

## Brakiterapi

Aykut Oğuz Konuk<sup>1</sup>

Berna Tırpancı<sup>2</sup>

### Özet

Brakiterapi (BRT), dış ışın radyasyon tedavisi (EBRT) ile birlikte önemli ve etkili bir radyasyon tedavi sürecidir. BRT’de EBRT’den farklı olarak radyasyon kaynağı radyoizotoplardır. BRT, tümörleri ortadan kaldırmak ve küçültmek amacıyla radyoaktif cihazların tümörlerin yakınına yerleştirilmesiyle yüksek dozda radyasyonun güvenli bir şekilde iletilmesini sağlayan bir radyoterapi tekniğidir.

BRT uygulaması tümörün lokasyonuna, tümörün sağlıklı dokulara olan mesafesine, kanser türüne göre 6 ayrı tekniğe ayrılır. Bunlar; İntrakaviter Brakiterapi Uygulaması, İnterstisyel Brakiterapi Uygulaması, İntraluminal Brakiterapi Uygulaması, Yüzeysel Brakiterapi Uygulaması, İntraoperatif Brakiterapi Uygulaması, İntravasküler Brakiterapi Uygulaması şeklindedir.

### 1.Brakiterapi Tarihçesi

Brakiterapi (BRT) “Yakından Tedavi” anlamına gelmektedir. Yunanca da “kısa” anlamına gelen “brachios” ve terapi anlamına gelen “theraphia” kelimelerinden türetilmiştir (1,2). Kanser tedavisinde kullanılan BRT, radyoaktif kaynağın tümör yakınına, içine ya da yüzeyine yerleştirildiği radyoterapi tedavi yöntemidir. BRT’in çalışma prensibi, mesafenin karesinin tersiyle orantılı olarak nokta kaynağın dozunun azalması şeklindedir (3). Bu nedenle BRT, çevreleyen normal dokulara verilen radyasyon dozunu azaltırken, tümöre yüksek doz radyasyon verilebilmesini sağlar (4).

BRT, 1898 yılında Curie’nin bir radyoaktif kaynak olan radyumu (Ra) keşfinden hemen sonra kanser tedavisinde kullanımı etkili hale gelmiştir

1 Sağlık Fizikçisi, Kocaeli Üniversitesi Hastanesi Radyasyon Onkolojisi, aykut.oguz.konuk@hotmail.com, Orcid : 0000-0003-2418-1478

2 Dr.Sağlık Fizikçisi, Kocaeli Üniversitesi Hastanesi Radyasyon Onkolojisi, bernaerdurmus@gmail.com, Orcid: 0000-0001-8151-0552

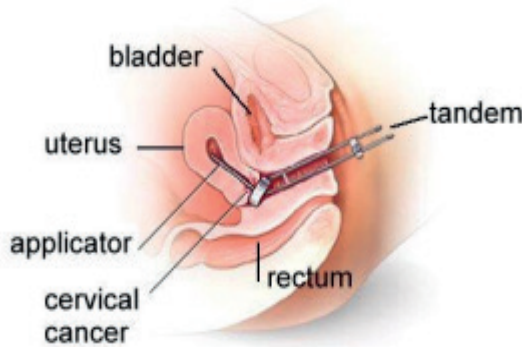
(5,6). İlk kez 1901'de Paris'te Dr.Donlos ve Dr.Block, bir miktar radyum radyoaktif kaynağını yüzeysel aplikatörlerle lupus tedavisinde kullanmışlardır. Jinekolojik kanserlerin tedavisinde ilk kez Doderlein ve Cleaves'in, 1903'de inoperabl uterus kanseri tedavisinde radyoaktif kaynak olarak radyumu kullandığı görülür. BRT'de kullanılmak üzere radyum, iğne ve tüpleri 1920'li yıllarda geliştirmiş, 1930'lu yıllarda jinekolojik brakiterapinin ilk dozimetri sistemi olan Manchester sistemi (Paterson- Parker sistemi) geliştirmiş ve tedavi planlamasında sıkça kullanılmıştır. 1948 yılında Kobalt-60, 1952 yılında Talyum-182 iğnelerinin ve altın tohumlarının, 1954 yılında ise Iridyum-192 kaynaklarının BRT'de kullanılmaya başlanmıştır. Bu gelişmeler sonrasında sonradan yükleme tekniği geliştirilmiştir. Bu teknik ile serviks kanseri tedavisinde 1967'de uygulanmaya başlanmıştır. Microselectron brakiterapi cihazı Ir-192 uygulamaları 1986 yılında radyoterapide kullanılmaya başlanmıştır (7,8).

