



T.C.
ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
RADYASYON ONKOLOJİSİ
ANABİLİM DALI



**TORAKS YERLEŞİMLİ ÖZOFAGUS KANSERİ TANILI
OLGULARDA RETROSPEKTİF OLARAK 3 FARKLI
RADYOTERAPİ TEKNİĞİNİN DOZİMETRİK İNCELENMESİ**

HABİBE ALTAŞ

(YÜKSEK LİSANS TEZİ)

BURSA-2018

HABİBE ALTAŞ

RADYASYON ONKOLOJİSİ ANABİLİM DALI YÜKSEK LİSANS TEZİ

2018



T.C.
ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ
ENSTİTÜSÜ
RADYASYON ONKOLOJİSİ
ANABİLİM DALI



**TORAKS YERLEŞİMLİ ÖZOFAGUS KANSERİ TANILI OLGULARDA
RETROSPEKTİF OLARAK 3 FARKLI RADYOTERAPİ TEKNİĞİNİN
DOZİMETRİK İNCELENMESİ**

HABİBE ALTAŞ

(YÜKSEK LİSANS TEZİ)

**DANIŞMAN:
Doç.Dr. MERAL KURT**

BURSA-2018

T.C.
ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ETİK BEYANI

Yüksek Lisans olarak sunduğum "Toraks Yerleşimli Özofagus Kanseri Tanılı Olgularda Retrospektif Olarak 3 Farklı Radyoterapi Tekniğinin Dozimetrik İncelenmesi" adlı çalışmamın, proje safhasından sonuçlanmasına kadar geçen bütün süreçlerde bilimsel etik kurallarına uygun bir şekilde hazırlandığını ve yararlandığım eserlerin kaynaklar bölümünde gösterilenlerden oluştuğunu belirtir ve beyan ederim.

Habibe ALTAŞ




Tarih, ve İmza



10.08.2018

SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜ'NE

Radyasyon Onkolojisi Anabilim Dalı Yüksek Lisans öğrencisi Habibe ALTAŞ tarafından hazırlanan Toraks Yerleşimli Özofagus Kanseri Tanılı Olgularda Retrospektif Olarak 3 Farklı Radyoterapi Tekniğinin Dozimetrik İncelenmesi konulu Yüksek Lisans tezi 10/08/2018 günü, 11:00-12:00 saatleri arasında yapılan tez savunma sınavında jüri tarafından oy birliği/oy çokluğu ile kabul edilmiştir.

	<u>Adı-Soyadı</u>	<u>İmza</u>
Tez Danışmanı	Doç.Dr. Meral KURT	
Üye	Doç.Dr. Candan DEMİRÖZ ABAKAY	
Üye	Prof. Dr. Hasan Murat ÇALOĞLU	
Üye		
Üye		

Bu tez Enstitü Yönetim Kurulu'nun tarih ve sayılı toplantısında alınan numaralı kararı ile kabul edilmiştir.

Prof.Dr. Ali AYDOĞDU
Enstitü Müdürü

TEZ KONTROL ve BEYAN FORMU

10/08/2018

Adı Soyadı: Habibe ALTAŞ

Anabilim Dalı: Radyasyon Onkolojisi

Tez Konusu: Toraks Yerleşimli Özofagus Kanseri Tanili Olgularda Retrospektif Olarak 3 Farklı Radyoterapi Tekniğinin Dozimetrik İncelenmesi

<u>ÖZELLİKLER</u>	<u>UYGUNDUR</u>	<u>UYGUN DEĞİLDİR</u>	<u>ACIKLAMA</u>
Tezin Boyutları	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Dış Kapak Sayfası	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
İç Kapak Sayfası	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Kabul Onay Sayfası	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Sayfa Düzeni	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
İçindekiler Sayfası	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Yazı Karakteri	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Satır Aralıkları	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Başlıklar	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Sayfa Numaraları	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Eklerin Yerleştirilmesi	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Tabloların Yerleştirilmesi	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Kaynaklar	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

DANIŞMAN ONAYI

Unvanı Adı Soyadı: Doç. Dr. Meral KURT

İmza:



...

İÇİNDEKİLER

Dış Kapak

İç Kapak

ETİK BEYANI Hata! Yer işareti tanımlanmamış.

SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜ'NE Hata! Yer işareti tanımlanmamış.

TEZ KONTROL ve BEYAN FORMU Hata! Yer işareti tanımlanmamış.

İÇİNDEKİLER V

TÜRKÇE ÖZET IX

İNGİLİZCE ÖZET X

1. GİRİŞ 1

2. GENEL BİLGİLER 3

2.1. Özofagus Anatomisi ve Fizyolojisi 3

2.2. Özofagus Kanseri 5

2.2.1. Etiyoloji 5

2.2.2. Epidemiyoloji ve İnsidans 5

2.2.3. Patoloji 6

2.2.4. Tanı ve Yayılım Yolları 7

2.2.5. Evreleme 8

2.3. Özofagus Kanserinde Tedavi Yöntemleri 8

2.4. Özofagus Kanserinde Radyoterapi Tedavisi 9

2.5. Radyoterapide Hacim Tanımlamaları 10

2.5.1. Görüntülenebilir Tümör Hacmi (GTV) 10

2.5.2. Klinik Hedef Hacim (CTV) 11

2.5.3 Dahili Hedef Hacim (ITV) 11

2.5.4. Planlanan Hedef Hacim (PTV) 11

2.5.5. Planlanan Riskli Organ Hacmi (PRV) 11

2.5.6. Tedavi Hacmi (TV) 11

2.5.7. Işınlanan Hacim (IV) 11

2.6. Radyoterapi 12

2.6.1. Lineer Hızlandırıcılar 13

2.6.2. Radyoterapi Teknikleri 18

2.6.2.1. Üç Boyutlu Konformal Radyoterapi (3BKRT) 18

2.6.2.2. Yoğunluk Ayarlı Radyoterapi (YART ve/veya IMRT) 18

2.6.2.3. Hacimsel Ayarlı Ark Terapi (VMAT) 19

2.7. Tedavi Planlama Sistemi.....	19
2.8. Tedavi Karşılaştırma Parametreleri	20
3. GEREÇ VE YÖNTEM.....	22
3.1. Gereç.....	22
3.1.1. Siemens Somatom Emotion Duo BT-Simülatör Ünitesi.....	22
3.1.2. Elekta XIO 5.10 3 Boyutlu Tedavi Planlama Sistemi.....	23
3.1.3. Monaco 5.1 Tedavi Planlama Sistemi	23
3.1.4. Tomoterapi Tedavi Planlama Sistemi.....	23
3.1.5. SPSS Veri Analiz Programı	24
3.2 Yöntem	24
3.2.1. 3BKRT Planlarının Oluşturulması	25
3.2.2. YART Planlarının Oluşturulması	26
3.2.3. VMAT Planlarının Oluşturulması	28
3.2.4. HİBRİT Planlarının Oluşturulması.....	29
3.2.5. Tomoterapi Planlarının Oluşturulması	30
3.2.6. İstatistiksel Analiz.....	31
4. BULGULAR.....	32
4.1. Hedef Hacimler (PTV54, PTV50,4, PTV45)	32
4.1.1. PTV54 için Elde Edilen Veriler	32
4.1.1.1. PTV54 için D_2 Verileri ve İstatistiksel Sonuçları	32
4.1.1.2. PTV54 için D_5 Verileri ve İstatistiksel Sonuçları	34
4.1.1.3. PTV54 için D_{mean} Verileri ve İstatistiksel Sonuçları	35
4.1.1.4. PTV54 için D_{95} Verileri ve İstatistiksel Sonuçları.....	37
4.1.1.5. PTV54 için D_{98} Verileri ve İstatistiksel Sonuçları.....	38
4.1.1.6. PTV54 için CI Verileri ve İstatistiksel Sonuçları.....	40
4.1.1.7. PTV54 için HI Verileri ve İstatistiksel Sonuçları.....	41
4.1.2. PTV50,4 için Elde Edilen Veriler	43
4.1.2.1. PTV50,4 için D_2 Verileri ve İstatistiksel Sonuçları	43
4.1.2.2. PTV50,4 için D_5 Verileri ve İstatistiksel Sonuçları	44
4.1.2.3. PTV50,4 için D_{mean} Verileri ve İstatistiksel Sonuçları	46
4.1.2.4. PTV50,4 için D_{95} Verileri ve İstatistiksel Sonuçları.....	47
4.1.2.5. PTV50,4 için D_{98} Verileri ve İstatistiksel Sonuçları.....	49
4.1.2.6. PTV50,4 için CI Verileri ve İstatistiksel Sonuçları.....	50
4.1.2.7. PTV50,4 için HI Verileri ve İstatistiksel Sonuçları.....	52
4.1.3. PTV45 için Elde Edilen Veriler	53
4.1.3.1. PTV45 için D_2 Verileri ve İstatistiksel Sonuçları	53
4.1.3.2. PTV45 için D_5 Verileri ve İstatistiksel Sonuçları	54
4.1.3.3. PTV45 için D_{mean} Verileri ve İstatistiksel Sonuçları	56

4.1.3.4. PTV45 için D_{95} Verileri ve İstatistiksel Sonuçları.....	57
4.1.3.5. PTV45 için D_{98} Verileri ve İstatistiksel Sonuçları.....	59
4.1.3.6. PTV45 için CI Verileri ve İstatistiksel Sonuçları.....	60
4.1.3.7. PTV45 için HI Verileri ve İstatistiksel Sonuçları.....	62
4.2. Kritik Organlar (Akciğer, Kalp, Spinal Cord, Karaciğer, Böbrek, Parotis).64	
4.2.1. Akciğer İçin Elde Edilen Veriler	64
4.2.1.1. Total Akciğer için V_5 Verileri ve İstatistiksel Sonuçları.....	64
4.2.1.2. Total Akciğer için V_{10} Verileri ve İstatistiksel Sonuçları	66
4.2.1.3. Total Akciğer için V_{20} Verileri ve İstatistiksel Sonuçları.....	68
4.2.1.5. Total Akciğer için D_{max} Verileri ve İstatistiksel Sonuçları.....	70
4.2.1.6. Total Akciğer için D_{mean} Verileri ve İstatistiksel Sonuçları.....	72
4.2.2. Karaciğer İçin Elde Edilen Veriler	74
4.2.2.1. Karaciğer için V_{30} Verileri ve İstatistiksel Sonuçları.....	74
4.2.2.2. Karaciğer için D_{max} Verileri ve İstatistiksel Sonuçları	76
4.2.2.3. Karaciğer için D_{mesan} Verileri ve İstatistiksel Sonuçları	78
4.2.3. Kalp İçin Elde Edilen Veriler	80
4.2.3.1. Kalp İçin V_{30} Verileri ve İstatistiksel Sonuçları.....	80
4.2.3.2. Kalp İçin V_{40} Verileri ve İstatistiksel Sonuçları.....	81
4.2.3.3. Kalp İçin D_{max} Verileri ve İstatistiksel Sonuçları.....	83
4.2.3.4. Kalp İçin D_{mean} Verileri ve İstatistiksel Sonuçları	85
4.2.4. Sağ Böbrek İçin Elde Edilen Veriler.....	87
4.2.4.1. Sağ Böbrek İçin V_{20} Verileri ve İstatistiksel Sonuçları.....	87
4.2.4.2. Sağ Böbrek İçin D_{max} Verileri ve İstatistiksel Sonuçları.....	88
4.2.4.3. Sağ Böbrek İçin D_{mean} Verileri ve İstatistiksel Sonuçları	90
4.2.5. Sol Böbrek İçin Elde Edilen Veriler.....	92
4.2.5.1. Sol Böbrek İçin V_{20} Verileri ve İstatistiksel Sonuçları.....	92
4.2.5.2. Sol Böbrek İçin D_{max} Verileri ve İstatistiksel Sonuçları.....	93
4.2.5.3. Sol Böbrek İçin D_{mean} Verileri ve İstatistiksel Sonuçları	95
4.2.6. Spinal Cord İçin Elde Edilen Veriler	97
4.2.6.1. Spinal Cord için V_{45} Verileri ve İstatistiksel Sonuçları	97
4.2.6.2. Spinal Cord için V_{50} Verileri ve İstatistiksel Sonuçları	98
4.2.6.3. Spinal Cord için D_{max} Verileri ve İstatistiksel Sonuçları	100
4.2.7. Sağlıklı Doku İçin Elde Edilen Veriler	102
4.2.7.1. Sağlıklı Doku İçin V_5 Verileri ve İstatistiksel Sonuçları.....	102
4.2.7.2. Sağlıklı Doku İçin V_{10} Verileri ve İstatistiksel Sonuçları.....	103
4.2.7.3. Sağlıklı Doku İçin V_{20} Verileri ve İstatistiksel Sonuçları.....	105
4.2.7.4. Sağlıklı Doku İçin D_{max} Verileri ve İstatistiksel Sonuçları	107
4.2.7.5. Sağlıklı Doku İçin D_{95} Verileri ve İstatistiksel Sonuçları.....	108

4.2.8. MU değerleri İçin Elde Edilen Veriler.....	110
5. TARTIŞMA VE SONUÇ.....	113
6. KAYNAKLAR	125
7. SİMGELEER VE KISALTMALAR	134
8. EKLER.....	136
9. TEŞEKKÜR	139
10. ÖZGEÇMİŞ.....	140



TÜRKÇE ÖZET

Bu çalışmanın amacı, torasik özofagus kanserleri için üç boyutlu konformal radyoterapi (3BKRT), yoğunluk ayarlı radyoterapi (YART), hacimsel ayarlı ark terapi (VMAT), 3BKRT ve VMAT kombinasyonundan oluşan HİBRİT tedavi ve helikal tomoterapi (HT) tekniklerini dozimetrik olarak karşılaştırmaktır. Ayrıca 5 tedavi yöntemini hedef hacim, konformite indeksi (CI), homojenite indeksi (HI), riskli organlar ve monitor değeri (MU) açısından değerlendirmektedir.

Toraks yerleşimli özofagus kanseri tanısı konulmuş ve Uludağ Üniversitesi Tıp Fakültesi Hastanesi'nde küratif radyoterapi tedavisi almış 10 hastaya ait dosyalar taranarak; hastalara ait planlama amacıyla çekilmiş bilgisayarlı tomografi (BT) verileri arşivden çekilip CMS XIO ve Monaco Tedavi Planlama Sistemine (TPS) aktarılmıştır. Retrospektif tedavi planlaması için gerekli olan hedef hacim (GTV54, CTV50,4 ve CTV45) ve kritik organların (total akciğer, kalp, spinal cord, karaciğer, sağ-sol böbrek) yerleri konturlanmıştır. Hastaların tedavi edilen planları üzerine hiçbir değişiklik yapılmadan, sanal ortamda 5 farklı yöntem ile simülasyon tedavi planları oluşturulmuştur.

Yapılan çalışma sonucunda tüm tedavi planları klinik açıdan kabul edilebilir bulunmuş ancak bazı kritik organ dozları açısından her teknik diğerlerine göre farklı sonuç vermiştir. Akciğer korunması açısından HİBRİT ve 3BKRT tekniği üstünlük gösterirken HT tekniği diğer kritik organlar için en optimal değeri vermesine rağmen akciğerde düşük doz saçılması konusunda beklenen korumayı sağlayamamıştır. VMAT tekniği ise CI, HI ve kritik organ dozları gibi parametreler için yeterli korumayı sağlamakla birlikte en düşük MU değerlerinin görüldüğü teknik olmuştur. YART tekniğinde ise istenilen sınır değerler sağlanabilmiştir.

Anahtar Kelimeler: 3BKRT, YART, VMAT, HİBRİT, HT

İNGİLİZCE ÖZET

Dosimetric Investigation of 3 Different Radiotherapy Techniques In Retrospectively With Located In Thoracic Esophageal Cancer Patients

The aim of this study for thoracic esophagus cancers was to compare dosimetrically three dimensional conformal radiotherapy (3BKRT), intensity modulated arc therapy (YART), volumetric modulated arc therapy (VMAT), HYBRID treatment that combining of 3BKRT and VMAT and helical tomotherapy (HT) techniques. In addition, 5 treatment modalities were evaluated in terms of target volume, conformity index (CI), homogeneity index (HI), critical organs and monitor unit (MU).

10 patients' Computer Tomography images were taken from archive files were transferred to CMS XIO and Monaco treatment planning system (TPS) where treated curative radiotherapy in Uludağ University Medical Faculty Hospital for Esophageal cancer which is located in thoracic diagnosed. The target volume (GTV54, CTV50,4 and CTV45) and the critical organs (total lung, heart, spinal cord, liver, right-left kidney) are contoured for retrospective treatment planning. Simulation treatment plans were created in virtual environment with 5 different methods without any changes on the treated plans of the patients'.

As a result of study, all treatment plans were found clinically acceptable but in terms of some critical organ doses, each technique gave different result compared to others. HIBRIT and 3BCRT techniques were demonstrated superior in terms of lung protection, HT technique did not provide the desired protection against low dose scattering in the lung, although it gave the most optimal value for other critical organs. The VMAT technique, the lowest MU values were observed, while providing adequate protection for parameters such as CI, HI and critical organ doses. In YART technique, expected limit values were obtained.

Key Words: 3DCRT, YART, VMAT, HYBRID, HT

1. GİRİŞ

Özofagus kanserleri, özofagogastrik bileşke tümörleri ve mide kanserleri ile birlikte üst gastrointestinal sistem tümörlerini oluşturur; insidansı ve mortalitesi yüksek olan bir malignitedir. Dünya genelinde önemli bir sağlık problemi olup, görülme sıklığı belirgin coğrafi değişkenlik gösterir. Kadınlara nazaran erkeklerde daha sık görülen bir kanser olup sıklık bakımında dünyada 6. sırada, kansere bağlı ölümlerde ise 4. sırada yer almaktadır (Jemal ve ark., 2011). Amerika SEER 2017 kanser verileri, tüm kanserlerin %1'ini oluşturan 16940 yeni özofagus hasta tanısının konulduğunu ve özofagus kanserinin tüm kanser ölümleri arasında 15690 vaka ile % 2,6'sını oluşturduğunu göstermektedir. 5 yıllık sağ-kalım oranının 2007-2013 yılları arasında %18,8 olduğu kaydedilmiştir (Howlader ve ark., 2017). Bu veriler hastalığın tanı anında ne kadar ilerlemiş olabileceğini göstermektedir (Siegel ve ark., 2013). Ülkemizde, özellikle Van yöresinde mide kanseri ile birlikte ilk sıralardaki kanserler arasında yer almaktadır (Alıcı ve ark., 2006).

Özofagus kanserleri çoğunlukla tanı sırasında lokal ileri evrede olmaları nedeni ile tedavisi zor kanserlerdir. Temel tedavi şekli olan cerrahi tedavi sonrasında görülen yüksek lokal ve sistemik nüks oranları ile düşük sağ kalım süreleri, tek başına cerrahinin lokal ileri evre tümörlerde yeterli olmadığını göstermiştir (Nart ve ark., 2014; Adaş ve ark., 2012).

Özofagus kanserleri tedavisi için tek başına radyoterapinin etkinliğini gösteren çalışmalar mevcut olup; bu çalışmalardaki hastalar genellikle lokal ileri evre ve cerrahiye uygun olmayan hastalardır. Tedavi yöntemleri konvansiyonel radyoterapi olan bu hastalar için 5 yıllık sağ kalım oranı %0-10 olarak bildirilmiştir. Post-operatif veya pre-operatif olarak tek başına radyoterapi uygulanmasının faydası sınırlıdır (Okawa ve

ark., 1989; Sun DR., 1989). Tek başına uygulanan tedavi yaklaşımları kötü sonuçlar verdiği için konbine tedaviler ön plana çıkmıştır (Kleinberg ve ark. 2007). Lokal ileri evre hastalar için preoperatif kemoradyoterapi ile tek başına kemoterapiye göre, tam patolojik cevap oranı %28 ve %4 olarak belirtilmiş ve bununla birlikte 3 yıllık sağ kalımın %48 ve %29 oranı ile daha üstün olduğu gösterilmiştir (Swisher ve ark., 2010).

Özofagus kanserinde radyoterapi için literatüre bakıldığında küratif tedavi yaklaşımı doz aralığı 45-60 Gy olarak belirtilmiştir (Çetin ve ark., 2012).

Bu tez çalışmasında 10 torasik özofagus kanseri tanılı hastanın lenf nodları alanlarına ve tümör yerleşimine 45-54 Gy hedef dozları tanımlanarak 3 boyutlu konformal radyoterapi (3BKRT), yoğunluk ayarlı radyoterapi (YART), hacimsel ayarlı ark terapi (VMAT), 3BKRT ve VMAT tekniklerinin kombinasyonundan oluşan HİBRİT tedavi tekniği ve helikal tomoterapi (HT) tekniklerinin sanal planları yapılıp, PTV hacimlerinin %98'inin, verilen dozun en az %98'i alması ve bununla birlikte sağlıklı dokuların da olabildiğince koruması amaçlanmıştır. Sadece 3BKRT tekniği için bu koşu, %95'lik hacmin dozun %95'i alması kabul edilmiştir. Akciğer, kalp, spinal cord, karaciğer, ve böbrekler gibi riskli organların aldığı radyasyon dozları karşılaştırılıp, tedavi için en iyi tekniğin belirlenmesi amaçlanmıştır.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Özofagus Anatomisi ve Fizyolojisi

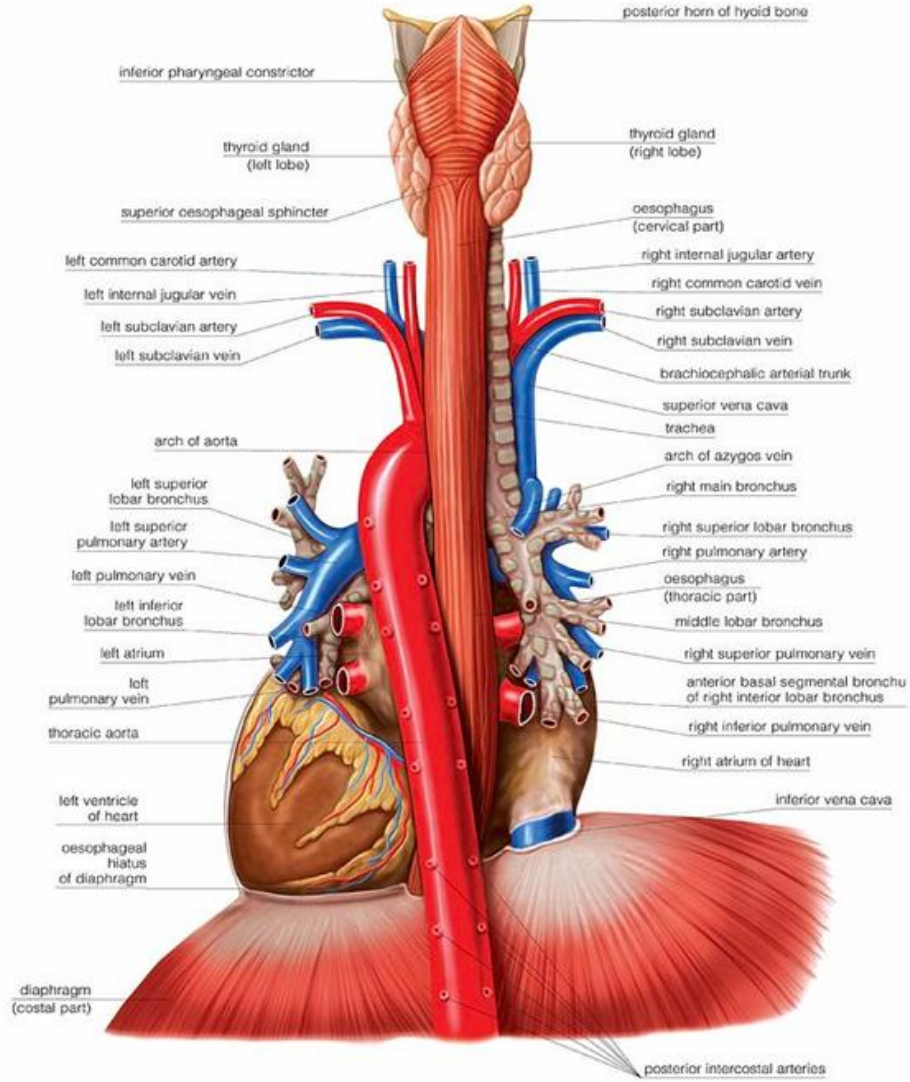
Özofagus, farinks ile mide arasında yer alan ortalama uzunluğu 25-33 cm arasında olan müsküler yapıda bir kanaldır. Cartilago cricoidea alt kenarı hizasında hiatus oesophageus'tan geçip T11 vertebra hizasında midenin pars cardiaca'sında sonlanır. Bu mesafe endoskopta ölçüldüğünde erkeklerde ortalama 40 cm, kadınlarda ise 37 cm'dir.

Yapı olarak; dıştan içe doğru 4 tabakadan oluşur. En dışta sindirim sisteminin diğer kısımlarından farklı olarak ince bir fibröz tabaka bulunur, serozası yoktur. 2. tabaka mskleridir. Kas tabakası dışta longitudinal, ite sirküler-eliptik ve spiral liflerden yapılmıştır. Özofagusun ¼ st kısmı çizgili, ikinci ¼' kısmen çizgisiz, alt 1/2 'lik kısmı ise düz kaslardan oluşmuştur. 3. tabaka submukozadır. Burada dolaşım sistemine ait damarlar bulunur. En ite ise özofagusun alt ucu hariç çok katlı epitelle dşeli mukoza bulunur.

Özofagus dışlerden itibaren 3 kısıma ayrılır.

1. Servikal zofagus: 6. Servikal vertebra ile 1-2. torakal vertebralar arasındaki kısım yaklaşık 5 cm uzunluğundadır.
2. Torakal (mediastinal) zofagus: 1-2. Torakal vertebralardan başlar ve diafragmada özofageal hiatusa kadar uzanır ve 20 cm uzunluğundadır.
3. Abdominal zofagus: hiatustan kardiyaya kadar uzanan 2-5 cm'lik kısımdır.

Özofagus lümeninde  yerde krikoid kartilajın, sol ana bronşu çaprazladığı ve diafragmadan geçtiği bölgede darlıklar oluşur. Krikofaringeal darlık; farinksle bağlantı yaptığı yer ve 1,5 cm darlığında, bronkoartik darlık; arkus aorta ve sol ana bronşun özofagusu çaprazladığı yerdir ve 1,6 cm çapındadır, diafragmatik darlık; diafragmada, özofageal hiatustan geçtiği yerdir ve 1,6-1,9 cm çapındadır.



Şekil 1: Özofagus anatomisi (esophagus And Mediastinal Tract is a photograph by Asklepios Medical Atlas which was uploaded on July 27th, 2016.)

Özofagusun başlıca iki görevi yutulan gıdaların mideye ulaşmasını sağlamak ve mide ve/veya bağırsak içeriğinin özofagus içine doğru geriye reflüsüne engel olmaktır. Bu fonksiyonların gerçekleşmesi için gerekli olan üç fonksiyon, yutma, özofagusun peristaltik aktivitesi ve alt özofagus sfinkterinin fonksiyonudur.

2.2. Özofagus Kanseri

2.2.1. Etiyoloji

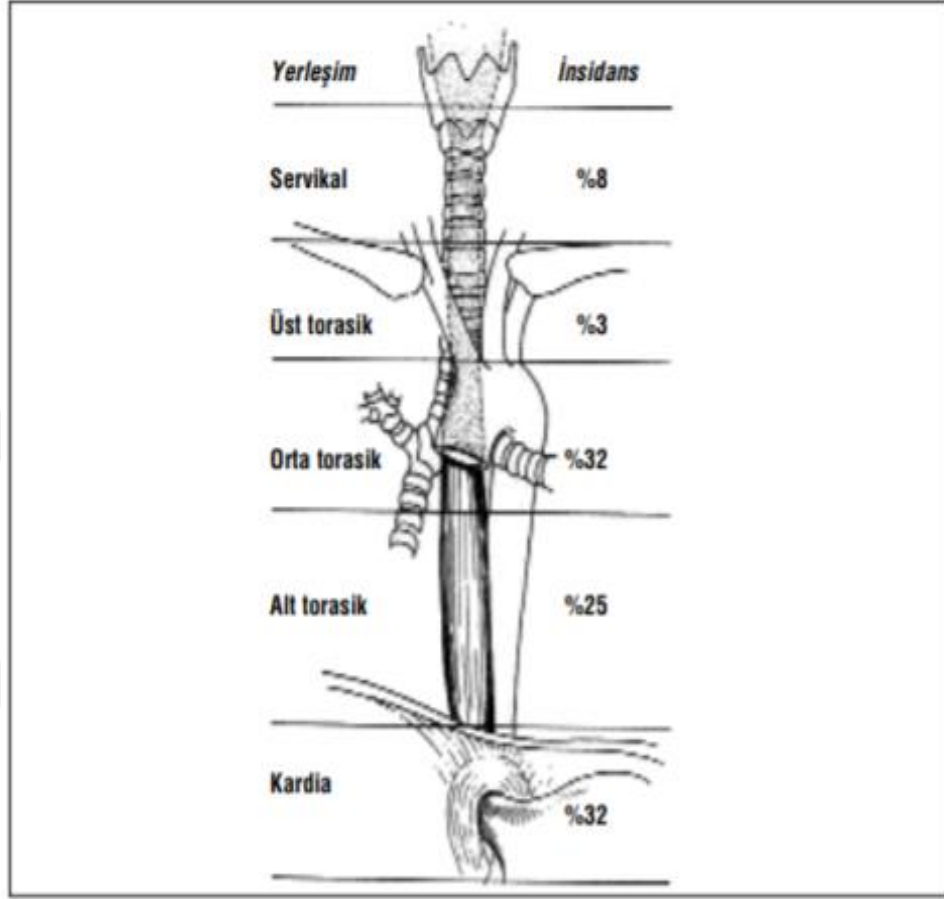
Hastalığın insidansındaki bölgesel farklılıklarda lokal çevresel ve gıdasal karsinojenler rol oynar. Skuamoz hücreli kanserin (SCC) etyolojisinde: fazla miktarda tütün ve alkol kullanımı, N-nitrosaminler, çinko ve molibden gibi mineral eksiklikleri, akalazyza, avuç içinin ve ayak tabanının hiperkeratozisi ile karakterize olan olan tylosis, kostik darlıklar, çöliak hastalığı, Plummer-Winsen sendromu ve insan papilloma virüsü rol oynar. SCC kanserler sosyoekonomik düzeyi düşük kesimde daha sık görülür. Sigara içenlerde 10-15 kat daha fazla görülmekte ve bununla birlikte alkol alımı mevcut ise sinerjik etki oluşturmakta ve bu oran 100 kata kadar çıkabilmektedir (Vioque ve ark., 2008).

Özofagus adenokarsinomunun (AC) risk faktörleri ise gastroözofageal reflü ve Barret özofagusu varlığıdır. Barret özofaguslu olgularda kanser riski normal popülasyona oranla 30-40 kez artmıştır. Her bir yıl sonunda 100 Barret özofaguslu hastadan birinde kanser gelişir (Peters ve ark., 1999).

2.2.2. Epidemiyoloji ve İnsidans

Özofagus kanserleri, tüm kanser türlerinin %1'ini, gastrointestinal kanserlerin ise %7'sini oluşturur (Hawladler ve ark., 2017). Sık görülmemesine rağmen mortalitesinin yüksek olması sebebiyle kansere bağlı ölümlerde 6. Sırada yer alır. İleri yaşlarda ve erkeklerde daha sık görülür (erkek/kadın: 3/1) ve hastaların çoğu tanı konulduğunda ileri evrededir ve 5 yıllık sağ kalım oranı %5-10 civarındadır (Gültekin ve ark., 2014).

Özofagus kanseri coğrafi bölgelere göre çok farklı oranlarda görülebilmektedir. (Çin, Japonya, Kore, Hindistan, Singapur, Güney Afrika, Rusya, Türkmenistan ve İran; dünyada en sık görülen ülkeler arasındadır. Ülkemizde ise Doğu Anadolu'da İpek Yolu olarak adlandırılan antik yol üzerindeki Erzurum, Van, Ağrı, Kars, Gümüşhane, Muş, Hakkari, Artvin, Erzincan, ve Bitlis illerinde daha sık görülür (Taslak, 2013).



Şekil 2: Özofagus ve cardia tümörlerinin yerleşim yerine göre insidansları (Özçelik, 2001)

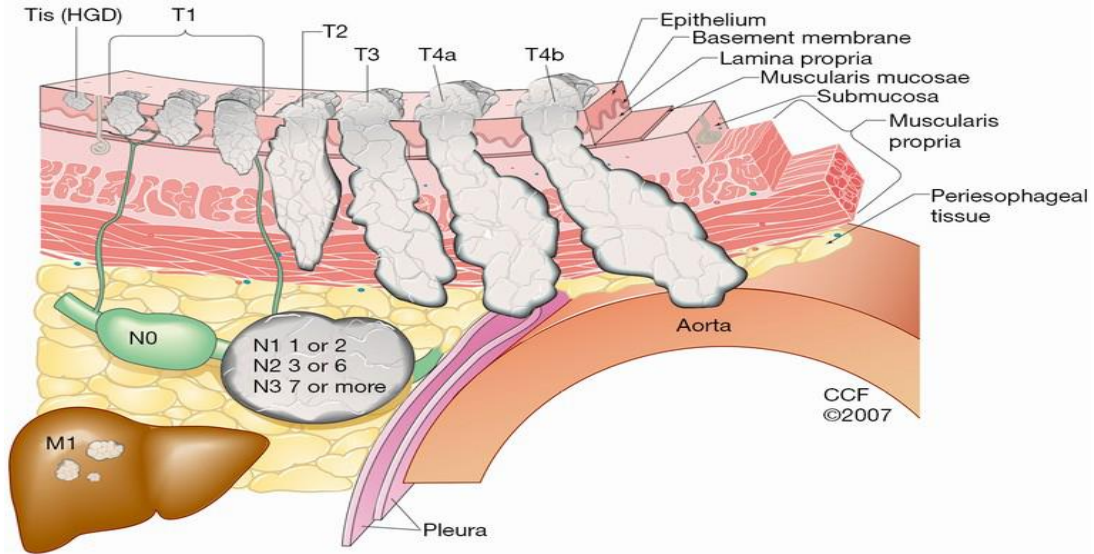
2.2.3. Patoloji

SCC ve AC türleri özofagus karsinomunun en çok görülen iki tipidir. En sık görülen özofagus kanseri tipi ise SCC'dir.. Genellikle özofagusun üst 2/3'ünde oluşur. SCC kanserler çoğunlukla mültisentriktirler, %25'inden fazlasında senkron tümör bulunur ve intramukozal evreden öteye invazyon intraepitelyal yayılma, direkt stromal invazyon ve intraluminal olarak yayılırlar. Özofagusun alt 1/3'lük kısmı olan cardiada en sık adenokarsinom histolojisi görülür. Bu tipteki karsinomlar tanı konulduğunda invaziftirler, mültisantrik değildirler, proksimal submukozal ve distal subserozal yayılım sıklıdır. Ayrıca melanoma, granüler hücreli miyoblastoma lenfoma, leyomiyosarkoma,

fibrosarkoma, rabdomiyosarkoma ve lenfosarkoma gibi çok sayıda ender görülen tümörleri de vardır (Ferguson ve ark. 2002).

2.2.4. Tanı ve Yayılım Yolları

Özofagus kanserinin erken evrelerinde hastalık genellikle sessiz seyrederken kitleye bağlı lümen daralması arttıkça disfaji şikayeti ortaya çıkar ve hastaların %90'ından fazlası bu aşamada sonra doktora başvurur. Özofagusun serozası yoktur ve kolayca genişler, disfaji özofagusun çevresinin %60'ından fazlası tutulduğunda veya lümen açıklığının 13 mm'nin altına indiğinde ortaya çıkar. Özofagus kanserinden şüphelenilen olgulara özofagoskopi işlemi yapılarak, tanı koyma ve tedavi planlaması için normal dokunun seviyesi tespit edilmeye çalışılır (Ökten ve Güngör, 2003:). Lokal ilerlemiş olan olgularda hematemez, melena, trakeözofagealfistül, hemoptizi, ses kısıklığı veya aortada erozyon oluşabilir. Özofagus zengin lenfatik ağ yapısı nedeniyle tümör longitudinal olarak hem proksimale hem de distale doğru lenfatik yayılım yapabilir. Uzak metastazı en sık karaciğer ve akciğerde görülür.



Şekil 3: Özofagusun invazyon gösterimi (Mehta K. Ve ark., 2017)

2.2.5. Evreleme

Kanserin evrelendirilmesi hastalığın deceresini belirlemede, tedavi planlamasında ve prognoz tayininde çok önemlidir. Amerika Kanser Komitesi Klasifikasyonuna (AJCC) göre TNM sınıflaması Tablo 1 ve Tablo 2’de gösterilmiştir (Edge ve ark., 2009; Rice ve ark., 2010). Kanserin sınıflandırılması, kanserin kaynaklandığı epitele göre yapılmıştır; SCC veya AC.

