



T.C.
EGE ÜNİVERSİTESİ
Sağlık Bilimleri Enstitüsü



**TİROİD OFTALMOPATİSİ TANISI ALAN
OLGULARIN 3BKRT-VMAT VE TOMOTERAPİ
RADYOTERAPİ YÖNTEMLERİ KULLANILARAK
ELDE EDİLEN PLANLARIN DOZİMETRİK
KARŞILAŞTIRILMASI**

Yüksek Lisans Tezi

Özlem DİLDAN

Radyasyon Onkolojisi Ana Bilim Dalı
Sağlık Fiziği Programı

İzmir
2023

T.C.
EGE ÜNİVERSİTESİ
Sağlık Bilimleri Enstitüsü

**TİROİD OFTALMOPATİSİ TANISI ALAN
OLGULARIN 3BKRT-VMAT VE TOMOTERAPİ
RADYOTERAPİ YÖNTEMLERİ KULLANILARAK
ELDE EDİLEN PLANLARIN DOZİMETRİK
KARŞILAŞTIRILMASI**

Özlem DİLDAN

Danışman
Prof.Dr. E. Serra KAMER

Radyasyon Onkolojisi Ana Bilim Dalı
Sağlık Fiziği Programı

İzmir
2023

Tez Değerlendirme Kurulu Üyeleri

(Adı Soyadı)

(İmza)

Başkan :

(Danışman)

Üye :

Üye :

Yüksek Lisans Tezinin kabul edildiği tarih:

Önsöz

Tiroid Oftalmopatisi (TO); orbital bölge arkası hastalıklarındandır, graves hastalığı, endokrin orbitopati ve graves ile ilişkili oftalmopati olarak da adlandırılmaktadır (Schotthoefer ve Wallace, 2007). Yıllık insidans oranı 100.000 nüfus başına 16 kadın ve 3 erkek olarak belirlenmiştir. TO benign bir rahatsızlıktır ve tüm benign rahatsızlıklarda olduğu gibi cerrahi veya medikal müdahaleler olmak üzere iki temel tedavi şekline sahiptir. Cerrahi tedaviler hastalığın başlangıç evresinde fonksiyonun korunmasında, görünüşün düzeltilmesinde ve medikal tedavilerle kontrol edilemeyen durumlarda uygulanır. Medikal tedaviye cevap vermeyen komplike olgularda palyasyon amacıyla radyoterapi (RT) önerilebilir (Şahlı ve Gündüz, 2017).

RT, yüksek enerjili ışınlar kullanarak enflamatuvar hücrelerini öldürür veya büyümelerini kontrol altında tutar. TO tedavisinde RT, gözlerdeki fonksiyonel ve kozmetik problemleri azaltmak için kullanılır.

RT iyi tolere edilmesine ve güvenli olmasına rağmen, toksisite korkusu ve radyasyona bağlı tümör riski nedeniyle iyi huylu hastalıkların tedavisinde kullanımı oldukça sınırlıdır. En sık görülen toksisite %12 kataraktır.

Karşılıklı lateral üç boyutlu konformal radyoterapi (3BKRT), hedef hacmi daraltırken riskli organlara daha az maruz kalınmasını sağlamak için kullanılan bir RT yöntemidir. Volümetrik ark terapi (VMAT) ve Helikal Tomoterapi (HT) tedavi teknikleri de benzer şekilde hedef hacimleri daraltmak ve riskli organlara daha az dozu maruz bırakmak için kullanılır.

Bu çalışmada, bu üç farklı RT yöntemi ile TO tedavisi uygulanarak, hedef hacmin ve riskli organların aldığı dozların karşılaştırılması amaçlanmaktadır. TO tedavisinde farklı RT tekniklerinin etkinliği ve yan etkileri hakkında bilgi sağlayabilir.

İzmir, 13.05.2023

Özlem DİLDAN

Özet

TİROİD OFTALMOPATİSİ TANISI ALAN OLGULARIN 3BKRT-VMAT VE TOMOTERAPİ RADYOTERAPİ YÖNTEMLERİ KULLANILARAK ELDE EDİLEN PLANLARIN DOZİMETRİK KARŞILAŞTIRILMASI

Çalışmamızda TO tanısı alan ve tedavi yöntemi olarak RT planlaması belirlenen 10 hastanın Bilgisayarlı Tomografi (BT) görüntülerinden faydalanarak 3BKRT, VMAT ve HT tedavi planlama teknikleri uygulanması sonucunda hedef hacim ve normal dokuların aldığı dozların dozimetrik olarak elde edilen verilerinin karşılaştırılması amaçlanmıştır.

Çalışmamıza 2012-2019 yılları arasında Ege Üniversitesi Tıp Fakültesi Radyasyon Onkolojisi Anabilim Dalı'nda TO tedavisi almış 10 hastanın, 10 fraksiyonda 20 Gy reçete dozu verilecek şekilde geriye yönelik olarak planları yapılmıştır. 3BKRT planında lens dozlarını en aza indirebilmek amacı ile 80°-90°'lik ve 270°-280°'lik karşılıklı lateral açılar belirlenerek planlar yapıldı. VMAT tedavi yönteminde ise saat yönüne hareket eden gantri açısı seçilerek 210°'den başlayıp 150° 'de sonlanan 300° 'lik kısmı iki ark kullanılmıştır. HT planlaması için ise alan genişliği 2,5 cm, pitch faktörü 0,100 ve modülasyon faktörü 3.000 seçilerek HT tedaviler planlandı.

Tümör hacmi ve normal dokular açısından; planlanan targer volüm (PTV) için hacmin %x'ini alan doz, minimum, maksimum ve ortalama doz değerleri ($D_{\%2}$, $D_{\%50}$, $D_{\%95}$, $D_{\%98}$, $D_{\min}$, $D_{\max}$, D_{mean}) ve konturlaması yapılan kritik organların (sağ ve sol göz, sağ ve sol lens, sağ ve sol lakrimal, sağ ve sol optik sinir, sağ ve sol retina ve kiazma) $D_{\%1}$, $D_{\%5}$, $D_{\min}$, $D_{\max}$, D_{mean} değerleri Quantec doz sınırlarına göre sağlanmıştır. Elde ettiğimiz bu değerler ile homojenite indeksi (HI), konformite indeksi (CI) değerleri hesaplandı. Üç planda da monitör unit (MU) değerlerine bakıldı. Her bir hasta için yapılan üç plan sonrası doz volüm histogramı (DVH) sonuçları toplanarak istatistiksel olarak değerlendirildi.

