

Investigation of the Effect of the Two Different Immobilization Tools Used in Breast Treatment in TomoTherapy Device on Treatment Plans

Tomoterapi Cihazında Meme Tedavisinde Kullanılan İki Farklı İmmobilizasyon Aracının Tedavi Planlarına Etkisinin Araştırılması

 Bahar Acarsoy

İstanbul Aydın Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Sağlık Fiziği Programı, İstanbul, Türkiye.

ABSTRACT

Objective: With the developing technology, it is the biggest auxiliary immobilization (stabilization) systems and position support tools to better protect critical organs and healthy tissues in breast cancer treatments. The aim of our study: The aim of this study is to investigate the applicability of these two immobilization systems by comparing the target volume and critical organ doses obtained from the plans made with Tomotherapy-Helical (TH) and Tomotherapy-Direct (TD) IMRT methods using Breast Board (BB) and Lung Board (LB).

Material and Method: This study is retrospective and data of 15 patients with breast cancer were selected from the treatment planning archive. With TH-TD methods, virtual treatment plans were created in Computed Tomography (CT) of patients with a target volume dose of 50 Gy/ 25 fractions.

Results: As a result of the study, Whether there is a difference between the two measurement results obtained from the same data source, the differences in the parameters of the target volume and critical structures, the Wilcoxon signed rank test was applied in the SPSS program and the results were evaluated as significant and meaningless as a result of the statistical analysis. no significant difference was found between TH-TD techniques of BB and TH-TD techniques of LB on CTV (p values >0.05 for each). In the data obtained for critical organs; In general, it was observed that the TH technique was significantly more effective in areas with high doses on BB and LB. When evaluated in terms of treatment times, no significant difference was found between the TD technique of MB and ABP, although blocking was used in the BB and LB TH technique (p>0.05).

Conclusion: As a result, it was seen that both techniques used in both immobilization systems would be preferred in breast cancer radiotherapy considering the patient's anatomy.

ÖZET

Amaç: Gelişen teknoloji ile beraber meme kanseri tedavilerinde, kritik organ ve sağlam dokuları daha iyi koruyabilmek için en büyük yardımcı immobilizasyon (sabitleyici) sistemler ve pozisyon destek araçlarıdır. Çalışmamızın amacı, Meme Bordu (MB) ve Akciğer Bordu (AKB) kullanılarak Tomoterapi-Helical (TH) ve Tomoterapi-Direct (TD) IMRT yöntemi ile yapılmış olan planlamalardan elde edilen hedef hacim ve kritik organ dozlarının karşılaştırılarak, bu iki immobilizasyon sisteminin uygulanabilirliğinin araştırılmasıdır.

Gereç ve Yöntem: Yapılan bu çalışma retrospektif olup, meme kanserli 15 hasta verisi tedavi planlama arşivinden seçilmiştir. TH-TD yöntemleri ile hedef hacim dozu 50 Gy/ 25 fraksiyon olacak şekilde hastaların Bilgisayarlı Tomografi (BT)'de sanal tedavi planları oluşturulmuştur.

Bulgular: Yapılan çalışma sonucunda, aynı veri kaynağından elde edilmiş olan iki ölçüm sonuçları arasında fark olup olmadığı, hedef hacim ve kritik yapılara ait parametrelerdeki farklar, SPSS programında wilcoxon signed rank testi uygulanarak sonuçlar istatistiksel analiz sonucunda anlamlı ve anlamsız olarak değerlendirilmiştir. MB'nun TH-TD teknikleri ile AKB'nun TH-TD teknikleri arasında, hedef hacim (CTV) üzerinde anlamlı bir farklılık saptanmamıştır (p değerleri her biri için>0.05). Kritik organlar için elde edilen verilerde; genel olarak TH tekniğinin MB ve AKB üzerinde yüksek doz alan bölgelerde anlamlı derecede daha etkili olduğu gözlenmiştir. Tedavi süreleri açısından değerlendirildiğinde ise, MB ve AKB TH tekniğinde blokama kullanılmış olmasına rağmen MB ve AKB'nun TD tekniği arasında anlamlı farklılık saptanmamıştır (p>0.05).

