste, %15'i serebellumda ve %5'i ise beyin sapında lokalizedir.⁴ Hastaların yaklaşık %40-50'sinde baş ağrısı, %15-20'sinde epileptik nöbet, %40'ında ise çeşitli nörolojik bozukluklar (hemiparezi, afazi, hemianopsi vb gibi) görülür.⁵ Beyin metastazlarının tedavi yaklaşımı arasında TBRT, cerrahi, radyocerrahi ve kemoterapi yer alır.³ Hastaların prognostik faktör özelliklerine göre tedavi seçeneklerine karar verilir. Beyin

metastazlarında prognostik faktörler pek çok klinik çalışma ile araştırılmıştır. En belirgin prognostik faktörler Karnofski Performans Skalası (KPS), primer hastalığın kontrol durumu ve beyin-dışı uzak metastaz durumu olarak izlenmektedir.⁶ Bunun dışında beyindeki metastatik lezyonların sayısı, hasta yaşı, primer tümörün cinsi gibi başka faktörlerin de prognostik önemi olduğunu bildiren çalışmalar olmuştur.⁷⁻⁹ Radyoterapi Onkoloji Grubu (RTOG) beyin metastazları için KPS, yaş, beyin-dışı metastaz varlığı ve primer tümörün kontrolüne dayanan bir sınıflama sistemi geliştirmiştir.¹⁰ Bu prognostik sınıflama başka araştırmacılar tarafından da klinik pratikte anlamlı ve uygulanabilir bulunmuştur.^{11,12} Buna göre KPS değeri 70 ve üzeri olan, yaşı 65'in altında olan, beyin-dışı uzak metastazı olmayan ve primer tümörü kontrol altında olan en iyi gruptaki hastalarda sağ kalım süresi 6-12 ay civarındadır.¹³ Beyin metastazlı hastalarda sağ kalımla ilgili çalışmalarda hastaların %15'i bir yıl, %5-10'u iki yıl ve daha fazla yaşayabilmektedir.¹⁴

Kanserli hastanın yaşam kalitesi ve yaşam süresini en üst düzeye çıkarmak ve nörolojik hasarı en aza indirmek metastatik yayılımın başarılı, hızlı ve uygun tedavisi ile sağlanabilir. TBRT multipl beyin metastazlarında, nörolojik semptomların kontrol altına alınması ve progresyonun önlenmesinde standart tedavi yaklaşımıdır. TBRT'de amaç tüm radyoterapi planlamalarında olduğu gibi, hedef volüme istenen dozun homojen ve tam olarak verilmesini ve çevre normal dokuların maksimum korunmasını sağlayacak bir planlamanın yapılması ve geliştirilmesi olmalıdır. Lens radyasyona çok duyarlı bir dokudur olduğundan radyoterapi sırasında korunması gereklidir. Kranial radyoterapi sırasında lensin dozu pek çok faktöre bağlıdır. Hastaya bağlı faktörler, yaş ve lens ile lateral kemik kantus arasındaki uzaklıktır ve tedaviye bağlı faktörler ise radyasyon kalitesi, total doz, hasta set-up hataları, doz hızı ve radyoterapi tekniğidir.¹⁵ Tek fraksiyonluk uygulamalarda minimum kataraktojenik doz 2 Gy, fraksiyone radyoterapi uygulamalarında ise doz sınırı erişkinlerde yaklaşık 4-8 Gy olarak kabul edilmektedir, çocuklarda ise bu doz daha düşüktür ve özellikle profilaktik kranial ışınlama yapılan hastalarda önemlidir.^{16,17} Erişkin lensi, fraksiyone uygulanan radyoterapide total 5 Gy'lik dozu tolere edebilmektedir; %50 olasılıkla görmede klinik sorun yaratacak doz ise yaklaşık olarak 15 Gy'dir.¹⁶