Çalışmalarımız sonucunda VMAT ve HT radyoterapi tekniklerinin hedef PTV'ye ait hem HI hem de CI açısından 3BKRT'ye kıyasla istatistiksel olarak daha iyi sonuçlar verdiği görülmüştür (HI: $p=0,005$ - $p=0,011$; CI: $p=0,007$ - $p=0,004$). İstatistiksel olarak en başarısız MU değeri ise diğer tekniklerden açık ara önde HT'de görülmüştür. Burada en iyi değerleri 3BKRT tekniği vermiştir ($p=0,000$ - $p=0,000$ - $p=0,000$).

Planlamamızda riskli organlara ait hangi tekniğin daha iyi koruma sağladığına baktığımızda ise; sağ ve sol gözyaşı bezlerinde VMAT tekniğinin HT tekniğine göre istatistiksel olarak anlamlı olarak daha iyi bir koruma sağladığı (sağ: $p=0,042$; sol: $p=0,023$), diğer tekniklerin ikili

karşılaştırmalarında ise anlamlı bir fark olmadığı görülmüştür. Yaptığımız planlamalarda sağ gözde üç teknik arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılığa ulaşamamıştır. Sol gözde ise VMAT tekniği 3BKRT tekniğine nazaran istatistiksel olarak daha iyi bir koruma sağlamıştır ($p=0,003$). Diğer tekniklerin ikili karşılaştırmalarında ise anlamlı bir fark olmadığı görülmüştür. Sağ ve sol göze etki eden hedef hacim değerlendirmesinde sol gözün hedef volümü sağ göze kıyasla daha büyük olduğundan, bu sonucun ortaya çıkmasında etkili olmuştur. Sağ ve sol lensler ile kiazmaya dair maksimum dozlar değerlendirildiğinde 3BKRT ve HT ile VMAT ve HT arasında yapılan karşılaştırmalarda sonuç istatistiksel olarak anlamlı ve HT lehinedir (sağ lens: $p=0,025$ - $p=0,000$; sol lens: $p=0,005$ - $p=0,000$; kiazma: $p=0,007$ - $p=0,001$). HT bu 3 organda diğer tekniklere göre daha iyi bir koruma sağlamıştır. Sağ ve sol optik sinirler ile sağ ve sol retina maksimum dozlar açısından değerlendirildiğinde VMAT ve HT tekniklerinin 3BKRT'ye göre daha düşük dozlarla koruma sağladığı ancak bu iki teknik arasında istatistiksel açıdan anlamlı fark bulunmadığı görülmüştür (sağ retina: $p=0,036$ - $p=0,003$; sol retina: $p=0,014$ - $p=0,003$).

Bu çalışmadaki hedefimiz TO tedavisinde üzerine az çalışma yapılmış olan HT planlama tekniğinin etkinliğini diğer planlama tekniği olan 3BKRT ve VMAT açısından karşılaştırarak literatürde yer almasını sağlamaktır. PTV hedef hacminin homojen bir şekilde sarılması açısından CI ve HI değerlendirildiğinde VMAT ile birlikte HT tekniğinin 3BKRT'ye göre hedef hacmi daha iyi sardığı belirlenmiştir. HT'nin MU değeri diğer tekniklere göre yüksek olmasına rağmen kritik organlar olan lensler ve optik kiazmada daha iyi sonuçlar verdiği net bir şekilde görülmüştür. VMAT tekniği ise göz yaşı bezlerinde HT'ye göre daha düşük sonuçlar vermiştir. Diğer riskli organlar olan gözler, optik sinirler ve retinalarda da HT ve VMAT tekniklerinin 3BKRT'ye nazaran daha iyi sonuçlar verdiği çalışmada gözlenmiştir.

Çalışma sonuçları TO tedavisinde HT tekniğinin de uygulanabilecek diğer tedavi tekniklerinden biri olduğunu vurgulamıştır. Çalışmamız ayrıca bu konuda HT tedavisi için hem hasta sayısı açısından hem de elde edilen verilerin istatistiksel olarak değerlendirilmesi açısından benzer platformlarda yapılan çalışmalardan daha kapsamlıdır.

Anahtar Kelimeler: Tiroid Oftalmopatisi, Radyoterapi, Helikal Tomoterapi, Kanser

Abstract

DOSIMETRIC COMPARISON OF PLANS OBTAINED BY APPLYING 3DCRT- VMAT AND TOMOTHERAPY RADIOTHERAPY METHODS IN PATIENTS WITH THYROID' OPHTHALMOPATHY DIAGNOSIS

In our study, it was aimed to compare the dosimetric data of the target volume and the doses taken by the normal tissues as a result of the application of 3DCRT, VMAT and HT treatment planning techniques by using the Computed Tomography (CT) images of 10 patients who were diagnosed with TO and RT planning was determined as the treatment method.

In our study, retrospective plans were made to give a prescription dose of 20 Gy in 10 fractions of 10 patients who received TO treatment in the Department of Radiation Oncology of Ege University Faculty of Medicine between 2012-2019. In order to minimize the lens doses in the 3DCRT plan, the lateral angles of 80°-90° and 270°-280° were determined and plans were made. In the VMAT treatment method, the gantry angle moving clockwise was selected, and two 300° partial arcs were used, starting at 210° and ending at 150°. For HT planning, HT treatments were planned by choosing a field width of 2.5 cm, a pitch factor of 0.100 and a modulation factor of 3,000.

In terms of tumor volume and normal tissues; for the planned target volume (PTV), the minimum, maximum and mean dose values ($D_{\%2}$, $D_{\%50}$, $D_{\%95}$, $D_{\%98}$, $D_{\min}$, $D_{\max}$, D_{mean}) that take %x of the volume and the contoured critical organs (right and left eye, right and left lens, right and left lacrimal, right and left optic nerve, right and left retina and chiasm) $D_{\%1}$, $D_{\%5}$, $D_{\min}$, $D_{\max}$, D_{mean} values were provided according to Quantec dose limits. With these values we obtained, homogeneity index (HI) and conformity index (CI) values were calculated. Monitor unit (MU) values were checked in all three plans. The results of the dose volume histogram (DVH) after three plans for each patient were collected and statistically evaluated.

As a result of our studies, it was observed that VMAT and HT radiotherapy techniques gave statistically better results in terms of both HI and CI of target PTV compared to 3DCRT (HI: $p=0.005$ - $p=0.011$; CI: $p=0.007$ - $p=0.004$). Statistically, the most unsuccessful MU value was seen in HT, far ahead of other techniques. Here, the 3DCRT technique gave the best values ($p=0.000$ - $p=0.000$ - $p=0.000$).

