



# Axillary Boost Technique on Adjuvant Regional Lymph Node Irradiation in Breast Cancer Patients

## Meme Kanseri Olgularda Adjuvan Bölgesel Lenf Nodu Işınlamasında Aksiller Boost Tekniği

Serap Çatlı<sup>1</sup>, Fatih Demircioğlu<sup>2</sup>, Diclehan Kılıç<sup>1</sup>, Sevilay İren<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Gazi Üniversitesi Tıp Fakültesi, Radyasyon Onkolojisi Anabilim Dalı, Ankara, Türkiye

<sup>2</sup>Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Rize Eğitim Araştırma Hastanesi, Radyasyon Onkolojisi Anabilim Dalı, Rize, Türkiye

<sup>3</sup>Manisa Devlet Hastanesi, Radyasyon Onkolojisi Kliniği, Manisa, Türkiye

### ABSTRACT

**Objective:** In this study, the posterior and anterior axillary field dosimetries, where the target volume was determined on computerised tomography (CT), were compared in breast cancer irradiation.

**Materials and Methods:** Twenty-six breast cancer patients were examined in this study. Target volumes were contoured by 2 physicians. The posterior field was established by traditional anatomical structures in the posterior axillary plan (PAP). The second anterior field was performed in the same gantry angle with Supraclavicular field (SCF) at the anterior axillary plan (AAP). V105 (volume receiving  $\geq 105\%$  prescribed dose), V80 ve V30 values, mean lung dose, V20 (lung volume receiving  $\geq 20$  Gy) value, maximum spinal cord dose, conformity index and monitor unit (MU) values were defined. Two independent groups were compared with Mann-Whitney U test, 2 dependent groups were compared with Wilcoxon's signed rank test.  $p < 0.05$  was considered as statistically significant.

**Results:** Small hot-point areas defined as volumes receiving more than 105% of the prescribed dose and more conformal 90% isodose curves were established at AAP. Low-dose areas were wider at PAP. Mean V105 (70.8 to 52.8,  $p=0.005$ ), V80 and V30 volumes ( $p=0.005$  and  $p=0.009$  respectively), mean lung dose ( $p=0.04$ ) and V20 value ( $p=0.03$ ) were statistically significantly lower at AAP. There was no difference between two groups as maximum spinal cord dose. Conformity index was significantly higher at AAP (0.023 to 0.025,  $p=0.005$ ). Treatment time was found longer at PAP (242.3 MU,  $p=0.047$ ).

**Conclusion:** According to the anatomy of the Turkish patients, AAP was superior when compared to the traditional method. The CT based treatment planning with dose optimization and target volume determination must be the standard treatment of SCF and axillary lymph node. Different techniques should be studied comparatively in terms of dosimetric and clinical superiority.

**Key words:** Breast cancer, lymphatic irradiation, new techniques

### ÖZET

**Amaç:** Çalışmada meme kanseri ışınlanmasında geleneksel arka aksilla alanını içeren plan dozimetrisi, bilgisayarlı tomografide (BT) hedef hacmin belirlenerek yapıldığı ön aksilla alanını içeren plan dozimetrisi ile karşılaştırılmıştır.

**Yöntem ve Gereçler:** Yirmi altı meme kanserli olgu çalışmaya seçilmiştir. Hedef hacimler 2 öğretim görevlisi tarafından konturlanmıştır. Arka aksilla planında geleneksel anatomik yapılar baz alınarak posterior alan oluşturulmuştur. Ön aksilla alanının bulunduğu planda supraclavikuler (SK) bölge ile aynı gantri açısında ikinci bir ön alan oluşturulmuştur. V105 (%105 ve üzerinde doz alan hacim), V80 ve V30 değerleri, akciğer ortalama dozu, akciğer V20 (20 Gy ve üzerinde doz alan hacim) değeri, maksimum spinal kord dozu, konformite indeksi ve monitör ünitesi (MU) değerleri belirlenmiştir. İki bağımsız grubun kıyaslanması Mann-Whitney U testi, 2 bağımlı grubun kıyaslanması Wilcoxon's signed rank testi kullanılmıştır.  $p < 0,05$  değeri anlamlı olarak kabul edilmiştir.