## 2.Brakiterapi Uygulama Şekilleri

BRT uygulaması tümörün lokasyonuna, tümörün sağlıklı dokulara olan mesafesine, kanser türüne göre 6 ayrı tekniğe ayrılır;

### 2.1.İntrakaviter Brakiterapi Uygulaması;

Radyoaktif kaynakların vücut boşluklarında tümör yakınına yerleştirildiği, sıklıkla jinekolojik tümörlerde kullanılan bir BRT tekniğidir (Şekil 1.)(3)

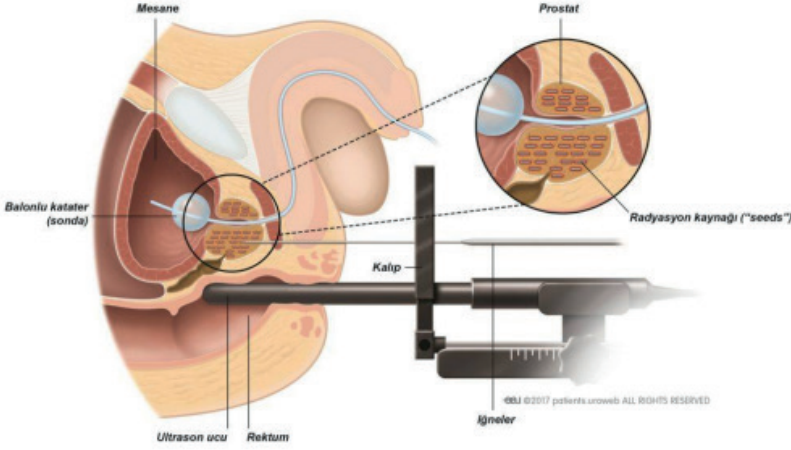


Şekil 1.İntrakaviter Brt uygulaması

Bu tip uygulamalarda Ir-192 ve Cs-137 radyoaktif kaynakları sıkça kullanılmaktadır (9).

## 2.2.İnterstisyel Brakiterapi Uygulaması;

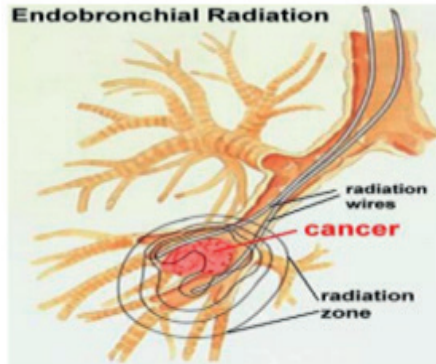
Direk olarak tümürlü dokuya radyoaktif implantların yerleştirilmesiyle uygulanan Brt tekniğidir. İmplantlar kalıcı ya da geçicidir (10). Baş boyun, meme, dil altı tümörleri ve prostat kanserlerinde (Şekil 2) uygulanmaktadır (9,11,12).



Şekil 2. İnterstisyel Brt uygulaması ile prostat tedavisi

## 2.3.İntraluminal Brakiterapi Uygulaması;

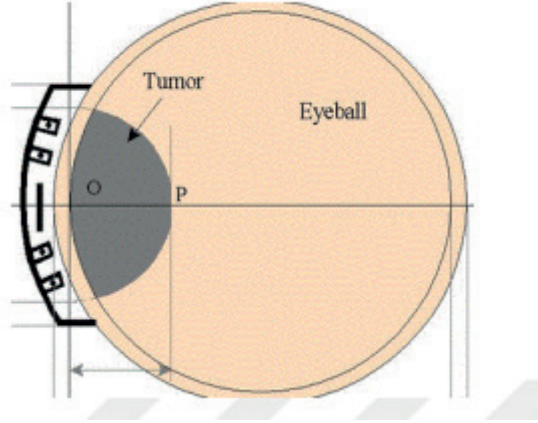
Bronş ve özefagus gibi vücut bölgelerine (Şekil 3.) (3) uygun aplikatörlerle implantların yerleştirilmesiyle uygulanan Brt tekniğidir ve “Transluminal Brt” olarak da adlandırılır (12).