Sonuç: Her iki immobilizasyon sisteminde kullanılan her iki tekniğinde meme kanseri radyoterapisinde hastanın anatomisi göz önünde bulundurularak tercih edileceği görülmüştür.

Keywords:

Breast cancer
Immobilization
Radiotherapy intensity modulated
computerized tomography
X-Ray

Anahtar Kelimeler:

Meme kanseri
İmmobilizasyon
Radyoterapi yoğunluk ayarlı
bilgisayarlı tomografi
X-ışını

GİRİŞ

Meme kanseri, kanser türleri içerisinde tüm toplumlarda görülme sıklığı giderek artan ve özellikle son yıllarda kadın sağlığını tehdit eden kanser türleri arasında akciğer kanserinden sonra ikinci sırada yer almaktadır (1).

Meme kanseri tedavisi, hastalığın cinsi ve yaygınlığına bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Yaşam kalitesini

arttıran meme koruyucu yöntemlerin tedavide kullanılması ile radyoterapinin (RT) meme kanserinde önemini arttırmaktadır (2). Tüm kanserlerin radyoterapisinde olduğu gibi meme kanseri radyoterapisinde de hedef hacime uygulanacak olan tedavinin güvenilir ve tekrarlanabilir bir şekilde her fraksiyonda uygulanabilmesi oldukça büyük önem taşımaktadır (3).

Correspondence: Bahar Acarsoy. İstanbul Aydın Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Sağlık Fiziği Programı, İstanbul, Türkiye. E-posta: baharacarsoy@stu.aydin.edu.tr

Cite as: Acarsoy B. Investigation of the Effect of the Two Different Immobilization Tools Used in Breast Treatment in TomoTherapy Device on Treatment Plans. Phnx Med J. 2021;3(3):108-112.

Received: 25.06.2021

Accepted: 14.07.2021



Son yıllarda ilerleyen teknolojiye bağlı olarak meme kanseri tedavilerinde başarılı bir tablo izlenmektedir. Her hastaya özel olarak hazırlanan tedavi planlamaları hedef hacime uygulanacak olan dozun doğru bir şekilde iletilmesini sağlamakla birlikte doz homojenitesinin ve konformalitesinin daha iyi bir şekilde sağlandığı görülmektedir (4).

Yapılan bu çalışmada, uluslararası radyasyon ölçüm ve birimleri komitesine ait 50. ve 62. Numaralı raporlar esas alınarak hazırlanmış olan tedavi planlarında en hassas noktalar olan kalp dozu, akciğer ve göğüs duvarı cilt dozu ön planda tutulmuştur. Ve elde edilen verilerin yapılan istatistiksel analiz sonucunda karşılaştırılarak meme kanseri hastaları için en uygun tedavi yöntemini bulmak amaçlanmıştır (5).

GEREÇ VE YÖNTEM

Çalışmada, Tedavi Planlama Sistemi (TPS) arşivinden (Accuray-Tomoterapi, Volo tedavi planlama sistemi) geriye dönük olarak bulunan, RT Uygulanmış erken evre meme kanserli hastalardan oluşan 15 kişilik hasta grubu seçilmiştir. İstanbul Aydın Üniversitesi Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu'nun 23.12.2020 tarihinde yapılan olağan üstü toplantısında 2020/318 no'lu karar gereği bu hastalara ait planlama için çekilen BT verileri, hastaların iki farklı immobilizasyon sisteminde iki farklı teknikteki sanal tedavi planlamalarına ait parametreler kullanılmıştır.

