

T.C.
ANKARA ÜNİVERSİTESİ
NÜKLEER BİLİMLER ENSTİTÜSÜ

**PROSTAT KANSERİ TEDAVİSİNDE KONFORMAL ve YOĞUNLUK AYARLI
RADYOTERAPİ TEKNİKLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI**

Aslı YAZICI

Medikal Fizik Ana Bilim Dalı

Yüksek Lisans Tezi

Tez Danışmanı

Doç.Dr.Bahar Dirican

ANKARA

2011

Her hakkı saklıdır.

TEZ ONAYI

Aslı YAZICI tarafından hazırlanan "Prostat Kanseri Tedavisinde Üç Boyutlu Konformal ve Yoğunluk Ayarlı Radyoterapi Tekniklerinin Karşılaştırılması" adlı tez çalışması 23/05/2011 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Ankara Üniversitesi Nükleer Bilimler Enstitüsü Medikal Fizik Anabilim Dalı'nda YÜKSEK LİSANAS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Danışman: Doç.Dr.Bahar DIRİCAN

Jüri Üyeleri:

Başkan: Doç.Dr.Bahar DIRİCAN



GATA, Radyasyon Onkolojisi Anabilim Dalı

Üye: Doç. Dr.Ayşe HIÇSÖNMEZ



Ankara Üniversitesi Radyasyon Onkolojisi Anabilim Dalı

Üye: Yrd. Doç. Dr.Turan OLGAR

Ankara Üniversitesi Nükleer Bilimler Enstitüsü



ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

PROSTAT KANSERİ TEDAVİSİNDE KONFORMAL ve YOĞUNLUK AYARLI RADYOTERAPİ TEKNİKLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI

Aslı YAZICI

Ankara Üniversitesi

Nükleer Bilimler Enstitüsü

Medikal Fizik Anabilim Dalı

Danışman: Doç.Dr.Bahar Dirican

Prostat kanseri tedavisinde radyoterapinin önemli bir yeri vardır.Son yıllarda radyoterapideki teknolojik gelişmelerle birlikte prostat kanseri tedavisinde kullanılan teknikler de hızla ilerlemiştir.3BKRT'nin gelişmiş bir tekniği olan yoğunluk ayarlı radyoterapi tekniği de yaygın bir şekilde uygulanmaya başlanmıştır.Bu iki tekniğin birbirlerine göre sağladığı üstünlüklerin iyi anlaşılması önem taşımaktadır.Bu tezin amacı da üç boyutlu konformal radyoterapi tekniği ile yoğunluk ayarlı radyoterapi tekniklerinin hedef ve kritik organ dozları açısından değerlendirilmesi temeline dayanmaktadır.

Bu çalışma ONKO Ankara Onkoloji Merkezi'nde bulunan Prowess tedavi planlama sistemi ile yapılmıştır.Çalışmamızda 10 prostat kanseri vakasına hem 3BKRT hem de YART planlamaları yapılmıştır.Tedavi planlamalarından doz hacim histogramları elde edilerek hedef ve kritik organ dozları ve bu dozları alan hacimler doz hacim histogramları ile belirlenmiştir. Bütün bu değerlendirmelere göre YART tekniği 3BKRT tekniğine göre hedef organa mümkün olan yüksek dozu verebilme ve kritik organ doz değerlerine göre üstünlük taşımaktadır.

2011, 79 sayfa

Anahtar kelimeler: Prostat kanseri, yoğunluk ayarlı radyoterapi, üç boyutlu konformal radyoterapi.

ABSTRACT

Master Thesis

THE COMPARISON of CONFORMAL and INTENSITY MODULATED RADIOTHERAPY for PROSTATE CANCER TREATMENT

Aslı YAZICI

Ankara University

Graduate School of Nuclear Sciences

Department of Medical Physics

Supervisor:Assoc.Prof.Dr.Bahar Dirican

Radiotherapy has an important role in the treatment of prostate cancer. In recent years, with the development of technology in the radiotherapy, the techniques used in prostate cancer treatment is also developed rapidly. The Intensity Modulated Radiotherapy which is the advanced of the 3DCRT has started to use widely. It is important to understand the advantages and disadvantages provided by both techniques with each other. The aim of the thesis is to evaluate 3DCRT and IMRT techniques based on the target and the critical organ doses.

This thesis is done with the Prowess Panther treatment planning system located in the ONKO Ankara Oncology Center. In our study, 10 prostate cancer patients' treatment plans are done both with 3DCRT and IMRT. The dose-volume histograms are obtained from treatment plans and the doses of critical organs and target volumes are figured out. According to all these considerations, IMRT technique has the ability to give highest dose to the target volume while protect critical organ.

2011, page 79

Key Words:Prostate cancer,conformal radiotherapy, intensity modulated radiation therapy.

TEŞEKKÜR

Değerli bilgileri ile uzun zaman beni bilgilendiren, önümdeki engelleri aşmamda büyük emeği olan, birlikte çalışmaktan gurur duyduğum danışman hocam Sayın Doç.Dr.Bahar Dirican'a, değerli hocamız Sayın Prof.Dr.Doğan Bor'a, çalışmalarında bilgi ve deneyimlerini bana aktaran Medikal Fizik Uzmanı Sayın Esil Kara'ya, Sayın Doç.Dr.Kaan Oysul ve Sayın Prof.Dr.Fadıl Akyol'a, ONKO Ankara Onkoloji merkezi çalışanlarına, GATA'da ki çalışmalarım süresince bana yardımcı olan Sayın Fiz.Yük.Müh. Esin Gündem, Sayın Fiz.Yük.Müh. Yelda Elçim'e, Sayın Fiz.Yük.Müh Elif Önal'a, Sayın Fiz.Yük.Müh Ayça Çağlan'a,

Herşeyden önemlisi beni bu günlere getiren , herşeyi başarabileceğime inanan ve beni inandıran annem Sevdije SABAH'a, babam Fevzi SABAH'a ve kardeşim Ayşegül SABAH'a

Bu zorlu süreçte her zaman yanımda olan ve beni hep destekleyen eşim Eyüp YAZICI'ya

Çok TEŞEKKÜR ederim.

Aslı YAZICI

Ankara, Mayıs 2011

SİMGELER DİZİNİ

BEV	Demet gözünden bakış
BT	Bilgisayarlı Tomografi
CTV	Klinik Hedef Hacim
GTV	Görüntülenebilir Hedef Hacim
Gy	Gray
ICRU	International Commission on Radiation Units
IV	Işınlanan Hacim
ÇYK	Çok Yapraklı Kolimatör
MRG	Manyetik Rezonans Görüntüleme
OR	Riskli Organ
PTV	Planlanan Hedef Hacim
TD _{5/5}	Minimum Tolerans Dozu
TD _{50/5}	Maksimum Tolerans Dozu
TPS	Tedavi Planlama Sistemi
YART	Yoğunluk Ayarlı Radyoterapi Tekniği
3BKRT	Üç Boyutlu Konformal Radyoterapi Tekniği
DVH	Doz Hacim Histogramı

İÇİNDEKİLER

ÖZET	iii
YÜKSEK LİSANS TEZİ	iii
TEŞEKKÜR.....	v
SİMGELER DİZİNİ.....	vi
İÇİNDEKİLER	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	xi
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	xiii
1.GİRİŞ	1
2. KURAMSAL TEMELLER.....	2
2.1 PROSTAT KANSERİ	2
2.2 PROSTAT KANSERİNDE RİSK FAKTÖRLERİ.....	2
2.2.1 Kalıtım.....	2
2.2.2.Yaş.....	3
2.2.3 İrk.....	3
2.2.4 Diyet.....	3
2.2.5 Kimyasal Maddeler	3
2.3 PROSTAT KANSERİNİN OLUŞUMU	3
2.3.1.Hastalığın Belirtileri.....	4
2.3.2.Hastalığın Tanısı.....	4
2.4 PROGNOSTİK FAKTÖRLER.....	4
2.4.1.Prostat Kanserinin Evrelemesi.....	5

2.5 PROSTAT KANSERİ TEDAVİSİ.....	6
2.6 PROSTAT KANSERİ RADYOTERAPİSİ.....	8
2.6.1 Üç Boyutlu Konformal Radyoterapi (3BKRT) Tekniği.....	8
2.6.2 Yoğunluk Ayarlı Radyoterapi (YART) Tekniği	9
2.7 YOĞUNLUK AYARLI RADYOTERAPİ VE TEKNİKLERİ.....	12
2.7.1 Step-and-Shoot Tekniği.....	13
2.7.2 Sliding Window Tekniği.....	13
2.8 YOĞUNLUK AYARLI RADYOTERAPİDE PLANLAMA.....	13
2.8.1 Ters Planlama.....	13
2.9 PROSTAT KANSERİ TEDAVİSİNDE HEDEF ORGANLAR	14
2.9.1 Prostat	14
2.9.2 Seminal Veziküller (Vesicula Seminalis).....	15
2.10.1 Mesane (Vesica Urinaria).....	16
2.10.2 Rektum (Rectum)	16
2.11 RADYOTERAPİDE KULLANILAN HACİM TANIMLARI.....	17
2.11.1 Görüntülenebilir Tümör Hacmi (GTV).....	18
2.11.2 Klinik Hedef Hacim (CTV)	18
2.11.3 Internal Hedef Hacim (ITV).....	18
2.11.4 Planlanan Hedef Hacim (PTV).....	18
2.11.5 Tedavi Hacmi (TV).....	19
2.11.6 Işınlanan Hacim (IV).....	19
2.11.7 Riskli Organ (OR)	19
2.11.8 Planlanan Riskli Hacim (PRV).....	19
2.12 RADYOTERAPİNİN ETKİNLİĞİ	20
2.12.1 AKUT RADYASYON ETKİLERİ.....	20

2.12.2 SUBAKUT RADYASYON ETKİLERİ	20
2.12.3 GEÇ RADYASYON ETKİLERİ	20
2.13 PROSTAT KANSERİ TEDAVİSİNDE RADYOTERAPİ DOZ DEĞERLERİ.....	21
2.14 TEDAVİ PLANLAMA SİSTEMİ (TPS)	21
2.15 DOZ-HACİM HİSTOGRAMI (DVH)	22
2.15.1 Diferansiyel DVH	23
2.15.2 Kümülatif DVH	23
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	25
3.1 ARAÇ VE GEREÇLER	25
3.2 MATERYALLER.....	25
3.2.1 Lineer Hızlandırıcı Cihazı.....	25
3.2.2 Bilgisayarlı Tomografi	26
3.2.3 Tedavi Planlama Sistemi.....	27
3.2.3.1 Prowess Planlama Sistemi ve Siemens Coherence Dosimetris.....	27
3.3 YÖNTEM.....	28
3.3.1 Hastaların Genel Özellikleri.....	28
3.3.2 Tedavi Planlamasının Yapılması.....	28
3.3.3 Hedef Hacimlerin Çizilmesi	29
4. ARAŞTIRMA BULGULARI.....	37
4.1 ÜÇ BOYUTLU KONFORMAL RADYOTERAPİ TEKNİĞİNE GÖRE DOZ DEĞERLERİ.....	37
4.2 YOĞUNLUK AYARLI RADYOTERAPİ TEKNİĞİ İLE YAPILAN PLANLAMALARDAN ELDE EDİLEN DOZ DEĞERLERİ.....	39
4.3 YOĞUNLUK AYARLI RADYOTERAPİ VE KONFORMAL RADYOTERAPİ TEKNİKLERİ UYGULANAN HASTALARA AİT DVH BULGULARI.....	42

4.4 KRİTİK ORGANLARIN ALDIKLARI DOZLARIN KIYASLANMASI.....	46
4.5 KRİTİK ORGANLARIN ALDIKLARI DOZLARIN REFERANS DOZ DEĞERLERİNE GÖRE DEĞERLENDİRİLMESİ.....	47
5 . TARTIŞMA VE SONUÇ.....	62
KAYNAKLAR.....	65

ŞEKİLLER DİZİNİ

ŞEKİL 2. 1 PROSTAT ANOTOMİSİ.	14
ŞEKİL 2. 2 ICRU 62'DE TANIMLANAN HACİM KAVRAMLARI.....	17
ŞEKİL 2. 3 DİFERANSİYEL DVH GÖSTERİMİ.....	23
ŞEKİL 2. 4 KÜMÜLATİF DVH GÖSTERİMİ.	24
ŞEKİL 3. 1 SİEMENS MARKA ARTİSTE MODEL LİNEER HIZLANDIRICI TEDAVİ CİHAZI	25
ŞEKİL 3. 2 SİEMENS MARKA SOMATOM EMOTION DUO MODEL BT SİMÜLATÖR CİHAZI.	26
ŞEKİL 3. 3 HEKİM TARAFINDAN ÇİZİLEN KRİTİK ORGANLAR.	30
ŞEKİL 3. 4 HEKİM TARAFINDAN ÇİZİLEN ORGANLAR.(TRANSVERS KESİT).....	30
ŞEKİL 3. 5 DOZİMETRİS SİSTEMİNDE CTV'YE PAYLARIN EKLENEREK PTV'NİN ELDE EDİLDİĞİ EKRAN.	31
ŞEKİL 3. 6 PROSTAT RADYOTERAPİSİNDE 7 ALAN-KONFORMAL TEKNİK İÇİN TEDAVİ PLANLAMA SİSTEMİ EKRANI.	32
ŞEKİL 3. 7 PROSTAT RADYOTERAPİSİNDE 7 ALAN KONFORMAL TEKNİK İÇİN BEV GÖRÜNTÜSÜ.	33
ŞEKİL 3. 8 PROSTAT RADYOTERAPİSİNDE 7 ALAN KONFORMAL TEKNİK İÇİN DOZ HACİM HİSTOGRAMI.....	34
ŞEKİL 3. 9 YOĞUNLUK AYARLI RADYOTERAPİ TEKNİĞİ İÇİN OPTİMİZASYON EKRANI.	35
ŞEKİL 3. 10 SİEMENS MARKA ARTİSTE MODEL LİNEER HIZLANDIRICI TEDAVİ CİHAZININ PORTAL GÖRÜNTÜLEME PANELİ.....	36
ŞEKİL 4. 1 '1' NUMARALI HASTANIN YOĞUNLUK AYARLI VE KONFORMAL RADYOTERAPİ TEDAVİ PLANLAMALARINA AİT DOZ HACİM HİSTOGRAMI.....	42
ŞEKİL 4. 2 '2' NUMARALI HASTANIN YOĞUNLUK AYARLI VE KONFORMAL RADYOTERAPİ TEDAVİ PLANLAMALARINA AİT DOZ HACİM HİSTOGRAMI.....	42
ŞEKİL 4. 3 '3' NUMARALI HASTANIN YOĞUNLUK AYARLI VE KONFORMAL RADYOTERAPİ TEDAVİ PLANLAMALARINA AİT DOZ HACİM HİSTOGRAMI.....	43
ŞEKİL 4. 4 '4' NUMARALI HASTANIN YOĞUNLUK AYARLI VE KONFORMAL RADYOTERAPİ TEDAVİ PLANLAMALARINA AİT DOZ HACİM HİSTOGRAMI.....	43
ŞEKİL 4. 5 '5' NUMARALI HASTANIN YOĞUNLUK AYARLI VE KONFORMAL RADYOTERAPİ TEDAVİ PLANLAMALARINA AİT DOZ HACİM HİSTOGRAMI.....	43
ŞEKİL 4. 6 '6' NUMARALI HASTANIN YOĞUNLUK AYARLI VE KONFORMAL RADYOTERAPİ TEDAVİ PLANLAMALARINA AİT DOZ HACİM HİSTOGRAMI.....	44
ŞEKİL 4. 7 '7' NUMARALI HASTANIN YOĞUNLUK AYARLI VE KONFORMAL RADYOTERAPİ TEDAVİ PLANLAMALARINA AİT DOZ HACİM HİSTOGRAMI.....	44
ŞEKİL 4. 8 '8' NUMARALI HASTANIN YOĞUNLUK AYARLI VE KONFORMAL RADYOTERAPİ TEDAVİ PLANLAMALARINA AİT DOZ HACİM HİSTOGRAMI.....	44
ŞEKİL 4. 9 '9' NUMARALI HASTANIN YOĞUNLUK AYARLI VE KONFORMAL RADYOTERAPİ TEDAVİ PLANLAMALARINA AİT DOZ HACİM HİSTOGRAMI.....	45
ŞEKİL 4. 10 '10' NUMARALI HASTANIN YOĞUNLUK AYARLI VE KONFORMAL RADYOTERAPİ TEDAVİ PLANLAMALARINA AİT DOZ HACİM HİSTOGRAMI.....	45
ŞEKİL 4. 11 KRİTİK ORGAN MESANENİN ALDIĞI ORTALAMA DOZ (CGY) DEĞERLERİ.	46
ŞEKİL 4. 12 KRİTİK ORGAN REKTUMUN ALDIĞI ORTALAMA DOZ (CGY) DEĞERLERİ.	46
ŞEKİL 4. 13 KRİTİK ORGAN SAĞ FEMUR BAŞININ ALDIĞI ORTALAMA DOZ (CGY) DEĞERLERİ. .	47
ŞEKİL 4. 14 KRİTİK ORGAN SOL FEMUR BAŞININ ALDIĞI ORTALAMA DOZ (CGY) DEĞERLERİ. .	47

ŞEKİL 4. 15 '1' NUMARALI HASTA İÇİN 3BKRT VE YART PLANLAMALARINA AİT REFERANS DOZ DEĞERLERİNDE REKTUM HACİMLERİ.....	52
ŞEKİL 4. 16 '1' NUMARALI HASTA İÇİN 3BKRT VE YART PLANLAMALARINA AİT REFERANS DOZ DEĞERLERİNDE MESANE HACİMLERİ.....	52
ŞEKİL 4. 17 '2' NUMARALI HASTA İÇİN 3BKRT VE YART PLANLAMALARINA AİT REFERANS DOZ DEĞERLERİNDE REKTUM HACİMLERİ.....	53
ŞEKİL 4. 18 '2' NUMARALI HASTA İÇİN 3BKRT VE YART PLANLAMALARINA AİT REFERANS DOZ DEĞERLERİNDE MESANE HACİMLERİ.....	53
ŞEKİL 4. 19 '3' NUMARALI HASTA İÇİN 3BKRT VE YART PLANLAMALARINA AİT REFERANS DOZ DEĞERLERİNDE REKTUM HACİMLERİ.....	54
ŞEKİL 4. 20 '3' NUMARALI HASTA İÇİN 3BKRT VE YART PLANLAMALARINA AİT REFERANS DOZ DEĞERLERİNDE MESANE HACİMLERİ.....	54
ŞEKİL 4. 21 '4' NUMARALI HASTA İÇİN 3BKRT VE YART PLANLAMALARINA AİT REFERANS DOZ DEĞERLERİNDE REKTUM HACİMLERİ.....	55
ŞEKİL 4. 22 '4' NUMARALI HASTA İÇİN 3BKRT VE YART PLANLAMALARINA AİT REFERANS DOZ DEĞERLERİNDE MESANE HACİMLERİ.....	55
ŞEKİL 4. 23 '5' NUMARALI HASTA İÇİN 3BKRT VE YART PLANLAMALARINA AİT REFERANS DOZ DEĞERLERİNDE REKTUM HACİMLERİ.....	56
ŞEKİL 4. 24 '5' NUMARALI HASTA İÇİN 3BKRT VE YART PLANLAMALARINA AİT REFERANS DOZ DEĞERLERİNDE MESANE HACİMLERİ.....	56
ŞEKİL 4. 25 '6' NUMARALI HASTA İÇİN 3BKRT VE YART PLANLAMALARINA AİT REFERANS DOZ DEĞERLERİNDE REKTUM HACİMLERİ.....	57
ŞEKİL 4. 26 '6' NUMARALI HASTA İÇİN 3BKRT VE YART PLANLAMALARINA AİT REFERANS DOZ DEĞERLERİNDE MESANE HACİMLERİ.....	57
ŞEKİL 4. 27 '7' NUMARALI HASTA İÇİN 3BKRT VE YART PLANLAMALARINA AİT REFERANS DOZ DEĞERLERİNDE REKTUM HACİMLERİ.....	58
ŞEKİL 4. 28 '7' NUMARALI HASTA İÇİN 3BKRT VE YART PLANLAMALARINA AİT REFERANS DOZ DEĞERLERİNDE MESANE HACİMLERİ.....	58
ŞEKİL 4. 29 '8' NUMARALI HASTA İÇİN 3BKRT VE YART PLANLAMALARINA AİT REFERANS DOZ DEĞERLERİNDE REKTUM HACİMLERİ.....	59
ŞEKİL 4. 30 '8' NUMARALI HASTA İÇİN 3BKRT VE YART PLANLAMALARINA AİT REFERANS DOZ DEĞERLERİNDE MESANE HACİMLERİ.....	59
ŞEKİL 4. 31 '9' NUMARALI HASTA İÇİN 3BKRT VE YART PLANLAMALARINA AİT REFERANS DOZ DEĞERLERİNDE REKTUM HACİMLERİ.....	60
ŞEKİL 4. 32 '9' NUMARALI HASTA İÇİN 3BKRT VE YART PLANLAMALARINA AİT REFERANS DOZ DEĞERLERİNDE MESANE HACİMLERİ.....	60
ŞEKİL 4. 33 '10' NUMARALI HASTA İÇİN 3BKRT VE YART PLANLAMALARINA AİT REFERANS DOZ DEĞERLERİNDE REKTUM HACİMLERİ.....	61
ŞEKİL 4. 34 '10' NUMARALI HASTA İÇİN 3BKRT VE YART PLANLAMALARINA AİT REFERANS DOZ DEĞERLERİNDE MESANE HACİMLERİ.....	61

ÇİZELGELER DİZİNİ

ÇİZELGE 3. 1 HASTA BİLGİLERİ	28
ÇİZELGE 3. 2 HER VAKA İÇİN ELDE EDİLEN BT GÖRÜNTÜLERİNİN KESİT KALINLIKLARI	29
ÇİZELGE 3. 3 PTV İÇİN CTV'YE EKLENEN PAYLAR	31
ÇİZELGE 4. 1 1.OLGU İÇİN 3BKRT TEKNİĞİ İLE YAPILAN PLANLAMADAN ELDE EDİLEN DOZ DEĞERLERİ	37
ÇİZELGE 4. 2 2.OLGU İÇİN 3BKRT TEKNİĞİ İLE YAPILAN PLANLAMADAN ELDE EDİLEN DOZ DEĞERLERİ	37
ÇİZELGE 4. 3 3.OLGU İÇİN 3BKRT TEKNİĞİ İLE YAPILAN PLANLAMADAN ELDE EDİLEN DOZ DEĞERLERİ	38
ÇİZELGE 4. 4 4.OLGU İÇİN 3BKRT TEKNİĞİ İLE YAPILAN PLANLAMADAN ELDE EDİLEN DOZ DEĞERLERİ	38
ÇİZELGE 4. 5 5.OLGU İÇİN 3BKRT TEKNİĞİ İLE YAPILAN PLANLAMADAN ELDE EDİLEN DOZ DEĞERLERİ	38
ÇİZELGE 4. 6 6.OLGU İÇİN 3BKRT TEKNİĞİ İLE YAPILAN PLANLAMADAN ELDE EDİLEN DOZ DEĞERLERİ	38
ÇİZELGE 4. 7 7.OLGU İÇİN 3BKRT TEKNİĞİ İLE YAPILAN PLANLAMADAN ELDE EDİLEN DOZ DEĞERLERİ	38
ÇİZELGE 4. 8 8.OLGU İÇİN 3BKRT TEKNİĞİ İLE YAPILAN PLANLAMADAN ELDE EDİLEN DOZ DEĞERLERİ	39
ÇİZELGE 4. 9 9.OLGU İÇİN 3BKRT TEKNİĞİ İLE YAPILAN PLANLAMADAN ELDE EDİLEN DOZ DEĞERLERİ	39
ÇİZELGE 4. 10 10.OLGU İÇİN 3BKRT TEKNİĞİ İLE YAPILAN PLANLAMADAN ELDE EDİLEN DOZ DEĞERLERİ	39
ÇİZELGE 4. 11 1.OLGU İÇİN YART TEKNİĞİ İLE YAPILAN PLANLAMADAN ELDE EDİLEN DOZ DEĞERLERİ	39
ÇİZELGE 4. 12 2.OLGU İÇİN YART TEKNİĞİ İLE YAPILAN PLANLAMADAN ELDE EDİLEN DOZ DEĞERLERİ	40
ÇİZELGE 4. 13 3.OLGU İÇİN YART TEKNİĞİ İLE YAPILAN PLANLAMADAN ELDE EDİLEN DOZ DEĞERLERİ	40
ÇİZELGE 4. 14 4.OLGU İÇİN YART TEKNİĞİ İLE YAPILAN PLANLAMADAN ELDE EDİLEN DOZ DEĞERLERİ	40
ÇİZELGE 4. 15 5.OLGU İÇİN YART TEKNİĞİ İLE YAPILAN PLANLAMADAN ELDE EDİLEN DOZ DEĞERLERİ	40
ÇİZELGE 4. 16 6.OLGU İÇİN YART TEKNİĞİ İLE YAPILAN PLANLAMADAN ELDE EDİLEN DOZ DEĞERLERİ	41
ÇİZELGE 4. 17 7.OLGU İÇİN YART TEKNİĞİ İLE YAPILAN PLANLAMADAN ELDE EDİLEN DOZ DEĞERLERİ	41
ÇİZELGE 4. 18 8.OLGU İÇİN YART TEKNİĞİ İLE YAPILAN PLANLAMADAN ELDE EDİLEN DOZ DEĞERLERİ	41
ÇİZELGE 4. 19 9.OLGU İÇİN YART TEKNİĞİ İLE YAPILAN PLANLAMADAN ELDE EDİLEN DOZ DEĞERLERİ	41
ÇİZELGE 4. 20 10.OLGU İÇİN YART TEKNİĞİ İLE YAPILAN PLANLAMADAN ELDE EDİLEN DOZ DEĞERLERİ	42
ÇİZELGE 4. 21 'I' NUMARALI HASTA İÇİN 3BKRT VE YART PLANLAMALARINA AİT REFERANS DOZLAR İÇİN REKTUM HACİMLERİ	48

