

← Adınızı soyadınızı giriniz

Tez kabul edildikten sonra yapılan **sabit ciltte sırt yazısı** bu şablona göre yazılacak. Yazılar tek satır olacak
Cilt sırtı yazıların yönü yukarıdan aşağıya
(sol yandaki gibi) olacak .



← Tez, Yüksek Lisans'sa, YÜKSEK LİSANS TEZİ;
Doktora ise DOKTORA TEZİ ifadesi kalacak

← Tez Sınavının yapılacağı yılı yazınız

T.C.
İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

(YÜKSEK LİSANS TEZİ)

UZUN DÖNEM REKTUM KANSERİ
RADYOTERAPİSİNDE KEMİK İLİĞİ DOZLARININ
FARKLI TEDAVİ TEKNİKLERİYLE
KARŞILAŞTIRILMASI

TURGUT TAŞÇI

DANIŞMAN
DR. ÖĞR. ÜYESİ NAZMIYE DÖNMEZ KESEN

TEMEL ONKOLOJİ ANABİLİM DALI
SAĞLIK FİZİĞİ

İSTANBUL-2021

İTHAF

Bu tezi aileme ithaf ediyorum.

TEŞEKKÜR

Tez çalışmamda beni destekleyen değerli danışmanım İstanbul Üniversitesi Onkoloji Enstitüsü Öğretim Üyesi, Dr. Öğr. Üyesi Nazmiye Dönmez Kesen'e,

Yüksek lisans eğitimim boyunca kendilerinden çok şey öğrendiğim değerli hocalarım Prof. Dr. Hatice Bilge Becerir ve Dr. Öğr. Üyesi Murat Okutan'a,

Tez konumun belirlenmesi ve tezimin hazırlanmasında yardımlarını esirgemeyen Dr. Öğr. Üyesi Şule Karaman ve Doç. Dr. Nergiz Dağoğlu Sakin'e,

Radyoterapi tedavi planlamalarını öğrenmemde bana yardımcı olan Uzm. Fiz. Leyla Süncak ve Ar. Gör. Dr. Canan Köksal'a,

Dönem arkadaşlarım Çağlar Nebol ve İsmail Önel'e,

Tez çalışmamın hazırlanmasında bana yardımlarını esirgemeyip anlayış gösteren İstanbul Üniversitesi Onkoloji Enstitüsü asistan doktorları ve Figen Çimşit'e,

Son olarak benden maddi manevi desteklerini hiçbir zaman esirgemeyen sevgili babam Nejdet Taşçi, annem Fatma Taşçi ve kardeşim Kübra Taşçi'ya en içten dileklerle çok teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

İTHAF.....	İİ
TEŞEKKÜR.....	İİİ
İÇİNDEKİLER	İV
TABLolar LİSTESİ.....	Vİ
ŞEKİLLER LİSTESİ	Vİİ
SEMBOLLER / KISALTMALAR LİSTESİ	Vİİİ
ÖZET	X
ABSTRACT.....	Xİ
1. GİRİŞ VE AMAÇ.....	1
2. GENEL BİLGİLER	3
2.1. Rektum Anatomisi	3
2.2. Rektum Kanseri	4
2.2.1. Rektum Kanserinin Risk Faktörleri ve Korunma	4
2.2.2. Rektum Kanserinde Evreleme	5
2.2.3. Rektum Kanserinde Tanı	7
2.2.4. Rektum Kanseri Tedavisi.....	9
2.2.4.1. Cerrahi.....	9
2.2.4.2. Adjuvan Tedavi.....	10
2.2.4.3. Neoadjuvan Tedavi	10
2.2.5. Kemoterapi.....	11
2.2.6. Radyoterapi	11
2.2.7. Rektum Kanserinde Kullanılan Radyoterapi Teknikleri.....	12
2.2.7.1. Üç boyutlu konformal radyoterapi tekniği (3B-KRT)	12
2.2.7.2. Yoğunluk ayarlı radyoterapi tekniği (YART).....	13
2.2.7.3. Yoğunluk ayarlı ark terapi tekniği (YAAT).....	14
2.2.7.4. Endorektal Brakiterapi tekniği	14
2.2.7.5. İntraoperatif Elektron Radyoterapi tekniği	14
2.2.8. Rektum Kanserinde Pelvik Kemik İliği	15
2.2.8.1. Pelvik Kemik İliği.....	15
2.2.8.2. Pelvik Kemik İliğinin İşlevi	16

2.2.8.3. Radyoterapinin Pelvik Kemik İliği Üzerine Etkisi	17
3. GEREÇ VE YÖNTEM.....	19
3.1. Araç ve Gereç	19
3.1.1. Varian DHX Lineer Hızlandırıcı.....	19
3.1.2. Philips Big Bore 4B Bilgisayarlı Tomografi Cihazı	20
3.1.3. Varian Eclipse Tedavi Planlama Sistemi (TPS)	21
3.1.4. IBM SPSS İstatistik Programı.....	22
3.2. Yöntem.....	23
3.2.1. Hastaların Seçimi ve Hasta Görüntülerinin Elde Edilmesi	23
3.2.1.1. Hastaların Seçimi	23
3.2.1.2. Hastaların Görüntülerinin Elde Edilmesi	24
3.2.2. Hastalara ait Hedef Hacim(PTV) ve Kritik Organların(OAR) Kontürlenmesi	24
3.2.3. Hastaların Pelvik Kemik İliğinin Kontürlenmesi.....	25
3.2.4. Hasta Tedavi Planlarının Oluşturulması	26
3.2.4.1. YART Planlarının Oluşturulması.....	27
3.2.4.2. YAAT Planlarının Oluşturulması	28
3.2.5. Hastaların Tedavi Planlarının Karşılaştırılması	29
3.2.5.1. PTV Homojenite İndeks (Hİ) ve Konformite İndeks (Kİ) Verilerinin Karşılaştırılması	30
3.2.5.2. Pelvik Kemik İliği Verilerinin Karşılaştırılması	30
3.2.6. Sonuçların İstatistiksel Değerlendirilmesi	31
4. BULGULAR.....	33
4.1. PTV, Kİ ve Hİ Bulguları.....	33
4.2. Pelvik Kemik İliğine Ait Bulgular	34
4.2.1. Total Pelvik Kemik İliği Bulguları	35
4.2.2. Sakrum Kemik İliği Bulguları.....	36
4.2.3. Koksals Kemik İliği Bulguları.....	37
4.2.4. Pubis Simfizis Kemik İliği Bulguları.....	38
4.2.5. Total Pelvik Kemik İliği verilerinin cinsiyetlere göre karşılaştırılması.....	39
5. TARTIŞMA	40
6. HAM VERİLER	53
7. KAYNAKLAR	78
İNTİHAL RAPORU İLK SAYFASI.....	83

TABLOLAR LİSTESİ

Tablo 2.1: <i>Rektum ve Kolon kanseri UICC TNM evreleme (8th)</i>	6
Tablo 2.2 : <i>Rektum ve Kolon kanseri TNM Patolojik sınıflandırması</i>	7
Tablo 3.1: <i>Rektum Hasta Bilgileri (n = 100)</i>	24
Tablo 3.2: <i>Rektum Kanseri Kritik Organ Doz Kısıtlamaları</i>	27
Tablo 4.1: <i>Hastaların PTV'ye ait dozları, Kİ ve Hİ değerleri(n=100)</i>	33
Tablo 4.2: <i>Hasta Pelvik Kemik İliği Hacim Değerleri(n=100)</i>	34
Tablo 4.3: <i>Rektum kanseri hastalarının Total Pelvik Kemik İliği verilerinin YART ve YAAT tekniklerine göre kıyaslanması (n=100)</i>	35
Tablo 4.4: <i>Rektum kanseri hastalarının Sakrum Kemik İliği verilerinin YART ve YAAT tekniklerine göre kıyaslanması(n=100)</i>	36
Tablo 4.5: <i>Rektum kanseri hastalarının Koksalsal Kemik İliği verilerinin YART ve YAAT tekniklerine göre kıyaslanması(n=100)</i>	37
Tablo 4.6: <i>Rektum kanseri hastalarının Pubis Simfizis Kemik İliği verilerinin YART ve YAAT tekniklerine göre kıyaslanması(n=100)</i>	38
Tablo 4.7: <i>YART veya YAAT tekniklerine göre planlanan rektum kanseri hastaların Total Pelvik Kemik İliği verilerinin cinsiyete göre kıyaslanması(n=100)</i>	39
Tablo 6.1: <i>YART tekniği PTV'ye ait Ham Veriler</i>	53
Tablo 6.2: <i>YAAT tekniği PTV'ye ait Ham Veriler</i>	55
Tablo 6.3: <i>YART tekniği Total Pelvik Kemik İliğine ait Ham Veriler</i>	58
Tablo 6.4: <i>YAAT tekniği Total Pelvik Kemik İliğine ait Ham Veriler</i>	60
Tablo 6.5: <i>YART tekniği Sakrum Kemik İliğine ait Ham Veriler</i>	63
Tablo 6.6: <i>YAAT tekniği Sakrum Kemik İliğine ait Ham Veriler</i>	65
Tablo 6.7: <i>YART tekniği Koksalsal Kemik İliğine ait Ham Veriler</i>	68
Tablo 6.8: <i>YAAT tekniği Koksalsal Kemik İliğine ait Ham Veriler</i>	70
Tablo 6.9: <i>YART tekniği Pubis Simfizis Kemik İliğine ait Ham Veriler</i>	73
Tablo 6.10: <i>YAAT tekniği Pubis Simfizis Kemik İliğine ait Ham Veriler</i>	75

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 2.1: Rektum Anatomisi Lateral Görünüm	3
Şekil 2.2: Rektumun anatomisi AP görünümü	4
Şekil 2.3: Rektum kanserinde ameliyat çizgisi ve tümörün lateral görünümü	9
Şekil 2.4: Pelvik Kemik İliği	15
Şekil 3.1: Varian DHX lineer hızlandırıcı	20
Şekil 3.2: Philips Big Bore 4B Bilgisayarlı Tomografi Cihazı.....	21
Şekil 3.3: Eclipse Varian TPS rektum hastası YAAT tedavi planı görünümü	22
Şekil 3.4: Çalışmada kullanılan bir rektum hastasına ait PTV (kırmızı), mesane (sarı), ince barsak (mavi) ve femur başları (yeşil, mavi) kontürlemesi.....	25
Şekil 3.5: Pelvik kemik iliği ve alt parçaları Sakrum kemik iliği (Mavi), Koksalskemik iliği (Sarı), Pubis Simfizis kemik iliği (açık mavi), Sağ ve Sol femur başlarının koronal görünümü.....	26
Şekil 3.6: Bir rektum kanseri hastasının YART planı, PTV ve kritik organ dozları genel görünümü (Sarı mesane,mavi ince barsak, yeşil sağ femur, turuncu sol femur).....	27
Şekil 3.7: Bir rektum kanseri hastasının YART planı, PTV ve Pelvik Kemik İliği doz volum histogramı (DVH) görünümü (bej Total pelvik Kİ, sarı koksalskemik Kİ, mavi sakral Kİ, yeşil pubis simfizis Kİ).....	28
Şekil 3.8: Bir rektum kanseri hastasının (YART planı ile aynı hasta) YAAT planı, PTV ve kritik organ dozları genel görünümü.....	29
Şekil 3.9: Bir rektum kanseri hastasının YAAT planı, PTV ve Pelvik Kemik İliği dozları doz volüm (YAAT) histogramı görünümü (bej Total pelvik Kİ, sarı koksalskemik Kİ, mavi sakral Kİ, yeşil pubis simfizis Kİ)	29
Şekil 3.10: YART ve YAAT tedavi tekniklerine göre planlanan bir hastanın Pelvik kemik iliklerinin değerlerinin aynı DVH üzerinde görünümü (Kare YART , üçgen YAAT).....	31

SEMBOLLER / KISALTMALAR LİSTESİ

3B-KRT:	3-boyutlu konformal radyoterapi
4BBT:	4-boyutlu Bilgisayarlı Tomografi
AAA:	Anisotropic Analytical Algorithm
BT:	Bilgisayarlı tomografi
cGy:	Santi Gray
KI:	Konformite İndeks (Conformity Index)
cm:	Santimetre
D%x= %x	volümünün aldığı doz
DVH:	Doz Volüm Histogramı
EPID:	Elektronik portal dozimetre
FOV:	Görüş alanı (field of view)
g:	Gram
Gy:	Gray xv
HI:	Homojenite indeks
ICRU:	Uluslararası Radyasyon Birimleri ve Ölçüm Komisyonu (International Commission on Radiation Units and Measurements)
IGRT:	Görüntü destekli radyasyon tedavisi (Image Guided Radiation Therapy)
YART:	Yoğunluk ayarlı radyoterapi
YAAT:	Yoğunluk ayarlı ark terapi
IMAT:	Yoğunluk ayarlı ark tedavisi (Intensity Modulated Arc Therapy)
IMRT:	Yoğunluk ayarlı radyasyon tedavisi (Intensity Modulated Radiation Therapy)
keV:	Kilo elektron Volt
kg:	Kilogram
kV:	Kilo Volt
Linak:	Lineer hızlandırıcı
m:	Metre
MeV:	Mega elektron Volt
MLC:	Çok yapraklı kolimatör (multileaf collimator)
mm:	Milimetre
MU:	Monitör unit
MV:	Mega Volt

PBC: Pencil beam Convolution

PET: pozitron emisyon tomografi

RPM: Gerçek Zamanlı Pozisyon Yönetimi Sistemi (Real-time Position Management System)

RT: Radyoterapi

s: Saniye

SS: Standart sapma

SSD: Kaynak cilt mesafesi

TPS: Tedavi planlama sistemi

TV: Tümör volümü

PTV: Planlanan tümör volümü

cc: Santimetre küp

mL: Mililitre

$V_{\%x} = \%x$ dozunu alan volüm

VRI= referans izodoz hacmi

TPKİ: Total Pelvik Kemik İliği

PKİ: Pelvik Kemik İliği

ÖZET

Taşçi, T. Uzun dönem rektum kanseri radyoterapisinde kemik iliği dozlarının farklı tedavi teknikleriyle karşılaştırılması. İstanbul Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Temel Onkoloji ABD. Yüksek Lisans Tezi. İstanbul. 2021.

Kolorektal kanserler dünyada ve ülkemizde en sık görülen kanserler arasındadır. Lokal ileri rektum kanserinin standart tedavi şekli preoperatif kemoradyoterapi ardından cerrahidir. Fakat, kemoradyoterapinin yan etkisi miyolesüpresyon hematolojik toksiteye neden olmaktadır. Hematolojik toksite tedaviyi kesintiye uğratabilmekte, tedavi süresini uzatabilmekte ve tedavinin başarısız olmasına neden olabilmektedir. Kemoradyoterapi sonrası başarılı bir cerrahi operasyon geçirebilmesi ve cerrahi sonrası hematolojik komplikasyon riskinin azaltılması adına hematolojik toksitenin azaltılması önemlidir.

İnsan vücudunda en önemli hematolojik yapı olan kemik iliği radyasyona karşı aşırı duyarlıdır. Rektum kanseri radyoterapisinde ışınlanacak hedef hacmin komşuluğunda bulunan pelvik kemik iliklerinin aldığı dozlar, hastalarda tedavi sonrası oluşabilecek hematolojik komplikasyonları azaltmak adına büyük önem taşımaktadır.

Günümüzde rektum kanseri radyoterapisinde genellikle YART (Yoğunluk Ayarlı Radyoterapi) ve YAAT (Yoğunluk Ayarlı Ark Terapi) teknikleri kullanılmaktadır. Kemik iliği oluşturulan planlarda genellikle plan optimizasyonuna katılmamaktadır. YART ve YAAT teknikleri ile konvansiyonel tekniklere kıyasla hedef hacimde daha konformal bir doz dağılımı sağlanırken riskli organların daha iyi korunabildiği bilinmektedir.

Çalışmamızda 100 rektum kanseri hastasının YART ve YAAT teknikleri (7 alan YART ve 2 ark YAAT) ile tedavi planları oluşturulmuştur. Hedef hacmin (PTV) %95'inin 45 Gy doz alması hedeflenmiştir. Oluşturulan planlarda PTV, Pelvik kemik iliği (PKİ) ve alt bölümlerinin (Sakrum, Koksak, Pubis Simfizis) dozları araştırılacaktır.

Çalışmanın sonucunda YAAT tekniği ile YART tekniğine kıyasla anlamlı bir şekilde daha düşük PKİ dozları elde edilmiştir. Tedavi sürelerinin daha az olması da dikkate alındığında YAAT tekniğinin rektum kanserinde tercih edilebilir olduğu görülmektedir. Rektum kanseri ışınlamalarında hangi teknik tercih edilirse edilsin (YART veya YAAT) pelvik kemik yapılarının tedavi optimizasyonuna katılması (özellikle aktif kısımları) tedavi sonrası oluşabilecek hematolojik risklerin azalmasını sağlayacaktır.

Anahtar Kelime : rektum kanseri, hematolojik toksite, kemik iliği, YART, YAAT

ABSTRACT

Taşçi, T. Dosimetric comparison of bone marrow doses with different treatment techniques in long term rectal cancer radiotherapy. İstanbul University, Institute of Health Science, Department of Basic Oncology, Master Thesis. İstanbul. 2021

Colorectal cancers are among the most common cancers in the world. Recently, preoperative concurrent chemoradiotherapy(CRT) followed by mesorectal excision has been standart treatment for local advanced rectal cancers(LARC). However, the side effect of CRT is myelosuppression which causes hematologic toxicity(HT).HT can interrupt cancer treatments, increase overall treatment time, and cause treatment failure.In order to have a successful surgical operation and to reduce the risk of post hematological complications, reducing of HT is important.

Bone marrow, which is the most important hematological structure in the human, is extremely sensitive to radiation.In order to reduce hematological complications, the doses bone marrow(BM) are significant.Recently, IMRT and VMAT have been commonly used to treat patients with rectal cancer.However, BM was generally not used as avoidance organ and not included in reverse planning in IMRT or VMAT.

In this study, dose prescription to the target volume (PTV) is 45 Gy (1.8Gy per fraction). Treatments plans of 100 rectal cancer patients will be created with IMRT and VMAT radiotherapy techniques (7-field-IMRT and 2 arc VMAT), and the doses of PTV, Pelvic bone marrow(PBM) and subsections (Sacrum BM, Coxal BM, Pubis Symphysis BM) will be investigated.

As a result, the lower PBM(Pelvic BM) doses were obtained with the VMAT technique. Considering the shorter treatment time, it seems that the VMAT technique is preferable in rectal cancer radiotherapy. Whichever technique is chosen in rectal cancer radiotherapy (IMRT or VMAT), the inclusion of the BM structures to treatment plan optimization will reduce hematological risks that may occur later.

Key worlds : rectal cancer, hematologic toxicity, bone marrow, IMRT, VMAT

1. GİRİŞ VE AMAÇ

Kolorektal kanserler dünyada ve ülkemizde en sık görülen kanserler arasındadır. Dünyada dördüncü, ülkemizde üçüncü sırada görülmekte olan kolorektal kanserlerin mortalitesi yüksektir¹⁻². Rektum kanserinde ana tedavi şekli cerrahidir. Lokal ileri rektum kanseri tedavisinde cerrahiye ek preoperatif eşzamanlı kemoterapi ve radyoterapi uygulanır.

Preoperatif kemoradyoterapiyi (KRT), takip eden mezorektal eksizyon, lokal ileri rektum kanserinin standart tedavi yöntemidir. Radyoterapi ile birlikte 5-Fluorouracil (5-FU) bazlı kemoterapi uygulanması yalnızca radyoterapi uygulamasına kıyasla 5 yıllık lokal nüks etme oranını düşürmektedir³. Park ve arkadaşları, tümörün neoadjuvan KRT'ye cevabının 5 yıllık nüks etmeksizin sağkalımla ilişkisi olduğunu göstermiştir⁴. Bununla birlikte KRT'nin en önemli yan etkisi olan miyelosüpresyon, tedaviyi kesintiye uğratabilir³. Bu yüzden hematolojik toksititenin (HT) azaltılması önemli bir hedeftir.

Pelvik radyoterapi HT oluşmasına sebep olabilir. Vücudun kemik iliğinin yarısından fazlası kalça kemiği (koksa), sakrum, proksimal femur ve alt lumbar omurgada (LSS) yer alır. Dolayısıyla pelvik kemik iliğinin (PKİ) aldığı dozun azaltılması HT'yi düşürebilir, daha iyi bir kemoterapi uygulanmasına sebep olur ve sonuç olarak tedaviyi daha etkin hale getirir.

Birçok çalışma anal ve serviks kanserli hastalarda pelvik kemik iliği (PKİ) dozimetrik parametreleriyle hematolojik toksite (HT) arasında bir ilişki olduğunu göstermiştir. Bu sebeple LSS için tavsiye edilen doz $V10 \leq 80\%$, PKİ için ortalama(mean) doz < 22.5 Gy ve $V10 < 90\%$ dır⁵. Fakat PKİ'ni korumanın önemi ve en etkin koruma tekniği hala bilinmemektedir. Bu çalışmada kemoradyoterapi ile tedavi edilen hastalarda hematolojik toksiteye bağlı dozimetrik parametreleri farklı tedavi tekniklerine göre tespit etmek amaçlanmaktadır.

Rektum kanseri radyoterapisinde pelvis bölgesinde radyasyona duyarlı mesane, femur başları, ince barsak ve kemik iliği (Kİ) bulunmaktadır. Kİ pelvis bölgesindeki büyük hacminden dolayı radyoterapi esnasında önemli miktarda doz almaktadır. RTOG 0418 çalışması Kİ'nin aldığı ortalama dozun veya doza maruz kalan hacmin artmasının akut HT riskini büyük ölçüde arttırdığını göstermektedir⁶. Bu nedenle HT'nin

azaltılması için Kİ'nin özellikle hematopoetik olarak aktif olan lumbosakral omurga, iskium ve pubis gibi alt bölgelerinin olabildiğince korunması gerekmektedir⁷.

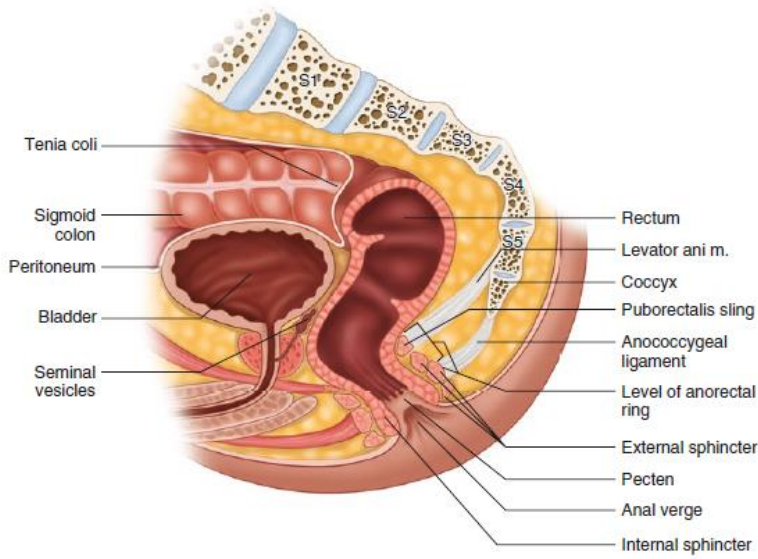
Radyoterapi planlamalarında temel amaç tümör kontrolünü en üst seviyede tutarken, tümöre yakın bölgede bulunan sağlıklı doku ve organların aldıkları doz miktarını en düşük seviyede tutmaktır. Yapılan çalışmalarda Yoğunluk ayarlı radyoterapi (YART) tekniğiyle Üç boyutlu konformal radyoterapi (3B-KRT) tekniğine kıyasla daha konformal bir doz dağılımı elde edilebilmekte, Kİ ve diğer kritik organların daha iyi korunabildiği görülmektedir⁶⁻⁸⁻⁹. Yoğunluk ayarlı ark terapi (YAAT) rotasyonel YART teorisine dayanan dinamik bir YART uygulamasıdır. YAAT dinamik bir şekilde gantry (cihazın kafası) dönme hızını, çok yapraklı kolimatörlerin şeklini ve doz verimini (rate) değiştirerek hızlı ışınlamalar yapabilmekte, monitör unit (mu) değerini ve kritik organların aldığı dozları azaltabilmektedir. Tedavi esnasında daha hızlı ışınlamalar yapabildiğinden hedefin (PTV) hareket etme ihtimalini düşürmekte ve tedavi doğruluğunu arttırmaktadır.

Bu çalışmada uzun dönem rektum kanserli hastaların YART ve YAAT teknikleri ile tedavi planları oluşturularak hedef hacim (PTV), pelvik kemik iliği ve alt bölümlerinin aldıkları dozlar araştırılacaktır.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Rektum Anatomisi

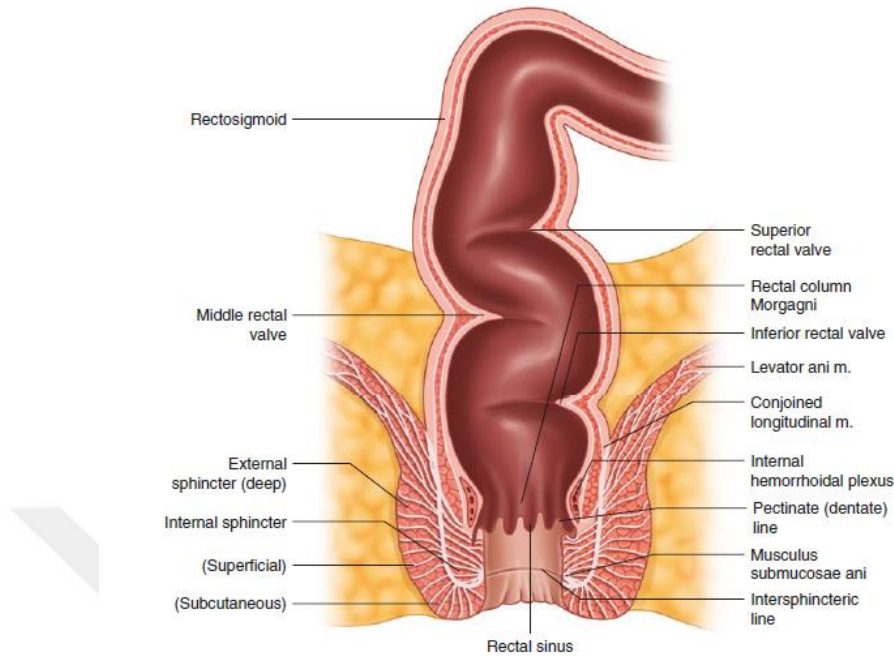
Kalın barsağın son bölümü olan rektum, üçüncü sakral omur seviyesinden başlar anüs ile dışarı açılarak son bulur (Şekil 2.1). Rektum 12 - 15 cm uzunluğunda promotoryumdan anal kanala doğru uzanan gastrointestinal sistemin son parçasıdır. Anal girimden 15-18 cm ve daha yukarısı sigmoid kolon olarak adlandırılır.



Şekil 2.1: Rektum Anatomisi Lateral Görünüm

Rektumun genel olarak 3 alt bölüme ayrılır. 1/3'lük (0-7 cm) üst bölümü ön (anterior) ve yanal (lateral) kısımları periton ile sarılıdır (intraperitoneal). 1/3'lük (7-12 cm) daha derin yerleşimli olan orta bölümünün ön (anterior) kısmı periton ile sarılıdır (retroperitoneal). 1/3'lük (12 cm ve ötesi) alt kısmı ise periton boşluğu dışındadır (extraperitoneal). Rektum yanal düzlemde (laterally) alt ve üst kısımları sağa doğru konveks iken orta kısmı sola doğru konvektir (Şekil 2.1-Şekil 2.2) Rektumun bu alt kısımları anatomik olarak ayrı parçalar olmasalar da cerrahi aşamada farklı parçalar olarak düşünülmesi gerekmektedir.

Rektal kanserlerin çoğunluğu mukozadan kaynaklanır ve adenokarsinomlardan oluşur. Bu durum kanserin erken aşamalarda (tedavi edilebilir aşamalar) teşhis edilebilir olmasına ve kansere yol açabilecek lezyonların (precursor lesions) temizlenip kanser oluşumunun engellenebilmesine olanak sağlar.



Şekil 2.2: Rektumun anatomisi AP görünümü

2.2. Rektum Kanseri

Kolorektal kanserler dünyada 3. sırada görülen kanser olup kansere bağlı ölümlerin %8'ini kapsamaktadır. Kolorektal kanserler ülkemizde hem erkekler hem kadınlarda üçüncü sırada görülmektedir¹. Mortalite olarak Akciğer kanserinin ardında ikici sırada yer almaktadır. Kolorektal vakaların yaklaşık %35'ini oluşturan rektum kanserinin gelecekte artması beklenmektedir. Günümüzde rektum kanserine yakalanma yaşı ortalama 63'tür. Rektum kanserine bağlı ölüm oranları Asya ülkelerinde artmasına karşın Batılı ülkelerde zorunlu taramalar, kolonoskopiyle poliplerin temizlenmesi, ameliyat ve tedavi yaklaşımlarının gelişmesiyle azalma eğilimine girmiştir.

2.2.1. Rektum Kanserinin Risk Faktörleri ve Korunma

Kolorektal kanserlerin tam olarak sebebi bilinmese de kansere neden olan bazı önemli risk faktörleri bulunmaktadır. Bunlar beslenme, sigara kullanımı ve genetik faktörlerdir. Aspirin ve diğer steroid yapıda olmayan bazı anti-inflamatuvar ilaçlar ile meyve, sebze, lifli gıdalar ağırlıklı beslenme, kalsiyum ve D vitamini takviyesi olarak kolorektal kanser riskinin azaldığı bilinmektedir.

Yaş : 50 yaşı aşan kişilerde rektum kanseri riski belirgin bir şekilde artmaktadır. Rektum kanserinde hem kadın hem erkeklerde ortalama yaş 63'tür.

Cinsiyet : Kolon kanserinde kadın ve erkekler eşit riske sahipken, rektum kanserinde erkeklerde risk oranı daha yüksektir.

Aile kanser geçmişi : Kolon hücrelerinde bulunan bazı genler polip veya kansere neden olabilmektedir. Dolayısıyla eğer anne ve babalarında, kardeşlerinde veya çocuklarında kanser görülen kişilerde kolorektal kanser oluşma ihtimalini artmaktadır. Genellikle nispeten genç (60 yaş altı) vakalarda bu duruma rastlanır.

Ender genetik durumlar : Bazı nadir (rare) genetik özellik gösteren kişiler kolorektal kansere daha yatkındır. Bu genetik özelliklerin önde gelenleri familial adenomatöz polipozis (FAP) ve Lynch sendromudur.

Fiziksel aktivite ve obezite : Hareketsiz yaşam tarzı olan, egzersiz yapmayıp fazla oturanlar veya aşırı kilolu obez kişilerde kolorektal kanser gelişim riski diğerlerine oranla daha yüksektir.

Diyet : Çok fazla kırmızı, işlenmiş veya kömürleşmiş et tüketimi, lif fakiri gıdalar ve günde bir bardaktan fazla alkol tüketimi kolorektal kanser riskini arttırmaktadır.

Tütün : Uzun süreli tütün (sigara vb.) kullanımı rektum kanseri olma riskini arttırmaktadır.

Polipler : Polipler rektum yada kolonda anormal olarak büyümüş küçük doku topluluğudur. Bazı adenomatöz türleri kolorektal kansere neden olabilmektedir. Genellikle kolonoskopi esnasında bir alet yardımıyla temizlenirler. Temizlenmeleri kolorektal kanserden korunmaya yardımcı olur.

Inflamatuvar bağırsak hastalığı : Ülseratif kolit veya Crohn hastalığı olanlar kronik kalın barsak inflamasyonu geçirebilir. Bu durum kolorektal kanser olma riskini artırır¹⁰.

2.2.2. Rektum Kanserinde Evreleme

Evreleme tümörün nerede yerleştiğini, nereye sıçradığını (eğer sıçradıysa) veya vücudun diğer parçalarını etkileyip etkilemediğini tanımlamada kullanılır.

Klinik evrelemede American Joint Committee on Cancer (AJCC) tarafından oluşturulan TNM, Dukes ve Astler-Coller gibi sınıflandırma yöntemleri bulunmaktadır.

T : Tümör boyutu, rektum duvarına girmiş mi, girmişse kaç katman ?

N : Tümör lenf nodlarına sıçramış mı, sıçramışsa nerede ve ne kadar ?

M : Tümör vücudun diğer organlarına yayılmış (metastaz) mı ?

Aşağıdaki tablolarda rektum ve kolon kanseri evreleme aşamaları görülmektedir.