When we look at which technique provides better protection for risky organs in our planning; It was observed that the VMAT technique provided statistically significantly better protection

than the HT technique in the right and left lacrimal glands (right: $p=0.042$; left: $p=0.023$), while there was no significant difference in pairwise comparisons of other techniques. In our planning, no statistically significant difference was found between the three techniques in the right eye. In the left eye, the VMAT technique provided statistically better protection than the 3DCRT technique ($p=0.003$). There was no significant difference in pairwise comparisons of other techniques. Since the target volume of the left eye is larger than the right eye in the target volume evaluation affecting the right and left eyes, it was effective in the emergence of this result. When the maximum doses of right and left lenses and chiasma were evaluated, the results were statistically significant and in favor of HT in the comparisons between 3BCRT and HT and VMAT and HT (right lens: $p=0.025$ - $p=0.000$; left lens: $p=0.005$ - $p=0.000$; chiasm: $p=0.007$ - $p=0.001$). HT provided better protection in these 3 organs compared to other techniques. When the right and left optic nerves and right and left retina were evaluated in terms of maximum doses, it was seen that VMAT and HT techniques provided protection with lower doses than 3BCRT, but there was no statistically significant difference between these two techniques (right retina: $p=0.036$ - $p=0.003$; left retina: $p=0.014$ - $p=0.003$).

Our aim in this study is to compare the effectiveness of the HT planning technique, which has been studied less, in terms of the other planning techniques, 3BKRT and VMAT, and to ensure that it takes place in the literature. When CI and HI were evaluated in terms of homogeneous wrapping of the PTV target volume, it was determined that the HT technique with VMAT wrapped the target volume better than 3DCRT. Although the MU value of HT is higher than other techniques, it has been clearly seen that it gives better results in lenses and optic chiasm, which are critical organs. The VMAT technique, on the other hand, gave lower results in lacrimal glands than HT. It was observed in the study that HT and VMAT techniques gave better results than 3DCRT in eyes, optic nerves and retinas, which are other risky organs.

The results of the study emphasized that the HT technique is one of the other treatment techniques that can be applied in the treatment of TO. Our study is also more comprehensive than the studies conducted on similar platforms in terms of both the number of patients and the statistical evaluation of the data obtained for HT treatment.

Keyword: Throid' Ophtalmopathy, Radiotherapy, Helical Tomotherapy, Cancer

İçindekiler

Önsöz	IV
Özet.....	V
Abstract	VII
İçindekiler	IX
Tablolar Dizini.....	XIII
Şekiller Dizini.....	XXII
Grafik Dizini	XXIII
Kısaltma Listesi	XXIV
1. Giriş.....	1
2. Genel Bilgiler.....	3
2.1. Göz Anatomisi.....	3
2.2. Tiroid Oftalmopatisi.....	4
2.3. TO Tedavi Yöntemleri	6
2.3.1. Orbital Radyoterapi	6
2.4. Radyoterapide Kullanılan Hedef Hacim Tanımlamaları	8
2.4.1. Gross Tümör Hacmi (GTV).....	8
2.4.2. Klinik Hedef Hacim (CTV).....	8
2.4.3. İnternal Hedef Hacim (ITV).....	8
2.4.4. Planlanan Hedef Hacmi (PTV).....	9
2.4.5. Tedavi Hacmi (TV)	9
2.4.6. Işınlanan Hacim (IV).....	9
2.4.7. Setup Marjı (SM).....	9
2.4.8. Riskli Organlar (OAR).....	9
2.4.9. Planlanan Riskli Organ Hacmi (PRV).....	9
2.4.10. Kalan Diğer Riskli Hacim (RVR).....	10
2.5. Radyoterapi.....	10
2.5.1. Lineer Hızlandırıcılar.....	10
2.5.2. Radyoterapi Teknikleri.....	12
2.5.2.1. Üç Boyutlu Konformal Radyoterapi (3BKRT)	12
2.5.2.2. Volümetrik Ayarlı Ark Terapi (VMAT).....	13
2.5.2.3. Tomoterapi	13
2.6. Tedavi Karşılaştırma Parametreleri.....	14
2.6.1. İzodoz Eğrileri.....	14
2.6.2. Doz-Volüm Histogramı (DVH).....	14

2.6.3.	Konformite İndeks (CI).....	16
2.6.4.	Homojenite İndeks (HI)	17
3.	Gereç ve Yöntem.....	18
3.1.	Gereçler	18
3.1.1.	Bilgisayarlı Tomografi Cihazı (BT); Toshiba Asteion	18
3.1.2.	Velocity Konturlama Programı.....	19
3.1.3.	Monaco Tedavi Planlama Sistemi	19
3.1.4.	Elekta Synergy Tedavi Cihazı	20
3.1.5.	Volo Accuray Tedavi Planlama Sistemi	21
3.1.6.	Tomoterapi Hi-Art Tedavi Cihazı.....	22
3.2.	Yöntem.....	24
3.2.1.	Hasta Seçimi ve Tedavi Hacimlerinin Tamamlanması	24
3.2.2.	Çalışmada Kullanılan Yöntemler.....	24
3.2.2.1.	3BKRT	25
3.2.2.2.	VMAT	25
3.2.2.3.	HT	26
3.2.2.4.	Verilerin İstatistiksel Analizi	27
4.	Bulgular	28
4.1.	PTV Hedefine Ait Dozlar	28
4.1.1.	Hedef PTV'ye ait D%2 Dozları ve İstatistiksel Analiz Sonuçları.....	28
4.1.2.	Hedef PTV'ye ait D%50 Dozları ve İstatistiksel Analiz Sonuçları	29
4.1.3.	Hedef PTV'ye ait D%98 Dozları ve İstatistiksel Analiz Sonuçları	30
4.1.4.	Hedef PTV'ye ait D _{min} Dozları ve İstatistiksel Analiz Sonuçları	32
4.1.5.	Hedef PTV'ye ait D _{max} Dozları ve İstatistiksel Analiz Sonuçları.....	33
4.1.6.	Hedef PTV'ye ait D _{mean} Dozları ve İstatistiksel Analiz Sonuçları	34
4.1.7.	Hedef PTV'ye ait HI Değerleri ve İstatistiksel Analiz Sonuçları	35
4.1.8.	Hedef PTV'ye ait CI Değerleri ve İstatistiksel Analiz Sonuçları	36
4.1.9.	Planların MU Değerleri ve İstatistiksel Analiz Sonuçları.....	37
4.2.	20 Gy için Kritik Organ Dozları	39
4.2.1.	Sağ Gözyaşı Bezine ait Dozlar	39
4.2.1.1.	Sağ Gözyaşı Bezine ait D%1 Dozları ve İstatistiksel Analiz Sonuçları	39
4.2.1.2.	Sağ Gözyaşı Bezine ait D%5 Dozları ve İstatistiksel Analiz Sonuçları.....	39
4.2.1.3.	Sağ Gözyaşı Bezine ait D _{min} Dozları ve İstatistiksel Analiz Sonuçları	41
4.2.1.4.	Sağ Gözyaşı Bezine ait D _{max} Dozları ve İstatistiksel Analiz Sonuçları.....	42
4.2.1.5.	Sağ Gözyaşı Bezine ait D _{mean} Dozları ve İstatistiksel Analiz Sonuçları	43

