

# Tıbbi Görüntüleme Radyasyon Onkolojisi

Editörler  
Bora UYSAL  
Hakan GAMSIZ



© Copyright 2022

*Bu kitabın, basım, yayın ve satış hakları Akademisyen Kitabevi A.Ş.'ne aittir. Anılan kuruluşun izni alınmadan kitabın tümü ya da bölümleri mekanik, elektronik, fotokopi, manyetik kağıt ve/veya başka yöntemlerle çoğaltılamaz, basılamaz, dağıtılamaz. Tablo, şekil ve grafikler izin alınmadan, ticari amaçlı kullanılamaz. Bu kitap T.C. Kültür Bakanlığı bandrolü ile satılmaktadır.*

**ISBN**  
978-625-8399-39-4

**Sayfa ve Kapak Tasarımı**  
Akademisyen Dizgi Ünitesi

**Kitap Adı**  
Tıbbi Görüntülemede  
Radyasyon Onkolojisi

**Yayıncı Sertifika No**  
47518

**Editörler**  
Bora UYSAL  
ORCID iD: 0000-0002-7288-7005  
Hakan GAMSIZ  
ORCID iD: 0000-0002-7791-3487

**Bisac Code**  
MED019000

**DOI**  
10.37609/akya.1310

**Yayın Koordinatörü**  
Yasin DİLMEN

## UYARI

Bu üründe yer alan bilgiler sadece lisanslı tıbbi çalışanlar için kaynak olarak sunulmuştur. Herhangi bir konuda profesyonel tıbbi danışmanlık veya tıbbi tanı amacıyla kullanılmamalıdır. Akademisyen Kitabevi ve alıcı arasında herhangi bir şekilde doktor-hasta, terapist-hasta ve/veya başka bir sağlık sunum hizmeti ilişkisi oluşurmaz. Bu ürün profesyonel tıbbi kararların eşleniği veya yedeği değildir. Akademisyen Kitabevi ve bağlı şirketleri, yazarları, katılımcıları, partnerleri ve sponsorları ürün bilgilerine dayalı olarak yapılan bütün uygulamalardan doğan, insanlarda ve cihazlarda yaralanma ve/veya hasarlardan sorumlu değildir.

İlaçların veya başka kimyasalların reçete edildiği durumlarda, tavsiye edilen dozunu, ilacın uygulanacak süresi, yöntemi ve kontraendikasyonlarını belirlemek için, okuyucuya üretici tarafından her ilaca dair sunulan güncel ürün bilgisini kontrol etmesi tavsiye edilmektedir. Dozun ve hasta için en uygun tedavinin belirlenmesi, tedavi eden hekimin hastaya dair bilgi ve tecrübelerine dayanarak oluşturması, hekimin kendi sorumluluğundadır.

Akademisyen Kitabevi, üçüncü bir taraf tarafından yapılan ürüne dair değişiklikler, tekrar paketlemeler ve özelleştirmelerden sorumlu değildir.

**GENEL DAĞITIM**  
**Akademisyen Kitabevi A.Ş.**

Halk Sokak 5 / A Yenışehir / Ankara  
Tel: 0312 431 16 33  
siparis@akademisyen.com

[www.akademisyen.com](http://www.akademisyen.com)

## ÖNSÖZ

Geleceğin Radyoloji ünitelerinde gerek kamu gerekse özel sektörde çalışacak Tıbbi Görüntüleme Teknikerlerinin Temel Radyasyon Onkolojisi derslerine kaynak olabilecek bu kitabı hazırlarken gerçekten büyük onur ve gurur duyan biz editörlerin heyecanını paylaşmak isterim.

Temel kavramların önceliği, teknolojinin takibi ve bilgilerin güncellenmesi açısından elden düşürülmeyecek bu kaynak kitabı gece ve gündüz mevhumu gözetmeksizin, aile ve sosyal hayatlarımızdan zaman ayırarak tamamlamış bulunmaktayız.

Sözel ve modern bilgilere ilave şekillerle kolay anlaşılması amaçlanan temel konulara değinilen bu kitap ile sınav ve çalışma hayatında Tıbbi Görüntüleme Tekniker aday ve mezunlarına bir parça destek olabilirsek bizlerin mutluluğu daim olacaktır.

Bu vesile ile bizleri yetiştiren değerli hocalarımıza, editör ve bölüm yazarlarına, Gülhane Basımevine ve ailelerimize teşekkürü bir borç biliriz.