Tablo 2.1: Rektum ve Kolon kanseri UICC TNM evreleme (8th)

T—Birincil (primer) tümör (T)	
Tx	Birincil tümör değerlendirilemez
T0	Birincil tümör yok
Tis	Karsinoma in situ: İntraepiteyal veya lamina propria invaze
T1	Tümör submukozaya invaze
T2	Tümör muskularis propriyaya invaze
T3	Subserozaya invaze veya nonperitonize perirektal doku içerisinde
T4a	Tümör viseral peritona penetre
T4b	Tümör diğer organ ve yapılara direkt olarak invaze
N—Bölgesel Lenf Nodları (N)	
Nx	Bölgesel lenf nodları değerlendirilemez
N0	Bölgesel lenf tutulumu yok
N1	1 ile 3 bölgesel lenf tutulumu
N1a	1 bölgesel lenf tutulumu
N1b	2-3 bölgesel lenf tutulumu
N1c	Bölgesel lenf tutulumu olmaksızın subseroza, mezenter veya non peritonize perirektal doku içerisinde tümör depoziti
N2	4 veya daha fazla lenf nodu tutulumu
N2a	4-6 bölgesel lenf nodu tutulumu
N2b	7 veya daha fazla lenf nodu tutulumu
M--- Uzak Metastaz (M)	
M0	Uzak metastaz yok
M1	Uzak metastaz var
M1a	1 organda sınırlı uzak metastaz var
M1b	Birden fazla organda uzak metastaz var
M1c	Peritona uzak metastaz var diğer organlarda var veya yok

Tablo 2.2 : Rektum ve Kolon kanseri TNM Patalojik sınıflandırması

TNM Patalojik Sınıflandırma			
Stage 0	Tis	N0	M0
Stage I	T1-T2	N0	M0
Stage IIA	T3	N0	M0
Stage IIB	T4a	N0	M0
Stage IIC	T4b	N0	M0
Stage IIIA	T1-T2	N1	M0
	T1	N2a	M0
Stage IIIB	T1-T2	N2b	M0
	T2-T3	N2a	M0
	T3-T4a	N1	M0
Stage IIIC	T3-T3a	N2b	M0
	T4a	N2a	M0
	T4b	N1-N2	M0
Stage IVA	Herhangi bir T	Herhangi bir N	M1a
Stage IVB	Herhangi bir T	Herhangi bir N	M1b
Stage IVC	Herhangi bir T	Herhangi bir N	M1c

2.2.3. Rektum Kanserinde Tanı

Son yıllarda kanser görüntüleme tekniklerinin gelişmesine rağmen kolorektal kanserde ilk inceleme fiziksel muayene olmalıdır. Rektal muayene ile tümörün mesafesi, fiziksel özellikleri ve çevre dokularla ilişkisi saptanabilir. Fakat fiziksel incelemeyle sınırlı bir mesafeye erişilebileceğinden (6–10 cm) endoskopik incelemelere gerek duyulur. Doktorun tecrübesi arttıkça teşhisin doğruluğu da artmaktadır. Kolorektal kanser teşhisinde kullanılan teknikler şunlardır:

Kolonoskopi : İnce, ucunda kamera bulunan bir alet yardımıyla anüsten girilip kolonun ve rektumun iç yüzeyinin kolonoskopist doktorlar tarafından incelenmesi işlemidir. Bu inceleme sonucu tümör veya şüpheli doku tespit edilir. Gerekirse kolonoskopi aletine ek özel bir cihaz yardımıyla biyopsi alınabilir veya şüpheli polipler çıkartılabilir. Tümör bulunsa bile yeri ve yayılımı ameliyat olmadıkça tam olarak tespit edilemez.

Biyopsi : Özel esnek bir alet yardımıyla rektumdaki şüpheli bölgeden az miktarda doku alınıp incelenmesi işlemidir. Diğer testler aracılığıyla tümörün varlığı

tespit edilebilirken sadece biyopsi ile kesin teşhis konulabilir. Patolog alınan hücre, doku ve organları değerlendirerek hastalık teşhisi koyar. Kolonoskopi veya ameliyat esnasında biyopsi yapılabilir.

Dışkı testi : Hem polips hem tümör dokuları kanamalara neden olabilir. Dışkı testi gözle görülemeyen az miktardaki kanı ve bazı gen değişimlerini test etmek amacıyla uygulanır.

Kan testi : Kan testi kolorektal kanser hakkında bazı ipuçları verebilir. Kolorektal kanserler genellikle rektum veya kalın barsağa kanama yapmaktadır. Total kan testi (CBC) hastanın genel sağlığı ve rektum kanseri hakkında doktora yardımcı olabilir. Kırmızı kan hücrelerinin düşüklüğü anemiye işaret edebilir. Kan testiyle kanda bir tümör işaretçisi (marker) olan carcinoembryonic antijen (CEA) seviyesi belirlenir. CEA'nın yüksek olması, kanserin vücudun diğer organlarına yayıldığının göstergesidir. Kolorektal kanserli hastaların sadece % 60'ında CEA yüksek olduğu ve vücuttaki diğer bazı başka durumların CEA'yı arttırabileceğinden bu teste fazla güvenilmemelidir¹¹.

Bilgisayarlı Tomografi (BT) : Bilgisayarlı tomografi (BT) X-ışınlarının vücuda farklı açılarla verilmesiyle imajlar oluşturulan görüntülemedir. Bilgisayar bu detaylı imajları üç boyutlu hale dönüştürür. Oluşan bu üç boyutlu görüntülerle tümör, tümör lokasyonu, hacmi ve yayılımı doktor tarafından tespit edilebilir. Tümörü daha rahat tespit etme veya yayılımını görme adına hastaya kontrast madde verilebilir.

Manyetik Resonans Görüntüleme (MR) : BT'de kullanılan x-ışınları yerine MR manyetik alanlar aracılığıyla imajlar oluşturulur. MR çekimi öncesi özel bir kontrast madde daha net görüntü alma adına hastaya verilir. Kolorektal kanserlerde tümör lokasyonunu tespit etmede en etkin görüntüleme tekniğidir.

Ultrasonografi :Yüksek enerjili ses dalgaları kullanarak vücuttaki doku ve organları görüntüleme işlemidir.Oluşturulan ses dalgalarının doku ve organlardan yansmasıyla (eko) görüntüler oluşturulur. Endorektal ultrasound genellikle tümörün derinliğini tespit etmede kullanılır ve bu da doktorların tedavi planını oluştururken fayda sağlar. Fakat tümörün lenf nodlarına yayılımını ve uzak metastazları tespitte yetersizdir.

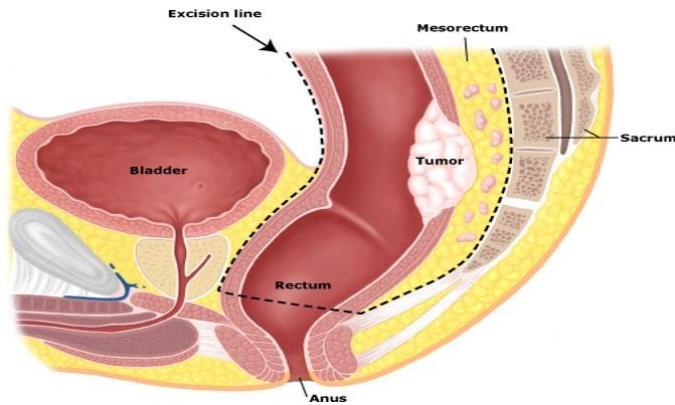
Pozitron Emisyon Tomografi (PET) : PET genellikle BT ile kombine edilerek kullanılır. Az miktarda radyoaktif şekerin vücuda enjekte edilmesinin ardından

radioaktif şeker vücuttaki fazla enerji tüketen hücreler tarafından emilir. Tümör hücreleri normal hücrelere oranla daha aktif ve daha fazla enerji tüketicilerinden bu radioaktif maddeleri daha fazla tutarlar. Bir tarayıcı vasıtasıyla alınan imajlarda bu radioaktif maddelerin tutunduğu hücreler parlarlar ve bu sayede tespit edilirler. PET kolorektal kanserlerde yaygın olarak kullanılırsa da doktor tarafından istenilebilir¹¹.

2.2.4. Rektum Kanseri Tedavisi

2.2.4.1. Cerrahi

Rektum kanserinde cerrahi temel tedavi şeklidir. Günümüzde kemoterapi, radyoterapi veya kemoradyoterapiyle birlikte uygulanması tavsiye edilmesine rağmen hastaların çoğu cerrahi ile tedavi edilmektedir. Cerrahi uygulama, tümörün boyutu, yerleşimi ve evresine göre belirlenir. Genellikle bölgesel lenf nodları ve tümörün 5 cm distal ve proksimalinden rezeksiyon yapılır. Rektum kanseri hastaları çoğunlukla ileri evrede tespit edildiğinden sınırlı cerrahi yerine daha kapsamlı olan low anterior rezeksiyon (LAR) veya abdominoperineal (APR) gibi tedavi yöntemleri uygulanmaktadır. Orta ve proksimal rektum kanserlerinde sfikter koruyucu cerrahi yöntemi olan LAR yöntemi kullanılırken, distal rektum kanserlerinde APR yöntemi kullanılır. APR sonrası hastalar proktektomi nedeniyle hayatlarına kalıcı kolostomi ile devam etmek zorunda kalırlar. APR ile karşılaştırıldığında LAR, 5 yıllık sağkalım süresini arttırmakta, hastalık nüks oranını düşürmekte ve daha iyi lokal kontrol sağlayabilmektedir¹². Fakat genel olarak LAR ve APR tekniklerinde lokal nüks oranı yüksektir.



Şekil 2.3: Rektum kanserinde ameliyat çizgisi ve tümörün lateral görünümü

Günümüzde lokal nüks oranını azaltmak ve 5 yıllık sağ kalımı arttırmak amacıyla total mezorektal eksizyon (TME) (Şekil 2.3) dünyada rektum kanseri cerrahisinde temel tedavi şekli olarak uygulanmaktadır.

Cerrahi sonrası lokal nüks oranları yüksektir. Son yıllarda yapılan çalışmalar lokal ileri rektum hastalarında (evre II ve III) kemoterapi, radyoterapi veya kemoradyoterapinin cerrahi ile birlikte adjuvan veya neoadjuvan uygulanmasının 5 yıllık sağkalım arttırdığı, lokal nüks oranını düşürdüğü görülmektedir⁴.

2.2.4.2. Adjuvan Tedavi

Adjuvan tedavi genellikle cerrahi sonrası kalan kanserli hücrelerin çoğalmasını durdurmak için kullanılmaktadır. Rektum kanserinin cerrahi tedavi sonrası özellikle evre II ve III yüksek lokal nüks oranlarından dolayı tedavi sonrası (postoperatif) çalışmalar yapılmaktadır. Yapılan çalışmalar postoperatif radyoterapi ve kemoterapinin lokal nüks oranını düşürdüğü görülmüştür¹³.

2.2.4.3. Neoadjuvan Tedavi

Rektum kanserinin tedavisi son 30 yılda kapsamlı bir şekilde değişmiştir. Geçmişte rektum kanserinde radyoterapi cerrahi gibi birinci seçenek olarak uygulanıyordu. Fakat yüksek ölüm oranları araştırmacıları daha farklı tedavi arayışına itmiştir. Neoadjuvan tedavi radyoterapi ve kemoterapinin birlikte uygulanmasını kapsamaktadır¹⁴. Günümüzde radyoterapi kemoterapi birlikte preoperatif olarak uygulanmaktadır. The Europe Society of Medical Oncology ileri durumlarda (T3 üzeri), lenf nodları dahil olan TME'nin yetersiz olduğu durumlarda tavsiye etmektedir¹⁵. Preoperatif kemoradyoterapiyi takip eden total mezorektal eksizyon lokal ileri rektum kanserinin standart tedavi şeklidir. Radyoterapi ile birlikte uygulanan 5-Fluorouracil (5-FU) bazlı kemoterapi uygulanması yalnızca radyoterapi uygulamasına kıyasla 5 yıllık lokal yineleme oranını düşürmektedir³. Neoadjuvan radyoterapi cerrahi operasyon öncesi tümörü nispeten küçültmektedir. Tümörün küçülmesiyle sfiker koruyucu cerrahi operasyon sağlanır ve anal bölge korunur. Neoadjuvan RT'nin tümörün lokal nüks oranına fayda sağladığı gösterilmiştir¹⁵.

Yapılan çalışmalarla neoadjuvan kemoradyoterapinin birincil tümörü küçülttüğü hastaların %20'sinde tümörü ve pozitif lenf nodlarını yok ettiği, patolojik cevabı arttırdığı kanıtlanmıştır¹⁶.

2.2.5. Kemoterapi

Kemoterapi güçlü kimyasal maddeler ile vücuttaki hızla büyümekte olan hücreleri öldüren ilaç tedavisidir. Damardan veya ağız yoluyla alınan anti kanser ilaçlarıyla uygulanır. Kemoterapi, kanser hücreleri vücuttaki normal hücrelerden daha aktif olup hızla çoğaldıklarından çoğu kanserlerin tedavisinde uygulanmaktadır. Vücudun belli bir bölümüne odaklanan ameliyat ve radyoterapinin aksine kan damarları aracılığıyla vücudun büyük bir bölümüne yayılır. Bunun yan etkisi olarak vücutta hızlı büyüme gösteren cilt, saç, barsak, kemik iliği gibi organlara etki eder.

Kemoterapi kolorektal kanserlerde sıklıkla kullanılmaktadır. Tedavi şekline göre adjuvan veya neoadjuvan olarak uygulanabilir. Adjuvan kemoterapi ameliyat sonrası verilir. Ameliyat sonrası geride çok küçük olan veya vücudun diğer taraflarına yayılmış fakat fark edilememiş kanser hücrelerini öldürmek amacıyla uygulanır. Kemoterapi neoadjuvan olarak (bazen radyoterapiyle) tümörü küçültmek ve ameliyatı kolaylaştırmak amacıyla uygulanır. Kemoterapi tıpkı radyoterapi gibi kemik iliği kan hücrelerini öldürür ve hematolojik toksisiteye neden olur.

2.2.6. Radyoterapi

Radyoterapi, iyonlaştırıcı ışınlar kullanılarak çevre doku ve organlara minimum ölçüde zarar vererek kanserli hücreleri yok etmeye çalışan tedavi şeklidir. Radyoterapide amaç kanserli hücreleri yok etmek, küçültmek ya da çoğalmasını engellemektir.

Rektum kanserinde radyoterapi 90'lı yıllardan beri kabul görmüş bir tedavi yöntemidir. Lokal ileri rektum kanserinde (T3/4N1/2) preoperatif kemoradyoterapiyi takip eden mezorektal eksizyon standart tedavi yöntemidir. Radyoterapinin uygulanma şekli uzun ve kısa dönem olarak farklılık göstermektedir. Rektum kanserinde radyoterapi, dünyada yaygın bir şekilde uzun dönem (Long-course radiotherapy) 4-6 hafta arası, haftada 5 gün, günde 1,8–2 Gy olarak toplam 45-50,4 Gy uygulanmaktadır. Tümöre günde 180 cGy olmak üzere 25 fraksiyon toplam 45 Gy doz verilmesinin ardından ek 3 fraksiyon toplam 5,4 Gy ek doz GTV'ye (gross tumor volume), radyasyona aşırı duyarlı ince barsak korunacak şekilde uygulanır. 50,4 Gy'den fazla doz miktarının tümörün lokal kontrolünde herhangi bir katkısı görülmemektedir¹⁷. Kemoradyoterapinin ardından 6-12 hafta arası cerrahi operasyon yapılır.

Kısa dönem radyoterapi (Short-course radiotherapy) daha çok Kuzey ve Batı Avrupa ülkelerinde, bir hafta içinde günde 5 Gy, 5 x 5 Gy, 25 Gy şeklinde uygulanmaktadır. Kısa dönem radyoterapiyi takiben bir hafta içinde cerrahi operasyon yapılır. Bununla birlikte kısa dönem radyoterapi ile geciktirilmiş cerrahi operasyon (Short-course radiotherapy with delay) alternatif tedavi seçeneği de vardır. Cerrahi operasyon kısa dönem radyoterapi sonrası 4-8 hafta sonucunda yapılır. Bu geciktirmeyle postoperatif komplikasyonların azalması, tümörün gerilemesinin (regresyonu) artması ve cerrahi operasyonu kolaylaşması amaçlanmaktadır¹⁸.

Rektum kanseri planlamalarında hedef hacmin çevresinde ince barsak, mesane, sağ ve sol femur başları gibi radyasyona duyarlı ve korunması gereken organlar bulunmaktadır. Rektum kanseri tedavi planlamalarında çoğu kez pelvik kemik iliği kontürlenmemekte ve oluşturulan planlarda optimizasyonlara katılmamaktır. Pelvik bölgesinde önemli bir yer kaplayan, rektum, serviks, prostat ve anal kanal ışınlamalarında önemli miktarda doz alan bu kemikler son yıllarda araştırmalara konu olmaktadır. Bu çalışmamızda YART ve YAAT planlama tekniklerine göre Pelvik Kemik İliği ve alt bölümlerinin aldıkları doz değerleri incelenecektir.

2.2.7. Rektum Kanserinde Kullanılan Radyoterapi Teknikleri

2.2.7.1. Üç boyutlu konformal radyoterapi tekniği (3B-KRT)

Bilgisayarlı tomografi (BT) gibi tarama sistemlerinin gelişmesiyle tümörün ve tümör etrafındaki risk organlarının doğru biçimde tanımlanması önemli ölçüde gelişmiştir. Üç boyutlu konformal radyoterapi (3B-KRT), hastanın bilgisayarlı tomografi görüntülerinin tedavi planlama sistemine aktararak üç boyutlu değerlendirildiği planlama tekniğidir. Bu teknikte ışın sayısı, açıları ve kolimasyonu tedavi planlama sisteminde bulunan ışının göz gösterimi (Beam's eye view) kullanılarak belirlenir. Açılan alanlar tümöre ve risk organlarını korumaya en uygun şekilde açıldırılarak (kolimatör verilerek) uygulanır. Alanların her biri çok yapraklı kolimatörler (MLC) aracılığıyla maksimum koruma ve konformite sağlama amacıyla genellikle tümöre 0.5-1 cm marj ile ayarlanır. Alanların ağırlıkları, planlayan kişi tarafından yüzdesel oranda belirlenir. Gerekli hallerde alanlara wedge denilen kama biçimindeki metal filtreler eklenir. Günümüzde modern hızlandırıcılarda metal filtreler yerine jaw hareketleri aracılığıyla wedge etkisi oluşturan sanal filtreler kullanılmaktadır. Wedge, uygulanan alan ışınlarını belirli açılarla filtreleyerek ışınlanmasını sağlar.

Wedge filtreler vücuttaki doku boşluklarını doldurma görevi görür ve hedef hacimdeki homojeniteyi arttırmaya yardımcı olur.

Rektum kanserinde 3B-KRT planlamaları genellikle 4 alan (0° , 90° , 180° , 270°) box tekniği ya da 3 alan (0° , 90° , 270°) tekniği ile planlamalar yapılır. Teknolojinin gelişmesiyle 3B-KRT rektum tedavilerinde yerini yoğunluk ayarlı radyoterapi (YART) ve yoğunluk ayarlı ark terapi (YAAT) gibi daha ileri tekniklere bırakmıştır.

2.2.7.2. Yoğunluk ayarlı radyoterapi tekniği (YART)

Yoğunluk ayarlı radyoterapi (YART) uniform olmayan radyasyon ışınlarının, alanlar (fields) aracılığıyla hastaya gönderilmesidir. Konformal radyoterapinin alan geometrisini ve radyasyon akışını şekillendirerek modüle edilebilme özelliği kazandırılmış halidir¹⁹. Her bir ışın bir satranç tahtasına benzer (grid), kendine özgü yoğunluğu olan alt ışın parçalarını ayrılır. Bu sayede hedefte konveks veya konkav doz hatları elde edilebilmektedir. YART tekniği 3B-KRT tekniğine göre hedefte daha konformal bir doz dağılımı sağladığı ve tümör etrafında bulunan organları daha iyi koruduğu için pelvis bölgesinde bulunan anal, prostat ve jinekolojik tümör ışınlamalarında tercih edilmektedir. Yapılan çalışmalarda 3B-KRT'ye kıyasla iki ve üçüncü seviye rektum tümörlerinde mesane ve ince barsağı daha iyi koruduğu, gastrointestinal ve genitourinal toksiteyi ve ciltte oluşan yan etkileri düşürdüğü görülmüştür²⁰.

YART tekniğinin 3B-KRT tekniğinden ayrılan bir diğer özelliği ters (reverse) planlama özelliğidir. 3B-KRT tekniğinde ileri (forward) planlama tekniği uygulanır. Işın sayısı, ağırlıkları, açıları ve alan şekli planlayan kişi tarafından belirlenir. YART tekniğinde tedavi planlama sistemindeki optimizasyon sayfasında hedef hacmin ve çevre dokuların alacakları doz değerleri planlayan kişi tarafından programa tanımlanır. Tedavi planlama sistemi planlayan kişiden nispeten bağımsız olarak, uzun ve karmaşık hesaplamalar sonucu istenilen seviyeye uygun en iyi tedavi planı ortaya çıkarır²¹.

Bununla birlikte YART tekniği ile elde edilen planlarda düşük doz toksitesi yüksektir ve tedavi planlarının uygulanmadan önce verifikasyonlarının yapılması gerekmektedir.

2.2.7.3. Yoğunluk ayarlı ark terapi tekniği (YAAT)

YAAT rotasyonel YART teorisine dayanan dinamik bir YART uygulamasıdır. YAAT dinamik bir şekilde gantry dönme hızını, çok yapraklı kolimatörlerin şeklini ve doz verimini değiştirerek hızlı ışınlamalar yapabilmekte, monitör unit değerini ve kritik organların aldığı dozları azaltabilmektedir. Tedavi esnasında daha hızlı ışınlamalar yapabildiğinden hedefin (PTV) hareket etme ihtimalini düşürmekte ve tedavi doğruluğunu arttırmaktadır.

Lokal ileri rektum kanserinde hedef hacim at nalı şeklindedir. Hedef hacmin altında radyasyona fazlasıyla duyarlı ince barsak bulunur. Çok sayıda çalışma ince barsağın aldığı orta ve düşük doz hacminin şiddetli ishal ile bağlantılı olduğunu göstermiştir²². Preoperatif kemoradyoterapi alan hastaların çoğunda akut radyasyon belirtileri, %26 kadarında şiddetli akut toksitite (3-4 seviye) görülmekte, pelvis dozu > 50 Gy durumunda ise %37'lere ulaşmaktadır²³. İnce barsak konvansiyonel tekniklerle yeterince korunamamaktadır. YAAT ve YART teknikleri hedef hacmi daha konformal bir şekilde ışınlarken ince barsağın ve diğer organların aldıkları dozu önemli ölçüde düşürmektedir²⁴⁻²⁵.

YAAT planlamalarında tur sayısı, başlangıç ve bitiş açısı değerleri tedaviyi planlayan kişi (fizikçi, dozimetrist) tarafından belirlenir. Rektum kanseri YAAT planlamalarında genellikle 360° bir veya iki tam tur kullanılmaktadır. YAAT tekniğinde ışın doz hızı 600 MU/dk çıkabildiğinden hızlı ışınlamalar yapılabilir.

2.2.7.4. Endorektal Brakiterapi tekniği

Yüksek doz endorektal brakiterapi tekniği (HDREBT) rektum kanseri hastalarının tedavisinde kullanılan görüntü rehberli brakiterapi terapi yöntemidir. Genellikle tümör görüntülemeye MR kullanılır. Lokal ileri rektum kanserinde nüks eden rektum kanserli hastalarda lokal kontrolü geliştirmek için ameliyat yapılırken 10-20 Gy dozlarda uygulanan tedavi şeklidir.

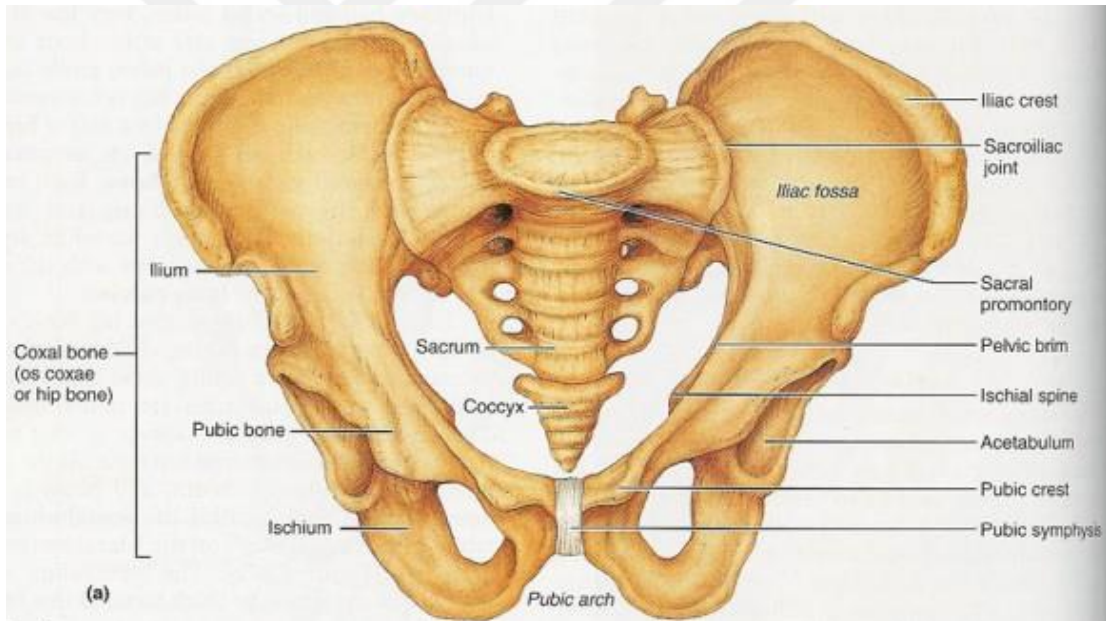
2.2.7.5. İntraoperatif Elektron Radyoterapi tekniği

Rektum kanseri hastalarında tümörün tamamının rezeksiyonu zordur. Preoperatif radyoterapi almış olan hastalarda tekrar eksternal ışın tedavisi uygulanabilmesi sıklıkla limitlidir. Bu nedenle genellikle ileri seviye (T4) hastalarda ameliyat esnasında 10-20 Gy dozda uygulanan tedavi şeklidir.

2.2.8. Rektum Kanserinde Pelvik Kemik İliği

2.2.8.1. Pelvik Kemik İliği

Pelvik Kemik İliği iki çift kalça kemiği (koksa) sakrum ve koksiz kemiklerinin birleşmesinden oluşur. Kalça kemikleri önde pubis simfisis ile bağlanırken arka tarafta sakrum ile bağlanır. Kalça kemiği üç alt parçadan oluşur. Bunlar ilium, iskiyum ve pubis kısmıdır. İlium bir bıçak şeklindedir ve kalça kemiğinin en geniş bölümüdür. İskiyum bölümü oturduğumuzda ağırlığımızın dayandığı bölümdür. Pubis bölümü ise ön taraftaki bölümdür. Koksa'nın dış yüzeyinde bulunan asetabulum bölümü kupa şeklinde soket benzeri yapıdadır ve femur kemiklerinin kalçaya bağlandığı yerdir. Pelvis tarafından oluşturulmuş bu yüzük şeklindeki yapı kadınlarda doğum kanalı olarak fonksiyon göstermektedir. Şekil 2.4'te pelvik kemikleri görülebilmektedir.



Şekil 2.4: Pelvik Kemik İliği

İçerisindeki boşluklarda süngerimsi yapıda besleyici kemik iliği dokusu bulunmaktadır.

2.2.8.2. Pelvik Kemik İliğinin İşlevi

Vücutta bulunan kemiklerin çok sayıda önemli fonksiyonu bulunmaktadır. Hareket etmemizi sağlayıp vücuda destek sağladığı gibi kan hücrelerinin üretimine ve yağ hücrelerini depolamaya yardımcı olurlar.

Pelvik kemiklerinin içerisinde süngerimsi yapıda olan kemik iliği dokusu bulunmaktadır. Sarı ve kırmızı olmak üzere iki çeşit kemik iliği vardır. Sarı kemik iliği yağ hücrelerini depolamaya yardımcı olurken kırmızı kemik iliği kan hücrelerinin üretimini sağlar. İnsan vücudu yaşlandıkça kırmızı kemik iliği miktarı azalırken sarı kemik iliği artmaktadır.

Kemik iliği hematopoetik yapıdadır. Her türlü hücreyi üreten bir fabrika gibidir. Hematopoetiz kan hücrelerinin oluşumu anlamına gelmektedir. Oluşan bu kan hücrelerinin bazıları şunlardır:

Kırmızı Kan hücreleri (RBC): En fazla bulunanı eritrositlerdir. Kan hücrelerinin yaklaşık %99'unu oluşturmaktadırlar. Yapısında hemoglobin proteini ve demir bulunmaktadır. İçeriğindeki demir kana kırmızı rengi verirken hücrelerin sağlıklı kalmasını sağlar. RBC hücreleri vücuttaki oksijeni ya da karbondioksiti akciğere taşımaya yararlar. Hemoglobin hücre sayısının azalması anemiye neden olur. Yeterli sayıda oksijen dokulara ve organlara taşınamaz. Organlar görevlerini tam olarak yerine getiremeyeceğinden hastada baş ağrısı, yorgunluk ya da kırgınlık gibi durumlar görülür.

Beyaz Kan Hücreleri (WBC): Lökosit, halk arasında akyuvar olarak adlandırılırlar. Vücudun bağışıklık sistemi için önemli olan hücrelerdir. Enfeksiyonlara karşı savaşır. Nötrofil, lenfosit, monosit, eozinofil ve bazofil olmak üzere 5 farklı tipi vardır. Nötrofil sayısının azalması lökopeniye (nötropeni) neden olur. Nötropeni durumunda vücudun bağışıklığı azalır ve bazı enfeksiyonlar görülür. Hastalarda yüksek ateş, terleme ve titreme ortaya çıkar.

Trombosit (Plalet): Kan pulcukları olarak bilinen bu renksiz kan hücreleri, kanın pıhtılaşmasını sağlayarak kanamaları durdurmayı sağlarlar. Bu kan pulcuklarının azalması trombositopeniye neden olmaktadır. Hastalarda burun ve diş etleri kanamaları belirtileri görülebilmektedir.

Rektum kanserinde kemoradyoterapinin yan etkisi miyölesüpresyondur. Bunun sonucu olarak hastalarda tedavi esnasında anemi, trombositopeni, nötropeni ve lökopeni

gibi durumlar görülebilmektedir. Bu durumun sonucu olarak kanser tedavisi kesintiye uğramakta veya başarısız olabilmektedir.

2.2.8.3. Radyoterapinin Pelvik Kemik İliği Üzerine Etkisi

Yetişkinlerde Kemik İliğinin %50'den fazlası pelvik kemikleri ve komşu kemiklerden oluşur. Preoperatif kemoradyoterapinin ardından total mezorektal eksizyon lokal ileri rektum kanserinin standart tedavi yöntemidir. Hem kemoterapi hem de radyo terapi hematolojik toksititeye neden olur. Rektum kanseri radyoterapisinde hedef hacim (PTV) pelvik kemik iliğinin ortasında yer alır ve bir kısmını kapsar. Dolayısıyla radyoterapi esnasında pelvik kemik iliğinin önemli bir bölümü radyasyona maruz kalmaktadır. Kemoradyoterapinin yan etkisi kemik iliği baskılanması anlamına gelen miyolesupresyondur. Bu durumda kemik iliğinde üretilen kırmızı kan hücreleri, beyaz kan hücreleri ve trombosit gibi çok sayıda kan hücre sayısı azalır ve lökopeni, nötropeni ve trombositopeni durumu ortaya çıkar⁶.

Miyolesupresyon başta olmak üzere ortaya çıkan tüm hematolojik komplikasyonlar hematolojik toksititedir. Hematolojik toksitite tedavilerin kesintiye uğramasının veya uzayarak başarısız olmasının en önemli nedenidir. Kemik iliği insan vücudundaki en önemli hemaotopotik dokudur. Hemaotopotik kök hücreleri (HCS), multipotent progenitors (MPP), hemaotopotik progenitor hücreler (HPC) ve çok sayıda farklılaşmış kan hücrelerinden oluşmaktadır. Radyasyon normal şartlarda uykuda olan HSC hücrelerini uyku fazından (G0) uyandırıp hücre siklusuna sokarak ölmelerine veya kromozomlarının değişimine sebep olur.

Kemik iliği hücreleri ve çevresindeki lenfoid dokular çok hızlı çoğaldığı ve az miktarda değişim gösterdikleri için radyasyona karşı aşırı duyarlıdır. Bu yüzden kemik iliğinin aldığı hasar radyasyonun dozu, bölgesi ve boyutuna göre değişim göstermektedir. Pelvik kemik iliğinin aktivitesi homojen değildir. Hemaotopotik olarak aktif olan %50'den fazla kısmını kalça kemiği, sakrum, proksimal femur ve lumbosakral omur bölgeleri oluşturur. Bu bölgeler rektum kanseri ışınlanma etki alanı içinde yer aldığından akut ve kronik hematolojik toksititeye neden olmaktadır. Radyoterapi planlamalarında bu bölgelerin korunmasına dikkat edilmesi hematolojik toksitite açısından yarar sağlar.