- **BT Simülâtör:** "Philips Brilliance" marka, "64 channel" model tüm vücut x-ışını BT cihazı kullanılmıştır. Hastaların planlama için BT cihazında üç boyutlu görüntüleri alınmıştır ve hasta BT masasında tedavi için uygun pozisyonda hazırlanarak immobilize edilmiştir (6).
- **Meme Bordu:** Meme sabitleme araçları, radyoterapi tedavileri sırasında hasta memesini istenilen pozisyonda tutarak sabitlenmesini sağlamaktadır. Tedavi sırasında Civco marka C-QUAL model meme tahtası (bordü) kullanılmıştır (7).
- **Akciğer Bordu:** Tedavi sırasında gövdenin üst kısmını sabitleme amaçlı kullanılır. Kolayca temzilenen ve taşınabilir olmasıyla birlikte sterilizasyona gerek duymayan bir sabitleme aracıdır. Tedavi sırasında Civco marka C-QUAL model akciğer tahtası (bordü) kullanılmıştır (8).
- **RT Network Sistemi:** RT'de kullanılan bütün tedavi sistemlerinin ve görüntüleme sistemlerinin aynı veri alanını kullanarak bilgilerin hızlı ve güvenilir şekilde toplanması, aktarılması ve depolanması olanağı sahiptir.
- **MİM Konturlama Sistemi:** "MİM" marka, "6.4.9"

model konturlama sistemi kullanılmıştır (9). Konturlama sisteminin amacı, hastanın tedaviye başlamadan önce çekilmiş BT görüntüleri, network sistemi aracılığı ile üç boyutlu konturlama sistemine aktarılarak hastanın hedef hacimi ve kritik organları belirlenir.

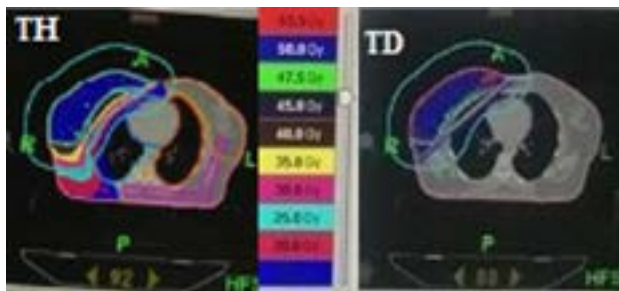
• **Tomoterapi Hi-Art Lineer Hızlandırıcı:** BT cihazına benzer görünümde olup, gantri yapısı sayesinde üç boyutlu üst düzey görüntüleme ve helikal olarak üç boyutlu ışın tedavileri yapabilen sistemdir.

• **Tomoterapi Hi-Art Lineer Hızlandırıcı Tedavi Planlama Sistemi:** "Volo (Accuray® Planing Station-Tomotherapy® H™ 2.1.1 version)" tedavi planlama sistemi kullanılmıştır. Tomoterapi Hi-Art tedavi planlama sistemi (TPS), Convolution/Superposition algoritması ile ters planlama özelliğine sahip olup, sistemde sadece 6 MV'ye ait doz verisi bulunmaktadır (10).

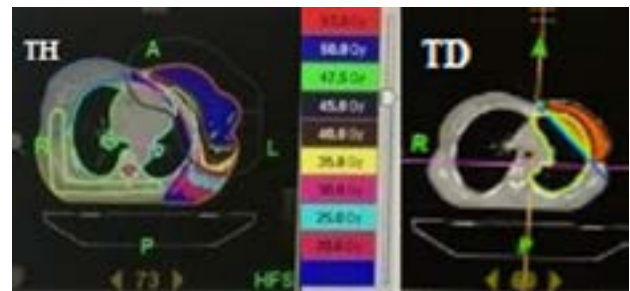
• **Uluslararası Radyasyon Ölçümleri ve Birimleri Komitesinin 50 ve 62 Numaralı Raporu:** Radyoterapi üç boyutlu tedavi planlaması için gerekli olan hedef hacimlerin (GTV, CTV, PTV) ve kritik organ (OAR)'ların ayrıntılı olarak tanımlayan rapor referans olarak alınmıştır (11, 12).