**Bulgular:** Ön aksilla planında daha küçük sıcak nokta alanları ve daha konformal %90 izodoz eğrisi saptandı. Arka aksilla planında düşük doz tedavi alanı daha geniş saptandı. Ortalama V105 değeri; ön aksilla planında istatistiksel anlamlı daha düşük (70,8'e karşı 52,8,  $p=0,005$ ) ve hedef hacim derinliği ile korele olarak saptandı. Orta (V80) ve düşük doz (V30) alan hacimler (sırasıyla  $p=0,005$  ve  $p=0,009$ ), ortalama akciğer dozu ( $p=0,04$ ) ve akciğer V20 değeri ( $p=0,03$ ) ön aksilla planında istatistiksel anlamlı daha düşük saptandı. Maksimum spinal kord dozu açısından iki teknik arasında fark saptanmadı. Konformite indeksi ön aksilla planında anlamlı daha yüksek saptandı (0,023'e karşı 0,025,  $p=0,005$ ). Arka aksilla planı ile hastanın tedavi süresinin daha uzun olduğu bulundu (242,3 MU,  $p=0,047$ ).

**Sonuç:** Ön aksilla alanını içeren plan, Türk hastaların anatomisinde geleneksel metoda kıyasla üstün bulunmuştur. Hedef hacimlerin belirlenerek, doz optimizasyonu ile yapılacak BT tedavi planlaması SK ve aksiller lenf nodu tedavisinde standart olmalıdır. Farklı teknikler dozimetrik ve klinik üstünlük açısından kıyaslamalı olarak irdelenmelidir.

**Anahtar sözcükler:** Meme kanseri, lenfatik ışınlama, yeni teknikler

### Giriş

Meme kanseri tedavisi multidisipliner yaklaşım gerektirmektedir ve postoperatif adjuvan radyoterapi tedavinin etkili ve önemli bir parçasıdır (1-3). Aksiller lenf nodu (LN) tutulumu saptanan hastalarda ise radyoterapi alanına supraclaviküler (SK) bölge ve aksiller LN'larının dahil edilmesi anlamlı sağkalım avantajı sağlamaktadır (1, 2, 4). Bu lenf nodu bölgesi, yerleşim yeri ve derinlik bakımından hastalar arasında çeşitli varyasyonlar göstermektedir (5, 6). Ayrıca lenfatik ışınlama sonrasında lenfödem, brakial pleksus hasarı ve radyasyon pnömonisi gibi komplikasyonlar görülebilmektedir. Bu nedenle planlama tomografisi kullanılarak doz homojenitesi ve konformitesini arttıracak optimum teknikte radyoterapi uygulanması gerekmektedir (7, 8).

*This study was presented at the 9<sup>th</sup> National Radiation Oncology Congress, 21-25 April 2010, Kyrenia, Turkish Republic of Northern Cyprus. Bu çalışma, 9. Ulusal Radyasyon Onkolojisi Kongresi'nde sunulmuştur, 21-25 Nisan 2010, Gıme, Kuzey Kıbrıs Türk Cumhuriyeti.*

**Address for Correspondence/Yazışma Adresi:**

Fatih Demircioğlu, Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Rize Eğitim Araştırma Hastanesi, Radyasyon Onkolojisi Anabilim Dalı, Rize, Türkiye  
Phone / Tel.: +90 464 213 04 91 e-mail / e-posta: fthdemircioglu@yahoo.com

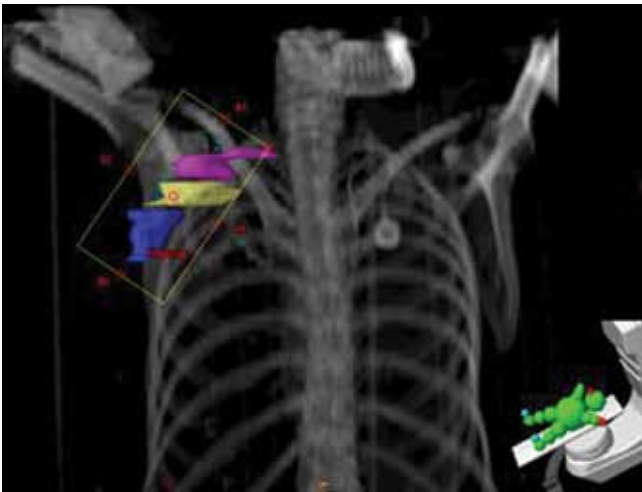
Received / Geliş Tarihi: 28.05.2013  
Accepted / Kabul Tarihi: 17.06.2013