Çok sayıda çalışma Kemik İliğinin doz alan hacim miktarının artmasının hematolojik toksititeyle ilişkisi olduğunu göstermektedir. Yapılan bir rektum kanseri

alışmasında Lumbosakral omurun (LSS) V_{40Gy} (%) grade 2 hematolojik toksititeyle ilişkili olduğunu göstermektedir³. Lumbosakral omurun (LSS) $V_{40Gy} < \%60$ düzeyinde tutulması durumunda kemoradyoterapi geçiren hastaların HT grade 2 olması olasılığının %13 olduğu görülmüştür. Dolayısıyla rektum kanseri radyoterapisinde kemik iliğinin korunması önemli bir hedef olmalıdır.



3. GEREÇ VE YÖNTEM

3.1. Araç ve Gereç

Bu tez çalışması İstanbul Üniversitesi Onkoloji Enstitüsü'nde yapılmıştır ve kullanılan araç ve gereçler İ.Ü. Onkoloji Enstitüsü'ne aittir. Çalışmada kullanılan araç ve gereçler aşağıda sıralanmaktadır.

- Varian DHX Lineer Hızlandırıcı
- Philips Big Bore 4B Bilgisayarlı Tomografi Cihazı
- Varian Eclipse Tedavi Planlama Sistemi (TPS)
- IBM SPSS İstatistik Programı version 26

3.1.1. Varian DHX Lineer Hızlandırıcı

Varian Medical Systems (Palo Alto, CA, ABD) tarafından 2012 yılında üretilen DHX (RapidArc®) lineer hızlandırıcı (Şekil 3.1) günümüz kanser tedavisinde radyoterapi alanında kullanılmaktadır. 6 ve 15 MV foton enerjisi ve 6, 9, 12, 16, MeV elektron enerjisi üretebilen lineer hızlandırıcı, elektron tedavisi, 3B-KRT, YART, YAAT, IGRT ve SRS/SRT gibi ileri tedavi teknikleri uygulayabilmektedir.

Foton ışınlamalarında SSD (kaynak cilt mesafesi) 100 cm'de $0.5 \times 0.5 \text{ cm}^2$ den $40 \times 40 \text{ cm}^2$ 'ye kadar alan oluşturabilmekte, elektron ışınlamalarında ise aplikatör boyutuna göre 6×6 , 10×10 , 15×15 , 20×20 ve $25 \times 25 \text{ cm}^2$ alanlar açabilmektedir. YAAT tedavilerinde maksimum doz hızı değeri 600 MU/dk iken, YART tedavilerinde 400 MU/dk'dır.

Her biri kendine ait motoru bulunan 120 adet çok yapraklı kolimatörü (MLC) bulunmaktadır. $40 \times 40 \text{ cm}^2$ alanın ortasında bulunan $20 \times 20 \text{ cm}^2$ alandaki MLC'ler 0.5 cm kalınlığındayken merkez dışında bulunan MLC'ler 1 cm'dir²⁶.

Varian DHX lineer hızlandırıcıya hızlı bir şekilde 360° ark tedavileri yapabilmesi sebebiyle RapidArc da denilmektedir. Hızlı ark tedavileri yapabilmesi nefes tutturularak RPM (gerçek zamanlı pozisyon yönetimi) sistemiyle görüntülenmiş ve ona göre tedavi planları yapılmış hastaların süratli bir şekilde ışınlanmasına da olanak sağlar.



Şekil 3.1: Varian DHX lineer hızlandırıcı

Varian DHX lineer hızlandırıcı hastaların tedavi öncesi yatış pozisyonlarının doğrulanmasında kullanılan Elektronik Portal Görüntüleme Sistemi (EPID) ve kV görüntüleme sistemine sahiptir. Üzerindeki OBI (On board Imaging) görüntüleme sistemiyle hasta setup'larının doğruluğu sağlanabilmekte ve IGRT (görüntü rehberli radyoterapi) yapılabilmektedir.

3.1.2. Philips Big Bore 4B Bilgisayarlı Tomografi Cihazı

Philips Big Bore 4B Bilgisayarlı Tomografi onkoloji için özelleştirilmiş bir BT cihazıdır (Şekil 3.2). Tedavi cihazıyla (Lineer Hızlandırıcı) fiziksel olarak benzer özellikler taşımaktadır. Hastalarının tedavi koşullarının simüle edilmesi, hedef hacim (PTV) ve kritik organlarının 3 boyutlu olarak belirlenmesinde kullanılmaktadır.

Cihazın ortasında bulunan dairesel bölgedeki x-ışını tüpü aracılığıyla hastanın kesitsel olarak iki boyutlu görüntüleri elde edilir. Düşük enerjili x-ışınları ile elde edilen bu kesitler 1-10 mm arasında değişebilmektedir. Elde edilen iki boyutlu bu imajlar cihazın yazılımında üç boyutlu hale dönüştürülür ve Onkolojide kullanılacak hale gelir.

Cihazın gantry açıklığı 85 cm, taranan görüş alan açıklığı ise (FOW) 60 cm'dir. Cihazda hastanın işaretlenmesini sağlayan 2 mm'den düşük hassasiyette çalışan lazer sistemi bulunmaktadır.

Cihazın dördüncü boyutu olan solunum takibi özelliğiyle hastanın nefes döngüsünü (derin nefes alma, verme) kaydedebilmektedir. Bu sayede RPM vb. nefes takip sistemleriyle uyumlu bir şekilde çalışarak ileri radyoterapi tekniklerinin uygulanmasına olanak sağlar.



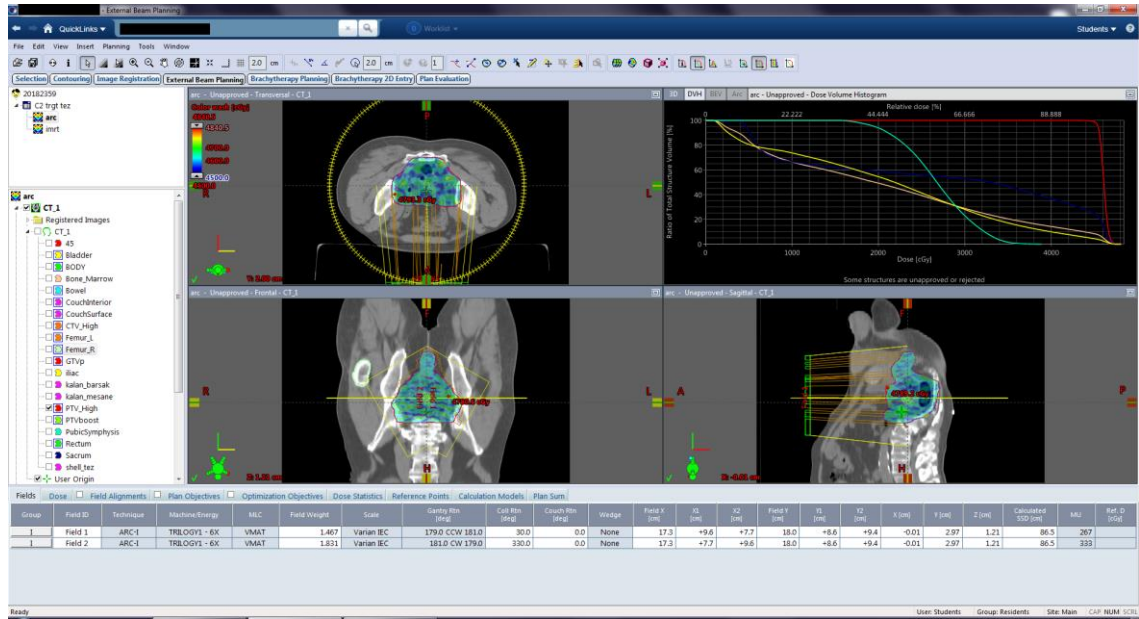
Şekil 3.2: Philips Big Bore 4B Bilgisayarlı Tomografi Cihazı

3.1.3. Varian Eclipse Tedavi Planlama Sistemi (TPS)

Varian Eclipse™ (Varian Medical Systems, Palo Alto USA) tedavi planlama sistemi (TPS) Varian Linear hızlandırıcılarının Windows işletim sistemi üzerinde çalışan eksternal ve brakiterapi tedavi planlarının yapılmasına olanak sağlayan standart tedavi planlama sistemidir. Son derece gelişmiş özellikleriyle 3B-KRT, YART, YAAT, IGRT, SBRT, elektron, proton ve brakiterapi tedavi planlamaları yapabilmektedir. Windows işletim sistemi üzerinde çalışan TPS basit bir arayüze sahiptir ve sürekli olarak geliştirilip güncellenmektedir. Çalışmamızda kullanılan versiyonu 15.6'dır.

ARIA™ (Varian Headquarters, Palo Alto, California, USA) network sistemini kullanmaktadır. ARIA network sistemi tedavi cihazları (lineer hızlandırıcı, simülatör, tedavi planlama bilgisayarı vb...) arasında veri iletişimine olanak sağlar.

TPS tedavi planlarında optimizasyon algoritmaları olarak PO (photon Optimizer) ve PRO (Progressive Resolution Optimizer), doz dağılım hesaplama algoritmaları olarak fotonlar için AAA (Analytic Anisotropic Algorithm) ve Acuros XB, elektron ışınlamalarında ise Monte Carlo (MC) algoritmalarını kullanmaktadır.



Şekil 3.3: Eclipse Varian TPS rektum hastası YAAT tedavi planı görünümü

Eclipse Varian TPS rektum kanseri hastası YAAT planı genel görünümü Şekil 3.3'te görülebilmektedir.

3.1.4. IBM SPSS İstatistik Programı

SPSS (Statistical Package for Social Sciences) ilk olarak 1968 yılında piyasaya sürülen kompleks istatistiksel veri analizi yapmaya yarayan programdır. Özellikle Sosyal Bilimler alanında kullanılan program, ekonomi, sağlık, anket şirketleri, devlet kurumları ve veri madencileri gibi çok geniş bir kullanım alanına sahiptir.

Veri analizinin yanı sıra veri yönetimi ve veri dökümantasyonu yapabilmektedir. 2010 yılında IBM tarafından satın alınmasıyla ismi IBM SPSS Statistics olarak değiştirilmiştir. Çalışmamızda 26.0 versiyonu kullanılmaktadır.

3.2. Yöntem

Bu tez çalışmasında İstanbul Üniversitesi Onkoloji Enstitüsü'nde 2017-2020 yılları arasında uzun dönem rektum kanseri tedavisi görmüş yaşları 23-87 arasında değişen 42'si kadın 58'i erkek 100 rektum kanseri hastasının BT görüntüleri kullanılmıştır. Hastalar lokal ileri rektum kanseri tedavisi gören evre 2 (T3/4 node negatif) ya da evre 3 (T3/4 node pozitif) kanser hastaları arasından seçildi. Hastaların tamamı seçildikten sonra her bir hastanın hedef hacmi (PTV) ve kritik organları (mesane, sağ ve sol femur başları ve ince barsak) radyasyon onkoloğu eşliğinde ICRU 50 ve 62 raporları doğrultusunda kontürlendi. Hastaların tamamına BT görüntüleri üzerinden YART (7 alan, 6 MV foton enerjisiyle) ve YAAT (360° 2 tur, 6 MV foton enerjisiyle) tedavi tekniklerine göre radyoterapi planları Eclipse Varian TPS version 15.6 üzerinde yapıldı. Planlamaların ardından hastaların pelvik kemik ilikleri radyasyon onkoloğu ve radyolog eşliğinde kontürlendi. Son olarak oluşturulan iki farklı planlama tekniği üzerinden pelvik kemik iliğinin aldığı doz değerleri istatistiksel olarak karşılaştırıldı.

3.2.1. Hastaların Seçimi ve Hasta Görüntülerinin Elde Edilmesi

3.2.1.1. Hastaların Seçimi

Bu tez çalışmasında 2017 - 2020 yılları arasında İstanbul Üniversitesi Onkoloji Enstitüsü'nde uzun dönem rektum kanseri tedavisi görmüş olan hastaların BT görüntüleri kullanılmıştır. Hastalara ait istatistikler Tablo 3.1'de verilmiştir. Hasta seçimi yapılırken hedef hacimlerine (PTV) eksternal İliak lenf nodları dahil olmayan (T3) hastalar tercih edilmiştir. Hastalara ait cinsiyet ve yaş bilgileri Tablo 3.1'de gösterilmektedir.

Tablo 3.1: Rektum Hasta Bilgileri (n = 100)

Hasta Bilgileri	
Cinsiyet:	
Erkek	58 (58)
Kadın	42 (42)
Yaş:	
Medyan	62,5
(Min-Maks)	(23-87)

3.2.1.2. Hastaların Görüntülerinin Elde Edilmesi

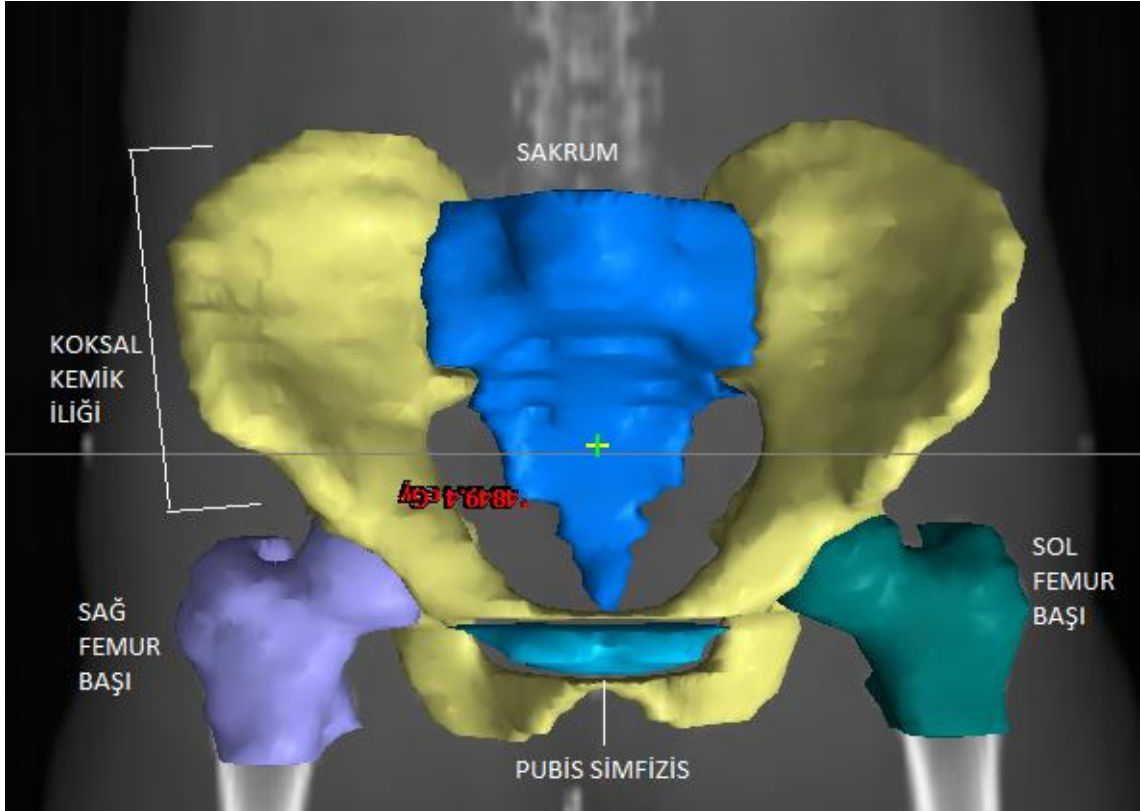
Bu çalışmada kullanılan rektum kanseri hastalarının BT görüntülerinin elde edilmesinde Philips Brilliance Big Bore 4BBT cihazı kullanılmıştır.

Rektum kanseri radyoterapisinde hastalar genellikle yüz üstü (prone) pozisyonunda tedaviye alınır. Prone pozisyonunda hasta immobilizasyonu için belly board yatak kullanılmaktadır. Simulasyon esnasında hasta kolları yukarıdadır ve hastanın mesanesi tamamıyla doludur. İnce barsağın daha rahat kontürlenebilmesi adına hastaya oral kontrast madde verilebilir.

3.2.2. Hastalara ait Hedef Hacim(PTV) ve Kritik Organların(OAR) Kontürlenmesi

Hasta GTV (gross tumor volume) ve bölgesel lenf nodları, radyasyon onkologları tarafından; fiziksel muayene, ultrasound, BT, PET-BT veya MRI görüntüleri değerlendirilerek belirlenir. CTV (clinical target volume) GTV, internal iliak (T3), eksternal iliak (T4, çalışmamızda dahil edilmemektedir), perirektal, mezorektal ve prarektal lenf nodlarından oluşmaktadır. PTV (planning target volume) ise olası setup hataları ve organ hareketleri nedeniyle CTV'ye her bir düzlemde 0.5–1 cm marj verilmesiyle elde edilmektedir.

Bir rektum kanseri hastasına ait hedef hacim (PTV), mesane, ince barsak ve femur başlarının kontürleri Şekil 3.4'te gösterilmektedir.



Şekil 3.5: Pelvik kemik iliği ve alt parçaları Sakrum kemik iliği (Mavi), Koksalsal kemik iliği (Sarı), Pubis Simfizis kemik iliği (açık mavi), Sağ ve Sol femur başlarının koronal görünümü.

3.2.4. Hasta Tedavi Planlarının Oluşturulması

Bu tez çalışması İstanbul Üniversitesi Onkoloji Enstitüsü'nde retrospektif (geriye dönük) olarak yapılmıştır. Hastaların BT görüntüleri TPS'ye aktarıldıktan sonra hedef hacim (PTV) ve kritik organları radyasyon onkologları eşliğinde kontürlenmiştir. Bu kontürlenmelerin oluşturulmasının ardından hastaların her birine Eclipse v15.6 TPS üzerinde YART ve YAAT tedavi tekniklerine göre radyoterapi planları yapılmıştır. Her iki tedavi tekniğine ait planlar günlük 180 cGy ve 25 fraksiyon olmak üzere hedef hacmin (PTV) % 95'inin 4500 cGy alması hedeflendi. Yapılan planlarda maksimum dozun reçetelenen dozun %110'unu aşmamasına dikkat edilmiştir. Planlarda hedef hacmin tanımlanan dozu alması sağlanırken çevre doku ve kritik organ dozlarının olabildiğince az doz almasına gayret edilmiştir. Rektum kanseri radyoterapisinde korunması gereken kritik organlar mesane, ince barsak, sağ ve sol femur başlarıdır. Bu kritik organlar yapılan planlarda her ne kadar olabildiğince korunmaya çalışılsa da Tablo 3.2'deki değerler karşılanmaya çalışılmıştır. Planlar yapılırken pelvik kemik iliği kontürlenmemiş ve optimizasyona dahil edilmemiştir.

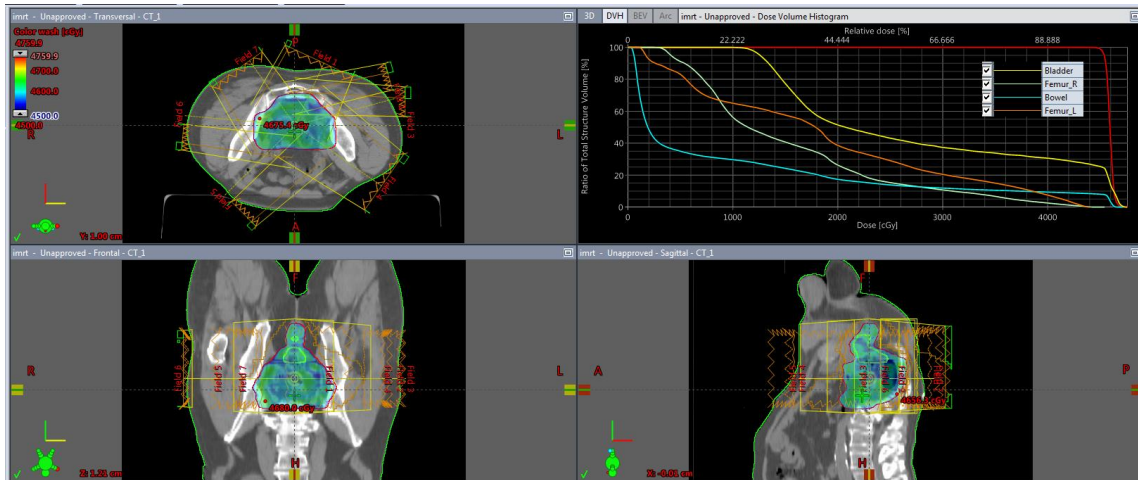
Tablo 3.2: *Rektum Kanseri Kritik Organ Doz Kısıtlamaları*

Organ	< 5%	< 35%	< 50%
Mesane	50 Gy	40 Gy	35 Gy
Femur Başları	44 Gy	40 Gy	30 Gy
İnce Barsak	45 Gy < 20cc	35 Gy < 150cc	30 Gy < 200cc

3.2.4.1. YART Planlarının Oluşturulması

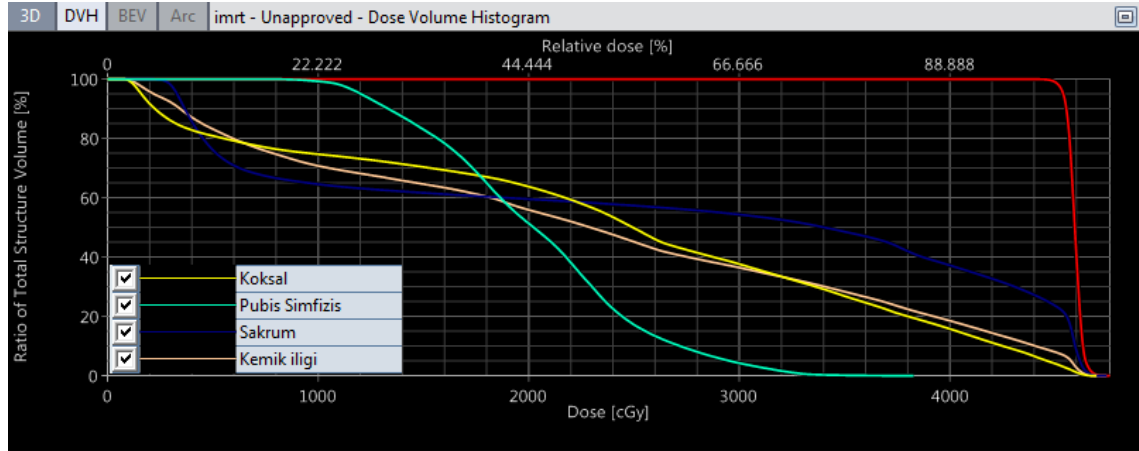
YART tedavi tekniğinde alanlar tek tek planlayan kişi (fizikçi, dozimetrist) tarafından belirlenmektedir. Bu tez çalışmasında YART tekniğine göre yapılan planlarda yedi alan tercih edildi ve kullanılan alan açıları 25°, 75°, 90°, 125°, 225°, 275° ve 325° ‘tir. Açı değerleri seçilirken İstanbul Üniversitesi Onkoloji Enstitüsü’nde uygulanan pratikler dikkate alındı. Yapılan planlarda her bir alan için foton enerjisi 6 MV doz hızı ise 400 MU/dk olarak ayarlandı. Kolimatör ve masa açıları 0° olarak bırakıldı.

YART tedavi tekniğine göre yapılmış bir rektum kanseri hastası planı, PTV ve kritik organ doz değerlerini gösteren doz volüm histogramı (DVH) Şekil 3.6’da görülmektedir.



Şekil 3.6: Bir rektum kanseri hastasının YART planı, PTV ve kritik organ dozları genel görünümü (Sarı mesane, mavi ince barsak, yeşil sağ femur, turuncu sol femur)

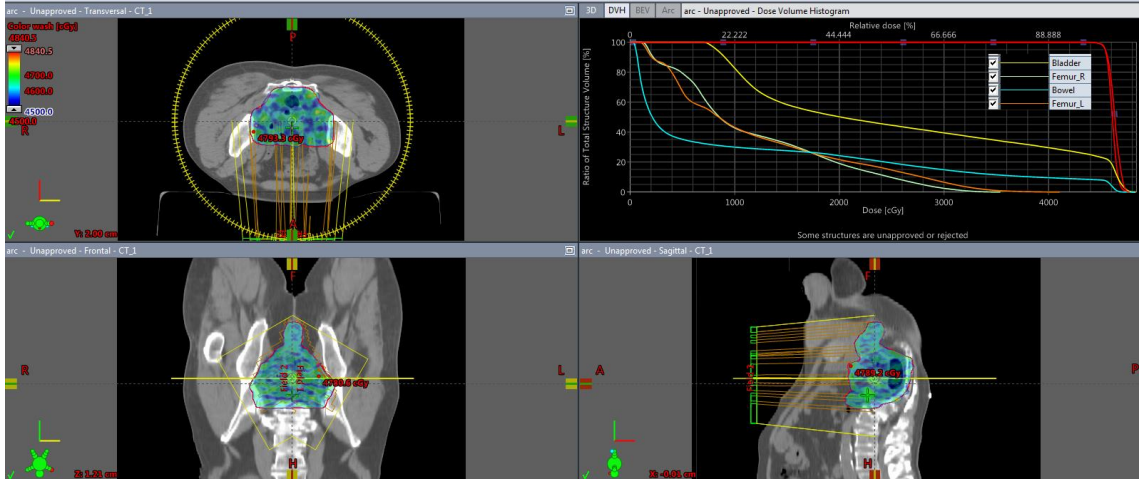
Aynı hastaya ait YART planı Pelvik Kemik İliği ve alt bölümlerine ait doz volüm histogramı (DVH) Şekil 3.7’de görülebilmektedir.



Şekil 3.7: Bir rektum kanseri hastasının YART planı, PTV ve Pelvik Kemik İliği doz volüm histogramı (DVH) görünümü (bej Total pelvik Kİ, sarı koksal Kİ, mavi sakral Kİ, yeşil pubis simfizis Kİ)

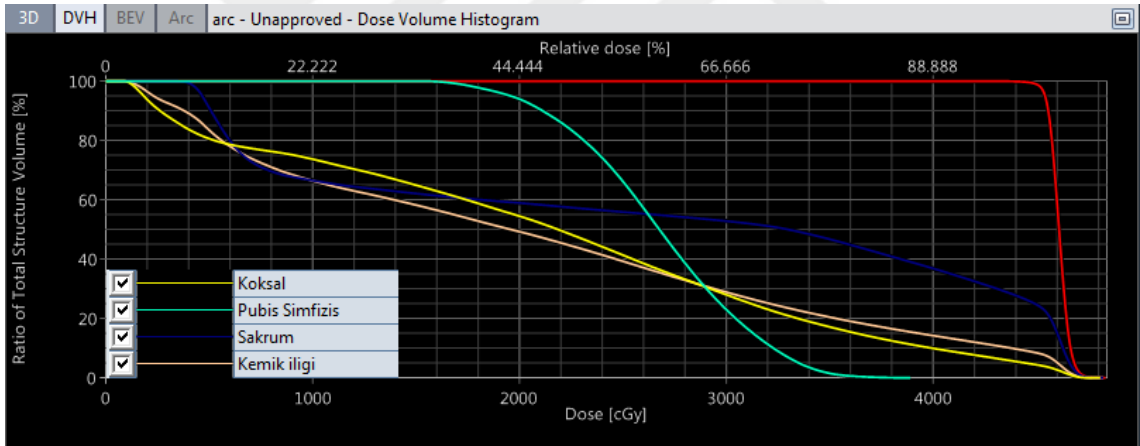
3.2.4.2. YAAT Planlarının Oluşturulması

YAAT tekniğinde alanlar rotasyonel olarak 0° – 360° arası uygulanır. Çalışmamızda saat yönünde (CW) 181° – 179° ve saat yönünün tersi yönde (CCW) 179° – 181° olmak üzere iki alan kullanılmıştır. Yapılan planlarda her bir alan için foton enerjisi 6 MV, doz hızı ise 600 MU/dk olarak ayarlandı. Kolimatör açıları Eclipse TPS v15.6 Arc tools’un da tavsiye ettiği gibi saat yönü (CW) alan için 330° saat yönünün tersi (CCW) alan içinse 30° olarak ayarlandı. Eclipse TPS v15.6 ‘da kolimatör açıları, MLC sızıntılarını ve “tongue and groove” etkisini azaltmak amacıyla 30° ve 330° tavsiye edilmektedir. Masa açıları 0° olarak ayarlandı. YAAT tekniğiyle planlanmış rektum kanseri hastasının planı, PTV ve kritik organ değerleri Şekil 3.8’de görülmektedir.



Şekil 3.8: Bir rektum kanseri hastasının (YART planı ile aynı hasta) YAAT planı, PTV ve kritik organ dozları genel görünümü(Sarı mesane,mavi ince barsak, yeşil sağ femur, turuncu sol femur)

Aynı hastaya ait YAAT planı Pelvik Kemik İliği ve alt bölümlerine ait doz değerleri Şekil 3.9'da görülebilmektedir.



Şekil 3.9: Bir rektum kanseri hastasının YAAT planı, PTV ve Pelvik Kemik İliği dozları doz volüm (YAAT) histogramı görünümü (bej Total pelvik Kİ, sarı koksak Kİ, mavi sakral Kİ, yeşil pubis simfizis Kİ)

3.2.5. Hastaların Tedavi Planlarının Karşılaştırılması

Bu tez çalışmasında YART ve YAAT tedavi tekniklerine göre radyoterapi planları oluşturulan rektum kanseri hastalarının Eclipse TPS doz volüm histogramı (DVH) üzerinden PTV, Konformite İndeks (Kİ) ve Pelvik kemik iliği değerleri kaydedildi. Planlara ait Homojenite İndeks (Hİ) değeri hesaplandı. Hesaplanan bu parametreler SPSS programı ile değerlendirildi.

3.2.5.1. PTV Homojenite İndeks (Hİ) ve Konformite İndeks (Kİ) Verilerinin Karşılaştırılması

Yapılan planlarda hedef hacmin (PTV) D_2 %, D_{50} %, D_{95} %, ve D_{98} % değerleri kaydedildi. PTV, Hİ ve Kİ değerlerine ait temel istatistiksel veriler (ortalama, standart sapma, medyan) hesaplandı.

Homojenite İndeks (Hİ) değeri hedef hacim değerleri üzerinden ICRU 83²⁷ (International Commission on Radiation Units) raporunda tavsiye edilen formül ile hesaplandı:

$$Hi = \frac{D_{2\%} - D_{98\%}}{D_{50\%}}$$

Formülden de görülebileceği üzere PTV'nin % 2'sinin aldığı doz (D_2 %, maksimum doz) değeri ile PTV'nin % 98'inin aldığı doz (D_{98} %, minimum doz) değeri birbirine yaklaştıkça Hİ değeri 0'a yaklaşır ve ideal homojenite oluşur.

Konformite indeks (Kİ) değeri hesaplanırken RTOG²⁸ (Radiation Therapy Oncology Group) tarafından tanımlanan formül kullanıldı.

$$Ki_{RTOG} = \frac{V_{RI}}{TV}$$

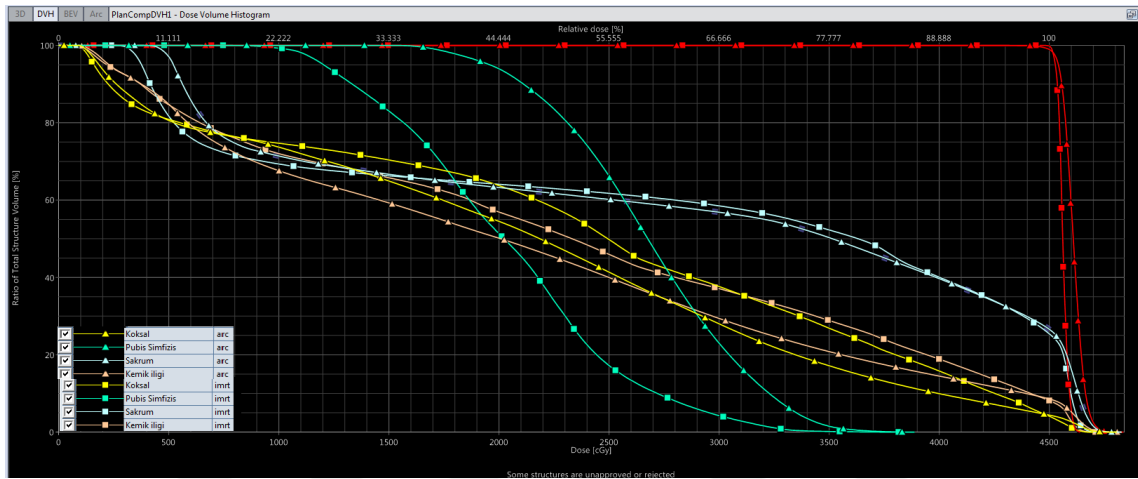
Konformite indeks değeri V_{RI} (referans doz hacmi) değerinin TV (hedef hacim) değerine oranıdır. İdeal Kİ değeri 1'dir. Reçetelenen doz hattı hedef hacmin üzerine çıktıkça Kİ 1'den uzaklaşmaya başlar ve bu hedef hacmin etrafındaki sağlıklı doku ve organların ışımlandığı anlamına gelir. Benzer şekilde reçetelenen doz hattı hedef hacmi kapsayamadıkça Kİ değeri 0'a doğru yaklaşır ve hedefin bir kısmı ışınlanmamış olur. Her ne kadar ideal Kİ değeri 1 olsa da RTOG protokolüne göre 1 ile 2 arası değerler tedavi açısından kabul edilebilirdir²⁸.