Şekil 3. İntraluminal Brakiterapi Uygulaması

## 2.4.Yüzeyel Brakiterapi Uygulaması;

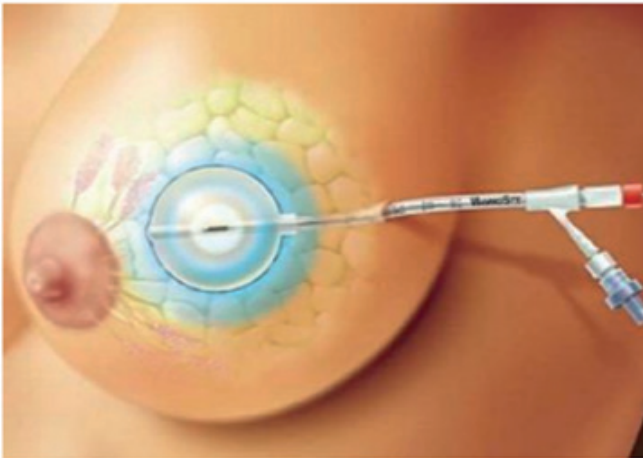
Göz ve deri gibi yüzeyel bölgelerdeki tümörlere radyoaktif plakların yerleştirilmesiyle uygulanan Brt tekniğidir (Şekil 4.) (3) .



Şekil 4. Yüzeyel Brakiterapi Uygulaması

## 2.5.İntraoperatif Brakiterapi Uygulaması;

İntraoperatif Brt yönteminde, cerrahi operasyon sırasında radyoizotop kaynaklar özel aplikatörler yardımı ile tümör içerisine yerleştirilir(13).Bu yöntem genellikle yumuşak doku sarkomu ve meme (Şekil 5.) kanserlerinde uygulanır (9).



Şekil 5. İntraoperatif Brakiterapi Uygulaması

## 2.6.İntravasküler Brakiterapi Uygulaması;

İntravasküler Brt, tek bir kaynağın aplikatör yardımıyla arterlerin içine yerleştirilmesiyle anjioplasti sonrası gelişebilen restenozu önlemek amacıyla uygulanır (14). Gama ışını yayan ya da beta bozunumu yapan kaynaklar kullanılmaktadır (15).

## 3.Brakiterapide Kullanılan Kaynaklar

Brakiterapide kullanılan radyoaktif kaynakların seçiminde bazı özellikler göz önüne alınmalıdır. Bunlar; kaynağın yarılanma ömrü, aktivitesi, parçalanma şekli ve ortalama foton enerjisidir (16). Tablo 1. de brakiretapide kullanılan radyoaktif kaynakların fiziksel özellikleri görülmektedir (2).

Radyonüklid	Yarı Ömür	Işın Tipi	Foton Enerjisi
Ra-226	1622 yıl	$\alpha$ , $\beta$ , $\gamma$	0,8 MeV
Rn-222	91,8 saat	$\alpha$ , $\beta$ , $\gamma$	0,78 MeV
Cs-137	30 yıl	$\beta$ , $\gamma$	0,662 MeV
Co-60	5,27 yıl	$\beta$ , $\gamma$	1,25 MeV
Sr-90	28,7 yıl	$\beta$	0,546 MeV
Ta-182	115 gün	$\beta$ , $\gamma$	0,70 MeV
Au-198	64,7 saat	$\beta$ , $\gamma$	0,42 MeV
Ir-192	73,8 gün	$\beta$ , $\gamma$	0,37 MeV
Cf-252	2,64 yıl	$\alpha$ , $\gamma$ , n	0,1 MeV
Y-90	64 saat	$\beta$	2,27 MeV

*Tablo 1. Brakiterapide kullanılan belirli radyoaktif kaynakların fiziksel özellikleri*

Günümüzde en sık kullanılan Ir-192 kaynağıdır. Ir-191 elementinin bir reaktörde nötronla tepkimeye sokulmasıyla elde edilmektedir. Ir-192 kaynağının ortalama gama enerjisi 0,38 MeV'dir (0,136 MeV-1,06 MeV). Yarı ömrü 73,8 gündür. Yaklaşık olarak günde %1 kadarlık kesimi radyoaktif bozunuma uğramaktadır. Ir-192 radyoaktif kaynağının iyonlaştırıcı radyasyon şiddetini yarıya düşürmek için 2,5 mm'lik kurşun yeterlidir. Günümüzde Ulrich Henschke tarafından 1958 yılında, uzaktan kumandalı sonradan yüklemeli yüksek doz hızlı brakiterapi tedavi cihazlarında radyoaktif kaynak olarak kullanılan Ir-192 ilk defa iğne kaynak olarak kullanılmıştır. 1960'larda Ir-192 tel şeklinde yüksek doz hızlı brakiterapi cihazlarında kullanılmaya başlanmıştır (2).