ÇİZELGE 4.22 '1' NUMARALI HASTA İÇİN 3BKRT VE YART PLANLAMALARINA AİT REFERANS DOZLAR İÇİN MESANE HACİMLERİ.....	48
ÇİZELGE 4. 23 '2' NUMARALI HASTA İÇİN 3BKRT VE YART PLANLAMALARINA AİT REFERANS DOZLAR İÇİN REKTUM HACİMLERİ.	48
ÇİZELGE 4. 24 '2' NUMARALI HASTA İÇİN 3BKRT VE YART PLANLAMALARINA AİT REFERANS DOZLAR İÇİN MESANE HACİMLERİ.....	48
ÇİZELGE 4. 25 '3' NUMARALI HASTA İÇİN 3BKRT VE YART PLANLAMALARINA AİT REFERANS DOZLAR İÇİN REKTUM HACİMLERİ.	48
ÇİZELGE 4. 26 '3' NUMARALI HASTA İÇİN 3BKRT VE YART PLANLAMALARINA AİT REFERANS DOZLAR İÇİN MESANE HACİMLERİ.....	49
ÇİZELGE 4. 27 '4' NUMARALI HASTA İÇİN 3BKRT VE YART PLANLAMALARINA AİT REFERANS DOZLAR İÇİN REKTUM HACİMLERİ.	49
ÇİZELGE 4. 28 '4' NUMARALI HASTA İÇİN 3BKRT VE YART PLANLAMALARINA AİT REFERANS DOZLAR İÇİN MESANE HACİMLERİ.....	49
ÇİZELGE 4. 29 '5' NUMARALI HASTA İÇİN 3BKRT VE YART PLANLAMALARINA AİT REFERANS DOZLAR İÇİN REKTUM HACİMLERİ.	49
ÇİZELGE 4. 30 '5' NUMARALI HASTA İÇİN 3BKRT VE YART PLANLAMALARINA AİT REFERANS DOZLAR İÇİN MESANE HACİMLERİ.....	49
ÇİZELGE 4. 31 '6' NUMARALI HASTA İÇİN 3BKRT VE YART PLANLAMALARINA AİT REFERANS DOZLAR İÇİN REKTUM HACİMLERİ.	50
ÇİZELGE 4. 32 '6' NUMARALI HASTA İÇİN 3BKRT VE YART PLANLAMALARINA AİT REFERANS DOZLAR İÇİN MESANE HACİMLERİ.....	50
ÇİZELGE 4. 33 '7' NUMARALI HASTA İÇİN 3BKRT VE YART PLANLAMALARINA AİT REFERANS DOZLAR İÇİN REKTUM HACİMLERİ.	50
ÇİZELGE 4. 34 '7' NUMARALI HASTA İÇİN 3BKRT VE YART PLANLAMALARINA AİT REFERANS DOZLAR İÇİN MESANE HACİMLERİ.....	50
ÇİZELGE 4. 35 '8' NUMARALI HASTA İÇİN 3BKRT VE YART PLANLAMALARINA AİT REFERANS DOZLAR İÇİN REKTUM HACİMLERİ.	50
ÇİZELGE 4. 36 '8' NUMARALI HASTA İÇİN 3BKRT VE YART PLANLAMALARINA AİT REFERANS DOZLAR İÇİN MESANE HACİMLERİ.....	51
ÇİZELGE 4. 37 '9' NUMARALI HASTA İÇİN 3BKRT VE YART PLANLAMALARINA AİT REFERANS DOZLAR İÇİN REKTUM HACİMLERİ.	51
ÇİZELGE 4. 38 '9' NUMARALI HASTA İÇİN 3BKRT VE YART PLANLAMALARINA AİT REFERANS DOZLAR İÇİN MESANE HACİMLERİ.....	51
ÇİZELGE 4. 39 '10' NUMARALI HASTA İÇİN 3BKRT VE YART PLANLAMALARINA AİT REFERANS DOZLAR İÇİN REKTUM HACİMLERİ.	51
ÇİZELGE 4. 40 '10' NUMARALI HASTA İÇİN 3BKRT VE YART PLANLAMALARINA AİT REFERANS DOZLAR İÇİN MESANE HACİMLERİ.....	51

1.GİRİŞ

Prostat kanseri yavaş ilerleyen bir kanser olmasına rağmen her yıl binlerce insan prostat kanseri nedeni ile ölmektedir.Günümüzde hasta bilincinin artması, prostat spesifik antijen (PSA) taraması ve ultrason eşliğinde yapılan biyopsi yöntemlerinin kullanılması ile prostat kanserine erken evrede tanı konulabilmektedir.Bu yöntemler hastanın tedavisinde ve mortalitenin azalmasında yüksek oranda katkıda bulunmaktadır.

Erken evre prostat kanseri tedavisinde radikal prostatektomi, eksternal radyoterapi veya brakiterapi tedavi seçenekleri sunulmaktadır.Üç tedavi şekline göre klinik sonuçlar aynı olmasına rağmen tedaviye bağlı yan etkilerde farklılıklar görülmektedir.

Son yıllarda radyoterapideki teknolojik gelişmelerle birlikte prostat kanseri tedavisinde kullanılan teknikler de hızla ilerlemiştir.Özellikle modern görüntüleme yöntemleri olan bilgisayarlı tomografi (BT) ve magnetik rezonans görüntüleme (MR) ile hasta anatomisinin üç boyutlu görüntülenmesi ve tümörün normal doku ile ilişkisinin daha net ortaya konulması ile birlikte üç boyutlu konformal radyoterapi tekniği kullanılmaya başlanmıştır.Son yıllarda 3BKRT'nin gelişmiş bir tekniği olan yoğunluk ayarlı radyoterapi tekniği de yaygın bir şekilde uygulanmaya başlanmıştır. Yeni (RT) tekniklerinin kullanımı, toksisiteyi arttırmadan RT'nin yüksek dozlarının güvenle uygulanmasına izin vermektedir (Boehmer vd. 2004).

3BKRT ve YART teknikleri hedef organ olan prostatı tam olarak kapsarken çevresindeki normal dokuları daha iyi korur, böylece RT'de verilen toplam doz bu iki tedavi tekniği kullanıldığında daha da yükseltilebilir.Dozun yükseltilmesi biyokimyasal yinelemesiz sağ kalım süresini arttırır (Buyyounouski vd. 2009).

Bu çalışmanın amacı; prostat kanseri tedavisinde uygulanan iki ayrı radyoterapi tekniğine göre hedef ve kritik organ dozlarının değişimini incelemektir.

2. KURAMSAL TEMELLER

2.1 PROSTAT KANSERİ

Prostat kanseri günümüzde erkeklerde en sık görülen organ kanseridir. Akciğer kanserinden sonra ikinci sırada ölüm nedenidir. Otopsi çalışmalarına göre 50 yaş civarında bir erkekte prostat kanseri bulunma riski %30-50 iken bu oran 80 yaşında %80'e ulaşmaktadır (Whingo PA vd. 1995). ABD'de yapılan bir araştırmaya göre 50 ve üstü yaş grubunda her 10 erkekten birinde klinik önemi olan prostat Ca saptanmaktadır. Yaşa bağımlı olarak artan insidans (olma sıklığı, tekrar oranı) sonucunda 75 yaş üstü grupta prostat kanseri ABD'de erkeklerde kanserden en sık ölüm nedeni olmaktadır (Murph GP, 1982). 2006 yılında Avrupa da 345.900 yeni prostat kanserli hasta tespit edilmiş olup, yine 87.400 hasta prostat kanseri nedeni ile hayatını kaybetmiştir (Ferlay vd. 2007) Prostat kanserinde nadiren 40 yaşın altında tanı konulmaktadır ve genellikle de 50 yaşından genç kişilerde sık olarak tespit edilememektedir. Prostat kanserini 40 yaşın altında görülme olasılığı 1/10.000, 40-59 yaş arasında 1/03 iken, bu oran 60-79 yaşları arasında ise 1/8'dir.

2.2 PROSTAT KANSERİNDE RİSK FAKTÖRLERİ

Prostat kanseri gelişmesinde etkili faktörler kesin bir şekilde belirlenememekle beraber prostat kanserinin oluşumunda etkili olan bazı risk faktörleri tanımlanmıştır. Bu faktörleri kalıtım, yaş, ırk, diyet ve kimyasal maddeler olarak sıralamak mümkündür.

2.2.1 Kalıtım

Birinci derece akrabalarında prostat kanseri bulunan kişilerde risk 2-3 kat artar. Prostat kanserlerinin %9'unda genetik yatkınlık saptanmıştır (Carter, B.S., Beaty, T.H., Bova, G.S. 1993).

2.2.2. Yaş

Prostat kanseri tanısı alan hastaların yaklaşık %95'inde tanı 45 ile 89 yaşları (ortalama 72 yaş) arasında konulmaktadır.

2.2.3 Irk

Siyah ırkta beyaz ırka göre daha fazla görülme olasılığı vardır.

2.2.4 Diyet

Hayvansal yağlardan zengin diyetin kolesterol dengesini değiştirerek prostat kanserine yol açtığı düşünülmektedir. Prostat kanserinin, yüksek yağ içerikli diyetle beslenme alışkanlığı olan toplumlarda daha sık, soya ürünlerinin bol tüketildiği uzakdoğu ülkelerinde ise daha az görüldüğü gözlenmiştir. Ayrıca vitamin E, selenyum, özellikle domateste bol miktarda bulunan antioksidan madde likopen ve yeşil çay tüketiminin prostat kanseri olasılığını azalttığı öne sürülmüştür.

2.2.5 Kimyasal Maddeler

Kimyasal maddelerden kadmiyumlu maddelerle çalışırken kadmiyum buharının solunmasının prostat kanserine yol açtığı bildirilmiştir. Prostat kanserinin neden ortaya çıktığı tam olarak bilinmemekle birlikte, cinsiyet hormonları ile ilgilidir. Günümüzde elde edilen bilgiler doğrultusunda testosteronun prostat bezindeki hücrelerde aşırı uyarı yaparak kansere yol açabileceği söylenmekte, ancak tek etkenin bu hormon olmadığı düşünülmektedir (Dirican 2008).

2.3 PROSTAT KANSERİNİN OLUŞUMU

Prostat kanseri hücreleri prostat bezi hücrelerinden gelişir. Prostat kanserinde ilk odak bez içerisinde küçük bir nodül şeklindedir. Daha sonraki aşamada tümör prostat bezini kaplar ve prostat bezi kapsülünü geçerek çevreye yayılır. Seminal veziküllere ilerler. Ayrıca kan ya da

lenf yoluyla vücudun diğer organlarına yayılır.Kan veya lenf yoluyla sıklıkla vertebralar, pelvik kemikler, kafatası ve diğer kemiklere, karaciğer ve akciğerlere yayılır (Doll,R. 1980).

2.3.1.Hastalığın Belirtileri

Prostat kanseri özellikle erken dönemlerinde çok sinsi bir hastalıktır.Kanser yıllar boyunca hiçbir belirti göstermeden yerleşip büyüebilir.Hatta kanser başladıktan 5-10 yıl sonra hiçbir belirti vermeyebilir.Hastalık ilerleyince belirtiler başlar.Hastaların %75'inde zor idrar yapma şikayeti vardır.Bu belirtiler büyüyen prostatın idrar torbası önünde yaptığı tıkanıklık nedeni ile olmaktadır.Sık idrara çıkma, idrar yaparken zorlanma, gece idrara çıkma, idrarın kalınlığında azalma, idrarda kan görülmesi gibi belirtiler ile erken dönemde hastalar doktora başvurabilir.

Bazen ilk belirti, tümörün uzak organlara yayılımı ile ilgili olarak, karnın alt kısımlarında, bacaklarda ve bel bölgelerinde ağrı, halsizlik, kilo kaybı olabilir.Bazen de hastalarda, prostat kanseri dokusunun her iki böbrekten çıkan idrar kanallarını (üreter) tıkaması sonucu böbrek yetmezliği ve buna bağlı belirtiler olabilir (Doll, R. 1980).

2.3.2.Hastalığın Tanısı

Erkeklerde en çok görülen kanser olan prostat kanseri erken safhalarda teşhis edilirse ve tedavi şekli uygun seçilirse iyileşme şansı yüksek olan bir hastalıktır.Henüz kapsül dışına yayılmamışsa kanserin yok edilmesi mümkündür.Bu nedenle 45 yaşını aşan erkeklerin yılda bir kez prostat kontrolünden geçmesi büyük önem taşır (Dobbs 1999).Hastalığın teşhisi, fiziki muayene, laboratuvar testleri, görüntüleme teknikleri ve makattan ultrasonografi eşliğinde prostattan alınan parça ile konur.

2.4 PROGNOSTİK FAKTÖRLER

Prostat kanseri hastaları üç parametre (tedavi öncesi PSA, Gleason skoru (GS) ve klinik tümör evresi) kullanılarak düşük- orta ve yüksek risk gruplarına ayrılır (Perez 2008).

Prostat kanserinde risk gruplarına göre sınıflandırma aşağıdaki gibidir.

- Düşük risk grubu; PSA \leq 10 ng/mL GS 2-6 ve klinik tümör evresi T1 veya T2b

- Orta risk grubu; PSA >10-20 ng/mL veya GS 7 veya klinik tümör evresi \geq T2c
- Yüksek risk grubu; PSA >20 ng/mL veya GS 8-10 veya klinik tümör evresi \geq T3a

2.4.1.Prostat Kanserinin Evrelemesi

Prostat kanseri evrelemesinde iki amaç vardır:Prognozu tahmin etmek ve hastalığın yaygınlığına göre uygun tedaviyi belirlemektir (Carter, H.B. 2002). Prostat kanseri için ilk klinik evreleme sınıflaması 1956'da Whitmore tarafından yapılmıştır ve Jewett tarafından 1975'te modifiye edilmiştir.'American Joint Committe for Cancer Staging' (AJCC) ve 'International Union Against Cancer' (UICC) 1992 yılında prostat kanseri için yeni bir TNM sınıflaması uyarlamışlardır.Bu sistem 1997 ve 2003'de modifiye edilmiştir.

Klinik evreleme, genellikle ilk değerlendirmeyi yapan klinisyen tarafından, parmakla rektal muayene, serum tümör belirleyicileri, tümör derecesi ve görüntüleme yöntemleri ile değerlendirilmesidir (Perez 2008)

Prostat kanserinin 2003 TNM evreleme sistemi ;

Primer tümör (T)

TX Primer tümör değerlendirilemiyor

T0 Primer tümör bulgusu yok

T1 Palpasyonla ya da görüntüleme teknikleri ile klinik olarak belirgin olmayan tümör

T1a Histolojik incelemede rezeke edilen dokunun %5 veya daha azında tümör

T1b Histolojik incelemede rezeke edilen dokunun %5 veya daha fazlasında tümör

T1c Yükselmiş PSA gibi nedenlerle yapılan iğne biyopsilerinde saptanan tümör

T2 Prostat içinde palpe edilebilen veya görüntülenebilen sınırlı tümör*

T2a Bir lobun yarısını veya daha azını tutan tümör

T2b Bir lobun yarısından fazlasını tutan fakat iki lobu tutmayan tümör

T2c Her iki lobu tutan tümör

T3 Prostat kapsülü boyunca yayılan tümör **

T3a Ekstrakapsüler yayılım (tek ya da iki taraflı)

T3b Seminal veziküllere yayılan tümör

T4 Tümör, Seminal veziküller dışındaki komşu yapılara da fikse olmuş veya yayılmıştır.

T4a Mesane boynu, eksternal sfinkter veya rektuma yayılan tümör

T4b Levator kası ve/veya pelvik duvara yayılan tümör.

*İğne biyopsisi ile bir ya da iki lobda saptanan tümör, palpe edilemiyor veya görüntüleme ile güvenilir olarak gösterilemiyorsa T1c olarak sınıflandırılır

**Prostat apeksine ya da kapsül içine invazyon (dışına değil), T3 olarak değil T2 olarak sınıflandırılır.

Bölgesel Lenf Nodları

NX Bölgesel lenf nodu değerlendirilemez

N0 Bölgesel lenf nodu metastazı yok

N1 2 cm'den küçük tek bir lenf nodunda metastaz

N2 2 cm'den büyük 5 cm'den küçük tek bir lenf nodunda metastaz

N3 5 cm'den büyük lenf nodunda metastaz

Uzak Metastazlar

MX Uzak metastazlar değerlendirilemez

M0 Uzak metastaz yok

M1 Uzak metastaz var

M1a Bölgesel olmayan lenf nodlarına metastaz

M1b Kemik metastazı

M1c Başka yerlere metastaz

2.5 PROSTAT KANSERİ TEDAVİSİ

Prostat kanserinde en uygun tedavi yaklaşımı tartışmalıdır.Klinik olarak lokalize prostat kanserinde uygulanan tedavi yöntemleri radikal prostatektomi, eksternal radyoterapi veya interstisiyel brakiterapidir(Coşkun,N. 2008).Ancak bu tedavi yöntemlerinin seçiminde birçok faktör göz önünde bulundurulur.Hastada beklenen yaşam süresi, uygulanacak tedavinin yan etkileri, yaşam kalitesi, tümörün özellikleri (gradı,evresi,PSA değeri), doktorun deneyimi ve hastanın tercihi tedavi seçiminde yol gösterecektir (American Urological Association Prostate Cancer Clinical Guidelines Panel 1995).Bu faktörlerin içerisinde en önemlileri hastanın yaşı ve evresidir.Lokal ileri hastalık ve ileri yaş gibi durumlarda eksternal radyoterapi primer tedavi olarak yerini almıştır.Medikal problemler yaşayan, yaşlı, gleason skoru düşük

olgularda dikkatli izlem de önerilmektedir (Yadoga,A.,Petrylak,D. 1993). Yapılan randomize çalışma olmasına rağmen erken evre prostat kanserinde hem biyokimyasal nüks, hem hastalısız sağ kalım sonuçlarında radikal prostatektomi, yüksek doz eksternal radyoterapi ve interstisiel brakiterapi arasında fark olmadığı görülmektedir.

Yapılan cerrahi uygulama, geç yan etkileri nedeni ile hastaların yaşam kalitesini etkileyebilmektedir.Bunların en önemlilerinden biri anastomoz yerinde gelişen striktürün hastalarda idrar yapma güçlüğü çekmesine neden olmasıdır.Diğer komplikasyonu ise daha sıklıkla görülen ve hastalarda ciddi boyutta rahatsızlık veren idrar inkontinansıdır.Hastalarda operasyon sonrası erektil disfonksiyon görülmekle birlikte sıklıkla koruyucu cerrahi teknikleri geliştirilmesi ile bu komplikasyonun azaldığı bildirilmektedir.Eksternal radyoterapide prostat kanserinin lokal kontrolünü sağlamak için 70 Gy üzeri dozlar sıklıkla tercih edilmektedir.Hanks ve arkadaşlarının 624 T3 prostat kanserli olgu ile yaptığı çalışmada 7 yıllık lokal nüks oranları 60-65 Gy doz alanlarda %36, 65-70 Gy doz alanlarda %32, 70 Gy üzerinde doz alanlarda %24 olarak belirlenmiştir.Hem daha yüksek radyasyon dozlarına çıkma ihtiyacı hem de çevredeki normal organlara daha az zarar verme gerekliliği daha kompleks radyoterapi tekniklerinin geliştirilmesi ihtiyacını doğurmuştur.

İki boyutlu radyoterapi tekniği hedef hacmi kaçırmamak için belirlenen geniş payla radyoterapi alanları ile pelvik bölgedeki normal dokuların fazla dozda radyoterapi almasına neden olmaktadır.Bu da normal doku toksisitesinin 2 boyutlu radyoterapide 70 Gy üzerine çıkılmasını sınırladığı anlamına gelmektedir.

3BKRT’de, BT ile hedef hacim rahatlıkla belirlenebildiği için daha sınırlı bir payla daha yüksek radyoterapi dozlarına çıkmak mümkün olabilmektedir.Bu tekniğin daha gelişmiş olan YART ile her bir tedavi alanında doz yoğunluğu ayarlanarak çevrede bulunan risk altındaki organlara minimum doz verilmesi mümkün olmaktadır.

Leibel ve arkadaşlarının yaptığı bir çalışmada, 907 prostat kanserli hasta 3BKRT ve YART ile tedavi edilmiştir.5 yıllık lokal nüksüz sağ kalım oranlarının 81-86 Gy doz alanlarda %96, 75 Gy doz alanlarda %86 (p=0.01), 63.8-70.1 Gy doz alanlarda %65 (p=0.008) olduğu görülmüştür.Bu çalışma en iyi kür oranlarının 81 Gy ve üzeri radyoterapi dozları ile mümkün olduğunu göstermektedir.

Prostat kanseri hormonla ilişkili birkaç kanser türünden biridir.Bu kanserin oluşum mekanizmasında androjenin rol oynaması nedeni ile antiandrojen ajanlar tedavinin önemli bir parçasını oluşturmaktadır.Prostat kanserinin hormonal ilişkisi baskın olsa bile, diğer taraftan antiandrojenlerden bağımsız, kemoterapi ve radyoterapiye dirençli tedaviden istenilen yanıtın alınmadığı tümörler de vardır.Sağlanacak kür oranları ya ileri radyoterapi teknikleri kullanılarak radyasyonun dozunu arttırarak veya son yıllarda sıkça gündemde olan radyasyonun etkinliğini arttıran ajanlar kullanarak mümkün olmaktadır.(İspir, B. 2009)

2.6 PROSTAT KANSERİ RADYOTERAPİSİ

Prostat kanseri ışınlaması, eksternal radyoterapi ve brakiterapi olmak üzere iki şekilde yapılır.Eksternal radyoterapi de lineer hızlandırıcılardan elde edilen yüksek enerjili radyasyon demetleri (6-25MV) kullanılır.Eksternal radyoterapide ışınlar vücut dışından belirli açılarda verildiği için, sağlam dokularda radyoterapi alanı içerisinde kalmaktadır.Brakiterapi ise prostat kanserinin, prostat dokusu içerisine yerleştirilen radyoaktif maddeler ile tedavi edilmesi yöntemidir.Brakiterapide verilen doz komşu organlara zarar vermeden prostat ile sınırlıdır.

Prostat kanserinin eski dönemdeki radyoterapisi 4 alandan, 30-35 fraksiyonda 60-70 Gy dozlar verilerek uygulanmaktaydı.1980'lerin sonunda 3BKRT bu yaklaşımın yerini almaya başladı.3BKRT tümöre yüksek dozu vererek buna karşılık tümöre komşu organlarda en düşük dozun elde edilmesini sağlayan ve 2 boyutlu (2B) tedavi planlamalarının eksikliklerini ortadan kaldıran bilgisayar destekli modern bir radyoterapi teknolojisidir.

Radyoterapideki son gelişmelerden biri de YART'dır.YART tekniği, homojen olmayan yoğunlukta doz dağılımları sağlayan bilgisayar destekli optimizasyon temeline dayalı daha gelişmiş bir 3BKRT şeklidir.

2.6.1 Üç Boyutlu Konformal Radyoterapi (3BKRT) Tekniği

Teknolojideki ve bilgisayar alanındaki gelişmeler radyasyon onkolojisini 3BKRT çağına taşımıştır.BT ve manyetik rezonans görüntüleme (MRG) amaç tümörün ve hasta anatomisinin üç boyutlu görüntülenmesini sağlamaktır.Radyasyon onkoloğuna hedef

hacimleri her bir kesit üzerinde çizebilme imkanı verir.Hedeflerin ve ilgili anatomik yapıların çizilmesindeki bu işlem ‘konturlama’ olarak adlandırılır (Khan, F.M. 2003).

Üç-boyutlu tedavi planlama sistemleri pek çok açıdan farklılık gösterir; fakat hepsi ortak prensiplere dayanır.BT’ye dayanan simülasyon görüntüleri, prostat ve normal organları kesitleme ve üç-boyutlu yeniden yapılandırmalarda yüksek çözünürlük yaratmak için kullanılır.Konformal radyoterapi için simülasyon ve set-up, tedavi belirsizliklerini azaltmanın ve uzatılmış tedavi süresi boyunca gerekli olan set-up tekrarlanabilirliğini genişletmenin yanı sıra çeşitli taktikleri birleştirir.

3BKRT tekniğinde hasta BT taramasına alınır.Radyasyon onkoloğu BT görüntüleri üzerinde kritik organları (mesane, rektum, sağ ve sol femur başları) ve hedef organları (prostat ve seminal veziküller) belirler.Ayrıca ‘International Commission on Radiotherapy Units and Measurement’(ICRU) 50 ve 62 kriterlerine uygun olarak klinik hedef hacim (CTV) ve planlanan hedef hacim (PTV) de tanımlanır.

Tedavinin uygunluğuna karar vermek için, PTV, CTV, rektum, mesane ve femur başları için doz hacim histogramları oluşturulur.Uygun doz dağılımını elde edebilmek için alan boyutları, korumalı alanlar için kullanılan çok yapraklı kolimatörler ve kama açıları değiştirilerek optimal plan elde edilir.

2.6.2 Yoğunluk Ayarlı Radyoterapi (YART) Tekniği

Yoğunluk ayarlı radyoterapi (YART), lineer hızlandırıcıların kullanılmasından günümüze kadar, en önemli teknik avantajları sunan tedavi şeklidir.YART ile klinik açıdan, konveks olmayan konformal doz dağılımlarının uygulanması yüksek oranda mümkün olmaktadır.YART, bilgisayar kontrollü optimizasyon tekniği ile homojen olmayan doz dağılımı elde edilen üç boyutlu konformal radyoterapinin geliştirilmiş şeklidir (Ezzell vd.2003).