Tablo 1: Özofagus kanserinde evreleme grupları (Compton ve ark., 2017)

Primer Tümör (T)		Bölgesel lenf düğümleri (N)	
Tx :	Primer tümör değerlendirilememektedir.	Nx:	Bölgesel lenf düğümü değerlendirilememektedir
T0:	Primer tümör belirtisi yok	N0	Bölgesel lenf nodu metastazı yok
Tis:	Karsinoma in situ	N1:	1-2 bölgede lenf nodu metastazı var
T1:	Tümör lamina propiye, muskularis mukozaya ve submukozaya invaze	N2:	3-6 bölgede lenf nodu metastazı var
T1a:	Tümör lamina propiye, muskularis mukozaya invaze	N3:	≥7 bölgede lenf nodu metastazı var
T1b:	Tümör submukozaya invaze	Uzak metastaz (M)	
T2:	Tümör muskularis propiyaya invaze	M0:	Uzak metastaz yok
T3:	Tümör adventisyaya invaze	M1:	Uzak metastaz mevcut
T4:	Tümör komşu organlara invaze		
T4a:	Tümör plevra, perikardium, azygos vein, diyafragma yada peritona invaze		
T4b:	Tümör aorta, vertebra ya da trakea gibi bitişik organlara invaze		

Tablo 2: Özofagus kanserinde evreleme grupları (Compton ve ark., 2017:125-142)

Stage I:	T1N0M0
Stage IIA:	T2N0M0; T3N0M0
Stage IIB:	T1N1M0; T2N1M0
Stage III:	T3N1M0; T4, herhangi bir N, M0
Stage IV:	Herhangi bir T, N, M1
Stage IVA:	Herhangi bir T, N, M1a
Stage IVB:	Herhangi bir T, N, M1b

2.3. Özofagus Kanserinde Tedavi Yöntemleri

Özofagus kanserinin tedavisi cerrahi, radyoterapi, kemoterapi ya da bu üç yöntemin kombinasyonunda oluşmaktadır.

Cerrahi tedavi seçeneği hastanın genel durumunun iyi olduğu ve tümörün total olarak çıkarılmasının mümkün olduğu ve bununla birlikte uzak metastazının olmadığı tüm olgularda kür için ilk seçenektir. Radikal veya palyatif olarak yapılabilir ancak bu tedavinin tek başına uygulanabilirliği tartışmalıdır (Özçelik, 2001; O'Reilly ve Forastiere, 1995). Başvuru anında hastaların sadece %30-40'ında rezekte edilebilecek tümör kitlesi vardır. Cerrahi tedavi araştırmalarından bazıları tek başına bu seçeneğin 5 yıllık sağ kalım sonuçlarını %15-20 olarak vermektedir (Kelsen ve ark., 1998).

Bir diğer seçenek olan radyoterapi tekniği ile birinci, ikinci ve beşinci yıllara ait sağ kalım oranları %18, %8, %6 olarak bildirilmiştir. Sağ kalım oranlarındaki bu kötü tablo sebebi ile cerrahi öncesi veya sonrası ek tedavi gerekliliğini gündeme getirmiştir. Radyoterapi ile eř zamanlı olarak kemoterapi uygulanması daha fazla etkinlik ve mikrometastatik hastalığın da kontrolünü sağlar. Birlikte tedavi seçenekleriyle sağ kalım oranlarında iyileşmeler yapılan bir kaç çalışma ile de desteklenmiştir (Martenson ve ark., 1999; Wong ve Malthaner, 2001; Nart ve İzmirli, 2014; Çetin ve ark., 2012).

2.4. Özofagus Kanserinde Radyoterapi Tedavisi

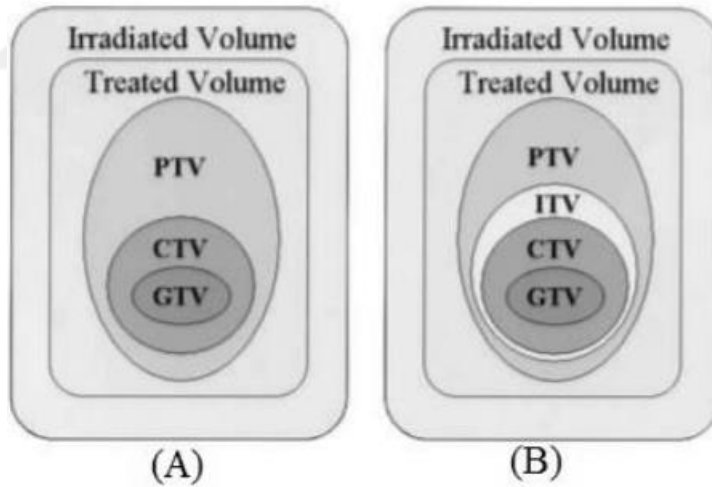
Radyoterapi tedavisi cerrahi öncesi tümörün küçültülerek operasyona elverişli hale getirilmesi için neoadjuvant olarak, cerrahi sonrası geride kalan olası kanser hücrelerini yok etmek için adjuvan olarak ya da ileri evre tümör gözlenen hastalarda kanama, ağrı yada yutma güçlüğü gibi belirtileri azaltmak için palyatif olarak uygulanabilir. Radyoterapi, vücudun dışından (external) kansere radyasyon göndererek ya da içten (brakiterapi) kanser hücrelerine yüksek güçte radyoaktif ışın kaynağı yerleştirilerek uygulanan bir yöntemdir.

Özofagus kanserlerinde tek başına cerrahi ile radyoterapiyi karşılaştıran çalışma yoktur. Örneğin servikal özofageal SCC'de cerrahi tedavi genelde farinks, larinks, tiroid bezi ve proksimal özofagusun rezeksiyonunu gerektirdiğinden morbiditesi çok yüksektir ve bu lezyonlarda erken evrede bile küratif kemoradyoterapi tercih edilmelidir. Kemoradyoterapi ile elde edilen sağ kalım sonuçları cerrahi ile benzerdir (Tong ve ark., 2011).

Son yıllarda hızla gelişen bilgisayar ve teknoloji sayesinde radyasyon tedavisinde çok daha etkin ve daha az yan etki içeren sonuçlar alınmaktadır. Yoğunluk ayarlı RT (YART), görüntü kılavuzluğunda RT (IGRT), MR ve PET füzyonu ile planlama, hacimsel ayarlı ark tedavi (VMAT) ve solunum ayarlı RT gibi teknikler ülkemizde bir çok merkezde kullanılmaya başlanmıştır.

2.5. Radyoterapide Hacim Tanımlamaları

Uluslararası radyasyon birimleri ve ölçümleri kurulu (ICRU) tarafından radyoterapi tedavisi için belirlenen hacim tanımları; ışınlanacak olan bölgenin raporlanıp kaydedilmesi ve bilimsel sonuçların karşılaştırılması açısından önemli bir gerekliliktir. Günümüzde klinik uygulamalarda ICRU-50 (1993), ICRU-62 (1999) ve ICRU-83 (2010) protokolleri baz alınmaktadır.



Şekil 4: Hacim Tanımlaması (ICRU-62, 1999)

2.5.1. Görüntülenebilir Tümör Hacmi (GTV)

Tümör hücrelerinin, fiziki olarak veya çeşitli görüntüleme teknikleri ile görüntülenebilen, en yoğun olduğu bölgedir.

2.5.2. Klinik Hedef Hacim (CTV)

GTV'ye görüntülenemeyen mikroskopik tümör kalıntısı alanının eklenmesi ile belirlenir.

2.5.3 Dahili Hedef Hacim (ITV)

Bu hacim ICRU-62 nolu protokolde YART planları için belirlenmiş olup, solunum, yutkunma, kalp atımı, rektum veya mesane doluluğu gibi fizyolojik organ hareketlerinin payı (IM), CTV'ye verilen alanı genişleterek ITV hacmi tanımlanır ($ITV=CTV+IM$).

2.5.4. Planlanan Hedef Hacim (PTV)

ITV'ye olası set-up hata payını, hasta pozisyon değişikliği, insan faktörü vs gibi hataların eklenmesi ile CTV'nin tedavi alanın dışına çıkmaması amaçlanır ($PTV=ITV+SM$).

2.5.5. Planlanan Riskli Organ Hacmi (PRV)

Planlanan hedef hacmin içinde kalacak sağlıklı organların hareketlerindeki belirsizliğe marj vererek, bu sağlıklı organlardaki istenmeyen yüksek dozlar minimize edilmiş olur.

2.5.6. Tedavi Hacmi (TV)

Tanımlanan tedavi dozunu içine alan hacim olarak tanımlanır.

2.5.7. Işınlanan Hacim (IV)

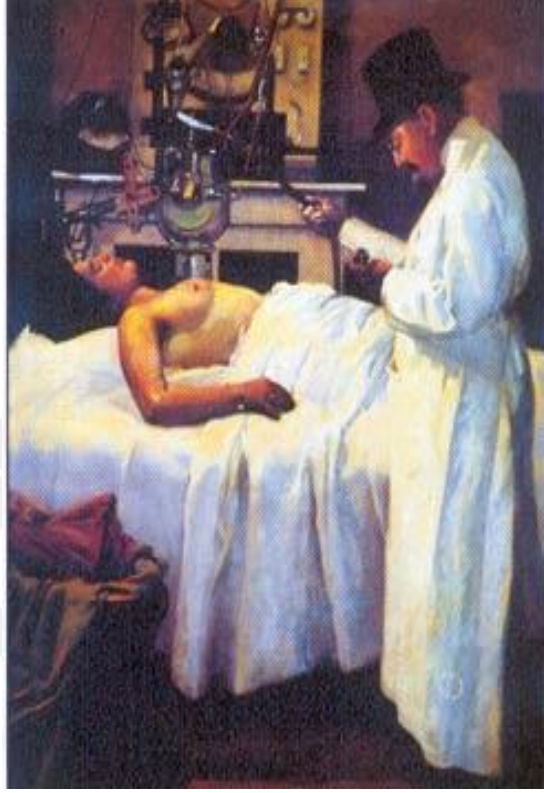
Işının direkt veya saçılarak geçtiği toplam doku hacmi olarak tanımlanır (ICRU-83, 2010).

2.6. Radyoterapi

Radyasyon tedavisi veya radyoterapi, iyonize ışınları kullanarak çoğunlukla malign hücreleri öldürmeye ya da çoğalmasını kontrol altında tutmaya çalışmaktadır. İyonize radyasyon, Wilhelm Conrad Röntgen'in X-ışınlarını keşfinden sonra 19 yy.'da tedavi amaçlı kullanılmaya başlanmıştır. 1898'de Antonie Henri Becquerel'in doğal radyoaktiviteyi, aynı yıl Pierre ve Marie Curie'nin radyoaktif maddeler olan Polonium ve Radiumu bulması ile 1919 yılında Ernest Rutherford'ın yapay radyoaktiviteyi keşfinden bu yana radyasyon tıpta teşhis (radyoloji) ve tedavi (radyoterapi) amaçlı kullanılmaktadır (Pınar ve ark., 1995; Mould 1993). Bir çok şehirde tedavi denemeleri gerçekleştirilirken Fransa'da ilk radyoterapi uygulamalarından biri, Paris Hastaneleri Müzesi'nde bulunan ressam Jacquillot Matt'ın yağlı boya tablosuna da konu olan (Şekil 1.) ve tedavi edilen olgunun belgelenmesi ile birlikte Radyasyon Onkolojisinin başlangıcı olarak kabul edilmektedir. Radyoterapi adına yapılan bu ilk deneyimler, bugün güvenli ve etkili tedavilerin temelini oluştururken, günümüze kadar kavramsal ve teknolojik yeniliklerin devrimini oluşturmuştur.

Radyoterapi kür elde edilemediği durumlarda kanserli hücreleri baskılayarak yani azaltarak ya da tümörün damarlanmasını değiştirerek kanama, ağrı gibi problemleri hafifletmek için de kullanılmaktadır. Yapılan bir çalışmada bir popülasyondaki her 1000 kanser vakası için 523 hastanın radyasyon tedavisine ihtiyacı olduğu (%53 oranında) vurgulanmıştır (Delaney ve ark., 2005). Özofagus kanserlerinde radyoterapi kullanım oranı 2001 yılında İsviçre'de %74, 2000 yılında Amerika SEER verilerine göre %54, İngiltere ve Avustralya'da ise sırasıyla %31 ve %47 oranında olduğu bildirilmiştir (Moller ve ark., 2001; Seer, 2003; Nycris, 2003; Luke ve ark., 2003). Radyoterapi, kanser hücrelerinin genetik materyaline hasar vermek ya da yok etmek için elektromanyetik dalgalar (x-ışınları, gama ışınları), veya parçacık şeklindeki (proton, nötron ve elektron vb.) iyonize radyasyon kullanımını içerir. Bu şekilde kanser hücrelerinin büyüme ve çoğalma yetenekleri engellenir. Radyasyon, palyatif amaçlı tedaviler için semptomları hafifletmek veya küratif amaçlı tedaviler için ise tümörü yok edip sağ kalımı uzatmak için kullanılmaktadır (Skliarenko ve Warde, 2011). Radyoterapinin, tek başına primer modalite olarak, kombine tedavi modalitesi olarak,

postoperatif adjuvant veya palyatif tedavi yöntemleri şeklinde uygulamaları bulunmaktadır (Van Herk ve ark., 2010; Topuz ve ark., 2006).

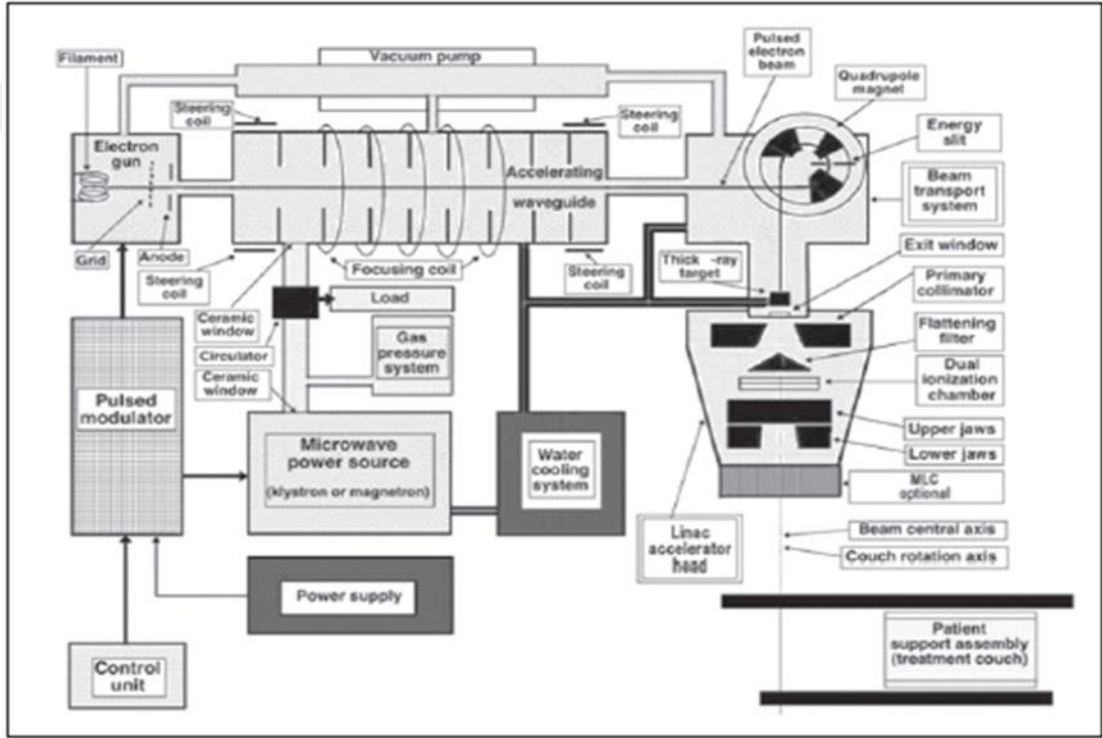


Şekil 5: Fransa'da ilk radyoterapi uygulamalarından biri (1905 yılında ressam Jacquillot Matt'ın yaptığı tablo).

2.6.1. Lineer Hızlandırıcılar

Lineer hızlandırma, elektronların havası alınmış bir tüp içerisinde, yüksek frekanslı elektromanyetik dalgalar kullanılarak hızlandırılması işlemidir. Hedefe çarptırılarak elde edilen bu x ışınlarının enerjisini arttırmak için uygulanan gerilimi arttırmak gereklidir. Bu cihazların çalışma prensibi şu şekilde ifade edilebilir; güç kaynağı impuls oluşturan şebeke ağı ve hidrojen thyatron lambalarını içeren modülatöre doğru (anot ve katot bulunan silindirik yapı) akım verir. Modülatörde depolanan elektrik belli frekans aralıklarında titreşim oluşturarak (mikrodalga) magnetron veya klystron tüpleriyle birlikte aynı zamanda elektron tabancasına iletilir (Podgorsak, 2005: 123). Elektromanyetik dalgalar (EMD) üreten bir tüp olan magnetrondan farklı olarak

klystron, elektromanyetik dalgayı güçlendiren bir düzenektir ve 15 MeV'den büyük elektron enerjileri için kullanılır. Dalga kılavuzu bir başka deyişle lineer hızlandırıcı tüp (waveguide), dalga boyunun çeyreği kadar aralıklarla metal disk veya diyagramdan oluşan seri bakır odacıkların olduğu bir tüp olup yaklaşık 10 cm çapındadır (Çakır ve Bilge, 2012).

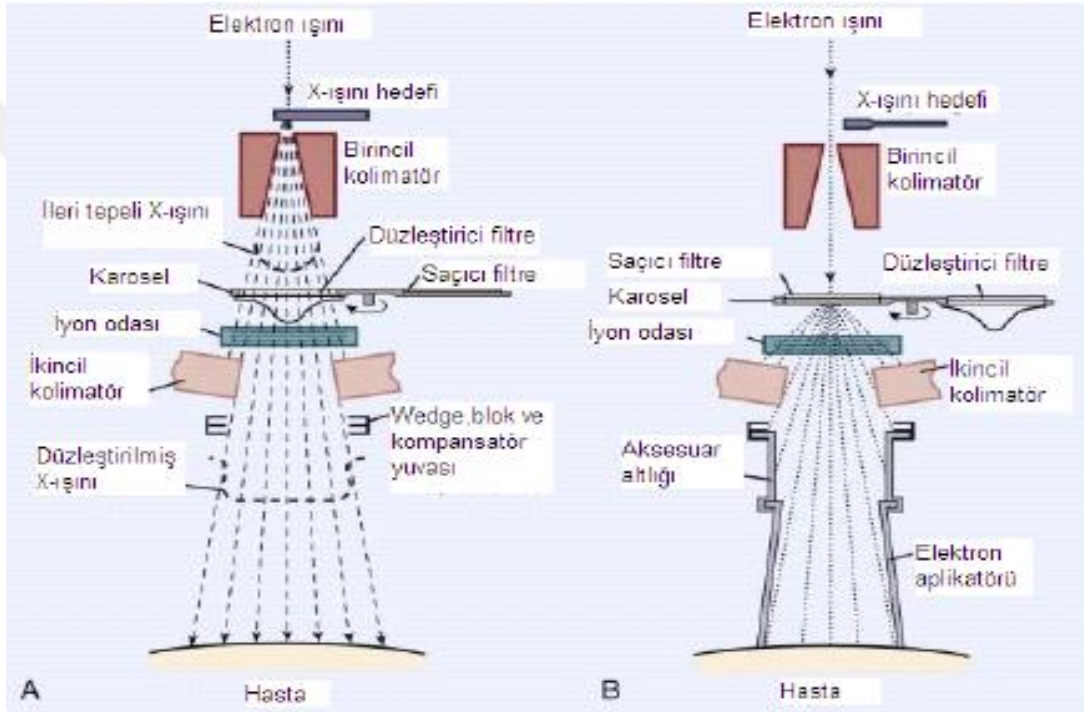


Şekil 6: Lineer hızlandırıcının blok şeması (Çakır ve Bilge, 2012)

Oluşturulan mikrodalgaların frekansı 3000 MHz'dir ve elektron tabancasında üretilen elektronlar da hızlandırıcı içerisine aktarıldıklarında mikrodalgaların elektromanyetik alanlarıyla etkilenip hızlanarak bu sinüzoidal elektrik alanından enerji kazanırlar (Şekil 2.)

Yüksek enerjili elektronlar hızlandırıcı yapının çıkış penceresinden çıktıklarında yaklaşık 3 mm çaplı bir kalem ışın şeklindedirler. Yüksek enerjili lineer hızlandırıcılarda ise hızlandırıcı yapı çok uzun olup yatay bir şekilde veya dik bir açı ile yerleştirilmiştir (90^0 veya 270^0). Elektronlar bu yapı boyunca saptırıcı mıknatıslar yardımıyla eğilirler ve

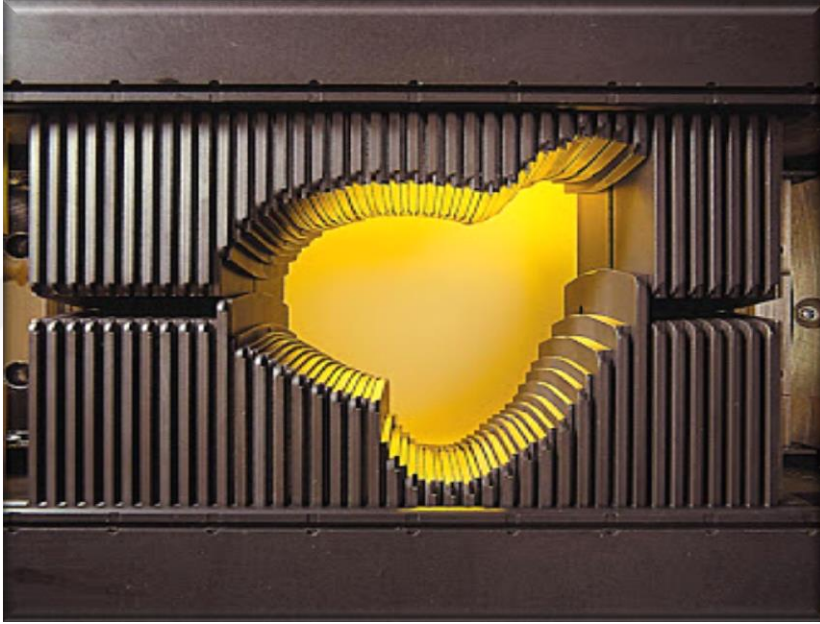
yüksek atom numaralı (tungsten veya bakır-tungsten) hedefe çarptırılarak “bremsstrahlung-frenleme” x ışınları elde edilir. Birincil kolimatör yardımıyla x ışını demeti düzleştirilir ve sadece ileri doğru saçılan x ışınlarının hızlandırıcı dışına çıkmasına izin verir. Burada iyon odası ile doz, doz hızı, düzgünlük ve simetri gibi fiziksel parametreler ölçülür. İkincil kolimatörde bulunan X ve Y çeneleri ise tedavi alanlarını belirlemek için kullanılır (Çakır ve Bilge, 2012).



Şekil 7: Linear hızlandırıcıların kafa yapısı (Gantry yapısı; A: x ışını tedavisi, B: elektron tedavisi)(Khan, 2003)

Gelen ışının alan şeklini alması için çok yapraklı kolimatör (ÇYK) kullanılır. ÇYK, birbirlerinden bağımsız ve otomatik bir şekilde hareket edebilen liflerden oluşmuştur. ÇYK tipleri üreticiye göre değişirken her lifin geçirgenliği %1'den küçük olacak şekilde tasarlanır ve bu tasarım farklılıkları da ÇYK'ların odaklama özelliklerini önemli ölçüde etkiler. Odaklama özellikleri çift odaklı, tek odaklı ve paralel olmak üzere 3 gruptan oluşur. Uçları yuvarlak olan lifler tek odak olarak adlandırılırken, çift odaklı liflerin uçları huzme diverjansına uyacak şekilde dizayn edilmiştir ve penumbra genişliği küçük olan ışınlar elde edebilmek için dairesel bir ark üzerinde hareket ederler.

ÇYK'lar sayesinde hedef hacimde istenilen doz elde edilirken, normal dokuları korumak mümkün olmaktadır. Ancak ÇYK genişlikleri sınırlı olması sebebiyle alan kenarlarında izodoz dağılımı keskin olamamaktadır. Lifler arasında, 0.1 mm kadarlık bir boşluk sürtünmeyi önlemek amaçlı bulunmak zorundadır ve bu boşluklardan radyasyon sızıntıları oluşmaktadır. Lifler arasında tounge and groove (dil ve yuva) şeklinde tasarımlar yapan firmalar bu sızıntıları tamamen önleyemese de en aza indirmeye çalışmaktadır.



Şekil 8: ÇYK örneği (<http://www.guangxitungsten.com/tungsten-multiple-layer-multileaf-collimator-3135490.html>)

Lineer hızlandırıcılar, birçok firma tarafından farklı yapımlara sahip olsalarda çalışma prensipleri aynıdır. Şekil 9'da gösterilen lineer hızlandırıcı cihazının kafası, planlanmış masa açısı ve konumu ile ışınlama esnasında sabit duran bir masanın etrafında 360⁰ dönerek çalışır. Toplam ışınlanacak alan gantri açısının segmentlere bölünmesi ile planlanarak doz verilme işlemi yapılır. Son yıllarda gelişen teknoloji ile üretilen CyberKnife cihazı ise benzer prensiple ve kompleks bir biçimde çalışır fakat gantri daha esnek bir hareket kabiliyetine sahiptir. Şekil 10'da gösterilen lineer hızlandırıcı ise görünümü itibariyle tomografi cihazlarını andırmaktadır. Cihazın "bore"

açıklığının içine entegre edilmiş ve bu masanın hareketi ile de senkronize olarak çalışan bir cihaz olmakla birlikte kendine özel ve tedaviye de adını veren; tomoterapi olarak adlandırılan bir tedavi cihazıdır. Bu teknikte hedef hacimdeki her kesit tam veya kısmi bir gantri dönüşüyle ışınlanır, doz verilme işlemi tamamlandıktan sonra ise tedavi masası ışınlama için bir sonraki kesit konumuna ilerler tedavi devam eder. Hedef hacimdeki kesitler arasında tedavi masasının her bir hareketi ile kesitlerin birleşme noktalarında istenmeyen “sıcak” ve “soğuk” noktalara sebep olabilecek masanın konumsal belirsizliği sorununu beraberinde getirmektedir. Bu problem Sarmal tomoterapide olduğu gibi kesintisiz bir masa hareketi kullanılarak giderilebilir (Beavis, 2017).



Şekil 9: Masa sabitken ışınlama yapılan lineer hızlandırıcı (ASTRO, 2013)



Şekil 10: Masa ile senkronize çalışarak ışınlama yapan lineer hızlandırıcı (ASTRO, 2013)

2.6.2. Radyoterapi Teknikleri

2.6.2.1. Üç Boyutlu Konformal Radyoterapi (3BKRT)

3BKRT yaklaşık 20 yıl önce, 3B görüntüleme sisteminde tanımlanan hedef hacmi ışınlamak ve 2B doz planlama sistemini 3B ile değiştirmek amaçlı ortaya çıkmış bir tekniktir. Görüntüleme tekniklerindeki gelişmelerle birlikte 3BKRT tekniği tümörü ve etrafındaki sağlıklı dokuları belirleyip tedavi etmede oldukça etkili olmuştur. Daha karmaşık yapıdaki tümör hacimlerinin hassas olan sağlıklı dokulara yakın olması sebebi ile 3BKRT'nin gelişmiş bir formu olan yoğunluk ayarlı radyasyon tedavisi (YART) geliştirilmiştir. 3BKRT'de önceden planlama (forward planning) yapılarak (yön, ışın şekillendirici, marj ve ışın ağırlıkları) ışın parametreleri ve doz dağılımları hesaplanır.

2.6.2.2. Yoğunluk Ayarlı Radyoterapi (YART ve/veya IMRT))

Yoğunluk ayarlı radyoterapi tekniğinde (YART), 3BKRT'nin aksine her radyasyon ışını içinde küçük alanlar oluşturularak her alana farklı bir doz verilebilmektedir. Böylelikle tümör çevresindeki sağlıklı dokularda maksimum koruma

sağlanırken hedefe istenilen en yüksek dozun verilmesi sağlanmaktadır. ÇYK'lar YART'de doz bölünmesini sağlayarak istenilen noktaların korunmasına yardımcı olurlar. YART tekniğinde 3BKRT'den farklı olarak ters planlama (inverse planning) uygulanır. İstenilen doz dağılımları matematiksel olarak belirtilerek, ışın parametreleri mümkün olan en ideal doz dağılımına ulaşmak üzere ayarlanır (Bortfeld, 2006).

YART tekniği statik (step and shot) ve dinamik rotasyonel (tomoterapi) şekilde uygulanabilir. Statik YART'da ışınlama esnasında gantri ve ÇYK'lar hareketsizdir ve her bir alt alanine ışınlanması sonrası radyasyon kesilerek farklı bir alt alan oluşturulup tekrar radyasyon verilir. Rotasyonel YART'de ise radyasyon, ışınlama kesilmeden hasta etrafında döndürülerek verilir.

2.6.2.3. Hacimsel Ayarlı Ark Terapi (VMAT)

Bu teknik ark tabanlı bir YART sistemidir. HT'den farklı olarak bir gantri dönüşü ile hedeflenen hacmin istenilen dozu alması sağlanabilir. Başlangıçta seri tomoterapiye bir alternatif olarak Yu (1995) tarafından önerilmiş olan yoğunluk ayarlı ark terapisi (IMAT) ile, ÇYK'lar alanın şekli için gantri rotasyonu süresince sabit doz hızı ile değişikliğe uğrar. Üst üste binen arklar kullanılır. VMAT ise ışınlama sırasında doz hızını ve gantri dönüş yönünü değiştirebilir (Bzdusek ve ark., 2009).

2.7. Tedavi Planlama Sistemi

Tedavi planlaması tüm radyoterapi süreci içerisinde en önemli basamaktır. Bu süreç dahilinde; tedavisi yapılacak bölgenin, bu bölgeyi ışınlayacak alanların, ışına dahil edilecek işlemlerin, tedavi dozunun ve ışınlama tekniğinin belirlenmesi gibi karmaşık ve kritik işlemler bulunmaktadır. Tedavi planlama sistemi (TPS) ise 3BKRT, YART, VMAT gibi tedavi tekniklerinde planlama yapabilen ve yazılımdan oluşan bir sistemdir. Bilgisayar ortamında, seçilen tedavi tekniğinde farklı enerji ve cilt mesafelerinde (SSD) ışınlanan bölgedeki doz dağılımlarını elde etmek mümkündür.

2.8. Tedavi Karşılaştırma Parametreleri

Tanımlanan dozu PTV'ye verebilecek birden fazla tedavi planı yapılabilir ve bunlardan hangisinin daha uygun olduğuna karar vermek için minimum tümör dozu, maksimum kritik organ dozu gibi belirli parametrelere bakılır (Bilge, 2013:82-83). Ayrıca Radyasyon Tedavisi Onkoloji Grubu (RTOG) tarafından tüm kanser olgularının tedavi plan kalitelerini tanımlayan ve kolayca kullanılabilen kavramlar önerilmiştir. Tedavi uygunluk endeksi yani Conformity Index (CI), ve ICRU tarafından da önerilen Homogeneity Index (HI) gibi değerlere bakılmaktadır. CI bire eşit bulunduğu ideal tedavi tümör uyumunun sağlandığı söylenebilir. Ancak pratikte 1'den farklı olduğu durumlar söz konusu olduğunda eğer 1'den küçük ise hedef hacmin bir bölümünün kısmen ışınlanmadığını ve uygun bir ışınlama yapılmadığını gösterir. Eğer 1'den büyük ise protokolde belirtilen sınıra kadar kabul edilebilir, fakat sınırlar ihlal edilirse gereğinden çok büyük hacim ışınlanmış olacağı için, yapılmış olan tedavi planının düzeltilmesi gerekir (Loïc ve ark., 2006).

$$HI_{ICRU83} = \frac{D_{\%2} - D_{\%98}}{D_{\%50}}$$

$D_{\%2}$: PTV' nin %2' sinin aldığı doz, $D_{\%50}$: PTV' nin %50' sinin aldığı doz, $D_{\%98}$: PTV' nin %98' inin aldığı doz olarak tanımlanır.

$$CI_{Paddick} = \frac{TV_{PIV}^2}{TV \times PIV}$$

TV_{PIV} : reçete edilen izodoz hacminin hedef hacmi kapladığı alan, TV: hedef hacim, PIV: reçete edilen izodoz hacmi olarak tanımlanır.

Radyasyon onkolojisinin klinik çalışmalarının çoğu, 3 boyutlu konformal planı değerlendirmek ve günümüzde de bir çok teknik için ortak olarak kullanılan en önemli parametrelerden biri olan doz-hacim histogramı (DVH) kavramı üzerine odaklanmıştır. Bu histogram ile doku hacmi eşit oranlara bölünür, bu oranlar başına düşen dozun

hesaplanması sağlanır. Böylece tümör ve normal doku hacmi içindeki orantısal doz dağılımı grafik olarak görülebilmektedir. Doz-hacim histogramı (DVH), diferansiyel ve kümülatif olarak ikiye ayrılmaktadır (Drzymala ve ark. 1991). Diferansiye DVH direkt dozu gösterim ifade ederken, kümülatif DVH ise en az verilen dozu alan ve doza karşı çizilen hacmi ifade etmektedir.



3. GEREÇ VE YÖNTEM

3.1. Gereç

3.1.1. Siemens Somatom Emotion Duo BT-Simülator Ünitesi

Çalışmada kullanılan Siemens marka (SIEMENS AG, Somatom Emotion Duo Germany) Bilgisayarlı Tomografi-Simülator ünitesi (BT-SİM), 16 dedektörlü +/- 300 gantri dönüşü ile en düşük kesit aralığı 1 mm'ye kadar düşen kesitler alabilen bilgisayarlı tomografi cihazıdır. DICOM haberleşme özelliği sayesinde TPS ile bağlantı yapabilen üç boyutlu simülasyon ünitesidir.



Şekil 11: Uludağ Üniversitesi Rad. Onk. A.D.'nda radyoterapi için kullanılan Bilgisayarlı Tomografi Simülator Ünitesi

3.1.2. Elekta XIO 5.10 3 Boyutlu Tedavi Planlama Sistemi

Elekta XIO tedavi planlama sistemi (Computerized Medical Systems, St. Louis, MO, USA); 3BKRT planları için sağlıklı doz hesaplama algoritmalarını birleştiren tedavi planlama programıdır. Sahip olduğu hesaplama algoritmaları Clarkson, Convolution, Superposition ve fastsuperpos 'dur. ÇYK tabanlı olarak 3BKRT ve YART planlarını tasarlayabilmektedir. Planlama sistemi ile seçilen doz algoritması kullanılarak istenilen izodoz dağılımı hesaplanıp DVH görüntülenebilir.

3.1.3. Monaco 5.1 Tedavi Planlama Sistemi

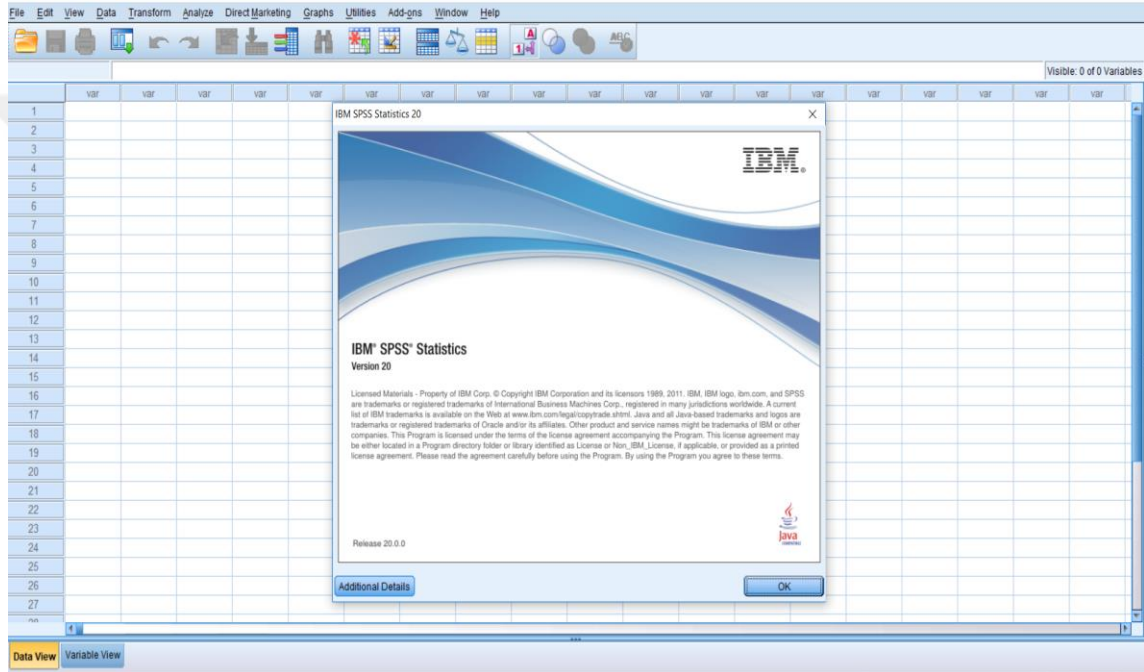
Monaco TPS (Monaco 5.10.02; Elekta Medical Systems, Crawley, UK), 3BKRT, YART ve VMAT tedavi planlamasını gelişmiş optimizasyon araçları ile başarılı olarak yapabilmektedir. Monaco tedavi planlama sisteminde Monte Carlo ve Collapsed Cone Algoritması kullanılmaktadır. Sahip olduğu Monte Carlo algoritması ile diğer TPS'lerden farklı olarak; biyolojik tabanlı değer fonksiyonları, doz sınırlama, voksel tabanlı yapı kontrolü, kritik hedef tayini gibi fonksiyonları yapabilmektedir (2008).