Hastaların görüntülenmesi, BT-simülasyonu ile MB'nun uygun açı ve pozisyon ayarlamaları yapılarak lazerler yardımıyla işaretlenmeleri yapılmıştır. Aynı şekilde AKB'nun uygun kol tutuş ve pozisyon ayarlamaları yapılarak BT'de lazerler yardımıyla işaretlenmiş ve BT-simülasyonu yapılmıştır. MİM Konturlama İstasyonu'na aktarılan bu iki farklı immobilizasyon sistemi kullanılarak elde edilen BT görüntüleri üzerinden CTV Meme ve OAR'lar; Sağ ve Sol Akciğer, Kalp, Karaciğer, Karşı Meme belirlendi ve veriler Accuray®-Tomotherapy® H™ planlama sistemine aktarıldı (13). TH ve TD yöntemleri ile CTV dozu 50 Gy/25 fraksiyon olacak şekilde hastaların sanal tedavi planları oluşturulmuştur. Böylece MB ve AKB kullanılarak elde edilen BT görüntüsü üzerinden doz volüm histogramları ve süreler karşılaştırılmıştır (14). Bu iki farklı yöntemdeki sanal tedavi planlamaları hastaya uygulanmadan önce iki boyutlu iyon odası sistemine ve üç boyutlu analiz yapmamıza olanak sağlayan fantom üzerine aktararak kalite kontrolü yapılmıştır, %3-3mm DTA gama analizine göre %95 uygunlukta olması koşulunun sağlandığı gözlemlenmiştir (15).

İmmobilizasyon sistemi kullanılmış TH ve TD her iki planlama tekniklerinde de CTV meme'ye 50 Gy/25 fraksiyon doz tanımlanarak elde edilen doz dağılımlarının transvers kesiti Şekil 1 ve Şekil 2'de verilmiştir.



Şekil 1: Meme bordü kullanılarak TH ve TD teknikleri ile yapılan planlamalardan elde edilen doz dağılımını gösteren transvers kesit görüntüsü (TH tekniği kullanılırken kritik organlar için vücudun arka kısmına blok (tam/complete) kullanılmıştır).



Şekil 2: Akciğer bordü kullanılarak TH ve TD teknikleri ile yapılan planlamalardan elde edilen doz dağılımlarını gösteren transvers kesit görüntüsü (TH tekniği kullanılırken kritik organlar için vücudun arka kısmına blok (tam/complete) kullanılmıştır).

Tablo 1: CTV Meme D_95 (%) - MB için TH ile TD'te ortalama, standart sapma, minimum, maximum, z ve p değerleri

	n	Ort.	SS	Min	Max	z	p
CTV Meme D_95(%)-MB, Tomo-Helical	15	48.93	0.48	47.92	49.58		
CTV Meme D_95(%)-MB, Tomo-Direct	15	48.84	0.66	47.81	49.84	-0.282	0.778

CTV: Hedef Hacim, MB: Meme Bordu, TH: Tomo Helical, TD: Tomo Direct, SS: Standart Sapma, n: Hasta sayısı

Tablo 2: CTV Meme D_95(%) - AKB için TH ile TD'te ortalama, standart sapma, minimum, maximum, z ve p değerleri

	n	Ort.	SS	Min	Max	z	p
CTV Meme D_95(%)-AKB, Tomo-Helical	15	48.70	0.74	47.03	49.56		
CTV Meme D_95(%)-AKB, Tomo-Direct	15	48.75	0.79	47.00	49.81	-0.256	0.798

CTV: Hedef Hacim, AKB: Akciğer Bordu, TH: Tomo Helical, TD: Tomo Direct, SS: Standart Sapma, n: Hasta sayısı

İstatistiksel Analiz: Bu karşılaştırmada aynı veri kaynağından elde edilmiş olan iki ölçüm sonuçları arasında fark olup olmadığı, hedef hacim ve kritik yapılar ait parametrelerdeki farklar, SPSS programında wilcoxon signed rank testi uygulanarak sonuçlar istatistiksel analiz sonucunda anlamlı ve anlamsız olarak değerlendirilmiştir.