4.2.2.	Sol Gözyaşı Bezine ait Dozlar	44
4.2.2.1.	Sol Gözyaşı Bezine ait $D_{\%1}$ Dozları ve İstatistiksel Analiz Sonuçları	44
4.2.2.2.	Sol Gözyaşı Bezine ait $D_{\%5}$ Dozları ve İstatistiksel Analiz Sonuçları	45
4.2.2.3.	Sol Gözyaşı Bezine ait $D_{\min}$ Dozları ve İstatistiksel Analiz Sonuçları	47
4.2.2.4.	Sol Gözyaşı Bezine ait $D_{\max}$ Dozları ve İstatistiksel Analiz Sonuçları	48
4.2.2.5.	Sol Gözyaşı Bezine ait D_{mean} Dozları ve İstatistiksel Analiz Sonuçları	49
4.2.3.	Sağ Göze ait Dozlar	50
4.2.3.1.	Sağ Göze ait $D_{\%1}$ Dozları ve İstatistiksel Analiz Sonuçları	50
4.2.3.2.	Sağ Göze ait $D_{\%5}$ Dozları ve İstatistiksel Analiz Sonuçları	52
4.2.3.3.	Sağ Göze ait $D_{\min}$ Dozları ve İstatistiksel Analiz Sonuçları	53
4.2.3.4.	Sağ Göze ait $D_{\max}$ Dozları ve İstatistiksel Analiz Sonuçları	54
4.2.3.5.	Sağ Göze ait D_{mean} Dozları ve İstatistiksel Analiz Sonuçları	55
4.2.4.	Sol Göze ait Dozları	56
4.2.4.1.	Sol Göz ait $D_{\%1}$ Dozları ve İstatistiksel Analiz Sonuçları	56
4.2.4.2.	Sol Göz ait $D_{\%5}$ Dozları ve İstatistiksel Analiz Sonuçları	57
4.2.4.3.	Sol Göz ait $D_{\min}$ Dozları ve İstatistiksel Analiz Sonuçları	58
4.2.4.4.	Sol Göze ait $D_{\max}$ Dozları ve İstatistiksel Analiz Sonuçları	60
4.2.4.5.	Sol Göze ait D_{mean} Dozları ve İstatistiksel Analiz Sonuçları	61
4.2.5.	Sağ Lense ait Dozlar	62
4.2.5.1.	Sağ Lense ait $D_{\%1}$ Dozları ve İstatistiksel Analiz Sonuçları	62
4.2.5.2.	Sağ Lense ait $D_{\%5}$ Dozları ve İstatistiksel Analiz Sonuçları	63
4.2.5.3.	Sağ Lense ait $D_{\min}$ Dozları ve İstatistiksel Analiz Sonuçları	64
4.2.5.4.	Sağ Lense ait $D_{\max}$ Dozları ve İstatistiksel Analiz Sonuçları	66
4.2.5.5.	Sağ Lense ait D_{mean} Dozları ve İstatistiksel Analiz Sonuçları	67
4.2.6.	Sol Lense ait Dozlar	68
4.2.6.1.	Sol Lense ait $D_{\%1}$ Dozları ve İstatistiksel Analiz Sonuçları	68
4.2.6.2.	Sol Lense ait $D_{\%5}$ Dozları ve İstatistiksel Analiz Sonuçları	69
4.2.6.3.	Sol Lense ait $D_{\min}$ Dozları ve İstatistiksel Analiz Sonuçları	70
4.2.6.4.	Sol Lense ait $D_{\max}$ Dozları ve İstatistiksel Analiz Sonuçları	71
4.2.6.5.	Sol Lense ait D_{mean} Dozları ve İstatistiksel Analiz Sonuçları	72
4.2.7.	Kiazmaya ait Dozlar	74
4.2.7.1.	Kiazmaya ait $D_{\%1}$ Dozları ve İstatistiksel Analiz Sonuçları	74
4.2.7.2.	Kiazmaya ait $D_{\%5}$ Dozları ve İstatistiksel Analiz Sonuçları	75
4.2.7.3.	Kiazmaya ait $D_{\min}$ Dozları ve İstatistiksel Analiz Sonuçları	76
4.2.7.4.	Kiazmaya ait $D_{\max}$ Dozları ve İstatistiksel Analiz Sonuçları	77