Doç. Dr. Bora UYSAL



# İÇİNDEKİLER

<b>Bölüm 1</b>	Kanser ve Halk Sağlığı .....	1
	<i>Bora UYSAL</i>	
<b>Bölüm 2</b>	Tıbbi Görüntüleme Teknikerliğinin Tarihçesi.....	5
	<i>Hakan GAMSIZ</i>	
<b>Bölüm 3</b>	Radyasyon Onkolojisinin Tarihçesi- .....	7
	<i>Bora UYSAL</i>	
<b>Bölüm 4</b>	Radyasyon Onkolojisine Giriş Temel Kavramlar .....	11
	<i>Bora UYSAL</i>	
<b>Bölüm 5</b>	Radyasyonun Madde ile Etkileşimi .....	15
	<i>Hakan GAMSIZ</i>	
<b>Bölüm 6</b>	Konvansiyonel Simülasyon.....	19
	<i>Bora UYSAL</i>	
<b>Bölüm 7</b>	BT Simülasyon .....	23
	<i>Hakan GAMSIZ</i>	
<b>Bölüm 8</b>	Cobalt 60 Tedavi Cihazı .....	27
	<i>Bora UYSAL</i>	
<b>Bölüm 9</b>	Lineer Akseleratörler.....	29
	<i>Hakan GAMSIZ</i>	
<b>Bölüm 10</b>	Brakiterapi.....	33
	<i>Bora UYSAL</i>	
<b>Bölüm 11</b>	Radyasyonun Hücresele Etkileri- .....	37
	<i>Hakan GAMSIZ</i>	

İçindekiler

**Bölüm 12** Radyasyonun 5 R'si.....43  
*Bora UYSAL*

**Bölüm 13** Klinik Radyasyon Onkolojisi.....45  
*Hakan GAMSIZ*

## YAZARLAR

**Doç.Dr. Bora UYSAL**

Sağlık Bilimleri Üniversitesi Gülhane Tıp Fakültesi Radyasyon Onkolojisi A.D.

**Doç.Dr. Hakan GAMSIZ**

Sağlık Bilimleri Üniversitesi Gülhane Tıp Fakültesi Radyasyon Onkolojisi A.D.

# BÖLÜM

# 1

## KANSER VE HALK SAĞLIĞI

Bora UYSAL

Kanser Türkiye’de ve dünyada ölüm nedenleri arasında ikinci sırada yer almaktadır. Dünyada yaklaşık her 6 ölümden biri, Türkiye’de ise her 5 ölümden biri kanser nedeniyledir. Kanserden ölümlerin yaklaşık üçte biri sigara kullanımı, yüksek beden kütle indeksi, meyve ve sebzedden fakir beslenme, yetersiz fiziksel aktivite ve alkol kullanımından kaynaklanır. Tütün kullanımını kanser için en önemli risk faktörüdür ve kanser ölümlerinin yaklaşık 1/5’inden sorumludur.

Hepatit ve insan papilloma virüsü (HPV) gibi kansere neden olan enfeksiyonlar, düşük ve orta gelirli ülkelerde kanser vakalarının yaklaşık 1/4’ünden sorumludur. Yaşlılık kanser gelişiminde başka bir ana faktördür. Kanser insidansı, yaşla birlikte hücrel onarım mekanizmalarının azalması ile artar. Türkiye’de 2017 yılında yaşa özgü kanser hızı erkeklerde yüz binde 259,2 kadınlarda ise yüz binde 187,0’dır. Toplamda kanser insidansı ise yüz binde 223,1’dir. Türkiye’de toplam 180 288 kişiye yeni kanser teşhisi konulmuştur.

Son 5 yılın verilerine bakacak olursak erkeklerde ve kadınlarda istatistiksel olarak anlamlı bir değişim olmadığı görülmektedir. Türkiye 2017 kanser verileri; Dünya, Batı Asya, Orta ve Doğu Avrupa ve ABD’de en son kanser verileri olan 2020 verileri ile karşılaştırılmıştır. Buna göre; Türkiye kanser insidansı dünya insidansının bir miktar üzerinde seyretmektedir. Ülkemizin de içinde yer aldığı Batı Asya bölgesi kanser insidansları ortalaması Türkiye ortalamasından düşüktür.

Orta ve Doğu Avrupa ve Amerika gibi gelişmiş ülkelerin kanser insidansları, ülkemize göre daha yüksektir. Ülkemizde görülen ilk beş kanser türü dünyadaki ve diğer gelişmiş ülkeler ile benzerlikler göstermektedir. Erkeklerde akciğer kanseri (56,7/100.000 kişide YSH), kadınlarda ise meme kan-



# BÖLÜM 2

## TIBBİ GÖRÜNTÜLEME TEKNİKERLİĞİNİN TARİHÇESİ

Hakan GAMSIZ

Bölüm ilk olarak Ankara Yenişehir Sağlık Koleji'nde 1963 yılında 4 yıllık lise olarak açılmıştır. Ardından bu kolej 1984 yılında kapatılarak faaliyetlerine son vermiştir. Lise olarak birçok okulda okutulmaya başlayan Radyoloji Teknisyenliği bölümü, 1985 yılında Hacettepe Üniversitesi ve Uludağ Üniversitesi'nde ön lisans Programı açılmıştır. Dokuz Eylül üniversitesi ve Marmara Üniversitesi 90'lı yılların başında Radyoloji Teknikerliği (Ön lisans) programını açtıktan sonra birçok üniversite bu Radyoloji bölümünü açmıştır.