BULGULAR

Çalışmada 15 hasta için iki farklı immobilizasyon aracı kullanılarak hem helical ve hem direct planlarından elde edilen doz dağılımları, planlanan CTV ve OAR'lar için minimum, maximum, ortalama dozlar ve doz hacim parametreleri, ortalama \pm standart sapma olarak belirlenmiştir.

CTV Meme D_95(%)-MB, TH'nin ort-std sapma %48.93 \pm 0.48, minimum 47.92, maximum 49.58, CTV Meme D_95 (%) -MB, TD'in ort-std sapma %48.84 \pm 0.66, minimum 47.81, maximum 49.84 olup ve z ve p değerleri de verilmiş olan bu iki plan arasında anlamlı farklılık saptanmamıştır (p>0,05).

CTV Meme D_95 (%) - AKB, TH'in ort-std sapma %48.70 \pm 0.74, minimum 47.03, maximum 49.56, CTV Meme D_95(%)-AKB, TD'in ort-std sapma %48.75 \pm 0.79, minimum 47.00, maximum 49.81 olup z ve p değerleri de verilmiş olan bu iki plan arasında anlamlı farklılık saptanmamıştır (p>0.05).

CTV Meme D_Mean (Gy) -MB, TH'in ort-std sapma %50.64 \pm 0.47, minimum 50.00, maximum 51.00, CTV Meme D_Mean (Gy)-AKB, TD'in ort-std sapma %51.05 \pm 0.53, minimum 49.82, maximum 51.98 olup z ve p değerleri de verilmiş olan bu iki plan arasında arasında anlamlı farklılık saptanmıştır (p<0.05). CTV Meme D_Mean (Gy) - MB, TD puan ortalaması CTV Meme D_Mean (Gy) - MB, TH puan ortalamasından daha yüksektir.

Karşı meme V_5 (Gy) - MB, TH'in ort-std sapma %9.12 \pm 1.54, minimum 4.00, maximum 10.00, Karşı meme V_5 (Gy)- MB, TD'in ort-std sapma %1.67 \pm 2.44, minimum 54, maximum 10.06 olup olup z ve p değerleri de verilmiş olan bu iki plan arasında anlamlı farklılık saptanmıştır (p<0.05). Karşı Meme V_5 (Gy) - MB, TH puan ortalaması Karşı Meme V_5 (Gy) - MB, TD puan ortalamasından daha yüksektir.

Aynı taraf Akciğer V_20 (Gy)- MB, TH'in ort-std sapma

%14.09 \pm 2.29, minimum 9.30, maximum 18.80, Aynı taraf Akciğer V_20 (Gy)- MB, TD'in ort-std sapma %13.93 \pm 7.88, minimum 4.07, maximum 26.96 olup z ve p değerleri verilmiş olan bu iki plan arasında anlamlı farklılık saptanmamıştır (p>0.05).

Karşı taraf Akciğer D_Mean (Gy)-MB, TH'in ort-std sapma %1.36 \pm 0.42, minimum 0.68, maximum 1.99, Karşı taraf Akciğer D_Mean (Gy)- MB TD'in ort-std sapma %0.37 \pm 0.39, minimum 0.22, maximum 1.76 olup z ve p değerleri verilmiş olan bu iki plan arasında anlamlı farklılık saptanmıştır (p<0.05).

Karşı taraf Akciğer D_Mean (Gy) MB, TH puan Karşı taraf Akciğer D_Mean (Gy) MB, TD puan ortalamasından daha yüksektir.