4.2.7.5.	Kiazmaya ait D_{mean} Dozları ve İstatistiksel Analiz Sonuçları.....	78
4.2.8.	Sağ Optik Sinire ait Dozlar	80
4.2.8.1.	Sağ optik sinire ait $D_{%1}$ Dozları ve İstatistiksel Analiz Sonuçları.....	80
4.2.8.2.	Sağ optik sinire ait $D_{%5}$ Dozları ve İstatistiksel Analiz Sonuçları.....	81
4.2.8.3.	Sağ optik sinire ait D_{min} Dozları ve İstatistiksel Analiz Sonuçları	82
4.2.8.4.	Sağ optik sinire ait D_{max} Dozları ve İstatistiksel Analiz Sonuçları.....	83
4.2.8.5.	Sağ optik sinire ait D_{mean} Dozları ve İstatistiksel Analiz Sonuçları	84
4.2.9.	Sol Optik Sinire ait Dozlar	85
4.2.9.1.	Sol optik sinire ait $D_{%1}$ Dozları ve İstatistiksel Analiz Sonuçları.....	85
4.2.9.2.	Sol optik sinire ait $D_{%5}$ Dozları ve İstatistiksel Analiz Sonuçları.....	86
4.2.9.3.	Sol optik sinire ait D_{min} Dozları ve İstatistiksel Analiz Sonuçları	87
4.2.9.4.	Sol optik sinire ait D_{max} Dozları ve İstatistiksel Analiz Sonuçları.....	88
4.2.9.5.	Sol optik sinire ait D_{mean} Dozları ve İstatistiksel Analiz Sonuçları.....	90
4.2.10.	Sağ Retinaya ait Dozlar	91
4.2.10.1.	Sağ Retinaya ait $D_{%1}$ Dozları ve İstatistiksel Analiz Sonuçları.....	91
4.2.10.2.	Sağ Retinaya ait $D_{%5}$ Dozları ve İstatistiksel Analiz Sonuçları.....	92
4.2.10.3.	Sağ Retinaya ait D_{min} Dozları ve İstatistiksel Analiz Sonuçları	93
4.2.10.4.	Sağ Retinaya ait D_{max} Dozları ve İstatistiksel Analiz Sonuçları.....	94
4.2.10.5.	Sağ Retinaya ait D_{mean} Dozları ve İstatistiksel Analiz Sonuçları.....	95
4.2.11.	Sol Retinaya ait Dozlar	97
4.2.11.1.	Sol Retinaya ait $D_{%1}$ Dozları ve İstatistiksel Analiz Sonuçları.....	97
4.2.11.2.	Sol Retinaya ait $D_{%5}$ Dozları ve İstatistiksel Analiz Sonuçları.....	98
4.2.11.3.	Sol Retinaya ait D_{min} Dozları ve İstatistiksel Analiz Sonuçları	99
4.2.11.4.	Sol Retinaya ait D_{max} Dozları ve İstatistiksel Analiz Sonuçları.....	100
4.2.11.5.	Sol Retinaya ait D_{mean} Dozları ve İstatistiksel Analiz Sonuçları	101
5.	Tartışma	103
6.	Sonuç.....	110
7.	Kaynaklar.....	112
8.	Teşekkür	Hata! Yer işareti tanımlanmamış.
9.	Özgeçmiş.....	Hata! Yer işareti tanımlanmamış.

Tablolar Dizini

Tablo 1: Hedef PTV'ye ait D%2 dozları (Gy)	28
Tablo 2: Hedef PTV'ye ait D%2 (Gy) için istatistiksel veriler ($p<0,05$)	28
Tablo 3: Hedef PTV'ye ait D%2 (Gy) dozlarının istatistiksel verilerinin üç yöntem için karşılaştırması ($p<0,05$).....	29
Tablo 4: Hedef PTV'ye ait D%50 dozları (Gy)	29
Tablo 5: Hedef PTV'ye ait D%50 (Gy) için istatistiksel veriler ($p<0,05$)	30
Tablo 6: Hedef PTV'ye ait D%50 (Gy) dozlarının istatistiksel verilerinin üç yöntem için karşılaştırması ($p<0,05$).....	30
Tablo 7: Hedef PTV'ye ait D%98 dozları (Gy)	31
Tablo 8: Hedef PTV'ye ait D%98 (Gy) için istatistiksel veriler ($p<0,05$)	31
Tablo 9: Hedef PTV'ye ait D%98 (Gy) dozlarının istatistiksel verilerinin üç yöntem için karşılaştırması ($p<0,05$).....	31
Tablo 10: Hedef PTV'ye ait D _{min} dozları (Gy)	32
Tablo 11: Hedef PTV'ye ait D _{min} Gy için istatistiksel veriler ($p<0,05$)	32
Tablo 12: Hedef PTV'ye ait D _{min} (Gy) dozlarının istatistiksel verilerinin üç yöntem için karşılaştırması ($p<0,05$).....	32
Tablo 13: Hedef PTV'ye ait D _{max} dozları (Gy)	33
Tablo 14: Hedef PTV'ye ait D _{max} (Gy) için istatistiksel veriler ($p<0,05$).....	33
Tablo 15: Hedef PTV'ye ait D _{mean} dozları (Gy)	34
Tablo 16: Hedef PTV'ye ait D _{mean} (Gy) için istatistiksel veriler ($p<0,05$)	34
Tablo 17: Hedef PTV'ye ait D _{mean} (Gy) dozlarının istatistiksel verilerinin üç yöntem için karşılaştırması ($p<0,05$).....	34
Tablo 18: Hedef PTV'ye ait HI değerleri	35
Tablo 19: Hedef PTV'ye ait HI değerleri için istatistiksel veriler ($p<0,05$).....	35
Tablo 20: Hedef PTV'ye ait HI değerinin istatistiksel verilerinin üç yöntem için karşılaştırması ($p<0,05$).....	35

Tablo 21: Hedef PTV'ye ait CI değerleri	36
Tablo 22: Hedef PTV'ye ait CI değerleri için istatistiksel veriler ($p<0,05$).....	36
Tablo 23: Hedef PTV'ye ait CI değerinin istatistiksel verilerinin üç yöntem için karşılaştırması ($p<0,05$).....	37
Tablo 24: Planların MU değerleri	37
Tablo 25: Planların MU değerleri için istatistiksel veriler ($p<0,05$)	38
Tablo 26: Planların MU değerleri için istatistiksel verilerinin üç yöntem için karşılaştırması ($p<0,05$).....	38
Tablo 27: Sağ gözyaşı bezine ait $D_{\%1}$ dozları (Gy)	39
Tablo 28: Sağ gözyaşı bezine ait $D_{\%1}$ (Gy) için istatistiksel veriler ($p<0,05$)	39
Tablo 29: Sağ gözyaşı bezine ait $D_{\%5}$ dozları (Gy)	40
Tablo 30: Sağ gözyaşı bezine ait $D_{\%5}$ (Gy) için istatistiksel veriler ($p<0,05$).....	40
Tablo 31: Sağ gözyaşı bezine ait $D_{\%5}$ (Gy) dozlarının istatistiksel verilerinin üç yöntem için karşılaştırması ($p<0,05$).....	40
Tablo 32: Sağ gözyaşı bezine ait $D_{\min}$ dozları (Gy)	41
Tablo 33: Sağ gözyaşı bezine ait $D_{\min}$ (Gy) için istatistiksel veriler ($p<0,05$).....	41
Tablo 34: Sağ gözyaşı bezine ait $D_{\min}$ (Gy) dozlarının istatistiksel verilerinin üç yöntem için karşılaştırması ($p<0,05$).....	41
Tablo 35: Sağ gözyaşı bezine ait $D_{\max}$ dozları (Gy)	42
Tablo 36: Sağ gözyaşı bezine ait $D_{\max}$ (Gy) için istatistiksel veriler ($p<0,05$)	42
Tablo 37: Sağ gözyaşı bezine ait $D_{\max}$ (Gy) dozlarının istatistiksel verilerinin üç yöntem için karşılaştırması ($p<0,05$).....	42
Tablo 38: Sağ gözyaşı bezine ait D_{mean} dozları (Gy)	43
Tablo 39: Sağ gözyaşı bezi için D_{mean} (Gy) değerine ait istatistiksel analiz sonuçları ($p<0,05$)	43
Tablo 40: Sağ gözyaşı bezine ait D_{mean} (Gy) dozlarının istatistiksel verilerinin üç yöntem için karşılaştırması ($p<0,05$).....	44
Tablo 41: Sol gözyaşı bezine ait $D_{\%1}$ dozları (Gy).....	44