“Lise Mezunlarına Meslek Edindirme (LİMME) Projesi “ kapsamında, lise mezunlarına yönelik, 18 ay süreli kurs programlarıyla da radyoloji teknisyeni 1986 yılı sonrasında yetiştirilmiştir.

2008 yılından itibaren Radyoloji bölümü Ön Lisans adını Tüm Tıbbi Görüntüleme Cihazlarını Kullanabilmesi adına Tıbbi Görüntüleme Teknikleri bölümü olarak değiştirmiş ve bu isimle ön lisans mezunu vermektedir

Tıbbi Görüntüleme Teknikleri programının temel amacı;

X-ışınlarını kullanarak, hastaların hekim tarafından belirlenen şekilde; görüntülerini oluşturan, gelişen teknolojiyi sahada uygulayabilecek teknik donanımda ve başta uzman radyoloji hekimi olmak üzere tüm sağlık personeli ile eş zamanlı çalışabilen, ülke ve dünya koşullarına uygun, bilgili, becerikli sağlık teknikeri yetiştirerek Sağlık Kurumlarına istihdam etmektir.

Programda eğitim ile ilgili zamanlama dört yarıyıldır (Staj süresi dâhil) Dördüncü yarıyılın sonunda 30 iş günü staj yapılır. 4 yarıyıl sonrası müfredatındaki tüm dersleri başarıp 120 AKTS kredi toplamını sağlayan ve ikinci

## BÖLÜM 3

# RADYASYON ONKOLOJİSİNİN TARİHÇESİ-

Bora UYSAL

Radyasyon Onkolojisi tarihçesinde bir asır önce yapılmış olan üç önemli buluşun önemi çok büyüktür. 8 Kasım 1895 günü öğleden sonra laboratuvarında çalışan W. Roentgen gözlemlediği ilginç fenomenin, bilime neler kazandıracaklarını henüz kendisi de bilmiyordu. Tıbbi Fizik Derneğine “Yeni bir ışın tipi; Preliminer bildiri” başlıklı ilk yazısını Aralık 28’de bildiren Wurzburg idi. Dernekte yaptığı sunum 23 Ocak 1896’da gerçekleşti. Tanımlanamayan bu ışına X- ışını adı verildi ve sonraları Röntgen’in buluşuna atfen bu ışınlar Röntgen ışınları olarak anılmaya başlandı. Madam Röntgen’in ve bildirisi sırasında ünlü Anatomist Albert van Kölliker’in bir fotoğraf kaseti üzerine X ışınları ile görüntülediği eller ise ilk diagnostik denemelerdi. Böyle önemli bir keşif bütün dünyada büyük heyecan yarattı.

İkinci önemli buluş ise 1896’da Fransa’dan geldi. Antoine H. Becquerel uranium tuzları üzerinde çalışarak Mart 1896’da doğal radyoaktiviteyi buldu. Bu çalışmasını “Fosforesan Maddelerden Saçılan Görünür Radyasyon “ isimli makalesi ile yayınladı.

Diğer önemli buluş ise 1898’de Pierre ve Marie Curie’nin radyoaktif maddeler olan Polonium ve Radiumu bulmasıydı. Bu buluş 26 Ocak 1898’de Paris Bilimler Akademisinde sunuldu. Radyoaktivite ve ışınların fiziksel özellikleri ile ilgili yoğun çalışmalar devamı niteliğindeydi. Rutherford Uranyumdan çıkan alfa ve beta ışınlarını buldu 1897 yılında buldu. Villard 1898 senesinde Radyumdan çıkan ışınların X-ışınları ile ayrı özellikte olan foton ışınları olduğunu gösterdi.

# BÖLÜM 4

## RADYASYON ONKOLOJİSİNE GİRİŞ TEMEL KAVRAMLAR

Bora UYSAL

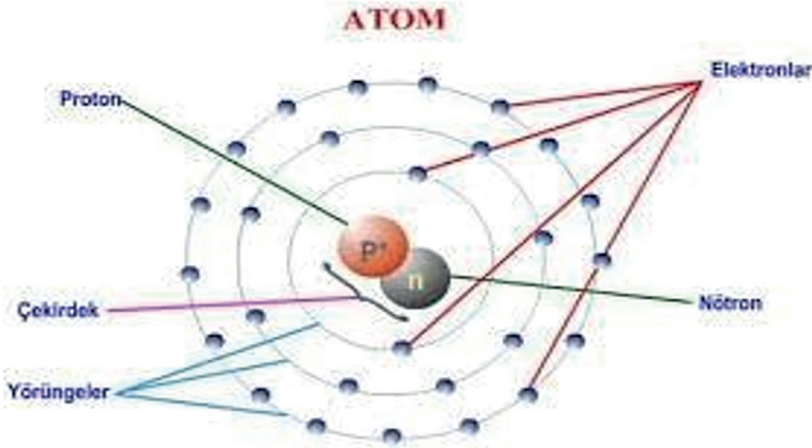
Atom maddenin en küçük parçasıdır (şekil 1). Elektron eksi yüklü, proton artı yüklüdür ancak proton elektrona göre daha ağırdır. Nötronlar ise yüksüz ve en az proton kadar ağır olan parçacıklardır.