Meme kanseri cerrahisinde genellikle klasik seviye 1-2 aksiller diseksiyon uygulanmaktadır. Burada metastatik LN'larının saptanması durumunda aksiller apeks olarak bilinen seviye 3 LN ve SK LN'larına yayılım riski artmaktadır (9). Tüm aksiller lenfatiklerin ışınlanma endikasyonu durumunda eski tekniklerde önden açılan ve 3 cm derinliğe uygulanan SK alanı ile 50 Gy radyoterapi uygulanmakta, seviye 1 ve 2 aksiller LN'larının daha derin ve lateral yerleşmesi nedeni ile tedavi alanının yarı derinliğinden ve posteriordan uygulanan arka aksiller alan tarafından eksik doz tamamlanmaktadır. Günümüzde radyoterapi teknolojisindeki gelişmeler sayesinde tedavi alanları ve çevre normal dokular net olarak belirlenerek daha optimum tedavi planlamasına olanak sağlanmıştır. Bu çalışmada geleneksel arka aksilla alanını içeren plan dozimetrisinin Bilgisayarlı Tomografi (BT)'de hedef hacmin belirlenerek yapıldığı ön aksilla alanını içeren plan dozimetrisi ile kıyaslanması amaçlanmıştır.

### Yöntem ve Gereçler

Çalışmaya radyasyon onkolojisi kliniğimizde meme kanseri tanısı ile tedavi edilen, BT simülasyon verisi bulunan ve SK alanını içeren 26 olgu seçilmiştir. Hastaların tamamından simülasyon verilerinin çalışmada kullanılması amacı ile onam alınmıştır. BT görüntüleri 5 mm aralıklı kesitlerle elde edilmiştir. Tüm olguların supin pozisyonda, meme tahtasında (board), her iki omuz abduksiyonda ve baş kontralateral yöne hafif çevrilerek görüntüleri alınmıştır. Tedavi hedef hacimleri (seviye 1-3 lenf nodları ve SK lenf nodları) biri başasistan, diğeri öğretim üyesi olmak üzere 2 öğretim elemanı tarafından konturlanmıştır. Konturlamada EORTC ve RTOG konturlama atlas ve rehberleri referans alınmıştır (10). Tanjensiyel alanlarda masa açısı kullanılarak ışın diverjansı önlenmeye çalışılmıştır. SK alanı 10 derece gantri açısıyla uygulanmıştır. Spinal kord ve humerus başı için koruma blokları kullanılmıştır. Arka aksilla planında geleneksel anatomik yapılar baz alınarak oluşturulan posterior alan ile tedavi alanı yarı derinliğindeki noktanın SK ve arka aksilla alanının ortak katkısı ile tam doz alması sağlanmıştır (Şekil 1). Ön aksilla alanının bulunduğu planda SK ile aynı gantri açısında ikinci bir ön alan, tedavi hacmi içerisinde oluşan soğuk bölgeye uygun boyut ve dozda her hasta için ayrı ayrı ayarlanarak oluşturulmuştur (Şekil 2).