3.1.4. Tomoterapi Tedavi Planlama Sistemi

Volo tedavi planlama sistemi YART tedavisinin tomoterapi cihazı için kullanıldığı bir platformdur. Volo TPS superposition/convolution algoritması tabanlı ters planlama mantığı ile çalışır. Volo teknolojisi esas olarak çok sayıda matematiksel işlem içeren hesaplamalar için; diğer voksel bazlı çalışan CPU kullanan TPS'lerden farklı olarak tasarlanan ve voxel olmayan graphics processing unit (GPU) teknolojisini kullanır. Tomoterapi kendine özgü özelliklere sahip olması ile pre-calculate kullanmaya gerek duymadan planlama yapan hızlı bir planlama sistemine sahiptir. Ayrıca tomoterapi TPS'inin fine, normal ve course olmak üzere 3 adet hesaplama grid boyutu vardır (Lu, 2010).

3.1.5. SPSS Veri Analiz Programı

Bu çalışma sürecinde oluşturulan planlardan elde edilen verilerin değerlendirilebilmesi için IBM SPSS (Versiyon 20.0) veri analiz programı kullanılmıştır. Uygun istatistiksel yöntemler kullanılarak, verilere ilişkin fark, ortalama, standart sapma, ortanca gibi değerlerin hesaplanması yapılmıştır.



Şekil 12.: IBM SPSS Statistics Versiyon 20.0

3.2 Yöntem

Bu çalışmada Uludağ Üniversitesi Radyasyon Onkolojisi Anabilim Dalı'nda daha önce radyasyon tedavisi görmüş 10 hastaya ait BT görüntüleri retrospektif olarak kullanıldı. Bu BT görüntüleri üzerine dozimetrik karşılaştırma yapabilmek için yeniden planlama yapıldı. GTV54, CTV50,4 ve CTV45 olarak tanımlanan hedef hacimler radyasyon onkologu tarafından oluşturuldu. Alan merkezi her hasta için merkezi tümör lokalizasyonuna yerleştirildi ve tüm planlar tek bir fizikçi tarafından optimize edildi.

Çizilen hedef hacme, set-up hatalarını ve internal organ hareketlerini engellemek için 3BKRT tekniğinde 5mm, IMRT ve VMAT tekniğinde ise 3 mm marj verilerek

PTV'ler oluşturuldu ve öncelik olarak hedef hacmin %98'inin verilmek istenen dozun %98'ini alması ve planın maksimum dozunun %110'unu geçmemesi şeklindeydi. Tedavi planlamada riskli organlar için doz sınırlamalarında RTOG-1010 ve QUANTEC doz sınırlamaları kullanıldı (RTOG-1010, 2016).

Tablo 3. Riskli organ doz sınırları

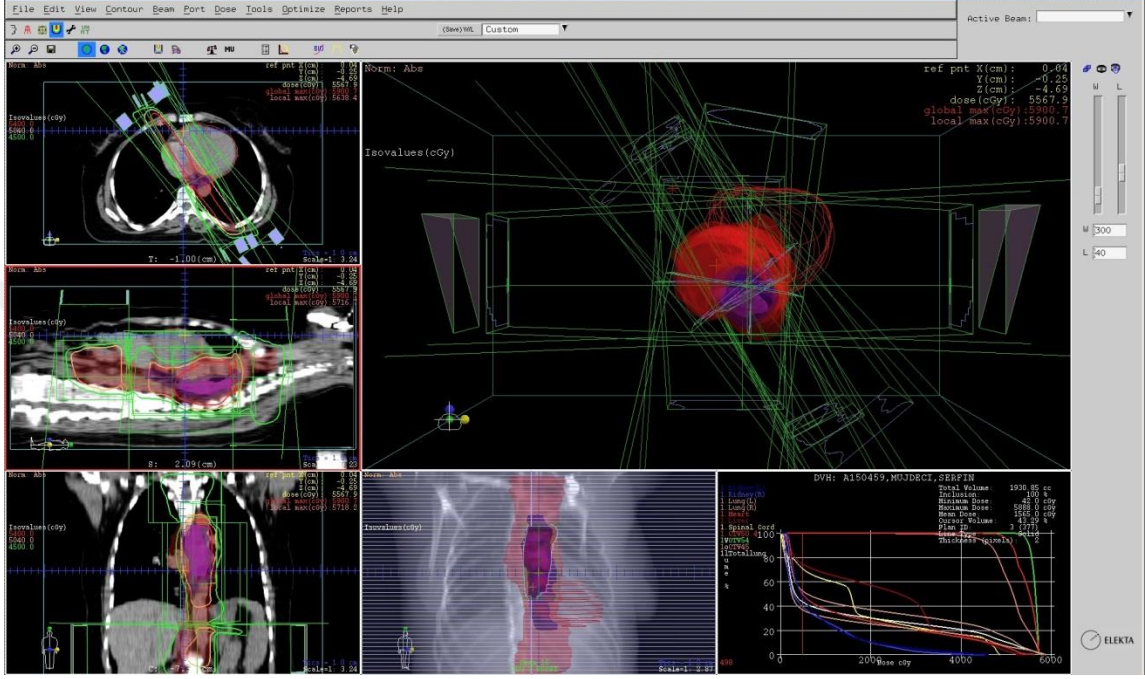
Organ	Tanımlama	Ölçüm	Protokol Sınırı	Kabul Edilebilir Sınır
Akciğerler	Sağlıklı akciğer dokusu	Maks. Doz (Gy, 0,03)	≤ % 110 Rx doz	≤ %113 Rx doz
		Mean Doz (Gy)	≤ 20 Gy	≤ 21 Gy
		V30	≤ %20	≤ %25
		V20	≤ %25	≤ %30
		V10	≤ %40	≤ %50
		V5	≤ %50	≤ %55 ya da ≤ %65*
Kalp	Kalp & Perikardiyum	Maks. Doz (Gy, 0,03)	≤ 52 Gy	≤ 54 Gy
		Mean Doz (Gy)	≤ 32 Gy	≤ 34 Gy
Böbrekler	Her iki böbrek için	Maks. Doz (Gy, 0,03)	≤ 45 Gy	≤ 50 Gy
		V20	≤ %30	≤ %40
SpinalCord	SpinalCord	Maks. Doz (Gy, 0,03)	≤ 45 Gy	≤ 50 Gy
Liver	Liver	Mean Doz (Gy)	≤ 21 Gy	≤ 25 Gy
		V30	≤ %30	≤ %40
Parotis	Her iki parotis için	Mean Doz (Gy)	≤ 20 Gy	≤ 26 Gy*

*Quantec, ve RTOG1010

3.2.1. 3BKRT Planlarının Oluşturulması

Tüm 3BKRT tedavi planları 3 hedef hacim, 54/50,4/45 Gy ve 45 Gy'e 25 fraksiyon (fx) ışınlar anteroposterior (AP) ve posteroanterior (PA) olacak şekilde oluşturuldu. Kalp dozunun yüksek olmasını önlemek amacıyla AP alanı sol ventrikülün olduğu yerden bölünerek 350⁰-345⁰ arasında değişen açılar verilmiştir. 50,4 Gy'e 3 fx /180 cGy 'lik boost1 ve 54 Gy'e 2 fx/180 cGy 'lik boost2 planları oluşturularak çıkmıştır. Boost1 ve Boost2 planları için oblik açılar kullanılmıştır. Tüm tedavi planları, Elekta XIO tedavi planlama sistemi üzerinde ve Collapsed Cone algoritması

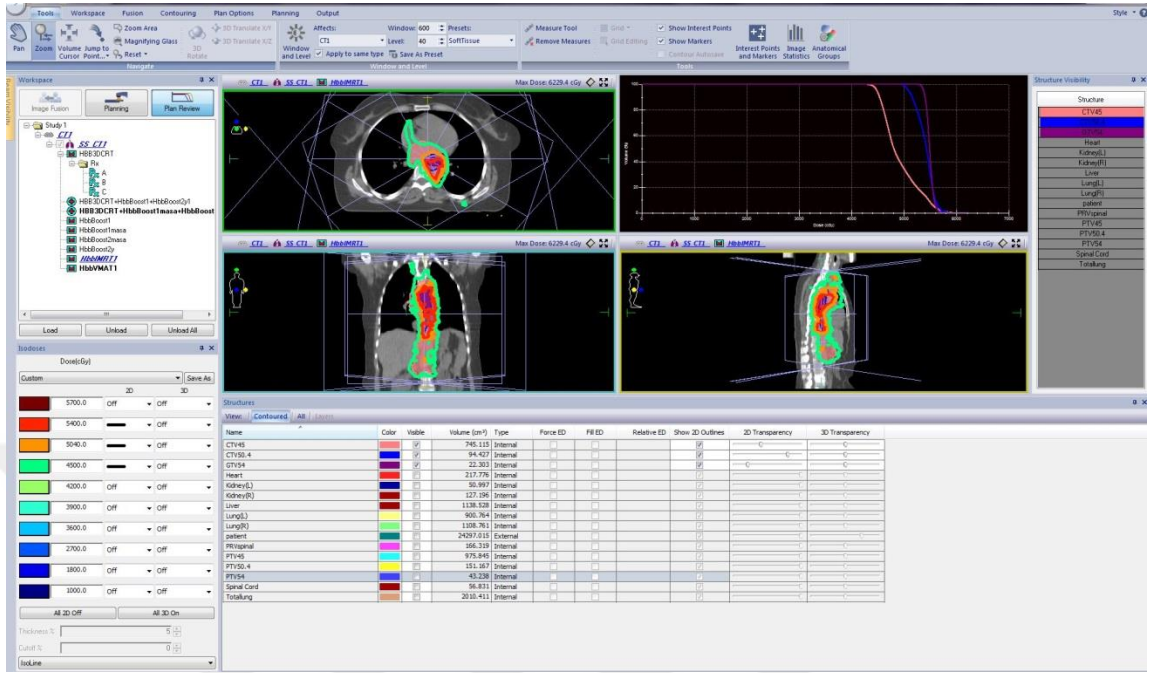
kullanılarak yapılmıştır. Planlar 6 ve 15 MV enerjiler ve gereken ışınlar için wedge faktörü kullanılarak oluşturulmuştur (Şekil 14).



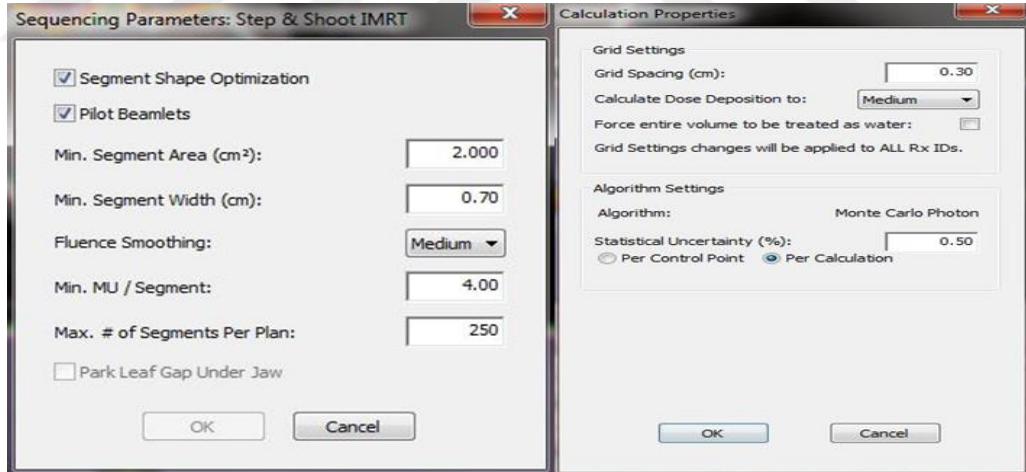
Şekil 13. 3BKRT planlama gösterimi

3.2.2. YART Planlarının Oluşturulması

YART planlarında ışın açıları olarak 210^0 , 330^0 , 0^0 , 30^0 , 150^0 kullanılmıştır. PTV54, PTV50,4 ve PTV45 için tümör hacimlerine simultaneous boost technique (SIB) kullanılarak tek seferde biyolojik etkin doz (BED) hesabı da yapılarak çıkmıştır. Işın enerjisi olarak 6 MV kullanılmış ve planlar Monaco TPS de Monte Carlo algoritması kullanılarak yapılmıştır. Şekil 15'te yapılmış bir planlamaya ait görüntü ve Şekil 16'da planlama parametreleri verilmektedir.



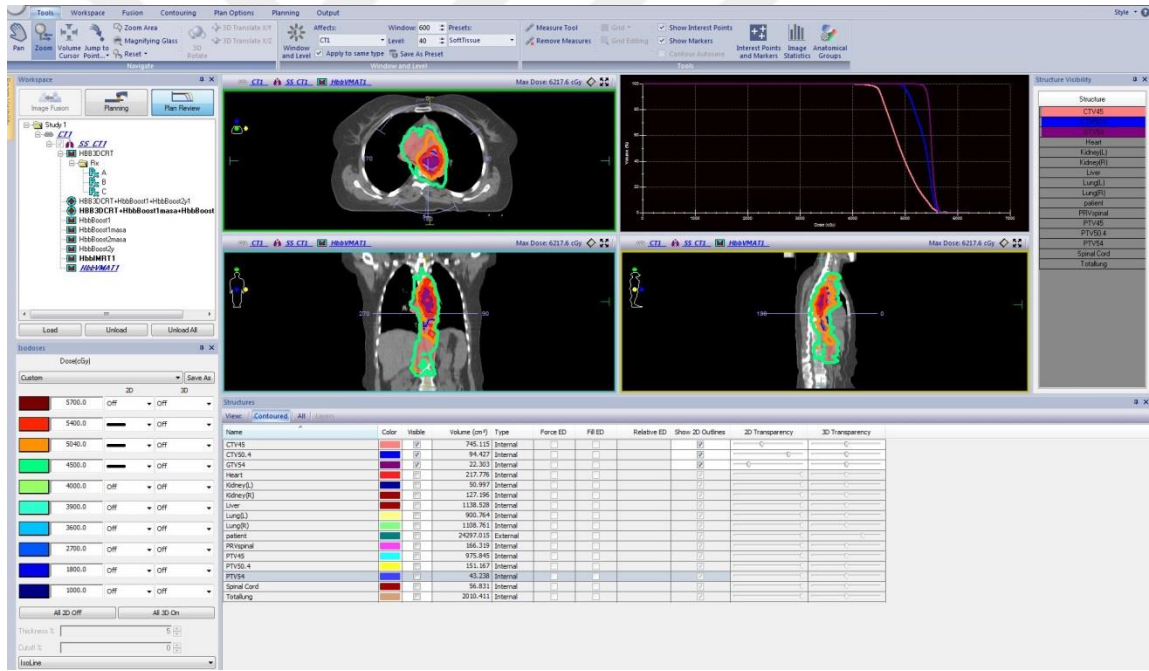
Şekil 14: YART planlama örneği



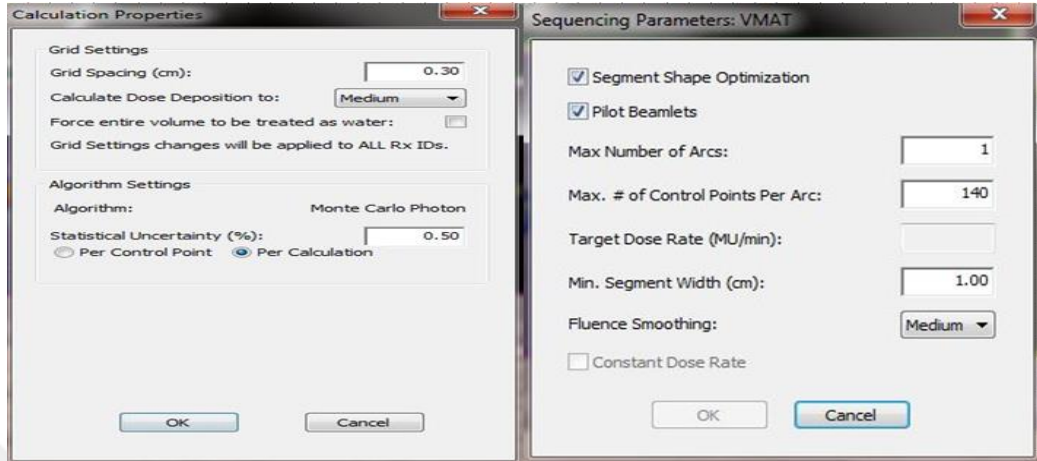
Şekil 15. YART plan parametreleri

3.2.3. VMAT Planlarının Oluşturulması

Tüm VMAT planları Monaco TPS kullanılarak hazırlanmıştır. PTV54, PTV50,4 ve PTV45 olan tümör hacimlerine SIB yöntemi BED hesapları yapılmış ve toplam doza tek seferde çıkmıştır. Planlama görüntülerinde hastaların kolları yanda olması ve akciğer dozlarını sağlamak için ön-arka olacak şekilde parçalı ark kullanılmıştır. Parçalı olarak verilen bu açılar 180^0-40^0 , 310^0-100^0 ve 140^0-40^0 olarak ayarlanmış ve enerji olarak 6 MV seçilmiştir. Tüm planlar Monaco TPS'te Monte Carlo algoritması kullanılarak hazırlandı. Şekil 17'de örnek VMAT planı görüntüsü ve Şekil 18'de VMAT için kullanılan parametreler gösterilmektedir.



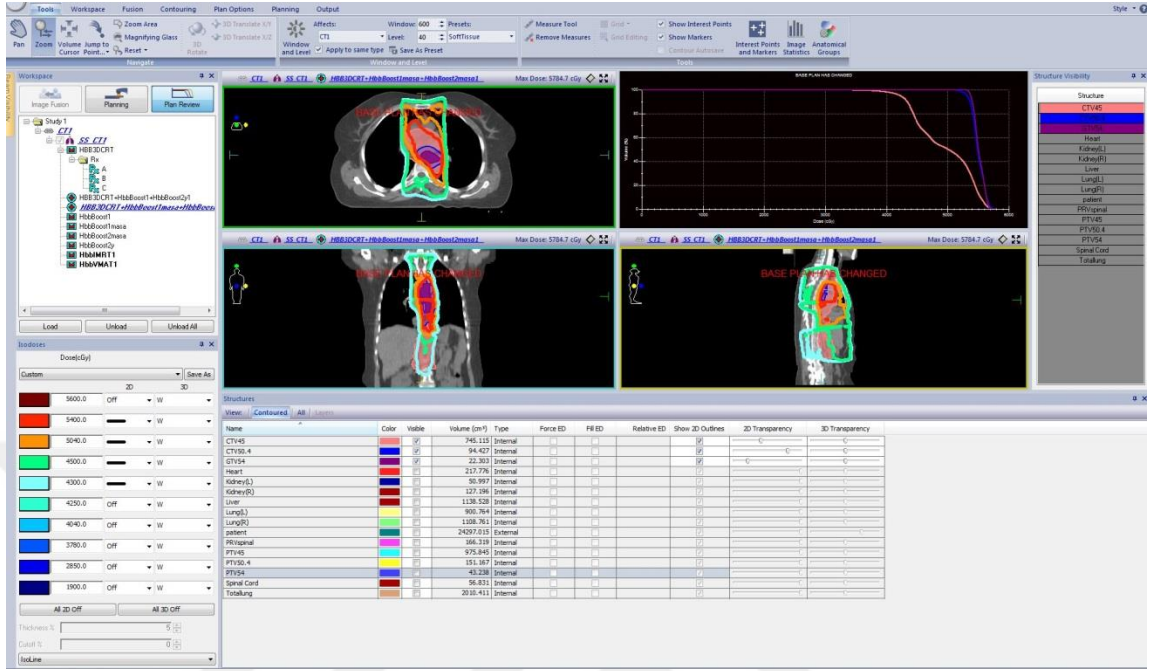
Şekil 17: VMAT planlama örneği



Şekil 15. VMAT için kullanılan parametreler

3.2.4. HİBRİT Planlarının Oluşturulması

HİBRİT planların tamamı Monaco TPS programı üzerinde hazırlanmıştır. 3BKRT planları için öncelikle 43,2 Gy doza AP/PA olacak şekilde çıkılmıştır. Kalbin yüksek doz almasını önlemek amacıyla alan bölünerek 350^0-345^0 arasında değişen açılar verilerek planlar hazırlanmıştır. 50,4 Gy doza çıkmak için 7,2 Gy'lik bir tamamlama doz planı VMAT tekniği kullanılarak yapılmıştır. 210^0-330^0 , 0^0-30^0 , 150^0-180^0 ve 90^0 lik bir masa açısına 330^0-30^0 arasını tarayan bir ışın eklenerek toplamda 4 ışın ile butterfly tekniğine benzer bir yöntemle planlar hazırlanmıştır. 3,6 Gy'lik kalan doz için yine benzer açılar kullanılarak planlar hazırlanmış ve planların birleştirilmesi sonrası doz analizi yapılmıştır. 3BKRT planları için Collapsed Cone algoritması kullanılırken VMAT planları için Monte Carlo Algoritması kullanılmıştır. Yapılan 3 plan TPS üzerinde birleştirilerek toplam plan üzerinden analiz yapılmıştır. 3BKRT planı ile 43,2 Gy olan doz Klein ve ark. (2003) tarafından yapılan çalışmada da belirtildiği gibi periferik saçılan dozlardan 45 Gy'i tamamlamaktadır. Şekil 19'da HİBRİT planlama örneği gösterilmiştir.



Şekil 18: HİBRİT planlama örneği

3.2.5. Tomoterapi Planlarının Oluşturulması

Tomoterapi planlarının tamamı dış merkezde Volo TPS kullanılarak üzerinde hazırlanmıştır. 54 Gy doza SIB tekniği ile tomoterapinin temel tedavi tekniği olan YART yöntemi kullanılarak çıkmıştır. Volo TPS'in temeli olan superposition/convolution algoritması pitch genişliği 0,287 ve jaw genişliği 2,5 olarak ayarlanmıştır. 6 MV düzleştirici filtre olmayan (flattening filter free (FFF)) ışınlar kullanılmıştır. Şekil 20'de HT'ye ait bir plan örneği gösterilmektedir.



Şekil 19: HT planlama örneği

3.2.6. İstatistiksel Analiz

Torasik özofagus kanseri tanılı 10 hastanın, 5 farklı teknik ile elde edilen planlama verilerinin normal dağılıma uygunluğunu değerlendirmek için “Shapiro-Wilk” testi kullanılmıştır. Normal dağılıma uygunluk gösteren verilerin homojenlik durumuna “One Way ANOVA” testi kullanılarak bakılmıştır. “ $p < 0,05$ ” olduğu durumda ikili karşılaştırmalarda “Bonferonni” testi kullanılmıştır. Farkları tanımlayıcı terimler olarak ortalama ve standart sapma kullanılmıştır.

Normal dağılıma uyup homojen olmayan veya normal dağılıma uygunluk göstermeyen veriler için (en az bir veri bile olsa) “Kruskal Wallis” testi kullanılmıştır. “ $p < 0,05$ ” olduğu durumda ikili karşılaştırma için “Mann-Whitney U” testi kullanılmıştır. Farkları tanımlayıcı terimler olarak ortanca, minimum ve maksimum kullanılmıştır. Tüm verilerin analizleri IBM SPSS 20 programı kullanılarak yapılmıştır.

4. BULGULAR

Bu çalışmada Uludağ Üniversitesi Tıp Fakültesi Hastanesi Radyasyon Onkolojisi A.D.'da radyoterapi tedavisi görmüş 10 torasik özofagus kanseri tanılı hastanın sistemdeki mevcut BT görüntüleri retrospektif olarak değerlendirilerek üç farklı teknik için tedavi planları hazırlanmıştır. Hazırlanan planların sonuçları sırası ile hedef hacim (D_2 , D_5 , D_{50} , D_{mean} , D_{95} , CI ve HI), ve riskli organlar için protokolde belirtilen değerlerine göre değerlendirilmiştir.

4.1. Hedef Hacimler (PTV54, PTV50,4, PTV45)

4.1.1. PTV54 için Elde Edilen Veriler

4.1.1.1. PTV54 için D_2 Verileri ve İstatistiksel Sonuçları

Torasik özofagus kanseri tanılı 10 hasta için 5 farklı tedavi planlama tekniğinde 54 Gy'lik hedef hacme ait D_2 verileri Tablo 4'te gösterilmiştir.

Tablo 4: PTV54'e ait D_2 verileri (cGy)

Hasta No	3BKRT	YART	VMAT	HİBRİT	HT
1	5900	5815,8	5694,6	5640,6	5470
2	5910	5657,8	5630,9	5602	5502
3	5780	5717,6	5651,2	5436	5500
4	5720	5652,5	5638,1	5677,5	5583
5	5630	5789,5	5738,6	5499,9	5514
6	5770	5700,2	5710,6	5488,4	5452
7	5620	5769,8	5873,4	5602,6	5511
8	5660	5795,5	5820,3	5525,4	5513
9	5640	5755,2	5680,7	5513,4	5606
10	5770	5747,7	5729,3	5598,4	5503

Tablo 5: PTV54'ün D₂ verileri için elde edilen değerlerin ikili karşılaştırmalarının istatistiksel sonuçları

Karşılaştırılan Teknikler	p-değeri
3BKRT ile YART	1,000
3BKRT ile VMAT	1,000
3BKRT ile HİBRİT	<0,001
3BKRT ile HT	<0,001
YART ile VMAT	1,000,
YART ile HİBRİT	<0,001
YART ile HT	<0,001
VMAT ile HİBRİT	<0,001
VMAT ile HT	<0,001
HİBRİT ile HT	1,000

5 tekniğin karşılaştırılmasında; veriler normal dağılıma uygun olarak bulunmuş ve varyansların da homojen çıkması sonucu bu veriler için One Way ANOVA testi uygulanmıştır. PTV54'ün D₂ değerleri için 5 teknik arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur ($p < 0,001$). İkili karşılaştırmalar için Bonferonni testi kullanılmıştır ve sonuçları Tablo 5'te gösterilmiştir. PTV54'ün D₂ verileri için yapılan istatistiksel sonuçlar Tablo 6'da listelenmiştir.

Tablo 6: 5 farklı tedavi planlama tekniğinde 54 Gy'lik hedef hacme ait D₂ değerlerinin istatistiksel sonuçları (cGy)

	3BKRT	YART	VMAT	HİBRİT	HT
Ortalama	5740	5740,16	5716,77	5558,42	5515,4
Medyan	5745	5751,45	5702,6	5561,9	5507
Minimum	5620	5652,50	5630,9	5436	5452
Maksimum	5910	5751,80	5873,4	5677,5	5606
Standart Sapma	106,04	56,72	78,54	76,6	46,49

4.1.1.2. PTV54 için D₅ Verileri ve İstatistiksel Sonuçları

Torasik özofagus kanseri tanılı 10 hasta için 5 farklı tedavi planlama tekniğinde 54 Gy'lik hedef hacme ait D₅ verileri Tablo 7'de gösterilmiştir.

Tablo 7: PTV54'e ait D₅ verileri (cGy)

Hasta No	3BKRT	YART	VMAT	HİBRİT	HT
1	5880	5787	5658,7	5597,4	5465
2	5860	5640,5	5603,7	5568,3	5494
3	5740	5684,8	5623	5397,2	5492
4	5720	5610	5613,9	5656,7	5537
5	5590	5733,7	5699,9	5475,5	5500
6	5710	5665,1	5674,6	5457,7	5454
7	5550	5727,7	5804,7	5574,4	5504
8	5640	5751,6	5770,7	5489,3	5505
9	5610	5711,4	5660,1	5481,2	5598
10	5740	5675,3	5693,5	5656,9	5498

Tablo 8: PTV54'ün D₅ değeri için ikili karşılaştırmaların istatistiksel sonuçları

Karşılaştırılan Teknikler	p-değeri
3BKRT ile YART	0,393
3BKRT ile VMAT	0,684
3BKRT ile HİBRİT	0,003
3BKRT ile HT	<0,001
YART ile VMAT	0,912
YART ile HİBRİT	<0,001
YART ile HT	<0,001
VMAT ile HİBRİT	<0,001
VMAT ile HT	<0,001
HİBRİT ile HT	0,796

5 tekniğin karşılaştırılmasında; Kruskal Wallis testi uygulanmıştır ve $p < 0,001$ olarak bulunmuştur. İkili karşılaştırmalar için Mann Whitney U testi kullanılmıştır ve sonuçları Tablo 8’de gösterilmiştir. PTV54’ün D_5 verileri için yapılan istatistiksel sonuçlar Tablo 9’da listelenmiştir.

Tablo 9: 54 Gy’lik hedef hacme ait D_5 değerlerinin istatistiksel sonuçları (cGy)

	3BKRT	YART	VMAT	HİBRİT	HT
Ortalama	5704	5698,71	5680,28	5535,67	5504,7
Ortanca	5715	5698,10	5667,35	5528,8	5499
Minimum	5550	5610,00	5603,7	5397,2	5454
Maksimum	5880	5787,00	5804,7	5535,67	5598
Standart Sapma	109,46	53,69	65,55	88,33	33,77

4.1.1.3. PTV54 için D_{mean} Verileri ve İstatistiksel Sonuçları

Torasik özofagus kanseri tanılı 10 hasta için 5 farklı tedavi planlama tekniğinde 54 Gy’lik hedef hacme ait D_{mean} değerleri Tablo 10’da gösterilmiştir.

Tablo 10: PTV54’e ait D_{mean} Verileri (cGy)

Hasta No	3BKRT	YART	VMAT	HİBRİT	HT
1	5591	5636,4	5512,6	5401,1	5446
2	5716	5552,3	5482,3	5420,1	5441
3	5295	5552,7	5495,6	5291,2	5467
4	5624	5491,2	5508,3	5513,7	5543
5	5467	5544,3	5530,1	5335,5	5483
6	5510	5498,7	5521,2	5312,5	5441
7	5381	5576,1	5565,1	5423,7	5479
8	5503	5570,8	5551,9	5287,6	5472
9	5358	5553,9	5555,7	5350,5	5538
10	5535	5521,5	5573,5	5443,2	5468

Tablo 11: PTV54'ün D_{mean} değeri için ikili karşılaştırmaların istatistiksel sonuçları

Karşılaştırılan Teknikler	p-değeri
3BKRT ile YART	0,315
3BKRT ile VMAT	0,529
3BKRT ile HİBRİT	0,029
3BKRT ile HT	0,579
YART ile VMAT	0,028
YART ile HİBRİT	<0,001
YART ile HT	<0,001
VMAT ile HİBRİT	<0,001
VMAT ile HT	0,004
HİBRİT ile HT	0,002

5 tekniğin karşılaştırılmasında; Kruskal Wallis testi uygulanmıştır ve $p=0,001$ olarak bulunmuştur. İkili karşılaştırmalar için Mann Whitney U testi kullanılmıştır ve sonuçları Tablo 11'de gösterilmiştir. PTV54'ün D_{mean} verileri için yapılan istatistiksel sonuçlar Tablo 12'de listelenmiştir.

Tablo 12: 54 Gy'lik hedef hacme ait D_{mean} değerlerinin istatistiksel sonuçları (cGy)

	3BKRT	YART	VMAT	HİBRİT	HT
Ortalama	5498	5549,8	5529,6	5377,9	5477
Ortanca	5506,5	5552,5	5525,6	5375,8	5470
Minimum	5295	5491,2	5482,3	5287	5441
Maksimum	5716	5636,4	5573,5	5513,7	5543
Standart Sapma	128,69	41,55	30,86	74,25	36,32

4.1.1.4. PTV54 için D₉₅ Verileri ve İstatistiksel Sonuçları

Torasik özofagus kanseri tanılı 10 hasta için 5 farklı tedavi planlama tekniğinde 54 Gy'lik hedef hacme ait D₉₅, verileri Tablo 13'te gösterilmiştir.

Tablo 13: PTV54'e ait D₉₅ verileri (cGy)

Hasta No	3BKRT	YART	VMAT	HİBRİT	HT
1	5290	5494,4	5364,1	5278,4	5423
2	5590	5465,8	5373	5318,3	5342
3	5140	5426	5354,9	5206,5	5412
4	5440	5370	5402,1	5376,2	5287
5	5360	5346,1	5369,8	5198,6	5446
6	5400	5340,6	5391,5	5151	5420
7	5290	5439,8	5395,4	5267,3	5443
8	5330	5395,1	5393,1	5130,8	5416
9	5260	5415,1	5497,6	5232,9	5441
10	5400	5355,7	5448	5343,5	5425

Tablo 14: PTV54'ün D₉₅ değeri için ikili karşılaştırmaların istatistiksel sonuçları

Karşılaştırılan Teknikler	p-değeri
3BKRT ile YART	0,912
3BKRT ile VMAT	0,218
3BKRT ile HİBRİT	0,043
3BKRT ile HT	0,075
YART ile VMAT	0,165
YART ile HİBRİT	<0,001
YART ile HT	0,796
VMAT ile HİBRİT	<0,001
VMAT ile HT	0,315
HİBRİT ile HT	<0,001

5 tekniğin karşılaştırılmasında; Kruskal Wallis testi uygulanmıştır ve $p=0,001$ olarak bulunmuştur. İkili karşılaştırmalar için Mann Whitney U testi kullanılmıştır ve sonuçları Tablo 14’te gösterilmiştir. PTV54’ün D_{95} verileri için yapılan istatistiksel sonuçlar Tablo 15’te listelenmiştir.

Tablo 15: 54 Gy’lik hedef hacme ait D_{95} değerlerinin istatistiksel sonuçları (cGy)

	3BKRT	YART	VMAT	HİBRİT	HT
Ortalama	5350	5404,86	5398,95	5405,5	5361,93
Ortanca	5345	5405,10	5392,3	5421,5	5374,6
Minimum	5140	5340,60	5354,9	5130,8	5130,8
Maksimum	5590	5494,40	5497,6	5446	5590
Standart Sapma	120,46	52,51	43,37	51,02	93,9

4.1.1.5. PTV54 için D_{98} Verileri ve İstatistiksel Sonuçları

Toraksik özofagus kanseri tanılı 10 hasta için 5 farklı tedavi planlama tekniğinde 54 Gy’lik hedef hacme ait D_{98} verileri Tablo 16’da gösterilmiştir.

Tablo 16: PTV54’e ait D_{98} verileri (cGy)

Hasta No	3BKRT	YART	VMAT	HİBRİT	HT
1	5260	5465,3	5313,4	5239,7	5410
2	5550	5446,8	5345	5300,5	5311
3	5140	5395	5305,9	5184,4	5422
4	5390	5344,3	5360,9	5352	5239
5	5320	5296,5	5326,9	5156,5	5424
6	5380	5299,8	5355,1	5102,9	5415
7	5270	5404,1	5361,9	5224,4	5415
8	5290	5355,3	5362,1	5090,8	5369
9	5250	5383,3	5408	5211,8	5422
10	5380	5309,3	5405,8	5317,7	5302

Tablo 17: PTV54'ün D_{98} değeri için ikili karşılaştırmaların istatistiksel sonuçları

Karşılaştırılan Teknikler	p-değeri
3BKRT ile YART	0,853
3BKRT ile VMAT	0,0315
3BKRT ile HİBRİT	0,029
3BKRT ile HT	0,123
YART ile VMAT	0,123
YART ile HİBRİT	0,001
YART ile HT	0,579
VMAT ile HİBRİT	<0,001
VMAT ile HT	0,165
HİBRİT ile HT	0,001

5 tekniğin karşılaştırılmasında; Kruskal Wallis testi uygulanmıştır ve $p=0,001$ olarak bulunmuştur. İkili karşılaştırmalar için Mann Whitney U testi kullanılmıştır ve sonuçları Tablo 17'de gösterilmiştir. PTV54'ün D_{98} verileri için yapılan istatistiksel sonuçlar Tablo 18'de listelenmiştir.