Atom çekirdeği diğer adı ile nükleon proton ve nötrondan oluşmaktadır.

Kütle numarası sembolü A ile gösterilirken proton ve nötronun toplam sayısına eşittir.

Atom numarası Z ile gösterilirken proton sayısının kendisidir.

$$A=Z+N$$



Şekil 1. Atom

- Tıbbi Görüntülemede Radyasyon Onkolojisi

## **REFERANSLAR**

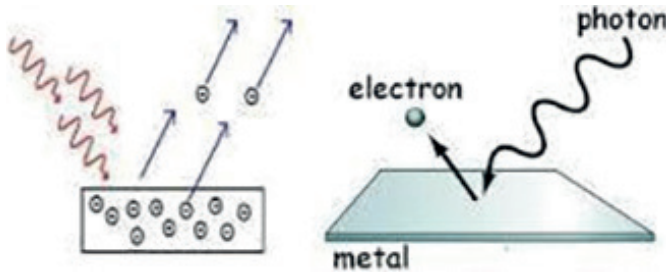
1. NCCN 2022 Kılavuzları
2. [www.uptodate.com](http://www.uptodate.com)
3. [www.rtog.org](http://www.rtog.org)
4. [www.astro.org](http://www.astro.org)
5. [www.estro.org](http://www.estro.org)
6. Temel ve Klinik Radyoterapi-Prof.Dr.Rıza Çetingöz
7. [www.trod.org.tr](http://www.trod.org.tr)
8. [www.tmrtdr.org.tr](http://www.tmrtdr.org.tr)
9. [www.hsgm.saglik.gov.tr](http://www.hsgm.saglik.gov.tr)
10. Temel Radyasyon Onkolojisi-Prof. Dr. Murat Beyzadeoğlu

# BÖLÜM 5

## RADYASYONUN MADDE İLE ETKİLEŞİMİ

Hakan GAMSIZ

Radyasyon dokudan geçerken absorbe edilir yani emilir. X ve gama ışınlarında dokunun ilerleyen katmanlarına inildikçe enerjinin sabit oranda azaldığı tespit edilmiştir. Radyasyon şiddet ve absorbe eden materyal kalınlığı arası ters orantı vardır. Absorbsiyon katsayısını belirleyen üç ana etkileşim türü vardır. Bunlar; fotoelektrik etki, compton etkisi ve çift oluşumdur. Diagnostik radyolojinin temel taşıını oluşturan fotoelektrik etkide fotonun yüzeye çarpması, enerjisini elektronlara aktarması ve yüzeyden dışarı elektron salınımı gerçekleşir (şekil 4). 35 kv altı enerjilerde baskın olan bu etki sebebiyle kemik röntgen filmlerinde yumuşak dokuya nazaran daha radyopak görünür.



Şekil 4. Fotoelektrik etki

X-ray 8-17 kev, bilgisayarlı tomografi 20 kev, mamografi 20 kev enerji aralıklarına sahiptir. Elektron enerjisi X ışınlarından farklı olarak giricilikleri az ve yüzeysel tedavilerde kullanılan tedavi ajanlarıdır. 2-10 mev düşük, 10-42 mev yüksek enerjili elektron enerjilerini temsil etmektedir.

Radyasyon uygulaması sonrası biyolojik etkilerin bilinmesi ve ölçümü amacıyla birimler geliştirilmiştir. Radyoaktivite; birimi becquerel olan bir tanımdır ve atomun kararsız durumdan kararlı duruma geçerken parçacık veya elektromagnetik radyasyon saçılımı ile bozunumunu temsil eder.

Kerma birimi gray'dir. Yüksüz bir iyonlaştırıcı parçacık vasıtası ile birim kütle başına serbest hale geçirilen yüklü iyonlaştırıcı parçacıkların başlangıç enerji toplamıdır.

Absorbe doz kavramı kerma gibi gray'dir ve radyasyon demetinden absorbe edilen enerji miktarını göstermektedir.

Işınlama birimi olan exposure fotonlarca havada oluşan iyonizasyon miktarı olup birimi coulomb/kg'dır. İntegral doz tanım itibariyle tedavi edilen hacimdeki absorbe edilen toplam enerjiyi gösterir ve birimi joule'dür.

Eş değer doz kavramının birimi sieverttir ve absorbe dozun radyasyon ağırlık faktörü ile çarpımı sonrası oluşan dozu ifade eder.