3.2.5.2. Pelvik Kemik İliği Verilerinin Karşılaştırılması

YART ve YAAT tedavi tekniklerine göre planlanan hastaların Pelvik kemik iliğine (Total Pelvik kemik iliği, Sakrum kemik iliği, Koksalsal kemik iliği ve Pubis Simfizis kemik iliği) ait ortalama (Mean) doz, V_{5Gy} (%) (5 Gy doz alan hacmin yüzdesi), V_{10Gy} (%), V_{15Gy} (%), V_{20Gy} (%), V_{25Gy} (%), V_{30Gy} (%), V_{35Gy} (%) ve V_{40Gy} (%)

değerleri istatistiksel olarak karşılaştırıldı. Çalışmamızda Pelvik Kemik İliği radyobiyojik bağlamda paralel organ olarak değerlendirildiğinden, veriler V_{Gy} (%) (doz alan hacmin yüzdesi) şeklinde incelenmektedir. Bu incelemelere ait sonuçlar Bulgular bölümündeki tablolarda sıralanmaktadır. Kemiklere ait verilerin tamamı Ham Veriler kısmında görülebilmektedir.

YART ve YAAT tedavi tekniklerine göre planlanan bir hastanın (aynı hasta) DVH'lerinin karşılaştırılması Şekil 3.10'da gösterilmektedir.



Şekil 3.10: YART ve YAAT tedavi tekniklerine göre planlanan bir hastanın Pelvik kemik iliklerinin değerlerinin aynı DVH üzerinde görünümü (Kare YART , üçgen YAAT)

3.2.6. Sonuçların İstatistiksel Değerlendirilmesi

Bu çalışmada 100 rektum kanseri hastasının YART ve YAAT tekniklerine göre elde edilmiş plan verileri IBM SPSS Statistics 26.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, ABD) programı kullanılarak test edildi. Çalışma verileri değerlendirilirken niceliksel verilerin karşılaştırılmasında normal dağılım gösteren parametreler için 'Eşleştirilmiş Örneklem t-testi' (Paired sample t-test) ve Bağımsız Örneklem t-testi (Independent Samples t-test), normal dağılım göstermeyen parametreler için ise Wilcoxon işaretli sıralar testi (Wilcoxon Signed-rank test) ve Man Whitney-U testleri kullanıldı. Tez verileri kıyaslanırken parametrelerin normal dağılıma uygunluğu Kolmogorov-Smirnov testiyle değerlendirildi. Tüm testler boyunca anlamlılık değeri (Sig) $p < 0.05$ istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi.

Bu tez çalışmasında kurulan hipotezler;

Hastaların YART ve YAAT tekniklerine ait planlarda kemik iliği verileri kıyaslanırken Eşleştirilmiş Örneklem t-test (Paired sample t-test) ve Wilcoxon işaretli sıralar testi için kurulan hipotez:

H_0 = YART ve YAAT teknikleriyle yapılmış plan verilerinin ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark yoktur ($p>0.05$).

H_1 = YART ve YAAT teknikleriyle yapılmış plan verilerinin ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark vardır ($p<0.05$).

Hastaların cinsiyetlerine göre YART ve YAAT tekniklerine ait planlarda kemik iliği dozları kıyaslanırken Bağımsız Örneklem t-testi (Independent Samples t-test) ve Man Whitney-U test için kurulan hipotez:

H_0 = YART veya YAAT teknikleriyle oluşturulmuş planlardaki kemik iliği verilerinde kadın ve erkek hastaların verilerinin ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark yoktur ($p>0.05$).

H_1 = YART veya YAAT teknikleriyle oluşturulmuş planlardaki kemik iliği verilerinde kadın ve erkek hastaların verilerinin ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark vardır ($p<0.05$).

4. BULGULAR

4.1. PTV, Kİ ve Hİ Bulguları

YART ve YAAT tedavi tekniklerine ait hedef hacim (PTV) D₂ %, D₅₀ %, D₉₅ %, D₉₈ %, Hİ ve Kİ verileri aşağıdaki Tablo 4.1’de gösterilmektedir.

Tablo 4.1: Hastaların PTV’ye ait dozları, Kİ ve Hİ değerleri(n=100)

PTV’ye Ait Veriler		
	Medyan (Min-Maks) (cGy)	Ortalama ± SS
YART		
D ₂ %	4642,45 (4613,1-4817,7)	4648,44 ± 26,73
D ₅₀ %	4581,05 (4561,5-4695)	4583,12 ± 14,44
D ₉₅ %	4524,2 (4511,9-4529,7)	4523,88 ± 3,06
D ₉₈ %	4504,95 (4460,5-4591,7)	4504,39 ± 11,86
Hİ	0,0303 (0,022-0,076)	0,0314 ± 0,0066
Kİ	1,020 (0,98-1,06)	1,029 ± 0,016
YAAT		
D ₂ %	4702,5 (4622,4 - 4790,7)	4702,75 ± 27,32
D ₅₀ %	4600,55 (4574,7 - 4668,5)	4603,47 ± 15,91
D ₉₅ %	4523,65 (4508 - 4530)	4523,05 ± 4,43
D ₉₈ %	4495,55 (4418,1 - 4512,8)	4488,84 ± 18,76
Hİ	0,0457 (0,0246 - 0,0766)	0,0464 ± 0,0085
Kİ	1,020 (0,97 - 1,07)	1,017 ± 0,016

4.2. Pelvik Kemik İliğine Ait Bulgular

Bu çalışmada kullanılan uzun dönem rektum kanseri tedavisi gören hastaların Pelvik Kemik İliğine ait hacim değerleri Tablo 4.2’de gösterilmektedir.

Tablo 4.2: Hasta Pelvik Kemik İliği Hacim Değerleri(n=100)

	Total Pelvik kemik iliği hacmi (mL)	Sakrum kemik iliği hacmi (mL)	Koksal kemik iliği hacmi (mL)	Pubis Simfizis kemik iliği hacmi (mL)
Erkek (n=58)				
<i>Ortalama±SS</i>	1523,05±190,56	357,88±50,82	763,88±109,64	30,12±7,60
<i>Medyan</i>	1502,70	359,30	753,10	29,95
<i>Min – Maks</i>	1166,3 - 2040,0	264,6 - 490,4	537,3 - 1044,7	18,6 - 53,8
Kadın (n=42)				
<i>Ortalama±SS</i>	1169,526±173,45	284,26±40,04	589,02±99,36	24,41±6,26
<i>Medyan</i>	1139,70	275,95	574,95	23,75
<i>Min – Maks</i>	821,4 - 1595,4	209,5 - 375,6	414,5 - 813,5	14,5 - 42,1
Toplam (n=100)				
<i>Ortalama±SS</i>	1374,571±253,22	326,96±59,03	690,44±136,14	27,73±7,58
<i>Medyan</i>	1390,90	322,55	701,45	26,05
<i>Min – Maks</i>	821,4 - 2040,0	209,5 - 490,4	414,5 - 1044,7	14,5 - 53,8

4.2.1. Total Pelvik Kemik İliği Bulguları

Total Pelvik Kemik İliği parametrelerinin normallik analizi sonucunda normal dağılım gösterdikleri görülmüştür. YART ve YAAT planlarına ait veriler Eşleştirilmiş örneklem t-testi (Paired Samples t-test) ile analiz edildiğinde elde edilen sonuçlar Tablo 4.3'te gösterilmiştir.

Tablo 4.3: *Rektum kanseri hastalarının Total Pelvik Kemik İliği verilerinin YART ve YAAT tekniklerine göre kıyaslanması (n=100)*

Total Pelvik Kemik İliği					
Doz (%)	YART		YAAT		P
	<i>Medyan (Min- Maks)</i>	<i>Ortalama± SS</i>	<i>Medyan (Min- Maks)</i>	<i>Ortalama± SS</i>	
V _{5Gy}	90.0 (75.8-99.9)	89.67 ± 5.52	89.75 (75.8-99.7)	89.2 ± 5.42	0,100
V _{10Gy}	80,8 (64-96,1)	80.26 ± 6.78	76.75 (62.1-97.0)	77.87 ± 5.42	0,000
V _{15Gy}	74.45 (56.0-92.3)	73,83 ± 7.68	69.2 (51.0-85.6)	69.07 ± 7.82	0,000
V _{20Gy}	64.85 (44.4-80.6)	65,03 ± 7.59	59.55 (39.0-75.8)	59.73 ± 7.89	0,000
V _{25Gy}	54.25 (33.4-69.6)	54,60 ± 7.78	48.45 (30.2-64.5)	49.14 ± 7.82	0,000
V _{30Gy}	44.45 (27.7-59.4)	44,9 ± 7,33	37.45 (22.6-56.7)	38.08 ± 7.01	0,000
V _{35Gy}	35.3 (22.6-52.1)	35,49 ± 5.74	28.95 (15.5-46.0)	28.78 ± 5.91	0,000
V _{40Gy}	25,55 (13,6-3,2)	25,87 ± 5,74	21,7 (9.3-38.7)	21.8 ± 5.3	0,000
Ort. Doz (cGy)	2638.4 (2022.0-3181.0)	2658.11 ± 262.49	2472.0 (1870.3-2970.5)	2478.36 ± 262.9	0,000

4.2.2. Sakrum Kemik İliği Bulguları

YART ve YAAT tekniklerine ait planlarda Sakrum kemiği parametrelerinin normal dağılım durumu analiz edildiğinde Mean Doz, V_{30Gy} (%), V_{35Gy} (%) ve V_{40Gy} (%) değerlerinin normal dağılım gösterdikleri diğer parametrelerin ise normal dağılım göstermedikleri görülmüştür.

Mean Doz, V_{30Gy} (%), V_{35Gy} (%) ve V_{40Gy} (%) değerleri için Eşleştirilmiş örneklem t-testi (Paired Samples t-test) ile V_{5Gy} (%), V_{10Gy} (%), V_{15Gy} (%), V_{20Gy} (%) ve V_{25Gy} (%) değerleri ise Wilcoxon işaretli sıralar testi (Wilcoxon Sign Test) ile analiz edilmiştir. Elde edilen sonuçlar Tablo 4.4' te görülmektedir.

Tablo 4.4: *Rektum kanseri hastalarının Sakrum Kemik İliği verilerinin YART ve YAAT tekniklerine göre kıyaslanması(n=100)*

Sakrum Kemik İliği					
Doz (%)	YART		YAAT		P
	Medyan (Min- Maks)	Ortalama ± SS	Medyan (Min-Maks)	Ortalama ± SS	
V _{5Gy}	99.45 (75.6-100)	94.26±7.66	100.0 (84.7-100)	98.4±3.61	² 0,000
V _{10Gy}	88.9 (63.7-100)	87.44±11.9	89 (61,9-100)	87.21±12,16	² 0,631
V _{15Gy}	86.0 (59.1-100)	85.08±12.73	84.5 (56.0-100)	84.23±13.3	² 0,000
V _{20Gy}	84.45 (56.3-100)	83.46±13.31	81.8 (52.0-100)	81.99±13.98	² 0,000
V _{25Gy}	82.4 (53.9-100)	81.75±13.64	80.3 (48.6-100)	80.05±14.07	² 0,000
V _{30Gy}	80.85 (51.3-100)	79.49±13.85	76.7 (44.9-100)	76.64±14.44	¹ 0,000
V _{35Gy}	75.4 (47.0-100.0)	75.51±14.28	71.45 (40.4-100.0)	72.15±15.12	¹ 0,000
V _{40Gy}	68.2 (32.1-100.0)	68.55±16.37	65.55 (31.6-100.0)	66.09±16.8	¹ 0,000
Ort.Do (cGy)	3809.2 (2617.8-4612)	3725.01 ±540.03	3708.85 (2473.0-4621.1)	3682.45±551.4	¹ 0,000

¹Paired Samples t Test

²Wilcoxon Sign Test

4.2.3. Koksak Kemik İliğı Bulguları

YART ve YAAT tekniklerine ait planlarda İliak kemiğı parametrelerinin normallik durumu analiz edildiğinde Mean Doz ve V_{30Gy} (%) değerlerinin normal dağılım göstermedikleri diğer parametrelerin ise normal dağılım gösterdikleri görölmüştür. Koksak kemik iliğıne ait veriler istatistiksel olarak karşılaştırıldığında elde edilen sonuçlar Tablo 4.5'te verilmiştir.

Tablo 4.5: *Rektum kanseri hastalarının Koksak Kemik İliğı verilerinin YART ve YAAT tekniklerine göre kıyaslanması(n=100)*

<i>Koksak Kemik İliğı</i>					
Doz (%)	YART		YAAT		p
	<i>Medyan (Min-Maks)</i>	<i>Ortalama + SS</i>	<i>Medyan (Min-Maks)</i>	<i>Ortalama + SS</i>	
V _{5Gy}	88.15 (76.1-99.9)	88.37±5.99	88.45 (77.0-99.6)	88.69±5.93	¹ 0,002
V _{10Gy}	81.7 (68.9-97.6)	82.11±6.72	80.95 (67.3-97.6)	81.36±7.03	¹ 0,000
V _{15Gy}	77.2 (63.9-95.1)	78.0±6.95	74.75 (62.4-91.8)	75.12±7.2	¹ 0,000
V _{20Gy}	70.3 (54.2-88.3)	71.34±7.65	64.3 (42.5-81.2)	64.79±8.37	¹ 0,000
V _{25Gy}	58.2 (38.0-74.3)	58.16±8.89	50.4 (27.2-69.0)	51.09±9.11	¹ 0,000
V _{30Gy}	45.55 (28.5-65.1)	45.23±8.9	35.75 (18.7-58.0)	35.71±8.49	² 0,000
V _{35Gy}	31.65 (16.7-49.0)	31.82±7.91	21.55 (8.8-42.5)	21.8±6.62	¹ 0,000
V _{40Gy}	17.6 (4.8-32.2)	18.07±5.49	11.0 (1.9-27.7)	11.53±4.42	¹ 0,000
Ort. Doz.	2609.8	2633.42	2398.6	2419.96	² 0,000
(cGy)	(2023.1-3132.4)	±258.9	(1875.5-2963.6)	±244.38	

¹Paired Samples t Test

²Wilcoxon Sign Test

4.2.4. Pubis Simfizis Kemik İliği Bulguları

Pubis Simfizis kemiği parametreleri normal dağılım göstermediğinden dolayı Wilcoxon işaretli sıralar testi ile analiz edildiğinde elde edilen sonuçlar Tablo 4.6'da verilmiştir.

Tablo 4.6: *Rektum kanseri hastalarının Pubis Simfizis Kemik İliği verilerinin YART ve YAAT tekniklerine göre kıyaslanması(n=100)*

<i>Pubis Simfizis Kemik İliği</i>					
Doz (%)	YART		YAAT		p
	Medyan (Min- Maks)	Ortalama ± SS	Medyan (Min- Maks)	Ortalama ± SS	
V _{5Gy}	100.0 (10.3-100.0)	98.48 ± 10.36	100.0 (0.0-100.0)	98.33 ± 11.6	0,779
V _{10Gy}	100.0 (0.0-100.0)	94.75 ± 16.17	100.0 (0.0-100.0)	95.42 ± 16.81	0,025
V _{15Gy}	84.7 (0.0-100.0)	75.37 ± 26.14	99.5 (0.0-100.0)	88.62 ± 23.68	0,000
V _{20Gy}	49.95 (0.0-100.0)	48.1 ± 27.15	82.5 (0.0-100.0)	71.9 ± 29.96	0,000
V _{25Gy}	18.75 (0.0-100.0)	25.01 ± 24.64	45.05 (0.0-100.0)	44.19 ± 29.14	0,000
V _{30Gy}	3.9 (0.0-97.7)	10.85 ± 17.63	12.6 (0.0-99.8)	18.8 ± 22.25	0,000
V _{35Gy}	0.2 (0.0-91.5)	4.83 ± 12.74	0.35 (0.0-89.8)	5.96 ± 13.86	0,014
V _{40Gy}	0.0 (0.0-67.3)	1.9 ± 8.46	0.0 (0.0-67.9)	1.92 ± 8.5	0,367
Ort. Doz.	2033.65	2047.41	2474.8	2395.64	0,000
(cGy)	(370.0-4162.2)	± 576.34	(389.3-4180.2)	± 608.06	

4.2.5. Total Pelvik Kemik İliği verilerinin cinsiyetlere göre karşılaştırılması

Kadın ve erkekler rektum hastaları için YART veya YAAT tekniği göre oluşturulan planlara ait Total Pelvik kemik iliği doz değerlerinin Bağımsız Örneklemeler t-testi (independent Samples t-test) yöntemi ile analizi yapıldığında elde edilen sonuçlar Tablo 4.7’de verilmiştir.

Tablo 4.7: YART veya YAAT tekniklerine göre planlanan rektum kanseri hastaların Total Pelvik Kemik İliği verilerinin cinsiyete göre kıyaslanması(n=100)

Total Pelvik Kemik İliği			
Doz (%)	Erkek (n=58)	Kadın (n=42)	Erkek-Kadın p değeri
	Ortalama ± SS	Ortalama ± SS	
YART			
V _{5Gy}	89,03 ± 5,31	90,54 ± 5,74	0,179
V _{10Gy}	79,49 ± 6,49	81,32 ± 7,09	0,183
V _{15Gy}	72,93 ± 7,38	75,08 ± 8,00	0,170
V _{20Gy}	64,38 ± 7,26	65,92 ± 8,02	0,321
V _{25Gy}	54,43 ± 7,43	54,83 ± 8,31	0,802
V _{30Gy}	44,83 ± 7,24	45,02 ± 7,53	0,901
V _{35Gy}	35,29 ± 6,73	35,75 ± 6,48	0,733
V _{40Gy}	25,66 ± 5,81	26,16 ± 5,68	0,671
Ort. Doz (cGy)	2640,02 ± 257,42	2683,98 ± 270,35	0,411
YAAT			
V _{5Gy}	88,56 ± 5,028	90,069 ± 5,86	0,713
V _{10Gy}	76,88 ± 7,40	79,21 ± 8,87	0,156
V _{15Gy}	68,30 ± 7,30	70,14 ± 8,45	0,246
V _{20Gy}	59,63 ± 7,62	59,90 ± 8,34	0,868
V _{25Gy}	49,22 ± 7,67	49,05 ± 8,11	0,918
V _{30Gy}	37,99 ± 7,09	38,25 ± 6,96	0,854
V _{35Gy}	28,40 ± 6,11	29,35 ± 5,63	0,432
V _{40Gy}	21,37 ± 5,36	22,40 ± 5,21	0,342
Ort. Doz (cGy)	2459± 259,22	2502,77 ± 269,27	0,421

5. TARTIŞMA

Kolorektal kanserler ülkemizde ve dünyada sık görülen, mortalitesi yüksek olan kanserler arasındadır. Rektum kanserinde erkeklerde dünyada yedinci sırada kadınlarda ise onuncu sırada görülmektedir. Globalcan raporuna göre 2018 yılında dünyada 704 bin yeni vaka ve 301 bin vefat sayısı beklenmektedir²⁹. Rektum kanseri vakalarının yaklaşık yüzde ellisi evre II – III lokal ileri seviyede tespit edilmektedir.

Rektum kanserinin ana tedavi şekli cerrahidir. Rektum kanseri hastalarında preoperatif kemoradyoterapi lokal 5 yıllık lokal yineleme oranını azalttığı bilinmektedir³. Lokal ileri rektum kanseri tedavisinde preoperatif kemoradyoterapi sonrası total mezorektal eksizyon dünyada standart tedavi yöntemi olarak uygulanmaktadır.

Rektum kanseri hastalarında radyoterapi ile kemoterapinin birlikte uygulanması radyasyona karşı duyarlılığı arttırmaktadır. Rektum kanserinde kemoradyoterapinin en sık görülen yan etkileri ishal (diarrhea) ve miyolesupresyondur. Kemik iliği baskılanması anlamına gelen miyolesupresyon hematolojik toksititeye neden olan en önemli etkidir. Hematolojik toksitite kanser tedavilerini kesintiye uğratmakta ve başarısız olmasına sebep olmaktadır. Uzun dönem rektum kanseri tedavisinde kemoradyoterapinin ardından yaklaşık 6-12 hafta sonrası cerrahi operasyon yapılır. Hastanın başarılı bir operasyon geçirebilmesi için kan değerlerinin belirli bir alt limit üzerinde olması gerekmektedir. Ayrıca tedavi sonrası, hastaların gelecek yaşamlarında post komplikasyon riskini azaltmak adına hematolojik toksititeyi düşürmek önemli bir hedeftir.

İnsan vücudunda bulunan en önemli hematopoetik (kan hücreleri üretimi) doku kemik iliğidir. Kemik iliğinin önemli bir bölümü pelvis bölgesinde (yaklaşık %40'ı) yer almaktadır. Pelvik Kemik İliği (PKİ) ve çevre lenf dokuları çok hızlı çoğalıp az değişim gösterir ve radyasyona karşı aşırı duyarlıdırlar. PKİ medikal radyobiyojide paralel organ olarak değerlendirilmektedir. Dolayısıyla PKİ'nin doza maruz kalan hacmi arttıkça hematolojik toksitite olma riskinin arttığı bilinmektedir. Özellikle PKİ 'nin 30-50 Gy üzeri doza maruz kalması geri dönülemez hasarlara yol açabilmektedir³⁰.

Hem kemoterapi hem de radyoterapinin farklı seviyelerde de olsa hematolojik toksititeye neden olduğu bilinmektedir. Kemoterapinin kendisi zaten toksititeye neden olurken diğer organlara olan etkisi sebebiyle kemoradyoterapinin neden olduğu hematolojik toksitite şiddetini arttırmaktadır. Uzun dönem rektum kanseri kemoterapisinde genel olarak 5-FU (Fluorouracil), kapesitabin ya da oksaliplatin kullanılmaktadır. Oksaliplatinin, 5-FU ve kapesitabinden daha miyolesupratif olduğu bilinmektedir³¹. Fakat kapesitabin bazlı kemoterapi tedavisi uygulanan bir kolon kanseri çalışmasında hastaların sadece %4'lük bir kısmında miyolesupresyon oluşumu raporlanmıştır³¹. Dolayısıyla eşzamanlı kemoradyoterapi alan hastalarda hematolojik toksititeye neden olan birincil faktörün radyoterapi olduğu düşünülmektedir.

Rektum kanseri radyoterapisinde hedef hacmin bir kısmı (PTV) PKİ'nin içerisinde yer alır. Bunun sonucu olarak radyoterapi esnasında PKİ'nin önemli bir bölümü önemli miktarda radyasyona maruz kalmaktadır. PKİ'nin aldığı hasarın, radyasyonun dozu, bölgesi ve hacim miktarına göre değiştiği bilinmektedir. PKİ'nin hematopoetik aktivitesi homojen dağılım göstermemektedir. Hematopoetik aktif olan %50' den fazla kısmı kalça kemiği, sakrum, proksimal femur ve lumbosakral omur bölgeleridir. Dolayısıyla radyoterapi esnasında özellikle bu bölgelerin korunmasına dikkat edilmesi hematolojik toksititeyi azaltma adına önemli yarar sağlayacaktır.

Son yıllarda PKİ'ni koruma önem kazanmaktadır. Pelvis bölgesinde yer alan serviks, anal, prostat ve rektum kanserlerinde PKİ dozları üzerine çalışmalar yapılmaktadır. Bu çalışmaların genel odak noktası hematolojik toksititeye bağlı parametreleri tespit etmektir. Genellikle YART tedavi tekniğiyle tedavi edilen hastaların kan değerleri "Common terminology criteria for adverse events" (CTCAE 4.0-5.0)'a göre sınıflandırılarak hastaların hematolojik toksitite seviyeleri kaydedilmektedir. Bu değerler ile PKİ hacim doz değerleri istatistiksel olarak karşılaştırılarak HT evre 2 ve üzeri için bir eşik doz belirlenmeye çalışılmaktadır. Bu çalışmalardan bazıları şunlardır:

Mell K. ve ark⁵. yaptığı serviks kanseri araştırmasının sonucunda hematolojik toksitite seviye 2 lekopeni ve netropeninin Total Pelvik Kemik İliği (TPKİ) BM-V_{10Gy} ile ilişkili olduğu bildirilmiştir.

T.Jonathan Yang ve ark³². yaptığı çalışmada, Pelvik Kemik İliği bizim çalışmamızla benzer şekilde kontürlenerek üç alt parçaya ayrılmıştır. PKİ; Koksal

kemik iliği ve Sakrum kemik iliği, Proksimal Femur kemik iliği olarak kontürlenmiştir. 3B-KRT ve YART teknikleriyle ışınlanan rektum kanseri hastalarında BM V_{45Gy} ve Sakrum V_{45Gy} parametrelerinin hematolojik toksiteyle ilişkili olduğu sonucu bildirilmiştir.

Nan Li ve ark³¹. yaptığı rektum kanseri araştırmasının sonucunda seviye 2 hematolojik toksite sebebi olarak IBM- V_{20Gy} (İliak Kemik İliği), LSBM V_{15Gy} (LumboSakral Kemik İliği) ve PBM V_{20Gy} (Pelvik Kemik İliği) ile ilişkili olduğu bildirilmiştir.

Juefeng Wan ve ark³. yaptığı rektum kanseri araştırmasının sonucunda seviye 2 hematolojik toksite sebebi olarak Lumbosakral omur LSS $V_{40 Gy}$ ile ilişkili olduğu LSS $V_{40 Gy} < \% 60$ durumunda seviye 2 hematolojik toksite riskinin %13 olduğu bildirilmiştir.

Neil B. Newman ve ark³⁰. yaptığı rektum kanseri araştırmasının sonucunda seviye 3 hematolojik toksite sebebi olarak PBM ortalama doz (Dmean) cGy ve PBM- V_{25Gy} , LPBM (Lower Pelvik kemik iliği) ortalama doz (Dmean) cGy, LPBM- V_{25Gy} ve LPBM- V_{40Gy} parametreleri ile ilişkili olduğu bildirilmiştir.

Rektum kanseri üzerine yapılan araştırmaların sonuçlarına bakıldığında seviye 2 hematolojik toksitenin yaş, vücut kitle indeksi (BMI) veya klinik evre ile anlamlı bir ilişkisi olmadığı bildirilmiştir³⁰⁻³¹.

Yapılan bu çalışmaların sonucunda her ne kadar hematolojik toksite belirleyicisi (predictor) üzerinde bir konsensus sağlanamadığı görülsede hematolojik toksitenin PKİ'nin veya alt bölümlerinin maruz kaldığı radyasyon hacmine bağlı olduğu ve radyasyona maruz kalan hacim miktarı arttıkça hematolojik toksite riskinin de arttığı görülebilmektedir. Rektum kanseri özelinde eşzamanlı kemoradyoterapinin ardından başarılı bir cerrahi operasyon yapılabilmesi için kan değerlerinin yüksek tutulması yani hematolojik toksitenin azaltılması daha da önemlidir. Dahası hastaların tedavi sonrası uzun dönem post komplikasyonlarının azaltılması adına hematolojik toksitenin engellenmesi büyük önem taşımaktadır. Rektum kanseri radyoterapisinde PKİ çoğu kez oluşturulan planlarda optimizasyona katılmamakta ve yeterince korunmamaktadır. Fakat hematolojik toksiteyi düşürme adına rektum kanseri radyoterapisinde PKİ'nin korunması önemli bir hedef olmalıdır.

PKİ korumasında farklı teknikler uygulanabilmektedir. Son yıllarda yapılan bazı çalışmalarda kemik iliğinin hematopoetik olarak daha aktif bölümleri çeşitli yöntemlerle tespit edilip radyoterapi planlarında optimizasyona katılarak korunma amaçlanmaktadır.

Yun Liang ve ark⁸. tarafından serviks ve anal kanserleri üzerine yapılan ve PKİ'nin fonksiyonel (aktif) kısımlarının ¹⁸F-fluorodeoxyglucose (FDG)-pozitron emission tomography PET/CT ile belirlenerek korunduğu bir çalışmada fonksiyonel kemik iliği korumasının kemik iliğinin tamamını korumaya göre daha anlamlı olduğu görülmüştür.

Wang Jianyang ve ark³³. yaptığı çalışmada MR rehberli PKİ'nin hematopoetik olarak aktif kısmı MR görüntüleri yardımıyla kontürlenmiş ve bu aktif kontürler üzerinden hematolojik toksite parametreleri tespit edilmeye çalışılmıştır. Seviye 2 HT'nin $BM-V_{5Gy} \leq \%96$, $BM-V_{20Gy} \leq \%90$ ve $BM-V_{30Gy} \leq \%80$ ile ilişkili olduğu bildirilmiştir.

Nan Li ve ark³⁴. serviks kanseri üzerine yaptığı çalışmada PKİ'in aktif kısmı atlas-based olarak belirlenmiş ve geleneksel yöntemlerle belirlenen aktif kemik iliğiyle karşılaştırılmıştır. Çalışma sonucunda atlas-based olarak tespit edilen kontürlemenin geleneksel yöntemlere göre daha iyi bir şekilde korunduğu, radyoterapiye bağlı hematolojik toksiteyi azaltabileceği bildirilmiştir.

Yukarıdaki çalışmalardan görülebileceği üzere son yıllarda kemik iliği korumasında farklı tedavi yaklaşımları geliştirilmektedir. Bu tekniklerin uygulanması ek iş gücü, zaman, PET/CT, MR vb. ek görüntüleme sistemleri ve maliyet getirmektedir. Bizim çalışmamızda oluşturulan planlarda PKİ 'nin tamamı kontürlenmiş fakat oluşturulan planlarda optimizasyona katılmamıştır. Bu çalışmada, 100 rektum kanseri tanıılı hastanın YART ve YAAT tedavi teknikleriyle hazırlanan tedavi planlarında PKİ ve alt bölümlerinin aldığı dozların araştırılması amaçlanmıştır.

Günümüzde rektum kanseri radyoterapisinde genellikle YART (yoğunluk ayarlı radyoterapi, IMRT) ve YART tekniğinin rotasyonel uygulaması olan YAAT (yoğunluk ayarlı ark terapi, VMAT) tekniği uygulanmaktadır. YART ve YAAT tekniğinin konvansiyonel tekniklere göre hedef hacimde daha konformal bir doz dağılımı sağlarken ince barsak ve diğer riskli organları daha iyi bir şekilde koruduğu bilinmektedir³⁵.

YAAT tekniği dinamik bir şekilde gantry dönme hızını, MLC şeklini ve doz verimini değiştirerek hızlı ışınlamalar yapabilmekte, riskli organların aldığı doz miktarını azaltabilmektedir. Hızlı ışınlamalar yapabilmesi sayesinde organ hareket ihtimalini azaltabilmekte ve daha doğru tedavi yapılabilmesine imkan sağlamaktadır. YAAT tekniği ile yüksek oranda konformal doz dağılımı oluşturulabilirken sağlıklı dokular ve özellikle ince barsak daha iyi korunabilmektedir³⁵. Çalışmamızda Pelvik kemik iliği ve alt bölümlerinde yeterli koruma sağlanıp sağlanamadığı araştırılmıştır.

Bu çalışmada 42'si kadın 58'i erkek, yaşları medyan değeri 62.5 (23 - 87) olan 100 rektum hastasına Eclipse TPS v15.6 üzerinde 6 MV foton enerjisiyle YART (7 alan) ve YAAT (360° 2 ark) teknikleri ile radyoterapi planları oluşturulmuştur. Hasta seçiminde, tedavi hacmine eksternal iliak lenf nodlarının dahil olmamasına dikkat edilmiştir (T3). YART tekniğiyle oluşturulan planlarda İ.Ü. Onkoloji Enstitümüzde uygulanan pratikler dikkate alınarak alan gantry açıları 25°, 75°, 90°, 125°, 225°, 275° ve 325° olarak seçilmiştir ve kolimatör açıları 0° olarak ayarlanmıştır. YAAT tekniğinde biri saat yönü (CW) diğeri saat yönü tersi (CCW) olmak üzere iki alan kullanılmıştır ve alanlarda kolimatör açıları Eclipse Arc Tools'un tavsiyesi üzerine sırasıyla 330° ve 30° olarak ayarlanmıştır. Oluşturulan bu farklı tedavi tekniklerine ait radyoterapi planlarında hedef hacmin (PTV) aldığı % 95, % 98 ve % 2'lik hacminin aldığı dozlar; planlara ait homojenite indeks (Hİ) ve konformite indeks (Kİ) değerleri Tablo 4.1'de verilmiştir. Her iki planlama tekniğine ait planlarda PTV'nin % 95'inin 4500 cGy alması hedeflenmiştir. PTV'ye ait doz değerleri ve Kİ değeri Eclipse TPS DVH üzerinden kaydedilirken Hİ değerleri, ICRU 83 raporunda tavsiye edilen formül kullanılarak hesaplanmıştır.

YART tekniğiyle elde edilen planlarda Hİ değeri ortalaması 0.0314 ± 0.0066 iken YAAT tekniğine ait planlarda 0.0464 ± 0.0085 'tir. Her iki tekniğe ait planlarda da Hİ değerinin 0 'a çok yakın olduğu yani oluşturulan planların homojen dağılım gösterdikleri söylenebilir..