Tablo 18: 54 Gy'lik hedef hacme ait D_{98} değerlerinin istatistiksel sonuçları (cGy)

	3BKRT	YART	VMAT	HİBRİT	HT
Ortalama	5323	5369,97	5354,5	5218,07	5372,9
Ortanca	5305	5369,30	5358	5412,5	5412,5
Minimum	5140	5296,50	5305,9	5239	5239
Maksimum	5550	5465,30	5550	5424	5424
Standart Sapma	110,16	59,48	34,24	87,93	65,96

4.1.1.6. PTV54 için CI Verileri ve İstatistiksel Sonuçları

Torasik özofagus kanseri tanı 10 hasta için 5 farklı tedavi planlama tekniğinde 54 Gy'lik hedef hacme ait CI verileri Tablo 19'da gösterilmiştir.

Tablo 19: PTV54'e ait CI verileri

Hasta No	3BKRT	YART	VMAT	HİBRİT	HT
1	1,053	1,020	0,993	1,052	1,014
2	1,020	1,020	1,010	1,053	0,998
3	0,979	1,018	0,989	1,049	1,020
4	1,052	1,014	1,006	1,053	1,018
5	1,052	0,984	0,998	1,031	1,017
6	1,053	0,988	1,015	0,981	1,007
7	1,053	1,019	1,019	1,050	1,011
8	1,053	1,013	1,017	0,952	1,016
9	1,053	1,020	1,020	1,052	1,019
10	1,053	0,992	1,020	1,053	1,017

Tablo 20: PTV54'ün CI değeri için ikili karşılaştırmaların istatistiksel sonuçları

Karşılaştırılan Teknikler	p-değeri
3BKRT ile YART	0,796
3BKRT ile VMAT	0,002
3BKRT ile HİBRİT	0,165
3BKRT ile HT	0,002
YART ile VMAT	0,003
YART ile HİBRİT	0,023
YART ile HT	0,971
VMAT ile HİBRİT	0,023
VMAT ile HT	0,481
HİBRİT ile HT	0,023

5 tekniğin karşılaştırılmasında; Kruskal Wallis testi uygulanmıştır ve $p=0,001$ olarak bulunmuştur. İkili karşılaştırmalar için Mann Whitney U testi kullanılmıştır ve sonuçları Tablo 17’de gösterilmiştir. PTV54’ün CI verileri için yapılan istatistiksel sonuçlar Tablo 21’de listelenmiştir.

Tablo 21: 54 Gy’lik hedef hacme ait CI değerlerinin istatistiksel sonuçları

	3BKRT	YART	VMAT	HİBRİT	HT
Ortalama	1,04	1,00	1,00	1,03	1,02
Ortanca	1,05	1,01	1,01	1,05	1,01
Minimum	0,98	0,98	0,99	0,95	0,95
Maksimum	1,05	1,02	1,02	1,05	1,05
Standart Sapma	0,24	0,02	0,01	0,036	0,024

4.1.1.7. PTV54 için HI Verileri ve İstatistiksel Sonuçları

Torasik özofagus kanseri tanı 10 hasta için 5 farklı tedavi planlama tekniğinde 54 Gy’lik hedef hacme ait HI verileri Tablo 22’de gösterilmiştir.

Tablo 22: PTV54’e ait HI verileri

Hasta No	3BKRT	YART	VMAT	HİBRİT	HT
1	0,110	0,062	0,069	0,074	0,011
2	0,056	0,038	0,052	0,056	0,035
3	0,122	0,058	0,063	0,048	0,014
4	0,050	0,056	0,050	0,059	0,063
5	0,049	0,089	0,074	0,064	0,016
6	0,067	0,067	0,064	0,072	0,007
7	0,062	0,066	0,092	0,070	0,018
8	0,060	0,079	0,083	0,082	0,026
9	0,071	0,067	0,049	0,056	0,033
10	0,067	0,079	0,058	0,052	0,037

Tablo 23: PTV54'ün HI değeri için ikili karşılaştırmaların istatistiksel sonuçları

Karşılaştırılan Teknikler	p-değeri
3BKRT ile YART	0,796
3BKRT ile VMAT	0,0912
3BKRT ile HİBRİT	0,796
3BKRT ile HT	<0,001
YART ile VMAT	1,000
YART ile HİBRİT	0,579
YART ile HT	<0,001
VMAT ile HİBRİT	0,853
VMAT ile HT	<0,001
HİBRİT ile HT	<0,001

5 tekniğin karşılaştırılmasında; Kruskal Wallis testi uygulanmıştır ve $p=0,001$ olarak bulunmuştur. İkili karşılaştırmalar için Mann Whitney U testi kullanılmıştır ve sonuçları Tablo 23'te gösterilmiştir. PTV54'ün HI verileri için yapılan istatistiksel sonuçlar Tablo 24'te listelenmiştir.

Tablo 24: 54 Gy'lik hedef hacme ait HI değerlerinin istatistiksel sonuçları

	3BKRT	YART	VMAT	HİBRİT	HT
Ortalama	0,07	0,07	0,06	0,06	0,02
Ortanca	0,06	0,07	0,06	0,06	0,02
Minimum	0,05	0,04	0,05	0,05	0,01
Maksimum	0,12	0,09	0,09	0,08	0,06
Standart Sapma	0,02	0,01	0,01	0,01	0,02

4.1.2. PTV50,4 için Elde Edilen Veriler

4.1.2.2. PTV50,4 için D₂ Verileri ve İstatistiksel Sonuçları

Torasik özofagus kanseri tanılı 10 hasta için 5 farklı tedavi planlama tekniğinde 50,4 Gy'lik hedef hacme ait D₂ verileri Tablo 25'te gösterilmiştir.

Tablo 25: PTV50,4'e ait D₂ verileri (cGy)

Hasta No	3BKRT	YART	VMAT	HİBRİT	HT
1	5930	5774	5649,6	5657,5	5462
2	5910	5645,7	5664,7	5629	5489
3	5750	5701,9	5652,7	5455,9	5492
4	5720	5716,5	5620,2	5696,7	5540
5	5620	5758,5	5730,3	5501,9	5507
6	5730	5685,2	5691,9	5828,4	5442
7	5620	5747,1	5826,9	5632,8	5504
8	5660	5774,6	5794	5603,1	5508
9	5580	5727,8	5675,5	5650,9	5571
10	5700	5715	5808	5605,1	5480

Tablo 26: PTV50,4'ün D₂ değeri için ikili karşılaştırmaların istatistiksel sonuçları

Karşılaştırılan Teknikler	p-değeri
3BKRT ile YART	1,000
3BKRT ile VMAT	1,000
3BKRT ile HİBRİT	0,110
3BKRT ile HT	<0,001
YART ile VMAT	1,000
YART ile HİBRİT	0,091
YART ile HT	<0,001
VMAT ile HİBRİT	0,228
VMAT ile HT	<0,001
HİBRİT ile HT	0,011

5 tekniğin karşılaştırılmasında; One Way ANOVA testi uygulanmıştır ve $p < 0,001$ olarak bulunmuştur. İkili karşılaştırmalar için Bonferonni testi kullanılmıştır

ve sonuçları Tablo 26’da gösterilmiştir. PTV50,4’ün D₂ verileri için yapılan istatistiksel sonuçlar Tablo 27’de listelenmiştir.

Tablo 27: 50,4 Gy’lik hedef hacme ait D₂ değerlerinin istatistiksel sonuçları (cGy)

	3BKRT	YART	VMAT	HİBRİT	HT
Ortalama	5722	5724,63	5711,38	5626,13	5499,5
Ortanca	5710	5722,15	5683,7	5630,9	5442
Minimum	5580	5645,70	5620,2	5455	5498
Maksimum	5950	5774,60	5826,9	5828,4	5571
Standart Sapma	117,74	40,90	74	101,62	36,76

4.1.2.2. PTV50,4 için D₅ Verileri ve İstatistiksel Sonuçları

Toraksik özofagus kanseri tanı 10 hasta için 5 farklı tedavi planlama tekniğinde 50,4 Gy’lik hedef hacme ait D₅ verileri Tablo 28’de gösterilmiştir.

Tablo 28: PTV50,4’e ait D₅ verileri (cGy)

Hasta No	3BKRT	YART	VMAT	HİBRİT	HT
1	5890	5729,2	5607,4	5607,6	5457
2	5850	5618,7	5594,3	5573,6	5476
3	5680	5658,5	5601,1	5408,6	5474
4	5710	5654,7	5585,7	5667,4	5512
5	5580	5705,5	5683,8	5476,2	5503
6	5630	5634,4	5634,4	5738,5	5441
7	5550	5702,4	5755,6	5598,5	5501
8	5640	5725,4	5735,5	5525,3	5467
9	5520	5665,8	5637,9	5619,4	5545
10	5650	5650,6	5757,4	5556,2	5459

Tablo 29: PTV50,4'ün D₅ değeri için ikili karşılaştırmaların istatistiksel sonuçları

Karşılaştırılan Teknikler	p-değeri
3BKRT ile YART	0,436
3BKRT ile VMAT	0,971
3BKRT ile HİBRİT	0,105
3BKRT ile HT	<0,001
YART ile VMAT	0,436
YART ile HİBRİT	0,011
YART ile HT	<0,001
VMAT ile HİBRİT	0,052
VMAT ile HT	<0,001
HİBRİT ile HT	0,007

5 tekniğin karşılaştırılmasında; Kruskal Wallis testi uygulanmıştır ve $p < 0,001$ olarak bulunmuştur. İkili karşılaştırmalar için Mann Whitney U testi kullanılmıştır ve sonuçları Tablo 29'da gösterilmiştir. PTV50,4'ün D₅ verileri için yapılan istatistiksel sonuçlar Tablo 30'da listelenmiştir.

Tablo 30: 50,4 Gy'lik hedef hacme ait D₅ değerlerinin istatistiksel sonuçları (cGy)

	3BKRT	YART	VMAT	HİBRİT)	HT
Ortalama	5670	5674,52	5659,31	5570,12	5483,5
Ortanca	5645	5662,15	5636,15	5586,05	5475
Minimum	5520	5618,70	5585,7	5408,6	5441
Maksimum	5890	5729,20	5757,4	5738,5	5545
Standart Sapma	120,4	38,50	68,4	93,74	31,28

4.1.2.3. PTV50,4 için D_{mean} Verileri ve İstatistiksel Sonuçları

Torasik özofagus kanseri tanılı 10 hasta için 5 farklı tedavi planlama tekniğinde 50,4 Gy'lik hedef hacme ait D_{mean} verileri Tablo 31'de gösterilmiştir.

Tablo 31: PTV50,4'e ait D_{mean} verileri (cGy)

Hasta No	3BKRT	YART	VMAT	HİBRİT	HT
1	5540	5461,2	5348,8	5358,7	5288
2	5519	5416,1	5352,4	5381,6	5233
3	5243	5423,2	5383,4	5283,6	5343
4	5446	5402,8	5353,1	5495,7	5501
5	5391	5469,6	5436,2	5304,7	5387
6	5319	5326,2	5357,8	5314,9	5273
7	5335	5492,2	5460	5410,1	5403
8	5463	5472,5	5467,6	5280,2	5392
9	5224	5344	5379,6	5401,2	5208
10	5275	5338,8	5459,5	5333,9	5214

Tablo 32: PTV50,4'ün D_{mean} değeri için ikili karşılaştırmaların istatistiksel sonuçları

Karşılaştırılan Teknikler	p-değeri
3BKRT ile YART	0,353
3BKRT ile VMAT	0,579
3BKRT ile HİBRİT	0,796
3BKRT ile HT	0,315
YART ile VMAT	0,631
YART ile HİBRİT	0,052
YART ile HT	0,035
VMAT ile HİBRİT	0,165
VMAT ile HT	0,105
HİBRİT ile HT	0,436

5 tekniğin karşılaştırılmasında; Kruskal Wallis testi uygulanmıştır ve $p=0,150$ olarak bulunmuştur. İkili karşılaştırmalar için Mann Whitney U testi kullanılmıştır ve sonuçları Tablo 32’de gösterilmiştir. PTV50,4’ün D_{mean} verileri için yapılan istatistiksel sonuçlar Tablo 33’te listelenmiştir.

Tablo 33: 50,4 Gy’lik hedef hacme ait D_{mean} değerlerinin istatistiksel sonuçları (cGy)

	3BKRT	YART	VMAT	HİBRİT	HT
Ortalama	5375,5	5414,66	5399,84	5356,46	5324,2
Ortanca	5363	5410,65	5381,5	5346,3	5315,5
Minimum	5224	5326,20	5348,8	5280,2	5208
Maksimum	5540	5492,20	5467,6	5495,7	5324,2
Standart Sapma	113,51	60,86	50,09	67,45	96,76

4.1.2.4. PTV50,4 için D_{95} Verileri ve İstatistiksel Sonuçları

Toraksik özofagus kanseri tanılı 10 hasta için 5 farklı tedavi planlama tekniğinde 50,4 Gy’lik hedef hacme ait D_{95} verileri Tablo 34’te gösterilmiştir.

Tablo 34: PTV50,4’e ait D_{95} verileri (cGy)

Hasta No	3BKRT	YART	VMAT	HİBRİT	HT
1	5180	5158,4	5010,8	5072,5	5010
2	4940	5149,9	5060	5201,1	4901
3	4960	5104,9	5074,5	5134,2	5112
4	5010	5090,4	5024,4	5318,4	5047
5	5070	5170,9	5091,7	5061,9	5087
6	4950	5030,6	5073,2	5013,7	5060
7	5000	5161,3	5046,2	5212,6	5148
8	5180	5145,5	5128,8	5094,7	5119
9	4910	5005,3	5075,5	5150,6	5017
10	4950	5021,7	5091,1	5023,1	5033

Tablo 35: PTV50,4'ün D_{95} değeri için ikili karşılaştırmaların istatistiksel sonuçları

Karşılaştırılan Teknikler	p-değeri
3BKRT ile YART	0,052
3BKRT ile VMAT	0,052
3BKRT ile HİBRİT	0,011
3BKRT ile HT	0,218
YART ile VMAT	0,165
YART ile HİBRİT	0,739
YART ile HT	0,143
VMAT ile HİBRİT	0,165
VMAT ile HT	0,684
HİBRİT ile HT	0,089

5 tekniğin karşılaştırılmasında; Kruskal Wallis testi uygulanmıştır ve $p=0,039$ olarak bulunmuştur. İkili karşılaştırmalar için Mann Whitney U testi kullanılmıştır ve sonuçları Tablo 35'te gösterilmiştir. PTV50,4'ün D_{95} verileri için yapılan istatistiksel sonuçlar Tablo 36'da listelenmiştir.

Tablo 36: 50,4 Gy'lik hedef hacme ait D_{95} değerlerinin istatistiksel sonuçları (cGy)

	3BKRT	YART	VMAT	HİBRİT	HT
Ortalama	5015	5103,90	5067,62	5128,28	5053,4
Ortanca	4980	5124,20	5073,85	5114,45	5053,5
Minimum	4910	5005,30	5010,8	5013,7	4901
Maksimum	5180	5170,90	5158,8	5318,4	5148
Standart Sapma	97,67	51,89	34,36	95,41	70,51

4.1.2.5. PTV50,4 için D₉₈ Verileri ve İstatistiksel Sonuçları

Torasik özofagus kanseri tanılı 10 hasta için 5 farklı tedavi planlama tekniğinde 50,4 Gy'lik hedef hacme ait D₉₈ verileri Tablo 37'de gösterilmiştir.

Tablo 37: PTV50,4'e ait D₉₈ verileri (cGy)

Hasta No	3BKRT	YART	VMAT	HİBRİT	HT
1	5090	5113,1	4939,9	4988,6	4981
2	4860	5108	4992,4	5119,8	4830
3	4900	5020,6	4945,6	5086,8	5086
4	4910	5026,5	4971,5	5244,4	5005
5	5000	5072,5	5014,2	4964,5	5048
6	4870	4967,8	5020,6	4882	5037
7	4840	5076,2	4977,8	5156,7	5108
8	4920	5055,6	5043,5	5036,1	5082
9	4620	4940,2	4944,4	4989,1	4817
10	4870	4932	4986,2	4895,5	4965

Tablo 38: PTV50,4'ün D₉₈ değeri için ikili karşılaştırmaların istatistiksel sonuçları

Karşılaştırılan Teknikler	p-değeri
3BKRT ile YART	0,013
3BKRT ile VMAT	0,272
3BKRT ile HİBRİT	0,009
3BKRT ile HT	0,133
YART ile VMAT	1,000
YART ile HİBRİT	1,000
YART ile HT	1,000
VMAT ile HİBRİT	1,000
VMAT ile HT	1,000
HİBRİT ile HT	1,000

5 tekniğin karşılaştırılmasında; One Way Anova testi uygulanmıştır ve $p=0,007$ olarak bulunmuştur. İkili karşılaştırmalar için Bonferonni testi kullanılmıştır ve sonuçları Tablo 38’de gösterilmiştir. PTV50,4’ün D_{98} verileri için yapılan istatistiksel sonuçlar Tablo 39’da listelenmiştir.

Tablo 39: 50,4 Gy’lik hedef hacme ait D_{98} değerlerinin istatistiksel sonuçları (cGy)

	3BKRT	YART	VMAT	HİBRİT	HT
Ortalama	4888	5031,25	4983,61	5036,35	4995,9
Ortanca	4885	5041,05	4982	5012,6	5021
Minimum	4620	4932,00	4939,9	4882	4817
Maksimum	5090	5113,10	5043,5	5244,4	5108
Standart Sapma	120,44	66,00	35,04	115,77	101,81

4.1.2.6. PTV50,4 için CI Verileri ve İstatistiksel Sonuçları

Torasik özofagus kanseri tanılı 10 hasta için 5 farklı tedavi planlama tekniğinde 50,4 Gy’lik hedef hacme ait CI verileri Tablo 40’ta gösterilmiştir.

Tablo 40: PTV50,4’e ait CI verileri

Hasta No	3BKRT	YART	VMAT	HİBRİT	HT
1	1,00	1,02	0,98	1,06	0,89
2	1,03	1,02	1,00	1,00	0,98
3	1,01	1,00	0,98	1,01	0,95
4	1,04	1,02	1,00	0,99	1,00
5	1,04	1,01	1,01	0,98	1,02
6	1,04	0,99	1,01	0,94	1,10
7	1,04	1,01	1,00	0,97	1,02
8	1,05	1,01	1,01	0,97	1,05
9	0,99	0,99	0,98	1,01	0,95
10	1,00	0,98	0,99	0,97	1,04

Tablo 41: PTV50,4'ün CI değeri için ikili karşılaştırmaların istatistiksel sonuçları

Karşılaştırılan Teknikler	p-değeri
3BKRT ile YART	0,043
3BKRT ile VMAT	0,009
3BKRT ile HİBRİT	0,043
3BKRT ile HT	0,063
YART ile VMAT	0,105
YART ile HİBRİT	0,001
YART ile HT	0,853
VMAT ile HİBRİT	0,19
VMAT ile HT	0,19
HİBRİT ile HT	<0,001

5 tekniğin karşılaştırılmasında; Kruskal Wallis testi uygulanmıştır ve $p<0,001$ olarak bulunmuştur. İkili karşılaştırmalar için Mann Whitney U testi kullanılmıştır ve sonuçları Tablo 41'de gösterilmiştir. PTV50,4'ün CI verileri için yapılan istatistiksel sonuçlar Tablo 42'de listelenmiştir.

Tablo 42: 50,4 Gy'lik hedef hacme ait CI değerlerinin istatistiksel sonuçları

	3BKRT	YART	VMAT	HİBRİT	HT
Ortalama	1,03	1,01	1,00	1,04	1,00
Ortanca	1,03	1,01	1,00	1,05	1,01
Minimum	0,99	0,98	0,98	0,99	0,96
Maksimum	1,05	1,02	1,01	1,07	1,02
Standart Sapma	0,02	0,01	0,01	0,02	0,02

4.1.2.7. PTV50,4 için HI Verileri ve İstatistiksel Sonuçları

Torasik özofagus kanseri tanılı 10 hasta için 5 farklı tedavi planlama tekniğinde 50,4 Gy'lik hedef hacme ait HI verileri Tablo 43'te gösterilmiştir.

Tablo 43: PTV50,4'e ait HI verileri

Hasta No	3BKRT	YART	VMAT	HİBRİT	HT
1	0,152	0,121	0,132	0,125	0,091
2	0,187	0,099	0,125	0,095	0,125
3	0,163	0,125	0,131	0,070	0,076
4	0,147	0,127	0,120	0,082	0,101
5	0,011	0,125	0,131	0,101	0,084
6	0,161	0,135	0,125	0,179	0,076
7	0,146	0,122	0,155	0,088	0,073
8	0,135	0,131	0,137	0,108	0,078
9	0,183	0,147	0,135	0,122	0,145
10	0,158	0,147	0,150	0,132	0,099

Tablo 44: PTV50,4'ün HI değeri için ikili karşılaştırmaların istatistiksel sonuçları

Karşılaştırılan Teknikler	p-değeri
3BKRT ile YART	0,009
3BKRT ile VMAT	0,019
3BKRT ile HİBRİT	0,011
3BKRT ile HT	0,002
YART ile VMAT	0,218
YART ile HİBRİT	0,063
YART ile HT	0,007
VMAT ile HİBRİT	0,015
VMAT ile HT	0,002
HİBRİT ile HT	0,28

5 tekniğin karşılaştırılmasında; Kruskal Wallis testi uygulanmıştır ve $p<0,001$ olarak bulunmuştur. İkili karşılaştırmalar için Mann Whitney U testi kullanılmıştır ve sonuçları Tablo 44’te gösterilmiştir. PTV50,4’ün HI verileri için yapılan istatistiksel sonuçlar Tablo 45’te listelenmiştir.

Tablo 45: 50,4 Gy’lik hedef hacme ait HI değerlerinin istatistiksel sonuçları

	3BKRT	YART	VMAT	HİBRİT	HT
Ortalama	0,14	0,13	0,13	0,11	0,09
Ortanca	0,16	0,13	0,13	0,10	0,09
Minimum	0,01	0,10	0,12	0,07	0,07
Maksimum	0,19	0,15	0,15	0,18	0,15
Standart Sapma	0,05	0,01	0,01	0,03	0,02

4.1.3. PTV45 için Elde Edilen Veriler

4.1.3.1. PTV45 için D₂ Verileri ve İstatistiksel Sonuçları

Torasik özofagus kanseri tanı 10 hasta için 5 farklı tedavi planlama tekniğinde 45 Gy’lik hedef hacme ait D₂ verileri Tablo 46’da gösterilmiştir.

Tablo 46: PTV45 ’e ait D₂ verileri (cGy)

Hasta No	3BKRT	YART	VMAT	HİBRİT	HT
1	5890	5719,7	5598,6	5619,4	5457
2	5920	5614,2	5589,7	5602,2	5479
3	5680	5693	5744,3	5425,9	5413
4	5730	5697,5	5572	5652,7	5490
5	5570	5712,6	5731,5	5646,8	5500
6	5600	5546,2	5497,8	5849,4	5122
7	5580	5685,9	5717,3	5600,1	5496
8	5630	5736	5726,8	5577,4	5565
9	5180	5443,2	5395,6	5466,2	4711
10	5660	5666	5770,8	5579,6	5467

Tablo 47: PTV45'in D₂ değeri için ikili karşılaştırmaların istatistiksel sonuçları

Karşılaştırılan teknikler	p-değeri
3BKRT ile YART	0,739
3BKRT ile VMAT	0,912
3BKRT ile HİBRİT	0,315
3BKRT ile HT	0,001
YART ile VMAT	0,853
YART ile HİBRİT	0,105
YART ile HT	0,001
VMAT ile HİBRİT	0,631
VMAT ile HT	0,002
HİBRİT ile HT	0,004

5 tekniğin karşılaştırılmasında; Kruskal Wallis testi uygulanmıştır ve $p=0,002$ olarak bulunmuştur. İkili karşılaştırmalar için Mann Whitney U testi kullanılmıştır ve sonuçları Tablo 47'de gösterilmiştir. PTV45'in D₂ verileri için yapılan istatistiksel sonuçlar Tablo 48'de listelenmiştir.

Tablo 48: 45 Gy'lik hedef hacme ait D₂ değerlerinin istatistiksel sonuçları (cGy)

	3BKRT	YART	VMAT	HİBRİT	HT
Ortalama	5466	5651,43	5634,44	5601,97	5370
Ortanca	5645	5689,45	5657,95	5601,15	5473
Minimum	5180	5513,10	5395,6	5425,9	4711
Maksimum	5840	5790,10	5770,8	5849,4	5565
Standart Sapma	203,48	87,30	124	113,85	206,7

4.1.3.2. PTV45 için D₅ Verileri ve İstatistiksel Sonuçları

Torasik özofagus kanseri tanılı 10 hasta için 5 farklı tedavi planlama tekniğinde 45 Gy'lik hedef hacme ait D₅ verileri Tablo 49'da gösterilmiştir.

Tablo 49: PTV45 'e ait D₅ verileri (cGy)

Hasta No	3BKRT	YART	VMAT	HİBRİT	HT
1	5840	5653,7	5541,4	5555,4	5444
2	5840	5569,1	5525,7	5533	5447
3	5540	5631,8	5602,7	5380,9	5410
4	5700	5575,3	5494,2	5602,1	5345
5	5510	5651,4	5654,9	5528,3	5490
6	5520	5423,4	5438,7	5810,3	5112
7	5500	5629,7	5613,7	5553,5	5485
8	5610	5659,6	5632,4	5486,5	5482
9	5130	5280,3	5300,2	5320,1	4626
10	5600	5591,8	5711	5525,2	5404

Tablo 50: PTV45'in D₅ değeri için ikili karşılaştırmaların istatistiksel sonuçları

Karşılaştırılan Teknikler	p-değeri
3BKRT ile YART	0,912
3BKRT ile VMAT	0,853
3BKRT ile HİBRİT	0,436
3BKRT ile HT	0,001
YART ile VMAT	0,739
YART ile HİBRİT	0,123
YART ile HT	0,004
VMAT ile HİBRİT	0,481
VMAT ile HT	0,004
HİBRİT ile HT	0,009

5 tekniğin karşılaştırılmasında; Kruskal Wallis testi uygulanmıştır ve $p=0,005$ olarak bulunmuştur. İkili karşılaştırmalar için Mann Whitney U testi kullanılmıştır ve sonuçları Tablo 50'de gösterilmiştir. PTV45'in D₅ verileri için yapılan istatistiksel sonuçlar Tablo 51'de listelenmiştir.

Tablo 51: 45 Gy'lik hedef hacme ait D₅ değerlerinin istatistiksel sonuçları (cGy)

	3BKRT	YART	VMAT	HİBRİT	HT
Ortalama	5579	5566,61	5551,49	5529,53	5324,5
Ortanca	5570	5610,75	5572,05	5530,65	5427
Minimum	5130	5280,30	5300,2	5320,1	4626
Maksimum	5840	5659,60	5711	5810,3	5490
Standart Sapma	202,73	122,41	119,76	130,46	269,64

4.1.3.3. PTV45 için D_{mean} Verileri ve İstatistiksel Sonuçları

Toraksik özofagus kanseri tanılı 10 hasta için 5 farklı tedavi planlama tekniğinde 45 Gy'lik hedef hacme ait D_{mean} verileri Tablo 52'de gösterilmiştir.

Tablo 52: PTV45 'e ait D_{mean} verileri (cGy)

Hasta No	3BKRT	YART	VMAT	HİBRİT	HT
1	5145	5112	5059,1	5042,2	4944
2	5232	5129,7	5087,3	5151,6	4776
3	4990	5175,6	5146,5	5000,6	5039
4	5111	4913,8	4936,4	4944,3	4733
5	4990	5132,6	5130,1	5304,7	4819
6	5072	4960,5	4998,8	5219,4	4857
7	5084	5088,5	5110,5	5081,6	4999
8	5160	5097,1	5137,1	5083,8	4977
9	4708	4727,5	4886,3	4596,4	4607
10	5050	5071,2	5216,4	5083,8	4762

Tablo 53: PTV45'in D_{mean} değeri için ikili karşılaştırmaların istatistiksel sonuçları

Karşılaştırılan Teknikler	p-değeri
3BKRT ile YART	0,971
3BKRT ile VMAT	0,912
3BKRT ile HİBRİT	0,971
3BKRT ile HT	0,004
YART ile VMAT	0,739
YART ile HİBRİT	0,971
YART ile HT	0,009
VMAT ile HİBRİT	0,971
VMAT ile HT	0,002
HİBRİT ile HT	0,005

5 tekniğin karşılaştırılmasında; Kruskal Wallis testi uygulanmıştır ve $p=0,012$ olarak bulunmuştur. İkili karşılaştırmalar için Mann Whitney U testi kullanılmıştır ve sonuçları Tablo 53'te gösterilmiştir. PTV45'in D_{mean} verileri için yapılan istatistiksel sonuçlar Tablo 54'te listelenmiştir.

Tablo 54: 45 Gy'lik hedef hacme ait D_{mean} değerlerinin istatistiksel sonuçları (cGy)

	3BKRT	YART	VMAT	HİBRİT	HT
Ortalama	5054,2	5040,85	5070,85	5050,84	4851,3
Ortanca	5078	5092,80	5098,9	5082,7	4838
Minimum	4708	4727,50	4886,3	4596,4	4607
Maksimum	5232	5175,60	5216,4	5304,7	5039
Standart Sapma	143,83	136,09	102,26	190,49	137,37

4.1.3.4. PTV45 için D_{95} Verileri ve İstatistiksel Sonuçları

Torasik özofagus kanseri tanılı 10 hasta için 5 farklı tedavi planlama tekniğinde 45 Gy'lik hedef hacme ait D_{95} verileri Tablo 55'te gösterilmiştir.

Tablo 55: PTV45 'e ait D₉₅ verileri (cGy)

Hasta No	3BKRT	YART	VMAT	HİBRİT	HT
1	4420	4581,9	4554	4295,5	4488
2	4450	4610,4	4547,1	4476,1	4069
3	4490	4607,5	4577,3	4150	4546
4	4420	4484,9	4504,1	4278	4509
5	4420	4550,5	4576,5	4171	4485
6	4470	4530,7	4526,5	4450	4586
7	4420	4502,6	4588,5	4238,8	4540
8	4430	4515	4627,2	4443,7	4534
9	4420	4376,2	4599,9	5196,8	4494
10	4430	4415,4	4600,9	4370,9	5405

Tablo 56: PTV45'in D₉₅ değeri için ikili karşılaştırmaların istatistiksel sonuçları

Karşılaştırılan Teknikler	p-değeri
3BKRT ile YART	0,029
3BKRT ile VMAT	<0,001
3BKRT ile HİBRİT	0,218
3BKRT ile HT	0,003
YART ile VMAT	0,143
YART ile HİBRİT	0,009
YART ile HT	0,971
VMAT ile HİBRİT	0,002
VMAT ile HT	0,043
HİBRİT ile HT	0,015

5 tekniğin verilerinin karşılaştırmasında, Kruskal Wallis testi kullanılmıştır ve $p < 0,001$ olarak bulunmuştur. İkili karşılaştırmalar için Mann Whitney U testi kullanılmıştır ve sonuçları Tablo 56'da gösterilmiştir. D₉₅ verileri için yapılan istatistiksel sonuçlar Tablo 57'de listelenmiştir.

Tablo 57: 45 Gy'lik hedef hacme ait D₉₅ değerlerinin istatistiksel sonuçları (cGy)

	3BKRT	YART	VMAT	HİBRİT	HT
Ortalama	4437	4517,51	4570,2	4407,08	4565,6
Ortanca	4425	4522,85	4576,9	4333,2	4521,5
Minimum	4420	4376,20	4504,1	4150	4069
Maksimum	4490	4610,40	4627,2	5196,8	5405
Standart Sapma	24,97	77,33	37,38	300,4	329,06

4.1.3.5. PTV45 için D₉₈ Verileri ve İstatistiksel Sonuçları

Torakik özofagus kanseri tanı 10 hasta için 5 farklı tedavi planlama tekniğinde 45 Gy'lik hedef hacme ait D₉₈ verileri Tablo 58'de gösterilmiştir.

Tablo 58: PTV45 'e ait D₉₈ verileri (cGy)

Hasta No	3BKRT	YART	VMAT	HİBRİT	HT
1	4270	4502,5	4421,5	4165	4441
2	4220	4513,9	4417,3	4303,7	3300
3	4260	4506,9	4476,7	4052,6	4492
4	4030	4431	4412,7	4118	4466
5	4190	4444,3	4474,4	3973,7	4459
6	4240	4458,7	4455,9	4271,2	4534
7	4290	4423,8	4498	4006,5	4480
8	4220	4422,1	4571,4	4202,3	4486
9	4310	4411,8	4446,8	4091,3	4424
10	4300	4267,9	4472,5	4246,2	4374

Tablo 59: PTV45'in D_{98} değeri için ikili karşılaştırmaların istatistiksel sonuçları

Karşılaştırılan Teknikler	p-değeri
3BKRT ile YART	<0,001
3BKRT ile VMAT	<0,001
3BKRT ile HİBRİT	0,165
3BKRT ile HT	0,002
YART ile VMAT	0,684
YART ile HİBRİT	<0,001
YART ile HT	0,739
VMAT ile HİBRİT	<0,001
VMAT ile HT	0,971
HİBRİT ile HT	0,002

5 tekniğin verilerinin karşılaştırmasında, Kruskal Wallis testi kullanılmıştır ve $p < 0,001$ olarak bulunmuştur. İkili karşılaştırmalar için Mann Whitney U testi kullanılmıştır ve sonuçları Tablo 59'da gösterilmiştir. D_{98} verileri için bulunan istatistiksel sonuçlar Tablo 60'ta listelenmiştir.

Tablo 60: 45 Gy'lik hedef hacme ait D_{98} değerlerinin istatistiksel sonuçları (cGy)

	3BKRT	YART	VMAT	HİBRİT	HT
Ortalama	4213	4438,29	4464,72	4243,05	4545,6
Ortanca	4220	4437,65	4464,2	4241,5	4462,5
Minimum	4030	4267,90	4412,7	3973,7	3300
Maksimum	4310	4513,90	4571,4	4303,7	4534
Standart Sapma	85,9	70,91	47,15	113,37	369,89

4.1.3.6. PTV45 için CI Verileri ve İstatistiksel Sonuçları

Torasik özofagus kanseri tanılı 10 hasta için 5 farklı tedavi planlama tekniğinde 45 Gy'lik hedef hacme ait CI verileri Tablo 61'de gösterilmiştir.

Tablo 61: PTV45 'e ait CI verileri

Hasta No	3BKRT	YART	VMAT	HİBRİT	HT
1	1,00	1,01	0,98	0,99	1,00
2	1,00	0,98	0,98	1,02	1,00
3	1,01	1,00	0,99	1,01	0,99
4	0,98	0,99	0,98	1,00	1,00
5	1,00	0,99	0,99	0,96	1,00
6	0,99	1,00	0,99	0,98	1,02
7	1,02	0,99	1,00	1,00	1,00
8	1,00	0,98	1,02	1,00	1,00
9	1,02	1,00	0,99	0,98	0,99
10	1,02	0,99	1,07	1,01	0,98

Tablo 62: PTV45'in CI değeri için ikili karşılaştırmaların istatistiksel sonuçları

Karşılaştırılan Teknikler	p-değeri
3BKRT ile YART	0,089
3BKRT ile VMAT	0,165
3BKRT ile HİBRİT	0,143
3BKRT ile HT	0,353
YART ile VMAT	0,971
YART ile HİBRİT	0,912
YART ile HT	0,315
VMAT ile HİBRİT	0,971
VMAT ile HT	0,529
HİBRİT ile HT	0,529

5 tekniğin verilerinin karşılaştırmasında, Kruskal Wallis testi kullanılmıştır. Ve $p=0,375$ olarak bulunmuştur. İkili karşılaştırmalar için Mann Whitney U testi kullanılmıştır ve sonuçları Tablo 62'de gösterilmiştir. PTV45'in CI verileri için bulunan

istatistiksel sonuçlar Tablo 63'te listelenmiştir. 5 teknik için CI açısından fark gösterilememiştir.

Tablo 63: 45 Gy'lik hedef hacme ait CI değerlerinin istatistiksel sonuçları

	3BKRT	YART	VMAT	HİBRİT	HT
Ortalama	1,00	0,99	1,00	1,00	1,00
Ortanca	1,00	0,99	0,99	0,96	1,00
Minimum	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98
Maksimum	1,00	1,01	1,07	1,00	1,02
Standart Sapma	0,01	0,01	0,03	1,00	0,11

4.1.3.7. PTV45 için HI Verileri ve İstatistiksel Sonuçları

Torasik özofagus kanseri tanılı 10 hasta için 5 farklı tedavi planlama tekniğinde 45 Gy'lik hedef hacme ait HI verileri Tablo 64'te gösterilmiştir.