Üç boyutlu konformal radyoterapi hedef hacim ve normal dokuların tanımlandığı birden fazla transvers kesit içeren görüntülerin üzerinde, demetlerin gantrinin çıkış penceresinden projeksiyonu ile yerleştirildiği, hacimsel doz hesaplarının yapıldığı ve hacimsel plan elde

etme araçları içeren bir planlama tekniğidir.Üçboyutlu konformal radyoterapide, blok ya da çok yapraklı kolimatör (ÇYK) alan şekillendirmesinde kullanılmaktadır.Demetteki yoğunluk değişikliği için kama ya da doku kompensatörleri kullanılmaktadır.Buradaki amaç hedef hacimde doz homojenitesini artırmaktır(Ezzell vd.2003, Khan 2003).

YART, üç boyutlu konformal radyoterapinin bütün araçlarını kullanmakta ve buna yeni geliştirilmiş özellikler eklemektedir.YART her bir alanda yoğunluk modülasyonu ile daha gelişmiş doz dağılımı elde etmeye olanak sağlamaktadır.YART'da teknikler gantri hareketine göre, sabit ve hareketli olarak uygulanmaktadır.Tedavi planlamasında, ters planlama tekniği ile plan optimizasyonu ve yoğunluk modülasyonu elde edilmektedir(Ezzell vd.2003,Dirican 2008).

YART uygulamalarında her bir segment kısa ışınlama süreleriyle, dolayısıyla da daha küçük MU (Monitor Unit) ile gerçekleştirilmektedir.Step-and-Shoot tekniği ile yoğunluk ayarlı radyoterapi uygulamalarında bir segment için hesaplanan MU verildikten sonra yapraklar yeni segment pozisyonunu alırken ışınlama kesilir.Bu nedenle ışınlama sürekli olarak devam etmez.Lineer hızlandırıcıların kısa süreli ışınlamalarda doz verimi kararlı olmalıdır.Bu durum tedavi doğruluğunu önemli ölçüde etkilemektedir(LoSasso1998, Ezzell 2003).

Kompleks bir YART planında segment sayısı fazla olduğundan, bir çok alan küçük MU değerleri ile verilmektedir.Örneğin 200 cGy ile tedavi edilen bir hasta için 100 segment ve her bir segment için ortalama 3-5 MU hesaplanmaktadır.(LaSasso 1998).

Üç boyutlu konformal tedavide, tedavi planlama sistemi (TPS) tarafından hesaplanan MU, demet ile ilgili temel dozimetri bilgileri ve geometri bilgilerini kullanarak el hesabı ile doğrulanabilmektedir.YART'da Step-and-Shoot tekniğinde demet birçok segmentten oluştuğundan el hesabı ile doğrulama yapmak çok zaman alıcı ve güçtür.Sliding Window tekniğinde ise ışınlama süresince ÇYK sürekli hareket ettiğinden el hesabı ile doğrulama mümkün olmamaktadır.Bu nedenle hasta planı dozimetrik olarak tedaviden önce kontrol edilmelidir.(Khan 2003, Rhein vd. 2006)

Doğrulama ölçümlerinden önce TPS'de hasta için oluşturulan planın bir demeti ya da tümü, hasta planının kontrol edileceği fantomun görüntülerine aktarılmakta ve fantom için doz hesabı yapılmaktadır.Hasta dozimetri kalite kontrollerinde kullanılan birçok yöntem vardır.Bu

ölçümler için iyon odası, radyografik film, radyokromik film ya da iki boyutlu array dedektörü gibi dedektörlerle özel tasarlanmış YART doğrulama fantomları kullanılmaktadır.(Wang 1995,Rhein vd. 2006).

Yoğunluk ayarlı radyoterapi, hedef hacimde çok iyi uygulanabilen, doz homojenitesini arttıran, sağlam dokuları koruyan ve yüksek tedavi dozlarının uygulandığı bir tekniktir.Yöntemin avantajlarını korumak için gerekli kalite kontrollerinin eksiksiz ve doğru yapılması gerekmektedir.Özellikle küçük hedef hacimlerin yüksek dozlarla tedavilerinde bu kalite kontroller daha fazla önem kazanmaktadır.(Nopnop vd. 2008)

3BKRT'nin geliştirilmiş bir formu olan YART'de ana demet, hedef bölgede farklı yoğunluklar oluşturacak şekilde ayarlanmış daha küçük demetçiklere veya segmentlere bölünür.Bu şekilde oluşan doz dağılımının konvansiyonel tedavilerden en önemli farkı çevre kritik organların daha iyi korunabilmesidir.Bu nedenle YART hedef bölgede daha yüksek dozlara çıkabilme imkanı sağlar.Ayrıca eş zamanlı olarak farklı hedef bölgelere farklı tedavi dozları uygulanabilir.Bu özellikler göz önüne alındığında, uzun sağ kalım sağlanan hasta gruplarında YART'nin tümör kontrolünü artırırken tedaviye bağlı yan etkilerin en aza indirgenmesi açısından önemi ve buna bağlı olarak yaşam kalitesine katkısı olabilir.

Günümüzde iki temel YART tekniği kullanılmaktadır.Bunlar statik ve dinamik YART teknikleridir.Statik teknikte tedavi planlama sisteminde (TPS) önceden belirlenen sabit lif pozisyonlarında ışınlama yapılır.Liflerin hareketi sırasında ise ışınlama yapılmaz.Dinamik teknikte ise lifler sürekli hareketlidir ve ışınlama bu sırada yapılır.

TPS'de tedavi planlamaları ileri (forward) veya ters (inverse) planlama yöntemleri ile yapılır.İleri tedavi planlamasında kullanıcı geleneksel yöntemleri kullanarak demetleri tanımlar ve istenilen doz dağılımını sağlar.Ters tedavi planlamasında ise istenilen doz dağılımı kullanıcı tarafından tanımlanır ve planlama sistemi de istenilen amaca uygun 'optimal çözümü' bulur.YART tedavi planlamalarında ters tedavi planlama yöntemi kullanılır.

YART uygulanan hastanın koopere olması, uzun planlama ve tedavi süresini tolere edebilmesi ve tedavinin aciliyet taşımaması gerekmektedir.Tümörün düzensiz sınırlı veya konkav kenarlı olması, kritik organlara yakın olması, iyi bir immobilizasyon sağlanabilmesi

ve organ hareketlerinin minimal olması ise başlıca seçim kriterleridir (Chao, 2005). YART uygulama basamakları ise aşağıdaki gibidir.

- a. Hasta seçimi
- b. İmmobilizasyon ve BT simülasyon
- c. Hedef bölge ve normal dokuların belirlenmesi ve çizimi
- d. Tedavi planlaması ve optimizasyonu
- e. Plan değerlendirmesi
- f. Kalite kontrol
- g. Tedavinin verilmesi

Tedavi için seçilen hastaların YART planlamaları yapıldıktan sonra DVH'ları ve izodozları radyasyon onkoloğu tarafından değerlendirilir.YART planına onay verildikten sonra tedavide yüksek dozlara çıkıldığı için çeşitli kalite kontrol testlerinin yapılması YART'de çok önem taşır.

2.7 YOĞUNLUK AYARLI RADYOTERAPİ ve TEKNİKLERİ

Yoğunluk ayarlı radyoterapi çok yapraklı kolimatör bulunduran lineer hızlandırıcılar ile gerçekleştirilir.İşinlamaların yapıldığı düzensiz alanlar çene ve yaprakların hareketi ile sağlanır.Birçok farklı düzensiz radyasyon alanından yapılan işinlamaların toplam etkisi ile farklı yoğunlukta doz dağılımları elde edilir.(Khan 2003).

YART'da birçok tedavi metodu kullanılmaktadır.YART uygulamaları gantri hareketine göre sabit ya da hareketli olarak sınıflandırılmaktadır.Sabit gantri açılarında Step-and-Shoot ve Sliding Window tekniği bulunmaktadır.Hareketli gantri açılarında ise yoğunluk ayarlı ark terapi ve tomoterapi bulunmaktadır(Dirican 2008).

2.7.1 Step-and-Shoot Tekniği

Step-and-shoot tekniği, çok alanlı konvansiyonel radyoterapi tekniğinin gelişmiş bir şeklidir.Step-and-Shoot tekniğinde, belirli sayıda düzensiz alanlardan doz verilmesi ve bu kısmi alanların çakışıp birleşmesi ile yoğunluk ayarı yapılmaktadır.Bu kısmi alanların her birine ‘segment’ adı verilmektedir.Tedavide her bir segment için ÇYK pozisyonu otomatik olarak yer almakta ve hesaplanan MU verilmektedir.Daha sonra ışının kesilmesi ile ÇYK yeni pozisyonunu almakta ve burası için hesaplanan MU verilmektedir.Bu işlem bütün segmentler bitinceye kadar tekrarlanır.Bu tekniğe Step-and-Shoot tekniği denir (Khan 2003, Nill vd.2006).

2.7.2 Sliding Window Tekniği

Yoğunluk ayarlı radyoterapide Sliding Window tekniği, demet kapatılmadan yaprakların her birinin farklı hızlarda hareket etmesi ile gerçekleşmektedir.

2.8 YOĞUNLUK AYARLI RADYOTERAPİDE PLANLAMA

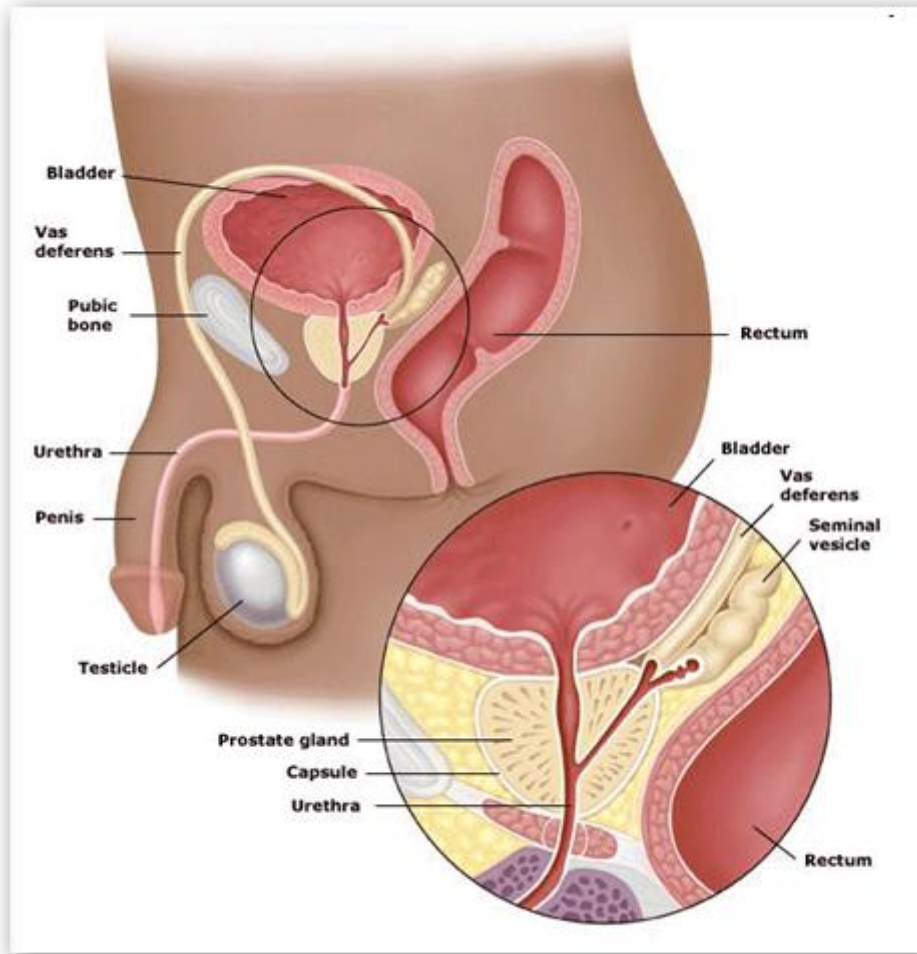
2.8.1 Ters Planlama

Ters planlama; planlama sisteminin, hedef organ hacmine istenilen dozu sağlarken riskli organ hacmine izin verilen tolerans limitleri doğrultusunda istenilen doz dağılımını hesaplayan, demet ve yaprak dizilişlerini veren planlama şeklidir.Algoritma daha iyi bir doz dağılımı elde etmek için demet parametrelerini başlangıçta belirlenen amaçlar doğrultusunda daha etkin kullanmaktadır.Tedavi planının değerlendirilmesi daha çok doz-hacim histogramlarına dayanarak yapılmaktadır.Bilgisayar kontrollü ÇYK’lar, YART’da alan demetini sınırlamak ve demet şiddetinin modülasyonunu sağlamakta kullanılır.Doz optimizasyonu ile hastaya en uygun plan oluşturulmaktadır.Ters planlama sistemi, hedefin ışınlanması ve kritik organların korunmasını sağlamada ileri planlama sisteminin sağlayamadığı yoğunluk ayarlı doz dağılımlarını sağlar.Tedavi planının verdiği doz dağılımının hastaya uygulanmadan önce doğrulanması gerekir.Fakat tedavi doğrulama tekniklerinde çok dikkatli olunmalıdır.(Dirican 2008)

2.9 PROSTAT KANSERİ TEDAVİSİNDE HEDEF ORGANLAR

2.9.1 Prostat

Prostat küçük pelviste simfisis pubis ve arcus pubisin arkasında diaphragma urogenitale'nin üstünde, mesanenin altında ve ampulla recti'nin önünde bulunur. Uretra başlangıcını sarar. Şekli kestaneye benzer. Ortalama 8 gr ağırlığında özel bir salgı bezidir. En geniş yeri olan tabanı 4 cm, ön arka uzunluğu 2 cm, dikey yüksekliği 3 cm'dir.



Şekil 2. 1 Prostat anatomisi.

Bezin fibröz bir fasyası vardır. Fasya kısmen damarlıdır. Fasyanın arka duvarında damar yoktur. Erkek fetusunda 4. ayda excavatio rectovesicalis'in pelvis tabanına doğru, aşağıya kadar inmesi prostatı rektumdan ayırır. Bu çıkmanın alt bölümü zamanla oblitere olur. Birleşen yaprakları fasyasının arka duvarını oluşturur.

Prostat bezi fascia prostate'den ayrı olarak ince, fakat sağlam bir kapsül ile çevrilmiştir.Kapsül prostat dokusuna sıkıca yapışmıştır.

Prostat tubuloalveoler bezlerden ve bu bezlerin arasını dolduran ara dokudan yapılmıştır.Prostat salgısı hafif alkalidir.Asit fosfataz, sitrik asit ve fibrinolizin içerir.Prostat salgısının alkali yapısı ovumun dölllenmesi için önemlidir.(Odar 1986)

2.9.2 Seminal Veziküller (Vesicula Seminalis)

Birbirinin içine geçmiş kesecikler, kıvrımlar ve girintileri olan tek bir kanaldır.Her iki yanda birer seminal vezikül vardır.Mesenenin arka yüzü ile rektum arasında kalır.Her vezikül 5 cm uzunluğunda biraz piramidal şekildedir.Tabanı dışa arkaya yukarıya doğrudur.Birbiri üzerine gelişi güzel kıvrımlar yapmış, girintiler oluşturmuş tek bir kanaldır.Kanalların genişliği 3-4 mm dir.Kıvrımlar açıldığı zaman uzunluğu 10-15 cm arasında değişir.Ucu, ya da tepesi yukarıda kör bir kese olarak sonlanır.

Bezin ön yüzü mesenenin arka yüzü ile komşudur.Üreterin son parçası yakınlarından prostatın tabanına kadar uzanır.Arka yüzü rektumdan fascia rectovesicalis ile ayrılmıştır.Bezler üstte birbirlerinden ayrı olup, ductus deferens ve üreterlerin son kısımlarına komşudurlar.

Salgısı hafif alkalidir.Spermlerin enerji ihtiyaçlarını karşılayan fruktoz, az miktarda askorbik asit, fibrinojen ile pıhtılaşma enzimini içerir.

Seminal veziküller spermatozoa'lar için bir depo değildir.Bez yapısındadır.Ejakulasyon esnasında kontraksiyon yapar.Salgısı spermlerin hareketlerini arttırdığı gibi, içlerinde bulunan fruktoz ve diğer besleyici maddeler ile spermlerin ovumu dölleyinceye kadar yaşamasını sağlar (Odar 1986).

2.10 PROSTAT KANSERİ TEDAVSİNDE KRİTİK ORGANLAR

2.10.1 Mesane (Vesica Urinaria)

İdrar için depo görevi yapan bir organdır.Büyüklüğü, şekli ve durumu bireylerin cinsiyetine, yaşına ve içinde bulunan idrar miktarına bağlı olarak değişir.Boşken tamamen küçük pelvis içinde yer alır.Dolduğu zaman karın boşluğunda öne ve yukarıya doğru büyür.Ortalama kapasitesi yetişkin erkeklerde 220 ml (120-320ml)'dir.Fakat 500 ml kadar idrarı depolayabilir.

Dolu mesanenin kenarları yuvarlaklaşır ve organ yumurtamsı bir şekil alır , alt yan yüzler dolu mesanede ön yüz olur.Peritonun ayrılma ölçüsü mesanenin genişlemesine bağlıdır.Ortalama 5 cm genişler.Aşırı genişlemelerde mesane göbeğe kadar yükselir (Odar 1986)

2.10.2 Rektum (Rectum)

Üçüncü sakral omur yüksekliğinde sigmoid kolon ile yukarıya doğru devam eder.Birleşme yeri mesocolon sigmoideumun alt ucu ile işaretlenebilir.Sırasıyla öne aşağıya ve arkaya, sonra aşağıya, tekrar ve son olarak aşağıya doğru ilerler.Anorektal birleşme koksiks ucunun biraz aşağısına 2-3 cm önünde yer alır.

Rektum 12 cm uzunluğundadır.Rektumun üst üçte ikisi periton ile örtülüdür.Periton kıvrım seviyesi erkeklerde daha yüksektir.

Rektum arkada orta çizgi üzerinde 3-4 ve 5. sakral omurlar, koksiks kemikleri, a.v. sacralis media, ganglion impar, a.v.rectalis superior ile komşudur.Rektum forimina sacralia pelvica boyunca gevşek bağ dokusu ile sakruma tutunur.Bağ dokusu içinden sakral spinal sinirler geçer.Erkeklerde önde rektumun ön yüzünden fundus vesicale ile seminal veziküllerin üst bölümleriyle komşudur.Periton kıvrımının altında ise mesane ve seminal veziküller alt bölümleri, ductus deferensler, üreterlerin terminal parçaları ve prostat ile komşudur (Odar1986).

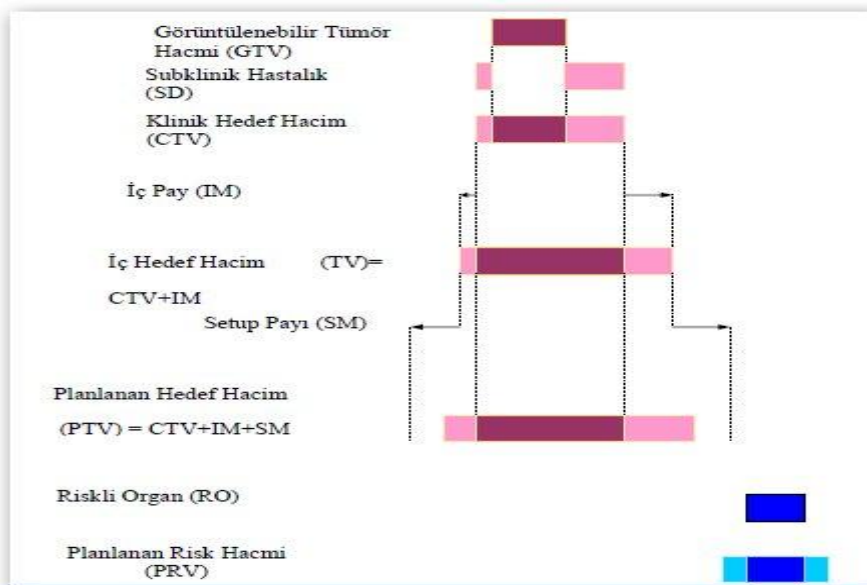
Ayrıca sağ ve sol femur başları kritik organ olarak değerlendirilmektedir.

2.11 RADYOTERAPİDE KULLANILAN HACİM TANIMLARI

Radyoterapide hasta planlaması yapmak için hedef hacim (tümör hacmi, riskli bölgeler vb.) ve sağlıklı dokuların (göz, böbrek, spinal kord gibi kritik organlar) radyasyon onkoloğu tarafından belirlenmesi gerekmektedir. Hasta tedavi planlamasında amaç, tümör hacmine homojen bir doz verilirken radyasyon alanı içindeki kritik organların mümkün yan etkilerden korunmasıdır.

BT, MRI ve PET-BT gibi sistemlerden elde edilen kesit görüntülere hedef hacim ve kritik organların çizilmesi ve kritik organların çizilmesi ve bunların birleştirilmesi ile oluşan üç boyutlu görüntü üzerinde uygun tedavi tekniği kullanılarak tedavi planı oluşturulmaktadır. Tedavi tekniği seçiminde, ortaya çıkan tümör şekli, büyüklüğü, derinliği ve kritik organlarla olan yakınlığı temel alınan parametreler olmaktadır. (Grosu vd. 2006, Kachelries 2006)

Radyoterapide iyi bir tedavi planlaması yapılabilmesi için ICRU 62 protokolüne göre çeşitli tümör hacim kavramlarına ve riskli organ kavramlarına standart tanımlar getirilmiştir.



Şekil 2. 2 ICRU 62’de tanımlanan hacim kavramları.

2.11.1 Görüntülenebilir Tümör Hacmi (GTV)

Görüntülenebilir tümör hacmi (GTV), tanımlanabilir, sınırları belirgin, makroskopik kitlenin bulunduğu ve malign büyümenin gerçekleştiği bölgedir. GTV-P, primer tümör alanını ve GTV-N ise makroskopik lenf nodunu tanımlamaktadır. Genişliği ve büyüklüğü BT, MRI ve PET gibi farklı görüntüleme teknikleri aracılığı ile belirlenmektedir. GTV'nin uzantısı tedavi stratejisi için önemlidir. Birçok durumda boost hacmi GTV hacmini kapsadığından, GTV'de yüksek dozlara çıkılmaktadır. (Grosu vd. 2006).

2.11.2 Klinik Hedef Hacim (CTV)

Klinik hedef hacim (CTV), GTV ve GTV'yi saran mikroskopik tümör yayılımını içeren doku hacmidir. GTV ve CTV arasındaki pay homojen değildir. Bu pay mikroskopik yayılımın mümkün olacağı alanı da içermektedir. Radyoterapi tedavisinin başarıya ulaşabilmesi için ortaya çıkan CTV'nin tamamen tedavi edilmesi gerekmektedir. (Grosu vd. 2006)

2.11.3 Internal Hedef Hacim (ITV)

ITV, ICRU 62 raporunda tanımlanmış bir hacimdir. ITV, GTV/CTV ve GTV/CTV 'ye organ hareketliliğinden kaynaklı eklenmiş iç payı birlikte kapsamaktadır. (Grosu vd. 2006)

2.11.4 Planlanan Hedef Hacim (PTV)

Planlanan hedef hacim (PTV), hasta set-up hataları ve demet ayarlarından gelebilecek belirsizliklerden dolayı GTV/CTV'nin tedavi alanında kalmasını sağlamak amacı ile tanımlanan hacimdir. PTV, CTV'ye verilmek istenen doz için uygun demet yerleşiminin belirlenmesinde kullanılmaktadır. Set-up hatalarındaki belirsizlikleri azaltmak için hastada sabitleme yöntemleri kullanılmalıdır.

2.11.5 Tedavi Hacmi (TV)

Tedavi hacmi, tümör hacmi ve onu çevreleyen normal dokuya tedavi dozunun verildiği izodozun çevrelediği hacimdir. Kural olarak %95'lik izodoz eğrisine karşılık gelmektedir. Yani izodoz yüzeyi tarafından sarılmış hacimdir (Dirican 2008). İdealde tedavi hacminin PTV'ye karşılık gelmesi gerekirken, birçok durumda PTV'yi aşmaktadır. (Grosu vd. 2006)

2.11.6 Işınlanan Hacim (IV)

Işınlanan hacim, normal doku toleransına göre kayda değer miktarda doz alması beklenen doz hacmidir. Bu nedenden dolayı IV, seçilen izodoz eğrisine ve tümörü çevreleyen sağlıklı dokuya bağlı olmaktadır. (Grosu vd. 2006).

2.11.7 Riskli Organ (OR)

ICRU 62 raporunda tanımlanan yeni tanımlardan biri de riskli organ tanımıdır. Riskli organ diğer bir adıyla kritik normal yapı, hedef organın çevresinde bulunan (göz, spinal kord, böbrek vb.) radyasyon duyarlılığı dikkate alınması gereken organlar olmaktadır. Riskli organlar, tedavi planlamada doz hesaplarına katılmalıdırlar. Doz-hacim histogramları ile üç boyutlu kritik organ dozları iki boyutta grafik olarak elde edilir ve kritik organ tolerans seviyeleri değerlendirilir. (Grosu vd. 2006).

2.11.8 Planlanan Riskli Hacim (PRV)

ICRU 62 raporunda tanımlanan Planlanan Riskli Hacim (PRV), riskli organ ve organ hareketinden kaynaklı riskli organa verilen payın oluşturduğu hacimdir. Riskli organda yüksek ve tolerans seviyelerini aşan dozları engellemek için organın PTV içindeki hacmini belirlemek gerekmektedir. (Grosu vd. 2006)

2.12 RADYOTERAPİNİN ETKİNLİĞİ

Radyoterapide tümörlü dokunun maksimum dozu alması istenirken normal doku ve organların mümkün olduğunca en az dozu alması istenmektedir. Bunun nedeni normal doku ve organlarda gelişen yan etkilerdir. Normal doku ve organlarda radyoterapiye bağlı gelişen yan etkiler ortaya çıkış zamanlarına göre üç grupta incelenmektedir.