Tedavi planlaması hedef hacmin %99'u 45 Gy tarafından sarılacak şekilde optimize edilmiştir.  $V_{105}$ -verilen dozun %105 ve üzerinde doz alan hacim-sıcak nokta,  $V_{80}$ -orta doz alanı ve  $V_{30}$  düşük doz alanı



Şekil 1. Konvansiyonel arka aksiller boost alanı

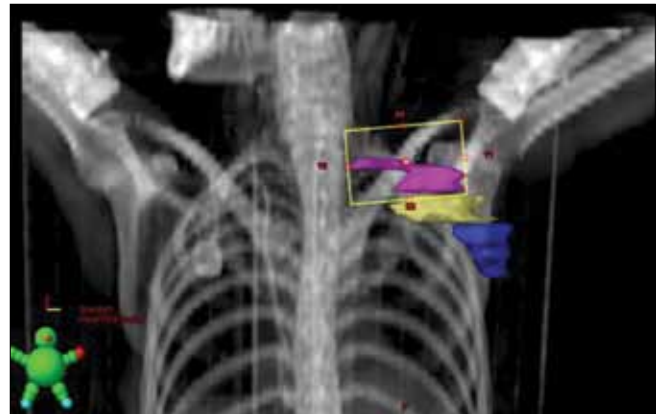
olarak belirlenmiştir. Plan kalitesinin değerlendirmesinde akciğer ortalama dozu, akciğer  $V_{20}$  değeri, maksimum spinal kord dozu, konformite indeksi ve tedavi planını uygulama için gerekli monitor unit (MU) değerleri kullanılmıştır. Tüm planlama verileri 'Eclipse' tedavi planlama sistemi kullanılarak elde edilmiştir. Hastaların tamamı kliniğimizde çalışmacılar tarafından tedavi edilen hastalar olup çalışma için onamları alınmıştır.

### İstatistiksel analiz

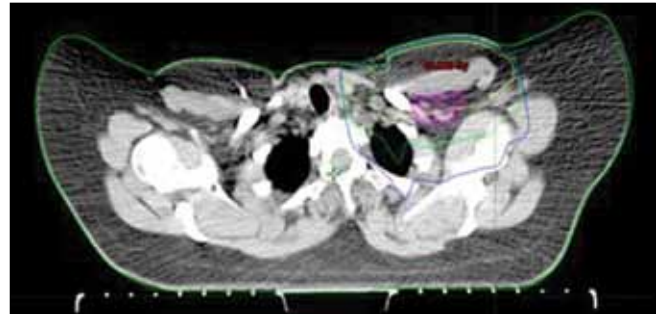
İstatistiksel analizlerde iki bağımsız grubun kıyaslanmasında Mann-Whitney U testi, 2 bağımlı grubun kıyaslanmasında Wilcoxon's signed rank testi kullanılmıştır. 0,05'in altındaki p değerleri anlamlı kabul edilmiştir.

### Bulgular

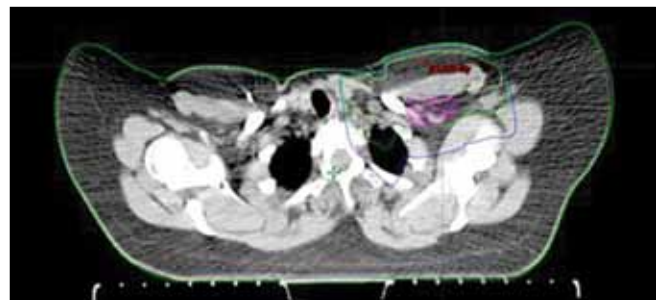
Arka aksilla planına kıyasla ön aksilla planında daha küçük sıcak nokta alanları (%105 izodoz gibi) saptanmıştır. İlave olarak, %90 izodoz eğrisi ön aksilla planında daha konformal olarak tespit edilmiştir (Şekil 3, 4). Arka aksilla planında düşük izodoz eğrilerinin daha aşağı çekildiği,



Şekil 2. Ön aksiller boost alanı



Şekil 3. Posterior aksiller planda doz dağılımları



Şekil 4. Anterior aksiller planda doz dağılımları

dolayısıyla düşük doz alan tedavi alanının ön aksilla planına kıyasla daha geniş olduğu saptandı. Ortalama  $V_{105}$  değeri; ön aksilla planında istatistiksel anlamlı daha düşük ( $p=0,005$ ) ve hedef hacim derinliği ile korele olarak saptandı. Orta ( $V_{80}$ ) ve düşük doz ( $V_{30}$ ) alan hacimler sırası ile  $p=0,005$  ve  $p=0,009$  değerleri ile ön aksilla planında anlamlı biçimde daha düşük saptandı. Ön ve arka aksilla tekniklerinin karşılaştırmalı ortalama, minimum ve maksimum değerleri Tablo 1'de verilmiştir.