Çalışmamızda YART tekniğine ait tedavi planlarda Kİ değeri ortalamasının $1.029 \pm 0,016$, YAAT tekniğine ait planlarda ise 1.017 ± 0.0166 olduğu görülmüştür. RTOG tarafından tavsiye edilen konformite indeks formülüne göre ideal Kİ değeri 1 olsa da Kİ değerinin 1 ile 2 arasında olması tedavi açısından uygundur

Lu Liu ve ark.³⁶ yaptıkları bir araştırmada 5 ve 7 alan YART tekniği ve YAAT tekniklerini karşılaştırdıkları çalışmada 7 alan YART tekniğinin (1.06) YAAT (1.08) ve 5 alan YART (1.08) tekniğine göre daha homojen olduğu bildirilmiştir ($p=0.03$). Yine aynı araştırmada YAAT planlarının (0,93) 5 ve 7 alan YART planlarına (0,86 ; 0,91) oranla daha konformal olduğu görülmektedir ($p=0.02$).

Oztun ve ark.³⁷. 10 hasta ile yaptığı çalışmada YART, YAAT ve Helikal Tomoterapi teknikleri karşılaştırılmıştır. Oluşturulan planların homojenite indeks değerleri ortalamaları sırasıyla $0.03\pm0,002$; $0,03\pm0,005$; $0,02\pm0,011$ olarak bildirilmiştir.

Çalışmamızda oluşturulan planların Hİ ve Kİ değerlerinin mevcut literatür ile uyumlu olduğu görülmektedir.

Çalışmada kullanılan 100 rektum kanseri hastasının BT görüntüleri üzerinden radyasyon onkoloğu ve radyolog eşliğinde Pelvik kemik iliği; Total Pelvik kemik iliği ve alt parçaları olan Sakrum kemik iliği, Koksals kemik iliği ve Pubis Simfizis kemik iliği şeklinde kontürlenmiştir. Sakrum kemik iliği, Koksals kemiği ve Sakrum kemiğinin birleşimi olarak kontürlendi. Koksals kemik iliği, İlium, pubis ve iskiyum kemiklerinin birleşimi olarak simetrik bir şekilde kontürlendi. Pubis Simfizis kemik iliği tamamıyla kontürlendi. Total Pelvik kemik iliği ise pelvis bölgesinde bulunan bu kemiklere femur başları da dahil edilerek kontürlendi.

Elde edilen bu kemiklere ait hacim değerleri Tablo 4.2’de görülebilmektedir. Total Pelvik Kemik İliği ortalama hacim değeri 1370.57 ± 253.22 mL olduğu, Sakrum kemik iliğinin 326.96 ± 59.03 mL, Koksals kemik iliğinin (Simetrik bir biçimde koksa kemiğinin tamamı) $690,44 \pm 136.14$ mL olduğu ve Pubis Simfizis kemik iliğinin hacminin ise 27.73 ± 7.58 mL olduğu görülmektedir.

Juefeng Wan ve ark.³. yaptığı rektum kanseri çalışmasında kontürlenene Total Pelvik kemik iliğinin medyan değeri 1311 mL (min. 882 mL – maks. 1663 mL), Sakrum kemik iliğinin 285 mL (min. 213 mL – maks. 387 mL) olduğu bildirilmiştir³.

Neil B. Newman ve ark.³⁰. yaptığı rektum kanseri çalışmasında kontürlenene Total Pelvik kemik iliği medyan değeri 1423 mL (iqr. 336 mL), Sakrum kemik iliği değeri 331.5 mL (iqr. 91.4 mL) olduğu bildirilmiştir.

Her iki çalışmada da Total Pelvik kemik iliği ve Sakrum kemik iliğine ait hacim değerlerinin çalışmamızdaki değerler ile benzer olduğu görülmektedir. Fakat Koksiz ve Pubis Simfizis kemik iliklerinde durum biraz farklıdır. Bizim çalışmamızda T. Jonathan ve ark.³² çalışmasına benzer şekilde Koksal kemik iliğinin tamamı ve Pubis Simfizis kemik iliği olarak kontürlenirken diğer çalışmalarda Koksa kemikleri ile femur başları birleştirilip ikiye ayrılmıştır. Diğer çalışmalarda Mell ve ark⁵. çalışmasında kontüredikleri gibi İliak kemik iliği, iliak gövdesinden femur başlarına kadar, Lower Pelvis kemik iliği ise pubis iskiyum asetabulum ve proksimal femur başları dahil edilerek kontürlenmiştir. Dolayısıyla çalışmamızla diğer bazı çalışmalarda, Koksal ve Pubis Simfizis kemik iliklerinin hacimleri farklılık gösterebilmektedir.

Bu çalışmada Total Pelvik Kemik İliği ve alt bölümlerinin YART ve YAAT tedavi tekniklerine göre aldıkları dozlar incelenmektedir. Her iki tedavi tekniğine ait planlarda kemik iliklerine ait ortalama (Mean) doz, V_{5Gy} (5 Gy doz alan hacmin yüzdesi), V_{10Gy} , V_{15Gy} , V_{20Gy} , V_{25Gy} , V_{30Gy} , V_{35Gy} ve V_{40Gy} değerleri kaydedilmiştir.

YART tekniğine göre yapılan planlarda Total Pelvik kemik iliğine (Şekil 3.5) ait ortalama (Mean) doz, V_{5Gy} , V_{10Gy} , V_{15Gy} , V_{20Gy} , V_{25Gy} , V_{30Gy} , V_{35Gy} ve V_{40Gy} ortalama değerleri sırasıyla; $2658,11 \pm 262,49$ cGy; $\%89,67 \pm 5,52$; $\%80,26 \pm 6,78$; $\%73,83 \pm 7,68$; $\%65,03 \pm 7,59$; $\%54,6 \pm 7,78$; $\%44,9 \pm 7,33$; $\%35,49 \pm 5,74$ ve $\%25,87 \pm 5,74$ 'tür. YAAT tekniğine göre yapılan planlarda Total Pelvik kemik iliğine ait ortalama (Mean) doz, V_{5Gy} , V_{10Gy} , V_{15Gy} , V_{20Gy} , V_{25Gy} , V_{30Gy} , V_{35Gy} ve V_{40Gy} ortalama değerleri sırasıyla; $2478,36 \pm 262,9$ cGy; $\%89,2 \pm 5,42$; $\%77,87 \pm 8,09$; $\%69,07 \pm 7,82$; $\%59,73 \pm 7,89$; $\%49,14 \pm 7,82$; $\%38,08 \pm 7,01$; $\%28,78 \pm 5,91$ ve $\%21,8 \pm 5,3$ 'tür. YART ve YAAT planlama tekniğine ait Total Pelvik Kemik İliği verileri Eşleştirilmiş Örneklem t-testi (Paired Samples t-test) ile analiz edildiğinde, V_{5Gy} değeri haricinde tüm parametrelerin anlamlı bir şekilde düşük olduğu bulunmuştur ($p < 0.05$). Her ne kadar V_{5Gy} değeri YAAT planlarında daha az olsa da sonuçlar istatistiksel olarak anlamlı değildir. ($p = 0.100$)

Lu Liu ve ark³⁶. tarafından yapılan çalışmada 7 alan YART tekniği Kemik İliği (Mean) doz 3415 ± 432 cGy; V_{10Gy} $\%89,66 \pm 16,98$; V_{20Gy} $\%81,18 \pm 5,76$; V_{30Gy} $\%63,22 \pm 15,44$; V_{40Gy} $\%34,34 \pm 5,53$ ve V_{50Gy} $\%16,67 \pm 4,35$ 'tir. YAAT tekniğinde ise; (Mean) doz 3484 ± 543 cGy; V_{10Gy} $\%90,23 \pm 17,78$; V_{20Gy} $\%80,32 \pm 7,89$; V_{30Gy} $\%64,22 \pm 14,86$; V_{40Gy} $\%36,21 \pm 12,6$ ve V_{50Gy} $\%14,66 \pm 5,78$ 'dir. Çalışma sonucunda

YAAT tekniğinin Kemik İliğinin yüksek doz alan hacmini düşürebildiği, Kemik İliği komplikasyonları azaltabileceği bildirilmiştir.

Oztun Temelli ve ark³⁷. yaptığı simultaneous integrated Boost (SIB) rektum kanseri YART, YAAT ve Helical Tomoterapi karşılaştırmasında Kemik İliği değerleri YART tekniğinde; (Mean) doz 2758 ± 165 cGy; V_{10Gy} %81,02 $\pm$ 1,2; V_{20Gy} %70,8 $\pm$ 6; V_{30Gy} %46,7 $\pm$ 5,9; V_{40Gy} %21,80 ve V_{50Gy} %0,97 $\pm$ 0,7'dir. YAAT tekniğinde ise; (Mean) doz 2700 ± 192 cGy; V_{10Gy} %80,9 $\pm$ 1,2; V_{20Gy} %68 $\pm$ 6,1; V_{30Gy} %46,3 $\pm$ 7,3; V_{40Gy} %20,2 ve V_{50Gy} %0,91 $\pm$ 0,6'dır. Çalışmanın sonucunda YAAT tekniğinin Pelvik Kemik İliğini daha iyi koruduğu bildirilmiştir.

Ehab Saad ve ark³⁸. tarafından yapılan bir çalışmada rektum kanserinde hipofraksiyone radyoterapi (5x5 Gy) gören hastalar üzerinde 7 alan YART ve YAAT tekniği karşılaştırılmıştır. YART tekniğinde Kemik İliği ortalama doz değeri 1588 ± 275 cGy, YAAT tekniğinde ise ortalama doz değeri 1308 ± 273 cGy olarak bildirilmiştir.

Çalışmamızda bulunan Total Pelvik Kemik İliği sonuçlarının mevcut literatür ile benzer olduğu görülmektedir.

Sakrum Kemik İliği (Şekil 3.5), Koksisi kemiği ve Sakrum (L5 vertebra) kemiğinin birleşimi olarak kontürlenmiştir. YART tekniğine göre yapılan planlarda Sakrum Kemik İliğine ait ortalama (Mean) doz, V_{5Gy} , V_{10Gy} , V_{15Gy} , V_{20Gy} , V_{25Gy} , V_{30Gy} , V_{35Gy} ve V_{40Gy} ortalama değerleri sırasıyla; $3725,01 \pm 540,03$ cGy; %94,26 $\pm$ 7,66; %87,44 $\pm$ 11,9; %85,08 $\pm$ 12,73; %83,46 $\pm$ 13,31; %81,75 $\pm$ 13,64; %79,49 $\pm$ 13,85; %75,51 $\pm$ 14,28 ve %68,55 $\pm$ 16,37 'dir. YAAT tekniğine göre yapılan planlarda Sakrum Kemik İliğine ait ortalama (Mean) doz, V_{5Gy} , V_{10Gy} , V_{15Gy} , V_{20Gy} , V_{25Gy} , V_{30Gy} , V_{35Gy} ve V_{40Gy} ortalama değerleri sırasıyla $3682,45 \pm 551,4$ cGy; %98,4 $\pm$ 3,61; %87,21 $\pm$ 12,16; %84,23 $\pm$ 13,3; %80,05 $\pm$ 14,07; %76,64 $\pm$ 14,44; %72,15 $\pm$ 15,12 ve %66,09 $\pm$ 16,8 'dir. Sakrum Kemik İliğine ait ortalama (mean) doz, V_{30Gy} , V_{35Gy} ve V_{40Gy} değerleri için Eşleştirilmiş örneklem t-testi (Paired Samples t-test) ile V_{5Gy} , V_{10Gy} , V_{15Gy} , V_{20Gy} ve V_{25Gy} değerleri ise Wilcoxon işaretli sıralar testi (Wilcoxon Sign Test) ile analiz edilmiştir. Karşılaştırmalar sonucunda V_{5Gy} ve V_{10Gy} değeri haricinde tüm parametrelerin YAAT tekniğinde anlamlı bir şekilde düşük olduğu bulunmuştur ($p < 0.05$). V_{5Gy} değeri YAAT tekniğinde daha yüksek olduğu görülmektedir. Rektum kanseri radyoterapisinde Sakrum kemiğinin bir kısmının hedef hacmi aştığı ve 0° kolimatör açısı ile uygulanan alanların dışında kaldığı görülmektedir. YAAT

planlarının kolimatör açıları Eclipse Arc Tools tarafından MLC sızıntılarını ve “tongue and groove” etkisini azaltmak amacıyla 30° ve 330° tavsiye edilmektedir. Fakat bu açı değerleri Sakrum kemiğinin alan dışında kalan kısmını alan içine girmesine ve V_{5Gy} değerinin artmasına neden olmuştur. YAAT tekniğiyle 0° kolimatör açısı verilerek yapılan 2 hastanın DVH’leri incelendiğinde YART ve YAAT tekniği Sakrum kemik iliği V_{5Gy} ve V_{10Gy} değerlerinin benzer olduğu görülmektedir.

Oztun Temelli ve ark³⁷. 10 hasta ile yaptığı simultaneous integrated Boost (SIB) rektum kanseri YART, YAAT ve Helical Tomoterapi karşılaştırması sonucunda YART tekniğinde; (Mean) doz 3190±339 cGy; V_{10Gy} %79,7±8,5; V_{20Gy} %74,2±9,4; V_{30Gy} %67,1±10,4; V_{40Gy} %41,3±6,2 ve V_{50Gy} %2,2±2’dir. YAAT tekniğinde ise; (Mean) doz 3053±326 cGy; V_{10Gy} %77,8±8,2; V_{20Gy} %70,7±9,4; V_{30Gy} %62,9±9,6; V_{40Gy} %36,4±5,8 ve V_{50Gy} %2,25±2’dir. Çalışmanın sonucunda en düşük dozların YAAT tekniğinde en yüksek dozların ise HT tekniğinde olduğu bildirilmiştir.

Sakrum Kemik İliği verileri incelendiğinde her ne kadar yeterince çalışma bulunmasa da çalışmamızın mevcut literatürle uyumlu olduğu söylenebilir.

Çalışmamızda Koksal kemik iliği (Şekil 3.5), İlium, pubis ve iskiyum kemiklerinden oluşan Kalça kemiği (koksa) simetrik bir biçimde kontürlendi. YART tekniğine göre yapılan planlarda Koksal kemik iliğine ait ortalama (Mean) doz, V_{5Gy} , V_{10Gy} , V_{15Gy} , V_{20Gy} , V_{25Gy} , V_{30Gy} , V_{35Gy} ve V_{40Gy} ortalama değerleri sırasıyla; 2633,42±258,9 cGy; %88,37±5,99; %82,11±6,72; %78,0±6,95; %71,34±7,65; %58,16±8,89; %31,82±7,91 ve %18,07±5,49 ‘dur. YAAT tekniğine göre yapılan planlarda Koksal kemik iliğine ait ortalama (Mean) doz, V_{5Gy} , V_{10Gy} , V_{15Gy} , V_{20Gy} , V_{25Gy} , V_{30Gy} , V_{35Gy} ve V_{40Gy} ortalama değerleri sırasıyla; 2419,96±244,38 cGy; %88,69±5,93; %81,36±7,03; %75,12±7,2; %64,79±8,37; %51,09±9,11; %35,71±8,49; %21,8±6,62 ve %11,53±4,42 ‘dir. YART ve YAAT tekniklerine ait planlarda Koksal Kemik İliği parametrelerinin normallik durumu analiz edildiğinde Mean Doz ve V_{30Gy} değerlerinin normal dağılım göstermedikleri diğer parametrelerin ise normal dağılım gösterdikleri görülmüştür. Karşılaştırmalar sonucunda YAAT tekniğine ait planlardaki Koksal kemik iliği V_{5Gy} değeri haricinde tüm parametrelerin anlamlı bir şekilde düşük olduğu bulunmuştur ($p<0.05$). YAAT tekniğine ait planlarda V_{5Gy} ortalama %88,69±5,93 iken YART planlarında %88,37±5,99 anlamlı bir şekilde farklı olduğu görülmektedir ($p=0.002$). Bu durum da kolimatör açılarına bağlanabilir.

T.Jonathan Yang ve ark³². yaptığı çalışmada YART ve 3B-KRT tedavi teknikleriyle ışınlanan 120 rektum hastası incelenmiştir. Koksak kemik iliğinin çalışmamız ile benzer bir şekilde kontürlenmesi nedeniyle (Pubis Simfizis de dahil edilerek) çalışmamızdaki değerlerle karşılaştırılması uygun görülmüştür. 3B-KRT ve YART teknikleriyle radyoterapi planları yapılan bu hastaların Koksak kemik iliği değerleri sırasıyla; V_{5Gy} , V_{10Gy} , V_{15Gy} , V_{20Gy} , V_{25Gy} , V_{30Gy} , V_{35Gy} , V_{40Gy} , V_{45Gy} ve V_{50Gy} ortalama değerleri sırasıyla; %83,4; %78,3; %71,4; %59, %44,6; %32,4; %23; %13,1 ve %0,8'dir. Çalışmamızda bulunan YART değerleri ile kıyaslandığında literatür ile uyumlu olduğumuz söylenebilir.

Oztun Temelli ve ark³⁷. 10 hasta ile yaptığı simultaneous integrated Boost (SIB) rektum kanseri çalışmasında, çalışmamızdaki kontürlemeden farklı olarak İliak Kemik İliği, femur başları üzerinden tüm iliak kanallarını alacak şekilde kontürlenmiştir. YART tekniğinde; (Mean) doz 2246 ± 153 cGy; V_{10Gy} %72,16 $\pm$ 4,6; V_{20Gy} %58,6 $\pm$ 6,3; V_{30Gy} %5,7; V_{40Gy} %10,7 $\pm$ 2,3 ve V_{50Gy} %0'dır, YAAT tekniğinde ise; (Mean) doz 2213 ± 205 cGy; V_{10Gy} %73,2 $\pm$ 5,4; V_{20Gy} %54,3 $\pm$ 6,2; V_{30Gy} %31,4 $\pm$ 6,5; V_{40Gy} %9,8 $\pm$ 1,9 ve V_{50Gy} %0'dır. Çalışmanın sonucunda YAAT tekniğinde, YART tekniğine göre ortalama (mean), V_{20Gy} , V_{40Gy} değerleri daha düşük olmasına rağmen sadece V_{20Gy} değeri istatistiksel olarak anlamlı olduğu bildirilmiştir ($p < 0.001$).

Koksak kemik iliği verileri incelendiğinde mevcut literatürde bizim çalışmamıza benzer şekilde kontürlenip YART ve YAAT tekniklerine ait karşılaştırma bulunamasa da yukarıdaki sonuçlara bakılarak sonuçlarımızın mevcut literatür ile uyumlu olduğu söylenebilir.

Çalışmamızda Pubis Simfizis kemik iliği (Şekil 3.5) tamamıyla kontürlenmiştir. YART tekniğine göre yapılan planlarda Pubis Simfizis kemik iliğine ait ortalama (Mean) doz, V_{5Gy} , V_{10Gy} , V_{15Gy} , V_{20Gy} , V_{25Gy} , V_{30Gy} , V_{35Gy} ve V_{40Gy} medyan değerleri sırasıyla; 2033,65 (370,0-4162,2) cGy; %100 (0-100); %100 (0-100); %84,7 (0-100); %49,95 (0-100); %18,75 (0-100); %3,9 (0-97,7); %0,2 (0-91,5) ve %0 (0-67,3) 'dır. YAAT tekniğine göre yapılan planlarda Pubis Simfizis kemik iliğine ait ortalama (Mean) doz, V_{5Gy} , V_{10Gy} , V_{15Gy} , V_{20Gy} , V_{25Gy} , V_{30Gy} , V_{35Gy} ve V_{40Gy} ortalama değerleri sırasıyla; 2474,8 (389,3-4180,2) cGy; %100 (0-100); %100 (0-100); %99,5 (0-100); %82,5 (0-100); %45,05 (0-100); %12,6 (0-99,8); %0,35 (0-89,8) ve %0 (0-67,9)'dır.

Pubis Simfizis kemik iliği parametrelerinin hiçbirisi normal dağılım göstermediğinden Wilcoxon işaretli sıralar testi ile analiz edilmiştir. Çalışma sonucunda YART tekniğine ait planlardaki Pubis Simfizis kemik iliği V_{5Gy} ve V_{40Gy} değeri haricinde tüm parametrelerin anlamlı bir şekilde düşük olduğu bulunmuştur ($p<0.05$). Pubis Simfizis verileri parametrik (normal) dağılım göstermediklerinden dolayı medyan değerleri üzerinden analiz yapılabilir. Her iki tedavi tekniğine ait planlarda Pubis Simfizis Kemik İliğinin V_{5Gy} , V_{10Gy} 'nin tamamının referans dozu aldığı ve V_{35Gy} , V_{40Gy} 'nin ise tamamen korunduğu söylenebilir. Diğer değerlerde YART tekniğinin YAAT tekniğine göre düşük olduğu görülmektedir. Bu durumun sebebi planlarda kullanılan ganry açılarıdır. Pubis Simfizis kemik iliği YAAT tekniğinde kullanılan rotasyonel 0° - 360° alanlar içerisinde kalmaktadır. YART tekniğinde kullanılan alanlar ince barsağı koruma adına 180° ve yakınlarından uygulanmamıştır. Hem bu durumun bir sonucu hem de Pubis Simfizis'in küçük hacminden dolayı bu kemikler YART tekniğinde uygulanan alanlar dışında kalmaktadır. Diğer kemiklerde görülen sonuçların aksine Pubis Simfizis kemiğinde YART tekniğinin daha düşük sonuçlar vermesinin sebebi budur. Uygulanan alan açıları değiştikçe bu durumun değişebileceği düşünülmektedir.

Çalışmamızda YART ve YAAT tedavi tekniklerine ait planlardaki Total Pelvik Kemik İliği verileri, cinsiyetler üzerinden de karşılaştırılmıştır. YART tekniğine göre yapılan planlarda erkeklerde Total Pelvik kemik iliği ortalama (Mean) doz, V_{5Gy} , V_{10Gy} , V_{15Gy} , V_{20Gy} , V_{25Gy} , V_{30Gy} , V_{35Gy} ve V_{40Gy} ortalama değerleri sırasıyla; 2640.02 ± 257.42 cGy; $\%89.03 \pm 5.31$; $\%79.49 \pm 6.49$; $\%72.93 \pm 7.38$; $\%64.38 \pm 7.26$; $\%54.43 \pm 7.43$; $\%44.83 \pm 7.24$; $\%35.29 \pm 6.73$ ve $\%25.66 \pm 5.81$ 'dir. Kadınlarda ($n=42$) ise Total Pelvik kemik iliği ortalama (Mean) doz, V_{5Gy} , V_{10Gy} , V_{15Gy} , V_{20Gy} , V_{25Gy} , V_{30Gy} , V_{35Gy} ve V_{40Gy} ortalama değerleri sırasıyla; 2683.98 ± 270.35 cGy; $\%90.54 \pm 5.74$; $\%81.32 \pm 7.09$; $\%75.08 \pm 8.0$; $\%65.92 \pm 8.02$; $\%54.83 \pm 8.31$; $\%45.02 \pm 7.53$; $\%35.75 \pm 6.48$; $\%26.16 \pm 5.68$ ve $\%26.16 \pm 5.68$ 'dir.

YAAT tekniğine göre yapılan planlarda erkeklerde Total Pelvik kemik iliği ortalama (Mean) doz, V_{5Gy} , V_{10Gy} , V_{15Gy} , V_{20Gy} , V_{25Gy} , V_{30Gy} , V_{35Gy} ve V_{40Gy} ortalama değerleri sırasıyla; 2459 ± 259.22 cGy, $\%88.56 \pm 5.03$; $\%76.88 \pm 7.4$; $\%68.3 \pm 7.3$; $\%59.63 \pm 7.62$; $\%49.22 \pm 7.67$; $\%37.99 \pm 7.09$; $\%28.4 \pm 6.11$ ve $\%21.37 \pm 5.36$ 'dır. Kadınlarda ($n=42$) ise Total Pelvik kemik iliği ortalama (Mean) doz, V_{5Gy} , V_{10Gy} , V_{15Gy} , V_{20Gy} , V_{25Gy} , V_{30Gy} , V_{35Gy} ve V_{40Gy} ortalama değerleri sırasıyla; 2502.77 ± 269.27 cGy;

%90,07±5,86; %79,21±8,87; %70,17±8,45; %59,90±8,34; %49,05±8,11; %38,25±6,96; %29,35±5,63 ve %22,4±5,21'dir.

Kadın ve erkek rektum hastaları için YART veya YAAT tekniği göre oluşturulan planlara ait Total Pelvik kemik iliği doz değerlerinin Bağımsız Örneklemeler t-testi (independent Samples t-test) yöntemi ile analizi yapıldığında kadın erkek hastaların Total Pelvik kemik iliği verileri arasında anlamlı bir fark bulunamamıştır. Fakat her iki tekniğe ait planlara bakıldığında kadınların erkeklerden daha fazla doz aldığı görülmektedir. Bu durum kadın hastaların kemik iliği hacimlerinin erkeklere oranla daha küçük olmasıyla ilişkilendirilebilir.

Wan J. ve ark.³ tarafından 93 hasta ile yapılan çalışmada YART tedavi tekniyle oluşturulan planlarda kadın ve erkeklerin Pelvik kemik iliği verileri karşılaştırılmıştır. Çalışma sonucunda kadın ve erkek hastaların Pelvik kemik iliği dozları arasında anlamlı bir fark olmadığı bildirilmiştir.

Lukasz Kuncman ve ark.³⁹ tarafından yapılan rektum kanserinde MR bazlı Kemik İliği koruması çalışmasında, kadın ve erkeklerin Total Pelvik kemik iliklerinin V_{5Gy}, V_{10Gy}, V_{30Gy}, V_{35Gy}, V_{40Gy} parametreleri karşılaştırılmıştır. 37 hasta ile yapılan bu çalışmada Total Pelvik kemik iliği V_{5Gy}, V_{30Gy}, V_{35Gy} parametreleri kadınlarda erkeklerden anlamlı bir şekilde daha fazla çıkmıştır. Diğer parametrelerde de kadınlarda daha fazla iken anlamlı fark bulunamamıştır.

Çalışmamızda kadın ve erkeklerin Pelvik kemik iliği dozlarının farklı tedavi teknikleriyle karşılaştırılmasında elde edilen sonuçların literatür ile uyumlu olduğu görülmektedir.

Bu konuda yeterince çalışma bulunmamaktadır. Çalışmamızın sonuçları mevcut literatür ile karşılaştırıldığında genel olarak uyumlu olduğu görülmektedir. Çalışmamızdaki kemik iliklerinin parametreleri ile mevcut literatür sonuçları arasında görülen bazı farklılıklara; YART ve YAAT tekniklerinde kullanılan alan sayıları ve gantry açıları, kolimatör açıları, kemiklerin farklı şekilde kontürlenmesi, reçetelenen doz, doz sınırlamaları ve hedef hacimlerdeki farklılıklar (hedef hacmine iliak lenf nodu dahil olmayan (T3) hastaların seçilmesi) sebep gösterilebilir.

Çalışma sonuçları değerlendirildiğinde Total Pelvik, Sakrum ve Koksal kemik ilikleri YAAT (Yoğunluk Ayarlı Ark Terapi) tekniğine ait planlarda, Pubis Simfizis kemik iliğinin ise YART (Yoğunluk Ayarlı Radyoterapi) tekniğine ait planlarda daha az doz aldığı görülmektedir. Pubis Simfizis kemiği hacminin küçük olması ve YART

planları için kullanılan alan sayısı ve gantry açılarının bu duruma sebep olduğu düşünülmektedir. YART planlarındaki alan sayısı ve açıları değıştikçe Pubis Simfisis kemiğinin aldığı doz miktarı da değışecektir.

İnsan vücudunda bulunan en önemli hematopoetik doku olan kemik iliğı radyasyona karşı oldukça duyarlıdır. Rektum kanseri radyoterapisinde ışınlanacak hedef hacmin civarında bulunan pelvik kemiklerinin aldığı dozlar, hastalarda tedavi sonrası oluşabilecek hematolojik komplikasyonları azaltmak adına büyük önem taşımaktadır.

Çalışma sonucunda, YAAT tekniğı ile YART tekniğine göre kıyasla anlamlı bir şekilde daha düşük Pelvik kemik iliğı dozları elde edilmiştir. Tedavi sürelerinin daha az olması da dikkate alındığında YAAT tekniğinin rektum kanseri radyoterapisinde tercih edilebilir bir teknik olduğu görülmektedir. Rektum kanseri ışınlamalarında hangi teknik tercih edilirse edilsin (YART veya YAAT) pelvik kemiklerinin tedavi optimizasyonuna katılması (özellikle aktif kısımları) tedavi sonrası oluşabilecek hematolojik risklerin de azalmasına neden olacaktır.