TBRT'de genellikle konvansiyonel radyoterapi yöntemleri kullanılmaktadır. Karşılıklı paralel lateral alanlar en sık kullanılan tedavi alanlarıdır. Klinik yoğunluk, kişiye özgü blok hazırlamada güçlükler gibi nedenlerle lens koruması ise her zaman uygulanamamaktadır. Son yıllarda kullanımı artan üç boyutlu konformal tedavi yöntemleri konvansiyonel iki boyutlu tedavilerle karşılaştırıldığında hedef volümün kapsanması ve lensin korunması konformal planlamalarda daha iyi olmaktadır.^{18,19} Gripp ve arkadaşları TBRT'sinde bilgisayarlı tomografi ile yapılan simülasyonun rolünü araştırmışlardır.¹⁸ Bilgisayarlı tomografi ile yapılan simülasyon sonrası üç boyutlu konformal planlama ve konvansiyonel iki boyutlu planlama yöntemleri karşılaştırılmış ve konvansiyonel yöntemlerde frontobazal bölgenin istatistiksel olarak anlamlı derecede eksik doz aldığı görülmüştür. Weiss ve arkadaşlarının çalışmasında ise standart "helmet" tekniğiyle lens koruması uygulandığında frontobazal bölgede dozun düştüğü gösterilmiştir.²⁰ Bizim çalışmamızda da tüm planlarda karşılıklı paralel lateral alanlar kullanılmıştır. Plan VII (Konvansiyonel çizilmiş, açısız, bloksuz alan) hariç tüm planlarda alanlar tüm beyin volümünü içerecek şekilde üç boyutlu olarak tasarlanmıştır. Konvansiyonel yöntemlerde alan alt sınırı olarak alınan superior orbital ridge ve tragustan geçen çizginin alan kenarı olarak kullanıldığı tedavi planında lens dozu lens koruması kullanılan planlara göre artmış ve beyin minimum dozları üç boyutlu konformal planlama yapılan diğer planlarla karşılaştırıldığında düşmüş, homojen bir doz dağılımı elde edilememiştir.

Konvansiyonel planlamalarda alan alt sınırı kribriiform plate, orta kranial fossa ve foramen magnum altından geçmelidir, ki hepsi simülasyon grafiplerinde görülebilmektedir. Ancak bazı hastalarda TBRT için alan alt sınırı belirlenirken kribriiform plate lokalizasyonunun tanımlanmasında simülasyon grafipleri yetersiz kalabilmektedir, etmoid hücreler belirginse kribriiform plate ile karışabilmekte ve lokalizasyon daha da güçleşmektedir.²¹ Bilgisayarlı tomografi kullanılarak yapılan üç boyutlu konformal planlamalarda ise kribriiform plate ve lens gibi kritik yapıların lokalizasyonlarının belirlenmesi ve bu bölgelerde uygun doz dağılımlarının elde edilmesi mümkün olmaktadır.^{18,20,22} Klinik hedef volümün kapsanması da bilgisayarlı tomografi kullanılarak yapılan planlamalarda daha iyi sağlanabilmek-

tedir.²² Güvenlik sınırı penumbra, fiksasyona, anatomik faktörlere bağlıysa da optimum koşullarda bile en az 1 cm olması gerekir. Bu da kişiye özgü lens korumasının kribriform plate sınırına çok yaklaşmasına neden olabilmektedir. Anatomik olarak lens ve kribriform plate yakın komşulukta bulunmaktadır.²³ Kişiyeye özgü lens bloklarının geniş olması durumunda kribriform plate bölgesinde doz düşmeleri yaşanmakta ve bu bölgede nüks riski artmaktadır.²⁴ Bizim çalışmamızda da kişiye özgü lens bloğu kullanılan ve kullanılmayan planlar karşılaştırıldığında, blok kullanılan tedavi planlarında özellikle frontobazal bölgede doz düşmeleri görülmüş ve beyin minimum dozları azalmıştır.