Tablo 42: Sol gözyaşı bezine ait $D_{\%1}$ (Gy) için istatistiksel veriler ($p<0,05$)	45
Tablo 43: Sol gözyaşı bezine ait $D_{\%1}$ (Gy) dozlarının istatistiksel verilerinin üç yöntem için karşılaştırması ($p<0,05$).....	45
Tablo 44: Sol gözyaşı bezine ait $D_{\%5}$ dozları (Gy).....	46
Tablo 45: Sol gözyaşı bezine ait $D_{\%5}$ (Gy) için istatistiksel veriler ($p<0,05$)	46
Tablo 46: Sol gözyaşı bezine ait $D_{\%1}$ (Gy) dozlarının istatistiksel verilerinin üç yöntem için karşılaştırması ($p<0,05$).....	46
Tablo 47: Sol gözyaşı bezine ait $D_{\min}$ dozları (Gy)	47
Tablo 48: Sol gözyaşı bezine ait $D_{\min}$ (Gy) için istatistiksel veriler ($p<0,05$)	47
Tablo 49: Sol gözyaşı bezine ait $D_{\min}$ (Gy) dozlarının istatistiksel verilerinin üç yöntem için karşılaştırması ($p<0,05$).....	47
Tablo 50: Sol gözyaşı bezine ait $D_{\max}$ dozları (Gy).....	48
Tablo 51: Sol gözyaşı bezine ait $D_{\max}$ (Gy) için istatistiksel veriler ($p<0,05$)	48
Tablo 52: Sol gözyaşı bezine ait $D_{\max}$ (Gy) dozlarının istatistiksel verilerinin üç yöntem için karşılaştırması ($p<0,05$).....	49
Tablo 53: Sol gözyaşı bezine ait D_{mean} dozları (Gy)	49
Tablo 54: Sol gözyaşı bezine ait D_{mean} (Gy) için istatistiksel veriler ($p<0,05$).....	50
Tablo 55: Sol gözyaşı bezine ait D_{mean} (Gy) dozlarının istatistiksel verilerinin üç yöntem için karşılaştırması ($p<0,05$).....	50
Tablo 56: Sağ göze ait $D_{\%1}$ dozları (Gy)	51
Tablo 57: Sağ göze ait $D_{\%1}$ (Gy) için istatistiksel veriler ($p<0,05$)	51
Tablo 58: Sağ göze ait $D_{\%1}$ (Gy) dozlarının istatistiksel verilerinin üç yöntem için karşılaştırması ($p<0,05$).....	51
Tablo 59: Sağ göze ait $D_{\%5}$ dozları (Gy)	52
Tablo 60: Sağ göze ait $D_{\%5}$ (Gy) için istatistiksel veriler ($p<0,05$)	52
Tablo 61: Sağ göze ait $D_{\%5}$ (Gy) dozlarının istatistiksel verilerinin üç yöntem için karşılaştırması ($p<0,05$).....	52
Tablo 62: Sağ göze ait $D_{\min}$ dozları (Gy)	53

Tablo 63: Sağ göze ait $D_{\min}$ (Gy) için istatistiksel veriler ($p<0,05$)	53
Tablo 64: Sağ göze ait $D_{\min}$ (Gy) dozlarının istatistiksel verilerinin üç yöntem için karşılaştırması ($p<0,05$).....	53
Tablo 65: Sağ göze ait $D_{\max}$ dozları (Gy)	54
Tablo 66: Sağ göze ait $D_{\max}$ (Gy) için istatistiksel veriler ($p<0,05$)	54
Tablo 67: Sağ göze ait D_{mean} dozları (Gy)	55
Tablo 68: Sağ göze ait D_{mean} (Gy) için istatistiksel veriler ($p<0,05$).....	55
Tablo 69: Sağ göze ait D_{mean} (Gy) dozlarının istatistiksel verilerinin üç yöntem için karşılaştırması ($p<0,05$).....	55
Tablo 70: Sol göze ait $D_{\%1}$ dozları (Gy).....	56
Tablo 71: Sol göze ait $D_{\%1}$ (Gy) için istatistiksel veriler ($p<0,05$).....	56
Tablo 72: Sol göze ait $D_{\%1}$ (Gy) dozlarının istatistiksel verilerinin üç yöntem için karşılaştırması ($p<0,05$).....	57
Tablo 73: Sol göze ait $D_{\%5}$ dozları (Gy).....	57
Tablo 74: Sol göze ait $D_{\%5}$ (Gy) için istatistiksel veriler ($p<0,05$)	58
Tablo 75: Sol göze ait $D_{\%5}$ (Gy) dozlarının istatistiksel verilerinin üç yöntem için karşılaştırması ($p<0,05$).....	58
Tablo 76: Sol göze ait $D_{\min}$ dozları (Gy)	59
Tablo 77: Sol göze ait $D_{\min}$ (Gy) için istatistiksel veriler ($p<0,05$)	59
Tablo 78: Sol göze ait $D_{\min}$ (Gy) dozlarının istatistiksel verilerinin üç yöntem için karşılaştırması ($p<0,05$).....	59
Tablo 79: Sol göze ait $D_{\max}$ dozları (Gy).....	60
Tablo 80: Sol göze ait $D_{\max}$ (Gy) için istatistiksel veriler ($p<0,05$)	60
Tablo 81: Sol göze ait $D_{\max}$ (Gy) dozlarının istatistiksel verilerinin üç yöntem için karşılaştırması ($p<0,05$).....	60
Tablo 82: Sol göze ait D_{mean} dozları (Gy).....	61
Tablo 83: Sol göze ait D_{mean} (Gy) için istatistiksel veriler ($p<0,05$).....	61