## REFERANSLAR

- Cüneyt E., “Ring ve Tandem Aplikatörleri ile Yüksek Doz Hızlı İntrakaviter Brakiterapi Uygulanmış Yerel İleri Serviks Karsinomlu Olguların, Brakiterapi Uygulamaları Arasında Aplikatör Pozisyon Değişkenliğinin İncelenmesi”, Tıpta Uzmanlık Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, Tıp Fakültesi, İzmir, 2006.
- Berna E. T., “Brakiterapide Planlama Optimizasyonlarının Karşılaştırılması”, Doktora Tezi, Kocaeli Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kocaeli, 2021.
- Nazlı B., “İnopere Serviks Kanserli Hastalarda 2 Boyutlu ve 3 Boyutlu Brakiterapi Tedavi Planlamalarının Dozimetrik Karşılaştırılması”, Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, İzmir, 2015.
- Timur Mitin. Radiation therapy techniques in cancer treatment [Internet]. UpToDate. 2022.
- “AAPM, Code of practice for brachytherapy physics: Report of the AAPM radiation therapy committee task group no:56”. Med. Phys.24(10), 1557-1598, 1997.
- Pierquin P, Wilson JF, Chassagne D. “Modern brachytherapy”. USA,1987.
- Çelebioğlu B, Akfırat C. Brakiterapi. Ankara Üniversitesi Dikimevi Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu Yıllığı 2001;2:1.
- The GEC ESTRO Handbook of Brachytherapy. Gerbaulet A, Pötter R, Mazeron JJ, Meetens H, Limbergen EV. Leuven,2002; p. 3-20.
- Dönmez B, Ünsal M. Brakiterapi. Okmeydanı Tıp Dergisi 2013;29:35-40.
- Nurgül K.,”Brakiterapi Alan Jinekolojik Kanserli Hastaların Cinsel Fonksiyon Durumlarının Değerlendirilmesi”, Yüksek Lisans Tezi, Trakya Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Edirne, 2019.
- Merve K.G.,“Pla Malzemenen Yapılmış Göz Fantomunda Radyokromik Film Dozimetri Tekniği Kullanarak <sup>142</sup>Pr Beta Doz Dağılımının İncelenmesi”, Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi, Nükleer Bilimler Enstitüsü, Ankara, 2020.
- Canadian Cancer Society, Brachytherapy. Canada. Available From: <http://www.cancer.ca/en/cancer-information/diagnosis-and-treatment/radiationtherapy/brachytherapy/region=on>.
- Kerem D., “Yüksek Doz Hızlı Praseodim-142 Brakiterapi Kaynağın Reaktörde Üretilmesi Ve Seçilen Hedef Organlara Özgü Fantomlarda Uygulanabilirliğinin Dozimetri Teknikleri İle İncelenmesi”, Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi, Nükleer Bilimler Enstitüsü, Ankara, 2021.
- Kollaard, R. P., Dries, W. J. F., Kleffens, H. J. V., Aalbers, A. H. L., Marel, J. V. D., Marijnissen, J. P. A., Piessens, M., Schaart, D. R. and Vroome, H. D. Report 14 of the Netherlands Commission on Radiation Dosimetry,

quality control of sealed beta sources in brachytherapy, recommendations on detectors, measurement procedures and quality control of beta sources, NCS14, 96 p., Netherlands. 2004.

Podgorsak E.B., A Handbook for Teachers and Students, IAEA, Radiation Oncology, Physics, 2005.

Yavaş G, Yavaş Ç. Serviks kanserinde intrakaviter brakiterapideki güncel gelişmeler. Selçuk Üniversitesi Selçuklu Tıp Fakültesi, Konya Eğitim Araştırma Hastanesi.