Tablo 64: PTV45'e ait HI verileri

1	0,331	0,238	0,232	0,282	0,206
2	0,323	0,214	0,229	0,247	0,458
3	0,284	0,228	0,245	0,264	0,182
4	0,330	0,263	0,236	0,306	0,223
5	0,273	0,025	0,243	0,324	0,225
6	0,286	0,219	0,208	0,297	0,121
7	0,248	0,247	0,239	0,304	0,205
8	0,270	0,258	0,225	0,267	0,220
9	0,186	0,221	0,195	0,303	0,062
10	0,269	0,272	0,247	0,255	0,216

Tablo 65: PTV45'in HI değeri için ikili karşılaştırmaların istatistiksel sonuçları

Karşılaştırılan Teknikler	p-değeri
3BKRT ile YART	0,005
3BKRT ile VMAT	0,002
3BKRT ile HİBRİT	0,912
3BKRT ile HT	0,009
YART ile VMAT	0,796
YART ile HİBRİT	<0,001
YART ile HT	0,105
VMAT ile HİBRİT	<0,001
VMAT ile HT	0,029
HİBRİT ile HT	0,002

5 tekniğin karşılaştırılmasında; Kruskal Wallis testi uygulanmıştır ve $p<0,001$ olarak bulunmuştur. İkili karşılaştırmalar için Mann Whitney U testi kullanılmıştır ve sonuçları Tablo 65'te gösterilmiştir. PTV45'in HI verileri için yapılan istatistiksel sonuçlar Tablo 66'da listelenmiştir.

Tablo 66: 45 Gy'lik hedef hacme ait HI değerlerinin istatistiksel sonuçları

	3BKRT	YART	VMAT	HİBRİT	HT
Ortalama	0,28	0,22	0,23	0,28	0,21
Ortanca	0,28	0,23	0,23	0,29	0,21
Minimum	0,19	0,02	0,20	0,25	0,06
Maksimum	0,33	0,27	0,25	0,32	0,05
Standart Sapma	0,44	0,07	0,17	0,03	0,10

4.2. Kritik Organlar (Akciğer, Kalp, Spinal Cord, Karaciğer, Böbrek, Parotis)

4.2.1. Akciğer İçin Elde Edilen Veriler

4.2.1.1. Total Akciğer için V₅ Verileri ve İstatistiksel Sonuçları

Torasik özofagus kanseri tanılı 10 hasta için 5 farklı tedavi planlama tekniğinde total akciğere ait V₅ verileri Tablo 67’de gösterilmiştir.

Tablo 67: Total akciğere ait V₅ verileri (%)

Hasta No	3BKRT	YART	VMAT	HİBRİT	HT
1	77,84	63,16	60,29	55,01	89,21
2	51,99	62,04	61,6	53,86	99,83
3	69,65	65,21	65,69	54,95	34,46
4	43,06	63,1	65,14	50,53	99,99
5	64,19	68,02	68,29	61,71	100
6	66,47	64,76	65,25	46,08	99,97
7	45,26	59,97	64,83	53,7	99,73
8	58,53	65,85	65,04	56,69	98,94
9	72,46	73,78	72,31	67,42	100
10	61,31	71,7	67,26	66,25	100

5 tekniğin verilerinin karşılaştırmasında, Kruskal Wallis testi kullanılmıştır ve 54 Gy’lik radyasyon dozunda total akciğerin V₅ değerleri için yapılan istatistiksel analiz sonucunda anlamlı fark olduğu görülmüştür ($p < 0,001$). İkili karşılaştırmalar için Mann Whitney U testi kullanılmıştır ve sonuçlar Tablo 68’de gösterilmiştir.

Tablo 68: Total akciğere ait V₅ değeri için ikili karşılaştırmaların istatistiksel sonuçları

Karşılaştırılan Teknikler	p-değeri
3BKRT ile YART	0,436
3BKRT ile VMAT	0,436
3BKRT ile HİBRİT	0,353
3BKRT ile HT	0,002
YART ile VMAT	0,853
YART ile HİBRİT	0,007
YART ile HT	0,002
VMAT ile HİBRİT	0,011
VMAT ile HT	0,002
HİBRİT ile HT	0,002

Total akciğere ait V₅ verileri için bulunan istatistiksel sonuçlar Tablo 69’da listelenmiştir. HİBRİT tekniği sonuçları diğer tekniklere göre saçılan düşük doz açısından üstün bulunmuştur. YART ve VMAT teknikleri benzer sonuçları vermiş ancak VMAT için 1, YART için 2 hasta da istenilen sınır değer sağlanamamıştır. V₅ değeri için 3BKRT ile bu iki teknikten düşük ortalama bir değer bulunmuş fakat anlamlı fark gösterilememiştir ve 2 hasta için sınır değerini sağlayamamıştır. V₅ için en yüksek ve maksimum değer HT tekniğinde görülmüştür ve istenilen sınır değeri sağlanamamıştır.

Tablo 69: Total akciğere ait V₅ değerlerinin istatistiksel sonuçları (%)

	3BKRT	YART	VMAT	HİBRİT	HT
Ortalama	61,08	65,76	65,57	56,62	92,21
Ortanca	62,75	64,98	65,19	54,98	99,9
Minimum	43,06	59,97	60,29	46,08	34,46
Maksimum	77,84	73,78	72,31	67,42	100
Standart Sapma	11,48	4,31	3,34	6,71	20,57

4.2.1.2. Total Akciğer için V₁₀ Verileri ve İstatistiksel Sonuçları

Torasik özofagus kanseri tanı 10 hasta için 5 farklı tedavi planlama tekniğinde total akciğere ait V₁₀ verileri Tablo 70’de gösterilmiştir.

Tablo 70: Total akciğere ait V₁₀ verileri (%)

Hasta No	3BKRT	YART	VMAT	HİBRİT	HT
1	49,64	46,72	43,42	37,7	72,75
2	44,28	44,87	44,12	35,41	84,74
3	39,5	47,96	45,41	36,53	29,38
4	36,3	43,2	42,43	33,02	81,76
5	34,23	50,68	44,89	41,51	96,36
6	24,69	42,6	40,17	24,96	94,02
7	34,37	42,49	43,8	36,1	85,8
8	27,56	45,88	44,12	35,78	91,07
9	44,62	54,19	51,14	48,64	85,95
10	39,64	52,76	47,94	51,04	89,75

5 tekniğin verilerinin karşılaştırmasında, Kruskal Wallis testi kullanılmıştır ve total akciğerin V₁₀ değerleri için yapılan istatistiksel analiz sonucunda 5 teknik arasında anlamlı bir fark olduğu görülmektedir ($p < 0,001$). İkili karşılaştırmalar için Mann Whitney U testi kullanılmıştır ve sonuçları Tablo 71’de gösterilmiştir.

Tablo 71: Total akciğere ait V_{10} değeri için ikili karşılaştırmaların istatistiksel sonuçları

Karşılaştırılan teknikler	p-değeri
3BKRT ile YART	0,004
3BKRT ile VMAT	0,029
3BKRT ile HİBRİT	0,971
3BKRT ile HT	0,001
YART ile VMAT	0,247
YART ile HİBRİT	0,007
YART ile HT	0,002
VMAT ile HİBRİT	0,019
VMAT ile HT	0,002
HİBRİT ile HT	0,001

Total akciğere ait V_{10} verileri için bulunan istatistiksel sonuçlar Tablo 72’de listelenmiştir. V_{10} değeri için HİBRİT ve 3BKRT tekniği en düşük ve birbirine yakın sonuçlar verilmektedir ($p=0,971$) ve diğer tekniklere göre üstün olduğu görülmektedir. YART ve VMAT teknikleri de birbirine yakın sonuçlar vermektedir fakat HİBRİT ve 3BKRT istatistiksel olarak anlamlı fark göstermektedirler. V_{10} için en yüksek değer HT tekniğinde görülmüştür ve istenilen sınır değer sağlanamamaktadır.

Tablo 72: Total akciğere ait V_{10} değerlerinin istatistiksel sonuçları

	3BKRT	YART	VMAT	HİBRİT	HT
Ortalama	37,48	47,13	44,74	38,07	81,16
Ortanca	37,9	46,30	44,12	36,31	85,87
Minimum	24,69	42,49	40,17	24,96	29,38
Maksimum	49,64	54,19	51,14	51,04	96,36
Standart Sapma	7,73	4,20	3	7,51	19,37

4.2.1.3. Total Akciğer için V₂₀ Verileri ve İstatistiksel Sonuçları

Torasik özofagus kanseri tanı 10 hasta için 5 farklı tedavi planlama tekniğinde total akciğere ait V₂₀ verileri Tablo 73'te gösterilmiştir.

Tablo 73: Total akciğere ait V₂₀ verileri (%)

Hasta No	3BKRT	YART	VMAT	HİBRİT	HT
1	22,14	32,36	28,41	22,58	28,63
2	34,49	31,41	28,72	22,01	27,36
3	27,74	33,34	30,12	22,74	23,01
4	30,05	28,7	24,96	21,97	26,59
5	25,96	35,66	30,19	24,66	25,89
6	15,64	28,74	25,01	12,85	24,77
7	27,85	28,41	29,15	23,69	28,61
8	19,16	30,35	29,57	20,79	29,91
9	32,29	35,85	35,45	32,48	26,18
10	30,96	36,81	28,23	35,16	29,49

5 tekniğin verilerinin karşılaştırmasında, Kruskal Wallis testi kullanılmıştır ve total akciğerin V₂₀ değerleri için yapılan istatistiksel analiz sonucunda 5 teknik arasında anlamlı fark elde olduğu görülmektedir ($p=0,003$). İkili karşılaştırmalar için Mann Whitney U testi kullanılmıştır ve sonuçları Tablo 74'te gösterilmiştir.

Tablo 74: Total akciğere ait V_{20} değeri için ikili karşılaştırmaların istatistiksel sonuçları

Karşılaştırılan Teknikler	p-değeri
3BKRT ile YART	0,019
3BKRT ile VMAT	0,481
3BKRT ile HİBRİT	0,353
3BKRT ile HT	0,753
YART ile VMAT	0,029
YART ile HİBRİT	0,004
YART ile HT	0,001
VMAT ile HİBRİT	0,481
VMAT ile HT	0,123
HİBRİT ile HT	0,035

Total akciğere ait V_{20} verileri için bulunan istatistiksel sonuçlar Tablo 75'te listelenmiştir. V_{20} için HİBRİT tekniği diğer tekniklere göre üstün gelmiş, V_{20} değerinin en düşük olduğu görülmüştür. V_{20} için YART tekniğinde 3 hasta dışında istenilen değer sağlanamamıştır. VMAT, HT ve 3BKRT'nin aralarında anlamlı fark görülmekle birlikte HİBRİT tekniğine göre daha yüksek değerlere sahip olduğu görülmektedir.

Tablo 75: Total akciğere ait V_{20} değerlerinin istatistiksel sonuçları (%)

	3BKRT	YART	VMAT	HİBRİT	HT
Ortalama	26,63	32,16	28,98	23,89	27,04
Ortanca	27,79	31,88	28,93	22,66	26,97
Minimum	15,65	28,41	24,96	12,85	23,01
Maksimum	34,49	36,81	35,45	35,16	29,91
Standart Sapma	6,00	3,17	2,94	6,17	2,18

4.2.1.5. Total Akciğer için D_{max} Verileri ve İstatistiksel Sonuçları

Torasik özofagus kanseri tanılı 10 hasta için 5 farklı tedavi planlama tekniğinde total akciğere ait D_{max} verileri Tablo 76'da gösterilmiştir.

Tablo 76: :Total akciğere ait D_{max} verileri (cGy)

Hasta No	3BKRT	YART	VMAT	HİBRİT	HT
1	5935	5478,8	5272	5488,2	5100
2	5973	5685,3	5164,1	5549,2	4627
3	5581	5681,8	5923,1	5373,3	4808
4	5888	5887,9	5428,9	5506,8	4529
5	5669	5774,4	5918	5458,7	4751
6	5562	5526,7	5456	5559	4720
7	5805	5849,5	5295,7	5456,1	4797
8	5639	5400	5491,1	5316,4	4942
9	5757	5826	5733,3	5695,9	5414
10	5782	5276,1	4900,9	5541,2	4955

5 tekniğin verilerinin karşılaştırmasında, One Way ANOVA testi kullanılmıştır ve total akciğerin D_{max} değeri için yapılan istatistiksel analiz sonucunda 5 teknik arasında anlamlı fark olduğu görülmüştür ($p < 0,001$). İkili karşılaştırmalar için Bonferroni testi kullanılmıştır ve sonuçları Tablo 77'de gösterilmiştir.

Tablo 77: Total akciğere ait D_{max} değeri için ikili karşılaştırmaların istatistiksel sonuçları

Karşılaştırılan Teknikler	p-değeri
3BKRT ile YART	1,000
3BKRT ile VMAT	0,041
3BKRT ile HİBRİT	0,107
3BKRT ile HT	<0,001
YART ile VMAT	0,764
YART ile HİBRİT	1,000
YART ile HT	<0,001
VMAT ile HİBRİT	1,000
VMAT ile HT	<0,001
HİBRİT ile HT	<0,001

Total akciğere ait D_{max} verileri için bulunan istatistiksel sonuçlar Tablo 78’de listelenmiştir. HT tekniğinde en düşük maksimum değerleri gözlenirken, HİBRİT ve VMAT tekniğinde yakın sonuçlar bulunmuştur. Bütün tekniklerde maksimum doz değeri için ≤ 5940 Gy (54 Gy’in 110%) şartı sağlanmıştır.

Tablo 78: Total akciğere ait D_{max} değerlerinin istatistiksel sonuçları (cGy)

	3BKRT	YART	VMAT	HİBRİT	HT
Ortalama	5759,1	5638,70	5458,31	5494,48	4864,48
Ortanca	5769,5	5683,55	5442,45	5497,5	4802,5
Minimum	5562	5276,10	4900,9	5316,4	4529
Maksimum	5973	5887,90	5923,1	5695,9	5414
Standart Sapma	144,93	208,33	327,16	105,01	254,31

4.2.1.6. Total Akciğer için D_{mean} Verileri ve İstatistiksel Sonuçları

Torasik özofagus kanseri tanılı 10 hasta için 5 farklı tedavi planlama tekniğinde total akciğere ait D_{mean} verileri Tablo 79’da gösterilmiştir.

Tablo 79: :Total akciğere ait D_{mean} verileri (cGy)

Hasta No	3BKRT	YART	VMAT	HİBRİT	HT
1	1473	1507,5	1402,1	1289,8	1618
2	1526	1514,5	1413,7	1261,3	1680
3	1482	1601,9	1528,8	1273,6	1723
4	1565	1482	1364,6	1234,9	1676
5	1521	1733,7	1546,1	1405,4	2087
6	1092	1453,6	1364,8	924,3	1704
7	1457	1477,5	1489,3	1337,4	1727
8	1200	1489,6	1501,7	1247,1	1794
9	1780	2006	1910	1800,1	1878
10	1783	1726,4	1805,6	1718,9	1796

5 tekniğin verilerinin karşılaştırmasında, Kruskal Wallis testi kullanılmıştır ve total akciğerin D_{mean} değerleri için yapılan istatistiksel analiz sonucunda 5 teknik arasında anlamlı fark mevcuttur ($p=0,002$). İkili karşılaştırmalar için Mann Whitney U testi kullanılmıştır ve sonuçları Tablo 80’de gösterilmiştir.

Tablo 80: Total akciğere ait D_{mean} değeri için ikili karşılaştırmaların istatistiksel sonuçları

Karşılaştırılan Teknikler	p-değeri
3BKRT ile YART	0,481
3BKRT ile VMAT	0,912
3BKRT ile HİBRİT	0,19
3BKRT ile HT	0,003
YART ile VMAT	0,353
YART ile HİBRİT	0,009
YART ile HT	0,023
VMAT ile HİBRİT	0,019
VMAT ile HT	0,011
HİBRİT ile H	0,003

Total akciğere ait D_{mean} verileri için bulunan istatistiksel sonuçlar Tablo 81’de listelenmiştir. HİBRİT tekniğinin, en düşük D_{mean} değeri ile diğer tekniklerden üstün olduğu görülmüştür. VMAT ve 3BKRT birbirine en yakın değerlere sahiptir. En yüksek D_{mean} değerinin ise HT tekniğinde olduğu görülmektedir.

Tablo 81: Total akciğere ait D_{mean} değerlerinin istatistiksel sonuçları (cGy)

	3BKRT	YART	VMAT	HİBRİT	HT
Ortalama	1487,9	1599,30	1532,67	1349,28	1768,3
Ortanca	1501,5	1511,00	1495,5	1281,7	1725
Minimum	1092	1453,60	1364,6	924,3	1618
Maksimum	1783	2006,00	1910	1800,1	2087
Standart Sapma	216,47	175,47	184,85	250,4	134,09

4.2.2. Karaciğer İçin Elde Edilen Veriler

4.2.2.1. Karaciğer için V_{30} Verileri ve İstatistiksel Sonuçları

Torasik özofagus kanseri tanılı 10 hasta için 5 farklı tedavi planlama tekniğinde Karaciğere ait V_{30} verileri Tablo 82’de gösterilmiştir.

Tablo 82: Karaciğere ait V_{30} verileri (%)

Hasta No	3BKRT	YART	VMAT	HİBRİT	HT
1	0,00	0,00	0,00	0,21	0,00
2	11,67	2,50	2,61	9,22	2,40
3	8,24	5,20	4,73	10,45	6,96
4	43,05	19,68	15,69	16,26	11,69
5	26,84	32,90	28,07	26,46	17,02
6	22,46	26,01	19,01	18,45	4,53
7	7,90	5,78	4,72	8,19	1,34
8	6,28	6,16	5,20	9,36	2,43
9	30,30	18,57	14,20	25,07	4,78
10	21,25	26,50	18,97	19,84	16,63

5 tekniğin verilerinin karşılaştırmasında, Kruskal Wallis testi kullanılmıştır ve karaciğerin V_{30} değeri için yapılan istatistiksel analiz sonucunda 5 teknik arasında anlamlı fark görülmemiştir ($p=0,137$). İkili karşılaştırmalar için Mann Whitney U testi kullanılmıştır ve sonuçları Tablo 83’te gösterilmiştir.

Tablo 83: Karaciğere ait V_{30} değeri için ikili karşılaştırmaların istatistiksel sonuçları

Karşılaştırılan Teknikler	p-değeri
3BKRT ile YART	0,353
3BKRT ile VMAT	0,19
3BKRT ile HİBRİT	0,739
3BKRT ile HT	0,035
YART ile VMAT	0,481
YART ile HİBRİT	0,853
YART ile HT	0,089
VMAT ile HİBRİT	0,393
VMAT ile HT	0,218
HİBRİT ile HT	0,043

Karaciğere ait V_{30} verileri için bulunan istatistiksel sonuçlar Tablo 84’te listelenmiştir. 30 Gy alan en düşük hacim HT tekniğinde gözlenmiş olup, en yüksek değerler 3BKRT tekniğinde olduğu görülmektedir. VMAT tekniğinde YART ve HİBRİT’e göre en düşük ortalama değer gözlenirken ikili karşılaştırmalarda birbirleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark görülmemiştir. En yüksek ortalama değere sahip teknik 3BKRT’dir.

Tablo 84: Karaciğere ait V_{30} değerlerinin istatistiksel sonuçları (%)

	3BKRT	YART	VMAT	HİBRİT	HT
Ortalama	17,80	14,33	11,32	14,35	6,78
Ortanca	16,46	12,36	9,70	13,35	4,66
Minimum	0,00	0,00	0,00	0,21	0,00
Maksimum	43,05	32,90	28,07	26,46	17,02
Standart Sapma	13,27	11,75	9,15	8,27	6,22

4.2.2.2. Karaciğer için D_{max} Verileri ve İstatistiksel Sonuçları

Torasik özofagus kanseri tanı 10 hasta için 5 farklı tedavi planlama tekniğinde Karaciğere ait D_{max} verileri Tablo 85'te gösterilmiştir.

Tablo 85: Karaciğere ait D_{max} verileri (%)

Hasta No	3BKRT	YART	VMAT	HİBRİT	HT
1	0	1419,4	2169,2	3998,5	413
2	5640	5560,9	5366,4	5315,5	5119
3	5381	5641,7	5789,1	5314,3	5488
4	5395	5279,8	5666,1	5549,5	4933
5	5491	5437,3	5393,6	5547,3	5294
6	5259	5462,2	5343,3	5350,2	5442
7	4671	5566,4	5284,9	4732,8	5041
8	4726	5345,1	5257,1	5219,8	5037
9	4774	5304,2	5538,2	5060,3	4767
10	5058	5684,6	5894,5	5650,6	5503

5 tekniğin verilerinin karşılaştırmasında, Kruskal Wallis testi kullanılmıştır ve karaciğerin D_{max} değeri için yapılan istatistiksel analiz sonucunda 5 teknik arasında anlamlı fark bulunmamıştır ($p=0,146$). İkili karşılaştırmalar için Mann Whitney U testi kullanılmıştır ve sonuçları Tablo 86'da gösterilmiştir.

Tablo 86: Karaciğere ait D_{max} değeri için ikili karşılaştırmaların istatistiksel sonuçları

Karşılaştırılan teknikler	p-değeri
3BKRT ile YART	0,089
3BKRT ile VMAT	0,143
3BKRT ile HİBRİT	0,481
3BKRT ile HT	0,912
YART ile VMAT	1,000
YART ile HİBRİT	0,280
YART ile HT	0,052
VMAT ile HİBRİT	0,280
VMAT ile HT	0,075
HİBRİT ile HT	0,315

Karaciğere ait D_{max} verileri için bulunan istatistiksel sonuçlar Tablo 87’de listelenmiştir. 3BKRT ve HT teknikleri arasında yapılan karşılaştırma sonucunda aralarında anlamlı fark bulunmamış ve diğer tekniklere göre daha düşük değerler görülmüştür.

Tablo 87: Karaciğere ait D_{max} değerlerinin istatistiksel sonuçları (%)

	3BKRT	YART	VMAT	HİBRİT	HT
Ortalama	4639,3	5070,16	5170,24	5173,88	4703,7
Ortanca	5158,5	5459,75	5380	5314,9	5080
Minimum	0	1419,40	2169,2	3998,5	413
Maksimum	5640	5684,60	5894,24	5650,6	5503
Standart Sapma	1665,24	1290,22	1076,73	491	1527,95

4.2.2.3. Karaciğer için D_{mean} Verileri ve İstatistiksel Sonuçları

Torasik özofagus kanseri tanı 10 hasta için 5 farklı tedavi planlama tekniğinde Karaciğere ait D_{mean} verileri Tablo 88’de gösterilmiştir.

Tablo 88: Karaciğere ait D_{mean} verileri (%)

Hasta No	3BKRT	YART	VMAT	HİBRİT	HT
1	0	87,9	89,4	126,1	78
2	702	394,4	377	546,1	652
3	2868	477,2	461,3	617,1	624
4	2254	1425,6	1351,4	945,6	1553
5	1470	1713	1688,5	1494,4	1808
6	1410	1432,5	1334,6	1141,9	1091
7	490	434,2	439,5	494,9	425
8	427	500,9	480,1	595,9	589
9	1587	1416,9	1352,8	1346,8	1209
10	1324	1702	1646,9	1299,8	1949

5 tekniğin verilerinin karşılaştırmasında, Kruskal Wallis testi kullanılmıştır ve karaciğerin D_{mean} değeri için yapılan istatistiksel analiz sonucunda 5 teknik arasında anlamlı fark bulunmamıştır ($p=0,872$). İkili karşılaştırmalar için Mann Whitney U testi kullanılmıştır ve sonuçları Tablo 89’da gösterilmiştir.

Tablo 89: Karaciğere ait D_{mean} değeri için ikili karşılaştırmaların istatistiksel sonuçları

Karşılaştırılan Teknikler	p-değeri
3BKRT ile YART	0,631
3BKRT ile VMAT	0,436
3BKRT ile HİBRİT	0,353
3BKRT ile HT	0,579
YART ile VMAT	0,631
YART ile HİBRİT	0,912
YART ile HT	0,739
VMAT ile HİBRİT	1,000
VMAT ile HT	0,739
HİBRİT ile HT	0,631

Karaciğere ait D_{mean} verileri için bulunan istatistiksel sonuçlar Tablo 90’da listelenmiştir. HİBRİT tekniğinin diğerlerine göre daha düşük değerlere sahip olduğu görülmektedir. En yüksek ortalama ve maksimum değerlere sahip teknik ise 3BKRT’dir.

Tablo 90: Karaciğere ait D_{mean} değerlerinin istatistiksel sonuçları (%)

	3BKRT	YART	VMAT	HİBRİT	HT
Ortalama	1253,2	958,00	922,15	860,86	997,49
Ortanca	1367	958,60	907,35	781,35	871,5
Minimum	0	87,90	89,4	126,1	78
Maksimum	2868	1713,00	1688,5	1494,4	1949
Standart Sapma	877,92	629,56	604,04	449,55	639,55

4.2.3. Kalp İçin Elde Edilen Veriler

4.2.3.1. Kalp İçin V₃₀ Verileri ve İstatistiksel Sonuçları

Torasik zofagus kanseri tanılı 10 hasta için 5 farklı tedavi planlama tekniğinde Kalbe ait V₃₀ verileri Tablo 91’de gösterilmiştir.

Tablo 91: Kalbe ait V₃₀ verileri (%)

Hasta No	3BKRT	YART	VMAT	HİBRİT	HT
1	48,94	28,9	22,08	42,32	13,04
2	15,7	26,88	24,21	33,95	46,76
3	49,04	43,98	38,54	50,02	34,47
4	20,52	35,16	28,68	40,93	21,38
5	49,55	32,51	28,12	32,6	17,74
6	40,38	24,27	28,41	24,49	5,54
7	46,67	29,68	21,92	40,39	9,02
8	36,15	19,27	25,92	26,33	6,87
9	28,86	24,3	1,24	35,29	51,47
10	48,96	28,85	46,75	32,14	49,23

5 tekniğın verilerinin karşılaştırmasında, Kruskal Wallis testi kullanılmıştır ve kalbin V₃₀ değeri için yapılan istatistiksel analiz sonucunda 5 teknik arasında anlamlı fark bulunmamıştır ($p=0,092$). İkili karşılaştırmalar için Mann Whitney U testi kullanılmıştır ve sonuçları Tablo 92’de gösterilmiştir.

Tablo 92: Kalbe ait V_{30} değeri için ikili karşılaştırmaların istatistiksel sonuçları

Karşılaştırılan Teknikler	p-değeri
3BKRT ile YART	0,075
3BKRT ile VMAT	0,052
3BKRT ile HİBRİT	0,529
3BKRT ile HT	0,165
YART ile VMAT	0,353
YART ile HİBRİT	0,063
YART ile HT	0,436
VMAT ile HİBRİT	0,035
VMAT ile HT	0,684
HİBRİT ile HT	0,218

Kalbe ait V_{30} verileri için bulunan istatistiksel sonuçlar Tablo 93'te listelenmiştir. VMAT ile HİBRİT arasında istatistiksel anlamlı farklılık mevcuttur. 3BKRT ile VMAT arasında ise anlamlılığa yakın değer olduğu görülmektedir. HT en düşük ortalamaya sahip tekniktir. VMAT ise buna yakın değerler sağlamıştır.

Tablo 93: Kalbe ait V_{30} değerlerinin istatistiksel sonuçları (%)

	3BKRT	YART	VMAT	HİBRİT	HT
Ortalama	38,48	29,38	26,59	35,85	25,55
Ortanca	43,52	28,87	27,02	35,62	19,56
Minimum	15,20	19,27	1,24	24,49	5,54
Maksimum	49,55	43,98	46,75	50,02	51,47
Standart Sapma	12,75	6,81	11,79	7,72	18,32

4.2.3.2. Kalp İçin V_{40} Verileri ve İstatistiksel Sonuçları

Torasik özofagus kanseri tanılı 10 hasta için 5 farklı tedavi planlama tekniğinde Kalbe ait V_{40} verileri Tablo 94'te gösterilmiştir.

Tablo 91: Kalbe ait V_{40} verileri (%)

Hasta No	3BKRT	YART	VMAT	HİBRİT	HT
1	16,27	13,01	8,61	33,4	7,69
2	7,6	10	5,99	27,43	5,47
3	32,77	23,7	23,47	45,57	28,29
4	14,2	13,32	10,57	30,7	8,8
5	41,3	10	10,22	24,4	8,3
6	31,86	9,84	10,07	18,59	1,91
7	38,22	7,77	8,06	34,71	2,75
8	28,83	5,86	6,68	20,86	0,23
9	18,51	4,89	0	30,59	41,42
10	41,15	17,38	21,95	23,58	33,72

5 tekniğin verilerinin karşılaştırmasında, Kruskal Wallis testi kullanılmıştır ve kalbin V_{40} değeri için yapılan istatistiksel analiz sonucunda 5 teknik arasında anlamlı fark olduğu görülmektedir ($p=0,001$). İkili karşılaştırmalar için Mann Whitney U testi kullanılmıştır ve sonuçları Tablo 95'te gösterilmiştir.

Tablo 95: Kalp'e ait V_{40} değeri için ikili karşılaştırmaların istatistiksel sonuçları

Karşılaştırılan Teknikler	p-değeri
3BKRT ile YART	0,004
3BKRT ile VMAT	0,004
3BKRT ile HİBRİT	0,796
3BKRT ile HT	0,052
YART ile VMAT	0,796
YART ile HİBRİT	<0,001
YART ile HT	0,436
VMAT ile HİBRİT	<0,001
VMAT ile HT	0,796
HİBRİT ile HT	0,035

Kalbe ait V_{40} verileri için bulunan istatistiksel sonuçlar Tablo 96'da listelenmiştir. VMAT ve YART tekniği arasında anlamlı fark bulunmaktadır ve kalbin V_{40} değeri için diğer tekniklerden üstün olduğu görülmüştür. En yüksek değerler HİBRİT ve 3BKRT tekniğinde gözlenmiştir.

Tablo 96: Kalbe ait V_{40} değerlerinin istatistiksel sonuçları (%)

	3BKRT	YART	VMAT	HİBRİT	HT
Ortalama	27,07	11,58	10,56	28,98	13,86
Ortanca	30,55	10,00	9,34	29,01	7,99
Minimum	7,60	4,89	0,00	18,59	0,23
Maksimum	41,30	23,07	23,47	45,57	41,42
Standart Sapma	12,10	6,81	7,10	7,88	14,83

4.2.3.3. Kalp İçin D_{max} Verileri ve İstatistiksel Sonuçları

Torasik özofagus kanseri tanılı 10 hasta için 5 farklı tedavi planlama tekniğinde Kalbe ait D_{max} verileri Tablo 97'de gösterilmiştir.

Tablo 97: Kalbe ait D_{max} verileri (cGy)

Hasta No	3BKRT	YART	VMAT	HİBRİT	HT
1	4830	5236,3	5609,8	4900,2	5424
2	5287	5504,2	5139,1	5391,7	5286
3	5581	5525,7	5690,4	5330,4	5463
4	5641	5400,3	5365,5	5568,9	5240
5	5700	5365,7	5231,1	5557,7	5212
6	5355	5309,8	5124,1	5433,2	5436
7	5316	5262,9	5390,4	5522,1	5315
8	4910	5115,6	4711	5112,2	4584
9	4800	5214,7	3951,5	5699,6	5470
10	5181	5728,6	5832,8	5355,6	5516

5 tekniğin verilerinin karşılaştırmasında, Kruskal Wallis testi kullanılmıştır ve kalbin D_{max} değeri için yapılan istatistiksel analiz sonucunda 5 teknik arasında anlamlı fark bulunmamıştır ($p=0,846$). İkili karşılaştırmalar için Mann Whitney U testi kullanılmıştır ve sonuçları Tablo 98’de gösterilmiştir.

Tablo 98: Kalbe ait D_{max} değeri için ikili karşılaştırmaların istatistiksel sonuçları

Karşılaştırılan Teknikler	p-değeri
3BKRT ile YART	0,579
3BKRT ile VMAT	0,971
3BKRT ile HİBRİT	0,393
3BKRT ile HT	0,912
YART ile VMAT	0,631
YART ile HİBRİT	0,579
YART ile HT	0,971
VMAT ile HİBRİT	0,579
VMAT ile HT	0,719
HİBRİT ile HT	0,353

Kalbe ait D_{max} verileri için bulunan istatistiksel sonuçlar Tablo 99’da listelenmiştir. 3BKRT, YART ve HT tekniği birbirlerine en yakın sonuçları vermiştir. En düşük ortalama değerlere sahip tekniğin VMAT olduğu görülmektedir.

Tablo 99: Kalbe ait D_{max} değerlerinin istatistiksel sonuçları (cGy)

	3BKRT	YART	VMAT	HİBRİT	HT
Ortalama	5260,1	5366,4	5204,6	5387,2	5294,6
Ortanca	5301,5	5337,8	5298,3	5412,5	5369,5
Minimum	4800,0	5115,6	3951,5	4900,2	4584,0
Maksimum	5700,0	5728,6	5832,8	5699,6	5516,0
Standart Sapma	330,0	180,6	545,8	235,0	270,8

4.2.3.4. Kalp İçin D_{mean} Verileri ve İstatistiksel Sonuçları

Torasik zofagus kanseri tanılı 10 hasta için 5 farklı tedavi planlama tekniğinde Kalbe ait D_{mean} verileri Tablo 100’de gösterilmiştir.

Tablo 100: Kalbe ait D_{mean} verileri (cGy)

Hasta No	3BKRT	YART	VMAT	HİBRİT	HT
1	2596	2235,1	2215,5	2708,1	1265
2	1751	2416,7	2406,4	2444,9	1603
3	2868	2904	2826,6	30,69	2906
4	1447	2745,6	2458,6	2782,6	2225
5	2898	2385,2	2343,5	2368	2156
6	2400	2207	2337,1	2000,6	1669
7	2590	2450,7	1918,8	2425,7	1668
8	2109	1980,6	2049,6	1856,7	1244
9	1868	2219,1	1855	2408,6	3391
10	2707	2453,8	2925,8	2387,9	3290

5 tekniğın verilerinin karşılaştırmasında, Kruskal Wallis testi kullanılmıştır ve kalbin D_{mean} değeri için yapılan istatistiksel analiz sonucunda 5 teknik arasında anlamlı fark bulunmamıştır ($p=0,800$). İkili karşılaştırmalar için Mann Whitney U testi kullanılmıştır ve sonuçları Tablo 101’de gösterilmiştir.

Tablo 101: Kalbe ait D_{mean} değeri için ikili karşılaştırmaların istatistiksel sonuçları

Karşılaştırılan Teknikler	p-değeri
3BKRT ile YART	0,579
3BKRT ile VMAT	0,912
3BKRT ile HİBRİT	0,684
3BKRT ile HT	0,529
YART ile VMAT	0,631
YART ile HİBRİT	0,684
YART ile HT	0,912
VMAT ile HİBRİT	0,912
VMAT ile HT	0,315
HİBRİT ile HT	0,529

Kalbe ait D_{mean} verileri için bulunan istatistiksel sonuçlar Tablo 102’de listelenmiştir. 3BKRT, VMAT teknikleri birbirlerine en yakın sonuçları vermiştir. HT tekniğinde en düşük değerler gözlenmiş ancak kalbin en yüksek D_{mean} değeri de yine bu teknikte gözlenmiştir. HİBRİT tekniği en düşük ortalama ve en düşük maksimum değere sahip teknik olarak bulunmuştur.

Tablo 102: Kalbe ait D_{mean} değerlerinin istatistiksel sonuçları (cGy)

	3BKRT	YART	VMAT	HİBRİT	HT
Ortalama	2323,4	2399,8	2333,7	2141,4	2141,7
Ortanca	2495,0	2401,0	2340,3	2398,3	1912,5
Minimum	1447,0	1980,6	1855,0	30,7	1244,0
Maksimum	2898,0	2904,0	2925,8	2782,6	3391,0
Standart Sapma	502,7	269,3	351,3	792,0	801,6

4.2.4. Sağ Böbrek İçin Elde Edilen Veriler

4.2.4.1. Sağ Böbrek İçin V_{20} Verileri ve İstatistiksel Sonuçları

Torasik özofagus kanseri tanılı 10 hasta için 5 farklı tedavi planlama tekniğinde sağ böbreğe ait V_{20} verileri Tablo 103'te gösterilmiştir.