Kalp D_Mean (Gy)- AKB TH'in ort-std sapma %3.85 \pm 1.44, minimum 0.92, maximum 5.59, KalpD_Mean (Gy)- AKB TD'in ort-std sapma %2.84 \pm 1.78, minimum 0.52, maximum 4.49 olup z ve p değerleri verilen bu iki plan arasında anlamlı farklılık saptanmıştır (p<0.05). Kalp D_Mean (Gy) AKB, TH puan ortalaması KalpD_Mean (Gy) AKB, TD puan ortalamasından daha yüksektir.

Karaciğer V_5(Gy) - AKB TH'in ort-std sapma %7.13 \pm 5.43, minimum 1.46, maximum 20.30, Karaciğer V_5 (Gy) - AKB TD'in ort-std sapma %8.24 \pm 13.58, minimum 0.33, maximum 44.24 olup z ve değerleri verilen bu iki plan arasında anlamlı farklılık saptanmamıştır (p<0.05).

Süre - MB TH'in ort-std sapma %5.80 \pm 5.45, minimum 4.40, maximum 8.60, Süre (Dakika)- MB TD'in ort-std sapma %5.45 \pm 0.99, minimum 3.70, maximum 7.00 olup z ve p değerleri verilen bu iki plan arasında anlamlı farklılık saptanmamıştır (p>0.05).

TARTIŞMA

Karmaşık anatomiye sahip olan meme, kişiden kişiye farklılık göstermektedir. Tedavi sürecinde uygulanacak olan meme RT'si de bu sebepten dolayı kişiselleştirilmiş tedavi planı şeklinde uygulanmaktadır (16). Tedavi planlamalarında hedef hacime doz homojenliği sağlanırken, tedavi alanı içerisinde bulunan sağlıklı ve riskli organlarında etkilenmelerini en aza indirmek gerekmektedir (17). Bu sebeple tedavi planlamaları

yapılırken kardiyak ve pulmoner toksititeleri göz önünde bulundurulmalıdır (18).

Tedavi sırasında belirlenen dozun hastaya en uygun şekilde verilebilmesi ve yapılan planlamalardaki doz dağılımlarının elde edilebilmesi için her hastaya uygun doğru pozisyon verdirilmesi, hastanın her tedaviye aynı pozisyonla alınması ve tedavi esnasında hasta hareketlerinin daha kısıtlı hale getirilmesi gerekmektedir. Bu kısıtlama, immobilizasyon sistemleri ile sağlanarak tedaviyi daha doğru şekilde uygulamayı amaçlamaktadır (19).

Bu çalışmada meme kanseri RT'sinde, iki farklı immobilizasyon sistemi olan MB ve AKB ile tomoterapi cihazının, iki farklı tekniği olan TH ve TD tedavi yöntemleri kullanılıp her hastaya özgü tedavi planları oluşturularak, tedavi planlarından elde edilen doz dağılımlarının karşılaştırılması yapılmıştır. Yapılan çalışmada asıl amaç; her tedavide hasta pozisyonunun aynı ve tedavi süresince hasta pozisyonunun bozulmaması için MB ve AKB ile iyi bir immobilizasyon yapılarak, tümöre verilmiş olan dozun hangi immobilizasyon sisteminin hangi teknik ile birlikte daha homojen şekilde dağıldığını bulmaktır. Ve tümörün etrafında bulunan OAR'ların (karşı meme, aynı taraf akciğer, karşı taraf akciğer, kalp, karaciğer) aldıkları dozlar; hangi immobilizasyon sisteminin hangi teknikle daha iyi sonuçlar verdiğini belirlemektir (20).

Çalışmada meme kanserli 15 hasta verisi kullanılarak MB ve AKB'nun, TH ile TD teknikleriyle tedavi planları oluşturulmuştur. Bu tedavi planlarında, CTV hacminin %95 doz dağılımının içinde kalması sağlanırken, sağlıklı ve kritik organlarında mümkün olduğunca korunması planlanmıştır. Yapılan planlamalarda; IMRT tekniği kullanılmış olup 6 MV x-ışın enerjisine sahip olan cihazın, immobilizasyon sistemleri üzerinde TH ile TD her iki planlama tekniğinde de tümör yatağına 50 Gy/25 fraksiyon doz tanımlanarak sanal RT planları

oluşturulmuştur. Çalışmada Civco marka C-QUAL model MB ile AKB kullanılarak, TH ve TD tüm planlamalarında modülasyon faktörü 2.7 ve çene (jaw) genişliği 2.5 cm olarak kullanılmıştır. Pitch faktörü ise TH'de 0.215 ve TD'de 0.251 dir (21).