2.12.1 AKUT RADYASYON ETKİLERİ

Radyoterapi sırasında ortaya çıkan genellikle ışınlanan organın veya dokunun hızlı yinelenen hücrelerinin kaybı, hiperemi ve ödeme karakterli değişikliklerdir. Akut yan etkiler genellikle ciddi olmayıp tedaviyi aksatmazlar. Destek tedavisi ile hafifletilirler. Ciddi oldukları durumlarda ışın tedavisine ara verilmesi ve ilgili tedavinin başlatılması gerekir.

2.12.2 SUBAKUT RADYASYON ETKİLERİ

Radyoterapinin bitimini takip eden birkaç hafta ile 3 ay arasındaki bir sürede ortaya çıkarlar. Yavaş proliferasyon olan veya rejenerasyon yeteneği yavaş olan dokuları içeren organların (akciğer, karaciğer, böbrek, kalp, omurilik, beyin) ışınlanmasından sonra görülürler. Bu reaksiyonlar genellikle geçici olup, spontan olarak düzelirler ve nadiren ciddi bir durum arz ederler.

2.12.3 GEÇ RADYASYON ETKİLERİ

Radyoterapi bitimini takip eden üçüncü aydan sonra, bazen yıllar sonra ortaya çıkan komplikasyonlardır. Yeterli veya ilgili doku toleransının üzerinde ışın dozu alan tüm hastalarda ortaya çıkabilirler. Bu etkiler genellikle ciddi, kalıcı ve ilerleyici karakterdedirler.

Geç radyasyon hasarları radyoterapi uygulamalarında en korkulan ve toplam radyasyon dozunu kısıtlayan yan etkilerdir. Bu nedenle tedavi alanlarındaki sağlam doku ve organlar mümkün olduğunca korunmalıdır. Prostat ışınlanmasında, rektum, mesane, femur başları kritik organlardır. Kritik organ ve dokularda radyasyon sonrasında pek çok değişiklik meydana gelmektedir. Rektumun radyasyona yanıtı; rektit (iltihap), hemoraji (kanama), fibrozis

(büzüşme), nekroz, fibrotik yapışıklıklar, proktit (iltihap), ülserasyon, fistül (yan organa yapışıp arada köprü oluşması) ve bunlara bağlı obstrüksiyon (tıkanıklık), perforasyon (delinme) şeklinde görülebilir. Mesanede ise; hemoraji, fibrozis, perforasyon, hematüri (idrarda kanama), fistül, obstrüksiyon meydana gelebilir. Femur başlarında da aseptik nekroz (damarsal beslenmedeki bozukluk nedeniyle hücre ölümü) oluşabilir (Perez 2004). Bağırsaklarda ülser, hemoraji, perforasyon görülebilir (Dirican 2008).

2.13 PROSTAT KANSERİ TEDAVİSİNDE RADYOTERAPİ DOZ DEĞERLERİ

Prostat ışınlanmasında verilen doz miktarını kısıtlayan kavramlar minimum ve maksimum tolerans dozlarıdır. Normal doku ve organların tolerans sınırlarının çok üzerinde doz verilmemelidir. Minimum tolerans dozu ($TD_{5/5}$) ışınlanan doku veya organda 5 yıl içerisinde %5 oranında geç radyasyon hasarına neden olan doz miktarıdır ve doz limiti değerlerini belirlemektedir. Maksimum tolerans dozu ($TD_{50/5}$) ise, 5 yıl içerisinde ışınlanan doku veya organda %50 oranında komplikasyona neden olan doz miktarıdır. Prostat ışınlanmasında kritik organlardan biri olan rektumun (100 cm^3) $TD_{5/5}$ değeri 60 Gy, $TD_{50/5}$ değeri 80 Gy'dir. Mesanenin $TD_{50/5}$ değeri 80 Gy ve mesanenin 2/3'ü için $TD_{5/5}$ değeri 80 Gy iken; 3/3'ü için 65 Gy'dir. Femur başları için tek dozda 30 Gy üzerindeki dozlarda, fraksiyone dozlarda 70 Gy üzerindeki dozlarda nekroz görülür. (Perez 2004). Bağırsaklarda 400 cm^2 'lik ışın alanında $TD_{5/5}$ değeri 45 Gy; $TD_{50/5}$ değeri 55 Gy ve 100 cm^2 lik ışın alanında $TD_{5/5}$ değeri 45 Gy; $TD_{50/5}$ değeri 65 Gy'dir. (Dirican 2008)

2.14 Tedavi Planlama Sistemi (TPS)

Tedavi planlama sistemi özel bir monitör, film tarayıcı, ışıklı bir dijital yazıcı, yazıcı ve çizici gibi donanımlardan oluşan iki ya da üç boyutta planlama yapabilen ve belirli bir program altında çalışabilen yazılımdan oluşan bir sistemdir. Bilgisayar ortamında farklı enerjilerde farklı kaynak cilt mesafelerinde (SSD), istenilen alan boyutlarında foton ya da elektron demetleri oluşturmak ve bu demetleri farklı tedavi teknikleri kullanarak hastaya yöneltmek ve ışınlanan bölgedeki doz dağılımlarını elde etmek mümkündür. Planlama sistemi içerdiği özel algoritmalar yardımıyla, sisteme önceden girilen ışınlama cihazına ait demet enerjisi, doz verimi, derin doz yüzdesi (%DD), doku-hava oranı (TAR), saçılan-hava oranı (SAR), doku-maksimum oranı (TMR), kolimatör saçılma faktörü (Sc) ve fantom saçılma faktörü (Sp) gibi

dozimetrik parametrelerden gerekli olanlarını, sonradan girilen hedefe (yani hastaya), tedavi tekniğine (eksternal, brakiterapi, ark vb.), ışınlamaya (enerji, alan boyutu, SSD vb.) ait parametreleri ilişkilendirerek doz hesabı yapmaktadır. Bu hesaplamalar sonunda, dozun hedef içindeki dağılımı, komşu doku ve organlar ile tümörün alacağı doz belirlenebilmektedir. Planlama sistemine tedavide kullanılan cihaza ait dozimetrik parametreler kuruluş aşamasında yüklenmekte ve periyodik olarak kontrol edilmektedir. Hastaya ait bilgiler ise tedavi aşamasında, hastaya ait kontur, bilgisayarlı tomografi, simülasyon filmi, radyografik görüntü vb. kaynaklardan uygun bir biçimde girilmektedir. Hastanın ışınlanacak bölgesinde yer alan kritik organlar, tümör hacmi ve ışınlanması planlanan hedef hacim belirtilmelidir. Daha sonra istenilen özelliklere sahip foton ya da elektron demetleri oluşturularak, hedef bölge üzerine gönderilmektedir. Yazılım girilen tüm bilgileri göz önünde tutarak istenilen dozimetrik hesaplamaları gerçekleştirmektedir (Khan 2003) .

2.15 Doz-Hacim Histogramı (DVH)

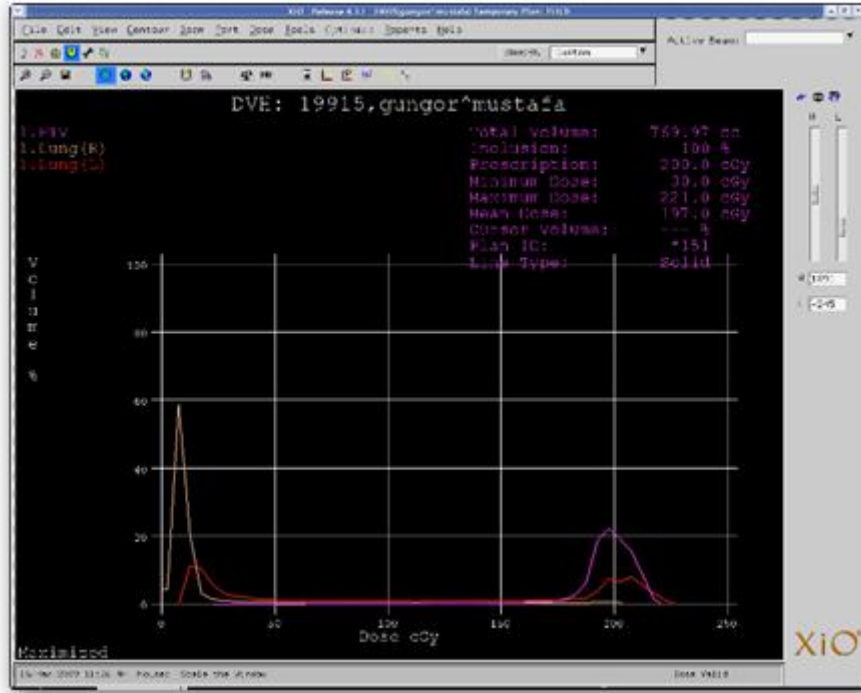
Doz-hacim histogramları, üç-boyutlu tedavi planlamasında, hastanın anatomisine ait doz dağılım bilgilerinin elde edilmesini sağlarlar.Üç boyutlu doz dağılımındaki tüm bilgilerin özeti niteliğindedir.Basitçe, tanımlanan hacimlerde doz değerlerinin dağılım frekanslarını temsil eder.Genellikle toplam hacim yüzdesi olarak görüntülenir.Normal doku komplikasyon olasılığının (NTCP) hesaplanmasında kullanılırlar.Bir doz-hacim histogramı sadece, ne kadar hacimde ne kadar doz soğurulduğuyla ilgili nicel bilgiyi sağlamakla kalmaz, aynı zamanda ilgili herbir anatomik yapı için çizilen bir eğri ile tüm doz dağılımını özetler.Bu nedenle, verilen planın değerlendirilmesi ya da denenen planların karşılaştırılması için önemli bir araçtır.

Doz-Hacim histogramları iki şekildedir:

- Diferansiyel DVH
- Kümülatif DVH

2.15.1 Diferansiyel DVH

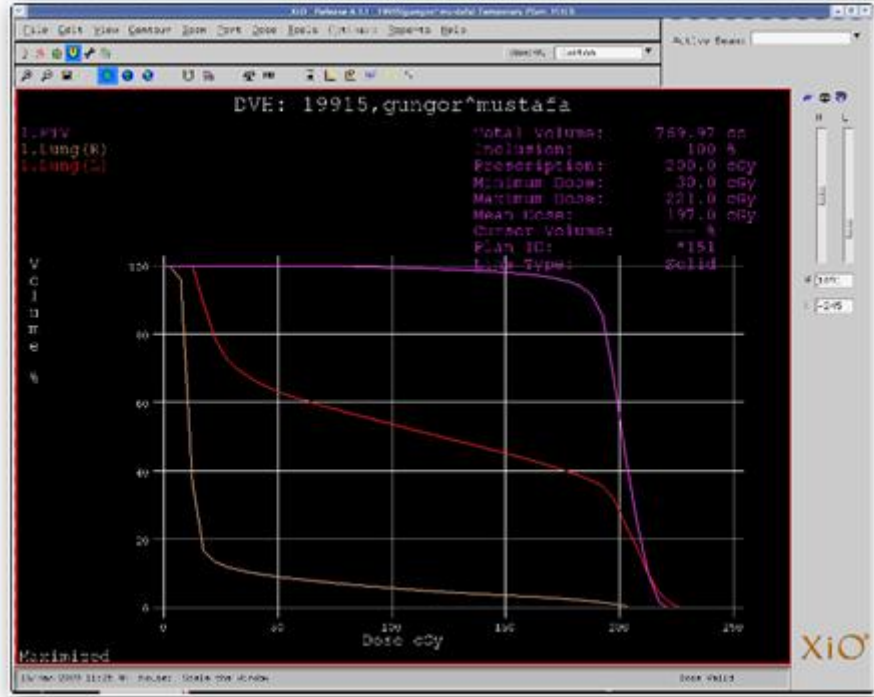
Bilgisayar, vokselle numaraları ile verilen aralıktaki ortalama dozları toplar ve dozun fonksiyonu olarak çizer. Hedef hacim için ideal DVH, tanımlanan dozun istenilen hacmin tamamına verildiğini gösteren tek kolunun işaretlendiği DVH'dır. Kritik yapıların DVH'larında farklı dozların farklı hacimlerle verilmesi ile çok pik gözlenir.



Şekil 2. 3 Diferansiyel DVH gösterimi.

2.15.2 Kümülatif DVH

Geleneksel olarak sorulan “%izodoz eğrilerinin kapsadığı hacim ne kadardır?” sorusuna diferansiyel DVH ile yanıt verilemez. Bunun için kümülatif DVH kullanılır. Bilgisayar, hedef hacmine (veya kritik yapıya) verilen dozu hesaplar ve bu hacme (hacim yüzdesi) karşı dozları çizer. Kümülatif DVH'a 0 Gy doz için %100 hacimle başlanır ve bütün hacimlerin aldığı doza kadar devam eder.



Şekil 2. 4 Kümülatif DVH gösterimi.

3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1 Araç ve Gereçler

Bu çalışmada kullanılan araç ve gereçler aşağıda belirtilmiştir.

1. Siemens marka Somatom Emotion Duo model BT simülasyon cihazı,
2. Siemens marka Artiste model lineer hızlandırıcı cihazı,
3. Siemens marka Coherence Dosimetris model kontrol sistemi,
4. Prowess Panther Tedavi Planlama sistemi

3.2 Materyaller

3.2.1 Lineer Hızlandırıcı Cihazı

Bu çalışmada Siemens marka Artiste model lineer hızlandırıcı cihazı kullanılmıştır. Bu cihaz 6 MV ve 15 MV enerjili foton demetleri ve 6,8, 10 ve 12 MeV enerjili elektron üretebilme özelliğine sahiptir. Ayrıca tedavi kafasında 80 çift çok yapraklı kolimatör sistemi mevcuttur. Tungstenden yapılan ve potansiyel farkı uygulanarak ısıtılan bir filamentten salınan 50 keV enerjili elektronların, magnetron tarafından üretilen 3000 MHz frekanslı elektromagnetik dalgalar kullanılarak hızlandırılması prensibiyle çalışır.



Şekil 3. 1 Siemens marka Artiste model lineer hızlandırıcı tedavi cihazı

Siemens Artiste lineer hızlandırıcı tedavi cihazının kafası içinde sırayla tungsten hedefi, hareketsiz birincil kolimatör, fotonlar için düzleştirici filtre, elektronlar için ince ve düz olarak tasarlanmış saçıcı foil, iki iyon odası, 80 çift yapraktan oluşan kolimatör sistemi ve ışın alanı ile aynı alanı aydınlatmak için kullanılan ayna sistemi bulunur.

Lineer hızlandırıcının tedavi kafasının 360^0 , kolimatör sisteminin 360^0 ve tedavi masasının $\pm 90^0$ rotasyon yeteneği vardır. Ayrıca tedavi masası düşey, ileri-geri ve yatay doğrultularda hareket edebilmektedir. Hastanın tedavi konumunu sabitlemede kullanılan iki ayrı doğrultuda (düşey – yatay) üç lazer ve kaynak cilt mesafesini gösteren ışıklı bir gösterge mevcuttur. Radyasyon alan boyutları izomerkezde $2 \times 2 \text{ cm}^2$ ile $40 \times 40 \text{ cm}^2$ arasındadır. Lifler tarafından bloklanmış alanda herhangi bir noktadaki geçirgenlik % 5' ten fazla değildir.

3.2.2 Bilgisayarlı Tomografi

Bu çalışmada Siemens marka Somatom Emotion Duo model BT simülör cihazı kullanılmıştır. Çift kesitli olan bu cihaz sayesinde tek kesitlere göre daha kısa sürede daha geniş bir alanın taraması yapılabilir. Ayrıca X-ışını tüpünden daha etkin yararlanılması sağlanır. Standart bir BT cihazına ek olarak hastanın konumunu sabitlemek için kullanılan karşılıklı paralel 2 yatay ve 1 sagittal lazer bulunmaktadır.



Şekil 3. 2 Siemens marka Somatom Emotion Duo model BT simülör cihazı.

BT cihazlarına simülasyon işlevi de eklenerek oluşturulan BT-simülatör ile kanser hastalarında anatomik ve metabolik yapıların tamamı temel alınarak daha doğru ve duyarlı tedavi simülasyonları yapılabilmektedir. BT-simülatör ile planlama çok kısa sürede gerçekleşmekte ve böylece hasta uzun süre sabit bir masada yatırılarak bekletilmemektedir. BT-simülatörden elde edilen görüntüler, planlamaya sayısal ortamda anında (on-line) aktarılmakta, film çekim ve banyosuna gerek kalmamaktadır.

3.2.3 Tedavi Planlama Sistemi

3.2.3.1 Prowess Planlama Sistemi ve Siemens Coherence Dosimetris

Bu çalışmada kullanılan tedavi planlama sistemi iki bölümden oluşmaktadır. Planlamanın ilk aşamasında BT-simülatörden gelen görüntüler ilk olarak Siemens marka Coherence Dosimetris model bilgisayar sisteminde incelenir. Radyasyon onkoloğu tarafından hedef hacimlerin ve kritik organların belirlenmesi bu sistemde yapılır. Daha sonra belirlenmiş hacimler ve hastanın görüntüsü Prowess tedavi planlama sistemine aktarılır. Prowess tedavi planlama sistemine kuruluş aşamasında yüklenen veriler sayesinde, lineer hızlandırıcının sahip olduğu foton ve elektron enerjilerinde, tedavi planlamaları yapmaya olanak sağlar. Tedavi planlamalarının doz dağılımlarını ve doz- hacim histogramlarını hesaplar.

3.3 YÖNTEM

3.3.1 Hastaların Genel Özellikleri

ONKO Ankara Onkoloji Merkezinde radyoterapi uygulanan 10 prostat tümörlü hastanın yaşları 47 ile 85 arasında ve median yaş 67 idi.

Çizelge 3. 1 Hasta bilgileri.

Hasta No.	Hasta Adı	Yaş
1	B. D	52
2	N.B	76
3	M. O. A	85
4	S. G	72
5	H.S	56
6	Ö. E	47
7	M. D	78
8	İ. A	67
9	N.K	77
10	T.K	64

3.3.2 Tedavi Planlamasının Yapılması

Prowess planlama sistemine aktarılan görüntülere iki farklı radyoterapi tekniğine göre planlamalar yapılmıştır. Bu teknikler konformal radyoterapi ve yoğunluk ayarlı radyoterapi teknikleridir. İstatistiki doğruluğu arttırmak için her hastaya aynı protokoller uygulanmıştır.

Bu çalışma için ONKO Ankara Onkoloji Merkezi'nde prostat tümörlü hastalara radyoterapi planlaması için uygulanan işlemler aşağıdaki gibidir:

- Her hastaya planlama amaçlı planlama tomografisi supin pozisyonda (sırt üstü) ve eller göğüs altında dirseklerden tutulu şekilde çekilir.

- Hastanın cildine lazerler yardımıyla sabit üç ayrı noktaya (sol-sağ ve ön) planlamada referans olarak kabul edilecek işaretler konulur. Bu işaretler üzerine BT görüntülerinde görülebilen 1,5 mm çapında metal işaretleyiciler yerleştirilir.
- Metal işaretleyicilerin yerleştirilmesinden sonra radyasyon onkoloğunun uygun gördüğü kesit kalınlığına göre BT taraması yapılır. Bu çalışma için hastaların BT görüntülerine ait kesit kalınlıkları aşağıdaki çizelgede belirtilmiştir.

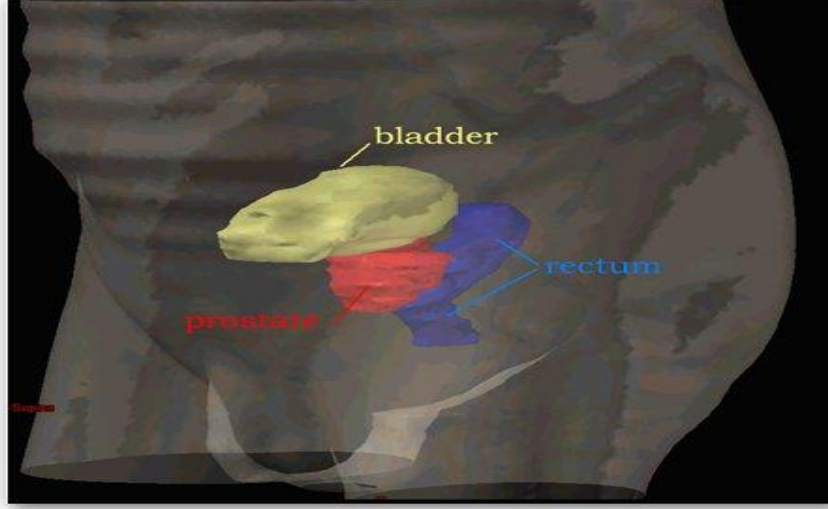
Çizelge 3. 2 Her vaka için elde edilen BT görüntülerinin kesit kalınlıkları.

Hasta No.	Hasta Adı	BT Görüntülerinin Kesit Kalınlığı (mm)
1	B. D	6
2	N.B	3
3	M. O. A	5
4	S. G	3
5	H.S	3
6	Ö. E	3
7	M. D	5
8	İ. A	5
9	N.K	3
10	T.K	3

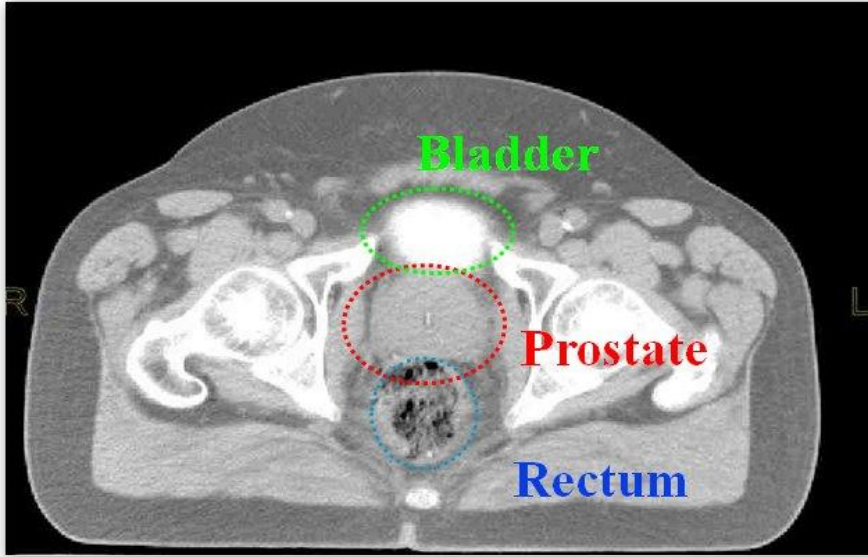
- Planlama kesitlerinde ICRU 62 nolu raporuna göre, görüntülenebilir tümör hacmi (GTV) ve planlanan hedef hacim (PTV) hekim tarafından belirlenir.

3.3.3 Hedef Hacimlerin Çizilmesi

- Prostat tümürlü hastaların görüntülenebilir tümör hacmi (GTV), ONKO Ankara Onkoloji Merkezinde radyasyon onkoloğu yardımıyla çizilmiştir. Doktorlar arasındaki hacim belirleme farkını ortadan kaldırmak için her çizim için aynı doktordan yardım alınmıştır. Her hasta için öncelikle sadece BT cihazından elde edilen görüntüler üzerinde hedef hacim ve kritik organlar belirlenmiştir.



Şekil 3. 3 Hekim tarafından çizilen kritik organlar.



Şekil 3. 4 Hekim tarafından çizilen organlar.(Transvers kesit).

- CTV prostat ve seminal vezikülün birleştirilmesi ile elde edilir.
- PTV, CTV'ye üç boyutta paylar eklenerek oluşturulur.
- Her bir vaka için CTV'ye eklenen paylar aşağıdaki çizelgede belirtilmiştir.

Çizelge 3. 3 PTV için CTV'ye eklenen paylar.

Yön	CTV'ye Verilen Pay (cm)
Lateral	0.5
Superior	1
Anterior	1
Inferior	0.5
Posterior	0.4



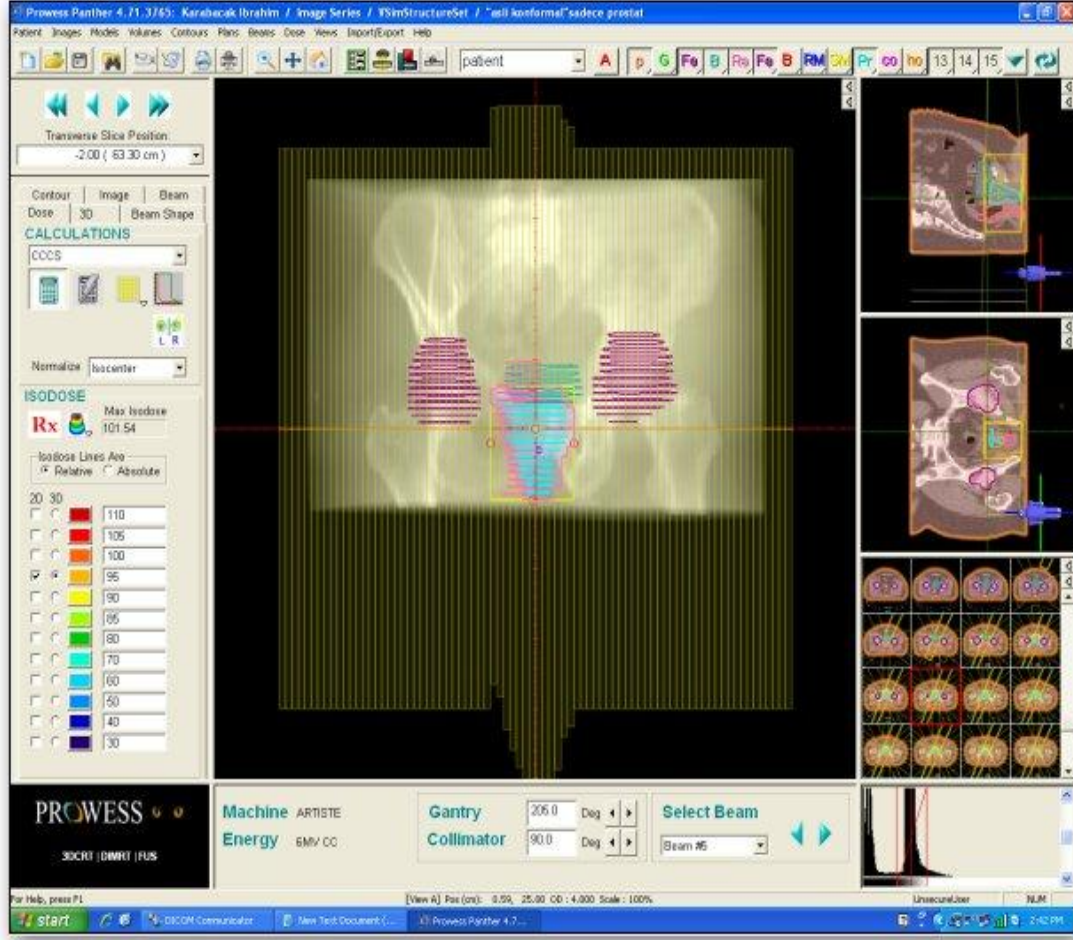
Şekil 3. 5 Dozimetris sisteminde CTV'ye payların eklenerek PTV'nin elde edildiği ekran.