Tablo 103: Sağ böbreğe ait V_{20} verileri (%)

Hasta No	3BKRT	YART	VMAT	HİBRİT	HT
1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
4	9,95	22,23	14,13	2,55	0,58
5	11,27	35,02	20,81	7,28	2,46
6	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
7	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
9	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00
10	29,66	27,44	19,77	8,02	0,20

5 tekniğin verilerinin karşılaştırmasında, Kruskal Wallis testi kullanılmıştır ve sağ böbreğin V_{20} değeri için yapılan istatistiksel analiz sonucunda 5 teknik arasında anlamlı fark bulunmamıştır ($p=0,931$). İkili karşılaştırmalar için Mann Whitney U testi kullanılmıştır ve sonuçları Tablo 104'te gösterilmiştir.

Tablo 104: Sağ böbreğe ait D_{20} değeri için ikili karşılaştırmaların istatistiksel sonuçları

Karşılaştırılan Teknikler	p-değeri
3BKRT ile YART	0,971
3BKRT ile VMAT	0,912
3BKRT ile HİBRİT	0,579
3BKRT ile HT	0,579
YART ile VMAT	0,739
YART ile HİBRİT	0,739
YART ile HT	0,739
VMAT ile HİBRİT	0,739
VMAT ile HT	0,739
HİBRİT ile HT	0,739

Sağ böbreğe ait D_{20} verileri için bulunan istatistiksel sonuçlar Tablo 105’te listelenmiştir. İstatistiksel anlamlı farklılık olmamasına rağmen en düşük D_{20} değerlerin HT ve HİBRİT tekniği ile sağlandığı görülmüştür .

Tablo 105: Sağ böbreğe ait D_{20} değerlerinin istatistiksel sonuçları (%)

	3BKRT	YART	VMAT	HİBRİT	HT
Ortalama	5,09	8,47	5,47	1,78	0,32
Ortanca	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Minimum	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Maksimum	29,66	35,02	20,81	8,02	2,46
Standart Sapma	9,70	12,97	8,97	3,20	0,77

4.2.4.2. Sağ Böbrek İçin D_{max} Verileri ve İstatistiksel Sonuçları

Torasik özofagus kanseri tanılı 10 hasta için 5 farklı tedavi planlama tekniğinde sağ böbreğe ait D_{max} verileri Tablo 106’da gösterilmiştir.

Tablo 106: Sağ böbreğe ait D_{max} verileri (cGy)

Hasta No	3BKRT	YART	VMAT	Hibrit	HT
1	0	0	0	0	0
2	0	226,7	220	183,7	195
3	102	589,9	435	166,8	189
4	4225	4730,2	4713	4020,4	2557
5	4372	5070,3	4679,9	4091,9	3939
6	1458	1458	1499,6	292,6	328
7	57	179,9	159,9	293,7	104
8	426	1461	988,9	392	331
9	2889	564,4	767,7	483,8	339
10	4628	5096,1	4248,5	4716,5	2319

5 tekniğin verilerinin karşılaştırmasında, Kruskal Wallis testi kullanılmıştır ve sağ böbreğin D_{max} değeri için yapılan istatistiksel analiz sonucunda 5 teknik arasında anlamlı fark bulunmamıştır ($p=0,696$). İkili karşılaştırmalar için Mann Whitney U testi kullanılmıştır ve sonuçları Tablo 107'de gösterilmiştir.

Tablo 107: Sağ Böbreğe ait D_{max} değeri için ikili karşılaştırmaların istatistiksel sonuçları

Karşılaştırılan Teknikler	p-değeri
3BKRT ile YART	0,436
3BKRT ile VMAT	0,579
3BKRT ile HİBRİT	1,000
3BKRT ile HT	0,684
YART ile VMAT	0,684
YART ile HİBRİT	0,315
YART ile HT	0,280
VMAT ile HİBRİT	0,529
VMAT ile HT	0,280
HİBRİT ile HT	0,631

Sağ böbreğe ait D_{max} verileri için bulunan istatistiksel sonuçlar Tablo 108’de listelenmiştir. En düşük değerler HT tekniğinde gözlenmiş olup HİBRİT ve 3BKRT tekniğinde birbirlerine yakın değerler bulunmuştur. YART tekniğinin diğerlerine göre en yüksek değerlere sahip olduğu görülmüştür.

Tablo 108: Sağ böbreğe ait D_{max} değerlerinin istatistiksel sonuçları (cGy)

	3BKRT	YART	VMAT	HİBRİT	HT
Ortalama	1815,7	1937,65	1771,25	1464,14	1030,1
Ortanca	942	1023,95	878,3	342,85	329,5
Minimum	0	0,00	0	0	0
Maksimum	4628	5096,10	4713	4716,5	3939
Standart Sapma	2002,3	12,97	1968,35	1953,25	1383,93

4.2.4.3. Sağ Böbrek İçin D_{mean} Verileri ve İstatistiksel Sonuçları

Toraksik özofagus kanseri tanı 10 hasta için 5 farklı tedavi planlama tekniğinde sağ böbreğe ait D_{mean} verileri Tablo 109’da gösterilmiştir.

Tablo 109: Sağ Böbreğe ait D_{mean} verileri (cGy)

Hasta No	3BKRT	YART	VMAT	HİBRİT	HT
1	0	0	0	0	0
2	0	60,3	54,8	50,4	75
3	18	71	59,4	39	25
4	726	1053,7	954,5	281	425
5	633	1557,2	1340,8	518,1	690
6	123	200,6	203,6	69,5	104
7	12	42,3	46,2	62,5	4
8	22	99,4	79,9	58	82
9	70	120,6	104,7	99,1	126
10	1412	1278,6	1044,3	546	422

5 tekniğin verilerinin karşılaştırmasında, Kruskal Wallis testi kullanılmıştır ve $p=0,766$ olarak bulunmuştur. İkili karşılaştırmalar için Mann Whitney U testi kullanılmıştır ve sonuçları Tablo 110'da gösterilmiştir.

Tablo 110: Sağ böbreğe ait D_{mean} değeri için ikili karşılaştırmaların istatistiksel sonuçları

Karşılaştırılan Teknikler	p-değeri
3BKRT ile YART	0,315
3BKRT ile VMAT	0,393
3BKRT ile HİBRİT	0,853
3BKRT ile HT	0,739
YART ile VMAT	0,739
YART ile HİBRİT	0,315
YART ile HT	0,579
VMAT ile HİBRİT	0,481
VMAT ile HT	0,631
HİBRİT ile HT	0,739

Sağ böbreğe ait D_{mean} verileri için bulunan istatistiksel sonuçlar Tablo 111'de listelenmiştir. HİBRİT ve HT teknikleri birbirlerine yakın değerlere sahip olmakla birlikte en düşük D_{mean} değerlerinin HİBRİT tekniği ile sağlandığı ve en yüksek değerlerin YART tekniğinde olduğu gözlenmiştir.

Tablo 111: Sağ böbreğe ait D_{mean} değerlerinin istatistiksel sonuçları (cGy)

	3BKRT	YART	VMAT	HİBRİT	HT
Ortalama	301,6	488,37	388,82	172,36	195,6
Ortanca	46	110,00	92,3	66	93
Minimum	0	0,00	0	0	0
Maksimum	1412	1557,20	1340,8	546	690
Standart Sapma	475,36	599,51	511,54	203,96	234,06

4.2.5. Sol Böbrek İçin Elde Edilen Veriler

4.2.5.1. Sol Böbrek İçin V_{20} Verileri ve İstatistiksel Sonuçları

Torasik özofagus kanseri tanılı 10 hasta için 5 farklı tedavi planlama tekniğinde sol böbreğe ait V_{20} verileri Tablo 112’de gösterilmiştir.

Tablo 112: Sol böbreğe ait V_{20} verileri (%)

Hasta No	3BKRT	YART	VMAT	HİBRİT	HT
1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	0,00	0,00	0,00	0,00	1,10
3	0,39	0,04	0,00	1,05	1,28
4	10,27	16,49	0,72	13,21	0,02
5	22,43	36,00	31,56	18,21	4,52
6	1,91	0,00	0,00	0,00	0,00
7	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
8	0,00	0,00	0,00	0,01	3,77
9	14,27	2,69	1,89	4,45	0,06
10	40,15	37,56	33,41	39,76	0,16

5 tekniğin verilerinin karşılaştırmasında, Kruskal Wallis testi kullanılmıştır ve sol böbreğin V_{20} değeri için yapılan istatistiksel analiz sonucunda 5 teknik arasında anlamlı fark bulunmamıştır ($p=0,903$). İkili karşılaştırmalar için Mann Whitney U testi kullanılmıştır ve sonuçları Tablo 113’te gösterilmiştir.

Tablo 113: Sol böbreğe ait V_{20} değeri için ikili karşılaştırmaların istatistiksel sonuçları

Karşılaştırılan Teknikler	p-değeri
3BKRT ile YART	0,796
3BKRT ile VMAT	0,481
3BKRT ile HİBRİT	0,853
3BKRT ile HT	0,841
YART ile VMAT	0,931
YART ile HİBRİT	0,853
YART ile HT	0,971
VMAT ile HİBRİT	0,529
VMAT ile HT	0,631
HİBRİT ile HT	0,796

Sol böbreğe ait V_{20} verileri için bulunan istatistiksel sonuçlar Tablo 114’te listelenmiştir. HT tekniğinde en düşük değerler gözlenmiş olup, diğer tekniklerde değerlerin birbirine yakın olduğu görülmüştür.

Tablo 114: Sol böbreğe ait D_{20} değerlerinin istatistiksel sonuçları (%)

	3BKRT	YART	VMAT	HİBRİT	HT
Ortalama	8,94	9,28	6,76	7,67	1,09
Ortanca	1,15	0,02	0,00	0,53	0,11
Minimum	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Maksimum	40,15	37,56	33,41	39,76	4,52
Standart Sapma	13,45	15,37	13,28	12,99	1,68

4.2.5.2. Sol Böbrek İçin D_{max} Verileri ve İstatistiksel Sonuçları

Torasik özofagus kanseri tanılı 10 hasta için 5 farklı tedavi planlama tekniğinde Sol böbreğe ait D_{max} verileri Tablo 115’te gösterilmiştir.

Tablo 115: Sol b6breğe ait D_{max} verileri (cGy)

Hasta No	3BKRT	YART	VMAT	HİBRİT	HT
1	0	0	0	0	0
2	0	324,6	300	1825,7	21
3	2759	2203,3	1408	3249,6	283
4	4624	4329,5	2772,7	4236,3	2195
5	4611	5565	5594,1	5041,8	4459
6	2489	2006,7	1560,9	1881,2	314
7	188	216,7	124,9	107,9	123
8	1306	558,3	505,1	2138	346
9	4528	4769,3	4365,3	4199	2757
10	4714	5212,9	4528,4	5346,9	2356

5 tekniğin verilerinin karşılaştırmasında, Kruskal Wallis testi kullanılmıştır ve sol b6breğin D_{max} değeri için yapılan istatistiksel analiz sonucunda 5 teknik arasında anlamlı fark bulunmamıştır ($p=0,518$). İkili karşılaştırmalar için Mann Whitney U testi kullanılmıştır ve sonuçları Tablo 116'da g6sterilmiştir.

Tablo 116: Sol b6breğe ait D_{max} değeri için ikili karşılaştırmaların istatistiksel sonuçları

Karşılaştırılan Teknikler	p-değeri
3BKRT ile YART	0,796
3BKRT ile VMAT	0,796
3BKRT ile HİBRİT	0,853
3BKRT ile HT	0,19
YART ile VMAT	0,684
YART ile HİBRİT	0,971
YART ile HT	0,165
VMAT ile HİBRİT	0,529
VMAT ile HT	0,247
HİBRİT ile HT	0,165

Sol böbreğe ait D_{max} verileri için bulunan istatistiksel sonuçlar Tablo 117’de listelenmiştir. HT tekniği D_{max} değeri için diğer teknikler arasında üstün bulunmuştur. VMAT tekniğinin ise HT’den sonra en iyi sonuçları sağlayan teknik olduğu görülmüştür.

Tablo 117: Sol böbreğe ait D_{max} değerlerinin istatistiksel sonuçları (cGy)

	3BKRT	YART	VMAT	HİBRİT	HT
Ortalama	2521,9	2518,63	2115,94	2802,64	1251,1
Ortanca	2624	2105,00	1484,45	2693,8	298,5
Minimum	0	0,00	0	0	0
Maksimum	4714	5565,00	5594,1	5346,9	4459
Standart Sapma	2036,22	2249,56	2069,67	1916,41	1577,42

4.2.5.3. Sol Böbrek İçin D_{mean} Verileri ve İstatistiksel Sonuçları

Torasik özofagus kanseri tanılı 10 hasta için 5 farklı tedavi planlama tekniğinde sol böbreğe ait D_{mean} verileri Tablo 118’de gösterilmiştir.

Tablo 118: Sol böbreğe ait D_{mean} verileri (cGy)

Hasta No	3BKRT	YART	VMAT	HİBRİT	HT
1	0	0	0	0	0
2	0	87,1	70,5	184,7	82
3	302	237,3	148,1	463,3	3
4	829	1341,1	658,4	836,4	503
5	1123	1767,4	1591,4	969,9	731
6	259	216,2	231,7	103,7	92
7	24	42,3	30	33,2	51
8	25	76	68,9	97,2	88
9	779	331,7	311,6	358,2	176
10	1914	1724,8	1641,3	1953,8	769

5 tekniğin verilerinin karşılaştırmasında, Kruskal Wallis testi kullanılmıştır ve sol böbreğin D_{mean} değeri için yapılan istatistiksel analiz sonucunda 5 teknik arasında anlamlı fark bulunmamıştır ($p=0,852$). İkili karşılaştırmalar için Mann Whitney U testi kullanılmıştır ve sonuçları Tablo 119’da gösterilmiştir.

Tablo 119: Sol böbreğe ait D_{mean} değeri için ikili karşılaştırmaların istatistiksel sonuçları (cGy)

Karşılaştırılan Teknikler	p-değeri
3BKRT ile YART	0,762
3BKRT ile VMAT	0,971
3BKRT ile HİBRİT	0,739
3BKRT ile HT	0,529
YART ile VMAT	0,631
YART ile HİBRİT	0,912
YART ile HT	0,436
VMAT ile HİBRİT	0,684
VMAT ile HT	0,631
HİBRİT ile HT	0,247

Sol böbreğe ait D_{mean} verileri için bulunan istatistiksel sonuçlar Tablo 120’de listelenmiştir. HT tekniği diğerlerine göre üstün olarak bulunmuştur. 3BKRT, VMAT ve HİBRİT teknikleri ise birbirlerine yakın sonuçlar vermiş ve YART’dan daha düşük D_{mean} değerlerine sahip olduğu görülmüştür.

Tablo 120: Sol böbreğe ait D_{mean} değerlerinin istatistiksel sonuçları (cGy)

	3BKRT	YART	VMAT	HİBRİT	HT
Ortalama	525,5	582,39	475,19	500,04	249,5
Ortanca	280,5	226,75	189,9	271,45	90
Minimum	0	0,00	0	0	0
Maksimum	1914	1767,40	1641,3	1953,04	769
Standart Sapma	633,91	725,23	631,15	610,61	300,51

4.2.6. Spinal Cord İçin Elde Edilen Veriler

4.2.6.1. Spinal Cord için V₄₅ Verileri ve İstatistiksel Sonuçları

Torasik özofagus kanseri tanılı 10 hasta için 5 farklı tedavi planlama tekniğinde Spinal Cord'a ait V₄₅ verileri Tablo 121'de gösterilmiştir.

Tablo 121: Spinal Cord'a ait V₄₅ verileri (%)

Hasta No	3BKRT	YART	VMAT	HİBRİT	HT
1	28,36	0	0	52,42	0
2	7,88	0	0,07	26,31	0
3	11,85	3,96	1,96	8,74	0
4	13,43	0,57	7,8	36,49	0
5	66,28	12,59	19,08	27,8	0
6	31,92	8,32	2,21	25,55	0
7	29,37	5,52	0,22	25,14	0
8	32,8	4,05	0,11	15,05	0
9	47,63	3,68	13,55	63,81	0
10	68,38	10,7	1,48	48,5	0

5 tekniğin verilerinin karşılaştırmasında, Kruskal Wallis testi kullanılmıştır ve Spinal Cord'un V₄₅ değeri için yapılan istatistiksel analiz sonucunda 5 teknik arasında anlamlı fark elde edilmiştir ($p < 0,001$). İkili karşılaştırmalar için Mann Whitney U testi kullanılmıştır ve sonuçları Tablo 122'de gösterilmiştir.

Tablo 122: Spinal Cord'a ait V_{45} değeri için ikili karşılaştırmaların istatistiksel sonuçları

Karşılaştırılan Teknikler	p-değeri
3BKRT ile YART	<0,001
3BKRT ile VMAT	<0,001
3BKRT ile HİBRİT	0,853
3BKRT ile HT	<0,001
YART ile VMAT	0,631
YART ile HİBRİT	<0,001
YART ile HT	0,002
VMAT ile HİBRİT	<0,001
VMAT ile HT	<0,001
HİBRİT ile HT	<0,001

Spinal Cord'a ait V_{45} verileri için bulunan istatistiksel sonuçlar Tablo 123'te listelenmiştir. HT tekniği diğer tekniklerden üstün olarak bulunmuştur. YART ve VMAT tekniklerinin ise birbirlerine yakın değerler vermekle birlikte 3BKRT ve HİBRİT tekniklerinden üstün değerlere sahip olduğu görülmüştür.

Tablo 123: Spinal Cord'a ait V_{45} değerlerinin istatistiksel sonuçları (%)

	3BKRT	YART	VMAT	HİBRİT	HT
Ortalama	33,79	4,94	4,65	32,98	0
Ortanca	30,64	4,00	1,72	27,05	0
Minimum	7,88	0,00	0	8,74	0
Maksimum	68,38	12,59	19,08	63,81	0
Standart Sapma	21,25	4,41	6,7	17,25	0

4.2.6.2. Spinal Cord için V_{50} Verileri ve İstatistiksel Sonuçları

Torasik özofagus kanseri tanılı 10 hasta için 5 farklı tedavi planlama tekniğinde Spinal Cord'a ait V_{50} verileri Tablo 124'te gösterilmiştir.

Tablo 124: Spinal Cord'a ait V_{50} verileri (%)

Hasta No	3BKRT	YART	VMAT	Hibrit	HT
1	0,01	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0
6	0,01	0	0	0,01	0
7	0,05	0	0	0	0
8	0,7	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0
10	0	0,02	0	0	0

5 tekniğin verilerinin karşılaştırmasında, Kruskal Wallis testi kullanılmıştır ve Spinal Cord'un V_{50} değeri için yapılan istatistiksel analiz sonucunda 5 teknik arasında anlamlı fark elde edilmiştir ($p=0,037$). İkili karşılaştırmalar için Mann Whitney U testi kullanılmıştır ve sonuçları Tablo 125'te gösterilmiştir.

Tablo 125: Spinal Cord'a ait V_{50} değeri için ikili karşılaştırmaların istatistiksel sonuçları

Karşılaştırılan Teknikler	p-değeri
3BKRT ile YART	0,280
3BKRT ile VMAT	0,739
3BKRT ile HİBRİT	0,247
3BKRT ile HT	0,143
YART ile VMAT	0,739
YART ile HİBRİT	0,971
YART ile HT	0,739
VMAT ile HİBRİT	0,739
VMAT ile HT	1,000
HİBRİT ile HT	0,739

Spinal Cord'a ait V_{50} verileri için bulunan istatistiksel sonuçlar Tablo 126'da listelenmiştir. VMAT ve HT teknikleri diğerlerine göre daha üstün olarak bulunmuştur.

Tablo 126: Spinal Cord'a ait V_{50} değerlerinin istatistiksel sonuçları (%)

	3BKRT	YART	VMAT	HİBRİT	HT
Ortalama	0,77	0	0	0,0	0
Ortanca	0	0	0	0,0	0
Minimum	0	0	0	0,0	0
Maksimum	0	0,02	0	0,01	0
Standart Sapma	0,22	0,01	0	0	0

4.2.6.3. Spinal Cord için D_{max} Verileri ve İstatistiksel Sonuçları

Torasik özofagus kanseri tanılı 10 hasta için 5 farklı tedavi planlama tekniğinde Spinal Cord'a ait D_{max} verileri Tablo 127'de gösterilmiştir.

Tablo 127: Spinal Cord'a ait D_{max} verileri (cGy)

Hasta No	3BKRT	YART	VMAT	HİBRİT	HT
1	5040	4387,6	4076,4	4920	2749
2	4729	4449,3	4620,7	4945,2	2197
3	4669	4745,8	4628,4	4770,4	2642
4	4873	4618,5	4702,4	4855,5	2702
5	5000	4741,1	4838,4	4859	3118
6	5015	4769,3	4645,7	5007,4	3088
7	5026	4793,2	4571,9	4839,9	2227
8	5066	4747,5	4542,4	4822,2	2921
9	4808	4751	4773,1	4882,2	2757
10	4954	5021,7	4756,6	4919	2948

5 tekniğin verilerinin karşılaştırmasında, Kruskal Wallis testi kullanılmıştır ve Spinal Cord'un D_{max} değeri için yapılan istatistiksel analiz sonucunda 5 teknik arasında

anlamli fark olduğu grlmŖtir ($p < 0,001$). İekli karŖılaŖtırılmalar için Mann Whitney U testi kullanılmıŖtır ve sonuçları Tablo 128'de gsterilmiŖtir.

Tablo 128: Spinal Cord'a ait D_{max} değeri için ikili karŖılaŖtırmaların istatistiksel sonuçları

KarŖılaŖtırılan Teknikler	p-değeri
3BKRT ile YART	0,019
3BKRT ile VMAT	0,001
3BKRT ile HİBRİT	0,315
3BKRT ile HT	<0,001
YART ile VMAT	0,481
YART ile HİBRİT	0,002
YART ile HT	<0,001
VMAT ile HİBRİT	<0,001
VMAT ile HT	<0,001
HİBRİT ile HT	<0,001

Spinal Cord'a ait D_{max} verileri için bulunan istatistiksel sonuçlar Tablo 129'da listelenmiŖtir. HT tekniğinin Spinal Cord'un D_{max} değeri için diğer tekniklerden üstün olduğu grlmŖtir. YART ve VMAT teknikleri birbirlerine göre benzer sonuçlar vermekle birlikte 3BKRT ve HİBRİT tekniklerine kıyasla daha dŖk D_{max} değerlerine sahip olduğu saptanmıŖtır.

Tablo 129: Spinal Cord'a ait D_{max} değerlerinin istatistiksel sonuçları (cGy)

	3BKRT	YART	VMAT	HİBRİT	HT
Ortalama	4918	4702,50	4615,6	4882,08	2734,9
Ortanca	4977	4746,65	4637,05	4870,6	2753
Minimum	4669	4387,60	4046,4	4770,4	2197
Maksimum	5066	5021,70	4838,4	5007,4	3118
Standart Sapma	140,53	180,32	211,07	67,96	317,85

4.2.7. Sağlıklı Doku İçin Elde Edilen Veriler

4.2.7.1. Sağlıklı Doku İçin V₅ Verileri ve İstatistiksel Sonuçları

Torasik özofagus kanseri tanılı 10 hasta için 5 farklı tedavi planlama tekniğinde sağlıklı dokuya ait V₅ verileri Tablo 130'da gösterilmiştir.

Tablo 130: Sağlıklı dokuya ait V₅ verileri (%)

Hasta No	3BKRT	YART	VMAT	HİBRİT	HT
1	19,35	26,3	26,3	21,69	35,24
2	24,14	22,77	24,23	20,57	33,31
3	24,87	24,74	24,61	19,72	53,17
4	31,39	33,13	35,08	23,26	37,83
5	20,84	27,74	27,55	23,98	43,2
6	19,8	23,5	24,13	17,65	27,72
7	20,27	23,51	25,27	20,77	35,91
8	12,7	16,99	15,72	14,08	28,03
9	28,75	43,11	46,38	36,63	29,04
10	30,02	37,94	40,32	33,12	48,73

5 tekniğin verilerinin karşılaştırmasında, One Way ANOVA testi kullanılmıştır ve sağlıklı dokunun V₅ değeri için yapılan istatistiksel analiz sonucunda 5 teknik arasında anlamlı fark olduğu görülmüştür ($p=0,001$). İkili karşılaştırmalar için Bonferroni testi kullanılmıştır ve sonuçları Tablo 131'de gösterilmiştir.

Tablo 131: Sağlıklı dokuya ait V_5 değeri için ikili karşılaştırmaların istatistiksel sonuçları

Karşılaştırılan Teknikler	p-değeri
3BKRT ile YART	1,000
3BKRT ile VMAT	1,000
3BKRT ile HİBRİT	1,000
3BKRT ile HT	0,002
YART ile VMAT	1,000
YART ile HİBRİT	1,000
YART ile HT	0,105
VMAT ile HİBRİT	0,999
VMAT ile HT	0,212
HİBRİT ile HT	0,002

Sağlıklı dokuya ait V_5 verileri için bulunan istatistiksel sonuçlar Tablo 132’de listelenmiştir. 3BKRT ve HİBRİT tekniklerinin saçılan küçük doz açısından en düşük değerlere sahip olmaları nedeniyle diğer tekniklere göre üstün olduğu saptanmıştır. En yüksek V_5 değeri HT tekniğinde gözlenmiştir.

Tablo 132: Sağlıklı dokuya ait V_5 değerlerinin istatistiksel sonuçları (%)

	3BKRT	YART	VMAT	HİBRİT	HT
Ortalama	23,21	27,97	28,96	23,15	37,22
Ortanca	22,49	25,52	25,78	21,23	35,57
Minimum	12,7	16,99	15,72	14,08	27,72
Maksimum	31,39	43,11	46,38	36,63	53,17
Standart Sapma	5,76	7,86	28,96	6,83	8,72

4.2.7.2. Sağlıklı Doku İçin V_{10} Verileri ve İstatistiksel Sonuçları

Torasik özofagus kanseri tanılı 10 hasta için 5 farklı tedavi planlama tekniğinde sağlıklı dokuya ait V_{10} verileri Tablo 133’te gösterilmiştir.

Tablo 133: Sağlıklı dokuya ait V_{10} verileri (%)

Hasta No	3BKRT	YART	VMAT	HİBRİT	HT
1	16,48	18,63	18,63	16,53	29,89
2	20,73	17,91	19,03	15,69	21,79
3	18,23	20,25	18,88	15,58	37,31
4	26,38	26,76	26,03	19,13	24,96
5	17,49	22,97	23,03	18,02	29,85
6	14,98	18,76	18,49	11,85	18,89
7	17,16	18,96	18,76	16,15	23,87
8	9,01	13,5	12,56	9,8	18,18
9	22,54	36,07	34,2	29,64	19,06
10	21,19	31,84	31,21	26,59	39,8

Tablo 134: Sağlıklı dokuya ait V_{10} değeri için ikili karşılaştırmaların istatistiksel sonuçları

Karşılaştırılan Teknikler	p-değeri
3BKRT ile YART	1,000
3BKRT ile VMAT	1,000
3BKRT ile HİBRİT	1,000
3BKRT ile HT	0,088
YART ile VMAT	1,000
YART ile HİBRİT	1,000
YART ile HT	1,000
VMAT ile HİBRİT	1,000
VMAT ile HT	1,000
HİBRİT ile HT	0,055

5 tekniğin verilerinin karşılaştırmasında, One Way ANOVA testi kullanılmıştır ve sağlıklı dokunun V_{10} değeri için yapılan istatistiksel analiz sonucunda 5 teknik arasında anlamlı fark olduğu görülmüştür ($p=0,036$). İkili karşılaştırmalar için Bonferonni testi kullanılmıştır ve sonuçları Tablo 134'te gösterilmiştir.

Tablo 135: Sağlıklı dokuya ait V_{10} değerlerinin istatistiksel sonuçları (%)

	3BKRT	YART	VMAT	HİBRİT	HT
Ortalama	18,42	22,56	22,08	17,9	26,36
Ortanca	17,86	19,60	18,95	16,34	24,41
Minimum	9,01	13,50	12,56	9,8	18,18
Maksimum	26,38	36,07	34,02	29,64	39,8
Standart Sapma	4,71	6,98	6,61	6,08	7,67

Sağlıklı dokuya ait V_{10} verileri için bulunan istatistiksel sonuçlar Tablo 135’te listelenmiştir. 3BKRT ve HİBRİT tekniklerinin en düşük V_{10} değerlerine sahip olmaları nedeniyle diğer tekniklere göre üstün olduğu görülmüştür. HT tekniğinin de en yüksek V_{10} değerlerine sahip olduğu görülmüştür.

4.2.7.3. Sağlıklı Doku İçin V_{20} Verileri ve İstatistiksel Sonuçları

Torasik özofagus kanseri tanılı 10 hasta için 5 farklı tedavi planlama tekniğinde sağlıklı dokuya ait V_{20} verileri Tablo 136’da gösterilmiştir.

Tablo 136: Sağlıklı dokuya ait V_{20} verileri (%)

Hasta No	3BKRT	YART	VMAT	HİBRİT	HT
1	10,20	11,32	11,32	12,81	20,07
2	13,19	11,51	12,80	11,61	15,12
3	13,68	13,97	9,41	11,57	15,55
4	18,68	18,22	16,80	15,21	17,07
5	14,54	17,85	16,91	13,86	20,03
6	11,08	12,98	12,14	8,60	12,41
7	14,10	13,25	12,51	12,86	16,20
8	7,26	8,39	8,52	7,38	11,74
9	15,68	26,74	23,88	24,00	12,81
10	16,89	23,52	22,06	20,36	23,91

5 tekniğin verilerinin karşılaştırmasında, One Way ANOVA testi kullanılmıştır ve sağlıklı dokunun V_{20} değeri için yapılan istatistiksel analiz sonucunda 5 teknik arasında anlamlı farklılık saptanamamıştır ($p=0,587$). İkili karşılaştırmalar için Bonferroni testi kullanılmıştır ve sonuçları Tablo 137’de gösterilmiştir.

Tablo 137: Sağlıklı dokuya ait V_{20} değeri için ikili karşılaştırmaların istatistiksel sonuçları

Karşılaştırılan Teknikler	p-değeri
3BKRT ile YART	1,000
3BKRT ile VMAT	1,000
3BKRT ile HİBRİT	1,000
3BKRT ile HT	1,000
YART ile VMAT	1,000
YART ile HİBRİT	1,000
YART ile HT	1,000
VMAT ile HİBRİT	1,000
VMAT ile HT	1,000
HİBRİT ile HT	1,000

Sağlıklı dokuya ait V_{20} verileri için bulunan istatistiksel sonuçlar Tablo 138’de listelenmiştir. 3BKRT ve HİBRİT tekniklerinde en düşük değerler gözlenmiştir.

Tablo 138: Sağlıklı dokuya ait V_{20} değerlerinin istatistiksel sonuçları (%)

	3BKRT	YART	VMAT	HİBRİT	HT
Ortalama	13,53	15,70	14,63	13,83	16,49
Ortanca	13,89	13,61	12,65	12,83	15,87
Minimum	7,26	8,39	8,52	7,38	11,74
Maksimum	18,68	26,74	23,88	24,00	23,91
Standart Sapma	3,34	5,78	5,17	5,04	3,89

4.2.7.4. Sağlıklı Doku İçin D_{max} Verileri ve İstatistiksel Sonuçları

Torasik özofagus kanseri tanı 10 hasta için 5 farklı tedavi planlama tekniğinde sağlıklı dokuya ait D_{max} verileri Tablo 139’da gösterilmiştir.

Tablo 139: Sağlıklı dokuya ait D_{max} verileri (cGy)

Hasta No	3BKRT	YART	VMAT	HİBRİT	HT
1	5802	5467,6	5467,6	5539,8	5503
2	6040	5674,1	5358	5637,2	5559
3	5524	5950,7	6025	5377,2	5518
4	5900	5897,6	5622,1	5562,9	5587
5	5485	5911,7	6006,6	5600,8	5545
6	5514	5890,2	5534,5	5782,6	5487
7	5687	5910,5	5522	5514,7	5542
8	5618	5948,1	5462,2	5373,4	5563
9	5747	5785,9	5781,3	5754	5646
10	5782	5810,2	5043,9	5608,7	5534

5 tekniğin verilerinin karşılaştırmasında, Kruskal Wallis testi kullanılmıştır ve sağlıklı dokunun D_{max} değeri için yapılan istatistiksel analiz sonucunda 5 teknik arasında anlamlı fark olduğu görülmüştür. ($p=0,014$). İkili karşılaştırmalar için Mann Whitney U testi kullanılmıştır ve sonuçları Tablo 140’da gösterilmiştir. Bu ikili karşılaştırmalarda YART , HİBRİT ve HT arasında istatistiksel anlamlı farklılık olduğu saptanmıştır.

Tablo 140: Sağlıklı dokuya ait D_{max} değeri için ikili karşılaştırmaların istatistiksel sonuçları

Karşılaştırılan Teknikler	p-değeri
3BKRT ile YART	0,123
3BKRT ile VMAT	0,218
3BKRT ile HİBRİT	0,165
3BKRT ile HT	0,075
YART ile VMAT	0,063
YART ile HİBRİT	0,002
YART ile HT	0,002
VMAT ile HİBRİT	0,796
VMAT ile HT	0,796
HİBRİT ile HT	0,481

Sağlıklı dokuya ait D_{max} verileri için bulunan istatistiksel sonuçlar Tablo 141’de listelenmiştir.

Tablo 141: Sağlıklı dokuya ait D_{max} değerlerinin istatistiksel sonuçları (cGy)

	3BKRT	YART	VMAT	HİBRİT	HT
Ortalama	5709,90	5424,66	5582,32	5575,13	5584,40
Ortanca	5717,00	5893,90	5528,25	5581,85	5543,50
Minimum	5485,00	5467,60	5043,90	5373,40	5487,00
Maksimum	6040,00	5950,70	6025,00	5782,60	5646,00
Standart Sapma	180,32	151,86	296,44	135,64	45,16

4.2.7.5. Sağlıklı Doku İçin D_{95} Verileri ve İstatistiksel Sonuçları

Torasik özofagus kanseri tanılı 10 hasta için 5 farklı tedavi planlama tekniğinde sağlıklı dokuya ait D_{95} verileri Tablo 142’de gösterilmiştir.

Tablo 142: Sağlıklı dokuya ait D_{95} verileri (%)

Hasta No	3BKRT	YART	VMAT	HİBRİT	HT
1	0	5,9	5,9	10,4	0,85
2	0	6,9	8,2	13,8	0,88
3	0	4,4	3,9	4,3	0,16
4	10	18,6	20,7	24,7	0,3
5	0	8,8	5	11	0,9
6	0	12,1	9,6	10	0,6
7	0	7,1	4,1	9,6	0,77
8	0	4	1,5	5,3	0,5
9	20	36,1	29,3	42,2	0,56
10	0	41,2	32,4	41	1,03

Tablo 143: Sağlıklı dokuya ait D_{95} değeri için ikili karşılaştırmaların istatistiksel sonuçları

Karşılaştırılan Teknikler	p-değeri
3BKRT ile YART	0,010
3BKRT ile VMAT	0,010
3BKRT ile HİBRİT	0,030
3BKRT ile HT	0,043
YART ile VMAT	0,481
YART ile HİBRİT	0,436
YART ile HT	<0,001
VMAT ile HİBRİT	0,143
VMAT ile HT	<0,001
HİBRİT ile HT	<0,001

5 tekniğin verilerinin karşılaştırmasında, Kruskal Wallis testi kullanılmıştır ve sağlıklı dokunun D_{95} değeri için yapılan istatistiksel analiz sonucunda 5 teknik arasında anlamlı fark olduğu görülmüştür ($p < 0,001$). İkili karşılaştırmalar için Mann Whitney U testi kullanılmıştır ve sonuçları Tablo 143'te gösterilmiştir.

Tablo 144: Sağlıklı dokuya ait D₉₅ değerlerinin istatistiksel sonuçları (%)

	3BKRT	YART	VMAT	HİBRİT	HT
Ortalama	3,33	14,51	12,06	17,23	0,65
Ortanca	0,00	7,95	7,05	10,70	0,68
Minimum	0,00	4,00	1,50	4,30	0,16
Maksimum	20,00	41,20	32,40	42,20	1,03
Standart Sapma	7,07	13,47	11,23	17,23	0,28

Sağlıklı dokuya ait D₉₅ verileri için bulunan istatistiksel sonuçlar Tablo 144’te listelenmiştir. HT tekniğinin sağlıklı dokunun dozun %98’ini alan hacmi için en düşük değerlere sahip olduğu görülmüştür. YART, VMAT ve HİBRİT benzer sonuçlara sahip olmalarına rağmen, 3BKRT tekniğinden daha yüksek değerlere sahip oldukları gözlenmiştir.

4.2.8. MU değerleri İçin Elde Edilen Veriler

Torasik özofagus kanseri tanılı 10 hasta için 5 farklı tedavi planlama tekniğinde Monitor Unit (MU) verileri Tablo 145’te gösterilmiştir.