6. HAM VERİLER

Tablo 6.1: *YART tekniği PTV'ye ait Ham Veriler*

Hasta no	Cinsiyet	Yaş	YART tekniği PTV'ye ait Ham Veriler					
			D_2 %	D_{50} %	D_{95} %	D_{98} %	KI	HI
1	kadın	77	4633,8	4577,3	4528,1	4511,5	1,02	0,026719
2	erkek	70	4669,2	4583,6	4526,5	4497,1	1,03	0,037547
3	erkek	45	4639,8	4585,6	4523,1	4501,2	1,04	0,030159
4	erkek	68	4640,4	4577,4	4520,7	4501,3	1,02	0,030388
5	kadın	74	4618,4	4574,1	4528,7	4515,6	1,04	0,022474
6	erkek	65	4637,1	4582,4	4528,8	4506,9	1,02	0,028413
7	erkek	64	4629,9	4569,9	4524,9	4506,4	1,03	0,027025
8	erkek	73	4635,5	4583,2	4525,7	4506,7	1,03	0,028041
9	kadın	54	4620,2	4568,3	4522,3	4507,1	1,02	0,024758
10	kadın	48	4619,8	4570,4	4521,2	4499,5	1,02	0,026322
11	erkek	23	4642,3	4587,2	4529,1	4512,4	1,06	0,028318
12	erkek	63	4633,5	4586,6	4521,9	4491,6	1	0,030938
13	erkek	58	4636,1	4575,5	4523,3	4506,1	1,04	0,02835
14	erkek	71	4650,2	4586,9	4526	4509,1	1,06	0,030695
15	kadın	59	4645,7	4582,1	4528,7	4509,5	1,02	0,029724
16	erkek	66	4645,2	4584,7	4519,8	4500,6	1	0,03154
17	kadın	56	4637,2	4578,1	4521,5	4502	1,01	0,029532
18	erkek	72	4644,9	4583,7	4528,7	4500,9	1,03	0,031416
19	erkek	41	4629,9	4579,7	4522,3	4502,3	1,03	0,027801
20	kadın	56	4637,6	4588,5	4524,3	4497,7	1,02	0,030489
21	kadın	77	4652	4589,8	4529,7	4514,8	1,04	0,029892
22	erkek	60	4670	4585,3	4529	4509	1,05	0,035036
23	erkek	56	4640	4578,9	4516,4	4496,3	1,01	0,031383
24	kadın	36	4624,2	4571,1	4520,3	4498,5	1,02	0,027439
25	erkek	60	4630,7	4574,6	4522,9	4509,2	1,06	0,026502
26	erkek	59	4644,9	4581,7	4524,4	4506,7	1,03	0,030098
27	erkek	62	4637,7	4580,7	4523,1	4504,6	1,03	0,028993
28	erkek	69	4628,6	4573,5	4511,9	4484,1	0,98	0,031595
29	erkek	60	4653,9	4580,4	4523,9	4506,2	1,03	0,032176
30	erkek	63	4637,8	4580,6	4524,1	4505,7	1,03	0,028839
31	erkek	72	4650,3	4590,3	4525,1	4503,9	1,03	0,031824
32	erkek	40	4640,8	4583,8	4524,5	4502,8	1,02	0,030106
33	erkek	64	4659,6	4594,5	4529,2	4509,2	1,05	0,032664
34	erkek	68	4666,6	4596,3	4528,8	4508,3	1,02	0,034441
35	kadın	44	4626,7	4565,4	4517	4503,3	1,01	0,027029
36	kadın	45	4650,1	4588,9	4522,9	4500,9	1,03	0,032443
37	kadın	74	4653,3	4582,3	4520,4	4503,4	1,04	0,032642

38	erkek	70	4697,6	4604,7	4529,3	4497	1,03	0,04347
39	kadın	76	4623,7	4570,6	4526,3	4510,9	1,02	0,024679
40	erkek	71	4669	4592,4	4523,8	4502,7	1,03	0,036212
41	erkek	64	4627,2	4574,2	4522	4504,1	1,04	0,026853
42	erkek	50	4691,6	4591,5	4524,7	4505,2	1,02	0,040597
43	erkek	64	4629,6	4576	4520,8	4505,8	1,03	0,027054
44	kadın	51	4642,8	4586,3	4524,8	4508,2	1,04	0,029348
45	kadın	39	4666,2	4583,6	4526,8	4513,2	1,05	0,033307
46	kadın	71	4652,1	4588,4	4524,9	4503,5	1	0,032386
47	erkek	87	4638,6	4580,2	4524,4	4504,2	1,01	0,029344
48	erkek	75	4658,9	4576,5	4523,1	4505,7	1,03	0,033475
49	kadın	52	4651	4577	4522	4507,5	1,03	0,031352
50	erkek	71	4647,5	4581,4	4521,1	4499,2	1,03	0,03237
51	erkek	74	4651,1	4579	4524,6	4502,9	1,01	0,032365
52	kadın	65	4628,8	4571,5	4523,8	4507,2	1,02	0,0266
53	kadın	55	4625,8	4566,7	4519,7	4502,2	1,01	0,027065
54	erkek	73	4646	4581,3	4521,3	4502,7	1,02	0,031279
55	erkek	59	4613,1	4561,5	4519,1	4502,7	1,01	0,024203
56	erkek	61	4817,7	4695	4521,7	4460,5	0,99	0,076081
57	kadın	58	4652,4	4580,6	4518,1	4490,7	1	0,035301
58	erkek	50	4696,3	4591,7	4522,5	4591,7	1,02	0,02278
59	kadın	80	4694,7	4614,2	4525,5	4481,3	0,98	0,046249
60	erkek	49	4651,7	4579,7	4525,3	4510,9	1,03	0,030744
61	kadın	51	4629,3	4578	4525,1	4509,1	1,02	0,026256
62	erkek	51	4725,5	4599,4	4521,4	4496,8	1,03	0,049616
63	erkek	76	4619,6	4571,9	4525,8	4510,5	1,02	0,023863
64	erkek	67	4636	4582,5	4524	4506,1	1,01	0,028347
65	kadın	49	4629,2	4574,5	4524,5	4502,7	1,01	0,027653
66	kadın	82	4640,7	4583,5	4525,9	4497,7	1	0,031199
67	kadın	63	4647,5	4582	4519,1	4494,4	1	0,033413
68	erkek	58	4634,8	4582	4527,6	4504,7	1,01	0,028394
69	erkek	66	4671	4592,7	4525,9	4508,7	1,02	0,035339
70	erkek	58	4638,3	4578,3	4516,5	4492,9	1,01	0,031759
71	kadın	74	4668,2	4596,4	4525,3	4493,6	1,02	0,037986
72	kadın	62	4660,6	4588,4	4525	4506,5	1,05	0,033585
73	erkek	80	4646,4	4579,9	4523,8	4506,1	1,03	0,030634
74	erkek	69	4656,3	4598,1	4525,6	4525,6	1	0,028425
75	kadın	42	4633,4	4574,5	4526	4509,7	1,04	0,027041
76	kadın	65	4637,9	4578	4524,3	4503,3	1	0,029401
77	erkek	37	4629,5	4575,2	4523,8	4508,4	1,02	0,026469
78	erkek	65	4616,8	4571	4524,9	4510,1	1,03	0,023343
79	kadın	53	4632,3	4577,9	4521,6	4507,4	1,02	0,027283
80	erkek	54	4686,6	4601,6	4526,5	4487,6	1,01	0,043246
81	kadın	62	4645,1	4577,7	4524,5	4508,2	1,03	0,029906

82	kadın	62	4637,8	4577,3	4523,9	4510,8	1,04	0,027746
83	erkek	76	4626,6	4579,5	4524,8	4503,9	1,02	0,026793
84	erkek	26	4642,6	4577,7	4526,2	4512,1	1,03	0,028508
85	kadın	65	4615	4564,8	4520,8	4509,9	1,06	0,023024
86	kadın	56	4652,8	4579,8	4523,1	4506,4	1,02	0,031966
87	kadın	28	4635,5	4580,8	4523,5	4504,7	1,03	0,028554
88	kadın	70	4674,2	4583,2	4523,1	4506	1,02	0,036699
89	erkek	68	4693,2	4591,9	4523	4503,5	1,03	0,041222
90	kadın	50	4666,5	4586,4	4524,9	4507,2	1,02	0,034733
91	erkek	68	4656,6	4598,8	4524	4492,5	1	0,035683
92	erkek	79	4637,4	4580,8	4526	4504,1	1,02	0,0291
93	erkek	60	4648,9	4584,5	4523,5	4500,7	1,01	0,032326
94	kadın	61	4681,6	4583,1	4525,9	4507,3	1,03	0,038031
95	kadın	62	4640,1	4584,3	4521,9	4493,5	1	0,031979
96	erkek	59	4635,2	4575,8	4524,9	4506,3	1,02	0,02817
97	kadın	73	4669	4603	4525,6	4491,9	1,01	0,038475
98	kadın	59	4657,3	4576,5	4524	4506	1,01	0,03306
99	erkek	85	4674,9	4582,6	4524,6	4503,7	1,03	0,037359
100	kadın	74	4626,5	4571,2	4522,2	4506,1	1,03	0,026339

Tablo 6.2: YAAT tekniği PTV'ye ait Ham Veriler

YAAT tekniği PTV'ye ait Ham Veriler							
Hasta no	Cinsiyet	D_2 %	D_{50} %	D_{95} %	D_{98} %	KI	HI
1	kadın	4683,9	4592	4527,5	4506,1	1,03	0,038635
2	erkek	4742,3	4623,5	4525,2	4428,4	1,01	0,067892
3	erkek	4695,6	4610,3	4530	4491,9	1,02	0,044088
4	erkek	4731,5	4624,3	4529,8	4486,4	1,04	0,053003
5	kadın	4685,2	4593,2	4518,4	4487	1,01	0,043151
6	erkek	4689,1	4606,6	4527,5	4487,4	1,01	0,043785
7	erkek	4670,5	4589,6	4523,5	4495,6	1,02	0,038108
8	erkek	4718,3	4635,2	4520,9	4481,8	1	0,050913
9	kadın	4742,5	4633,6	4519,1	4457,4	0,99	0,061529
10	kadın	4696,3	4605,1	4518,6	4466,7	1	0,049858
11	erkek	4713,6	4618,1	4524,1	4489,4	1,03	0,048548
12	erkek	4738,1	4637,8	4527,5	4470	0,99	0,057808
13	erkek	4703,6	4609,6	4523,2	4469,2	1,01	0,05074
14	erkek	4741,5	4622,2	4508	4452,9	1,01	0,062438
15	kadın	4665,8	4598,6	4518,6	4482,1	1	0,039947
16	erkek	4723,6	4615,8	4521,7	4469,6	1	0,055028
17	kadın	4695,6	4602,2	4515,8	4467,5	0,99	0,049563

18	erkek	4693,2	4598,1	4516,1	4456,7	1	0,051434
19	erkek	4686,3	4600,1	4516,4	4474,9	0,99	0,045956
20	kadın	4706,3	4621,5	4522,4	4462,8	1,01	0,052575
21	kadın	4704,4	4607,9	4522,8	4483,5	1,01	0,047939
22	erkek	4697,6	4606,2	4514,7	4461	0,99	0,051366
23	erkek	4681,8	4585,8	4515,2	4489,3	1,01	0,041977
24	kadın	4699,4	4606,2	4526	4495,3	1,02	0,04431
25	erkek	4741,1	4604,6	4529,1	4512,8	1,07	0,049473
26	erkek	4679	4586,6	4511,8	4480,5	1	0,043278
27	erkek	4730	4601,7	4527,3	4508,4	1,04	0,048052
28	erkek	4709,7	4619,1	4511,8	4447	0,99	0,056873
29	erkek	4713,3	4611,7	4522	4472,6	1,02	0,05208
30	erkek	4670,2	4600	4529,2	4503,9	1,03	0,036074
31	erkek	4710,7	4602,7	4525,4	4498,8	1,02	0,046038
32	erkek	4687,1	4601,6	4527,6	4491,4	1,01	0,042529
33	erkek	4703,3	4610,8	4528,3	4488,7	1,02	0,046543
34	erkek	4790,7	4668,5	4513,5	4445,4	0,97	0,073964
35	kadın	4697,1	4578,5	4510	4493,3	1,01	0,044512
36	kadın	4685,9	4597,8	4522,4	4484,9	1,03	0,043622
37	kadın	4698,7	4599,4	4527,2	4502,4	1,03	0,042587
38	erkek	4700,7	4602,7	4511,9	4458,6	0,99	0,0526
39	kadın	4697,6	4595,6	4522,2	4497,8	1,04	0,043382
40	erkek	4701	4597,4	4525,8	4502,1	1,03	0,043264
41	erkek	4682,4	4594,1	4526,7	4502	1,03	0,039268
42	erkek	4742,2	4626,2	4520,5	4467,7	1,02	0,059336
43	erkek	4701,1	4606	4523,9	4476,2	1	0,048828
44	kadın	4662,7	4586,8	4526,7	4508,5	1,03	0,033618
45	kadın	4669,3	4583,5	4524,6	4507,5	1,04	0,035301
46	kadın	4709,6	4614,6	4523,8	4483,9	1	0,04891
47	erkek	4675,1	4582	4523,6	4508	1,03	0,036469
48	erkek	4661,9	4580,7	4522,6	4505,3	1,04	0,034187
49	kadın	4713,1	4599,3	4521,6	4495,5	1,02	0,047312
50	erkek	4692,1	4592	4521,4	4500	1,05	0,041834
51	erkek	4686	4590,3	4523	4501,5	1,02	0,040193
52	kadın	4712,2	4600	4524	4493,8	1,02	0,047478
53	kadın	4655,8	4580,6	4523,5	4505,2	1,02	0,032878
54	erkek	4672,1	4594,1	4523,4	4497,9	1,03	0,037918
55	erkek	4680,8	4588,4	4523,1	4502,2	1,02	0,038924
56	erkek	4675,6	4601,3	4524,3	4496,3	0,99	0,038967
57	kadın	4718,8	4604,9	4524	4498,1	1,02	0,047927
58	erkek	4650,3	4585,9	4522,5	4500,3	1	0,032709
59	kadın	4747,7	4640,9	4527	4478	0,99	0,058114
60	erkek	4714,4	4622,7	4525,1	4471,2	1	0,05261
61	kadın	4695,8	4606,7	4520,1	4475,1	1,01	0,047805

62	erkek	4646,3	4581,7	4528,8	4512,6	1,03	0,029181
63	erkek	4726,1	4601	4526,5	4504,8	1,02	0,048098
64	erkek	4726,7	4603,6	4522,2	4498,9	1,02	0,049483
65	kadın	4723,2	4625,7	4525,4	4463,9	1	0,056056
66	kadın	4699	4595,1	4526,8	4505,3	1,03	0,042154
67	kadın	4705,1	4598,9	4524,6	4506,1	1,03	0,043177
68	erkek	4715,6	4617	4524,9	4477,4	1,01	0,051592
69	erkek	4726,9	4605,6	4524,2	4495,6	1,02	0,050221
70	erkek	4743,4	4620,2	4522,2	4464	0,99	0,060474
71	kadın	4712,3	4603,2	4524,9	4492,8	1,01	0,047684
72	kadın	4774,5	4651,9	4519,3	4418,1	1,02	0,076614
73	erkek	4684	4592,2	4524	4501	1,03	0,03985
74	erkek	4749,7	4622,8	4528,2	4486,9	1,01	0,056849
75	kadın	4709,7	4601,4	4528,5	4504,8	1,05	0,04453
76	kadın	4696,7	4592,2	4521,7	4497,8	1,02	0,043313
77	erkek	4734,2	4602,7	4518,1	4491,7	1,02	0,052686
78	erkek	4688,5	4591	4523,6	4504	1,04	0,040187
79	kadın	4719,4	4604	4526,2	4505,5	1,02	0,04646
80	erkek	4622,4	4574,7	4525,3	4509,6	1,03	0,024657
81	kadın	4706,3	4598,5	4524,3	4497,7	1,02	0,045363
82	kadın	4708,2	4596,3	4522,2	4501,7	1,02	0,044927
83	erkek	4682	4594,6	4522,6	4492,4	1,02	0,041266
84	erkek	4709,6	4597,6	4522,1	4500,3	1,03	0,045524
85	kadın	4707,6	4596,3	4523,5	4500,3	1,03	0,045101
86	kadın	4727,3	4602,5	4523,3	4492,7	1,01	0,050972
87	kadın	4727,6	4602,9	4523,7	4498,5	1,03	0,049773
88	kadın	4709,8	4596,7	4529	4505,4	1,01	0,044467
89	erkek	4636,4	4581,1	4525,7	4506,3	1,01	0,028399
90	kadın	4720,5	4598,4	4522,8	4502,6	1,03	0,047386
91	erkek	4698,6	4599	4524,9	4498,8	1,03	0,043444
92	erkek	4728,6	4598,9	4526,2	4508,5	1,04	0,047859
93	erkek	4676,6	4586,2	4524,8	4498,9	1,01	0,038747
94	kadın	4701,7	4596,1	4523,6	4501,9	1,03	0,043472
95	kadın	4674,3	4614,8	4521,1	4467,2	0,99	0,044877
96	erkek	4708,1	4598	4524,1	4499,9	1,02	0,045281
97	kadın	4713,7	4626,5	4529,4	4478,3	1,01	0,050881
98	kadın	4714	4594,6	4522,7	4502,8	1,02	0,045967
99	erkek	4696,5	4591,5	4524,7	4507,7	1,04	0,041119
100	kadın	4682,9	4588,9	4524,9	4506,1	1,03	0,038528

Tablo 6.3: *YART tekniği Total Pelvik Kemik İliğine ait Ham Veriler*

Hasta no	YART tekniği Total Pelvik Kemik İliğine ait Ham Veriler									
	Hacim (mL)	Mean (cGy)	V _{5 Gy} (%)	V _{10 Gy} (%)	V _{15 Gy} (%)	V _{20 Gy} (%)	V _{25 Gy} (%)	V _{30 Gy} (%)	V _{35 Gy} (%)	V _{40 Gy} (%)
1	1256,1	2675	92,2	83,9	78,5	68,2	53,5	44	34,6	22,6
2	1496,4	2599	86,4	75,5	70,3	62,5	55,4	46,4	36,9	25,6
3	1858,1	2400,1	89,6	77,2	66,6	59,1	46	36,2	25,8	19,5
4	1472,5	2497,1	92,8	82,1	74,8	62,6	46,8	36,8	28,4	19,3
5	1536,7	2620,6	89,8	84	77,1	64,5	54,3	41,2	31,7	22,1
6	1371,7	2483	90,9	82,9	74,3	60,2	48,3	36,5	27,3	19,8
7	1607,5	2220,7	83,5	71,8	63	56,7	42,4	32,1	23,3	15
8	1429,9	2282,5	82,7	71,8	65	54,4	44,8	35,9	27	18,5
9	1079,5	2022	80,6	66,6	56	44,4	33,4	27,7	23,2	16,8
10	1138,4	2533,2	95	80	69	58,1	47	37,7	32,1	25,5
11	1186,3	2376	88,9	76,4	65,9	55	41,9	34,3	28,3	22,6
12	1546	2368	89,5	77,8	67,9	59,3	46,1	34,9	24,7	16,4
13	1653,7	2835,1	94,4	86,5	79,1	68,2	58	47,8	38,8	30
14	1418,9	2486,1	95,5	84,7	71,9	56	45,5	37,1	27,7	21,1
15	953,3	2636	90,2	82	70,4	62,9	54,3	45,9	36,2	25,2
16	1509,3	2578,4	87,7	77,4	70,6	60,4	52,2	43,8	37	25,7
17	1113	3079,3	89,3	82,8	78,2	72,9	66,3	59,4	52,1	43,2
18	1477,7	2384,6	84,7	73,4	65,5	56,8	46	37,8	30,4	22,3
19	1311,5	2616,3	84,7	76,3	64	55	45,3	36,8	28,1	22,3
20	954,1	2461,1	85,8	75,4	69,9	64,2	53,4	42,2	30,3	17
21	1261,6	2974,9	92,1	83,8	78,2	71	64	55,8	46,2	36
22	1678	2407,9	83,1	72,2	63,2	57,1	47,7	38,7	32,2	25,2
23	1479,2	2806,1	89,1	83,9	79,5	69,8	58,5	47,6	37,7	29,1
24	1258,6	2197,7	75,8	64	57,8	51,7	41,1	34,9	29,2	23,1
25	1472,4	3035,5	94,4	85,8	78,5	73	65,5	56,2	47,5	37,6
26	1256,6	2744,1	85,3	77,4	72,6	66,5	58,6	49,6	41,6	32,8
27	1605,9	2458,1	82,2	72,2	65,7	57,1	51,7	44,2	34,3	24,7
28	1550,9	3063,4	93,2	86	82,1	74,8	67,3	58,5	48,6	36,5
29	1735,4	2773	90,8	81,4	75,6	67,4	58	48,2	39,1	30,4
30	1509	2880,5	95,4	85,7	76,2	70,6	60,9	50,8	40,8	30,9
31	1222	2793,8	90,2	78,1	72,2	67,3	60	51,3	42,9	31,9
32	1465,9	2799,5	91,4	81,2	73,8	67,1	58,3	49,6	41,9	32,4
33	1455,2	2709,8	88,9	80,2	75,2	64,5	56,8	48,6	38,3	27,7
34	1405,3	2934,1	93,9	85,8	80,1	72,7	62,6	52,1	42,5	31,8
35	1084,6	2853,4	94,8	85,4	80	69,6	57,8	48,4	41	30,3
36	1023	2610,8	88,5	79,5	75,3	65,6	52,3	41,9	33	24,9
37	1034,1	2460,6	81,3	70,7	64,7	58,3	50,8	42,3	34,7	22,9
38	1516,3	2760,9	96,3	85,1	78,3	72,7	60,6	47,4	34,2	20,7
39	1366,1	2597,9	80,6	75,2	70,4	63	54,2	44,7	35,8	29,2

40	1494,8	2354	87,3	74,1	65,6	56,3	46,4	36,6	27,8	19,3
41	1166,3	2586,7	90,3	78,8	70,5	64,3	54,1	42,8	33	23,9
42	1220,9	2526,9	82,9	72,3	65,3	60,1	52,8	45,8	37,8	26,9
43	1614,1	3176,7	98	93,5	89,9	80,6	69,6	58,7	46,9	34,4
44	1501,8	2655,4	92,9	83,3	77,1	70,3	53,6	39,9	30,2	22,7
45	821,4	2455,2	82,4	72,5	68,1	61,1	51,5	41,5	31,8	22,8
46	1059,6	2592,6	92,2	81,7	75,7	63,2	46,9	38,3	31,8	25,9
47	1730,1	2458,3	87,3	75,5	69	56,6	47,3	40	31,6	23,6
48	1256,3	2542,5	82,8	73,4	65,5	58,1	51,9	45	37,3	29,5
49	1380,3	2348,5	85,9	75	68,1	56,1	45,3	36,6	27,5	17,9
50	1276	2509,1	86,8	75,7	70,3	62,6	52,2	43,1	32,5	21,1
51	1698,7	2335,2	84,6	72	65,8	56,9	46	37,1	28,9	18,9
52	864,5	2724,1	93,8	84,2	76,1	66,6	48,5	38,8	30,3	27,2
53	1054,9	2706	97,1	87	76,9	67,8	53	42,9	33,3	24
54	1347,4	2361,3	80,8	70,6	65,5	59,7	48,6	38	29,4	21,2
55	1329,6	2797,7	92,6	83,9	79,1	68,9	58,8	47,7	37,7	27,9
56	2040	2917,4	93,1	84,9	80,5	72,3	61,8	53	42,1	31,4
57	1334,5	2581,8	89,4	80,6	72,2	63	51,2	40,7	33	24,9
58	1495,8	2864,5	91,2	83	76,6	68,1	63	53,6	43	31,6
59	1173,4	2958,2	96	87	80,5	74,1	61,8	50,3	42,2	33,1
60	1445,7	2489,3	85,2	78,6	72,9	60,9	50,8	39,6	29,5	21,1
61	1181,1	2864,2	97	87,4	78,3	70,3	58,7	47,8	38,3	30,4
62	1630,1	2292,3	79,9	67,6	62	54,7	46,2	38	29,9	22
63	1645,5	3048,9	97,2	91,9	87,9	78	66,1	54,4	41,4	30,2
64	1745	3068,2	97	90,6	84,8	77,9	67	54,5	43,8	32,4
65	1112,9	2206,3	84,6	73,5	63,7	50,2	39,1	31,5	24,4	17,2
66	1422,7	2446,6	91,1	77,7	68,2	57,2	44,4	37,8	30,1	23,2
67	1170,9	2537,7	84,4	74,7	69,7	61,5	53	43,7	35,1	25,1
68	1473,2	2584,6	89,4	77,9	72,4	64,2	54,4	44,8	33,3	22,4
69	1710,3	2735,5	89,2	81,1	77,2	68,7	59	49,5	38,3	25,7
70	1401,5	2909,7	98,7	92,7	88,6	77	60,5	47	35,5	23,1
71	1145,2	3072,7	95,5	89,7	86,2	75,6	66,7	57,1	44,6	32,6
72	1022,5	2899	93,2	86	81,3	72,5	62,8	50,1	38,1	29,8
73	1557,1	2530,2	82,8	72,3	66,3	59,3	52,8	44,2	37	28,6
74	1906,2	3007,2	93,8	87	83,5	74,8	64,9	55,4	44,2	32,6
75	955,7	2471,3	87,2	76	69,8	59,6	48,9	39,9	31,1	22,1
76	1064,1	2410,8	87,3	75,8	69,4	58,3	48,4	39,2	29,3	18,1
77	1812,3	2835,5	94,1	83,5	78,8	69,1	58,2	48,2	38,4	30,8
78	1644,9	2384,6	78,9	69,8	64,7	56,3	50,3	41,8	32,7	22,7
79	1283,5	2816,5	91,1	82,3	75,9	66,7	58,6	51,2	42,3	31,4
80	1539	2152,6	79,1	69	61,8	54,7	43,1	32,6	22,6	13,6
81	1059,4	3181	99	94,1	89,5	79,6	68	56,4	46,3	36,5
82	1595,4	2655,8	87,1	76,3	71	63,5	55,4	47,7	39,2	28,7
83	1372,5	2281,2	83,5	72,6	65,5	57,5	45,7	35	25,1	16,3

84	1887,5	2592,5	88,7	82	75,7	66,7	51,4	41,7	31,6	21,5
85	1415,3	2690	95,1	83,6	77,3	68,2	55	44	32,8	22,4
86	1201	3023,4	97,6	92,4	88,1	77,3	66,4	53,7	41,2	28,1
87	1128,9	2421,6	82,9	73,7	67,8	59,8	49,3	38,5	30,8	22,8
88	1234,1	3133,9	99,9	96,1	92,3	80	68,4	56,6	43,5	28,5
89	1655,8	2278	81,7	72	62,9	56,6	47,9	36,6	26,2	16,2
90	1066,7	3106,1	98,7	94,4	91,4	80,2	68,5	55,7	42,6	29
91	1415,3	3110,9	98,1	90,8	86,4	76,7	66,7	56,5	45,4	33,5
92	1514,6	2834,7	95,3	86,7	79,7	69,3	57,1	47,1	38,1	29,7
93	1513,7	2818,1	92,5	81,8	76,2	69,3	61,6	54	42	27,7
94	1040	2737,8	91,7	80,6	76,8	67,5	55,4	45,3	37	29,6
95	1266	2678,3	93,8	83,6	78,2	70,4	56,1	43	29,6	18,4
96	1802,5	2699,8	90,7	79,8	74,6	66,3	56,3	46,5	36,6	27,2
97	1141	2948,7	93,2	85,3	80,8	75,1	66,4	56,2	44,1	27,7
98	1135,9	2984,7	97,2	86,8	81,6	72,6	64,1	55,3	44,5	32,2
99	1302,7	2743,6	85,2	76,3	72,9	65,2	59,7	52,4	42,2	31,6
100	1228,3	2696,7	89,7	81	75,9	66	55,3	45,1	36,6	27,6

Tablo 6.4: YAAT tekniği Total Pelvik Kemik İliği ait Ham Veriler

Hasta no	YAAT tekniği Total Pelvik Kemik İliği ait Ham Veriler									
	Hacim (mL)	Mean (cGy)	V _{5 Gy} (%)	V _{10 Gy} (%)	V _{15 Gy} (%)	V _{20 Gy} (%)	V _{25 Gy} (%)	V _{30 Gy} (%)	V _{35 Gy} (%)	V _{40 Gy} (%)
1	1256,1	2451,4	91,32	83,52	72,53	59,68	59,68	34,35	25,6	18,3
2	1496,4	2477,4	87,6	75,1	66,7	59,6	59,6	42,2	30,9	21,7
3	1858,1	2318,6	91,2	73,1	65,5	55,5	55,5	32,6	24,2	18,2
4	1472,3	2306,3	91,4	78,1	69,2	55,1	55,1	29,7	22	16,4
5	1536,7	2477,6	89,6	80	69,2	59,5	59,5	38,6	28,4	20
6	1371,7	2249,3	90,1	76	63,4	51,3	51,3	29,5	21,9	16,7
7	1607,5	2216,9	86,5	75,6	65,4	54,7	54,7	30,2	20,1	13,5
8	1429,9	2027,9	81,5	70,9	58,7	45,8	45,8	25,9	20,7	14
9	1079,5	1870,3	80,6	65,2	51	39	39	22,6	17,4	12,2
10	1138,4	2574,1	95,5	86,3	74,5	58,1	58,1	37	30	24,4
11	1186,3	2255,6	88,2	74,9	62,8	49,8	49,8	29,5	24,9	21,1
12	1546,4	2012,4	76,5	63,6	56,6	48,8	48,8	27,1	18,7	13,7
13	1653,7	2737,6	93,5	85,6	77,8	69,3	69,3	42,3	31,5	24,9
14	1418,9	2282,7	95,3	89,8	67,1	47,4	47,4	27	20,7	15,2
15	953,3	2459,3	88,4	76,7	67,9	59,6	59,6	39,3	28	20,5
16	1509,3	2427,1	89,2	72,4	62,3	55,9	55,9	41,9	32,5	21,4
17	1113	2945	87,9	82,1	76,6	70,4	70,4	53,1	44,7	38,7
18	1477,7	2269,4	86,1	70,8	63,8	56,1	56,1	32,1	23,2	17,9
19	1311,5	2411,5	87,1	72,7	66,1	58,9	58,9	37,4	29,1	22,3

20	954,1	2312,1	85	73,8	67	60,5	60,5	35	23,5	13,6
21	1261,6	2731,4	90	78,8	73,1	66	66	47,2	37,6	29,9
22	1678,3	2218,6	80,2	64,9	59	51,7	51,7	35	27	21,1
23	1479,2	2626	87,6	81	73,1	64,8	64,8	42,5	32,6	25,6
24	1258,6	1994,8	75,8	62,1	54,6	40,9	40,9	27,6	23,9	20,5
25	1472,4	2835,7	93,3	81	74,3	67,9	67,9	49,9	39,2	31,4
26	1256,6	2541,9	84,2	74,4	68	61,3	61,3	43,1	33,5	26,8
27	1605,9	2306	85,1	73,7	63,5	54,3	54,3	34,4	25,8	19,4
28	1550,9	2964,9	91,4	82,6	77,6	71,9	71,9	56,7	46	34,1
29	1735,4	2602,9	90,7	81,3	72,4	64,4	64,4	39,4	29,9	24,4
30	1509	2776,8	94,4	85,6	76,6	69,2	69,2	45,5	34,3	26,6
31	1222	2610,1	90	75,8	69,6	63,9	63,9	44,6	32,1	25,3
32	1465,9	2591,1	89,5	76,8	70,5	63,4	63,4	41,7	32	25,5
33	1455,2	2459	88,5	73,8	67,3	59,2	59,2	40	30,4	22,4
34	1405,3	2644,6	91,1	78,6	72,7	66,5	66,5	42,6	30,4	23,1
35	1084,6	2636,4	93,8	87,4	78,4	62,7	62,7	37,1	30,5	25,8
36	1023	2434,8	89,7	76,3	66,8	57,3	57,3	38,3	28,1	20,4
37	1034,1	2256,7	81,9	64	57,8	52,1	52,1	34,1	29,4	22,9
38	1516,3	2601,8	96,8	85,5	76,5	68,5	68,5	39,1	24,5	15,7
39	1366,1	2644,2	82,6	74,8	70,4	63,7	63,7	46,6	37	29,9
40	1494,8	2208,5	91,3	71,8	60,2	51,8	51,8	30,3	21,9	16,2
41	1166,3	2418,5	89,3	77,3	66,8	58,6	58,6	36,1	26,9	21
42	1220,9	2466,6	83,1	72,4	64,7	58,6	58,6	44,1	33,8	23
43	1614,1	2850	97,8	88,2	80	72,1	72,1	47	33,9	25,3
44	1501,8	2418	90,3	82,4	69,9	55,8	55,8	33,4	26,4	21,1
45	821,4	2253,9	86,2	68,3	62,2	54,9	54,9	33,6	25,5	18,3
46	1059,6	2337,9	89,9	76,4	67	52,5	52,5	31,3	26,1	21,8
47	1730,1	2376,4	89,6	74,2	65,4	54,6	54,6	36,5	28,2	20,9
48	1256,3	2359,9	86,1	69,9	60,8	53,6	53,6	37,5	30,2	25
49	1380,3	2157,9	87,3	67,3	57,8	48,7	48,7	33,2	23,8	15,4
50	1276	2363,4	85	75,4	67,7	59,2	59,2	36,5	24,3	16,5
51	1698,7	2113,3	84,8	67,6	59,3	50,2	50,2	29,4	20,8	14,5
52	864,5	2536,8	91,8	81,8	71,1	58,9	58,9	38,8	30,3	23,1
53	1054,9	2563,1	95,4	84,4	73,2	63,1	63,1	36,3	28,1	21,7
54	1347,4	2124,6	80,8	65,3	58,6	51,2	51,2	30,4	22,5	16,7
55	1329,6	2723,9	92,2	84,9	77,1	66,6	66,6	43,9	34	25,9
56	2040	2693,2	90,9	85,2	76	65,3	65,3	40,7	33,4	26,7
57	1334,5	2481,5	98,2	76,7	71	62	62	35	26,6	21,6
58	1495,8	2696,6	91,2	80,7	71,6	64,7	64,7	47,2	35,3	26,6
59	1173,4	2693,5	96,3	86,9	77,1	61,9	61,9	39,2	33,3	27,9
60	1445,7	2103,1	86,2	63,5	55,4	48,5	48,5	31,1	22,6	16,4
61	1181,1	2673,5	96	85	71,3	60,1	60,1	42,4	34,1	27,4
62	1630,1	2173,9	80,6	67,8	59,6	51,3	51,3	33,3	22,9	16,4
63	1645,5	2818,4	95,3	88,4	77,9	70,1	70,1	46,1	34,5	26,7

64	1745	2793,2	93,9	86,1	78,5	70,6	70,6	44	33,9	27,3
65	1112,9	1953,5	83,2	62,1	53,5	43,9	43,9	25,3	18,3	13,5
66	1422,7	2282,5	90,1	71,5	63,2	53,5	53,5	32	25,4	20,3
67	1170,9	2339,4	86,5	72,7	65,1	56,3	56,3	35,1	26,8	19,5
68	1473,2	2258,3	83,9	70,8	64	55,8	55,8	33,1	24	17,4
69	1710,3	2513,7	87	79,9	71,8	62,7	62,7	41,4	28,8	19,4
70	1401,5	2756,4	95,9	91,7	82	71,2	71,2	42,4	29,6	21
71	1145,2	2967,2	96,6	90	84,9	75,8	75,8	51,1	37,5	27,7
72	1022,5	2375,3	78,9	66,7	60,4	55,3	55,3	39,5	31,3	25,2
73	1557,1	2305,1	85,1	67,8	60,7	52,3	52,3	36,7	29,8	23,1
74	1906,2	2838,8	92,4	86	78,7	70,9	70,9	47,4	36,7	28,8
75	955,7	2306,8	89,9	76,1	64,1	54,8	54,8	32,1	24,4	18,2
76	1064,1	2296,1	88,8	75,8	66,9	55,9	55,9	32,1	22,5	15,8
77	1812,3	2592,5	93,4	81,2	73,1	62	62	37,3	30,9	26,1
78	1644,9	2159,9	80	68,2	58,1	51,6	51,6	30,8	22,5	17,5
79	1283,5	2616,3	91,1	81,6	73,4	62,8	62,8	41,2	31,8	24,5
80	1539,2	1980	79,1	67,1	58,9	49,2	49,2	25,1	15,5	9,3
81	1059,4	2970,5	97,9	92,9	83,8	73,6	73,6	48,2	37,8	30,6
82	1595,4	2394,6	87,6	73,5	65,5	57,2	57,2	36,7	27,2	20,9
83	1372,5	2066,5	81,9	69,6	59,9	51,2	51,2	26,8	18,2	12
84	1887,5	2453,6	86,6	80,6	73,4	61,2	61,2	35,5	25,8	19,1
85	1415,3	2524,6	95	85,4	75,4	65,2	65,2	33,6	23,6	17,6
86	1201	2810,1	97,8	90,6	79,5	69,4	69,4	47,1	33,7	22,9
87	1128,9	2278,9	81,5	73	62,1	52,4	52,4	34,6	26,8	20,8
88	1234,1	2903,9	99,7	97	85,6	73,4	73,4	45,9	33,4	23,8
89	1655,8	2172,3	82,2	71	61,9	55	55	31,6	20,3	12,4
90	1066,7	2850,9	98,6	94,1	81,3	71,1	71,1	45,2	34,3	24,9
91	1415,3	2954,9	96,7	91,6	83	72,3	72,3	49,3	38,2	30,4
92	1514,6	2762	94,4	87,3	79,7	68,1	68,1	41,1	33,6	27,7
93	1513,7	2667,5	93,6	81,1	71,6	66,3	66,3	46	33,1	23
94	1040	2545,5	91,4	81	73,2	58,8	58,8	37,9	30,6	24,6
95	1266	2490	84	87,9	75,5	62,8	62,8	33,7	24,3	16,4
96	1802,5	2548,6	90,5	79,1	70,9	64,6	64,6	38,2	28,3	22,3
97	1141	2831,4	94	86,8	80,4	72	72	49	35,1	24,8
98	1135,9	2896,7	96,8	88,9	80,3	70	70	50	38,5	29,1
99	1302,7	2571,4	89,1	74	67,4	61,7	61,7	44,4	34,5	26,4
100	1228,3	2578,1	89,8	79,1	71,2	63,5	63,5	41,2	30,2	23,5