- Hasta kontürü ile birlikte kritik organ olarak sağ ve sol femur başları, mesane ve rektum BT kesitlerinde çizilir.
- Hekim tarafından ilgili hacimlerin tanımlanmasından sonra planlama sistemine aktarılan verilere göre her vaka için hem konformal hem de yoğunluk ayarlı radyoterapi teknikleri kullanılarak planlama yapılır.
- İki tekniğin birbirleri ile karşılaştırılabilmesi amacı ile 6 MV foton demetleri belirli açılar kullanılarak seçilir. Bu açılar; 0° , 51° , 102° , 153° , 204° , 255° , 306° dir.



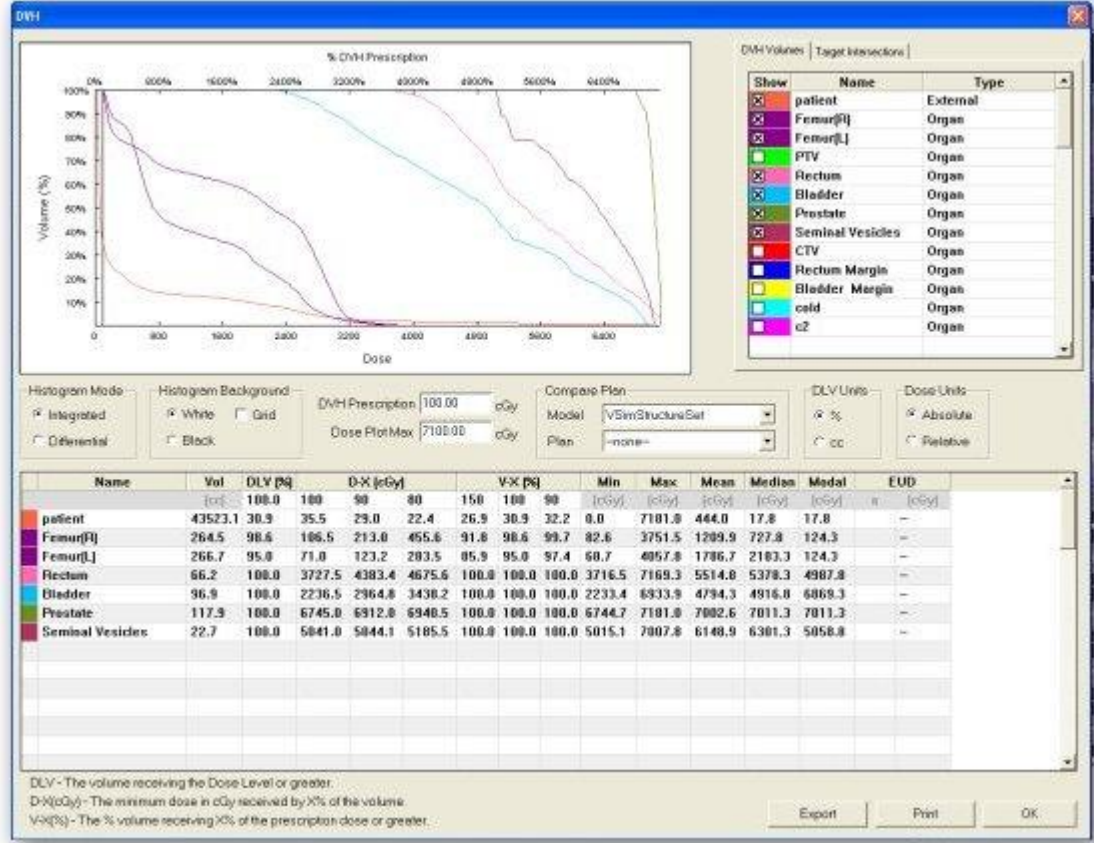
Şekil 3. 6 Prostat radyoterapisinde 7 alan-konformal teknik için tedavi planlama sistemi ekranı.

- Konformal teknik kullanılarak yapılan planlamalarda, kritik organların korunabilmesi amacı ile planlanan hedef hacim PTV'ye her bir tedavi alanı için 0.5 cm aralıklarla ÇYK yaprakları otomatik olarak BEV yardımı ile yerleştirilir.



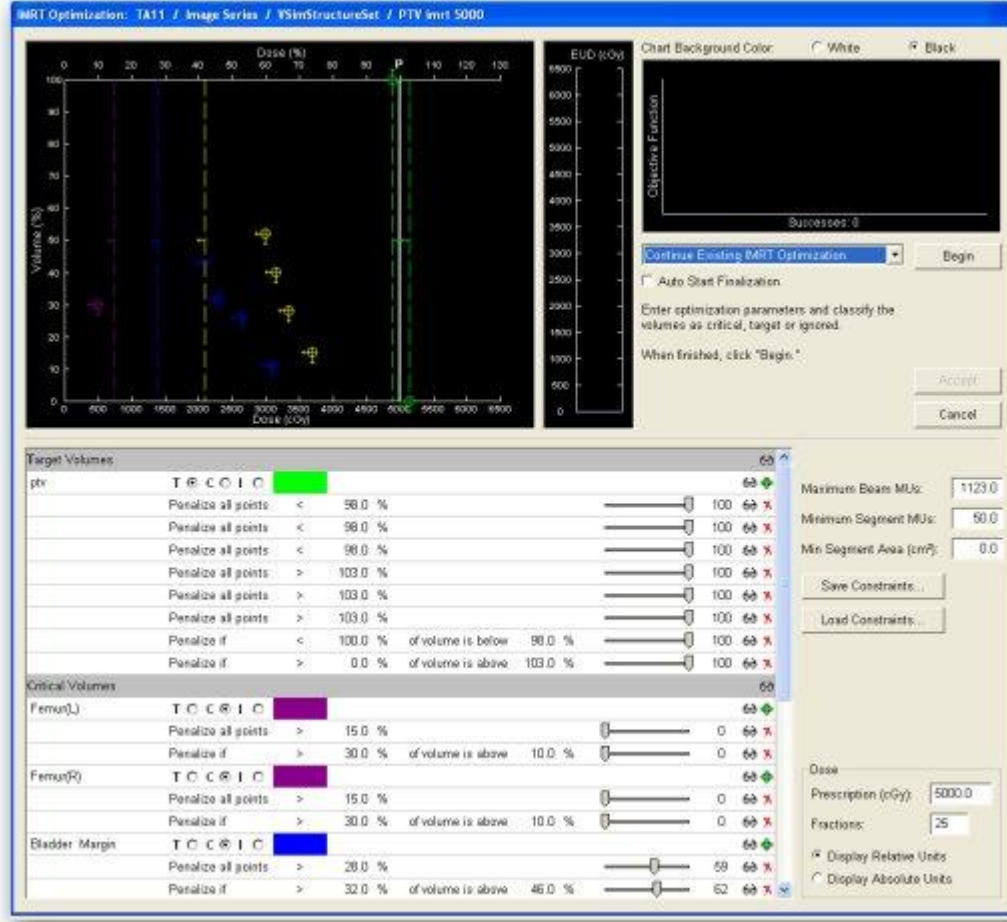
Şekil 3. 7 Prostat radyoterapisinde 7 alan konformal teknik için BEV görüntüsü.

- Planlanan hedef hacime 50 Gy ve prostata ek olarak 20 Gy doz verilir.
- Planlama sonucunda izodoz eğrilerinin PTV'yi % +7 ile % -5 homojen olarak sarması beklenir.
- Tedavi planlama sisteminde yapılan planlamaların doz hacim histogramları elde edilir.



Şekil 3. 8 Prostat radyoterapisinde 7 alan konformal teknik için doz hacim histogramı.

- Yoğunluk ayarlı radyoterapi tekniğinde ise ilk aşama olarak hedef hacmi tamamen saran bir izodoz dağılımı elde edebilmek için kritik organlara pay verilmesi işlemidir. Bu işlem hedef hacimle kritik organların çakışması durumunda anlam kazanır. Kritik organların hedef organdan 0.7 cm uzaklıkta yeni hacimleri tanımlanır.
- IMRT optimizasyonuna başlamadan önce hem hedef organ hem de kritik organların doz tanımlamaları sisteme girilir ve önem sıralamalarına göre olasılıkları artırılarak optimizasyona başlanır. Ters (inverse) planlama tekniği kullanılır.



Şekil 3. 9 Yoğunluk ayarlı radyoterapi tekniği için optimizasyon ekranı.

- IMRT uygulamalarında uygulanan dozlar konformal uygulamalarına göre daha yüksektir. Burada her iki tekniğin de kıyaslanabilmesi için hedef için doz miktarları; prostat için 70 Gy, seminal vezikül için 50 Gy olarak tanımlanmıştır.
- Tedavi planlamaları sırasında risk altındaki organların dozları belirlenirken, mesanenin tüm hacminin 65 Gy ve rektumun tüm hacminin 60 Gy' i ve femur başlarının ise 70 Gy'i aşmamasına özen gösterilmiştir.
- Normalizasyon merkeze göre yapılmıştır.
- Simülasyonda hasta tedaviye alınacağı pozisyonda yatırılır.
- İzomerkez, hastanın üzerine BT görüntüsü alınmadan önce yerleştirilen işaretleyicilerin koordinatlarının alan merkezine göre konumu belirlenerek oturtulmuştur.
- Alan merkezi lazerler yardımıyla hasta üzerine işaretlenmiştir.
- Eğer konformal radyoterapi tekniği uygulanarak planlama yapılmış ise ön ve yan alanlardan pozisyon doğruluğunun değerlendirilebilmesi için portal görüntüleme

yapılmıştır.Yoğunluk ayarlı radyoterapi tekniği ile tedavi yapılacak ise cone beam BT ile tedavi alanlarının doğruluğu kontrol edilmiştir. Bu filmler alan merkezinin doğruluğu ve ÇYK yapraklarının uygunluğunu kontrol etmek için kullanılır.



Şekil 3. 10 Siemens marka Artiste model lineer hızlandırıcı tedavi cihazının portal görüntüleme paneli.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI

Bu çalışmada 10 prostat kanserli hasta için hedef organlar olan prostat ve seminal veziküller belirlenmiştir. Mesane, rektum, sağ ve sol femur başları ise kritik organlar olarak tanımlanmıştır. Bu hastalar için iki farklı radyoterapi tekniğine göre planlamalar yapılmıştır. Bunlar konformal radyoterapi ve yoğunluk ayarlı radyoterapi teknikleridir. Bu tekniklerin uygulanması sonucunda hedef ve kritik organ dozlarının karşılaştırılabilmesi amacı ile tedavi planlama sisteminde doz-hacim histogramları elde edilmiştir. Bu histogramlardan elde edilen değerler kullanılarak oluşturulan çizelgelerden hedef ve kritik organların aldıkları dozların sayısal analizi yapılmıştır.

Doz hacim histogramlarında minimum doz değerleri ilgili hacim içinde en düşük dozu alan hacmin doz değerini, maksimum doz değerleri ilgili hacimde en yüksek dozu alan hacmin doz değerini, ortalama olarak verilen doz değerleri ise ilgili hacmin tamamının ortalama olarak aldığı dozu ifade eder.

4.1 Üç Boyutlu Konformal Radyoterapi Tekniğine Göre Doz Değerleri

Bu bölümde 10 prostat tümörlü hastaya ait 3BKRT planlamalarından elde edilen hedef ve kritik organ doz değerleri verilmiştir.

Çizelge 4. 1 1. olgu için 3BKRT tekniği ile yapılan planlamadan elde edilen doz değerleri.

Hasta No.1	B. D.					
İlgili Organlar	Prostat (cGy)	Seminal Veziküller (cGy)	Mesane (cGy)	Rektum (cGy)	Sağ Femur Başı (cGy)	Sol Femur Başı (cGy)
Minimum	6593.0	4952.2	1487.5	247.5	24.3	30
Maksimum	7232.2	6320.7	6310.5	6824.6	2782.9	3013.6
Ortalama	7027.2	5274.9	3811.1	3886.8	834.2	888.9

Çizelge 4. 2 2. olgu için 3BKRT tekniği ile yapılan planlamadan elde edilen doz değerleri.

Hasta No.2	N.B.					
İlgili Organlar	Prostat (cGy)	Seminal Veziküller (cGy)	Mesane (cGy)	Rektum (cGy)	Sağ Femur Başı (cGy)	Sol Femur Başı (cGy)
Minimum	6712.4	4895.2	649.1	411.8	42.5	47.7
Maksimum	7064.6	7053.1	7005.2	6970.2	3008.6	3187.4
Ortalama	6964.5	5793.5	3901.7	4519.6	820.3	1064.7

Çizelge 4. 3 3.olgu için 3BKRT tekniği ile yapılan planlamadan elde edilen doz değerleri.

Hasta No.3	M. O. A.					
İlgili Organlar	Prostat (cGy)	Seminal Veziküller (cGy)	Mesane (cGy)	Rektum (cGy)	Sağ Femur Başı (cGy)	Sol Femur Başı (cGy)
Minimum	6744.7	5015.1	2233.4	3716.5	82.6	68.7
Maksimum	7181.0	7007.8	6933.9	7169.3	3751.5	4057.8
Ortalama	7002.4	6147.8	4795.6	5514.6	1210.1	1787

Çizelge 4. 4 4.olgu için 3BKRT tekniği ile yapılan planlamadan elde edilen doz değerleri.

Hasta No.4	S. G.					
İlgili Organlar	Prostat (cGy)	Seminal Veziküller (cGy)	Mesane (cGy)	Rektum (cGy)	Sağ Femur Başı (cGy)	Sol Femur Başı (cGy)
Minimum	6624.7	4947.0	273.2	1918.0	57.9	56.0
Maksimum	7045.8	6952.3	6620.5	6894.0	3564.8	3203.3
Ortalama	6913.9	5439.6	3722.7	4099.5	1181.3	1287.3

Çizelge 4. 5 5.olgu için 3BKRT tekniği ile yapılan planlamadan elde edilen doz değerleri.

Hasta No.5	H.S.					
İlgili Organlar	Prostat (cGy)	Seminal Veziküller (cGy)	Mesane (cGy)	Rektum (cGy)	Sağ Femur Başı (cGy)	Sol Femur Başı (cGy)
Minimum	6688.1	5070.3	861.7	258.1	109.9	25.8
Maksimum	7083.0	7022.6	7084.7	6918.8	3784.1	3087.9
Ortalama	6921.4	5683.0	4010.0	3815.8	1640.3	692.4

Çizelge 4. 6 6.olgu için 3BKRT tekniği ile yapılan planlamadan elde edilen doz değerleri.

Hasta No.6	Ö. E.					
İlgili Organlar	Prostat (cGy)	Seminal Veziküller (cGy)	Mesane (cGy)	Rektum (cGy)	Sağ Femur Başı (cGy)	Sol Femur Başı (cGy)
Minimum	6704.1	5044.4	50.1	72.2	65.1	66.7
Maksimum	7021.6	6978.0	6611.9	6956.9	2974.5	2866.7
Ortalama	6921.9	5582.9	1112.5	3032.1	946.2	1188.0

Çizelge 4. 7 7.olgu için 3BKRT tekniği ile yapılan planlamadan elde edilen doz değerleri.

Hasta No.7	M. D.					
İlgili Organlar	Prostat (cGy)	Seminal Veziküller (cGy)	Mesane (cGy)	Rektum (cGy)	Sağ Femur Başı (cGy)	Sol Femur Başı (cGy)
Minimum	6609.2	4893.6	1186.7	1351.0	40.2	36.3
Maksimum	7101.0	5614.4	6799.6	6865.7	2940.9	3248.4
Ortalama	6921.7	5187.6	3362.4	4349.8	927.2	1108.4

Çizelge 4. 8 8.olgu için 3BKRT tekniği ile yapılan planlamadan elde edilen doz değerleri.

Hasta No.8	İ. A.					
İlgili Organlar	Prostat (cGy)	Seminal Veziküller (cGy)	Mesane (cGy)	Rektum (cGy)	Sağ Femur Başı (cGy)	Sol Femur Başı (cGy)
Minimum	6624.3	4899.3	367.5	1162.8	58.0	40.3
Maksimum	7026.6	6059.7	6926.7	6871.5	3372.2	3018.0
Ortalama	6882.9	5208.0	2998.3	4003.5	1239.8	1166.7

Çizelge 4. 9 9.olgu için 3BKRT tekniği ile yapılan planlamadan elde edilen doz değerleri.

Hasta No.9	N.K.					
İlgili Organlar	Prostat (cGy)	Seminal Veziküller (cGy)	Mesane (cGy)	Rektum (cGy)	Sağ Femur Başı (cGy)	Sol Femur Başı (cGy)
Minimum	6601.9	4926.4	453.2	376.3	44.4	39.0
Maksimum	7027.1	6953.2	7008.3	6763.8	3096.3	3502.7
Ortalama	6878.6	6211.5	4087.2	4180.1	1311.0	1282.2

Çizelge 4. 10 10.olgu için 3BKRT tekniği ile yapılan planlamadan elde edilen doz değerleri.

Hasta No.10	T.K.					
İlgili Organlar	Prostat (cGy)	Seminal Veziküller (cGy)	Mesane (cGy)	Rektum (cGy)	Sağ Femur Başı (cGy)	Sol Femur Başı (cGy)
Minimum	6724.9	4840.2	661.5	1388.9	65.0	62.1
Maksimum	7161.5	6965.9	7083.8	6905.7	3463.7	3592.7
Ortalama	6971.5	5723.3	3314.5	4335.9	1443.6	1517.3

4.2 Yoğunluk Ayarlı Radyoterapi Tekniği ile Yapılan Planlamalardan Elde Edilen Doz Değerleri

Bu bölümde YART uygulanan 10 hastaya ait hedef ve kritik organ doz değerleri verilmiştir.

Çizelge 4. 11 1.olgu için YART tekniği ile yapılan planlamadan elde edilen doz değerleri.

Hasta No.1	B. D.					
İlgili Organlar	Prostat (cGy)	Seminal Veziküller (cGy)	Mesane (cGy)	Rektum (cGy)	Sağ Femur Başı (cGy)	Sol Femur Başı (cGy)
Minimum	6593.0	4962.7	598.6	265.4	30.8	32.9
Maksimum	7232.2	6292.2	6414.8	6890.9	2963.3	3285.1
Ortalama	7027.2	5313.3	3148.6	3026.0	936.0	956.1

Çizelge 4. 12 2.olgu için YART tekniği ile yapılan planlamadan elde edilen doz değerleri.

Hasta No.2	N.B.					
İlgili Organlar	Prostat (cGy)	Seminal Veziküller (cGy)	Mesane (cGy)	Rektum (cGy)	Sağ Femur Başı (cGy)	Sol Femur Başı (cGy)
Minimum	6280.5	4895.2	720.5	394.8	47.1	49.1
Maksimum	7270.2	7053.1	7181.5	6735.2	2866.4	3045.4
Ortalama	7028.2	5725.2	3626.2	3519.9	806.4	1071.3

Çizelge 4. 13 3.olgu için YART tekniği ile yapılan planlamadan elde edilen doz değerleri.

Hasta No.3	M. O. A.					
İlgili Organlar	Prostat (cGy)	Seminal Veziküller (cGy)	Mesane (cGy)	Rektum (cGy)	Sağ Femur Başı (cGy)	Sol Femur Başı (cGy)
Minimum	6465.4	5104.1	927.5	1778.7	80.7	83
Maksimum	7232.0	7049.6	7081.1	7064.3	4320.4	3928.5
Ortalama	6962.5	6086.6	4262.9	4330.6	983.5	1065.4

Çizelge 4. 14 4.olgu için YART tekniği ile yapılan planlamadan elde edilen doz değerleri.

Hasta No.4	S. G.					
İlgili Organlar	Prostat (cGy)	Seminal Veziküller (cGy)	Mesane (cGy)	Rektum (cGy)	Sağ Femur Başı (cGy)	Sol Femur Başı (cGy)
Minimum	6113.7	4797.7	357.6	1915.9	57.6	59.3
Maksimum	7073.4	6954.0	6785.2	6805.3	3556.0	2924.3
Ortalama	6872.0	5413.0	3502.5	3854.3	1103.7	1175.9

Çizelge 4. 15 5.olgu için YART tekniği ile yapılan planlamadan elde edilen doz değerleri.

Hasta No.5	H.S.					
İlgili Organlar	Prostat (cGy)	Seminal Veziküller (cGy)	Mesane (cGy)	Rektum (cGy)	Sağ Femur Başı (cGy)	Sol Femur Başı (cGy)
Minimum	6358.9	4880.2	483.0	279.2	119.0	21.6
Maksimum	7062.4	7005.7	7057.7	6902.4	2954.3	2646.1
Ortalama	6896.9	5579.1	3491.4	3537.6	1314.7	561.1

Çizelge 4. 16 6.olgu için YART tekniği ile yapılan planlamadan elde edilen doz değerleri.

Hasta No.6	Ö. E.					
İlgili Organlar	Prostat (cGy)	Seminal Veziküller (cGy)	Mesane (cGy)	Rektum (cGy)	Sağ Femur Başı (cGy)	Sol Femur Başı (cGy)
Minimum	6527.5	4662.0	57.4	60.4	66.8	68.1
Maksimum	7121.9	6811.5	6786.3	7002.2	2473.4	2317.7
Ortalama	6992.4	5464.9	1057.9	2779.8	910.2	1151.7

Çizelge 4. 17 7.olgu için YART tekniği ile yapılan planlamadan elde edilen doz değerleri.

Hasta No.7	M. D.					
İlgili Organlar	Prostat (cGy)	Seminal Veziküller (cGy)	Mesane (cGy)	Rektum (cGy)	Sağ Femur Başı (cGy)	Sol Femur Başı (cGy)
Minimum	6479.0	4640.6	1369.9	1889.0	39.1	42.3
Maksimum	7120.7	6051.6	6812.0	6873.2	2446.5	2339.1
Ortalama	6939.3	5275.9	3338.5	4172.1	843.7	924.7

Çizelge 4. 18 8.olgu için YART tekniği ile yapılan planlamadan elde edilen doz değerleri.

Hasta No.8	İ. A.					
İlgili Organlar	Prostat (cGy)	Seminal Veziküller (cGy)	Mesane (cGy)	Rektum (cGy)	Sağ Femur Başı (cGy)	Sol Femur Başı (cGy)
Minimum	6195.1	4417.1	625.2	1617.4	61.6	44.5
Maksimum	7154.2	6295.7	6877.2	6917.7	2727.4	2392.0
Ortalama	6989.8	5254.2	2890.4	3759.4	1107.9	1045.2

Çizelge 4. 19 9.olgu için YART tekniği ile yapılan planlamadan elde edilen doz değerleri.

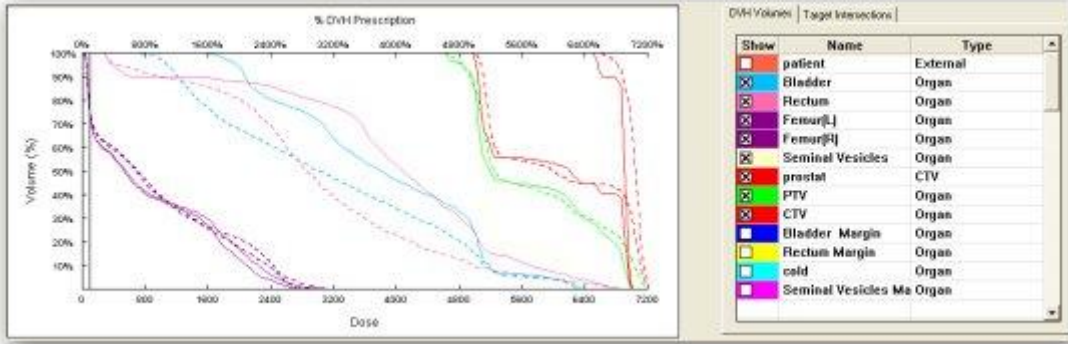
Hasta No.9	N.K.					
İlgili Organlar	Prostat (cGy)	Seminal Veziküller (cGy)	Mesane (cGy)	Rektum (cGy)	Sağ Femur Başı (cGy)	Sol Femur Başı (cGy)
Minimum	6426.5	4939.6	576.9	413.3	41.9	36.8
Maksimum	7184.8	6987.8	7096.4	6622.9	2403.7	2605.0
Ortalama	6956.6	6039.3	3721.8	3633.2	1091.1	1066.7

Çizelge 4. 20 10.olgu için YART tekniği ile yapılan planlamadan elde edilen doz değerleri.