Her iki tedavi tekniği ciddi tedavi komplikasyonlarına neden olabilecek çevre yapıların aldığı dozlar bakımından da karşılaştırılmıştır. Ortalama akciğer dozu ( $p=0,04$ ) ve akciğer  $V_{20}$  değeri ( $p=0,03$ ) ön aksilla planında istatistiksel anlamlı daha düşük saptandı. Maksimum spinal kord dozu açısından iki teknik arasında anlamlı fark saptanmadı ( $p=0,058$ ). Konformite indeksi ön aksilla planında arka aksilla planına kıyasla anlamlı derecede daha yüksek saptandı ( $p=0,005$ ). Arka aksilla planı ile hastanın tedavi süresi istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha uzun olduğu bulundu (ortalama MU değeri daha fazla) ( $p=0,047$ ). Karşılaştırmalı veriler Tablo 2'de özetlenmiştir. Meme koruyucu cerrahi veya mastektomi sonrası yapılan adjuvan radyoterapi planları arasında ilgili parametreler açısından fark saptanmadı.

## Tartışma ve Sonuçlar

Çalışmada meme kanseri lenfatik ışınlanmasında kullanılan klasik arka aksilla boost tekniği dozimetresi ile BT'de hedef hacmin belirlenerek yapılan ön aksilla alanını içeren plan dozimetresi karşılaştırılmıştır. Daha konformal izodoz eğrileri elde edilmesi, düşük doz alanlarının ve sıcak noktaların daha az olması, çevre sağlam dokulara daha az ışın uygulanması ve konformite indeksinin daha yüksek olması nedenleri ile ön aksiller boost tekniği, klasik arka aksiller boost tekniğine göre daha üstün olarak değerlendirilmiştir.

Supraklaviküler ve aksiller LN derinliğinin hastalar arasında farklılıklar gösterdiği birçok çalışmada gösterilmiştir. Goodman ve ark. (11) yaptıkları çalışmada seviye 1,2 ve 3 aksiller LN ortalama derinliği sırası ile 4,6, 5,1 ve 3,6 cm, Supraklaviküler LN (SKLN) ortalama derinliği 3,9 cm

olarak saptanmıştır. Diğer bir çalışmada ise 49 hastada ortalama SKLN derinliği 4,3 cm olarak ölçülmüş ve 2,3 cm ile 9,5 cm arasında değişiklik gösterebildiği belirtilmiştir (5). Bu nedenle klasik 3 cm derinliğe uygulanan SK alanı ile bazı hastalarda lenfatik bölge yeteri kadar tedavi edilememektedir. Yine Bentel ve ark. (5) yaptıkları çalışmada hastaların tamamında aksiller LN derinliği ön-arka derinliğin  $\frac{1}{2}$  ön kısmında yer almaktadır. Bu nedenlerden dolayı ön aksiller boost tekniği ile tedavi dozunun tamamlanması daha doğru bir yaklaşım gibi görünmektedir. Bizim çalışmamızda da arka aksiller boost tekniğine göre ön aksiller boost tekniğinde izodoz eğrilerinin daha konformal olduğu ve daha az ortalama  $V_{105}$  değeri gösterilmiştir. Ayrıca hedef hacim BT simülasyon verileri ile belirlenerek lenfatik yerleşimin olmadığı arka alandan radyoterapi uygulanmadığı için beklendiği üzere düşük doz bölgeleri daha az saptanmıştır.