Kranial radyoterapi uygulamalarında lens dozunu arttıran en önemli faktör ışın diverjansıdır ve lens dozunda %50 artışa neden olmaktadır. Açılardırma ve yarı kesici tekniklerde ışın diverjansı önlendiği için, lens dozu diverjans tekniğine göre yaklaşık yarı yarıya azaltılabilmektedir.²⁵ Aksu ve arkadaşları akut lenfoblastik lösemide profilaktik kranial ışınlamada iki farklı tedavi alanı ve enerjiyi karşılaştırmış, tüm alanlarda diverjans tekniği ve kişiye özgü blok kullanmıştır.²⁶ Tüm alanlarda kişiye özgü blok kullanıldığı için lens dozları arasında fark görülmemiştir. Bizim çalışmamızda kullanılan Plan III (Helmet alan) ile benzer tasarlanan Cobalt 60 alanında lens ortalama dozları eşmerkez dozunun %26.6'sı (48 cGy) olarak bulunmuştur, bizim çalışmamızda ise benzer alanda lens ortalama dozu eşmerkez dozunun %15.46'sı olarak bulunmuştur. Modern lineer akseleratör cihazlarında çok yapraklı kolimatör sistemlerinin kullanımı ile kişiye özgü blok ihtiyacı ortadan kalkabilmektedir. Ancak Kalapurakal ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada çok yapraklı kolimatör ile şekillendirilen alanlarda, kullanılan radyoterapi tekniğinden bağımsız olarak, lens korumasının maksimal olabilmesi için kişiye özgü blok kullanılması önerilmektedir.¹⁵ Bizim çalışmamızda da kişiye özgü blok kullanılan ve posteriora 5 derece gantri açısı verilen planlarda lens dozları azalmıştır.

SONUÇ

Beyin metastazlarında tüm beyin radyoterapisi amacıyla kullanılan farklı tedavi planlarının hedef volüm ve lens dozlarına etkisinin araştırıldığı bu çalışmada; üç boyutlu tedavi planlaması ile beyin mi-

nimum dozlarının arttığı, doz inhomojenitesinin azaldığı, kişiye özgü blok kullanılması ve posteriora 5 derece gantri açısı verilmesi ile lens dozlarının azaldığı görüldü.

KAYNAKLAR

1. Walker AE, Robins M, Weinfeld FD. Epidemiology of Brain Tumors: The National survey of intracranial neoplasms. *Neurology* 35: 219-226, 1985.
2. Tsao MN, Lloyd NS, Wong RK, et al. Supportive Care Guidelines Group of Cancer Care Ontario's Program in Evidence-based Care. Radiotherapeutic management of brain metastases: A systematic review and meta-analysis. *Cancer Treat Rev* 31: 256-273, 2005.
3. Akyürek S, Altundağ Ö, Yağmurlu B, Altundağ K. Beyin Metastazlarında Güncel Tedavi Yaklaşımları. *UHOD* 17: 49-53, 2007.
4. Delatre JY, Krol G, Thaler HT, Posner JB. Distribution of brain metastases. *Arch Neurol* 45: 741-744, 1988.
5. Mehta MP, Rodrigus P, Terhaard CH. Survival and neurologic outcomes in a randomized trial of motexafin gadolinium and whole-brain radiation therapy in brain metastases. *J Clin Oncol* 21: 2529-2536, 2003.
6. Fleckenstein K, Hof H, Lohr F, et al. Prognostic factors for brain metastases after whole brain radiotherapy. Data from a single institution. *Strahlenther Onkol* 180: 268-273, 2004.
7. Noordijk EM, Vecht CJ, Haaxma-Reiche H, et al. The choice of treatment of single brain metastasis should be based on extracranial tumor activity and age. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 29: 711-717, 1994.
8. Diener-West M, Dobbins TW, Phillips TL. Identification of an optimal subgroup for treatment evaluation of patients with brain metastases using RTOG study 7916. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 16: 669-673, 1989.
9. Kocher M, Muller RP, Staar S. et al. Long-term survival after brain metastases in breast cancer. *Strahlenther Onkol* 171: 290-295, 1995.
10. Gaspar L, Scott C, Rotman M, et al. Recursive partitioning analysis (RPA) of prognostic factors in three Radiation Therapy Oncology Group (RTOG) brain metastases trials. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 37: 745-751, 1997.
11. Lutterbach J, Bartelt S, Ostertag C. Long-term survival in patients with brain metastases. *J Cancer Res Clin Oncol* 128: 417-425, 2002.