Tablo 145: MU verileri

Hasta No	3BKRT	YART	VMAT	HİBRİT	HT
1	807,4	529,68	907,83	1650,73	6770
2	921	546,11	546,11	1892,45	6177
3	847	541,87	543,52	1756,38	6907
4	1000,5	498,08	510,02	1892,18	7739
5	998	656,07	498,42	1963,25	8979
6	1069	496,39	486,55	2027,82	6831
7	780,6	576,9	742,25	1583,17	6181
8	1078,9	504,26	538,78	1607,87	5989
9	904,2	615,84	1273,39	1921,79	7239
10	861,5	529,02	1117,15	1675,7	9451

Tablo 146: MU değeri için ikili karşılaştırmaların istatistiksel sonuçları

Karşılaştırılan Teknikler	p-değeri
3BKRT ile YART	<0,001
3BKRT ile VMAT	0,063
3BKRT ile HİBRİT	<0,001
3BKRT ile HT	<0,001
YART ile VMAT	0,353
YART ile HİBRİT	<0,001
YART ile HT	<0,001
VMAT ile HİBRİT	<0,001
VMAT ile HT	<0,001
HİBRİT ile HT	<0,001

5 tekniğin verilerinin karşılaştırmasında, Kruskal Wallis testi kullanılmıştır ve $p < 0,001$ olarak bulunmuştur. İkili karşılaştırmalar için Mann Whitney U testi kullanılmıştır ve sonuçları Tablo 146'da gösterilmiştir. MU verileri için bulunan istatistiksel sonuçlar Tablo 147'de listelenmiştir.

Tablo 147: MU değerlerinin istatistiksel sonuçları

	3BKRT	YART	VMAT	HİBRİT	HT
Ortalama	912,60	535,77	544,81	1824,28	6869,00
Ortanca	926,81	549,42	716,40	1797,13	7226,30
Minimum	780,60	496,39	486,55	1383,17	5989,00
Maksimum	1078,90	656,07	1273,39	2027,82	9545,00
Standart Sapma	105,76	52,60	287,04	161,21	1177,34

5 farklı tedavi planlama tekniği arasında elde edile MU verileri için bulunan istatistiksel sonuçlar Tablo 143'te listelenmiştir. En yüksek MU değerleri HT tekniğinde

görülürken VMAT ve YART tekniğindeki değerlerin ise diğer tekniklere göre üstün olduğu saptanmıştır.



5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Özofagus yerleşim yeri ve uzun bir segmente sahip olması nedeniyle bu organdan kaynaklanan kanserlerin teşhisi zordur. Radyoterapi açısından çevresinde birçok riskli organ bulundurur ve tedavi planı oluşturulması oldukça güçtür. Tanısı birçok kanser çeşidine göre daha geç konulur ve tümörün lokalizasyonuna da bağlı olarak yapılmak istenen küratif ya da palyatif radyasyon tedavisi için farklı güçlükler karşımıza çıkarmaktadır. Özofagusun oldukça uzun bir organ olduğu, tümörün hangi bölgede ve ne kadar yayıldığı göz önüne alındığında her hasta için standart bir tedavi formu oluşturmak güçtür; hastanın özelliklerine ve anatomisine bağlı olarak değişiklik göstermektedir.

Son yıllarda gelişen teknolojiye bağlı uygulanabilir farklı tedavi yöntemlerinin ortaya çıkmasıyla birlikte doz hesaplama ve planı optimize etmek için gelişmiş yazılımların kullanılmaya başlanması; bu farklı tedavi yöntemleri arasında karşılaştırma yapan araştırmaların önünü açmıştır. Özofagus kanseri radyoterapisinde temel olarak uygulanan 3BKRT tekniğinin yanı sıra YART, VMAT gibi tekniklerin gelişmesi uygulamadaki seçenekleri arttırmış ve hangi tekniğin seçileceği konusu önemli hale gelmiştir. Çalışmamızda özofagus kanseri radyoterapisi için 3BKRT, YART, VMAT, HİBRİT ve HT tekniklerinden hangisinin dozimetrik sonuçlarının daha iyi olduğunu belirlemek için 10 hasta ile retrospektif olarak karşılaştırma yaparak literatürdeki sonuçlar ile birlikte değerlendirmeyi amaçladık.

Tedavi planları hazırlanırken birçok parametrenin ortaklığı sağlanmış ve tek bir fizikçi tarafından optimize edilerek farklı TPS ve algoritmalarda simüle edilen tedavi planları karşılaştırılmıştır.

Bu çalışmada spesifik olarak ele aldığımız toraks yerleşimli özofagus kanseri tanımlı hastalar için nodal yayılım ve mikroskobik uzanımlar gözönünde bulundurulduğunda geniş bir hacmin ve bununla birlikte pek çok sağlıklı organın da

alana dahil olduğu bilinmektedir. Çalışmamıza kabul edilen hastalara ait hedef hacimler; ICRU ve RTOG-1010 protokolleri baz alınarak radyasyon onkoloğu tarafından çizilmiştir. 54 Gy'lik GTV54 primer tümör hacmi istenilen sınırlar arasında kalan torasik alan bölgesi tüm hastalar için benzer aralıkta olup, mikrobik hastalık ve nodal yayılım için tanımlanan CTV50,4 ve CTV45 volümleri hastadan hastaya değişiklik göstermektedir. Bu sebeple bazı hastalar için tedavi alanına böbrekler girecek kadar uzanım gösterirken bazı hastalar için supraklaviküler bölge alana dahil olmuştur. Bir hastanın ise alan parotise kadar uzanım göstermiştir. Sadece bir hastaya ait olan parotisin değerleri istatistiğe dahil edilmemiş ancak sınır değer olarak her iki parotise ait $D_{mean} < 26$ Gy şartı her teknik için sağlanmıştır. Çalışmamızda yapılan dozimetrik karşılaştırmaya göre 3BKRT tekniği dışında tüm teknikler için istenilen dozun en az %98'inin hedef hacmin %98'ini sarması amaçlanmıştır. 3BKRT için ise %95'lik hacmin %95 lik dozu alması sağlanmıştır. Bununla birlikte maksimum doz sınırı reçete edilen dozun %110'u aşmamasına dikkat edilmiştir. Çalışmamızda PTV54'ün D_2 ve D_{95} verilerinin karşılaştırılmasına baktığımızda bütün teknikler için bu şartın sağlandığı görülmektedir. Ancak D_{98} için yapılan karşılaştırmada ise bu şartı sağlayan teknikler YART, VMAT ve HT olarak tespit edilmiştir. 3BKRT tekniği D_{95} değerini sağlarken, HİBRİT tekniği için VMAT ile yapılan planlarında D_{98} şartı sağlanmış olsa bile toplam planlar olarak incelendiğinde; temelinde 3BKRT yöntemi de içerdiği için 3BKRT tekniğinde olduğu gibi %95 lik sınır değeri sağlayabildiği görülmüştür.

PTV54'e ait CI istatistik sonuçlarına baktığımızda ($p=0,001$) ise YART ve VMAT tekniğinin daha uyumlu olarak tümörü sardığını söyleyebiliriz. $CI > 1,00$ üzerinde olan değerler ise tümörün ve sağlıklı dokunun bir kısmının fazladan yüksek doza maruz kaldığını göstermektedir. 3BKRT tekniği bu konuda 1,04 ile en yüksek ancak kabul edilebilecek sınır değerinin oldukça altında bulunmuştur. $CI < 1,00$ olması ise hedef hacmin yeterince kapsanamadığını göstermektedir ki arzu edilen bir durum değildir.

PTV54'e ait HI istatistik sonuçlarına baktığımızda ise "0" a en yakın değer olarak HT tekniği bulunmuş ancak tüm teknikler için bulunan değerlerin sıfıra oldukça yakın olduğu görülmüştür.

Total akciğer hacimlerinin DVH karşılaştırılmasına baktığımızda ise V_5 değeri için yapılan istatistiksel analizde en düşük değer HİBRİT tekniğinde gözlenmiştir ($56,62 \pm 6,71$ ve $p < 0,001$). Diğer 3 teknikte; sınır değer altında bulunurken en yüksek değer HT tekniğinde görülmüştür ($92,21 \pm 20,57$). Akciğerler için V_5 radyasyon dozu, radyasyon pnömonisi gelişimi açısından önemli bir parametredir ve $V_5 \leq 70$ akciğer için sınır değer olarak kabul edilmektedir (Rodrigues, ve ark., 2004). Yapılan bir başka çalışmada ise sadece dozimetrik faktörler göz önünde bulundurulduğunda, 5 Gy alan akciğer hacminin %60 ve üzerinde olması semptomatik pnömoni gelişmesi için önemli bir faktör olarak belirtilmiştir (Kharofa ve ark., 2012).

HİBRİT tekniğinde akciğerlerin alacağı dozun düşürülmesi için 3BKRT komponentinde ayarlanmış açılardan doz verilmesi ile keskin bir gradyent doz sınırı sağlanmış ve daha sonra tamamlayıcı dozu vermek için VMAT ile parçalı ark kullanılarak yine akciğer sahalarından kaçılmış ve periferik dozların tümör alanı dışına saçılımı azaltılmaya çalışılmıştır. 3BKRT ile yapılan planlar ise, özofagus kanserlerinin radyoterapisinde birçok klinikte altın standart olma özelliğini hala korumaktadır. HİBRİT tekniğinden sonra akciğer V_5 değerleri için en iyi sonuç bu teknikle sağlanmıştır.

Choi ve ark (2018)'nin yaptığı çalışmada, 10 torasik özofagus kanserli hastanın 3BKRT, step and shot YART (s-YART) ve modulated arc therapy (mARC) teknikleri kullanılarak 60 Gy 30 fraksiyon olacak şekilde planları hazırlanıp dozimetrik karşılaştırmaları yapılmıştır. s-YART tekniği akciğer V_5 ve V_{10} için sırasıyla $46,88 \pm 18,98$ ve $33,43 \pm 14,64$ değerleriyle üstün bulunurken ($p = 0,033$ ve $p = 0,082$), V_{20} değeri için 3 teknik arasında anlamlı bir farklılık bulunmadığı fakat V_{30} değerine bakıldığında mARC tekniğinin $6,75 \pm 3,20$ değeri ile başarılı olduğu bildirilmiştir ($p = 0,097$). Ancak istatistiksel anlamlılık sınırına ulaşmadığı görülmektedir. Çalışmada akciğer V_5 dozunun en düşük olduğu s-YART tekniğinin diğerlerinin yerine önerilebilir olduğu bildirilmektedir. Bizim çalışmamızda ise elde edilen akciğer değerleri arasında V_5 değerinin HİBRİT tekniğinde en düşük olduğu ancak diğer değerler açısından literature benzer sonuçlara sahip olduğu görülmektedir.

YART, VMAT ve 3BKRT tekniklerini dozimetrik olarak karşılaştıran bir başka çalışmaya göre akciğerin V_5 ve V_{10} gibi saçılan küçük dozlarına bakıldığında 3BKRT tekniğinde sırasıyla $\%47,9\pm6,1$ ve $\%36,5\pm4,6$ değerleri elde edilmiştir (Wu ve ark., 2014).

Total akciğer için V_{10} değerine baktığımızda ise çalışmamızda HİBRİT ve 3BKRT tekniği sırasıyla $\%38,07\pm7,51$ ve $\%37,48\pm7,73$ değerleri ile diğer tekniklerden üstün olarak bulunmuştur ($p<0,001$). HT tekniği ise $\%81,16\pm19,37$ değeri ile VMAT ve YART tekniğinin oldukça gerisinde kalmıştır. Kataria ve ark. (2014)'nın 10 hasta ile yaptığı bir çalışmada VMAT ve YART teknikleri kullanılarak 45 Gy 25 fraksiyon olacak şekilde planlar hazırlanmıştır. Akciğerin V_5 dozu için en düşük $\%86,48\pm8,08$ ile VMAT tekniğinde elde edildiği bildirilmiştir ($p=0,534$). V_{10} ve V_{20} değeri için ise en düşük verilerin VMAT tekniğinde sırasıyla $\%61,27\pm10,07$ ve $\%18,57\pm7,86$ olarak bulunduğu rapor edilmiştir. Çalışmamıza ait verilerle karşılaştırıldığında ise; elde ettiğimiz V_5 , V_{10} ve V_{20} değerleri Kataria ve ark. (2015)'nin çalışmasına kıyasla 54 Gy doza çıkılmasına rağmen daha düşük değerlerin olduğu görülmektedir. Benzer tedavi teknikleri ve algoritmaları kullanmamıza rağmen akciğerde düşük dozlarda yüksek değer elde etmelerine sebep olarak; VMAT planları için tam ark olacak şekilde gantri açısı uygulamaları ve YART için ise 7 alan tekniği kullanılarak daha homojen bir doz sarımı elde etmeye çalışmaları; bu şekilde uyguladıkları planlar sebebiyle de organlardaki düşük doz saçılmalarına bakıldığında yüksek değerlerin görülmesinin olağan olduğu düşünülmektedir.

V_{20} değeri için yapılan birçok çalışmada belirlenen sınırları aşmaması gerektiği üzerinde durulmuştur (Palma ve ark., 2013; Oetzel ve ark., 1995; Kwa ve ark., 1998). Radiation Therapy Oncology Group (RTOG) ve Southwest Oncology Group (SWOG), V_{20} için üst sınırın $\%30-35$ olması gerektiğini vurgulamışlardır. (Merrill, 2018; Marks ve ark., 2010). 20 Gy alan total akciğer hacmi için (V_{20}) çalışmamızın sonucunda HİBRİT tekniği $\%23,89\pm6,17$ değeri ile diğer tekniklerden üstün bulunmuştur ($p=0,003$). En yüksek değerler YART tekniğinde bulunmuş olup, uygulanan açıların akciğerden kaçması sağlanmış ancak dozu verebilmek için tümör ve çevresine doz saçılmasına neden olmuştur ve dolayısıyla V_{20} değerini sağlamada bu teknikte

zorlanılmıştır. Çalışmamızda tedavi süresi, dozimetrik doğrulama gibi bir çok parametre göz önüne alındığında 7 alan tekniği yerine 5 alan tercih edilmiştir. 2004 yılında 5 hasta ile 3BKRT ve YART için (3, 5, 7 ve 9 alan) 4 teknik kullanılarak yapılan bir çalışmada akciğerin D_{mean} dozu için 5 ve 7 alan tekniğinde sırasıyla $\%10,8\pm1,3$ ve $\%10,7\pm1,3$ değerleri; V_{20} dozu için ise sırasıyla $\%22,4\pm0,7$ ve $\%23,2\pm1,6$ değerleri elde edildiği görülmüştür. Çalışmada, 3 alanlı YART tekniğinin ise kritik organlarda genel olarak yüksek doz yoğunluğu görülmesine sebep olduğu bildirilmiştir. Işın sayısı arttıkça doğrusal olarak tümör homojenliği ve konformitesi artarken öte yandan hasta için tedavi süresinin de arttırdığı gözlenmiştir. 5 alan YART için; 7 alandan istatistiksel olarak farklı olmadığı göz önüne alındığında, doz homojenliği, kritik organ dozu ve tedavi süresi açısından çalışmacılar tarafından önerilen teknik olmuştur (Fu ve ark., 2004).

Lin ve ark. (2014) tarafından yapılan bir çalışmada ise 8 hasta ile YART ve VMAT tekniklerinin karşılaştırılması yapılmıştır. 50,4-66 Gy aralığında doz verilmiş ve orta torasik özofagus hastaları seçilmiştir. 5, 7 ve 9 alan YART sonuçları benzer doz dağılımları verdiği için 5 alanlı ff-YART (fixed field YART) planı, VMAT için ise bir tam ark planı uygulamayı tercih etmişlerdir. Her hasta için 1. aşamada 50 Gy doz ve 2. aşamada 16 Gy doz olacak şekilde planlar yapılmıştır. Akciğerin V_5 , V_{10} ve ortalama akciğer dozu (MLD) için en düşük değer YART tekniği ile sırasıyla $\%83,96$ Gy, $\%67,89$ Gy, 1890 cGy olarak; VMAT tekniği ile en düşük V_{20} değeri $\%32,51$ olarak elde edilirken YART tekniğinde $\%37,24$ görülmüştür. National Comprehensive Cancer Network Guidelines (NCCG), versiyon 2.2012'de ve diğer çalışmalarda da belirtildiği üzere YART'ın V_{20} değeri $\%30-35$ üzerinde olduğu için bu çalışmada önerilen teknik VMAT olmuştur. Çalışmamızda ise V_5 ve V_{10} değeri açısından YART ve VMAT arasında farklılık yok iken V_{20} değeri açısından VMAT tekniğinin daha üstün olduğu, ancak en düşük değerlerin HİBRİT modelinde sağlandığı görülmüştür.

Nicolini ve ark (2012)'nin yaptığı bir çalışmada ise 10 hasta seçilerek 59,4 Gy doz ile 3BKRT, YART, RapidArc (RA) (konvansiyonel ışınlar) ve RA-FFF (düzleştirici filtre içermeyen) teknikleriyle planlar yapıp karşılaştırılmıştır. Akciğerin 5 Gy doz alan hacmine ve V_{20} 'sine bakıldığında en düşük değer sırasıyla $\%51,6\pm22,5$ ve $\%21,1\pm9,7$ ile RA-FFF tekniğinde görülmüştür. V_{20} için en yüksek değer $39,2\pm17,0\%$ ile 3BKRT

tekniginde görülmüştür. Xu ve ark. (2017) tarafından yapılan diğer bir çalışmada, toplam 80 özofagus kanseri hastasından oluşan 5'li dozimetrik karşılaştırmada ise YART ve 3BKRT'nin sonuçları analiz edilmiştir. Çalışmada 50,4 Gy'den 64 Gy'e kadar farklı doz aralığı denenmiştir. Akciğerin V_{20} değeri için yaptıkları analizde 3BKRT planlarında YART'ye göre daha yüksek değer bulunduğu bildirilmiştir (ortalama doz farklılığı 5,42 Gy'dir, $p<0,001$). Her iki çalışma da doz eskalasyon çalışması olup tedavide kullanılan dozlardan daha yüksek dozlara çıkıldığı için akciğerin V_{20} değeri standart önerilen ve bizim de çalışmamızda elde ettiğimiz değerlerden yüksektir.

Martin ve ark (2011)'nin yaptığı bir çalışmada 8 hastaya ait arşiv bilgileri üzerine HT, RA ve YART&Arc planları yapılarak dozimetrik olarak karşılaştırılmıştır. RA planları tek ark (RA1) ve çift ark (RA2) planlar olmak üzere ikiye ayrılmıştır. YART&Arc planları ise 4 alan YART ve 1 konformal alandan oluşan hibrit bir tedavi olarak uygulanmıştır. Karşılaştırma sonucunda total akciğere ait V_{10} dozu en düşük RA2 tekniğinde görülürken (%25,8±4,3) V_{20} , V_{30} ve MLD dozu için sırasıyla %16, %7.7, ve 21.2 Gy olarak YART&Arc tekniği olduğu bildirilmiştir. HT ile elde edilen MLD değeri (26,3 Gy) YART&Arc ile karşılaştırıldığında daha yüksektir ($p=0,004$) ve çalışmacılar bu hibrit tekniğin seçilebilir en optimum plan olduğunu belirtmişlerdir. Ancak Oetzel ve ark. (1995) tarafından önerilen MLD ve normal doku komplikasyonları ihtimalini (NTCP) kullanarak, radyasyon dozu ile akciğer hasarı görülmesi riski arasında bağlantı olduğu gösterilmesini de göz önüne aldığımızda kabul edilen sınırın çok üstünde bir değer elde edildiği görülmektedir. Bütün teknikler için MLD sınır değeri standartlarda kabul edilenlerden fazladır. Çalışmamızda ise benzer şekilde HT, VMAT, YART, 3BKRT ve VMAT&3BKRT'den oluşan HİBRİT model karşılaştırılmış ve V_5 , V_{10} , V_{20} ve MLD için en iyi değerlerin HİBRİT model ile sağlandığı görülmüştür. HİBRİT modeled MLD değeri 13,49 Gy olup en düşük değere sahiptir.

Çalışmamızda bir diğer önemli kritik organ olan kalp için elde edilen sonuçlar; V_{30} değeri için HT ve VMAT tekniğinde istatistiksel olarak anlamlı farklılık gösterilememiş ve en düşük iki değer olarak sırasıya %25,55±18,32 ve %26,59±11,79) saptanmıştır ($p=0,092$). HİBRİT tekniğinde ise 3BKRT tekniği içerdiğinden ve dolayısıyla VMAT veya YART gibi keskin doz geçişleri sağlayamadığından, yüksek

doz değeri bulunmuştur. Kalbe ait V_{40} değeri ise çalışmamızda VMAT ve YART tekniğinde sırasıyla $\%10,56\pm7,10$ ve $\%11,58\pm6,81$ ile diğer tekniklere göre daha iyi olduğu gözlenmiştir ($p=0,001$). HİBRİT ve 3BKRT tekniği ise öngörülebileceği üzere V_{40} 'da, diğer tekniklere kıyasla yüksek değerlere sahiptir ancak hiçbir teknikte baz alınan sınırlar aşılmamıştır. Çalışmamıza benzer şekilde Wu ve ark., (2014), kalbin V_{20} , V_{30} ve D_{mean} gibi değerleri ile yaptıkları çalışmanın sonucunda YART ve VMAT tekniğinin birbirine benzer sonuçlar verdiğini ve 3BKRT tekniğinden üstün olduğunu belirtmişlerdir. Choi ve ark (2018), V_{30} ve V_{40} kalp dozu için s-YART (step and shot YART) tekniğinde sırasıyla $19,85\pm15,00$ Gy ve $10,71\pm8,72$ Gy değerleri elde etmişler ve diğer tekniklerden üstün olduğunu bildirmişlerdir (sırasıyla $p=0,039$ ve $p=0,040$).

Wang ve ark. (2011)'nin 20 hasta ile yaptıkları 3BKRT, 5 alan YART, 1 ve 2 ark Rapidarc tekniklerini kullandıkları çalışmalarında 59,6 Gy doz 34 fraksiyon olacak şekilde planlar hazırlanmıştır. Alt grup olarak YART tekniğinde 5, 7 ve 9 alan olarak planlar hazırlanıp kendi içinde karşılaştırılmıştır. PTV, CI, HI, akciğer, kalp ve Spinal Cord için hemen hemen benzer sonuçları elde ettiklerinden dolayı; çalışmaya 5 alan YART tekniğini kullanarak devam etmişlerdir. Kalbin V_{30} ve V_{40} değerleri (sırasıyla $28,70\pm28,16$ ve $23,04\pm22,77$) açısından RA1 ve RA2 tekniğinin daha iyi olduğunu bildirmişlerdir. Wang ve ark.'nin kalp koruması için ulaştığı sonuç ile çalışmamızda elde edilen değerlerin benzer olduğu görülmüştür.

Ling ve ark. (2014)'nin yaptığı bir çalışmada 10 hasta üzerinde 3BKRT, YART ve Proton terapi teknikleri ile planlar hazırlanıp karşılaştırılmıştır. 50,4 Gy, 28 fraksiyon olacak şekilde uygulamışlardır. Bu çalışmada proton terapi dışında kalbin V_{30} değeri için en düşük değer 3BKRT ile $\%32,7$ olarak bulunurken bizim çalışmamızda bu çalışmaya kıyasla yüksek doz vermemize rağmen daha düşük değer elde edilmiştir.

Diğer bir kritik organ olan karaciğer için ışınlanan hacmin V_{30} değerine baktığımızda HT tekniğinde $\%6,78\pm6,22$ olarak görülmüş ve sonraki en iyi değer $\%11,32\pm9,15$ ile VMAT tekniğinde elde edilmiştir ancak istatistiksel olarak anlamlı farklılık gösterilememiştir ($p=0,137$). Tüm değerler RTOG-1010 protokolünde belirtilen $\leq\%30$ değerinin oldukça altında bulunmuştur. Karaciğerin D_{mean} dozu ise en düşük $860,86\pm449,55$ cGy değeri ile HİBRİT tekniğinde elde edilmiştir ($p=0,872$).

Yapılan çalışmalarla karşılaştırıldığında ise benzer sonuçlar Martin ve ark. (2011)'nin yaptığı çalışmada görülmektedir. Bu çalışmadaki karaciğerin en düşük V_{25} ve V_{35} değerleri sırasıyla $\%14,0\pm 8,2$ ve $\%6,5\pm 4,4$ olarak RA1 tekniğiyle bildirilmiştir. Lin ve ark. (2014)'nin yaptığı çalışmada ise karaciğer için D_{mean} dozuna bakılmış ve en düşük değer $811,25\pm 223,6$ cGy ile VMAT tekniğiyle sağlandığı rapor edilmiştir ($p=0,012$). Bu bilgiler ışığında VMAT tekniğinin genel olarak karaciğer dozları açısından iyi koruma sağladığı görülmektedir. Ancak çalışmamızda diğer çalışmalardan farklı olarak akciğerlerde sağlanan korumada olduğu gibi karaciğer için de HİBRİT tekniğinde daha düşük D_{mean} değerleri sağlanmış olması önemlidir.

Özofagus kanserinde, tümör yerleşimi ve lenfatiklerin özofagus boyunca longitudinal olarak yayılım göstermesi nedeniyle ışınlanması gereken PTV50,4 ve PTV45 hacimleri hastaların bir kısmında böbrek üst ucuna uzanacak kadar inerken; çalışmamızdaki hastalarımızın $\%50$ 'sinde böbreklerin alt hizasına kadar uzanmaktadır. Çalışmamızda böbreklerin düşük doz hassasiyeti göz önünde bulundurularak her bir tedavi tekniğinde korunmaya çalışılmıştır. Genel olarak böbrekler radyoterapide doz sınırlayıcı organlar olduğundan; Dawson ve ark. (2010) tarafından kapsamlı bir çalışma ile meta analizini yaptıkları birçok çalışmadan aldıkları bilgiler ışığında böbreğin önemine değinmişlerdir. Kandaki atık metabolitleri ve elektrolitleri filtreleyen, alyuvar üretmek için eritropoietin üreten ve kan basıncı, sıvı/elektrolit dengesini modüle etmek gibi önemli görevlere sahip olan bu organın doz hassasiyeti toraks bölgesindeki organlar gibi yüksek olduğundan 18 Gy'lik bir ortalama dozun 5 yıl içinde $\%5$ 'lik bir hasara karşılık geldiği belirtilmiştir. Birçok çalışmada olduğu gibi Cassidy ve ark (1995), Jansen ve ark. (2007) tarafından yapılan çalışmalar da bilateral böbrek için V_{20} değerinin $\%32$ 'den az olması önerilirken, Welz ve ark. (2007) bilateral böbreğin V_{12} dozuna bakılması gerektiği ve bu değer, $\%55$ 'in altında sınırlandırılmasının önemi vurgulanmıştır. Yaptığımız çalışma değerlerine bakıldığında sağ böbrek için 20 Gy doz alan hacim için en düşük değerler HT ve HİBRİT tekniğinde sağlanmıştır ($p=0,931$). Sağ böbreğe ait D_{mean} karşılaştırması sonucunda ise en düşük değerler HİBRİT ve HT tekniğinde sırasıyla $172,36\pm 203,96$ cGy ve $195,6\pm 234,06$ cGy olarak görülmektedir ve en yüksek değer $488,37\pm 599,51$ cGy ile YART tekniğinde saptanmıştır ($p=0,766$). Sol

böbrek için V_{20} değeri en düşük HT tekniğinde gözlenmiştir ($p=0,903$). D_{mean} için bakıldığında ise en düşük değer $249,5\pm 300,51$ cGy ile HT tekniğinde elde edilirken en yüksek değer $582,39\pm 725,23$ cGy ile YART tekniğinde görülmüştür ($p=0,852$). D_{20} ve D_{mean} değeri için 2 hastada uygun değerler sağlanamamıştır. Çalışmamızda bu iki olgu dışında böbrek fonksiyonları için doz sınırlarının literatürle uyumlu olduğu görülmektedir.

Martin ve ark. (2011) çalışmalarında, sağ ve sol böbrek D_{mean} değerlerini en düşük YART&Arc tekniğinde sırası ile $5,6\pm 6,7$ Gy ve $8,9\pm 7,5$ Gy olarak bildirmişlerdir. Lin ve ark. (2014) çalışmasından sağ ve sol böbrek için D_{mean} değerleri incelendiğinde sırası ile $90,81$ cGy YART tekniğinde ($p=0,069$) ve $89,19$ cGy VMAT tekniğinde ($p=0,779$) elde ettikleri görülmüştür.

Toraks bölgesi radyoterapi tedavisinde dikkat edilmesi gereken bir diğer önemli kritik organ Spinal Cord'dur. Yüksek dozun küçük bir hacimde oluşması, tüm organı etkileyeceği ve myelopatiye sebep olacağı düşünüldüğünde oldukça dikkat edilmesi gereken bir durumdur. Kirkpatrick ve ark. (2010)'nın yaptığı meta analize göre $1,8-2,0$ Gy/fraksiyonlar ile tahmini myelopati riski sırasıyla 54 Gy ve 61 Gy için sırasıyla $<1\%$ ve $<10\%$ olarak bildirilmektedir. Milano ve ark. (2007)'nin yaptığı çalışmaya göre ise genel olarak Spinal Cordun 45 ve 50 Gy doz alan hacmine bakılması ve 50 Gy doz alan hacmin 5% 'i geçmemesi gerektiği belirtilmiştir (\geq Grade 2 riski). Emami (2013) yaptığı araştırma raporun da; QUANTEC'te belirtilen D_{max} değerinin (50 Gy $<1\%$) sonuçlarını destekler şekildedir.

Çalışmamızda Spinal Cord değerlerine baktığımızda ise 45 Gy doz alan hacim HT tekniğinde hiç görülmezken, YART ve VMAT tekniklerinde birbirlerine yakın değerler ile 3BKRT ve HİBRİT tekniğine göre üstün bulunmuştur ($p<0,001$). V_{50} için baktığımızda ise 3BKRT tekniğinde 1 hasta için istenilen değer sağlanamamıştır ve en yüksek değer $0,05$ Gy ile 3BKRT tekniğinde görülmüştür ($p=0,037$). Spinal Cord koruması için VMAT ve HT teknikleri diğer tekniklere göre üstün bulunmuştur. Benzer şekilde, Chen ve ark. (2017) tarafından yapılan çalışmada en yüksek D_{max} değeri YART tekniğinde $43,33$ Gy olarak bildirilmiştir. Tam ark ve parçalı ark VMAT planlarında ise benzer sonuçlar elde etmişlerdir. Van Benthuisen ve ark. (2011) ise

yaptıkları çalışmada Spinal Cordun maksimum değerini 45 Gy ile sınırlandırmış ve D_{max} değerini maksimum 34,5 Gy ile VMAT tekniğinde gözlediklerini bildirmişlerdir. Ancak Fu ve ark. (2004)'nin yaptığı çalışmada ise Spinal Cord için 5 hastadan 4'ünde maksimum değer 3-alan-YART tekniğinde 56,9 Gy olarak bulunmuş ve sınır değer çok üstünde olduğu için bu tekniği kabul edilemez olarak belirtmişlerdir.

Allaveisi ve ark. (2017)'nin yaptığı bir çalışmada ise 3BKRT ile 4 alan-kutu tekniği (box) ve alan içi alan (field in field (FIF)) tekniği karşılaştırılmıştır. 20 hasta ile yapılan bu çalışmada planlar PTV'ye 45 Gy'lik doz 1.8 Gy'den verilecek şekilde oluşturulmuştur. Spinal Cord'un maksimum değeri için 32,80 Gy ile FIF tekniğinin daha iyi olduğu vurgulanmıştır. Bu tekniğin 3BKRT'den çok bir üstünlüğünün olmadığını ancak YART kullanılarak daha kolay uygulanabilir ve zaman kazandıran bir yöntem olarak klinikte tercih edilebileceğini belirtmişlerdir.

Çalışmamızda kritik organlar dışında ışınlanan alan içerisinde kalan sağlıklı doku değerleri de analiz edilmiştir. Yeni teknolojilerin bir handikapı olarak sağlıklı dokunun doz almasının ikincil kanser riskini tetikleyebileceği ihtimali göz önüne alınarak saçılan küçük dozların hacimsel oranlarına genel olarak hemen her çalışmada bakılmaktadır. Bizim çalışmamızda da sağlıklı dokuya ait standart olarak kabul edilebilir, literatürdekine benzer değerler sınır kabul ederek karşılaştırma yapılmıştır. Saçılmadan kaynaklanan 5 Gy doz alan hacim; 5 teknik arasında en düşük %23,15 ve %23,11 değerleri ile sırasıyla HİBRİT ve 3BKRT tekniğinde olduğu görülmüştür ($p=0,001$). En yüksek değer %37,2 ile HT tekniğindedir. Saçılan doz değerleri arttığında ise (V_{10} ve V_{20} gibi) HT tekniği dışında VMAT ve YART tekniklerine yakın sonuçların elde edildiği görülmüştür. Sağlıklı dokunun D_{95} 'ine baktığımızda ise çalışmamızda HT tekniği diğer tekniklerden üstün bulunmuştur ($p<0,001$). Bunu 3,33'lük ortalama değer ile 3BKRT tekniğinin takip ettiği görülmüştür. Diğer tekniklerde ise düzlemsel farklılık ve farklı açılar kullanılması nedeniyle D_{95} değeri yüksektir. Literature baktığımızda Chandra ve ark. (2005)'nin yaptığı çalışmada sağlıklı doku integral doz değeri 3BKRT tekniğinde ortalama 298 cGy olarak bildirilmiştir. Zhang ve ark. (2015)'nin yaptığı üst torasik özofagus kanserli olgulardaki çalışmalarında tek ark VMAT planında 331 ± 18 değeri VMAT-2ark ve VMAT-3ark planından üstün olduğu bildirilmiştir ($p<0,001$).

Chen ve ark. (2017)'nin yaptığı çalışmada ise V_5 değeri en düşük YART tekniğinde ve %30,32 olarak bildirilmektedir. Çalışmamızla karşılaştırıldığında; yapılmış olan çalışmalarda yüksek oranda küçük doz saçılması olduğu görülmektedir. Yine benzer şekilde V_{10} değeri için sonuçlar literatüre benzerdir. Nicolini ve ark (2012) çalışmasında sağlıklı dokunun V_{10} değeri en düşük ortalama değer olarak %29,1 ile RA-FFF tekniğinde, en yüksek %35 ile 3BKRT tekniğinde olduğu bildirilmiştir.

Yaptığımız çalışmada 5 teknik arasında MU değerlerini karşılaştırdığımızda en yüksek MU değerinin HT (6869,00) tekniğinde olduğu, YART ve VMAT tekniklerinin sırası ile 535,77 ve 544,81 benzer değerlere sahip olduğu ve bu sonuçlarla diğer tekniklerden üstün olduğu görülmüştür. Çalışmamızda 3BKRT tekniğinde ortalama MU değerinin 912,60 olarak görülürken HİBRİT için 1824,28 olduğu saptanmıştır. 3BKRT tekniğinde planlama esnasında kalp dozunu düşürebilmek amacıyla bölünmüş alanların kullanımı total MU dozunun artmasına neden olmuştur. Ayrıca HİBRİT tekniği 3BKRT ve VMAT komponentleri içerdiği için her planlama esnasında MU değeri toplanarak artmıştır. En yüksek MU değerlerinin gözlendiği HT tekniğinde ise, tomoterapinin çalışma prensibi olan alanı kesit kesit ışınlaması ve superpozisyon algoritması kullanılarak bu alanların toplanması nedeniyle, total MU değerinin çok yüksek olduğu görülmektedir. Literature bakıldığında Wang ve ark. (2011) yaptıkları çalışmada, çalışmamıza benzer sonuçların olduğu ve MU değerleri de göz önüne alındığında RA1 tekniğini önerdiklerini görmekteyiz. Abbas ve ark. (2013)'nin 30 hasta ile yaptıkları çalışmada YART ve VMAT (tek ve çift ark) teknikleri dozimetrik olarak karşılaştırılmıştır. 50 Gy 25 fraksiyon olacak şekilde uygulamışlar ve MU değerlerini incelediklerinde ise YART tekniğinin sonuçlarının daha kötü olduğunu bulmuşlardır. Bunun nedeni çok sayıda YART açısının kullanılmasıdır. Chen ve ark. (2017)'nin yaptıkları çalışmada ise MU değerleri açısından en düşük ortalama değerin $688,1 \pm 51$ ile tam ark VMAT tekniğinde olduğu bildirilmiştir. Nicolini ve ark (2012) yaptıkları çalışmada MU değerini en düşük 322 ± 20 değeri ile RA tekniğinde elde etmişlerdir ve çalışmamızla uyumlu olarak bu tekniğin kullanımını önermişlerdir. Tüm bu çalışmalara baktığımızda RA ve VMAT tekniklerinde rotasyon sırasında ışınlamanın devam

etmesinden dolayı MU değerleri düşük olarak bulunmuştur. Böylece birim zamanda kullanılan MU daha az olmaktadır.