## REFERANSLAR

1. NCCN 2022 Kılavuzları
2. [www.uptodate.com](http://www.uptodate.com)
3. [www.rtog.org](http://www.rtog.org)
4. [www.astro.org](http://www.astro.org)
5. [www.estro.org](http://www.estro.org)
6. Temel ve Klinik Radyoterapi-Prof.Dr.Rıza Çetingöz
7. [www.trod.org.t](http://www.trod.org.t)
8. [www.tmrtdr.org.tr](http://www.tmrtdr.org.tr)
9. [www.hsgm.saglik.gov.tr](http://www.hsgm.saglik.gov.tr)
10. Temel Radyasyon Onkolojisi-Prof. Dr. Murat Beyzadeoğlu

# BÖLÜM 6

## KONVANSİYONEL SİMÜLASYON

Bora UYSAL

Kanser teşhisi konulmadan önce hastanın detaylı anamnezi, fizik muayene bulguları kayıt edilir. Laboratuvar için hemogram, rutin biyokimya ve tam idrar tahliline ilave birçok tümöre özgü tümör markerları hastadan istenir. Ultrason, mamografi, BT, MR, PET-CT, kemik sintigrafisi tanı ve evrelemede kullanılan radyolojik tanı araçlarıdır. Biyopsi olmazsa olmaz altın standart tanı yöntemidir sadece biyopsi yapılamayan durumlarda radyolojik tanı konabilir. Multidisipliner tümör konseyleri hastaların tanı ve evrelemesi sonrası tedavi algoritmalarının belirlenmesi amacıyla yapılmaktadır.



Şekil 7. Simülatör

## REFERANSLAR

1. NCCN 2022 Kılavuzları
2. [www.uptodate.com](http://www.uptodate.com)
3. [www.rtog.org](http://www.rtog.org) 4-[www.astro.org](http://www.astro.org)
4. [www.estro.org](http://www.estro.org)
5. Temel ve Klinik Radyoterapi-Prof.Dr.Rıza Çetingöz
6. [www.trod.org.tr](http://www.trod.org.tr)
7. [www.tmrtder.org.tr](http://www.tmrtder.org.tr)
8. [www.hsgm.saglik.gov.tr](http://www.hsgm.saglik.gov.tr)
9. Temel Radyasyon Onkolojisi-Prof. Dr. Murat Beyzadeoğlu



# BÖLÜM 7

## BT SİMÜLASYON

Hakan GAMSIZ

Konvansiyonel planlamaya göre tedavi volümü ve kritik organ çizimlerinin sanal ortamda gerçekleştirildiği BT simülasyon güncel planlama aşamalarındandır. Kontrast madde, barsak boşaltılması, idrar kesesinin dolu veya boş olması, açlık veya tokluk durumu BT simülasyon öncesi planlanır. Doktor ve teknisyen eşliğinde simülasyon işlemi başlatılır. Hastanın masaya yatırılması sonrası immobilizasyon cihazlarından T bar, diz altı, meme boardu gibi aparatlar kullanılır (şekil 9). İki lateral ve bir mediale lazer işaretlemeler sonrası fiducial yerleştirilir. İv kontast planlanır (manuel veya robotik). Herhangi bir aciliyete karşı gerekli serum, ilaç, oksijen tüpü, ambu, laringoskop, defibrilatör vs. planlama odasında bulundurulmalıdır (şekil 10).



**Şekil 9.** Immobilizasyon aparatları örnekleri



**Şekil 11.** BT çekimi sırasında sagittal ve coronal kesitler

İlk tedaviye fizik mühendisi ve doktor eşlik ederek kontrollerini yaparlar. Teknisyen eşliğinde günlük planlanan tedaviler verilir. Alan kayması var ise günlük değerlendirilerek düzeltilir ve karşılaştırılır. Tedavide cilt tümörü, malign melanom, Kaposi sarkomu gibi yüzeysel tümörlere tek alan verilebileceği gibi meme, baş boyun, rektum ve beyin hastalarına çoklu alanlar tercih edilebilir.

## REFERANSLAR

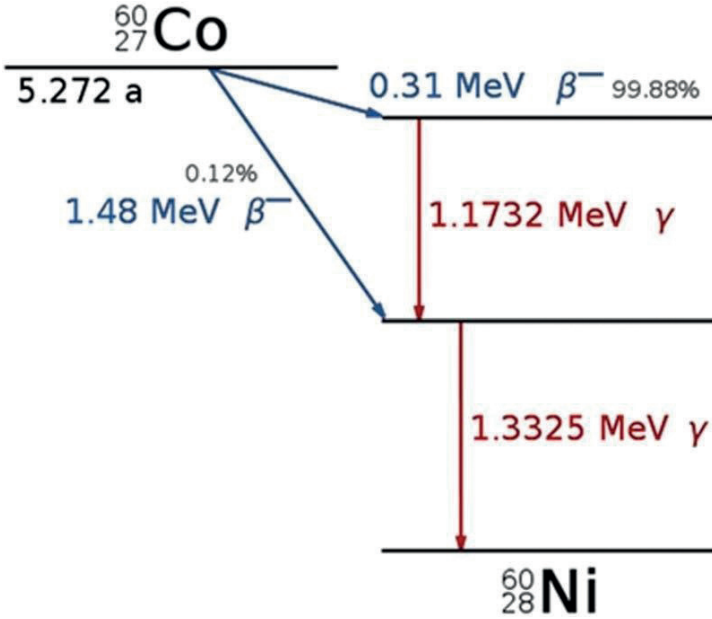
1. NCCN 2022 Kılavuzları 2-[www.uptodate.com](http://www.uptodate.com)
2. [www.rtog.org](http://www.rtog.org) 4-[www.astro.org](http://www.astro.org) 5-[www.estro.org](http://www.estro.org)
3. Temel ve Klinik Radyoterapi-Prof.Dr.Rıza Çetingöz 7-[www.trod.org.tr](http://www.trod.org.tr)
4. [www.tmrtdr.org.tr](http://www.tmrtdr.org.tr)
5. [www.hsgm.saglik.gov.tr](http://www.hsgm.saglik.gov.tr)
6. Temel Radyasyon Onkolojisi-Prof. Dr. Murat Beyzadeoğlu