40	326,8	3092,3	84,4	73,5	70,4	68,2	66,1	63,5	59,4	52,1
41	298,8	3712,9	97,1	87,8	84,8	82,6	81	79,4	76,9	68,6
42	264,6	3843,7	99,2	80,2	87,2	85,3	83,7	82,1	79,1	70,8
43	396,7	4414,1	100	100	100	100	100	99,1	96,8	89,7
44	368,4	4163	100	99,2	97,4	95,8	94,2	91,7	86,1	77,2
45	214,1	2934	80,4	68,1	64,7	62,5	60,9	59,4	57,6	53,2
46	238,3	3886,6	100	89	85,8	84,2	82,7	81,2	79,6	77,3
47	421,2	3374,1	85,4	76,4	74,1	72,3	71,1	69,8	68,4	65,1
48	393,3	3301,7	86,3	73,8	71,5	70	68,8	67,6	66,2	63,9
49	347,5	2746,9	80,8	68,2	64,3	61,6	59,5	56,6	51	38,2
50	267,3	3805,2	100	92,7	89,8	87,8	86	83,1	76,9	62,7
51	406	2832,5	81,7	69,3	66,3	64,1	61,8	58,5	52,3	40,1
52	209,5	3831,4	100	97,6	94	91,5	80,1	72,8	64,6	61,5
53	250	3995,2	100	100	99,9	98,9	95,6	88,6	75,7	62,5
54	363,5	2845,3	79,3	68,8	64,3	61,3	59,2	57	54	47,8
55	325,4	3935,1	99,8	90	87,4	85,7	84,4	83,2	81,9	79,6
56	490,4	4258,3	100	100	97,9	96,1	94,1	91,2	87,5	82,3
57	319,9	3813,2	99,4	88,8	85,8	83,7	82,1	80,5	78,4	72,7
58	358,4	3767,9	94,1	85,9	82,6	81,4	80,3	79,3	78	76,4
59	268,3	4581,4	100	100	100	100	100	100	100	99
60	409,1	2739,6	75,8	63,7	60,6	58,5	56,7	54,8	52,5	46,9
61	314,7	4117,1	100	96,3	93,1	91	89,4	87,8	85,9	81,7
62	349,4	3587,4	95	81,1	80,1	78,5	77,1	75,8	73,8	68
63	451	4281,2	100	100	100	99,8	98,5	95,6	88,6	79,8
64	352,2	4583,7	100	100	100	100	100	100	100	99,8
65	286	2754,7	78,6	65,8	62,1	59,6	57,5	55,3	52,4	46
66	375,6	3659,7	94,8	85,7	83,1	81,5	80,2	78,7	75,9	68,3
67	299,3	3037,5	82,8	69,5	66,8	65	63,4	61,7	59,4	55,5
68	322,5	3544,9	99,1	87,6	83,6	81,1	78,9	76	70,4	57,8
69	344	4151,1	100	100	99,8	98,6	99,3	97,3	87,4	68,4
70	331,1	3955,1	100	100	100	99,8	96,3	87,9	73,7	58,1
71	256,2	4486,3	100	100	100	99,8	98,8	97,3	95,3	93
72	247,9	4216,2	100	97,1	93,9	92,1	90,5	89,1	87,4	85,5
73	400,4	3298,3	86,7	73,6	71,3	69,7	68,4	67,3	66	64,1
74	444	4519,6	100	100	99,9	98,9	99,9	99,2	97,7	94,1
75	262,2	2972,5	84,1	71,1	67,3	64,8	62,7	60,4	57,2	50,1
76	242,5	3155,1	90,3	79,1	75,4	72,6	70,1	66,5	59,5	47
77	393,5	3919	99,8	88,3	86,3	84,9	83,5	82,3	80,9	78,8
78	372,8	2958,5	78,6	66,6	64	62,1	60,8	59,5	58	55,8
79	268,7	4225,7	100	98,4	95,4	93,1	91,4	89,8	88,1	85,3
80	296,8	2623,9	75,6	64,1	61,1	58,7	56,7	53,6	48	37,2
81	272,8	4482	100	100	100	100	99,5	98,3	96,7	94,2
82	368,3	3523,8	92,9	78,7	76,3	73,7	72,5	71,2	69,7	67,1
83	291,1	3134,8	88	78,6	76	74	71,4	66,6	58,2	44,4

84	484,9	4222,4	100	99,9	99,9	99,8	99,2	96,5	87,9	74,1
85	288,8	3884,1	100	97,5	93,1	90,5	88,4	85,4	77,3	63,4
86	301,8	3766,7	100	95,1	92,6	90,4	88,2	84	71,2	57,3
87	279,6	4014,3	100	100	99,9	99,5	95,5	87,6	75,1	62,8
88	324,3	4117,6	100	100	100	100	99,3	97	86,6	63,8
89	360,2	2870,7	80,6	66,1	68,9	66,6	63,7	59,4	51,9	39
90	261,1	4268,7	100	100	100	100	99,6	97,8	92	77,7
91	308,8	4612	100	100	100	100	100	100	100	100
92	316,7	4280	100	97,9	95,6	93,7	92,4	91	89,6	87,7
93	367,4	3250,5	97	81,1	76,2	73,2	70,8	67,5	61,7	51,5
94	271,3	3708,5	98,1	84,4	82	80,1	78,5	76,9	75,1	72,4
95	277,3	3936,5	100	99,4	97,4	95,5	92,9	87,5	76,2	60,1
96	412,1	3646,9	94,8	82,8	80,4	78,7	77,2	75,8	74,2	71,7
97	275,4	4053,8	100	100	99,6	98,3	95,1	89,3	79,5	65,8
98	270,7	3541,3	99,8	87,3	82,3	78,9	76,5	74,5	71,4	61,1
99	326,8	3143,1	82,5	70,7	68,4	66,4	64,9	63,6	62,1	59,9
100	309,1	3602,3	94,9	83,3	80,4	78,3	76,6	75	73,2	70,2

Tablo 6.6: YAAT tekniği Sakrum Kemik İliğine ait Ham Veriler

Hasta no	YAAT tekniği Sakrum Kemik İliğine ait Ham Veriler									
	Hacim (mL)	Mean (cGy)	V _{5 Gy} (%)	V _{10 Gy} (%)	V _{15 Gy} (%)	V _{20 Gy} (%)	V _{25 Gy} (%)	V _{30 Gy} (%)	V _{35 Gy} (%)	V _{40 Gy} (%)
1	277,9	3495	99,9	86,6	82,4	79,4	77	74,4	67,4	54,9
2	366,8	3496	100	84,7	80,7	78,1	75,8	73,3	68,2	57,3
3	415,6	3423,8	99,8	79,8	76,5	74,5	72,8	70,9	67,7	61,2
4	304,6	4107,7	100	100	100	99,6	97,5	92,4	80,5	65,9
5	318,9	4021	100	99,9	97	93,8	90,8	86,9	81,1	69,2
6	307,9	3513,3	99,5	81,5	78,3	75,8	73,7	71,7	68,3	61
7	349,8	3226	99,7	83,3	79,7	76,6	73,2	65,6	54,2	43,8
8	339,5	2717,5	87,7	70,6	65,6	61,6	57	51,7	44,9	36,7
9	251	2473	92,4	62	56	52	48,6	44,9	40,4	33,9
10	284	3703,2	100	87,8	83,4	80,3	78	75,8	73,3	69,3
11	296,7	3497,4	96,2	81,3	77,6	75,1	72,9	70,6	68,1	65
12	266,3	3904,6	100	94,9	90,7	88	85,9	83,2	77,9	68,4
13	378,5	4370,1	100	100	99,7	98	96,4	94,6	91,8	86,5
14	296,1	3854,4	100	100	98,1	94,2	90,3	82,3	69,9	56
15	250,9	3799,5	100	100	88,9	86,4	84,2	81,7	75,5	65,9
16	374,3	2976,3	92,8	67,5	63,5	61,2	59,4	57,6	55,7	53,4
17	332,9	4428,1	100	100	99,9	98,7	97	95,2	93,3	90,4
18	335,3	3044,5	88,2	68,8	65,8	63,7	62,1	60,5	58,4	55,6
19	344,7	3226,5	98,1	74,5	70,7	68,2	66,2	64,3	62,2	59

20	227,8	3017,3	100	87,5	81,3	74,6	64,8	54,8	45,3	34
21	276,5	4589,9	100	100	100	100	100	100	100	98,9
22	406,9	3533,7	99,4	80,6	77,2	75,2	73,3	71,7	70	67,7
23	304,9	4535	100	100	100	100	100	99,9	99,3	97,7
24	332,4	3371,8	99,3	77,3	73,6	71,2	69,3	67,4	65,4	63
25	380	4270,1	100	97,5	94,3	92,6	91,2	89,9	88,5	86,9
26	325,4	4103	100	95,7	92,5	90,3	88,6	86,9	84,9	81,6
27	379,3	3095,5	93,7	70,1	66,3	64	62,2	60,5	58,6	56,5
28	369,6	4438,1	100	100	99,8	98,5	97	95,6	94,1	91,8
29	402,1	3985,6	100	90,8	87,5	85,5	84	82,6	81	79,3
30	400,2	3771,8	99,9	84,9	82	80,3	78,9	77,7	76,4	74,8
31	317,8	3876,1	100	89,2	85,4	83,2	81,5	79,9	78,2	76
32	373	3891	100	89,9	86,3	83,9	82,1	80,5	78,8	76,6
33	376,1	3593	100	85,4	82,2	79,7	77,5	75	71,1	63,5
34	321,5	4220	100	96	93	91	89,5	88,2	86,5	84
35	273,4	4161,6	100	97,5	93,7	91,6	89,8	88,1	86,4	84,1
36	247	3502,9	100	80,6	76,9	74,4	72,6	70,8	68,9	66
37	274	3204,3	98,4	73,3	69,5	67	65,1	63,3	61,3	58,7
38	377	3826,6	100	100	99,9	99,3	95,7	84,8	65,7	48,3
39	322,6	4576	100	100	100	100	99,9	99,6	98,6	97,2
40	326,8	3126,1	98,1	74,2	70,1	67,3	64,9	62,5	59,3	52,9
41	298,8	3665,4	100	88	84,1	81,1	78,6	76,2	73,4	66,4
42	264,6	3827,7	100	91,3	87,9	85,6	83,2	80,6	76,1	67,6
43	396,7	4343,8	100	100	100	100	99,7	97,3	91,5	81,5
44	368,4	4149,7	100	100	97,7	95,2	93,1	90,5	85,7	75,6
45	214,1	2897,5	97,8	67,4	63,4	61	59,1	57,2	54,3	48,6
46	238,3	3833,1	100	88,9	84,9	82,5	80,5	78,6	76,4	73,7
47	421,2	3355,3	97,5	76,2	72,9	70,9	69,3	67,7	65,8	63,2
48	393,3	3238,9	99,3	73	69,5	67,5	65,9	64,4	62,7	60,6
49	347,5	2687	95,2	68	63,4	60	57	52,3	43,7	33,8
50	267,3	3714,5	100	93,6	89	85,6	82,8	79	69,8	85,5
51	406,1	2859,7	97,1	71,4	66,7	63,3	60,2	56,9	50,3	39,7
52	209,5	3628,4	100	94,9	89,4	85	80,1	72,8	64,6	55,9
53	250	3989,3	100	100	99,8	97,5	92,3	85,4	76,4	65,2
54	363,5	2791,9	88,2	68,6	63,2	59,4	56,3	53,3	49,6	44,4
55	325,4	3904,6	100	89,8	86,2	84	82,2	80,6	78,9	76,8
56	490,4	4288,4	100	100	97,3	94,8	92,6	89,7	86,3	82
57	319,9	3685,4	100	86,8	81,9	78,7	76,2	74,1	71,9	69,4
58	358,4	3787,8	100	84,7	82,8	81,1	79,6	78,2	76,8	74,8
59	268,3	4592,9	100	100	100	100	100	100	100	97,5
60	409,1	2646,9	84,7	61,9	57,9	55,2	52,9	50,6	47,9	42,9
61	314,7	4102,9	100	96	92,6	89,9	87,5	85,2	82,8	79,5
62	349,4	3485,3	100	82,5	77,4	75,2	73,2	71,3	68,6	62,4
63	451	4296	100	100	100	99,5	97,5	93,4	88,4	80,6

64	352,2	4621,1	100	100	100	100	100	100	100	100
65	286	2594,9	88,2	62,7	57,4	54	80,9	48	44,4	39,8
66	375,6	3576	100	84,2	80,9	78,7	76,8	74,3	70,5	64,1
67	299,3	2967,7	96,1	68,2	64	61,3	59,2	57,2	55,1	52,4
68	322,5	3469,5	100	86	81,6	78,5	75,9	72,8	65,4	54,8
69	344	3976,6	100	100	99,8	98,6	96,5	89,9	73,8	58,1
70	331,1	3959,7	100	100	100	100	98,4	86,2	86,2	57,8
71	256,2	4407,6	100	100	99,7	98	96	94,1	92,1	89,8
72	247,9	4201	100	97	93,1	90,8	88,7	86,9	85	82,4
73	400,4	3260,9	99,9	73,3	69,8	67,9	66,3	64,8	63,3	61,3
74	444	4475,4	100	100	99,9	98,9	97,6	96,2	94,3	91,8
75	262,2	2937,7	96,2	71,7	66,8	63,2	60,2	57,1	53	46,1
76	242,5	3036,7	99,9	77,5	72,3	68,4	65	593,9	52,5	44,1
77	393,5	3891,2	100	89,1	85,8	83,7	82	80,4	78,7	76,5
78	372,8	2967,9	88,9	66,7	63,3	61,2	59,5	57,8	56,1	53,8
79	268,7	4179,8	100	98,4	93,9	91,4	89,1	87,1	85	82,1
80	296,8	2524,5	84,9	64,5	59,4	56	53,2	49,2	40,7	31,6
81	272,8	4403,9	100	100	99,8	98	96	94,1	92,1	89,7
82	368,3	3510,4	100	78,8	75,5	73,5	71,9	70,5	69	67,1
83	291,1	3054	96,7	78,7	74,8	71,8	68,6	61,7	51,4	40,7
84	484,9	4176,3	100	100	99,9	99,7	98,4	93,2	83	70,3
85	288,8	3731	100	96,3	92,1	88,8	85,1	77,2	66,9	56,7
86	301,8	3658	100	95,9	92,1	88,9	85,6	75,9	63	51,6
87	279,6	3956,2	100	99,9	99,2	97,1	92,1	83,2	72,4	61,8
88	324,3	4060,5	100	100	100	99,9	99,2	92,6	78,6	61,6
89	360,2	2759,2	88,9	64,8	66,3	63,1	59,7	53,6	44,9	35,7
90	261,1	4272,7	100	100	100	99,9	98,8	95,5	89,9	77,7
91	308,8	4609,2	100	100	100	100	100	100	100	100
92	316,7	4248,2	100	98,8	94,7	92,6	90,7	89	87,3	85,2
93	367,4	3331,7	100	83,2	78,4	74,7	71,6	68,3	62,8	52,9
94	271,3	3642,5	100	84	80,3	78	75,9	73,9	71,8	69
95	277,3	3983,9	100	100	99,8	98,1	95,3	90,9	76,7	58,7
96	412,1	3588,2	100	81,7	78,2	76,1	74,3	72,6	70,9	68,6
97	275,4	4133,8	100	100	100	99,5	96,8	89,8	81,5	70,9
98	270,7	3565	100	89,7	84,1	79,5	75,9	72,9	67,3	58,6
99	326,8	3125,8	97,2	70,5	67	65	63,2	61,5	59,7	57,2
100	309,1	3559,3	100	83,1	79	76,3	74,1	72	69,7	66,6

Tablo 6.7: YART tekniği Koksak Kemik İliğine ait Ham Veriler

Hasta no	YART tekniği Koksak Kemik İliğine ait Ham Veriler									
	Hacim (mL)	Mean (cGy)	V _{5 Gy} (%)	V _{10 Gy} (%)	V _{15 Gy} (%)	V _{20 Gy} (%)	V _{25 Gy} (%)	V _{30 Gy} (%)	V _{35 Gy} (%)	V _{40 Gy} (%)
1	670,3	2607,2	87,9	80,2	76,5	69,9	56,4	45,7	33	18,5
2	718,1	2673,8	85,4	78,6	74,8	70,5	62	49,4	35,7	21,9
3	977,7	2423,4	87,7	81,1	77,2	69,7	50,8	35,8	18,7	10,3
4	707,8	2351,4	90,5	83,7	78,9	67,2	42,9	28,8	17,7	8,6
5	813,5	2410,9	88,5	80	75	62,1	50,6	36,1	23,9	12,5
6	701,8	2389,2	86,8	81	75,7	68	51,2	34,6	20,3	9,9
7	747,7	2358	85,9	77,9	74,2	68,7	48,4	32,8	20,8	10,7
8	767	2284,5	79	72,2	68,7	59,6	47,3	36,1	25,1	15,6
9	518,5	2023,1	81,6	72,8	66,7	54,2	38	30	23,5	14,4
10	562	2526,2	91,9	84,5	79,6	66,5	50,4	36,3	26,6	15,4
11	574,4	2240,9	85	78,3	74,1	60,3	40	28,5	19,6	10,8
12	840,6	2337,6	83,1	77,6	75	68,1	50,6	35	19,3	7,9
13	861,8	2717,7	93,5	86,5	81,7	73,6	60,1	45,3	30,8	17,6
14	726,7	2551,4	97,8	92,6	83,1	65,8	49,1	34,4	20,6	12,9
15	452,6	2503,5	89,3	81,5	76	66,4	54,1	41,6	26,7	12,8
16	743,6	2764,1	85,8	79,4	76,5	73,3	64,7	53,2	42,6	23,1
17	496,2	2952,9	88,6	83,2	78,6	74,4	66,6	57,9	46,6	32,2
18	772,9	2459,9	84,4	79	74	64,5	51,3	40,3	29,6	17,1
19	665	2643,1	85,3	78,7	75,5	70,6	58,7	46,6	35,4	22,4
20	491,4	2544,9	83,7	75,7	71,8	68,1	58	45,7	34	17,7
21	618,6	2988,5	94,2	88,3	82,8	78,6	69,4	58,4	43,9	26,4
22	827,8	2407,6	83,7	76,2	70,7	65,3	51,7	37,8	27,8	15,6
23	749,9	2586,6	88,1	82,7	77,7	70,5	57,3	43,7	30	15,1
24	624,6	2130,3	79,9	71,2	63,9	56,1	40,3	31,1	21,4	10,5
25	692,2	3109	94,2	90,1	87,5	82,2	73,1	60,7	47,1	30
26	583,2	2595,2	82,6	77,3	74,2	68,4	58,7	46,6	35,3	21,8
27	758,1	2496,2	77,1	72	67,8	64,9	60,4	51,2	35,6	19,6
28	793,8	3041,3	92,3	87,7	84,8	81,2	73,3	61,4	46,8	26,8
29	840,5	2941,2	94,8	91,1	87,3	79,4	68,3	53,2	37,9	22,7
30	777,8	2763,6	91,4	83,3	80	76,1	63,1	50,5	35,4	19,2
31	584,9	2837,4	88,6	82	78,8	75,3	67,8	55,3	42,2	23,1
32	714,1	2784,3	90,2	83,9	79,8	73,8	63,1	51	39	22,9
33	662,5	2734	89,9	83,4	78,7	72,5	62,3	50,6	34,8	20
34	773,3	2796,6	91,9	86,6	82	76,2	63,5	49,5	36	19,9
35	542,4	2768,8	95,8	88,9	83,8	74,9	59,6	46,8	35,3	16,5
36	546,3	2445,7	86,7	79,8	75,5	65,5	49,8	38,2	27	14,9
37	469,7	2466,7	80,1	73	69,2	63,7	54,5	44	33,6	20,8
38	752,8	2778,2	93,4	88	85,3	81,1	64,7	45,4	30	14,9
39	701,1	2384,6	83,7	79	73	63,7	51	37,6	23,4	12,1

40	707,9	2466,7	81,2	76,7	74,2	68,3	54,8	41,5	28,3	15,9
41	537,3	2600,9	88,5	83,1	79,8	74,4	60,1	42,9	26,1	12,9
42	614,7	2660,3	85,8	80,2	74,6	69,2	59,2	49,2	37	21,2
43	883,8	2988	96,4	91,9	88,8	83,1	69,7	55,2	37,8	21,1
44	787,8	2404,5	92,2	82,4	78,1	72,5	49,1	30,5	16,7	6,9
45	414,5	2389,9	77,5	71,7	68,6	63,4	53,7	43,5	30,3	16,8
46	528,4	2420,9	87,2	80,6	76,7	65,8	44,3	34	25,6	16,2
47	864,3	2426,7	87,9	81,9	76,6	61,6	48,1	38,2	25,3	13,6
48	542,3	2375,2	78,7	71,1	66,1	60,5	51,6	42,7	31,6	19
49	702,8	2416,9	84,5	77,3	72,1	65,1	50,2	38,6	26,2	15,5
50	668	2510,3	86,1	78,9	74,8	69,1	55,8	43,1	28,3	14,4
51	873,8	2361,7	80,9	74,7	70,4	63,8	49,8	37,7	26,9	15,8
52	437,7	2787,2	94,9	88,6	84,9	74,5	52	38,6	27,3	23,1
53	546,3	2690	96,4	90,7	85,6	74,7	52,7	38,9	27,8	16,9
54	682,4	2328,6	78,3	71,5	68	64,4	50,7	37,9	26,9	15,9
55	633,1	2762,8	89,3	84,5	81,2	77	66,4	50,5	33,7	16,7
56	1044,7	2856,6	93,9	86,5	83,2	78,1	64,6	53,1	37,6	21,6
57	668,6	2501,3	87,9	81,9	76,6	69,6	53,4	37,6	26,3	14,2
58	738	2941,6	87,9	83,2	81,3	79,3	73,6	61,2	44,2	24,7
59	590,9	2950	97,1	93,7	90,5	85,2	66,9	49,4	35,9	19,9
60	715,2	2496,7	84	78,7	74,7	69,5	56	41,4	27	15,3
61	605,2	2770,5	96,7	91,6	86,2	76,3	60,1	44	28,8	16,2
62	853,8	2291,1	77,9	71,9	68,2	61,1	50,4	38,3	25,6	13,6
63	764,3	2903,8	96,4	92,7	90	85,7	68	49,8	30,6	16
64	898,3	3132,4	99,9	96,7	92,2	88,3	74,3	56,8	41,4	22,6
65	565,3	2202,9	80,5	76,1	70,1	56,8	42,5	31,8	20,8	10,3
66	708,2	2370	90,5	84,1	77,5	63,8	43,8	32,8	19,7	9,9
67	562,3	2573,6	81	75,4	71,6	68,6	59	48,4	36,3	21,2
68	793,8	2612,4	88,2	80	75,5	70,1	58,6	46,8	30,8	17,6
69	855,6	2767,2	91,1	83,4	79,7	73,9	61,4	49,5	35,9	22,2
70	710,7	2957,2	99,6	97,6	95,1	87,4	63	45,3	31,7	17,4
71	592,9	2893,4	91,7	84,8	81,5	77,1	70,1	57,4	39,8	21,7
72	495,2	2723,1	90,1	82,6	78,7	74	65,6	49,7	32,2	17,6
73	708,7	2556,2	81,1	73,7	69,4	64,3	58,1	48,1	38,2	24,3
74	926,8	3074	97,9	93,7	90,8	85	73,2	59,3	41,1	21,1
75	456	2493,7	86	78,8	74,2	66,7	52,6	41,1	28,5	16,4
76	544,6	2344,4	82,9	74,4	69,5	61,2	49,5	38,1	26,1	14
77	944,4	2804,6	90,6	84,8	81,2	72,5	60,7	49,1	36,8	25,5
78	822,3	2415,2	76,1	68,9	65,7	62,4	56,1	46,8	34,3	19,2
79	682	2756,8	88,2	79,3	74,6	69,7	63,4	55,1	41,8	24,6
80	854,2	2210,8	78,3	70,6	67	61	47,1	34,4	22,1	11,2
81	520,8	3119,6	99	95,4	91,8	84,9	74,2	58,7	42,1	24,1
82	807,7	2696,6	84,4	77,5	73,3	69,3	63,1	53,3	40,5	23,8
83	694,9	2350,3	83,1	74,1	70,6	65,4	50,7	37,1	23,8	13,3

84	913	2372,9	90,2	84,5	77,8	69,8	47,1	32,1	17,5	4,8
85	761,2	2698,5	92,4	84,6	81,5	76,3	58,2	43,7	29,1	17,1
86	597,7	2984,2	95,7	90,5	88	83,9	68,4	52	38,5	23,7
87	575	2386,8	87,7	80	74,8	64,1	47,6	31,8	23,2	14
88	586,3	3110	99,8	96,2	93,5	86,7	71,2	54,8	38,5	23,3
89	849,7	2403,6	80,5	74,1	71	66,6	55,3	40,2	26,8	14,8
90	527,8	2964,7	97,9	92,9	90,1	84,3	68,4	51,8	35,4	19,2
91	737	3026,1	98,3	93,2	89,7	82,1	70,3	57	40,4	21,1
92	802,8	2836,5	93,9	88,2	82,9	76,2	64,4	50,5	35,4	21,2
93	753,4	2970,7	87,3	80,7	78,1	76,3	71,6	65,1	49	28,9
94	513,3	2670,5	87,4	82,1	79,3	71,7	58,2	46,6	33,5	21,1
95	686,4	2509,3	89,6	80,5	77,2	72,5	54,3	37,5	21,8	10,4
96	949,3	2749,2	88,2	82,8	79,7	74,8	63,9	51,3	35,6	19,6
97	586,1	2984,5	94,8	88,3	84,2	80,8	70,4	57,5	43,5	22,4
98	574,9	3120,3	95,2	88,2	85,3	80,6	71,4	61,8	47,8	31,9
99	651	2798,4	84	77,4	73,8	70,8	66,3	59	44,6	28,7
100	605,9	2614,5	86,4	79,7	75,8	71	58,2	45,8	32,9	18,6

Tablo 6.8: YAAT tekniği Koksak Kemik İliğine ait Ham Veriler

Hasta no	YAAT tekniği Koksak Kemik İliği ait Ham Veriler									
	Hacim (mL)	Mean (cGy)	V _{5 Gy} (%)	V _{10 Gy} (%)	V _{15 Gy} (%)	V _{20 Gy} (%)	V _{25 Gy} (%)	V _{30 Gy} (%)	V _{35 Gy} (%)	V _{40 Gy} (%)
1	670,3	2374,5	86,6	81,3	74,7	64,8	49,6	32,3	19,6	11,3
2	718,1	2515,4	87,2	77,7	72,9	64,9	55,9	45,5	27,7	15,6
3	977,7	2340,2	88,4	82,9	77,4	63,6	47,2	30,7	16,6	8,1
4	707,8	2166,6	90,4	86,3	77,5	55,4	35,4	20	10,5	5,3
5	813,5	2309	89,3	80,4	69,5	57,7	46,7	33,4	20	10,3
6	701,8	2130,7	85,7	80,1	71,6	56	39,3	23,8	12,2	5,5
7	747,7	2261,1	86,6	80,7	72,5	59,6	45,4	29,4	16,4	8,2
8	767	2036,1	77,9	70,7	62,9	49,3	37	25,6	17,5	9,5
9	518,5	2023,1	80,7	72	65,4	48,9	36,6	24,2	15,8	8,2
10	562	2449,1	92,3	84,8	74	62,5	49,1	35,2	23,1	13,9
11	574,4	2136,2	83,6	76,3	70,5	57	37,9	23,7	15,6	9,5
12	840,6	2003,2	83,9	74,6	65,9	54,3	37,5	21,6	9,3	3,1
13	861,8	2551,5	93,3	85,7	81,3	73,9	58,6	36	19,2	9,3
14	726,7	2212,7	97,3	94,3	77,5	51,8	32	18,7	11,4	6,5
15	452,6	2314,7	88,6	80,9	73	63	51,3	32,8	15,2	6
16	743,6	2618,2	86,6	77,8	73,6	68,1	60,8	51,4	36,2	16
17	496,2	2801,5	89,2	81,2	76,8	72	64,1	50,8	36,1	25,4
18	772,9	2332,6	85	78,8	75,6	65,7	49,4	32,2	18,3	9,6
19	665	2391,1	85	76,8	72,9	64,7	50,9	36,8	24,1	12,8

20	491,4	2398,6	83,6	74,7	70,9	66,5	55,7	39,4	24	10,3
21	618,6	2634,3	93,8	84,7	79,4	69,8	56,1	44,3	29,5	15,8
22	827,8	2254,5	83,7	74,7	69,2	59,9	48	34,4	19,8	9
23	749,9	2432	87,9	80,4	75,2	65,3	53,8	38,5	22,7	10,1
24	617	1875,5	80,1	71,1	63,5	42,5	27,2	18,8	12,3	6,9
25	692,2	2825,4	94,3	89,3	84,7	76	64,8	49,3	32,2	18,3
26	583,2	2319,5	82,6	76,1	70,6	61,8	49	36,1	22,1	11,4
27	758,1	2291,7	78,1	72,1	68,7	62,9	52,3	37,2	23,1	12,1
28	793,8	2932,2	92,8	86,4	83	76,6	68,1	58	42,5	23
29	840,5	2714,3	95,6	90,4	87,2	78,6	63	40,1	22,4	11,9
30	777,8	2614	89,5	82,2	78,9	74,5	61,7	44,2	26,3	12,5
31	584,9	2561,9	90,1	80,3	76,3	70,8	61,7	46	23,7	10,9
32	714,1	2510,5	90,3	81,8	77,1	68,4	56,3	39,4	23,5	11,6
33	662,5	2491,8	90,2	85	77,5	65,1	51,8	38,5	23,8	12,6
34	773	2521,5	91,8	84,3	79,9	72,7	60,5	38,4	18,5	6,5
35	542,4	2425,2	96,9	90,4	84	64,2	44,8	28,3	16,6	8,5
36	546,3	2196,4	87,3	77,3	67,8	54,5	43,9	31,1	18	7,1
37	469,7	2320,8	81	71,6	67	60	49,8	38,9	26	14,9
38	752,8	2544,9	94,1	88,7	85,4	75,6	56,4	32,6	15,3	7,3
39	701,1	2472,2	85,9	79,5	74,8	64,9	55,1	41,4	25,9	13
40	707,9	2224,6	82,6	76,5	72,4	60,1	44,2	29,3	17,4	9,6
41	537,3	2340,2	87,8	81,8	75,5	64,3	48,8	31,9	16,7	8,2
42	614,7	2594	86,3	79,9	74,5	67,7	57,5	47,9	32,4	16
43	883,8	2607,3	95,9	91,7	84,9	73,5	57,2	36,9	19,1	9,1
44	787,8	2161,6	92,7	83	74,5	58,5	36,4	20,5	9,8	4,7
45	414,5	2149,2	79,1	70,3	65,7	56,6	44	30,6	19,7	10,3
46	528,4	2139	88,5	78	69	50,5	36,4	25,4	17,1	9,8
47	864,3	2332,2	88,3	81	72	57,6	47,3	34,9	22,3	10,5
48	542,3	2170,1	79,7	69,2	62,4	53,4	43,6	34,3	22,8	13,3
49	702,8	2298	85,1	77,4	67,5	55,2	45,7	35,7	24	13,2
50	668	2319,7	85,4	78	72,8	63,2	51,7	34,4	17,9	7,8
51	873,8	2119,4	80,6	73,7	64,9	54,5	41,4	28	17,2	10
52	437,7	2612,7	94,9	86,8	80,4	66	52	38,6	27,3	18,1
53	546,3	2449,1	96,3	90,2	79,2	64,2	46,1	28,6	18,5	11,5
54	682,4	2081,1	77,6	69,2	64,4	55,3	42,5	28,4	17	9
55	633,1	2681,1	90,4	84,1	81	76	62,6	45,8	29	13,9
56	1044,7	2526	93,1	85,6	79	68,3	51,9	36,1	24,1	13
57	668,6	2398,6	89,8	81,1	76,7	69,5	51,7	31,8	17,9	9,2
58	738	2722,4	89	82,7	79,9	75,5	67,2	50,6	30,1	15,6
59	590,9	2494,2	98,3	93	85,9	65,3	43	30,7	20,1	10,5
60	715,2	2190,5	83	75,8	66,8	57,9	45,4	32	17,8	8,2
61	605,2	2477,1	96	90,6	77,8	62,5	47,4	34,4	21,7	11,5
62	853,8	2120,5	79,3	70,4	65,3	56,6	47,3	32	15	5,8
63	764,3	2681,9	96,2	91,5	87,3	77,5	61,3	40,1	20,8	9,3