Bentel ve ark. (5) 49 hasta planlama tomografisi verileri üzerinde yaptıkları çalışmada hastaların tümünde aksiller ve SK lenfatikleri yarı derinliğin  $\frac{1}{2}$  ön kısmında saptanmıştır. Lenfatik bölgenin yarı derinliğin  $\frac{1}{2}$  ön kısmında bulunması nedeni ile ön ve arka aksiller boost uygulama süreleri farklılık göstermektedir. Çalışmamızda arka aksiller boost tekniğinde ortalama 242,3 MU tedavi uygulanırken bu değer ön aksiller boost tekniğinde ortalama 219,75 MU'dur. Bu sayede ön aksiller boost tekniğinde tedavi sürelerinde istatistiksel olarak anlamlı kısalma elde edilmektedir ( $p=0,047$ ).

Meme kanseri radyoterapisinde risk altındaki bölgelerin ışınlanması yanında çevre normal dokuların korunması da önem arz etmektedir. Bu bakımdan BT görüntüleri üzerinden tedavi alanı belirlemek hem en uygun tedavi planını yapabilmek hem de doz dağılımlarını doğru bir şekilde değerlendirmek amacı ile çok önemlidir (12, 13). Bu sayede etkin bir tedavi uygulanırken yan etkiler en alt düzeye indirilebilmektedir. BT simülasyon üzerinden uygulanan radyoterapi planlarının karşılaştırıldığı çalışmalarda ön aksiller boost tekniği ile daha düşük çevre organ dozu ve daha konformal doz dağılımları elde edilmiştir (14-16). Jephcott ve ark. (14) yaptıkları çalışmada sadece ön SK alanı, ön-arka SK alanı, ön SK alanı+arka aksiller boost ve ön SK alanı+ön aksiller

Tablo 1. Ön ve arka aksilla tekniklerinin kıyaslaması

	Ön aksilla planı	Arka aksilla planı	p değeri
	Ortalama değer (minimum-maksimum)	Ortalama değer (minimum-maksimum)	
V105 (cc)	52,8 (20,2-87,9)	70,8 (38,5-130,8)	0,005
V80 (cc)	1829,6 (964,0-2539,1)	1929,3 (1037,3-2675,9)	0,005
V30 (cc)	3381,7 (1878,0-4489,3)	3442,7 (1914,6-4668,5)	0,009

Tablo 2. Ön ve arka aksilla tekniklerinin akciğer, spinal kord, konformite indeksi ve tedavi süresi açısından kıyaslaması

	Ön aksilla planı	Arka aksilla planı	p değeri
	Ortalama değer (minimum-maksimum)	Ortalama değer (minimum-maksimum)	
Akciğer			
Ort. doz (Gy)	6,85 (3,3-11,1)	7,35 (3,2-11,2)	0,04
V20 (%)	12,89 (5,5-22,5)	15,0 (5,8-22,8)	0,03
Spinal kord			
Maks. doz (Gy)	15,05 (1,2-25,4)	15,34 (2,8-25,4)	0,058
Konformite indeksi	0,023 (0,006-0,43)	0,025 (0,01-0,5)	0,005
Tedavi süresi (MU)	219,75 (167,0-233,0)	242,3 (181,0-272,0)	0,047

boost teknikleri karşılaştırılmış, sonuçta ön aksiller boost uygulamasında en iyi doz dağılımı, en düşük sıcak nokta ve en az medial arka boyun dozu elde edilmiştir. Wang ve ark. (15) tarafından yapılan çalışmada ise arka aksiller boost tekniği, ön aksiller boost ve IMRT teknikleri ile karşılaştırılmıştır. Arka aksiller boost tekniğinin SK ve aksiller LN'ları için uygun bir yöntem olmadıkları ve diğer teknikler ile daha konformal doz dağılımı, daha az çevre kritik organ dozu gösterilmiştir. Sethi ve ark. (16) çalışmasında da tomografi eşliğinde yapılan planlamaların geleneksel alanlar belirlenerek yapılan planlara üstünlüğü gösterilmiştir. Çalışmamızda da ortalama akciğer dozu ve akciğer  $V_{20}$  değeri, ön aksilla planında arka aksilla planına göre istatistiksel olarak anlamlı daha düşük saptanmıştır. Maksimum spinal kord dozu açısından iki teknik arasında anlamlı fark saptanmamıştır. Konformite indeksi değerlendirilmesinde de ön aksiller boost tekniği daha üstün bulunmuştur. Hastalarımızdan elde edilen veriler farklı hasta grupları ile yapılan diğer çalışmalarla uyum göstermektedir.