Yapılan bu çalışmada, meme kanseri tedavi planlamalarında hedef hacimler için elde edilen sonuçlarda; hedef hacime ve tümör yatağına verilen dozun MB ve AKB'nun TH tekniği ile homojen bir dağılımı elde edilmiştir (18). MB ve AKB'nun TD tekniği ile tümör yatağına verilen dozun daha geniş olduğu gözlemlenmiştir (21).

Agostinelli S. ve arkadaşlarının Accuray Hi-Art HT ile tedavi edilen 16 hasta üzerinde yapmış oldukları çalışmada, hastalar Civco Wing Board (WB) sistemi kullanılarak kollar başın üzerine uzatılmış şekilde sırtüstü olacak şekilde yatırılmış hastaların %50'sine immobilizasyonu iyileştirmek için Orfittermo plastik maske eklenmiş ve doz dağılımları analiz edilerek karşılaştırılması yapılmıştır. Analiz sonucunda her iki grupta da hedef boyut (D₉₅) ve maksimum dozla (D_{Max}) planlanan değerleri neredeyse aynı olup, risk altındaki organların D_{Max}'ları arasında anlamlı olarak bir farklılık bulunmadığından bahsetmişlerdir (22, 23).

Yapılan çalışma sonucunda; meme kanseri RT'sinde; immobilizasyon sistemleri olan MB ve AKB'nun TH ve TD tekniklerinde kritik organlar üzerinde yapılan planlamalara uygun şekilde düşük ve anlamlı dozlar elde edilmiştir. Kullanılan her iki immobilizasyon sisteminin her iki teknikle birlikte hasta anatomisi dikkate alınarak tercih edilebileceği görülmüştür. İstatistik analiz sonucunda yapılan genel değerlendirmede; MB'nun TH tekniği ile kullanılması kritik organ dozları ve tedavi süreleri açısından MB TD ve AKB TH-TD tekniklerinden daha avantajlı seçenek haline geldiği görülmektedir. Çalışma sonuçları, literatürle genel olarak uyumlu çıkmıştır.

Çıkar Çatışması: Yazar çıkar çatışması olmadığını beyan eder.

Etik: İstanbul Aydın Üniversitesi Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu (23.12.2020 - 2020/318)