# BÖLÜM 8

## COBALT 60 TEDAVİ CİHAZI

Bora UYSAL

27 proton, 27 elektron ve 32 nötrondan oluşan cobalt doğada kararlı halde bulunan bir elementtir. Erime noktası 14 950 derece, kaynama noktası 28 700 derece olup radyoaktif formu kararsız olan cobalt 60'dır. 1930 yılında keşfedilmiştir.

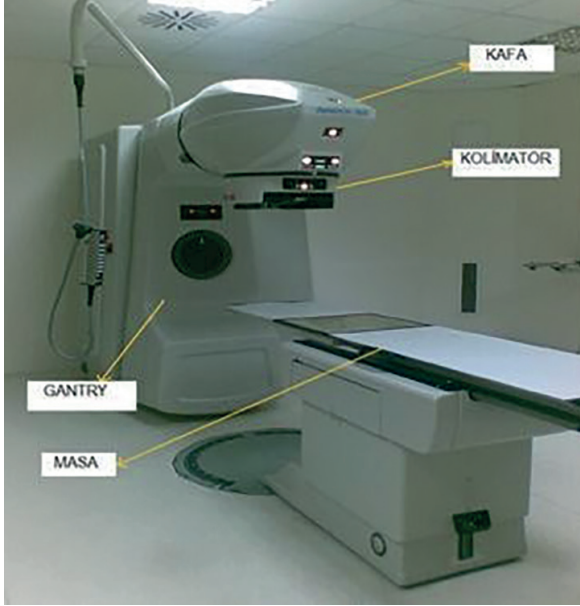


**Şekil 12.** Co60'ın Ni60'a bozunumu

Beta bozunması ile 1.17 ve 1.33 mev'lik iki gama ışınması yayar (şekil 12). Yarı ömrü 5.27 yıl olan cobalt 60 yaklaşık 53 yıl saklanmaya ihtiyaç duyan bir

maddedir. Co60 Cf252 etkileşimi ile Co59'dan elde edilir. 2 cm lik kaynağı olan co60 aktivitesi 5000- 15bin curie aralığındadır. Kaynak değişimi yaklaşık 5 yıl sonra yapılmalıdır. Lineer akseleratörlerin keşfi ve yaygınlaşmasıyla geçerliliğini ve kullanımını minimuma inen cihazlar arasındadır. Ancak çoklu kaynakları halen Gama knife cihazında kombine olarak kullanılmaktadır.

Tedavi masası, gantry, kolimatör, kafa, kaynak, kumanda cihazın ana parçalarını oluşturur (şekil 13). Tedavi odası beton bloklarla korunaklı ve güvenlidir. Dışardan teknisyen eşliğinde kameralı sistem ile hasta takibi, tedavi verilmesi, on off pozisyonlama yapılabilir.



**Şekil 13.** Co60 cihazı

## REFERANSLAR

1. NCCN 2022 Kılavuzları 2-www.uptodate.com
2. www.rtog.org 4-www.astro.org 5-www.estro.org
3. Temel ve Klinik Radyoterapi-Prof.Dr.Rıza Çetingöz 7-www.trod.org.tr
4. www.tmrtdr.org.tr
5. www.hsgm.saglik.gov.tr
6. Temel Radyasyon Onkolojisi-Prof. Dr. Murat Beyzadeoğlu

# BÖLÜM 9

## LİNEER AKSELERATÖRLER

Hakan GAMSIZ



**Şekil 14.** LINAC cihazı

Kısaca LINAC olarak adlandırılan lineer akseleratörler elektron hızlandırıcısıdır (şekil 14). Mevcut elektronun kullanılmasının yanı sıra elektrondan üretilen değişik enerjilerdeki X ışınları ile soliter tümörlerin tedavisi uygulanmaktadır.

Linac'ın parçalarından olan magnetron mikrodalga üreten bir kaynak iken klystron mikrodalgayı sadece güçlendiren bir unsurdur. Filtre kavramında yüksek enerjili daha kaliteli X ışınlarının geçiş olasılığını artırma prensibi yer alır.