64	898,3	2757,2	99,6	94,6	87,4	77,2	59,1	42,1	25,4	12,9
65	565,3	2036,4	82,2	74,5	64,8	51,7	38	24,6	13,2	6,1
66	708,2	2206,6	90,9	84,1	73,9	58,7	38,9	23,8	13	6,4
67	562,3	2330,8	81,9	73,2	69,6	63,7	50,4	36,8	24,9	12,1
68	793,8	2298,3	87,8	79,5	73,2	62,7	45,5	29,9	17,5	9,8
69	855,6	2534,4	90,2	81,8	75,2	67,4	55	40,4	25,5	14,9
70	710,7	2810,2	99,6	97,6	91,8	78,6	60,2	40,7	24,4	14,3
71	592,9	2775,5	93,7	85,8	82,8	77,7	66,5	50,8	30,7	13,9
72	495,2	2291,8	88	77,5	68,9	61	47,6	32,9	19,3	9,7
73	708,7	2317,2	83,3	72,2	67,6	57,5	48,1	38,5	27,8	15,3
74	926,8	2839,8	98,2	91,9	87,4	80,2	65	47,3	29,4	14,7
75	456	2310,1	86,5	79,7	72,5	63	45,5	30	18,9	11
76	544,6	2233,9	83,3	75,4	68,5	57,4	46,5	31,3	19,3	10,8
77	944,4	2530,3	91,6	84,1	77,2	66,5	49,7	35,5	25,5	17,5
78	822,3	2153,1	77	67,3	63,7	60,2	50	31,3	18,4	10
79	682	2464,8	89,2	77,9	72,5	65,9	55,3	40	25,4	13
80	854,2	1982,7	77	69,6	62,5	52,8	40,8	25,1	12,7	5,5
81	520,8	2842,3	98,5	93,6	90	81,2	65,4	44,5	27,4	14,6
82	807,7	2364,7	86,1	75,7	71,7	64,3	53,5	37,6	21,4	10,1
83	694,9	2026,2	80,8	72,4	63	51,9	39,1	25	14	6,4
84	913	2204,5	90,1	83,3	75,8	62,8	43,3	22,8	8,8	1,9
85	761,2	2480,7	92,4	86,4	81,9	71,4	49,8	30,3	18	11
86	597,7	2790,2	97,4	91,2	86,3	74,5	60,9	45,5	29,7	16,7
87	575	2186,4	88,4	79,1	66,5	53,2	39,9	27	17,1	10,5
88	586,3	2806,1	99,3	94,2	87,6	79,5	62,6	40,9	25,2	15,4
89	849,7	2266	80,5	73,2	68,7	62,7	52,4	35	20	9,2
90	527,8	2641,8	98,5	93,7	85,7	72,3	54,5	36,7	22,5	11,7
91	737,7	2782,4	98,1	93,7	85,4	74,4	61,6	44,9	29	15,8
92	802,8	2705,7	94,7	87,4	83,1	72,8	58,4	40,9	28,6	18,4
93	753,4	2766,5	88	81,3	77,9	75,7	69	51,1	33,1	19,9
94	513,3	2419,6	88,1	80,4	75,1	63,4	49,8	35,8	23,5	13,1
95	686,4	2255,6	89,5	82,6	75,1	63,9	42,5	24,7	13,4	6,5
96	949,3	2520,4	89,3	81,2	77,6	72,5	58,3	37,9	21,9	11,7
97	586,1	2752,9	96,8	88,7	82	73,7	64	47,8	29,3	14,5
98	574,9	2963,6	95,6	89,9	84,8	75,3	64,7	52,8	38,9	27,7
99	651	2605,5	86,8	76,5	72,5	68,1	60,6	47,8	32,9	20,3
100	605,9	2485,1	86,7	78,6	74,4	68	57,8	40,6	23,5	12,7

Tablo 6.9: YART tekniği Pubis Simfizis Kemik İliğine ait Ham Veriler

Hasta no	YART tekniği Pubis Simfizis Kemik İliğine ait Ham Veriler									
	Hacim (mL)	Mean (cGy)	V _{5 Gy} (%)	V _{10 Gy} (%)	V _{15 Gy} (%)	V _{20 Gy} (%)	V _{25 Gy} (%)	V _{30 Gy} (%)	V _{35 Gy} (%)	V _{40 Gy} (%)
1	25,1	1741,3	100	100	74,4	17	1,2	0,3	0	0
2	25,7	1828,6	100	100	78,7	31	5,2	0,1	0	0
3	40,6	1944,1	100	100	74,1	39,5	17,2	3,8	0,2	0
4	32,8	2206,2	100	100	94,3	60	27,6	8	0,4	0
5	40	2833,4	100	100	100	96,9	79	35,6	6	0,1
6	25,6	2286,7	100	100	87,5	67,9	40,1	10,7	2,3	0
7	41,6	2033	100	94,7	71,9	48,1	23,5	11,3	6,3	1,2
8	26,7	1761,8	100	100	67,7	29,6	4,5	0	0	0
9	22,4	1301,9	99,9	90,3	25,8	0,1	0	0	0	0
10	27,2	1032,8	99,6	48,4	8,5	1,9	0,1	0	0	0
11	31,7	1398,5	100	82	34,8	17,1	0	0	0	0
12	40,2	1887,8	100	99,9	72,8	36,7	13,3	1,8	0	0
13	43,5	1768,5	100	96,7	61,2	37,7	7,7	0,6	0	0
14	20,6	1202	99,4	72,7	19,9	2,2	0,1	0	0	0
15	14,7	3282,9	100	100	100	100	91,2	59,6	38,8	16,1
16	31,3	2153,9	100	100	92	60	19,7	7,2	1,3	0
17	16	1940,8	100	100	98,1	32,6	6,6	0	0	0
18	23,7	2073,5	100	99,7	79,6	52,8	26,1	6,5	1	0
19	23,8	1619,2	100	96,7	48	23,9	5,8	0	0	0
20	26,2	1874,8	100	92,2	69,3	37,7	16,2	7,1	2,4	0,2
21	24,1	1762,1	100	100	75,3	22,9	3,9	0	0	0
22	36,3	1663,7	100	99	58,1	21,5	5,3	0,6	0	0
23	27,2	2073,2	100	99,6	80,5	54,9	22,5	6,2	1,2	0
24	35,7	370	10,3	0	0	0	0	0	0	0
25	25,9	2895,3	100	100	99,9	95	69,2	43,4	19,9	1,9
26	20,7	1967,5	100	93,1	78,8	50,4	19,5	1,4	0	0
27	25,9	1976,4	100	100	77,8	48,7	17,5	0,1	0	0
28	32	2163,9	100	100	91,4	62,7	23,7	4,9	0,8	0
29	34,6	1740	100	98	60,5	39,1	3,7	0	0	0
30	29,3	2775,6	100	100	98,5	86,8	70,1	34	11,8	2,7
31	19,4	2424,6	100	100	96	73,7	38,1	18,6	7,5	1,5
32	26,9	2032,4	100	100	85,3	47,7	18,1	4,1	0,5	0
33	18,6	2352,8	100	100	94,8	61,8	37,1	19,9	7,5	0,3
34	20,5	2452,6	100	100	93,2	66,6	43,1	24,7	11,8	0,9
35	18,6	2096,5	100	100	95,5	51,8	21,5	5,6	0,1	0
36	18,4	2804	100	100	98,6	89,9	66,3	38,4	15,9	3,7
37	24,5	2178,1	100	100	93,5	54,9	28,6	8,2	0,8	0
38	29,9	1938,2	100	100	87,2	38,5	10,5	1,4	0	0
39	19,8	1431,4	98,7	74,4	55,4	10,6	0	0	0	0

40	30	2551,3	100	100	93,3	79,1	59,6	19,3	7,3	1,5
41	22,9	2418,3	100	100	97,9	74,9	46,9	11,5	2	0
42	19,3	1063,1	94,6	65,2	3,8	0	0	0	0	0
43	23,5	2117,1	100	100	86,8	65,1	18,5	2	0,2	0
44	21,7	1306,1	100	91,9	17,4	3,2	0,1	0	0	0
45	16,8	2438,8	100	100	98,8	70,1	39,9	19,2	8,4	2,6
46	20,9	1884,6	100	99,9	73,9	37,5	13,9	1,9	0	0
47	30,5	1444,6	100	93,8	40,5	4,9	0	0	0	0
48	27,1	1673,9	100	99,8	47,6	24,7	8,1	0,7	0	0
49	25,9	1662,6	100	96,9	59,3	22,2	1,7	0	0	0
50	19,1	2041,6	100	100	84,1	49,5	19	4	0	0
51	34,3	2030,3	100	99,9	83	51,4	17,2	4,3	0,2	0
52	23,4	1210	100	75,7	19,3	2,7	0	0	0	0
53	19,1	1841,6	100	100	71,5	30,7	12	0,6	0	0
54	30,2	2642,6	100	100	99,9	83,8	55,5	29,4	10,4	0,5
55	21,8	2403,5	100	100	95,8	60,4	38,4	22,2	9,5	3
56	53,8	2034,3	100	100	89,6	45,6	17	3,6	0,2	0
57	26	2504,8	100	100	98,5	76,9	46,1	21,8	6,7	0,4
58	26,1	3440	100	100	100	99,9	90,7	65,4	48,4	28,5
59	34,1	1682	100	99	60,7	22	6,3	0,5	0	0
60	22,6	1800,7	100	92,1	59,9	46,1	10,2	0,3	0	0
61	17,5	2992,1	100	100	100	91	78,3	60,7	16,7	1,7
62	36,9	1076,1	97,7	59,5	12,1	0	0	0	0	0
63	27,4	1832,4	100	99,3	64,7	42,9	8,7	0,6	0,1	0
64	41,4	2370,4	100	100	86,2	64,9	41,4	20	8,8	2,6
65	20,8	1281,9	100	81,9	26,9	0	0	0	0	0
66	17,1	1601,8	100	95,2	54,7	14,9	0,5	0	0	0
67	23	2293,8	100	100	93,9	70,2	39,5	5,9	0,2	0
68	34,4	2159,2	100	100	96	58,9	23,2	3,1	0	0
69	30,6	2011,5	100	100	86,4	49,1	18,4	0	0	0
70	31,5	2037,2	100	100	85,6	52,9	16,2	2,5	0,4	0
71	21	1989,5	100	99,7	81,5	42,3	21,4	1,8	0	0
72	22	2444,9	100	99,8	92	71,7	46,8	19,9	7,8	2,1
73	27,8	2245	100	99,8	90,6	62,8	35,9	8,8	1,2	0
74	32,1	2309,1	100	100	96,9	65,5	29,4	16,5	3,1	0
75	14,5	2261,4	100	100	96,7	64,6	30,7	9	0,9	0,1
76	24,6	1803,9	100	99,9	77,4	27	5,8	0	0	0
77	49	2114,9	100	99,8	78,3	44,7	27,6	15,4	6,8	1,6
78	32,7	2506,9	100	100	98,2	79,9	57,7	14	1,9	0
79	42,1	1685,5	100	98,3	62,8	25,8	4,1	0,1	0	0
80	23,3	2809,8	100	100	99,4	87,2	63,1	38,9	19,7	3,7
81	27,5	2066,3	100	100	86,8	50,5	21,5	4,5	0,3	0
82	25,9	1667,9	100	95	55,7	37,1	2	0	0	0
83	33,6	2021,1	100	100	75,8	52,1	21,7	4,5	0	0

84	37,5	1474	100	97,2	43,4	33,3	0	0	0	0
85	28,6	2140,2	100	100	94,2	59,5	22,3	0,8	0,1	0
86	31,1	3662,8	100	100	100	100	93,1	71,9	59,2	41,9
87	23,1	533,1	47,4	0,1	0	0	0	0	0	0
88	31,8	1980,6	100	100	77,3	39,3	14,5	4	0,3	0
89	31,1	2735,2	100	100	97,2	81,1	66,2	35,9	14,2	2,6
90	28,7	2511,2	100	100	97,4	75,7	46,7	23,5	8,3	0,4
91	24,6	2090,7	100	100	93,4	59,4	16	0,1	0	0
92	37,2	1616,3	100	98,1	55,7	23,4	0,8	0	0	0
93	33,5	2344,1	100	100	95,8	70,8	36,8	14	1,7	0,4
94	21,4	2160,2	100	100	93	58,4	25,3	5,9	0,8	0
95	25,1	1768,9	100	100	78,1	17,9	1,1	0	0	0
96	41,2	2151,8	100	100	86	58	27,4	8,3	2,3	0,3
97	25,3	1828,1	100	100	80,6	29,5	3,5	0	0	0
98	22,1	2345,8	100	100	99,4	63,3	38,7	14,8	4	0,2
99	25,3	4162,2	100	100	100	100	100	97,7	91,5	67,3
100	31,7	2215,7	100	100	86,2	63,6	30,1	11	2,5	0,2

Tablo 6.10: YAAT tekniği Pubis Simfizis Kemik İliğine ait Ham Veriler

Hasta no	YAAT tekniği Pubis Simfizis Kemik İliğine ait Ham Veriler									
	Hacim (mL)	Mean (cGy)	V _{5 Gy} (%)	V _{10 Gy} (%)	V _{15 Gy} (%)	V _{20 Gy} (%)	V _{25 Gy} (%)	V _{30 Gy} (%)	V _{35 Gy} (%)	V _{40 Gy} (%)
1	25,1	2020,5	100	100	93	46	13,1	2,3	0,4	0
2	25,7	2369,9	100	100	100	90,3	33,2	0,8	0	0
3	40,6	2269,7	100	100	99,4	73,4	28,4	3,2	0,1	0
4	32,8	2649,8	100	100	100	99,9	63,9	15,7	0	0
5	40	2612	100	99,6	91,9	81,9	61,1	30,6	6,9	0,2
6	25,6	2832,3	100	100	100	97,9	39,3	35,4	12,2	0
7	41,6	2357,3	100	100	97,3	67,3	35,4	14,8	5,1	0,8
8	26,7	2126,6	100	100	94,6	62,5	20,7	0,4	0	0
9	22,4	1513,2	100	97,3	50,6	5,3	0	0	0	0
10	27,2	1111,5	100	52,4	15,7	2,2	0	0	0	0
11	31,7	1737,8	100	99,8	81,8	16,6	2	0,2	0	0
12	40,2	2654,4	100	100	100	97,5	64,1	19,4	0,5	0
13	43,5	2064,5	100	100	90,6	50,5	18,6	2,2	0	0
14	20,6	1905,4	100	100	99,9	32,6	0,7	0	0	0
15	14,7	3188,2	100	100	100	100	92,5	58,3	26,7	9,6
16	31,3	2683,9	100	100	100	96,1	70,7	18,4	1,1	0
17	16	2114,3	100	100	88,8	57,7	21,9	4,6	0	0
18	23,7	2501,1	100	100	98,5	82,9	51,1	16,2	1,4	0
19	23,8	1927	100	92,7	77,9	45,4	16,1	3	0	0

20	26,2	1586,4	100	77,9	45,3	23,5	13,1	6	1,7	0,1
21	24,1	2099,3	100	98,7	81	54,3	28,4	7,2	0	0
22	36,3	1937,1	100	98,2	76,4	43,7	16,5	3	0	0
23	27,2	2368	100	100	97,5	72	39,6	12,6	2,2	0
24	35,7	389,3	0	0	0	0	0	0	0	0
25	25,9	3219,6	100	100	100	100	99,3	72,1	21,2	0,5
26	20,7	2066,8	100	88,6	75,1	61,1	33,7	5	0	0
27	25,9	2522	100	100	100	99,4	57,9	5,7	0	0
28	32	2372,5	100	100	100	80,6	36,8	6,2	0,3	0
29	34,6	2124,2	100	100	95,4	60,9	17,2	1,5	0	0
30	29,3	2504,9	100	100	99,6	83,3	52,4	16,4	0	0
31	16,4	2789,6	100	100	100	99,5	70,9	31,1	6,1	0
32	26,9	2618	100	100	100	96,2	58,4	17,7	1,6	0
33	18,6	2882,4	100	100	99,8	91,9	70,5	45	17,5	1,4
34	20,5	2457,8	100	100	96,1	76,8	46,6	18,2	3,5	0
35	18,6	2516,2	100	100	95,5	92,6	49,1	10,5	0,2	0
36	18,4	2875,3	100	100	92,9	73,7	59,3	47,3	33,5	16,2
37	24,5	2554	100	100	94,8	84,2	52,6	21,3	7,1	0,7
38	29,9	2139,5	100	100	95,8	60,6	18,7	1,9	0	0
39	19,8	1021,7	98,8	47,6	11,2	0,5	0	0	0	0
40	30	3164,8	100	100	100	100	99,8	65,5	15,8	0,7
41	22,9	2869,3	100	100	100	100	88,3	34,7	1	0
42	19,3	984,7	93,8	46,7	8,3	0	0	0	0	0
43	23,5	2993,7	100	100	100	100	96,3	48	6	0
44	21,7	1608,8	100	100	49,3	16,4	5,2	1,1	0	0
45	16,8	2783,5	100	100	95,8	82,3	62,8	40,7	20,1	4,7
46	20,9	2190,5	100	100	87,9	58,3	32,3	8,7	0,3	0
47	30,5	2050,7	100	100	98,4	56,9	3,8	0	0	0
48	27,1	2096,8	100	98,3	82	59,8	24,4	5,7	0,3	0
49	25,9	2155,7	100	100	91	59,6	25,8	3,5	0	0
50	19,1	2554,6	100	100	100	96,7	53,5	10,9	0	0
51	34,3	2672,6	100	100	100	94	66,2	23	1,5	0
52	23,4	1454,8	100	89,6	41,6	9,2	0	0	0	0
53	19,1	2597,8	100	100	100	99,5	58,4	12,2	0	0
54	30,2	2687,6	100	100	95,9	85,8	64,2	32,5	8,3	0,3
55	21,8	2604,8	100	100	100	85,3	50,3	23,4	8,3	2,8
56	53,8	2266,1	100	100	96,8	74,6	28,5	3,6	0	0
57	26	2675,7	100	100	100	98,5	63,1	22	1,3	0
58	26,1	3673,4	100	100	100	100	98,7	88,5	61,7	29,7
59	34,1	2624	100	100	100	99,4	62,2	12,6	0,1	0
60	22,6	2620,6	100	100	100	94,5	63,2	15,8	0,4	0
61	17,5	3296,1	100	100	100	100	100	80,1	28,1	1
62	36,9	1143,2	100	62,1	15,9	0,5	0	0	0	0
63	27,4	2417,9	100	100	100	87	39,1	7,4	0,1	0

64	41,4	2767,2	100	100	100	98,4	64,4	28,3	9,8	2,3
65	20,8	2195,1	100	100	96	60,2	28,7	4,7	0	0
66	17,1	3217,3	100	100	100	77,3	28,8	6,8	0	0
67	23	2609,5	100	100	100	97,7	57,9	16,3	0,5	0
68	34,4	2628,5	100	100	97,1	89,8	66,3	22,5	0,3	0
69	30,6	2243,4	100	100	92,6	73,4	29,8	2,9	0	0
70	31,5	2346,3	100	100	100	77,8	34,1	6,2	0,6	0
71	21	2395,4	100	100	92,2	73,8	48	14	0,5	0
72	22	3315,8	100	100	100	100	95,1	75,3	36,4	5,7
73	27,8	2646,3	100	100	98,6	92,2	60,8	24,6	2,5	0
74	32,1	2517,1	100	100	100	84,9	48,7	16,7	2,3	0
75	14,5	2598,6	100	100	100	98,5	58,4	12,8	0,4	0
76	24,6	2305,1	100	100	100	80	29,1	1,7	0	0
77	49	2403,8	100	100	95,4	70,3	40,4	18	6,2	1
78	32,7	2849,9	100	100	100	99,9	85,2	32	3,3	0
79	42,1	1861,6	100	100	67,3	33	16,3	4,7	0	0
80	23,3	2992,2	100	100	100	99,9	80	45,2	19,7	2,7
81	27,5	2635,7	100	100	100	92,8	55,8	24,8	3,6	0
82	25,9	2437,8	100	100	100	85,4	44,8	6,4	0	0
83	33,6	2292,2	100	99,1	89,3	73,8	37,1	0	0	0
84	37,5	1721,7	100	93,4	80,8	21,2	0,4	0	0	0
85	28,6	2449,4	100	100	93,6	43,9	2,7	0	0	0
86	31,1	3773,1	100	100	100	100	100	88	60,8	39,9
87	23,1	500,9	40,4	0,2	0	0	0	0	0	0
88	31,8	2281,3	100	100	100	61,5	30,3	13	1,7	0
89	31,1	2885,4	100	100	100	98,5	80,5	38,7	9	0,5
90	28,7	2958,7	100	100	100	100	84,9	42,2	13,8	0,9
91	24,6	2474,4	100	100	100	89,4	45,3	10,4	0	0
92	37,2	2120,7	100	100	98,3	62,4	15,2	0,5	0	0
93	33,5	2991,1	100	100	100	100	86,1	45,2	14,5	1,7
94	21,4	2475,2	100	100	100	82,7	42,5	15,7	4,1	0,2
95	25,1	2147	100	100	99,9	63,4	16,6	1	0	0
96	41,2	2532,1	100	100	100	91	45,9	16,1	3,6	0,3
97	25,3	1712,7	100	99,9	63,6	23,8	5,4	0,4	0	0
98	22,1	2570,9	100	100	96,8	74,9	53,8	31,1	7,6	0,1
99	25,3	4180,2	100	100	100	100	100	99,8	89,8	67,9
100	31,7	2597,9	100	100	100	94,8	55	18	2,2	0,1

7. KAYNAKLAR

1. Türkyılmaz M, Deniz EB, Ergin AK, Sevinç A, Tütüncü S, Seymen E. Türkiye kanser istatistikleri 2016. Published online 2019. https://hsgm.saglik.gov.tr/depo/birimler/kanser-db/istatistik/Trkiye_Kanser_statistikleri_2016.pdf
2. 2020 G. Globacan 2020 Cancer Incidence. https://gco.iarc.fr/today/online-analysis-multi-bars?v=2020&mode=cancer&mode_population=countries&population=900&populations=900&key=asr&sex=0&cancer=39&type=0&statistic=5&prevalence=0&population_group=0&ages_group%5B%5D=0&ages_group%5B%5D=17&nb_items=10&
3. Wan J, Liu K, Li K, Li G, Zhang Z. Can dosimetric parameters predict acute hematologic toxicity in rectal cancer patients treated with intensity-modulated pelvic radiotherapy? *Radiat Oncol*. 2015;10(1):1-7. doi:10.1186/s13014-015-0454-0
4. Park JJ, You YN, Agarwal A, et al. Neoadjuvant treatment response as an early response indicator for patients with rectal cancer. *J Clin Oncol*. 2012;30(15):1770-1776. doi:10.1200/JCO.2011.39.7901
5. Mell LK, Kochanski JD, Roeske JC, et al. Dosimetric predictors of acute hematologic toxicity in cervical cancer patients treated with concurrent cisplatin and intensity-modulated pelvic radiotherapy. *Int J Radiat Oncol Biol Phys*. 2006;66(5):1356-1365. doi:10.1016/j.ijrobp.2006.03.018
6. Krishnan J, Shetty J, Rao S, Hegde S. Dosimetric Advantage of VMAT Technique in Bone Marrow Sparing Than IMRT in Treatment of Cervical Cancer. *Int J Heal Sci Res*. 2017;7(8):102-109.
7. Bao Z, Wang D, Chen S, et al. Optimal dose limitation strategy for bone marrow sparing in intensity-modulated radiotherapy of cervical cancer. *Radiat Oncol*. 2019;14(1):1-10. doi:10.1186/s13014-019-1324-y
8. Liang Y, Bydder M, Yashar CM, et al. Prospective study of functional bone marrow-sparing intensity modulated radiation therapy with concurrent

- chemotherapy for pelvic malignancies. *Int J Radiat Oncol Biol Phys.* 2013;85(2):406-414. doi:10.1016/j.ijrobp.2012.04.044
9. Murakami N, Okamoto H, Kasamatsu T, et al. A dosimetric analysis of intensity-modulated radiation therapy with bone marrow sparing for cervical cancer. *Anticancer Res.* 2014;34(9):5091-5098.
 10. Net C. Cancer net risk factors and prevention. Published 2020. <https://www.cancer.net/cancer-types/colorectal-cancer/risk-factors-and-prevention>
 11. Wahyuni DS. No Title. SELL Journal. Published 2020. <https://www.cancer.net/cancer-types/colorectal-cancer/diagnosis>
 12. Omidvari S, Hamed SH, Mohammadianpanah M, et al. Comparison of abdominoperineal resection and low anterior resection in lower and middle rectal cancer. *J Egypt Natl Canc Inst.* 2013;25(3):151-160. doi:10.1016/j.jnci.2013.06.001
 13. Breugom AJ, Van Gijn W, Muller EW, et al. Adjuvant chemotherapy for rectal cancer patients treated with preoperative (chemo)radiotherapy and total mesorectal excision: A Dutch Colorectal Cancer Group (DCCG) randomized phase III trial. *Ann Oncol.* 2015;26(4):696-701. doi:10.1093/annonc/mdu560
 14. Chan T, Smith RK. History of neoadjuvant therapy for rectal cancer. *Semin Colon Rectal Surg.* 2019;30(2):58-62. doi:10.1053/j.scrs.2019.04.003
 15. Feeney G, Sehgal R, Sheehan M, et al. Neoadjuvant radiotherapy for rectal cancer management. *World J Gastroenterol.* 2019;25(33):4850-4869. doi:10.3748/wjg.v25.i33.4850
 16. Lancet T. This is a repository copy of Long-term outcomes of clinical complete responders after neoadjuvant treatment for rectal cancer in the International Watch & Wait Database (IWWD): an international multicentre registry study . White Rose Research Online URL. Published online 2018.
 17. Kiliç D, Demircioğlu F. Radiotherapy planning at rectal cancer. *Turk Onkol Derg.* 2013;28(2):91-99. doi:10.5505/tjoncol.2013.950
 18. Erlandsson J, Holm T, Pettersson D, et al. Optimal fractionation of preoperative

- radiotherapy and timing to surgery for rectal cancer (Stockholm III): a multicentre, randomised, non-blinded, phase 3, non-inferiority trial. *Lancet Oncol.* 2017;18(3):336-346. doi:10.1016/S1470-2045(17)30086-4
19. Webb S. The physical basis of IMRT and inverse planning. *Br J Radiol.* 2003;76(910):678-689. doi:10.1259/bjr/65676879
 20. Samuelian JM, Callister MD, Ashman JB, Young-Fadok TM, Borad MJ, Gunderson LL. Reduced acute bowel toxicity in patients treated with intensity-modulated radiotherapy for rectal cancer. *Int J Radiat Oncol Biol Phys.* 2012;82(5):1981-1987. doi:10.1016/j.ijrobp.2011.01.051
 21. Taylor A, Powell MEB. Intensity-modulated radiotherapy - What is it? *Cancer Imaging.* 2004;4(2):68-73. doi:10.1102/1470-7330.2004.0003
 22. Zhao J, Hu W, Cai G, Wang J, Xie J, Peng J. Dosimetric comparisons of VMAT , IMRT and 3DCRT for locally advanced rectal cancer with simultaneous integrated boost. 2015;7(5):1-7.
 23. Patel SA, Wo JY, Hong TS. Advancing Techniques of Radiation Therapy for Rectal Cancer. *Semin Radiat Oncol.* 2016;26(3):220-225. doi:10.1016/j.semradonc.2016.02.005
 24. Zhao J, Hu W, Cai G, et al. Dosimetric comparisons of VMAT, IMRT and 3DCRT for locally advanced rectal cancer with simultaneous integrated boost. *Oncotarget.* 2016;7(5):6345-6351. doi:10.18632/oncotarget.6401
 25. Cilla S, Caravatta L, Picardi V, et al. Volumetric Modulated Arc Therapy with Simultaneous Integrated Boost for Locally Advanced Rectal Cancer. *Clin Oncol.* 2012;24(4):261-268. doi:10.1016/j.clon.2011.07.001
 26. Net C. Cancer net diagnosis.
 27. Journal of the ICRU. *Int J Radioact Mater Transp.* 2003;14(1):5-5. doi:10.1179/rmt.2003.14.1.5
 28. Feuvret L, Noël G, Mazeron JJ, Bey P. Conformity index: A review. *Int J Radiat Oncol Biol Phys.* 2006;64(2):333-342. doi:10.1016/j.ijrobp.2005.09.028
 29. Ferlay J, Colombet M, Soerjomataram I, et al. Estimating the global cancer incidence and mortality in 2018: GLOBOCAN sources and methods. *Int J*

- Cancer*. 2019;144(8):1941-1953. doi:10.1002/ijc.31937
30. Newman NB, Sidhu MK, Baby R, et al. Long-Term Bone Marrow Suppression during Postoperative Chemotherapy in Rectal Cancer Patients after Preoperative Chemoradiation Therapy. *Int J Radiat Oncol Biol Phys*. 2016;94(5):1052-1060. doi:10.1016/j.ijrobp.2015.12.374
 31. Li N, Liu X, Zhai F, et al. Association between dose-volume parameters and acute bone marrow suppression in rectal cancer patients treated with concurrent chemoradiotherapy. *Oncotarget*. 2017;8(54):92904-92913. doi:10.18632/oncotarget.21646
 32. Yang TJ, Oh JH, Apte A, Son CH, Deasy JO, Goodman KA. Clinical and dosimetric predictors of acute hematologic toxicity in rectal cancer patients undergoing chemoradiotherapy. *Radiother Oncol*. 2014;113(1):29-34. doi:10.1016/j.radonc.2014.09.002
 33. Jianyang W, Yuan T, Yuan T, et al. A prospective phase II study of magnetic resonance imaging guided hematopoietical bone marrow-sparing intensity-modulated radiotherapy with concurrent chemotherapy for rectal cancer. *Radiol Medica*. 2016;121(4):308-314. doi:10.1007/s11547-015-0605-2
 34. Li N, Noticewala SS, Williamson CW, et al. Feasibility of atlas-based active bone marrow sparing intensity modulated radiation therapy for cervical cancer. *Radiother Oncol*. 2017;123(2):325-330. doi:10.1016/j.radonc.2017.02.017
 35. Shang J, Kong W, Wang Y, Ding Z, Yan G, Zhe H. VMAT planning study in rectal cancer patients. Published online 2014:1-7.
 36. Liu L, Wang H, Yang R, Wang J. Dosimetric comparison of fixed-field intensity-modulated radiotherapy and volumetric-modulated arc radiotherapy for preoperative rectal cancer. *Precis Radiat Oncol*. 2018;2(2):39-43. doi:10.1002/pro6.41
 37. Temelli O, Demirtas M, Ugurlu BT, Bag HG. Integral dose and dosimetric comparison of neoadjuvant simultaneous integrated boost (SIB) radiotherapy technique for rectal cancer using intensity-modulated radiotherapy (IMRT), volumetric modulated arc therapy (VMAT), and helical tomotherapy (HT). *UHOD - Uluslararası Hematol Derg*. 2019;29(3):147-156.

doi:10.4999/uhod.193839

38. Vinet L, Zhedanov A. Dosimetric comparison between VMAT and 7 fields IMRT in preoperative hypofractionated radiotherapy for rectal cancer. *J Phys A Math Theor*. 2011;44(8):1689-1699. doi:10.1088/1751-8113/44/8/085201
39. Kuncman Ł, Stawiski K, Masłowski M, Kucharz J, Fijuth J. Dose–volume parameters of MRI-based active bone marrow predict hematologic toxicity of chemoradiotherapy for rectal cancer. *Strahlentherapie und Onkol*. 2020;196(11):998-1005. doi:10.1007/s00066-020-01659-z



İNTİHAL RAPORU İLK SAYFASI

UZUN DÖNEM REKTUM KANSERİ RADYOTERAPİSİNDE KEMİK İLİĞİ DOZLARININ FARKLI TEDAVİ TEKNİKLERİYLE KARŞILAŞTIRILMASI

ORJİNALLIK RAPORU

% 5	% 4	% 2	% 2
BENZERLİK ENDEKSİ	İNTERNET KAYNAKLARI	YAYINLAR	ÖĞRENCİ ÖDEVLERİ

BİRİNCİL KAYNAKLAR

1	Submitted to Istanbul University Öğrenci Ödevi	% 1
2	nek.istanbul.edu.tr:4444 İnternet Kaynağı	% 1
3	Jeffrey P. Gross, Connor M. Lynch, Anne Marie Flores, Sumanas W. Jordan et al. "Determining the Organ at Risk for Lymphedema After Regional Nodal Irradiation in Breast Cancer", International Journal of Radiation Oncology*Biophysics, 2019 Yayın	<% 1
4	repository.ubn.ru.nl İnternet Kaynağı	<% 1
5	www.tkrcd.com İnternet Kaynağı	<% 1
6	Submitted to Queen Mary and Westfield College Öğrenci Ödevi	<% 1