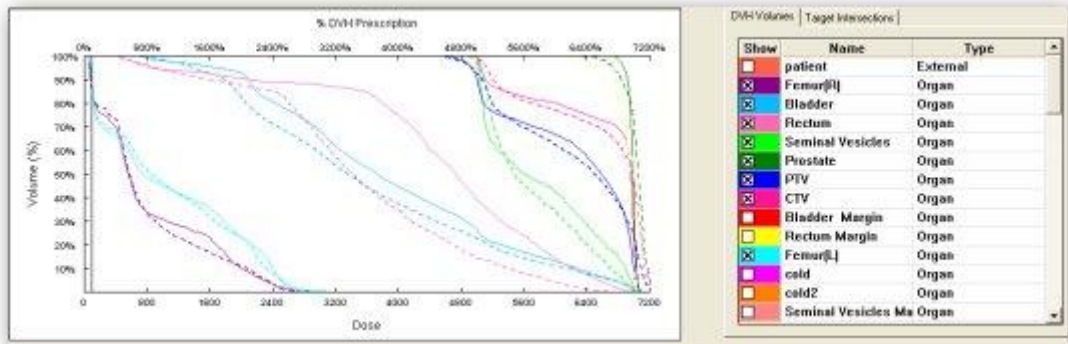
Hasta No.10	T.K.					
İlgili Organlar	Prostat (cGy)	Seminal Veziküller (cGy)	Mesane (cGy)	Rektum (cGy)	Sağ Femur Başı (cGy)	Sol Femur Başı (cGy)
Minimum	5992.5	4347.6	786.6	1531.9	61.8	59.8
Maksimum	7106.1	6867.0	7026.0	6831.7	2714.2	3247.0
Ortalama	6904.8	5449.2	3106.1	3817.5	1193.5	1242.3

4.3 Yoğunluk Ayarlı Radyoterapi ve Konformal Radyoterapi Teknikleri Uygulanan Hastalara Ait DVH Bulguları

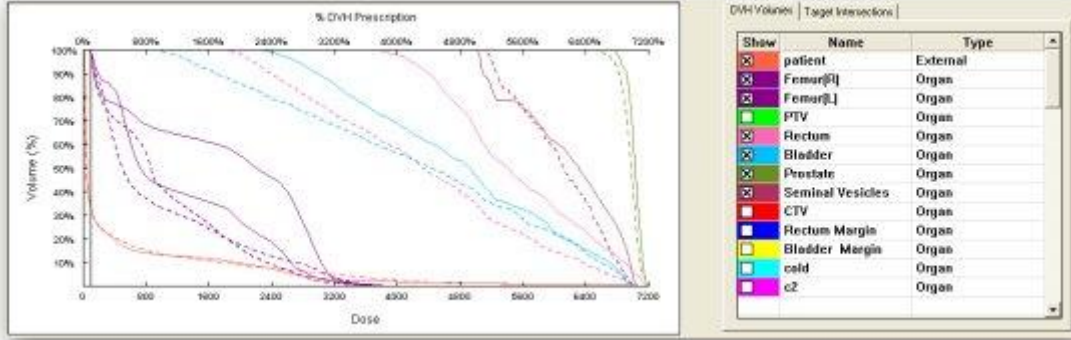
Bu kısımda belirtilen DVH'larında sürekli çizgiler konformal radyoterapi, kesikli çizgiler yoğunluk ayarlı radyoterapi planlamalarına aittir.



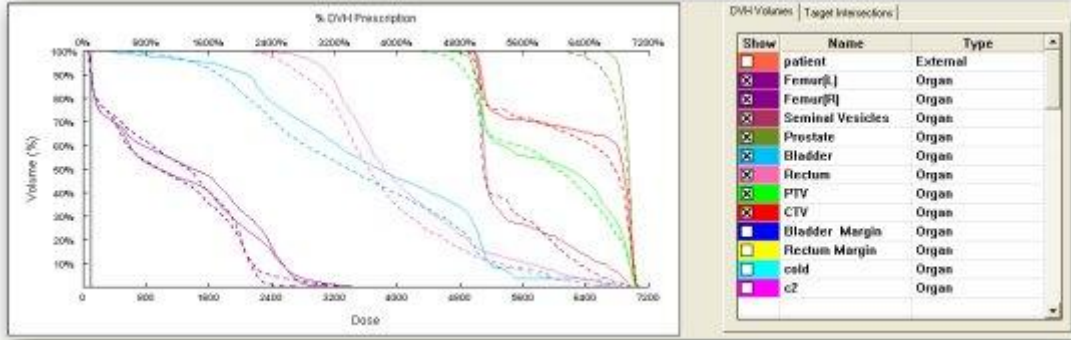
Şekil 4. 1 '1' numaralı hastanın yoğunluk ayarlı ve konformal radyoterapi tedavi planlamalarına ait doz hacim histogramı.



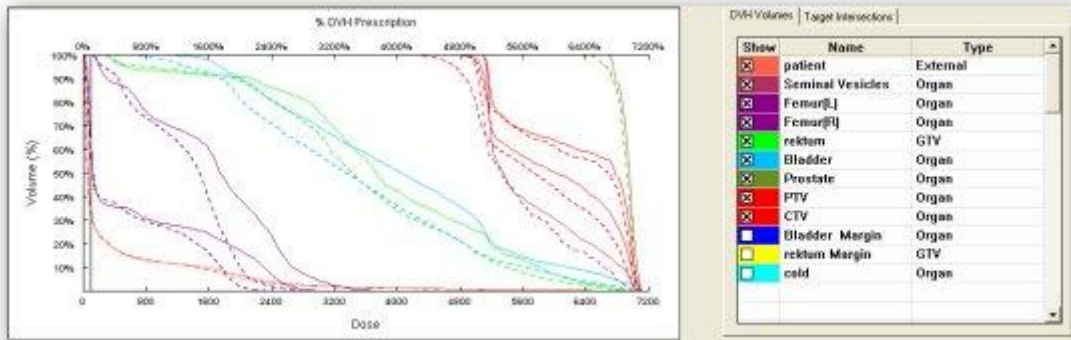
Şekil 4. 2 '2' numaralı hastanın yoğunluk ayarlı ve konformal radyoterapi tedavi planlamalarına ait doz hacim histogramı.



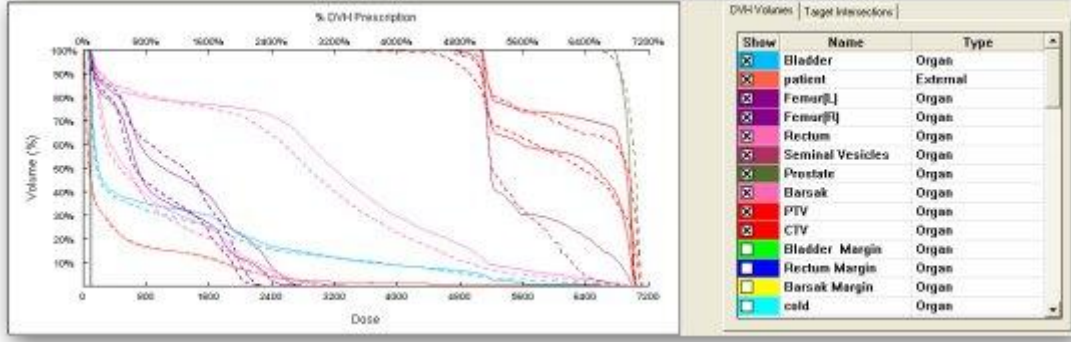
Şekil 4. 3 '3' numaralı hastanın yoğunluk ayarlı ve konformal radyoterapi tedavi planlamalarına ait doz hacim histogramı.



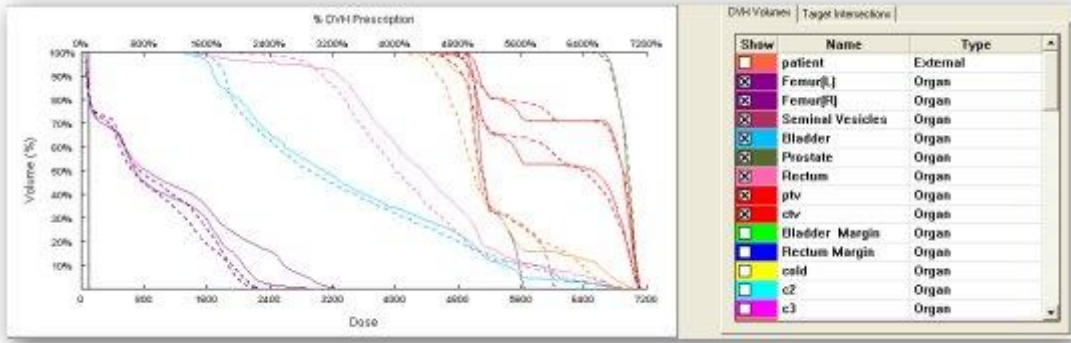
Şekil 4. 4 '4' numaralı hastanın yoğunluk ayarlı ve konformal radyoterapi tedavi planlamalarına ait doz hacim histogramı.



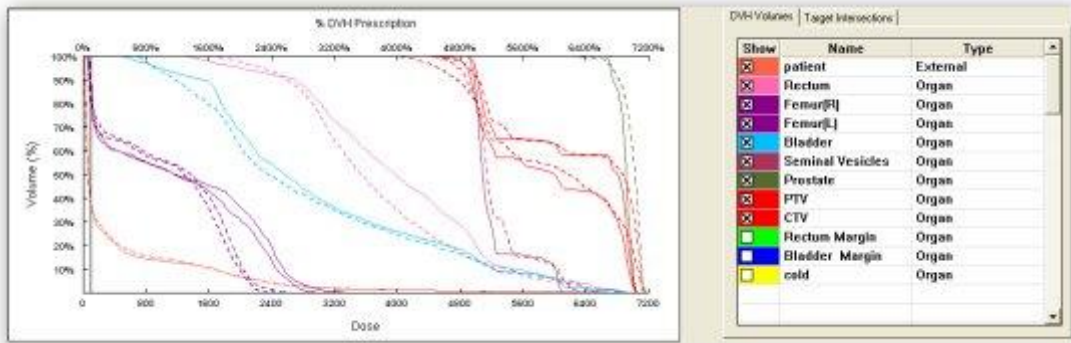
Şekil 4. 5 '5' numaralı hastanın yoğunluk ayarlı ve konformal radyoterapi tedavi planlamalarına ait doz hacim histogramı.



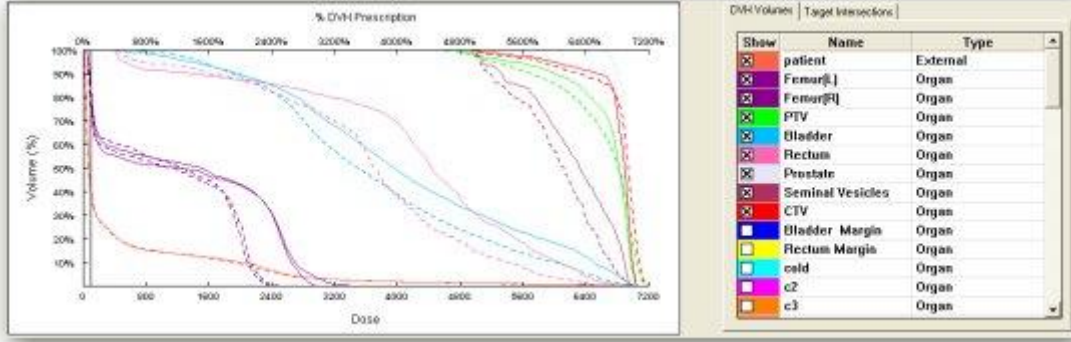
Şekil 4. 6 '6' numaralı hastanın yoğunluk ayarlı ve konformal radyoterapi tedavi planlamalarına ait doz hacim histogramı.



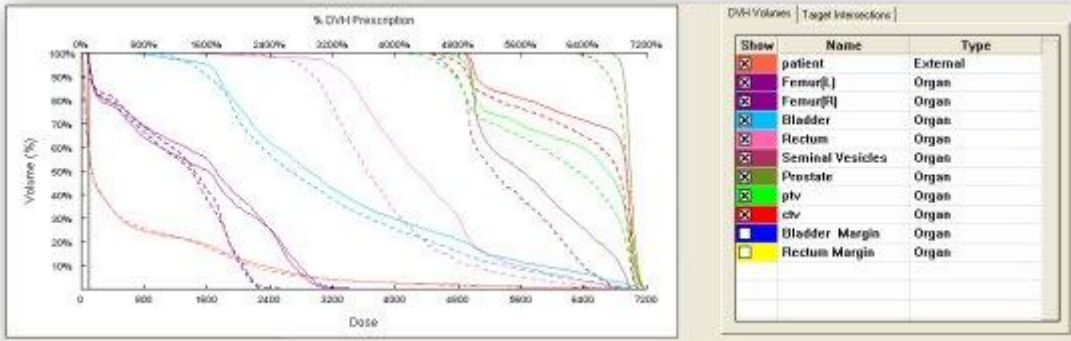
Şekil 4. 7 '7' numaralı hastanın yoğunluk ayarlı ve konformal radyoterapi tedavi planlamalarına ait doz hacim histogramı.



Şekil 4. 8 '8' numaralı hastanın yoğunluk ayarlı ve konformal radyoterapi tedavi planlamalarına ait doz hacim histogramı.



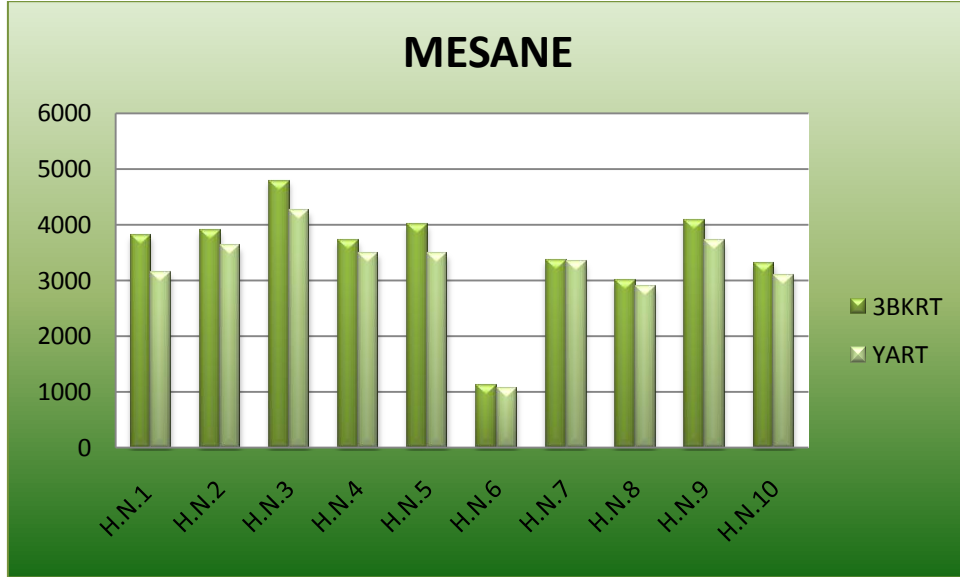
Şekil 4. 9 '9' numaralı hastanın yoğunluk ayarlı ve konformal radyoterapi tedavi planlamalarına ait doz hacim histogramı.



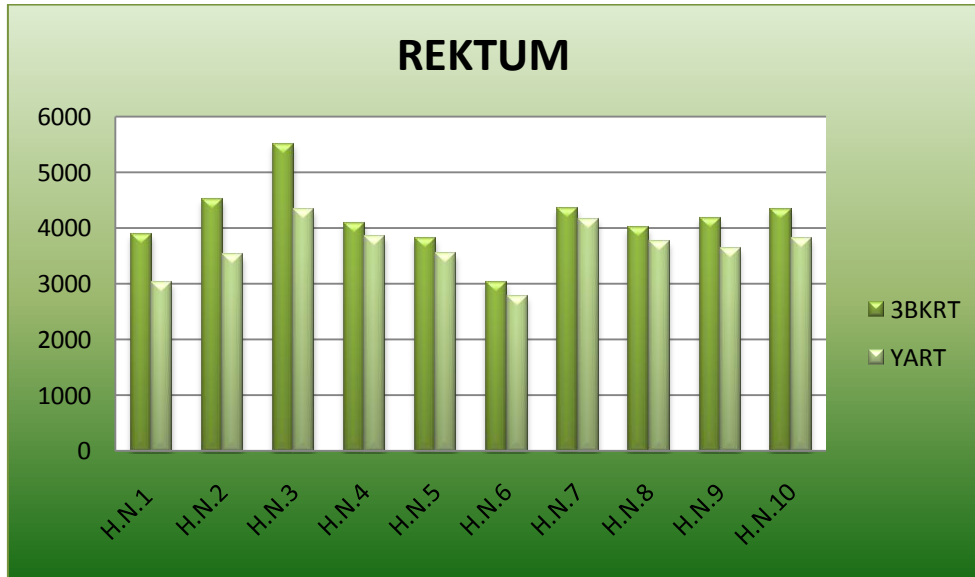
Şekil 4. 10 '10' numaralı hastanın yoğunluk ayarlı ve konformal radyoterapi tedavi planlamalarına ait doz hacim histogramı.

4.4 Kritik Organların Aldıkları Dozların Kıyaslanması

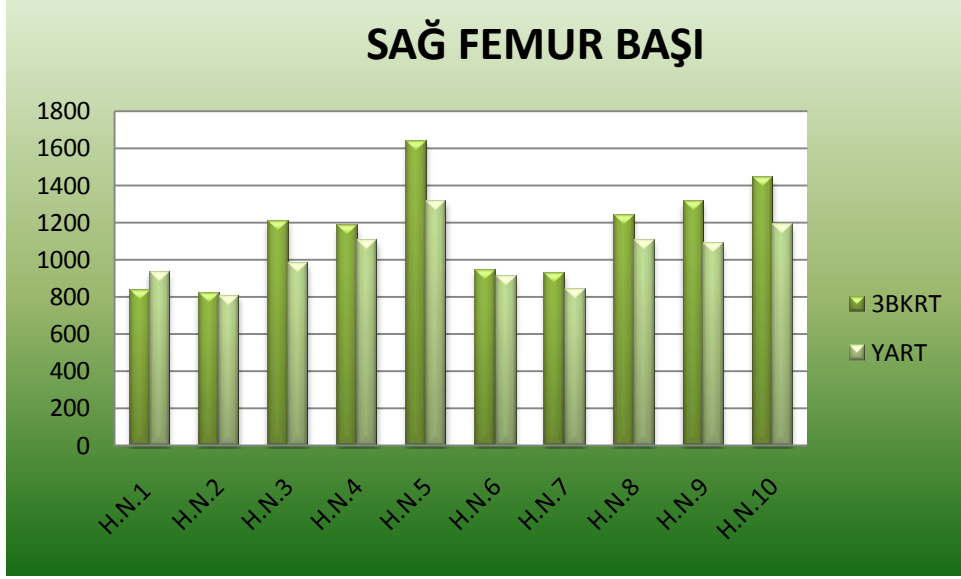
Bu kısımda her hasta için yapılan iki farklı tedavi planlama tekniği için riskli organların aldığı dozlar birbirleri ile karşılaştırılmıştır.



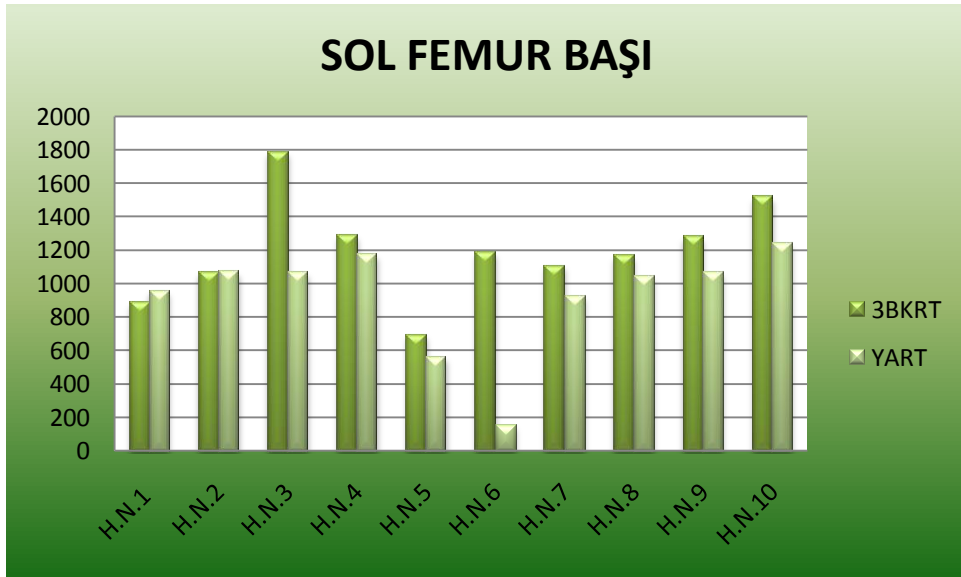
Şekil 4. 11 Kritik organ mesanenin aldığı ortalama doz (cGy) değerleri.



Şekil 4. 12 Kritik organ rektumun aldığı ortalama doz (cGy) değerleri.



Şekil 4. 13 Kritik organ sağ femur başının aldığı ortalama doz (cGy) değerleri.



Şekil 4. 14 Kritik organ sol femur başının aldığı ortalama doz (cGy) değerleri.

4.5 Kritik Organların Aldıkları Dozların Referans Doz Değerlerine Göre Değerlendirilmesi

Bu bölümde kritik organlardan mesane ve rektumun dozları Tartışma ve Sonuç kısmında değinilecek olan referans dozlar açısından her hasta için tek tek gösterilmiş ve iki tedavinin birbirlerine göre üstünlükleri grafikler yardımı ile belirtilmiştir.

Grafiklerde ve Çizelgelerde;

V_x : 'x' Gy doz alan ilgili organın hacminin % cinsinden değeridir.

Çizelge 4. 21 '1' numaralı hasta için 3BKRT ve YART planlamalarına ait referans dozlar için rektum hacimleri.

H.N.1	3BKRT için hacim(%)	YART için hacim (%)
V₅₀	21,2	9,6
V₆₀	6,8	4,4
V₆₅	2,8	2,4

Çizelge 4.22 '1' numaralı hasta için 3BKRT ve YART planlamalarına ait referans dozlar için mesane hacimleri.

H.N.1	3BKRT için hacim(%)	YART için hacim (%)
V₅₀	22	15,6
V₆₀	4,4	4,4
V₆₅	0	0

Çizelge 4. 23 '2' numaralı hasta için 3BKRT ve YART planlamalarına ait referans dozlar için rektum hacimleri.

H.N.2	3BKRT için hacim(%)	YART için hacim (%)
V₅₀	38,8	14,8
V₆₀	14	4,4
V₆₅	5,6	0,8

Çizelge 4. 24 '2' numaralı hasta için 3BKRT ve YART planlamalarına ait referans dozlar için mesane hacimleri.

H.N.2	3BKRT için hacim(%)	YART için hacim (%)
V₅₀	25,6	23,6
V₆₀	13,2	11,2
V₆₅	7,2	6,8

Çizelge 4. 25 '3' numaralı hasta için 3BKRT ve YART planlamalarına ait referans dozlar için rektum hacimleri.

H.N.3	3BKRT için hacim(%)	YART için hacim (%)
V₅₀	64,8	34,8
V₆₀	14	4,4
V₆₅	19,6	8,4

Çizelge 4. 26 '3' numaralı hasta için 3BKRT ve YART planlamalarına ait referans dozlar için mesane hacimleri.

H.N.3	3BKRT için hacim(%)	YART için hacim (%)
V₅₀	46,4	40,4
V₆₀	8,8	6
V₆₅	5,6	3,2

Çizelge 4. 27 '4' numaralı hasta için 3BKRT ve YART planlamalarına ait referans dozlar için rektum hacimleri.

H.N.4	3BKRT için hacim(%)	YART için hacim (%)
V₅₀	17,6	9,6
V₆₀	6,4	3,2
V₆₅	2,8	1,2

Çizelge 4. 28 '4' numaralı hasta için 3BKRT ve YART planlamalarına ait referans dozlar için mesane hacimleri.

H.N.4	3BKRT için hacim(%)	YART için hacim (%)
V₅₀	16,8	13,2
V₆₀	8,8	6
V₆₅	5,6	3,2

Çizelge 4. 29 '5' numaralı hasta için 3BKRT ve YART planlamalarına ait referans dozlar için rektum hacimleri.

H.N.5	3BKRT için hacim(%)	YART için hacim (%)
V₅₀	16,8	12,8
V₆₀	6,4	3,6
V₆₅	2,4	0,8

Çizelge 4. 30 '5' numaralı hasta için 3BKRT ve YART planlamalarına ait referans dozlar için mesane hacimleri.

H.N.5	3BKRT için hacim(%)	YART için hacim (%)
V₅₀	23,6	16,8
V₆₀	3,6	3,6
V₆₅	2,8	2,4

Çizelge 4. 31 '6' numaralı hasta için 3BKRT ve YART planlamalarına ait referans dozlar için rektum hacimleri.

H.N.6	3BKRT için hacim(%)	YART için hacim (%)
V₅₀	25,2	16,8
V₆₀	6,8	4,4
V₆₅	2,8	2

Çizelge 4. 32 '6' numaralı hasta için 3BKRT ve YART planlamalarına ait referans dozlar için mesane hacimleri.

H.N.6	3BKRT için hacim(%)	YART için hacim (%)
V₅₀	30,4	17,2
V₆₀	11,2	7,2
V₆₅	7,2	3,6

Çizelge 4. 33 '7' numaralı hasta için 3BKRT ve YART planlamalarına ait referans dozlar için rektum hacimleri.

H.N.7	3BKRT için hacim(%)	YART için hacim (%)
V₅₀	13,2	4,8
V₆₀	4,8	3,6
V₆₅	2,8	2

Çizelge 4. 34 '7' numaralı hasta için 3BKRT ve YART planlamalarına ait referans dozlar için mesane hacimleri.