Çalışmamızda Amerika ve İngiltere merkezli yapılan çalışmalar değerlendirilmiş, böylece Türk kadınlarının vücut yapısı göz önüne alınarak farklı vücut yapıları hastalarla kıyaslama yapılmıştır. Önceki çalışmalara göre daha geniş hasta grubu seçilerek aksiller boost uygulanacak meme kanserli hastalar hakkında daha doğru bilgi elde edilmektedir. Birbirinden bağımsız iki öğretim elemanı ile konturlama yapılarak klinik uygulamaya standardizasyon getirilmeye çalışılmıştır. Bunun yanında radyolog tarafından konturlama yapılmaması ve yoğunluk ayarlı radyoterapi gibi farklı tekniklerle karşılaştırma yapılmaması çalışmamızın eksik yönleri olarak görülmektedir.

Meme kanseri lenfatik ışınlanması, sağkalım üzerine önemli katkı sağlayan etkili bir tedavi yöntemidir. Çoğu merkezde uygulanan geleneksel arka aksilla tekniğini içeren planlama metodu aksiller lenf nodu tedavisi için optimum değildir. Ön aksilla alanını içeren plan, Türk hastalarının anatomisi de değerlendirildiğinde geleneksel metoda kıyasla üstün bulunmuştur. Hedef hacimlerin belirlenerek, doz optimizasyonu ile yapılacak BT tedavi planlaması SK ve aksiller lenf nodu tedavisinde standart olmalıdır. Farklı teknikler dozimetrik ve klinik üstünlük açısından kıyaslamalı olarak irdelenmelidir.

#### Conflict of Interest

No conflict of interest was declared by the authors.

**Peer-review:** Externally peer-reviewed.

**Informed Consent:** Written informed consent was obtained from patients who participated in this study.

#### Author Contributions

Concept - D.K., F.D.; Design - S.Ç., F.D., D.K.; Supervision - D.K.; Funding - F.D., S.Ç., S.İ.; Materials - S.Ç., D.K., S.İ.; Data Collection and/or Processing - S.Ç., F.D., D.K.; Analysis and/or Interpretation - S.Ç., F.D., D.K., S.İ.; Literature Review - S.Ç., F.D.; Writer - F.D.; Critical Review - D.K., S.Ç.; Other - S.Ç., F.D., D.K., S.İ.

#### Çıkar Çatışması

Yazarlar herhangi bir çıkar çatışması bildirmemişlerdir.

**Hakem değerlendirmesi:** Dış bağımsız.

**Hasta Onamı:** Yazılı hasta onamı bu çalışmaya katılan hastalardan alınmıştır.

#### Yazar Katkıları

Fikir - D.K., F.D.; Tasarım - S.Ç., F.D., D.K.; Denetleme - D.K.; Kaynaklar - F.D., S.Ç., S.İ.; Malzemeler - S.Ç., D.K., S.İ.; Veri toplanması ve/veya işleme - S.Ç., F.D., D.K.; Analiz ve/veya yorum - S.Ç., F.D., D.K., S.İ.; Literatür taraması - S.Ç., F.D.; Yazıyı yazan - F.D.; Eleştirel İnceleme - D.K., S.Ç.; Diğer - S.Ç., F.D., D.K., S.İ.