Özofagus kanseri tedavisinde cerrahi, kemoterapi ve radyoterapinin birlikte kullandığı konbine tedavi yöntemiyle elde edilen klinik sonuçların ümit verici olması, radyoterapiyi özofagus kanseri tedavisinde standart bir tedavi tekniği haline getirmektedir. Kombine tedavide (kemoradyoterapi veya cerrahi öncesi yada sonrası radyoterapi) radyoterapinin uygulanmasıyla genel sağ kalım oranında %31 gibi bir değer elde edilmesi ve tümörün lokal kontrol oranının %40 olarak bulunması ileri evre olgular için ümit vericidir (Çetin ve ark., 2012). Çalışmamızdaki; dozimetrik açıdan teknik karşılaştırmaların sonucunda kardiyak komorbidite olmadığı durumda akciğer dozu için HİBRİT tekniğinin kullanılmasını önermekteyiz. Ayrıca 3BKRT tekniğinin halen birçok klinikte altın standart olarak kullanılması, araştırmalara mutlak dahil edilmesini ve akciğer dozu açısından HİBRİT tekniğine yakın sonuçlar vermesiyle de tercih edilebilirliğini korumaktadır. VMAT tekniğini ise çalışmamızda görülen sonuçlar açısından en iyi CI ve HI değerlerine sahip olmasının yanı sıra, kritik organlar için istenilen sınır değerleri sağlanmasıyla sağlıklı doku MU değerleri göz önüne alındığında ve tedavi süresinin diğer tekniklere kıyasla daha optimal olmasıyla özofagus kanseri radyoterapisinde uygulanmasını önermekteyiz.

6. KAYNAKLAR

Abbas AS, Moseley D, Kassam Z, Kim SM & Cho C (2013) Volumetric-Modulated Arc Therapy For The Treatment of A Large Planning Target Volume In Thoracic Esophageal Cancer. *Journal of Applied Clinical Medical Physics* 14(3): 192-202.

Adaş Y G, Andrieu MN (2012) Özofagus Kanserinde Radyoterapi. *Toraks Cerrahisi Bülteni* 4(1): 53.

Alıcı S, İzmirli M ve Doğan E (2006) Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tıp Fakültesi Tıbbi Onkoloji Bilim Dalı'na başvuran kanser hastalarının epidemiyolojik değerlendirilmesi. *Van Tıp Dergisi* 21(2): 87-97.

Allaveisi F & Moghadam AN (2017) Comparison Between The Four-Field Box and Field-In-Field Techniques For Conformal Radiotherapy of The Esophagus Using Dose–Volume Histograms and Normal Tissue Complication Probabilities. *Japanese journal of Radiology* 35(6): 327-334.

Bakiu E, Telhaj E, Kozma E, Ruçi F & Malkaj P (2013) Comparison of 3D CRT and IMRT treatment plans. *Acta Informatica Medica* 21(3): 211.

Beavis AW (2004) Is Tomotherapy The Future of IMRT?. *The British Journal of Radiology* 77(916): 285-295.

Bilge H. Çetingöz R, Garipağaoğlu M ve ark. (2013) Tedavi Planlama: Temel ve Klinik Radyoterapi. 1.Baskı. İzmir, Hürriyet Matbaa s:82-83.

Bortfeld T. (2006) IMRT: A Review and Preview. *Physics in Medicine & Biology* 51(13): 363.

Bzdusek K, Friberger H, Eriksson K, et al (2009) Development And Evaluation Of An Efficient Approach To Volumetric Arc Therapy Planning. *Medical physics* 36(6Part1): 2328-2339.

Cassady JR (1995) Clinical Radiation Nephropathy. *International Journal of Radiation Oncology*Biophysics* 31(5): 1249-1256.

Chan OS, Lee MC, Hung AW, Chang AT, Yeung RM, & Lee AW (2011) The Superiority of Hybrid-Volumetric Arc Therapy (VMAT) Technique Over Double Arcs VMAT and 3D-Conformal Technique in The Treatment of Locally Advanced Non-Small Cell Lung Cancer–A Planning Study. *Radiotherapy and Oncology* 101(2): 298-302.

Chandra A, Guerrero TM, Liu HH (2005) Feasibility of Using Intensity-Modulated Radiotherapy to Improve Lung Sparing In Treatment Planning For Distal Esophageal Cancer. *Radiotherapy and Oncology* 77(3): 247-253.

Chen H, Wang H, Gu H et al (2017) Study For Reducing Lung Dose of Upper Thoracic Esophageal Cancer Radiotherapy by Auto-Planning: Volumetric-Modulated Arc Therapy vs Intensity-Modulated Radiation Therapy. *Medical Dosimetry* <https://doi.org/10.1016/j.meddos.2017.09.001> (28.04.2018)

Choi KH, Kim J, Lee SW, Kang YN & Jang H (2018) Dosimetric Comparison Between Modulated Arc Therapy and Static Intensity Modulated Radiotherapy in Thoracic Esophageal Cancer: A Single Institutional Experience. *Radiation Oncology Journal* 36(1): 63.

Compton CC., Byrd DR, Garcia-Aguilar J. et al (2012) *AJCC Cancer Staging Atlas: A Companion to the Seventh Editions of the AJCC Staging Manual and Handbook*. 2nd edition, Springer Press, Chicago, p: 129-142.

Cooper JS, Guo MD, Herskovic A (1999) Chemoradiotherapy of Locally Advanced Esophageal Cancer: Long-Term Follow-Up of a Prospective Randomized Trial (RTOG 85-01). *Radiation Therapy Oncology Group* 281(17): 1623-1627.

Çakır A, Bilge H (2012) Çok Yapraklı Lineer Hızlandırıcılarda Kolimatör Tasarımlarının Klinik Önemi. *Türk Onkoloji Dergisi*, 27: 46-54.

Çetin İA, Yumuk PFÖ, Atasoy B ve ark (2012). Lokal İleri Evre Özefagus Kanserinde Kemoradyoterapi Deneyimimiz. *Marmara Medical Journal* 25(2): 74-77.

Dawson LA, Kavanagh BD, Paulino AC (2010) Radiation-Associated Kidney Injury. *International Journal of Radiation Oncology Biology Physics* 76(3): 108-115.

Delaney, G., Jacob, S., Featherstone, C., & Barton, M. (2005). The Role of Radiotherapy In Cancer Treatment. *Cancer*, 104(6): 1129-1137.

Drzymala RE, Mohan R, Brewster L et al (1991) Dose-Volume Histograms. *International Journal of Radiation Oncology Biology Physics* 21(1): 71-78.

Edge SB, Byrd DR, Compton CC, et al (2009) *AJCC Cancer Staging Manual*. 7th edition, Springer-Verlag press, New York, 2009. p:103–15.

Fenkell L, Kaminsky I, Breen S, et al (2008) Dosimetric Comparison of IMRT vs. 3D Conformal Radiotherapy in The Treatment of Cancer of The Cervical Esophagus. *Radiotherapy and Oncology* 89(3): 287-291.

Ferguson MK (2002) Carcinoma of The Esophagus And Cardia. In: Zuiderma GD, Yeo CJ, eds. *Shackelford's Surgery of the Alimentary tract*, 5 th ed, Volume I, Philadelphia: WB Saunders Company p: 315-338

Feuvret L, Noël G, Mazon JJ & Bey P (2006) Conformity Index: a Review. *International Journal of Radiation Oncology*Biological*Physics* 64(2): 333-342.

Fu WH, Wang LH, Zhou ZM et al (2004) Comparison of Conformal and Intensity-Modulated Techniques For Simultaneous Integrated Boost Radiotherapy of Upper Esophageal Carcinoma. *World Journal of Gastroenterology* 10(8): 1098.

Howlader N, Noone AM, Krapcho M, et al SEER Cancer Statistics Review, (1975-2014) National Cancer Institute. https://seer.cancer.gov/csr/1975_2014/, (28.04.2018).
<https://www.rtog.org/ClinicalTrials/ProtocolTable/StudyDetails.aspx?study=1010>, (20.04.2018)

Jamal A, Bray F, Center MM et al. (2011) *Global Cancer Statistics*, CA: A Cancer Journal For Clinicians 61.2: 69-90.

Jansen EP, Saunders MP, Boot H (2007) Prospective Study On Late Renal Toxicity Following Postoperative Chemoradiotherapy In Gastric Cancer. *International Journal of Radiation Oncology*Biological*Physics* 67(3): 781-785.

Karadayı Ş, & Fındıkçioğlu A (2013) Özofagus Kanserinde Etiyoloji ve Risk Faktörleri. 4(1): 6-10

Kataria T, Govardhan HB, Gupta D (2014) Dosimetric Comparison Between Volumetric Modulated Arc Therapy (VMAT) vs Intensity Modulated Radiation Therapy (IMRT) for Radiotherapy of Mid Esophageal Carcinoma. *Journal of Cancer Research and Therapeutics* 10(4): 871.

Kelsen DP, Ginsberg R, Pajak TF et al (1998) Chemotherapy Followed by Surgery Compared with Surgery Alone for Localized Esophageal Cancer. *The New England Journal of Medicine* 339(27): 1979- 1984.

Khan FM. (2003) *The Physics of Radiation Therapy*, Editors: Pine J, Standen M, Kairis LR, Boyce T, 3rd Edition, Philadelphia, Lippincott Williams & Wilkins press p: 156.

Kharofa J, Cohen EP, Tomic R et al (2012) Decreased Risk of Radiation Pneumonitis With Incidental Concurrent Use of Angiotensin-Converting Enzyme Inhibitors and Thoracic Radiation Therapy. *International Journal of Radiation Oncology*Biography*Physics* 84(1): 238-243.

Kirkpatrick JP, Van Der Kogel JA & Schultheiss TE (2010) Radiation Dose–Volume Effects In The Spinal Cord. *International Journal of Radiation Oncology*Biography*Physics*, 76(3), 42-49.

Klein EE, Maserang B, Wood R, & Mansur D (2006) Peripheral Doses From Pediatric IMRT. *Medical Physics*. 33(7Part1): 2525-2531.

Kleinberg L, Forastiere AA (2007) Chemoradiation in the Management of Esophageal Cancer. *Journal of Clinical Oncology* 25: 4110-4117

Kwa SL, Lebesque JV, Theuws JC et al (1998) Radiation Pneumonitis As a Function of Mean Lung Dose: An Analysis of Pooled Data of 540 Patients. *International Journal of Radiation Oncology Biology Physics* 42(1): 1-9.

Leinchman LP, Lenz HJ, Rajdev L, et al (NRG Oncology Study Team) (2015) “ A Phase III Trial Evaluating the Addition of Trastuzumab to Trimodality Treatment of Overexpressing Esophageal Adenocarcinoma (RTOG 1010).

Lin CY, Huang WY, Jen YM et al (2014) Dosimetric and Efficiency Comparison Of High-Dose Radiotherapy For Esophageal Cancer: Volumetric Modulated Arc Therapy Versus Fixed-Field Intensity-Modulated Radiotherapy. *Diseases of The Esophagus* 27(6): 585-590.

Ling TC, Slater JM, Nookala P et al (2014) Analysis of Intensity-Modulated Radiation Therapy (IMRT), Proton and 3D Conformal Radiotherapy (3D-CRT) For Reducing Perioperative Cardiopulmonary Complications In Esophageal Cancer Patients. *Cancers* 6.4: 2356-2368.

Lu W (2010) A Non-Voxel-Based Broad-Beam (NVBB) Framework For IMRT Treatment Planning. *Physics in Medicine & Biology* 55(23): 7175.

Luke C, Chapman P, Priest K & Roder D (2003) Use Of Radiotherapy In The Primary Treatment of Cancer In South Australia. *Australasian Radiology* 47: 161–167.

Marks LB, Bentzen SM, Deasy JO (2010) Radiation Dose–Volume Effects In The Lung. *International Journal of Radiation Oncology* Biology* Physics* 76(3): 70-76.

Martin, S., Chen, J. Z., Dar, A. R., & Yartsev, S. (2011). Dosimetric comparison of helical tomotherapy, RapidArc, and a novel IMRT & Arc technique for esophageal carcinoma. *Radiotherapy and Oncology* 101(3): 431-437.

Matuszak MM, Steers JM, Long T (2013) Fusionarc Optimization: A Hybrid Volumetric Modulated Arc Therapy (VMAT) and Intensity Modulated Radiation Therapy (IMRT) Planning Strategy. *Medical physics* 40(7) DOI: <https://doi.org/10.1118/1.4808153>

Mehta K, Bianco V, Awais O, Luketich JD, & Pennathur A (2017) Minimally Invasive Staging of Esophageal Cancer. *Annals of Cardiothoracic Surgery* 6(2): 110.

Merrill WW (2018) Radiation-Induced Lung Injury www.uptodate.com (30/04/2018).

Milano, M. T., Constine, L. S., & Okunieff, P. (2007, April). Normal tissue tolerance dose metrics for radiation therapy of major organs. In *Seminars in radiation oncology*, Elsevier 17(2): 131-140

Möller TR, Brorsson B, Ceberg J et al (2003) A Prospective Survey of Radiotherapy Practice 2001 in Sweden. *Acta Oncol* 42: 387–410.

Mould RF (1993) *A Century of X-Rays and Radioactivity in Medicine: With Emphasis on Photographic Records of the Early Years*, 1st edition, Institute of Physics Publishing, p: 234.

Nart M, İzmirli M (2014) Yassı Epitel Hücreli Özefagus Kanserli Hastalarda Küratif Kemoradyoterapi Sonuçları. *Van Tıp Dergisi* 21(3): 154-163.

National Cancer Institute (Cancer Statistics Branch). SEER. Surveillance, Epidemiology and End Results cancer incidence public-use database, 1973–2000. Bethesda: US Department of Health and Human Services. https://seer.cancer.gov/csr/1975_2015/ (28.05.2018).

Nicolini G, Ghosh-Laskar S, Shrivastava SK (2012) Volumetric Modulation Arc Radiotherapy with Flattening Filter-Free Beams Compared with Static Gantry IMRT and 3D Conformal Radiotherapy For Advanced Esophageal Cancer: A Feasibility Study. *International Journal of Radiation Oncology• Biology• Physics* 84(2): 553-560.

Northern and Yorkshire Cancer Registry and Information Service (NYCRIS). Northern and Yorkshire Cancer Networks. A report on incidence and management for the main sites of cancer 1999. Available from URL: <http://www.nycris.org.uk/>. (28.05.2018).

Oetzel D, Schraube P, Hensley F et al (1995) Estimation of Pneumonitis Risk In Three-Dimensional Treatment Planning Using Dose-Volume Histogram Analysis. *International Journal of Radiation Oncology Biology Physics* 33(2): 455-460.

Okawa T, Kita M, Tanaka M R & Ikeda M (1989) Results of Radiotherapy for Inoperable Locally Advanced Esophageal Cancer. *International Journal of Radiation Oncology* Biology* Physics* 17: 49-54

O'Reilly S, Forastiere AA (1995) Is Surgery Necessary with Multimodality Treatment of Oesophageal Cancer. *Annals of Oncology* 6(6): 519-521.

Ökten I, Güngör A (2003) Özofagus Kanserleri. *Göğüs Cerrahisi Cilt II*. Ankara:Türk Göğüs Cerrahisi Derneği s: 1247-1308

Özçelik MF (2001) Özofagus Kanseri Tanı ve Cerrahi Tedavi. *Gastrointestinal Sistem Hastalıkları Sempozyumu, İstanbul* s: 241-251

Özefagus anatomisi (Esophagus And Mediastinal Tract Is a Photograph by Asklepios Medical Atlas) http://www.asklepiosmedicalatlas.com/ask_eng/thematic-areas.html (28.04.2018).

Palma DA, Senan S, Tsujino K et al (2013) Predicting Radiation Pneumonitis After Chemoradiation Therapy For Lung Cancer: An International Individual Patient Data Meta-Analysis. *International Journal Of Radiation Oncology* Biology* Physics* 85(2): 444-450.

Peters JH, DeMeester TR (1990) Esophagus and diaphragmatic hernia. Ed: Schwartz SI, Shires TG, Spencer FC et al, *Principles of Surgery*. 7th edition McGraw-Hill press, p:1081-1180.

Pınar T, Dicle O (1995) *Radiation Oncology: a Century of Progress and Achievement*. Published by ESTRO 4(9): 737-747.

PODGORSAK EB (2003) Review of Radiation Oncology Physics: A Handbook for Teachers and Students, International Atomic Energy Agency Publication, Vienna, p: 123-125.

Rebecca WO & Richard MA (2003) Combined Chemotherapy and Radiotherapy (Without Surgery) Compared with Radiotherapy Alone in Localized Carcinoma of the Esophagus. *Cochrane Database Syst Rev* 1: 25-1.

Rice TW, Blackstone EH, & Rusch VW (2010) 7th Edition of the AJCC Cancer Staging Manual: Esophagus and Esophagogastric Junction. *Annals of Surgical Oncology* 17(7): 1721-1724.

Rodrigues G, Lock M, D'Souza D, Yu E & Van Dyk J (2004) Prediction of Radiation Pneumonitis by Dose–Volume Histogram Parameters in Lung Cancer—A Systematic Review. *Radiotherapy and Oncology* 71(2): 127-138.

Semenenko VA, Reitz B, Day E, et al (2008) Evaluation of a commercial Biologically Based IMRT Treatment Planning System. *Medical Physics* 35(12): 5851-5860.

Seppenwoolde Y, De Jaeger K, Boersma LJ, Belderbos JS & Lebesque JV (2004) Regional Differences In Lung Radiosensitivity After Radiotherapy For Non–Small-Cell Lung Cancer. *International Journal Of Radiation Oncology* Biology* Physics* 60(3): 748-758.

Siegel R, Naishadham D, Jemal A (2013) Cancer Statistics. *CA Cancer J Clin* 63(1): 11-30.

Skliarenko J & Warde P (2011) Radiotherapy: Practical Applications And Clinical Aspects. *Medicine* 39(12): 705-710.

Sun DR (1989) Ten-Year Follow-up of Esophageal Cancer Treated by Radical Radiation Therapy: Analysis of 869 Patients. *International Journal Radiation Oncology* Biology* Physics* 16: 329-334.

Swisher SG, Hofstetter W, Komaki R et al (2010) Improved Long-Term Outcome with Chemoradiotherapy Strategies in Esophageal Cancer. *The Annals of Thoracic Surgery* 90(3): 892- 898.

Taslak ŞA (2013) Özofagus Kanserinin Epidemiyolojisi. *Journal of Experimental and Clinical Medicine* 29 (4S): 203-208
<http://dergipark.gov.tr/omujecm/issue/20433/217279>

Tenzin NZ (2017) Linac vs Tomotherapy. *Canc Therapy International Journal of Radiation Oncology* Biology* Physics* 8(1):555727. DOI: 10.19080/CTOIJ.2017.08.555727

Tong DKH, Law S, Kwong DLW et al (2011) Current Management of Cervical Esophageal Cancer. *World Journal of Surgery* 35: 600-607.

Topuz E, Aydiner A. Karadeniz AN (2006) Radyoterapinin Temel İlkeleri, *Klinik Onkoloji, İstanbul Üniversitesi Onkoloji Enstitüsü Yayınları, İstanbul*, s:16-33.

Van Benthuyzen L, Hales L & Podgorsak MB (2011) Volumetric Modulated Arc Therapy vs. IMRT For The Treatment of Distal Esophageal Cancer. *Medical Dosimetry* 36(4): 404-409.

Van Herk M, Niemierko A. (2010) Prescribing, Recording, and Reporting Photon-Beam Intensity-Modulated Radiation Therapy (IMRT): Contents, *Journal of the International Commission on Radiation Units and Measurements, Volume 10, Pages NP*, <https://doi.org/10.1093/jicru/ndq002>

Vioque J, Barber X, Bolumar F et al (2008) Esophageal Cancer Risk by Type of Alcohol Drinking and Smoking: A Case-Control Study in Spain. *BMC Cancer* 8: 221.

Wang, D., Yang, Y., Zhu, J., Li, B., Chen, J., & Yin, Y. (2011). 3D-conformal RT, fixed-field IMRT and RapidArc, which one is better for esophageal carcinoma treated with elective nodal irradiation. *Technology in cancer research & treatment*, 10(5), 487-494.

Welz S, Hehr T, Kollmannsberger C (2007) Renal Toxicity of Adjuvant Chemoradiotherapy with Cisplatin In Gastric Cancer. *International Journal of Radiation Oncology Biology Physics* 69(5): 1429-1435.

Wu Z, Xie C, Hu M et al (2014) Dosimetric Benefits of IMRT and VMAT in The Treatment of Middle Thoracic Esophageal Cancer: Is The Conformal Radiotherapy Still An Alternative Option?. *Journal of Applied Clinical Medical Physics* 15(3): 93-101.

Xu D, Li G, Li H & Jia F (2017) Comparison of IMRT Versus 3D-CRT in The Treatment Of Esophagus Cancer: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Medicine* 96(31)

Yu CX, (1995) Intensity-Modulated Arc Therapy with Dynamic Multileaf Collimation: An Alternative to Tomotherapy. *Physics in Medicine & Biology* 40:1435-1449.

Zhang WZ, Zhai TT, Lu JY (2015) Volumetric Modulated Arc Therapy vs. c-IMRT For The Treatment of Upper Thoracic Esophageal Cancer. PloS One 10(3): e0121385.



7. SİMGELER VE KISALTMALAR

3BKRT: Üç Boyutlu Konformal Radyoterapi
AC: Adenokarsinom
AJCC: Amerika kanser komitesi klasifikasyonu
AP: Anteroposterior
BT: Bilgisayarlı tomografi
CI: Conformity index
CPU: Voksel bazlı çalışan
CTV: Klinik tümör hacmi
ÇYK: Çok yapraklı kolimatör
D₂: %2'lik hacmin aldığı doz
D₅: %5'lik hacmin aldığı doz
D₉₅: %95'lik hacmin aldığı doz
D₉₈: %98'lik hacmin aldığı doz
D_{max}: Tüm hacmin aldığı maksimum doz
D_{mean}: Tüm hacmin aldığı mean doz
DVH: Doz hacim histogramı
EMD: Elektromanyetik dalgalar
FFF: Düzleştirici filtre olmayan
FIF: Alan içi alan
Fx: Fraksiyon
GPU: Grafik bazlı çalışan
GTV: Görüntülenebilir tümör hacmi
HI: Homogeneity index
HT : Helikal tomoterapi
ICRU: Uluslararası radyasyon birimleri ve ölçümleri kurulu
IGRT: Görüntü kılavuzluğunda radyoterapi
IM: İnternal marjin
IMRT: Yoğunluk Ayarlı Radyoterapi
ITV: Dahili hedef hacim
IV: Işınlanan hacim
MF: Modülasyon faktörü
MLD: Ortalama akciğer dozu

MU: Monitor unit
NCCG: National comprehensive cancer network guidelines
PA: Posteroanterior
PET: Pozitron emisyon tomografisi
PRV: Planlanan Riskli Organ Hacmi
PTV: Planlanan hedef hacim
RA: Rapidarc
RT: Radyoterapi
RTOG: Radyasyon tedavisi onkoloji grubu
SCC: Skuamoz hücreli kanserin
SIB: Eşzamanlı enregre boost tekniği
SSD: kaynak cilt uzaklığı
SWOG: Southwest oncology group
TNM: Tümör Nodul Metastaz
TPS: Tedavi planlama sistemi
TV: Tedavi Hacmi
V₁₀: 10 Gy'lik dozun aldığı hacim
V₁₂: 12 Gy'lik dozun aldığı hacim
V₂₀: 20 Gy'lik dozun aldığı hacim
V₃₀: 30 Gy'lik dozun aldığı hacim
V₄₀: 40 Gy'lik dozun aldığı hacim
V₅: 5 Gy'lik dozun aldığı hacim
VMAT: Hacimsel ayarlı ark terapi

8. EKLER

8.1 EK1



T.C.
ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ
Tıp Fakültesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu

Sayı : 2011-KAEK-26/ 236
Konu : Etik Kurul kararı

28/03/2018

Sayın Doç.Dr.Meral KURT
Uludağ Üniversitesi Tıp Fakültesi
Radyasyon Onkolojisi AD Öğretim Üyesi

Kurulumuza başvurusunu yaptığınız ve sorumlu araştırmacısı olduğunuz "Toraks yerleşimli özofagus kanseri tanılı olgularda retrospektif olarak 3 farklı radyoterapi tekniğinin dozimetrik incelenmesi" başlıklı araştırmanıza ilişkin Kurulumuzun 20 Mart 2018 tarih ve 2018-6/10 nolu kararı ekte gönderilmektedir.

Gereği için bilgilerinize sunulur.

Prof.Dr.Mustafa HACIMUSTAFAOĞLU
Kurul Başkanı

EK:
- Karar (1 adet)

Uludağ Üniversitesi Tıp Fakültesi Dekanlığı Rektörlük Binası, Görükle Kampüsü 16059 Nilüfer/BURSA
Tel: 0-224-2950020 Fax: 0-224-2950029
e-posta: uukaek@uludag.edu.tr Elektronik Ağ: www.tip.uludag.edu.tr

ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ TIP FAKÜLTESİ KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU KARAR FORMU

ARAŞTIRMANIN AÇIK ADI	Toraks yerleşimli özofagus kanseri tanılı olgularda retrospektif olarak 3 farklı radyoterapi tekniğinin dozimetrik incelenmesi
------------------------------	--

ETİK KURUL BİLGİLERİ	ETİK KURULUN ADI	Uludağ Üniversitesi Tıp Fakültesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu
	AÇIK ADRESİ	Uludağ Üniversitesi Tıp Fakültesi Dekanlığı Rektörlük Binası Kat.1 Görükle Kampüsü Nilüfer/ Bursa
	TELEFON	0.224. 295 00 20
	FAKS	0.224. 295 00 29
	E-POSTA	uukaek@uludag.edu.tr

BAŞVURU BİLGİLERİ	SORUMLU ARAŞTIRMACI UNVANI/ADI/SOYADI	Doç.Dr.Meral Kurt			
	SORUMLU ARAŞTIRMACININ BULUNDUĞU MERKEZ	Uludağ Üniversitesi Tıp Fakültesi Radyasyon Onkolojisi AD			
	YARDIMCI ARAŞTIRMACININ UNVANI/ADI/SOYADI	Sağlık Fiziği Tezli Yüksek Lisans Öğrencisi Fiz.Habibe Altaş, Sağlık Fiziği Uzmanı Sema Gözcü Tunç			
	YARDIMCI ARAŞTIRMACININ BULUNDUĞU MERKEZ	Uludağ Üniversitesi Tıp Fakültesi Radyasyon Onkolojisi AD			
	DESTEKLEYİCİ	-			
	ARAŞTIRMANIN TÜRÜ	Retrospektif araştırma			
	ARAŞTIRMANIN YAPILIŞ AMACI	Yüksek lisans tez çalışması			
	ARAŞTIRMANIN BAŞLAMA TARİHİ/ SÜRESİ	23.03.2018 / 3 ay			
	GÖNÜLLÜ/DOSYA SAYISI	10			
	ARAŞTIRMAYA KATILAN MERKEZLER	TEK MERKEZ <input checked="" type="checkbox"/>	ÇOK MERKEZLİ <input type="checkbox"/>	ULUSAL <input checked="" type="checkbox"/>	ULUSLARARASI <input type="checkbox"/>

DEĞERLENDİRİLEN İLGİLİ BELGELER	Bütçe Adı	Tarihi	Dil

DEĞERLENDİRİLEN DİĞER BELGELER	Açıklama	
	ARAŞTIRMA BÜTÇE FORMU	<input checked="" type="checkbox"/> Tarih: 14.03.2018
	ARAŞTIRICILAR İÇİN TAAHHÜTNAME FORMU	<input checked="" type="checkbox"/> Tarih: 14.03.2018
	PROSEKTİF ÖZELLİKLI GİRİŞİMSEL OLMAYAN KLİNİK ARAŞTIRMA TAAHHÜTNAMESİ	<input type="checkbox"/>
	İKU klavuzunun okunduguna dair taahhütname	<input type="checkbox"/>
	SONUÇ ÖZET RAPORU	<input type="checkbox"/>
DİĞER:	<input checked="" type="checkbox"/> Araştırma ilk başvuru ön yazısı (14.03.2018), hasta listesi, ilgili AD bilgilendirme yazısı, sorumlu araştırmacı özgeçmişi, araştırmacılar tarafından imzalanmış Dünya Tıp Birliği Helsinki Bildirgesi, literatür	

ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ TIP FAKÜLTESİ KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU KARAR FORMU

ARAŞTIRMANIN AÇIK ADI	Toraks yerleşimli özofagus kanseri tanılı olgularda retrospektif olarak 3 farklı radyoterapi tekniğinin dozimetrik incelenmesi
KARAR BİLGİLERİ	<p>Karar No: 2018-6/10 Tarih: 20 Mart 2018</p> <p>Yukarıda başvuru bilgileri verilen araştırma başvuru dosyası ve ilgili belgeler araştırmanın gerekçe, amaç, yaklaşım ve yöntemleri dikkate alınarak değerlendirildi.</p> <p>1-Araştırmanın yapılmasının uygun olduğuna, 2-Araştırmanın başlama tarihinin bildirilmesi ve araştırma tamamlandığında özet bir sonuç raporunun hazırlanarak kurulumuza iletilmesine, 3-Araştırma protokolünde ve başvuru formunda yapılacak tüm değişiklikler için Etik Kuruldan izin alınması gerektiğinin sorumlu araştırmacılara iletilmesine oybirliği ile karar verildi.</p>

ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ TIP FAKÜLTESİ KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU

CALIŞMA ESASI İlaç ve Biyolojik Ürünlerin Klinik Araştırmaları Hakkında Yönetmelik, İyi Klinik Uygulamalar Kılavuzu

BAŞKANIN UNVANI/ADI SOYADI Prof.Dr.Mustafa HACIMUSTAFAOĞLU

ÜYELER

Unvanı/Adı/Soyadı	Uzmanlık Alanı	Kurumu	Cinsiyet	Araştırma ile ilişki		Katılım *		İmza
			E <input checked="" type="checkbox"/> K <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/> H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/> H <input type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/> H <input type="checkbox"/>		
Prof.Dr.Mustafa HACIMUSTAFAOĞLU Başkan	Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları	U.Ü.T.F. Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları AD.	E <input checked="" type="checkbox"/> K <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/> H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/> H <input type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/> H <input type="checkbox"/>		
Prof.Dr.Erif BAŞAĞAN MOĞOL Başkan Yardımcısı	Anesteziyoloji	U.Ü.T.F. Anesteziyoloji ve Reanimasyon AD.	E <input type="checkbox"/> K <input checked="" type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/> H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/> H <input type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/> H <input type="checkbox"/>		
Prof.Dr.Mehmet CANSEV Üye	Farmakoloji	U.Ü.T.F. Tıbbi Farmakoloji AD.	E <input checked="" type="checkbox"/> K <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/> H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/> H <input type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/> H <input type="checkbox"/>		
Doç.Dr.Alpistan TÜRKKAN Üye	Halk Sağlığı	U.Ü.T.F. Halk Sağlığı AD.	E <input checked="" type="checkbox"/> K <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/> H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/> H <input type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/> H <input type="checkbox"/>		
Doç.Dr.Pınar VURAL Üye	Psikiyatri	U.Ü.T.F. Çocuk ve Ergen Ruh Sağlığı ve Hastalıkları AD.	E <input type="checkbox"/> K <input checked="" type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/> H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/> H <input type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/> H <input type="checkbox"/>		
Doç.Dr.Hilal ÖZKAN Üye	Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları	U.Ü.T.F. Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları AD.	E <input type="checkbox"/> K <input checked="" type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/> H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/> H <input type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/> H <input type="checkbox"/>		
Doç.Dr.Hasan ARI Üye	Kardiyoloji	Bursa Yüksek İhtisas EAF Kardiyoloji Kliniği	E <input checked="" type="checkbox"/> K <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/> H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/> H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/> H <input checked="" type="checkbox"/>		Başka bir toplantıda
Doç.Dr.Kağan HUYSAL Üye	Biyokimya	Bursa Yüksek İhtisas EAH Biyokimya	E <input checked="" type="checkbox"/> K <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/> H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/> H <input type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/> H <input type="checkbox"/>		
Doktor Öğretim Üyesi Çiğdem Mine YILMAZ Üye	Hukuk	U.O.Hukuk Fakültesi	E <input type="checkbox"/> K <input checked="" type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/> H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/> H <input type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/> H <input type="checkbox"/>		
Doktor Öğretim Üyesi Engin SAĞDİLEK Üye	Biyofizik	U.Ü.T.F. Biyofizik AD.	E <input checked="" type="checkbox"/> K <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/> H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/> H <input type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/> H <input type="checkbox"/>		
Doktor Öğretim Üyesi Sezer ERER KAFA Üye	Tıp Tarihi ve Etik	U.Ü.T.F. Tıp Tarihi ve Etik AD.	E <input type="checkbox"/> K <input checked="" type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/> H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/> H <input type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/> H <input type="checkbox"/>		
Seleni MİĞAL Üye	Sağlık mesleği mensubu olmayan üye	Serbest Meslek	E <input type="checkbox"/> K <input checked="" type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/> H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/> H <input type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/> H <input type="checkbox"/>		

*:Toplantıda Bulunan

9. TEŞEKKÜR

Tezim ve öğrenciliğim süresince bana her zaman yardımcı olan, bilgi ve deneyimini esirgemeyen, saygıdeğer hocam ve tez danışmanım Doç. Dr. Meral KURT başta olmak üzere, yüksek lisans eğitimim boyunca her zaman desteğini hissettiğim değerli hocalarım Doç. Dr. Sibel KAHRAMAN ÇETİNTAŞ ve Doç. Dr. Süreyya SARIHAN'a,

Tez çalışmam ve eğitimim boyunca her adımında bana destek olup yol gösteren, emek veren, mesleki bilgi ve tecrübelerini bana sabırla aktaran çok kıymetli hocam Uzm. Fiz. Sema GÖZCÜ TUNÇ ve diğer bölüm çalışanlarına,

Birlikte çalışmaktan keyif aldığım, mesleki bilgi ve yardımlarını benden esirgemeyen, her zaman desteklerini hissettiğim Uzm. Fiz. Kansu ŞENGÜL ve Uzm. Fiz. Abdullah YEŞİL'e,

Tezimin hazırlanması sürecinde manevi desteklerini ve bilgilerini benden esirgemeyen arkadaşlarım Oğuz AYDIN, Duygu BOLAT, Ebru CANTÜRK ve yüksek lisans öğrenciliğim dönemimde tanıştığım, güzel bir eğitim sürecini paylaşırken destekçim olan yurt arkadaşlarım Tuğçe AÇAR, Nudem DENİZ, Berna TOPRAK ve Aleyna AYDENİZ'e,

Bu süreçte beni yalnız bırakmayan, her zaman başaracağıma ve üstesinden geleceğime güvenen canım arkadaşlarım Gizem SARIGÖZ ve Mahbeker ARICI'ya,

Son olarak beni yetiştirip bugünlere getirmek için elinden geleni yapan, hep daha iyiye ulaşmamı dileyen, aldığım bütün kararlarda arkamda olan annem Zekiye GÜLŞEN ALTAŞ'a, babam Mustafa ALTAŞ'a, hayattaki en büyük destekçim ve arkadaşım abim Ahmet ALTAŞ'a ve kardeşim Ferdi ALTAŞ'a bana verdikleri emeklerinden ve gösterdikleri özveriden dolayı sonsuz teşekkürlerimi sunuyorum.

Adını yazmayı unuttuğum, ve hayatımın bu aşamasına gelmemde payı olan herkese sonsuz teşekkür ederim.

10. ÖZGEÇMİŞ

1989 yılında Karşıyaka/İzmir’de doğmuştur. İlköğretimi Talat Paşa İlköğretim Okulunda bitirdikten sonra orta öğretimini yabancı dil ağırlıklı sınıf olarak Bayraklı Lisesinde tamamlamıştır. 2009 yılında Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Fizik Bölümü’nü kazanmış ve 2013 yılında birincilik derecesi ile mezun olmuştur. 2013-2016 yılları arasında Akay Optik A.Ş. firmasında Planlama ve Üretim bölümünde joker olarak yetkin yetkin bir şekilde çalışmıştır. 2016 yılında Uludağ Üniversitesi Tıp Fakültesi Hastanesi Radyasyon Onkolojisi Anabilim Dalı’nda Sağlık Bilimleri Enstitüsünde Tıbbi Radyofizik (Sağlık Fiziği) Yüksek Lisans programına başlamış ve 2018 yılında başarı ile tamamlamıştır. Yüksek lisans eğitimine başladığı günden itibaren Uludağ Üniversitesi Radyasyon Onkolojisi Anabilim Dalı’nda gönüllü olarak çalışmıştır.