H.N.7	3BKRT için hacim(%)	YART için hacim (%)
V₅₀	5,6	4
V₆₀	0,8	2
V₆₅	0,8	0,8

Çizelge 4. 35 '8' numaralı hasta için 3BKRT ve YART planlamalarına ait referans dozlar için rektum hacimleri.

H.N.8	3BKRT için hacim(%)	YART için hacim (%)
V₅₀	25,2	17,6
V₆₀	8	6,4
V₆₅	4,4	2,8

Çizelge 4. 36 '8' numaralı hasta için 3BKRT ve YART planlamalarına ait referans dozlar için mesane hacimleri.

H.N.8	3BKRT için hacim(%)	YART için hacim (%)
V₅₀	18,4	16,8
V₆₀	8	6,4
V₆₅	2,4	2

Çizelge 4. 37 '9' numaralı hasta için 3BKRT ve YART planlamalarına ait referans dozlar için rektum hacimleri.

H.N.9	3BKRT için hacim(%)	YART için hacim (%)
V₅₀	18,8	14
V₆₀	5,2	4,4
V₆₅	2,4	2

Çizelge 4. 38 '9' numaralı hasta için 3BKRT ve YART planlamalarına ait referans dozlar için mesane hacimleri.

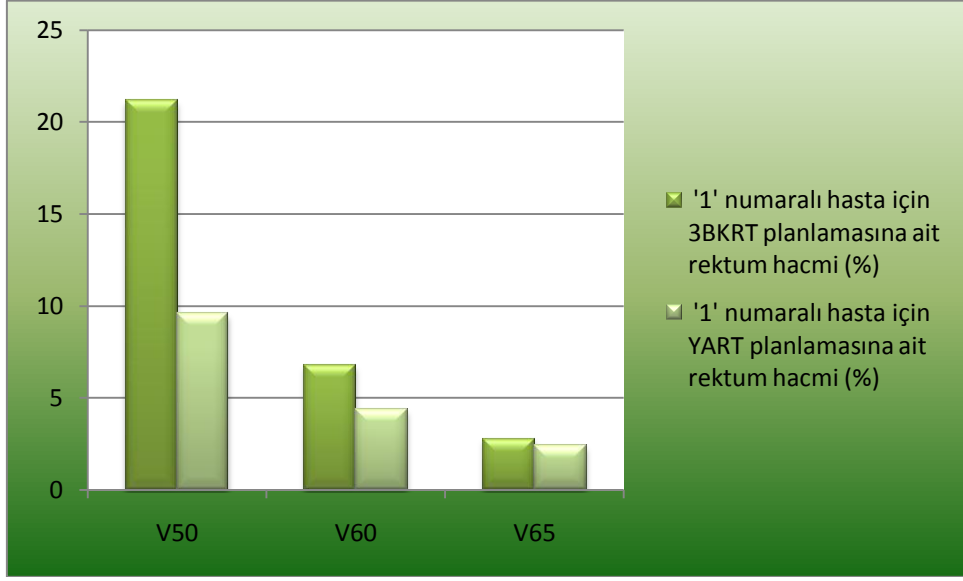
H.N.9	3BKRT için hacim(%)	YART için hacim (%)
V₅₀	14,4	13,6
V₆₀	6	6
V₆₅	1,6	0,8

Çizelge 4. 39 '10' numaralı hasta için 3BKRT ve YART planlamalarına ait referans dozlar için rektum hacimleri.

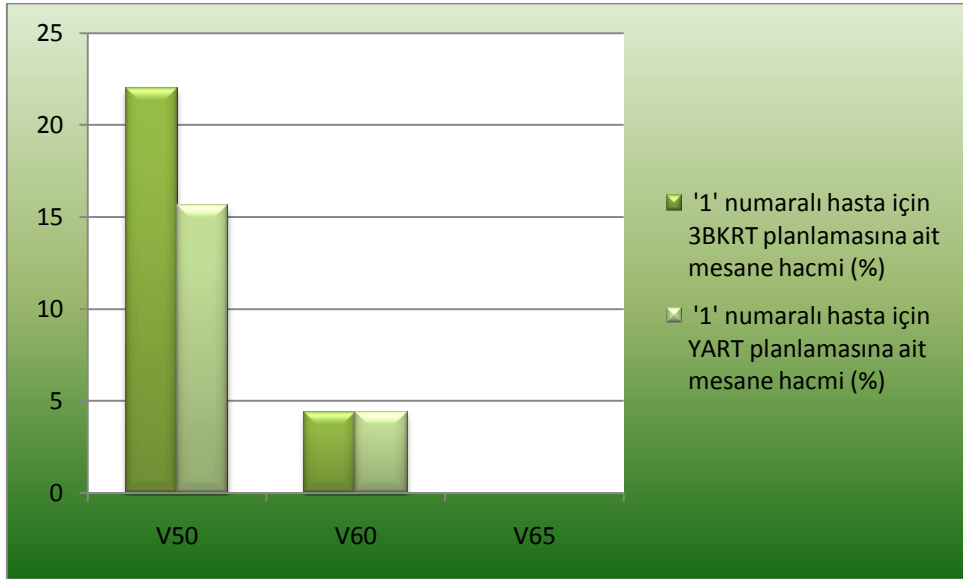
H.N.9	3BKRT için hacim(%)	YART için hacim (%)
V₅₀	30	14,8
V₆₀	10,4	4
V₆₅	2,4	0,4

Çizelge 4. 40 '10' numaralı hasta için 3BKRT ve YART planlamalarına ait referans dozlar için mesane hacimleri.

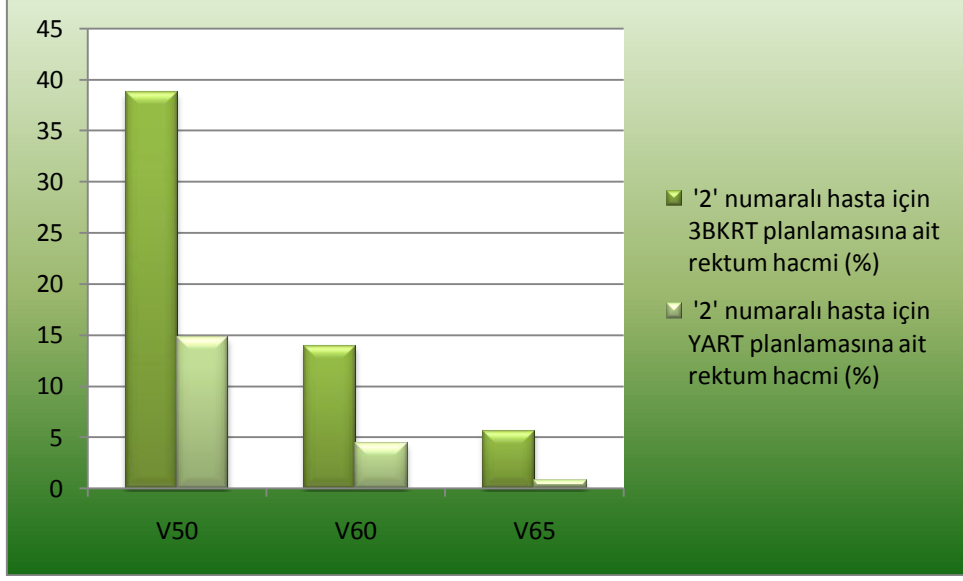
H.N.9	3BKRT için hacim(%)	YART için hacim (%)
V₅₀	30,8	21,6
V₆₀	18	10,4
V₆₅	10	4,8



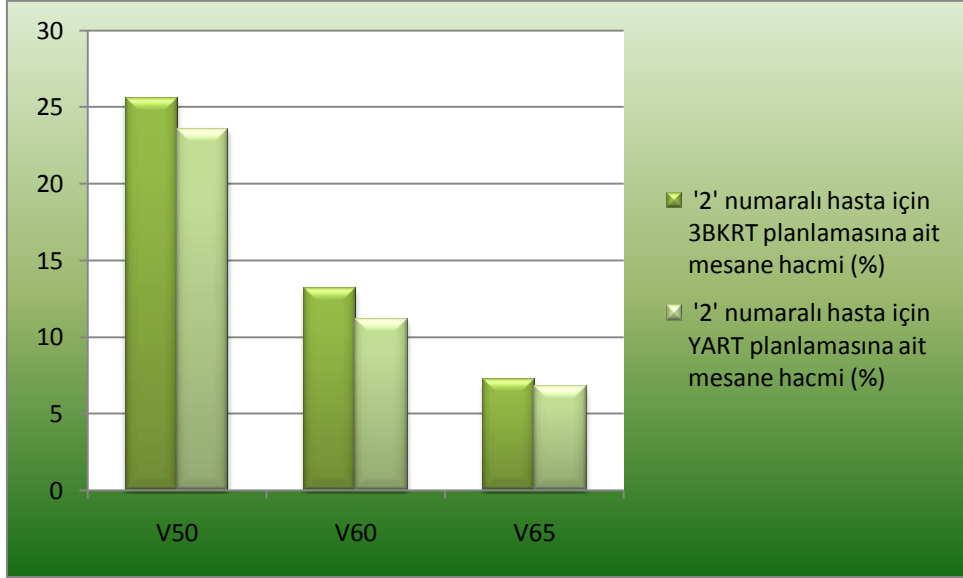
Şekil 4. 15 '1' numaralı hasta için 3BKRT ve YART planlamalarına ait referans doz değerlerinde rektum hacimleri.



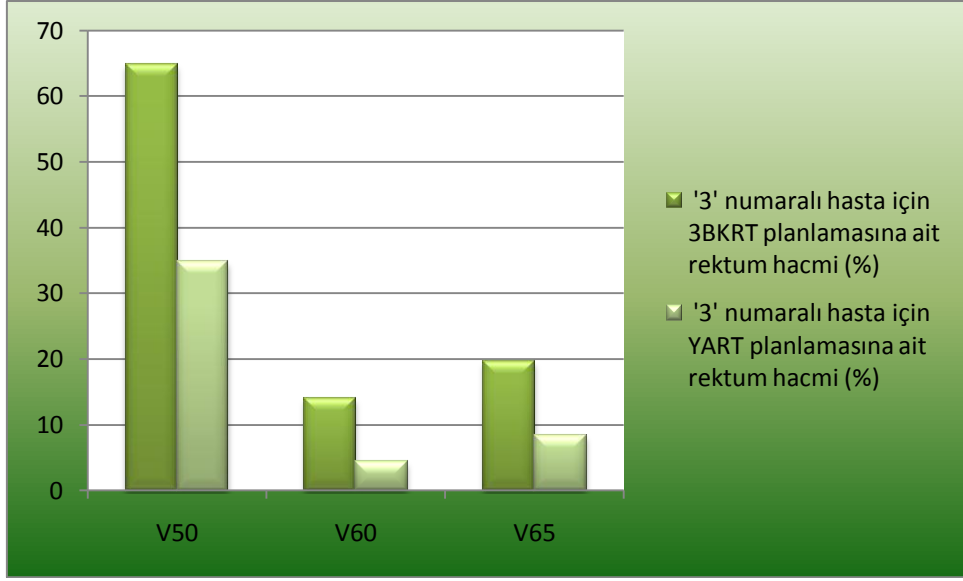
Şekil 4. 16 '1' numaralı hasta için 3BKRT ve YART planlamalarına ait referans doz değerlerinde mesane hacimleri.



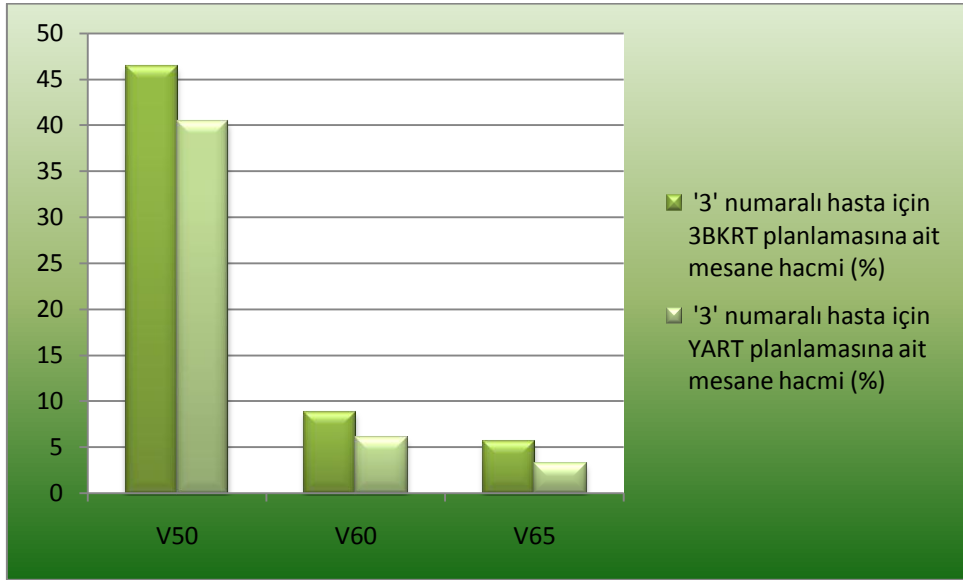
Şekil 4. 17 '2' numaralı hasta için 3BKRT ve YART planlamalarına ait referans doz değerlerinde rektum hacimleri.



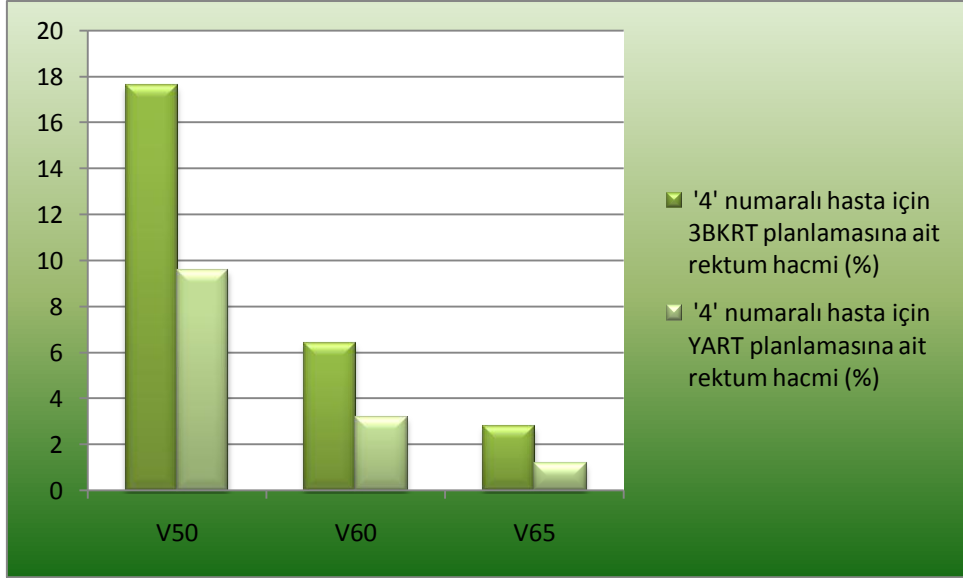
Şekil 4. 18 '2' numaralı hasta için 3BKRT ve YART planlamalarına ait referans doz değerlerinde mesane hacimleri.



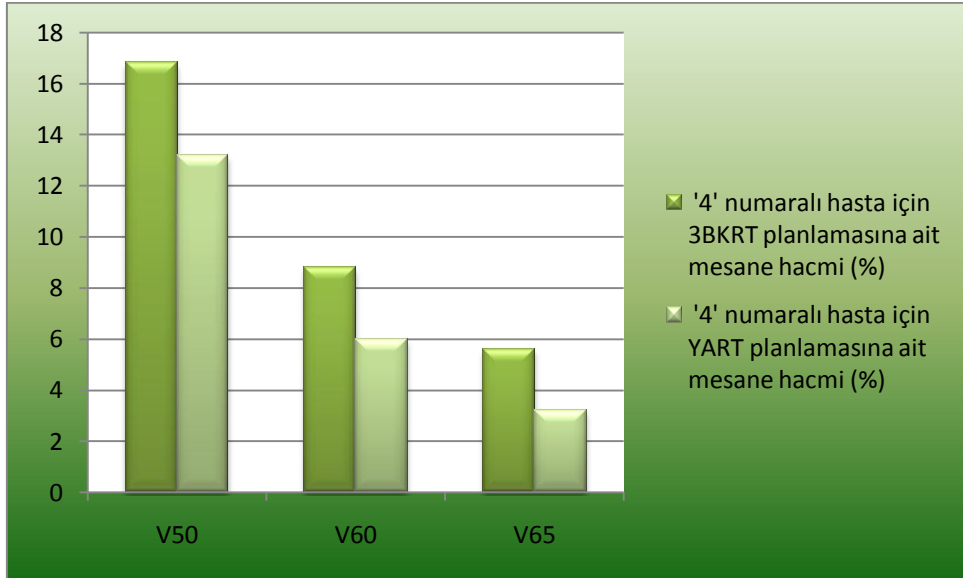
Şekil 4. 19 '3' numaralı hasta için 3BKRT ve YART planlamalarına ait referans doz değerlerinde rektum hacimleri.



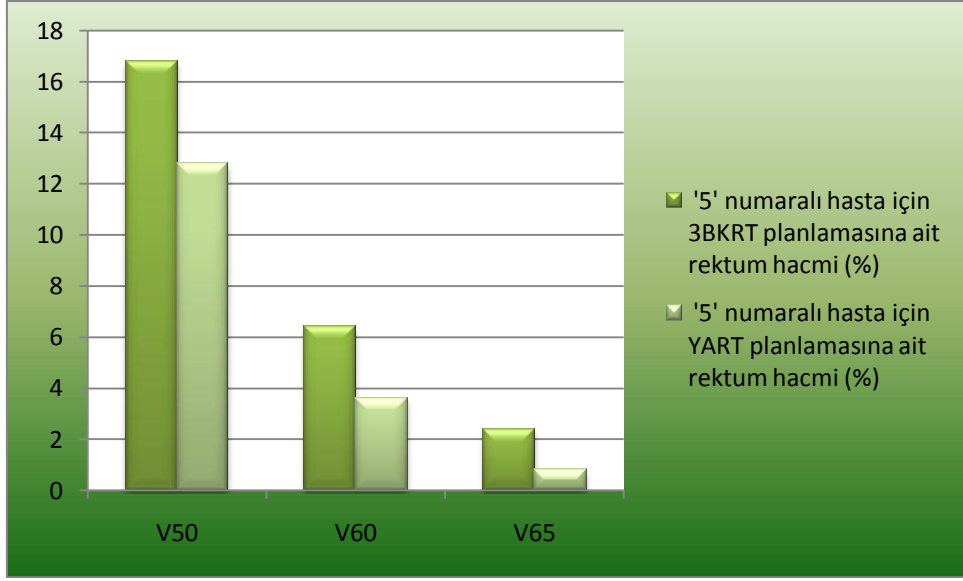
Şekil 4. 20 '3' numaralı hasta için 3BKRT ve YART planlamalarına ait referans doz değerlerinde mesane hacimleri.



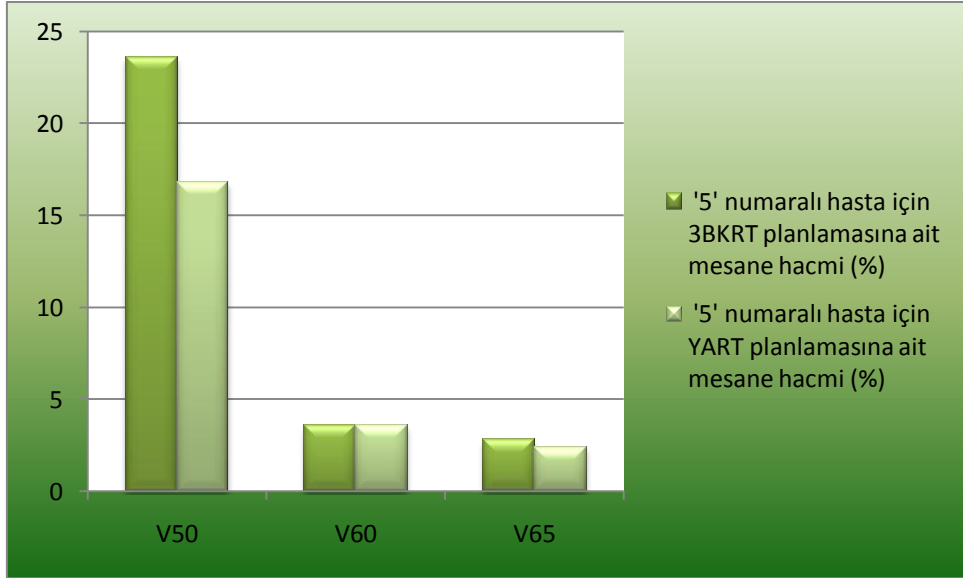
Şekil 4. 21 '4' numaralı hasta için 3BKRT ve YART planlamalarına ait referans doz değerlerinde rektum hacimleri.



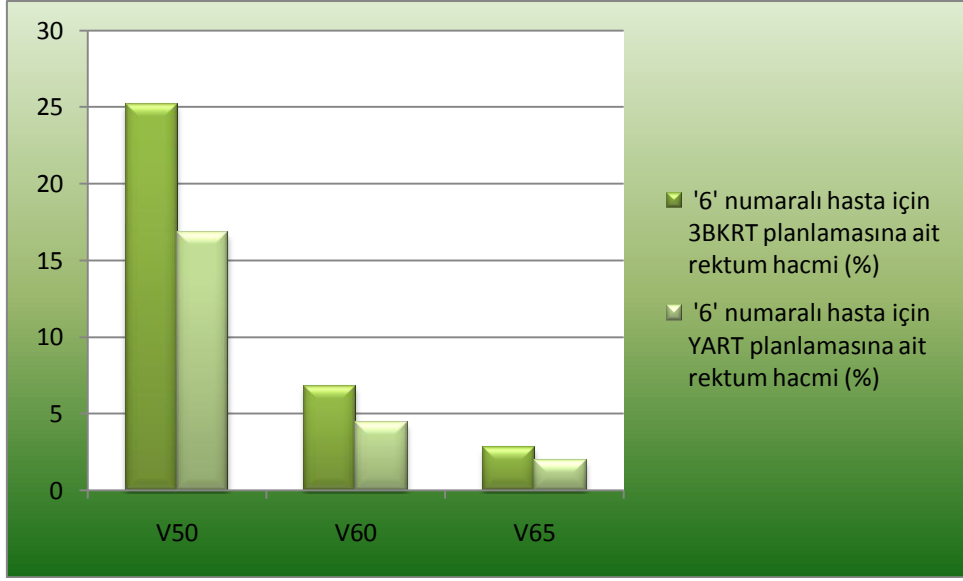
Şekil 4. 22 '4' numaralı hasta için 3BKRT ve YART planlamalarına ait referans doz değerlerinde mesane hacimleri.



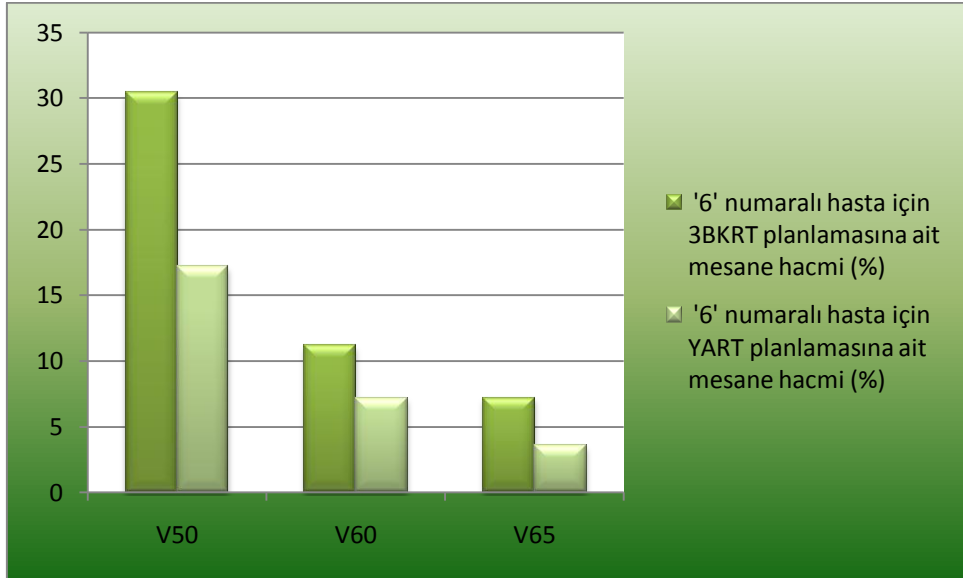
Şekil 4. 23 '5' numaralı hasta için 3BKRT ve YART planlamalarına ait referans doz değerlerinde rektum hacimleri.



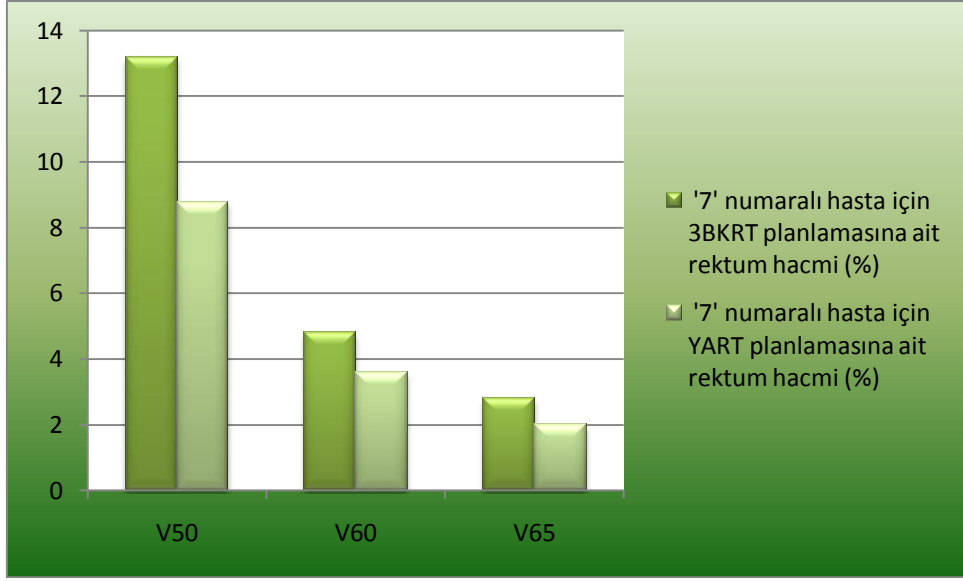
Şekil 4. 24 '5' numaralı hasta için 3BKRT ve YART planlamalarına ait referans doz değerlerinde mesane hacimleri.