**Şekil 17.** MR LINAC REFERANSLAR

## REFERANSLAR

1. NCCN 2022 Kılavuzları
2. [www.uptodate.com](http://www.uptodate.com)
3. [www.rtog.org](http://www.rtog.org)
4. [www.astro.org](http://www.astro.org)
5. [www.estro.org](http://www.estro.org)
6. 6-Temel ve Klinik Radyoterapi-Prof.Dr.Rıza Çetingöz
7. [www.trod.org.tr](http://www.trod.org.tr)
8. [www.tmrtdr.org.tr](http://www.tmrtdr.org.tr)
9. [www.hsgm.saglik.gov.tr](http://www.hsgm.saglik.gov.tr)
10. Temel Radyasyon Onkolojisi-Prof. Dr. Murat Beyzadeoğlu

# BÖLÜM 10

---

## BRAKİTERAPİ

Bora UYSAL



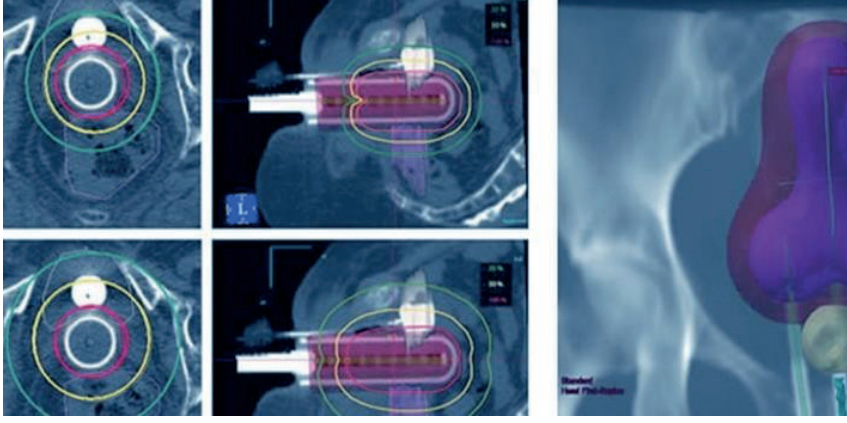
**Şekil 18.** Brakiterapi cihazı

Özellikle jinekolojik kanserlerin tedavisinde sık kullanılan brakiterapi klasik eksternal radyoterapiye göre kaynakların vücut boşluklarına yerleştirilmesi veya cihazlar aracılığı ile aktarılması esasına dayalıdır (şekil 18).

Jinekoloji dışında özafagus, prostat, meme, baş boyun, orbital ve birçok kanserde kullanılan brakiterapi intrakaviter ve intersitisyel olarak iki gruba ayrılır (şekil 19). İntersitisyel tipte kaynağın yerleştirilmesi ve ışımaya yapması şeklinde, intrakaviter tipte ise brakiterapi cihazları ve kanalları vasıtasıyla lümenli organlara

radyoaktif maddenin verilmesi şeklindedir (şekil 20, 21). Beta, gama ve alfa ışımaya yapan kaynaklar mevcuttur.

metrium kanserinde vajen, kanserin en sık tekrarladığı lokasyon olması nedeniyle vajinal cuff hedef alınır. Serviks kanserinde ekstenal RT sonrası LDR 20 Gy dozunda tek fraksiyonda, HDR ise 6 Gy üç fraksiyonda genel olarak uygulanır. Enstitüler arası farklı doz ve şemalar uygulanabilir. 3 boyutlu brakiterapide GTV, HR-CTV (yüksek risk) ve IR-CTV( orta risk) kavramları kullanılır. Kritik organ olarak vajen, sigmoid kolon, bowel box, üretra ve mesane de kontrol edilebilir (şekil 22).



**Şekil 22.** Intrakaviter brakiterapi doz dağılımı

D90 dozunun 80-90 Gy aralığında olduğu HR-CTV için HDR farklı şemalarında 4x7 Gy, 5x6 Gy, 6x5 Gy, 5x5.5 Gy yer alır.

## REFERANSLAR

1. NCCN 2022 Kılavuzları
2. [www.uptodate.com](http://www.uptodate.com)
3. [www.rtog.org](http://www.rtog.org)
4. [www.astro.org](http://www.astro.org)
5. [www.estro.org](http://www.estro.org)
6. Temel ve Klinik Radyoterapi-Prof.Dr.Rıza Çetingöz
7. [www.trod.org.tr](http://www.trod.org.tr)
8. [www.tmrtdr.org.tr](http://www.tmrtdr.org.tr)
9. [www.hsgm.saglik.gov.tr](http://www.hsgm.saglik.gov.tr)
10. Temel Radyasyon Onkolojisi-Prof. Dr. Murat Beyzadeoğlu



# BÖLÜM 12

## RADYASYONUN 5 R'Sİ

Bora UYSAL

Radyoterapi yüzyılı aşkın süredir bir tedavi modalitesi olarak kullanılmakta, tedavi ve yan etki profili sürekli güncellenmektedir. Tedavide günlük bölünmüş dozların verilmesi hem kanser hücresindeki ölüm oranlarını artırırken, sağlam dokuların da tedavi yan etkilerinden toparlanmasına imkan tanımaktadır.