#### Kaynaklar

1. Overgaard M, Hansen PS, Overgaard J, Rose C, Andersson M, Bach F, et al. Postoperative radiotherapy in high-risk premenopausal women with breast cancer who receive adjuvant chemotherapy: Danish Breast Cancer Cooperative Group 82b Trial. *N Engl J Med* 1997; 337: 949-55. (PMID: 9395428) [CrossRef]
2. Overgaard M, Jensen MB, Overgaard J, Hansen PS, Rose C, Andersson M, et al. Postoperative radiotherapy in high-risk postmenopausal breast-cancer patients given adjuvant tamoxifen: Danish Breast Cancer Cooperative Group DBCG 82c randomised trial. *Lancet* 1999; 353: 1641-8. (PMID: 10335782) [CrossRef]
3. Whelan TJ, Julian J, Wright J, Jadad AR, Levine ML. Does locoregional radiation therapy improve survival in breast cancer? A meta-analysis. *J Clin Oncol* 2000; 18: 1220-9. (PMID: 10715291)
4. Ragaz J, Jackson SM, Le N, Plenderleith IH, Spinelli JJ, Basco VE, et al. Adjuvant radiotherapy and chemotherapy in node-positive premenopausal women with breast cancer. *N Engl J Med* 1997; 337: 956-62. (PMID: 9309100) [CrossRef]
5. Bentel GC, Marks LB, Hardenbergh PH, Prosnitz LR. Variability of the depth of supraclavicular and axillary lymph nodes in patients with breast cancer: Is a posterior axillary boost field necessary? *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 2000; 47: 755-8. (PMID: 10837961) [CrossRef]
6. Klages HT, Szafinski F, Makoski HB. Variation in "supraclavicular" lymph node depth is partly determined by treatment position. *Strahlenther Onkol* 2000; 176: 315-8. (PMID: 10962997) [CrossRef]
7. Madu CN, Quint DJ, Normolle DP, Marsh RB, Wang EY, Pierce LJ. Definition of the supraclavicular and infraclavicular nodes: Implications for three-dimensional CT-based conformal radiation therapy. *Radiology* 2001; 221: 333-9. (PMID: 11687672) [CrossRef]
8. Recht A, Edge SB, Solin LJ, Robinson DS, Estabrook A, Fine RE, et al. Postmastectomy radiotherapy: Clinical practice guidelines of the American Society of Clinical Oncology. *J Clin Oncol* 2001; 19: 1539-69. (PMID: 11230499)
9. Smith JA, Gamez-Araujo JJ, Gallager HS, White EC, McBride CM. Carcinoma of the breast: analysis of total lymph node involvement versus level of metastasis. *Cancer* 1977; 39: 527-32. (PMID: 837335) [CrossRef]
10. White J, Tai A, Arthur D, Buchholz T, MacDonald S, Marks L, et al. RTOG Breast Cancer Contouring Atlas. <http://www.rtog.org/CoreLab/ContouringAtlases/BreastCancerAtlas.aspx>. Accessed July 29, 2012. [CrossRef]
11. Goodman RL, Grann A, Saracco P, Needham MF. The relationship between radiation fields and regional lymph nodes in carcinoma of the breast. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 2001; 50: 99-105. (PMID: 11316551) [CrossRef]
12. Cavey ML, Bayouth JE, Endres EJ, Pena JM, Colman M, Hatch S. Dosimetric comparison of conventional and forward-planned intensity-modulated techniques for comprehensive locoregional irradiation of post-mastectomy left breast cancers. *Med Dosim* 2005; 30: 107-16. (PMID: 15922178) [CrossRef]
13. Krueger EA, Fraass BA, McShan DL, Marsh R, Pierce LJ. Potential gains for irradiation of chest wall and regional nodes with intensity mo-



- dulated radiotherapy. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 2003; 56: 1023-37. (PMID: 12829138) [\[CrossRef\]](#)
14. Jephcott CR, Tyldesley S, Swift CL. Regional radiotherapy to axilla and supraclavicular fossa for adjuvant breast treatment: a comparison of four techniques. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 2004; 60: 103-10. (PMID: 15337545) [\[CrossRef\]](#)
  15. Wang X, Yu TK, Salehpour M, Zhang SX, Sun TL, Buchholz TA. Breast cancer regional radiation fields for supraclavicular and axillary lymph node treatment: is a posterior axillary boost field technique optimal? *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 2009; 74: 86-91. (PMID: 18805650) [\[CrossRef\]](#)
  16. Sethi RA, No HS, Jozsef G, Ko JP, Formenti SC. Comparison of three-dimensional versus intensity-modulated radiotherapy techniques to treat breast and axillary level III and supraclavicular nodes in a prone versus supine position. *Radiother Oncol* 2012; 102: 74-81. (PMID: 21993404) [\[CrossRef\]](#)