KAYNAKLAR

1. Hüsnü A. N. Üçlü Negatif Meme Kanseri Tanısında BRCA1'in Rolü. 2020.
2. Silvenberg E, Lubera J. Cancer Statistics. CA Cancer J Clin. 1987;37(1):2-19.
3. Topuz E, Aydın A, Dinçer M. Meme kanserleri, Nobel Tıp Kitapevleri. 2003. pp. 1- 350.
4. Soyak R. Hemşirelerin Meme Kanseri, Meme Kanseri Risk Faktörleri, Belirtileri ve Tarama Yöntemlerine İlişkin Bilgi Düzeyinin Belirlenmesi. Sivas Cumhuriyet Üniversitesi; 2019.
5. Melek D. Meme Kanseri Tedavisinde Uygulanan Konformal ve Yoğunluk Ayarlı Radyoterapi Tekniklerinin Karşılaştırılması Değerlendirilmesi. Ankara Üniversitesi; 2012.
6. Jones D. ICRU report 50—prescribing, recording and reporting photon beam therapy. 1994.
7. Jones D. ICRU report 62—prescribing, recording and reporting photon beam therapy. 1994.
8. Yeşil A. Meme kanseri radyoterapisinde 3 boyutlu bilgisayarlı planlama ve dozimetrik sürecin randofantom üzerinde termoluminesans dozimetri ile kontrolü [tez]. Uludağ Üniversitesi. 2009.
9. Levitt SH. Meme kanserinde ameliyat sonrası adjuvan radyasyonun rolü var mı? 1987-1988.14 (4), 787-796.
10. Dirican B. İleri Radyoterapi Ders Notları; 2011.
11. Koçak Ş, Çelik L, Özbaş S, Saka DS, Tükün A, Yalçın B. Meme kanserinde risk faktörleri, riskin değerlendirilmesi ve prevansiyon: İstanbul 2010 konsensus raporu. 2011;7(2):47-67.
12. Yeşil S. Biteral Meme Kanseri Radyoterapisinde Tomoterapi Helikal ve Tomoterapi Direct Tedavi Tekniklerinin, Dozimetrik Olarak Karşılaştırılması. İstanbul Aydın Üniversitesi; 2019.
13. Hanahan D, Weinberg RA. Hallmarks of Cancer: An Organizing Principle for Cancer Medicine. In: DeVita VT, Lawrence TS, Rosenberg SA, Eds. Cancer Principle and Practice of Oncology. Lippincott Williams ve Wilkins; 2012. pp. 44-66.
14. Hacıslamoğlu E. Tüm meme radyoterapisinde 3BKRT, for-IMRT, inv-IMRT, volümetrik ark terapi ve helikal tomoterapi ile oluşan doz dağılımları ve riskli organ dozlarının karşılaştırılması. Karadeniz Teknik Üniversitesi; 2013.
15. Ergin Y. Larinks CA tanılı hastaların, helikal tomoterapi cihazı ve rapidarc tedavi cihazlarında kritik organ, hedef hacim ve tedavi süreleri açısından karşılaştırılması. Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi; 2015.
16. Balog J, Soisson E. Helical tomotherapy quality assurance. Int. J. Radiation Oncology Biol. Phys. 2008;71(1):113-117.
17. Franco P, Catuzzo P, Cante D, La Porta MR, Sciacero P, Girelli G, et al. TomoDirect: an efficient means to deliver radiation at static angles with

tomotherapy. *Tumori*. 2011;97(4):498-502.

18. Cuzick J, Stewart H, Rutqvist L, Houghton J, Edwards R, Redmond C, et al. Cause-specific mortality in long-term survivors of breast cancer who participated in trials of radiotherapy. *J Clin Oncol*. 1994;12(3):447-53.
19. Rogers C, Thompson K, Robinson S. Introducing A Breast Health Strategy into Schools. *Health Education*. 2002;12(3):106-112.
20. Kara FG, Haydaroglu A, Eren H, Kitapçioğlu G. Meme kanseri radyoterapi planlamasında farklı tekniklerin karşılaştırılması. *Meme sağlığı dergisi*. 2014;10 (2):83.
21. Kuru HZ, Tanlayan E, Olacak N, Yalman D, Aras BA. Radyoterapide kullanılan immobilizasyon sistemlerinin doz dağılımına etkisinin belirlenmesi ve tedavi planlama algoritma hesaplarının ölçümlerle karşılaştırılması. *Türk Onkoloji Dergisi*. 2012;27(3):119-132.
22. Agostinelli S, Garelli S, Bellini A, Pupillo F, Guenzi M, Bosetti D, et al. Me Helical Tomotherapy of the breast: can thermoplastic immobilization improve the reproducibility of the treatment setup and the accuracy of the delivered dose?. *Phys Med*. 2015;31(1):49-53. Epub 2014 Oct 3.
23. Aras S, İkizceli T, Aktan M. Dosimetric Comparison of Three- Dimensional Conformal Radiotherapy (3D-CRT) and Intensity Modulated Radiotherapy Techniques (IMRT) with Radiotherapy Dose Simulations for Left- Sided Mastectomy Patients. *Eur J Breast Health*. 2019;15(2):85-89.