5R denilen kavram radyoterapinin mihenk taşları olan kavramlardır (şekil 28). Repopülasyon yeniden çoğalmayı, repair onarımı, redistribüsyon dağılımı, reoksijenasyon oksijenlenmeyi, radyosensitivite radyoduyarlılık kapasitesini tanımlayan belirteçlerdir. Kanser dokusuna özgü parametreler redistribüsyon ve reoksijenizasyon iken normal doku ile ilgili repopülasyon ve repairin önemi büyüktür.

### RADYOBİYOLOJİNİN R'LERİ

- HR Withers 1975 (4R)

Repair/Recovery

Redistribution

Reoxygenation

Repopulation

- GG Steel 1989 (4+1R)

(Intrinsic)

Radiosensitivity



- W. Dörr 2009 (5+1R)

IrRadiated volume

Şekil 28. Radyoterapide 5R

- Tıbbi Görüntüleme Radyasyon Onkolojisi



**Şekil 33.** Gamaknife

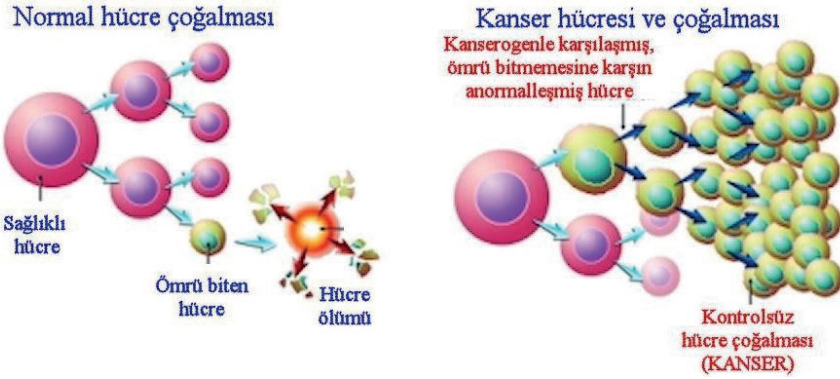
## REFERANSLAR

1. NCCN 2022 Kılavuzları
2. [www.uptodate.com](http://www.uptodate.com)
3. [www.rtog.org](http://www.rtog.org)
4. [www.astro.org](http://www.astro.org)
5. [www.estro.org](http://www.estro.org)
6. Temel ve Klinik Radyoterapi-Prof.Dr.Rıza Çetingöz
7. [www.trod.org.tr](http://www.trod.org.tr)
8. [www.tmrtdr.org.tr](http://www.tmrtdr.org.tr)
9. [www.hsgm.saglik.gov.tr](http://www.hsgm.saglik.gov.tr)
10. Temel Radyasyon Onkolojisi-Prof. Dr. Murat Beyzadeoğlu

# BÖLÜM 13

## KLİNİK RADYASYON ONKOLOJİSİ

Hakan GAMSIZ



Şekil 29. Normal hücre ve kanser hücresi

Kanser tanımı itibariyle aslında hücrede mevcut onkogen ve protoonkogen denilen ve dengede olan kavramların birbirine karşı sayısal artışı veya azalması üzerine gerçekleşebilir. Burada enfeksiyon, genetik, sigara, alkol kullanımı, travma, yaş, çevresel faktörler, sedanter yaşam, diyet kalitesi önem arz eder (şekil 29).

Kanser tanısı konulduktan sonra hastalar cerrahi, medikal onkoloji ve radyasyon onkolojisi klinikleri ile radyoloji, nükleer tıp bölümleri eşliğinde tedavi algoritması belirlenmesi için değerlendirilirler.

Radyoterapinin asıl hedefi kür yani tam cevap oranlarını hedefleyen tedaviler iken, palyatif amaçla yani kanama durdurma, ağrının kesilmesi, obstrüksiyonun açılması nedenli de kullanılabilir.

Radyoterapi iyi huylu tümörlerin tedavisine ilaveten kanser olmayan epin calcanei, heterotropik ossifikans, keloid gibi durumlarda da etkindir.

- Tıbbi Görüntülemede Radyasyon Onkolojisi



**Şekil 33.** Gamaknife

## REFERANSLAR

1. NCCN 2022 Kılavuzları
2. [www.uptodate.com](http://www.uptodate.com)
3. [www.rtog.org](http://www.rtog.org)
4. [www.astro.org](http://www.astro.org)
5. [www.estro.org](http://www.estro.org)
6. Temel ve Klinik Radyoterapi-Prof.Dr.Rıza Çetingöz
7. [www.trod.org.tr](http://www.trod.org.tr)
8. [www.tmrtdr.org.tr](http://www.tmrtdr.org.tr)
9. [www.hsgm.saglik.gov.tr](http://www.hsgm.saglik.gov.tr)
10. Temel Radyasyon Onkolojisi-Prof. Dr. Murat Beyzadeoğlu