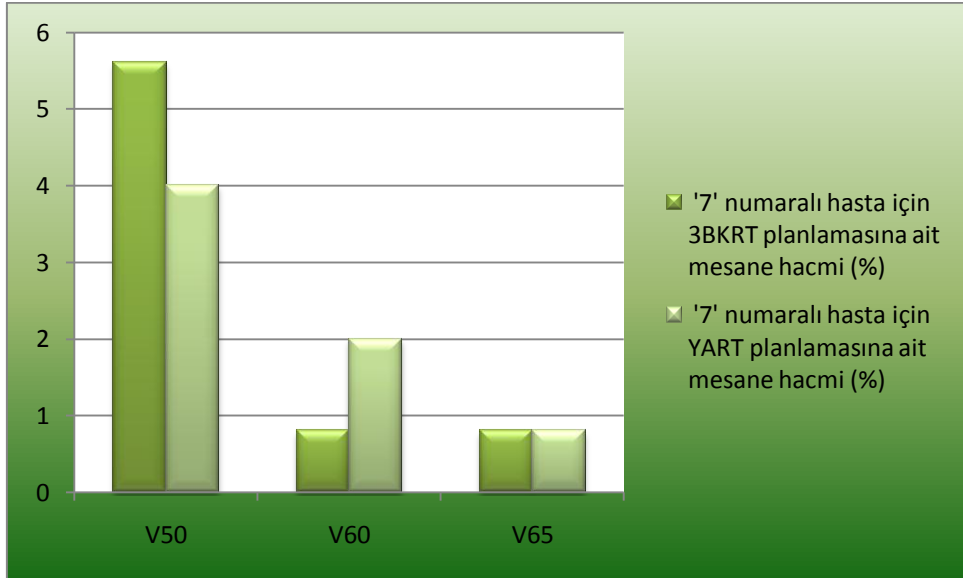
Şekil 4. 25 '6' numaralı hasta için 3BKRT ve YART planlamalarına ait referans doz değerlerinde rektum hacimleri.



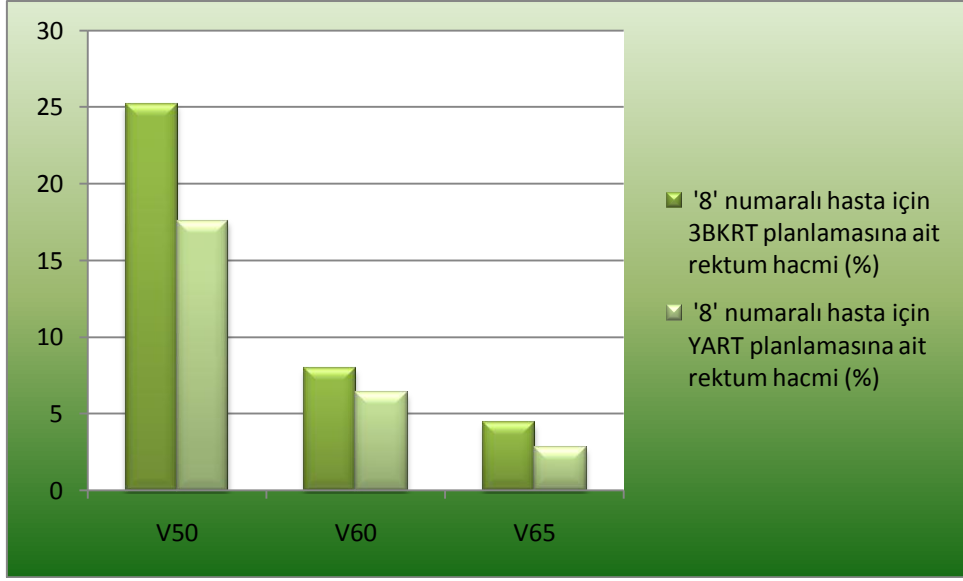
Şekil 4. 26 '6' numaralı hasta için 3BKRT ve YART planlamalarına ait referans doz değerlerinde mesane hacimleri.



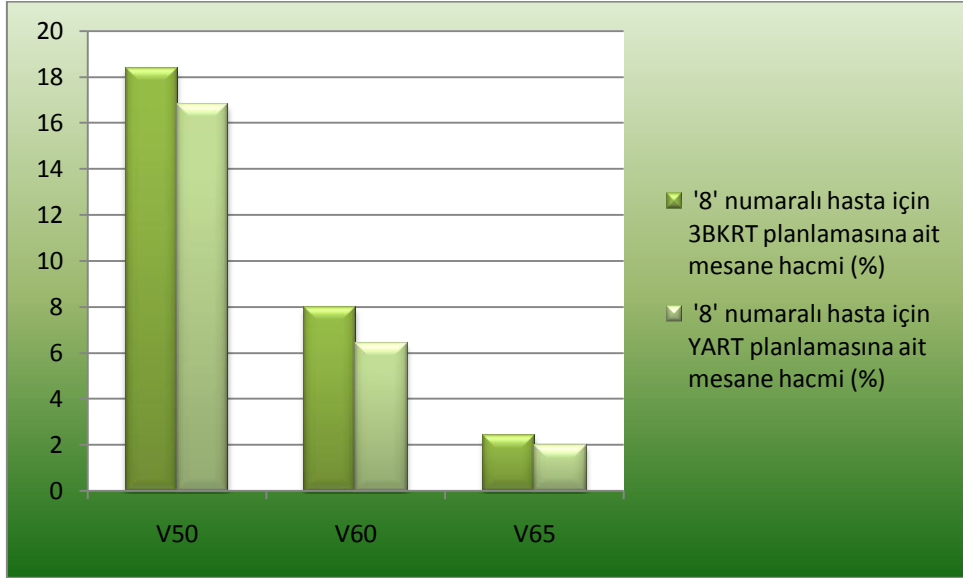
Şekil 4. 27 '7' numaralı hasta için 3BKRT ve YART planlamalarına ait referans doz değerlerinde rektum hacimleri.



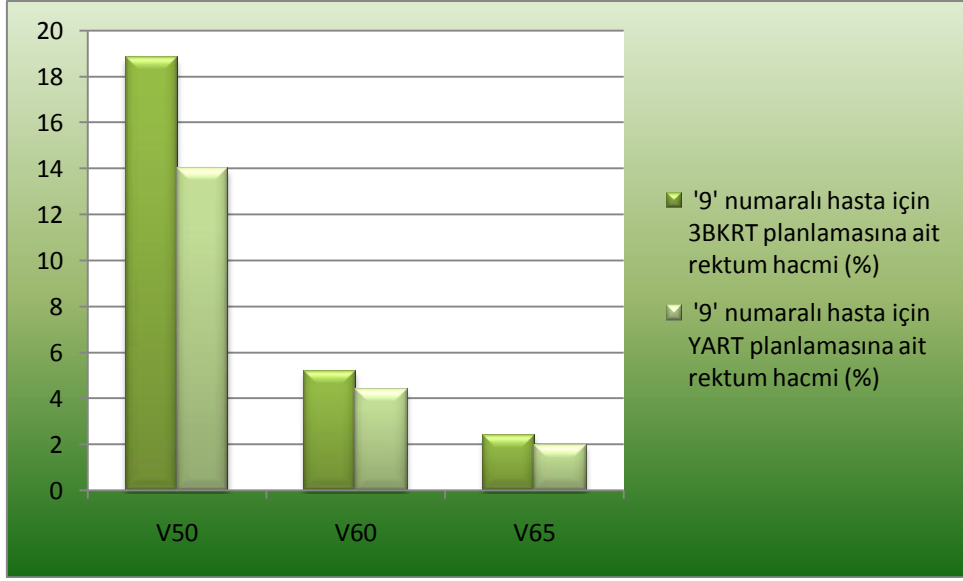
Şekil 4. 28 '7' numaralı hasta için 3BKRT ve YART planlamalarına ait referans doz değerlerinde mesane hacimleri.



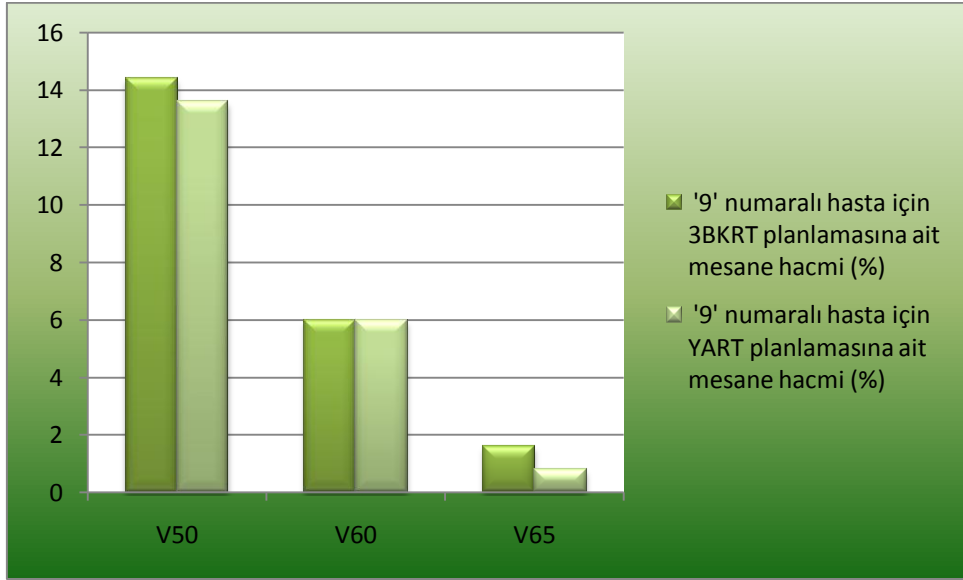
Şekil 4. 29 '8' numaralı hasta için 3BKRT ve YART planlamalarına ait referans doz değerlerinde rektum hacimleri.



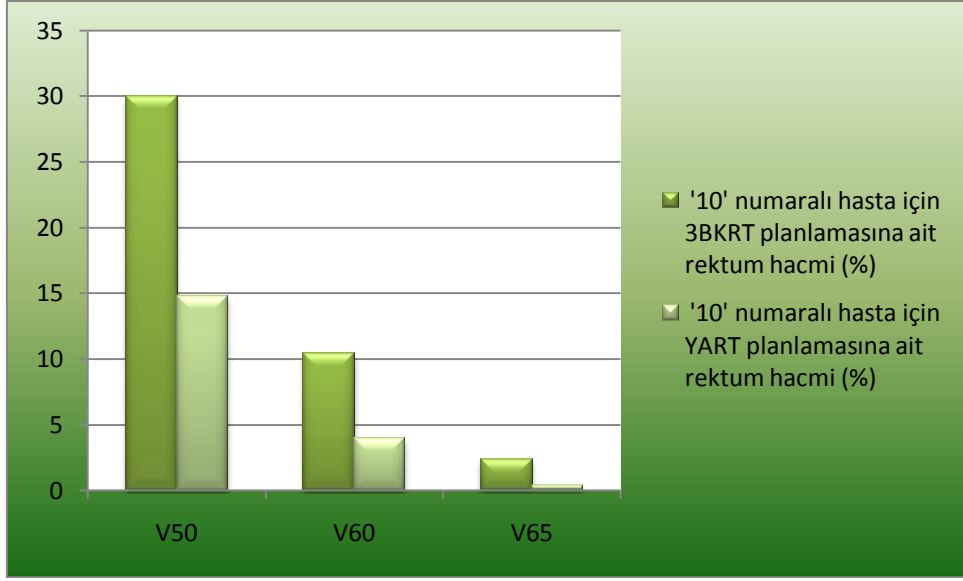
Şekil 4. 30 '8' numaralı hasta için 3BKRT ve YART planlamalarına ait referans doz değerlerinde mesane hacimleri.



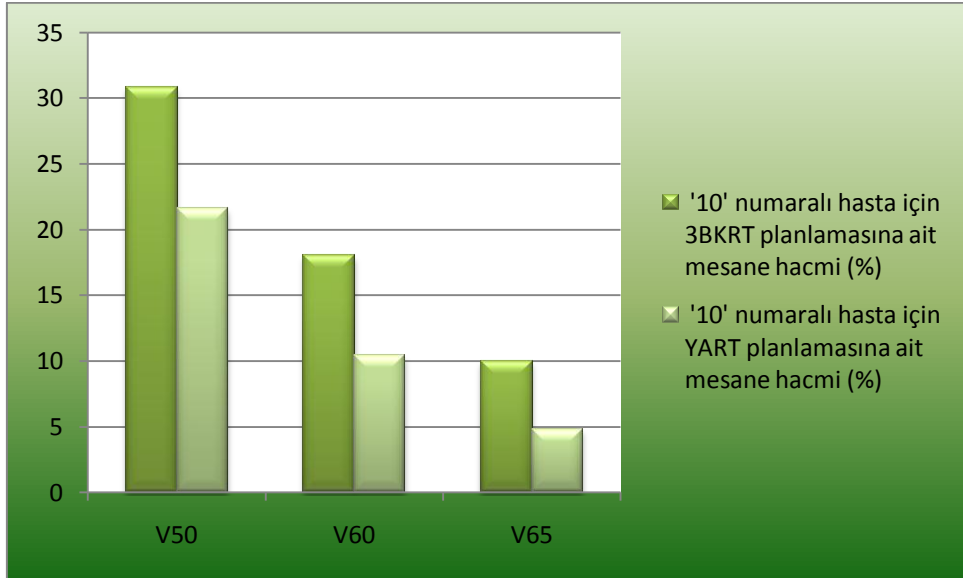
Şekil 4. 31 '9' numaralı hasta için 3BKRT ve YART planlamalarına ait referans doz değerlerinde rektum hacimleri.



Şekil 4. 32 '9' numaralı hasta için 3BKRT ve YART planlamalarına ait referans doz değerlerinde mesane hacimleri.



Şekil 4. 33 '10' numaralı hasta için 3BKRT ve YART planlamalarına ait referans doz değerlerinde rektum hacimleri.



Şekil 4. 34 '10' numaralı hasta için 3BKRT ve YART planlamalarına ait referans doz değerlerinde mesane hacimleri.

5 . TARTIŞMA ve SONUÇ

Radyoterapinin amacı doğrultusunda hedef hacme mümkün olan maksimum dozun verilebilmesi ve kritik organların korunabilmesi adına radyoterapinin uygulanmaya başlandığı ilk günden bu yana yeni teknikler geliştirilmektedir.Bu nedenle geliştirilen yeni tekniklerin birbirlerine göre üstünlüklerinin iyi anlaşılabilmesi önem taşımaktadır.Bu tezin amacı da üç boyutlu konformal radyoterapi tekniği ile yoğunluk ayarlı radyoterapi tekniklerinin hedef ve kritik organ dozları açısından değerlendirilmesi temeline dayanmaktadır.

Çalışmamızda 10 prostat kanseri vakasına hem 3BKRT hem de YART planlamaları yapılmıştır.Tedavi planlamalarından doz hacim histogramları elde edilmiştir.Hedef ve kritik organ dozları ve bu dozları alan hacimler doz hacim histogramları ile belirlenmiştir.Elde edilen bu değerler ile kritik organlar için her iki tedavi tekniğini birbiri ile karşılaştırabilmek için grafikler çizilerek yorumlanmıştır.

İlk olarak kritik organlar olan mesane, rektum ve femur başlarının aldığı ortalama doz değerleri incelenmiştir.Buna göre araştırma ve bulgular kısmında yer alan Şekil 4.11 grafiği değerlendirildiğinde YART planlamalarının 3BKRT planlamalarına göre ortalama 296 cGy'lik bir avantaj sağladığı görülmüştür.Bu iki tedavi planlama tekniği arasında mesane için anlamlı bir fark oluşmadığının göstergesidir.Bunun nedeni değerlendirilen olguların mesanelerinin dolu olmamasıdır.

Kritik organlardan rektum için Şekil 4.12 grafiği incelendiğinde YART planlamalarının 3BKRT planlamalarına göre ortalama 530 cGy'lik bir avantajı olduğu görülmüştür.Bu değerlendirmeye göre YART planlaması kritik organ rektumu daha etkin korumuştur. Bu durum tek başına değerlendirildiğinde YART planlamaları için hedef hacimde ortalama 75 Gy'e kadar çıkılabileceği söylenebilir.

Sağ ve sol femur başları için Şekil 4.13 ve Şekil 4.14 grafikleri incelendiğinde ise yalnız '1' numaralı hasta için 3BKRT planının YART planına göre femur başlarının dozunu azalttığı görülmüştür.

İkinci bir değerlendirme ise 3BKRT ve YART planlamaları için literatürde bulunan referans doz değerleri ile yapılmıştır.Bu değerlendirme hedef ve kritik organ dozların değerlendirilmesinden ziyade literatürde belirlenen dozları alan hedef ve kritik organ hacimleri ile ilgilidir.

3BKRT tekniği kullanılarak yapılan planlamalar kritik organ dozları için Zelefsky ve arkadaşlarının çalışması referans alınarak değerlendirilmiştir.Buna göre mesane için doz sınırları $V_{65} < \% 100$, rektum için $V_{50} < \% 60-65$, $V_{60} < \% 40-50$, femur başlarının ortalama dozu ise 50 Gy'i geçmemelidir.çalışmamızda her hasta için kritik organ dozları referans alınan doz değerlerinin altında bulunmuştur.

YART tekniği kullanılarak yapılan planlamaların kritik organ doz sınırları RTOG 0126, QUANTEC ve A.Bayley ve arkadaşlarının çalışmaları referans alınarak değerlendirilmiştir.

RTOG 0126'ya göre doz sınırları mesane için $70 \text{ Gy} < \%35$, $65 \text{ Gy} < \%50$, rektum için $70 \text{ Gy} < \%25$, $65 \text{ Gy} < \% 35$, femur başları için maksimum doz 52.5 Gy olarak verilmiştir.Buna göre alışmamızda YART planlamalarımızın kritik organ dozları referans alınan RTOG 0126'nın doz değerlerinin altında bulunmuştur.

QUANTECH kritik organ referans doz değerlerini rektum için $V_{50} < \%50$, $V_{60} < \%35$, $V_{65} < \%25$; mesane için $D_{\max} < 65 \text{ Gy}$ ve $V_{65} < \%50$ olarak belirlenmiştir.Bu referanslara göre YART planlamalarında rektum dozları belirlenen limitlere uygun bulunmuştur.Ancak mesane için belirtilen maksimum referans doz kriteri limit değerini aşmıştır.Bunun nedeni hedef organın mesane ile çakışmasından kaynaklanmıştır.Mesane ile hedef hacmin çakışmasını azaltarak mesane dozunu azaltan önemli bir teknik mesane hacminin arttırılmasıdır.Bu hastanın tedaviye girmeden önce belirli bir miktar su içmesi ile sağlanabilir.Böylece büyüyen mesane hacmi ile tedavi alanına girecek olan mesane hacmi azalır.izelge 4.11'de 1 numaralı hastanın mesane dozunun maksimum doz limit değerini aşmamasının nedeni budur.

A.Bayley ve arkadaşlarının çalışmaları ise kritik organ referans dozlarını; rektal duvar için $D_{\max} < 80 \text{ Gy}$, $D_{\%50} < 55 \text{ Gy}$ ve $D_{\%30} < 70 \text{ Gy}$, mesane duvarı için $D_{\max} < 80 \text{ Gy}$ ve $D_{\%50} < 55 \text{ Gy}$ ve femur başları için $D_{\max} < 55 \text{ Gy}$ dir.YART planlamalarımız A.Bayley ve arkadaşlarının çalışmasında belirtilen referans dozlara göre değerlendirildiğinde kritik organ dozları referans doz değerlerinin altında bulunmuştur.

Bir diğer değerlendirme ise herbir planlama için elde edilen doz hacim histogramlarının görsel olarak değerlendirilmesi ile yapılmıştır.Tüm hastalar için yapılan tedavi planlamaları aynı doz hacim histogramında çizdirilmiştir. Araştırma ve bulgular kısmında belirtilen DVH'larında sürekli çizgiler konformal radyoterapi, kesikli çizgiler yoğunluk ayarlı radyoterapi planlamalarına aittir.Bu verilere göre histogramlar değerlendirildiğinde YART planlamalarının üstünlüğü açıkça görülmüştür.

Ayrıca hangi tedavi planlama tekniğinin yüksek doz bölgesinde avantaj sağladığını belirlemek adına referans doz değerlerine göre her bir hasta planlamasında rektum ve mesanenin 50 Gy, 60 Gy ve 65 Gy doz alan hacimleri hesaplanarak grafikler elde edilmiştir. Bu grafikler incelendiğinde YART planlamalarının 3BKRT planlamalarına göre kritik organlarda daha etkin koruma sağladığı görülmüştür. Ancak yine de rektum için iki tedavi planlama tekniği arasındaki anlamlı farkın mesane için olmadığı belirlenmiştir. Bu mesane ile hedef hacmin üst üste binmiş olması durumundan kaynaklanmaktadır.

YART tekniği ile 3BKRT tekniği arasındaki doz dağılımı farklılıkları tedavi edilecek hastaların belirlenen hedef ve kritik organ hacimlerinin boyutları, birbirlerine yakınlıkları, hacim çakışmaları veya uzaklıkları hastanın tedaviye girerken kritik organların tedavi alanından uzaklaştırılmasını sağlayacak uygunlukta set-upların sağlanması ile de ilgilidir. Burada belirtilen parametreler iki yöntem arasındaki farklılıkları ortaya koymada iki yöntemin denkliliğini ya da üstünlüğünü ayırt etmede önemlidir.

YART tekniğinin bir üstünlük sağlamadığı durumlarda 3BKRT tekniği ile tedavi planlamaları yapmak tedavi süresi ve iş gücü avantajlarına sahiptir.

Bütün bu değerlendirmelere göre YART tekniği 3BKRT tekniğine göre hedef organa mümkün olan yüksek dozu verebilme ve kritik organ doz değerlerine göre üstünlük taşımaktadır.

KAYNAKLAR

1. Boehmer,D.,Bohsung,J.,Eichwurzel,I.,Moys,A.,Budach,V.(2004).
Clinical and Physical Quality Assurance for Intensity Modulated Radiotherapy and Oncology.,71(3),319-325.
2. Buyyounouski, M.K., Pollack, A.(2009)
Prostat kanserinde eksternal radyoterapi.(M.Koç ve M. Adlı,Çev.).
3. Whingo PA, Tong T,Bolden S.Cancer Statistics 1995.CA Cancer J Clin 1995;45:8-30)
4. Murph GP, Natarajan N, Pantas JE, et al. (1982)
The national surve of prostate cancer in the United States by American College of Surgeons. J Urol 1982; 127:928--TJZ.
5. Ferlay, J.,Autier, P., Boniol, M., et al. (2007).
Estimates of the cancer incidence and mortality in Europe in 2006.Ann Oncol.,18,581-592.
6. Carter,B.S.,Beaty,T.H.,Bova,G.S.(1993).
Hereditary prostate cancer epidemiologic and clinic features.J Urol.,150,797-802.
7. Dirican (2009)
8. Doll,R. (1980)
The Epidemiology of Cancer.Cancer,2475-2485.
9. Dobbs, J., Barrett, A. ve Ash, D. (1999).
Practical Radiotherapy Plannig Third Edition.
10. Perez, C.A., Halperin, E.C., Brady, L.W. (2008).
Perez and Brady's Principles and Practice of Radiation Oncology.
11. Carter, H.B. 2002).Diagnosis and staging of prostate cancer
12. Coşkun,N.(2008)
Prostat Bezine İmplant Edilmiş Altın Çekirdeklerini ve Elektronik Portal Görüntüleme Cihazı Kullanarak Prostat Kanseri Hastalarının Yeniden Pozisyonlandırılması,Yüksek Lisans Tezi,Ege Üniversitesi,İzmir.
13. American Urological Association Prostate Cancer Clinical Guidelines Panel (1995)
Report on management of clinically localized prostate cancer.
14. Yadoga,A.,Petrylak,D. 1993).
Cytotoxic chemotherapy for advanced hormone resistant prostate cancer.Cancer,71,1098-109.

15. İspir, B. (2009).

Yoğunluk Ayarlı Radyoterapi Tekniğiyle Yapılmış Prostat Kanseri Tedavi Planlamalarının Yoğunluk Ayarlı Radyoterapi Fantomu, İki Boyutlu İyon Odası ve Film Dozimetrisi Yöntemleriyle Karşılaştırılması.Yüksek Lisans Tezi (2010),Hacettepe Üniversitesi, Ankara.

16. Khan, F.M. (2003)

The Physics of Radiation Therapy.

17. Ezzell, G.A., Galvin, J.M., Low, D., Patla, J.R., et al (2003).

Guidance document on delivery, treatment planning, and clinical implementation of IMRT:Report of the IMRT subcommittee of the AAPM radiation therapy committee.

18. LoSasso (1998)

Physical and dosimetric aspects of a multileaf collimation system used in the dynamic mode for implementing intensity modulated radiotherapy. Med.Phys.25:1919-1927

19. Chao, K.S.C., Perez, C.A. and Brady, L.W., 2004

Radyasyon Onkolojisi Tedavi Kararları (Syf. 449-467)

20. Odar 1986,

Odar, İ.V. 1986. Anatomi Ders Kitabı 2. Cilt. Hacettepe Taş Kitapçılık Ltd., (Syf.321-323).