Tablo 84: Sol göze ait D_{mean} (Gy) dozlarının istatistiksel verilerinin üç yöntem için karşılaştırması ($p<0,05$).....	61
Tablo 85: Sağ lense ait $D_{\%1}$ dozları (Gy)	62
Tablo 86: Sağ lense ait $D_{\%1}$ (Gy) için istatistiksel veriler ($p<0,05$).....	62
Tablo 87: Sağ lense ait $D_{\%1}$ (Gy) dozlarının istatistiksel verilerinin üç yöntem için karşılaştırması ($p<0,05$).....	63
Tablo 88: Sağ lense ait $D_{\%5}$ dozları (Gy)	63
Tablo 89: Sağ lense ait $D_{\%5}$ (Gy) için istatistiksel veriler ($p<0,05$).....	64
Tablo 90: Sağ lense ait $D_{\%5}$ (Gy) dozlarının istatistiksel verilerinin üç yöntem için karşılaştırması ($p<0,05$).....	64
Tablo 91: Sağ lense ait D_{min} dozları (Gy)	65
Tablo 92: Sağ lense ait D_{min} (Gy) için istatistiksel veriler ($p<0,05$)	65
Tablo 93: Sağ lense ait D_{min} (Gy) dozlarının istatistiksel verilerinin üç yöntem için karşılaştırması ($p<0,05$).....	65
Tablo 94: Sağ lense ait D_{max} dozları (Gy)	66
Tablo 95: Sağ lense ait D_{max} (Gy) için istatistiksel veriler ($p<0,05$).....	66
Tablo 96: Sağ lense ait D_{max} (Gy) dozlarının istatistiksel verilerinin üç yöntem için karşılaştırması ($p<0,05$).....	66
Tablo 97: Sağ lense ait D_{mean} dozları (Gy)	67
Tablo 98: Sağ lense ait D_{mean} (Gy) için istatistiksel veriler ($p<0,05$)	67
Tablo 99: Sağ lense ait D_{mean} (Gy) dozlarının istatistiksel verilerinin üç yöntem için karşılaştırması ($p<0,05$).....	67
Tablo 100: Sol lense ait $D_{\%1}$ dozları (Gy)	68
Tablo 101: Sol lense ait $D_{\%1}$ (Gy) için istatistiksel veriler ($p<0,05$).....	68
Tablo 102: Sol lense ait $D_{\%1}$ (Gy) dozlarının istatistiksel verilerinin üç yöntem için karşılaştırması ($p<0,05$).....	68
Tablo 103: Sol lense ait $D_{\%5}$ dozları (Gy)	69
Tablo 104: Sol lense ait $D_{\%5}$ (Gy) için istatistiksel veriler ($p<0,05$).....	69

Tablo 105: Sol lense ait $D_{\%5}$ (Gy) dozlarının istatistiksel verilerinin üç yöntem için karşılaştırması ($p<0,05$).....	70
Tablo 106: Sol lense ait $D_{\min}$ dozları (Gy).....	70
Tablo 107: Sol lense ait $D_{\min}$ (Gy) için istatistiksel veriler ($p<0,05$).....	71
Tablo 108: Sol lense ait $D_{\min}$ (Gy) dozlarının istatistiksel verilerinin üç yöntem için karşılaştırması ($p<0,05$).....	71
Tablo 109: Sol lense ait $D_{\max}$ dozları (Gy)	71
Tablo 110: Sol lense ait $D_{\max}$ (Gy) için istatistiksel veriler ($p<0,05$)	72
Tablo 111: Sol lense ait $D_{\max}$ (Gy) dozlarının istatistiksel verilerinin üç yöntem için karşılaştırması ($p<0,05$).....	72
Tablo 112: Sol lense ait D_{mean} dozları (Gy)	73
Tablo 113: Sol lense ait D_{mean} (Gy) için istatistiksel veriler ($p<0,05$)	73
Tablo 114: Sol lense ait D_{mean} (Gy) dozlarının istatistiksel verilerinin üç yöntem için karşılaştırması ($p<0,05$).....	73
Tablo 115: Kiazmaya ait $D_{\%1}$ dozları (Gy)	74
Tablo 116: Kiazmaya ait $D_{\%1}$ (Gy) için istatistiksel veriler ($p<0,05$)	74
Tablo 117: Kiazmaya ait $D_{\%1}$ (Gy) dozlarının istatistiksel verilerinin üç yöntem için karşılaştırması ($p<0,05$).....	74
Tablo 118: Kiazmaya ait $D_{\%5}$ dozları (Gy)	75
Tablo 119: Kiazmaya ait $D_{\%5}$ (Gy) için istatistiksel veriler ($p<0,05$)	75
Tablo 120: Kiazmaya ait $D_{\%5}$ (Gy) dozlarının istatistiksel verilerinin üç yöntem için karşılaştırması ($p<0,05$).....	75
Tablo 121: Kiazmaya ait $D_{\min}$ dozları (Gy)	76
Tablo 122: Kiazmaya ait $D_{\min}$ (Gy) için istatistiksel veriler ($p<0,05$)	76
Tablo 123: Kiazmaya ait $D_{\min}$ (Gy) dozlarının istatistiksel verilerinin üç yöntem için karşılaştırması ($p<0,05$).....	77
Tablo 124: Kiazmaya ait $D_{\max}$ dozları (Gy)	77
Tablo 125: Kiazmaya ait $D_{\max}$ (Gy) için istatistiksel veriler ($p<0,05$).....	78