12. Lutterbach J, Bartelt S, Stancu E, et al. Patients with brain metastases: hope for recursive partitioning analysis (RPA) class 3. *Radiother Oncol* 63: 339-345, 2002.
13. Dirier A, Karadayı B. Beyin metastazı yapmış akciğer kanserli hastalarda iki farklı radyoterapi şemasının karşılaştırılması. *Dicle Tıp Dergisi*, 33: 134-138, 2006.
14. Surenkok S, Oysul K, Beyzadeoglu M, Pak Y. Survival Effect of Prognostic Factors in Metastatic Brain Tumor Patients Treated with Radiotherapy. *Türkiye Klinikleri J Med Sci* 24: 498-502, 2004.
15. Kalapurakal JA, Sathiaselan V, Bista T, Marymont MH. Adverse impact of multileaf collimator field shaping on lens dose in children with acute leukemia receiving cranial irradiation. *Int. J. Radiation Oncology Biol Phys* 48: 1227-1231, 2000.
16. Henk JM, Whitelocke RA, Warrington AP, Bessell EM. Radiation dose to the lens and cataract formation. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 25: 815-820, 1993.
17. Hempel M, Hinkelbein W. Eye sequelae following external irradiation. *Recent Results Cancer Res* 130: 231-236, 1993.
18. Gripp S, Doeker R, Glag M, et al. The role of CT simulation in whole-brain irradiation. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 45: 1081-1088, 1999.
19. Mah K, Danjoux CE, Manship S, et al. Computed tomographic simulation of craniospinal fields in pediatric patients: improved treatment accuracy and patient comfort. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 41: 997-1003, 1998.
20. Weiss E, Krebeck M, Köhler B, et al. Does the standardized helmet technique lead to adequate coverage of the cribriform plate? An analysis of current practice with respect to the ICRU 50 report. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 49: 1475-1480, 2001.
21. Gripp S, Kamberg J, Wittkamp M, et al. Coverage of anterior fossa in whole-brain irradiation. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 59: 515-520, 2004.
22. Kortmann RD, Hess CF, Hoffmann W, et al. Is the standardized helmet technique adequate for irradiation of the brain and the cranial meninges? *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 32: 241-244, 1995.
23. Karlsson U, Kirby T, Orrison W, Lionberger M. Ocular globe topography in radiotherapy. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 33: 705-712, 1995.
24. Halperin EC, Laurie F, Fitzgerald TJ. An evaluation of the relationship between the quality of prophylactic cranial radiotherapy in childhood acute leukemia and institutional experience: A Quality Assurance Review Center-Pediatric Oncology Group study. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 53: 1001-1004, 2002.
25. Woo SY, Donaldson SS, Heck RJ, et al. Minimizing and measuring lens dose when giving cranial irradiation. *Radiother Oncol* 16: 183-188, 1989.
26. Aksu MG, Korcum AF, Tunçel N, et al. Akut Lenfoblastik Lösemide Kranial Profilaktik Radyoterapi: İki Farklı Tedavi Alanı ve Enerjinin Karşılaştırılması. *UHOD* 17: 79-86, 2007.

Yazışma Adresi

Dr. Gamze UĞURLUER
 Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tıp Fakültesi
 Araştırma Hastanesi
 Radyasyon Onkolojisi Anabilim Dalı
 65100 Van / TÜRKİYE

e-mail: gamzeugurluer@gmail.com