Tablo 126: Kiazmaya ait $D_{\max}$ (Gy) dozlarının istatistiksel verilerinin üç yöntem için karşılaştırması ($p<0,05$).....	78
Tablo 127: Kiazmaya ait D_{mean} dozları (Gy)	79
Tablo 128: Kiazmaya ait D_{mean} (Gy) için istatistiksel veriler ($p<0,05$)	79
Tablo 129: Kiazmaya ait D_{mean} (Gy) dozlarının istatistiksel verilerinin üç yöntem için karşılaştırması ($p<0,05$).....	79
Tablo 130: Sağ optik sinire ait $D_{\%1}$ dozları (Gy).....	80
Tablo 131: Sağ optik sinire ait $D_{\%1}$ (Gy) için istatistiksel veriler ($p<0,05$).....	80
Tablo 132: Sağ optik sinire ait $D_{\%1}$ (Gy) dozlarının istatistiksel verilerinin üç yöntem için karşılaştırması ($p<0,05$).....	80
Tablo 133: Sağ optik sinire ait $D_{\%5}$ dozları (Gy).....	81
Tablo 134: Sağ optik sinire ait $D_{\%5}$ (Gy) için istatistiksel veriler ($p<0,05$).....	81
Tablo 135: Sağ optik sinire ait $D_{\%5}$ (Gy) dozlarının istatistiksel verilerinin üç yöntem için karşılaştırması ($p<0,05$).....	81
Tablo 136: Sağ optik sinire ait $D_{\min}$ dozları (Gy)	82
Tablo 137: Sağ optik sinire ait $D_{\min}$ (Gy) için istatistiksel veriler ($p<0,05$)	82
Tablo 138: Sağ optik sinire ait $D_{\max}$ dozları (Gy).....	83
Tablo 139: Sağ optik sinire ait $D_{\max}$ (Gy) için istatistiksel veriler ($p<0,05$)	83
Tablo 140: Sağ optik sinire ait $D_{\max}$ (Gy) dozlarının istatistiksel verilerinin üç yöntem için karşılaştırması ($p<0,05$).....	83
Tablo 141: Sağ optik sinire ait D_{mean} dozları (Gy)	84
Tablo 142: Sağ optik sinire ait D_{mean} (Gy) için istatistiksel veriler ($p<0,05$)	84
Tablo 143: Sağ optik sinire ait D_{mean} (Gy) dozlarının istatistiksel verilerinin üç yöntem için karşılaştırması ($p<0,05$).....	84
Tablo 144: Sol optik sinire ait $D_{\%1}$ dozları (Gy)	85
Tablo 145: Sol optik sinire ait $D_{\%1}$ (Gy) için istatistiksel veriler ($p<0,05$)	85
Tablo 146: Sol optik sinire ait $D_{\%1}$ (Gy) dozlarının istatistiksel verilerinin üç yöntem için karşılaştırması ($p<0,05$).....	86

Tablo 147: Sol optik sinire ait $D_{\%5}$ dozları (Gy)	86
Tablo 148: Sol optik sinire ait $D_{\%5}$ (Gy) için istatistiksel veriler ($p<0,05$)	87
Tablo 149: Sol optik sinire ait $D_{\%5}$ (Gy) dozlarının istatistiksel verilerinin üç yöntem için karşılaştırması ($p<0,05$).....	87
Tablo 150: Sol optik sinire ait $D_{\min}$ dozları (Gy).....	88
Tablo 151: Sol optik sinire ait $D_{\min}$ (Gy) için istatistiksel veriler ($p<0,05$).....	88
Tablo 152: Sol optik sinire ait $D_{\max}$ dozları (Gy)	89
Tablo 153: Sol optik sinire ait $D_{\max}$ (Gy) için istatistiksel veriler ($p<0,05$)	89
Tablo 154: Sol optik sinire ait $D_{\max}$ (Gy) dozlarının istatistiksel verilerinin üç yöntem için karşılaştırması ($p<0,05$).....	89
Tablo 155: Sol optik sinire ait D_{mean} dozları (Gy)	90
Tablo 156: Sol optik sinire ait D_{mean} (Gy) için istatistiksel veriler ($p<0,05$)	90
Tablo 157: Sol optik sinire ait D_{mean} (Gy) dozlarının istatistiksel verilerinin üç yöntem için karşılaştırması ($p<0,05$).....	90
Tablo 158: Sağ retinaya ait $D_{\%1}$ dozları (Gy).....	91
Tablo 159: Sağ retinaya ait $D_{\%1}$ (Gy) için istatistiksel veriler ($p<0,05$).....	91
Tablo 160: Sağ retinaya ait $D_{\%1}$ (Gy) dozlarının istatistiksel verilerinin üç yöntem için karşılaştırması ($p<0,05$).....	91
Tablo 161: Sağ retinaya ait $D_{\%5}$ dozları (Gy).....	92
Tablo 162: Sağ retinaya ait $D_{\%5}$ (Gy) için istatistiksel veriler ($p<0,05$).....	92
Tablo 163: Sağ retinaya ait $D_{\%5}$ (Gy) dozlarının istatistiksel verilerinin üç yöntem için karşılaştırması ($p<0,05$).....	92
Tablo 164: Sağ retinaya ait $D_{\min}$ dozları (Gy)	93
Tablo 165: Sağ retinaya ait $D_{\min}$ (Gy) için istatistiksel veriler ($p<0,05$)	93
Tablo 166: Sağ retinaya ait $D_{\min}$ (Gy) dozlarının istatistiksel verilerinin üç yöntem için karşılaştırması ($p<0,05$).....	94
Tablo 167: Sağ retinaya ait $D_{\max}$ dozları (Gy).....	94
Tablo 168: Sağ retinaya ait $D_{\max}$ (Gy) için istatistiksel veriler ($p<0,05$).....	95

Tablo 169: Sağ retinaya ait D_{max} (Gy) dozlarının istatistiksel verilerinin üç yöntem için karşılaştırması ($p<0,05$).....	95
Tablo 170: Sağ retinaya ait D_{mean} dozları (Gy).....	96
Tablo 171: Sağ retinaya ait D_{mean} (Gy) için istatistiksel veriler ($p<0,05$).....	96
Tablo 172: Sağ retinaya ait D_{mean} (Gy) dozlarının istatistiksel verilerinin üç yöntem için karşılaştırması ($p<0,05$).....	96
Tablo 173: Sol retinaya ait $D_{\%1}$ dozları (Gy).....	97
Tablo 174: Sol retinaya ait $D_{\%1}$ (Gy) için istatistiksel veriler ($p<0,05$).....	97
Tablo 175: Sol retinaya ait $D_{\%1}$ (Gy) dozlarının istatistiksel verilerinin üç yöntem için karşılaştırması ($p<0,05$).....	97
Tablo 176: Sol retinaya ait $D_{\%5}$ dozları (Gy).....	98
Tablo 177: Sol retinaya ait $D_{\%5}$ (Gy) için istatistiksel veriler ($p<0,05$).....	98
Tablo 178: Sol retinaya ait $D_{\%5}$ (Gy) dozlarının istatistiksel verilerinin üç yöntem için karşılaştırması ($p<0,05$).....	98
Tablo 179: Sol retinaya ait D_{min} dozları (Gy)	99
Tablo 180: Sol retinaya ait D_{min} (Gy) için istatistiksel veriler ($p<0,05$)	99
Tablo 181: Sol retinaya ait D_{min} (Gy) dozlarının istatistiksel verilerinin üç yöntem için karşılaştırması ($p<0,05$).....	99
Tablo 182: Sol retinaya ait D_{max} dozları (Gy)	100
Tablo 183: Sol retinaya ait D_{max} (Gy) için istatistiksel veriler ($p<0,05$).....	100
Tablo 184: Sol retinaya ait D_{max} (Gy) dozlarının istatistiksel verilerinin üç yöntem için karşılaştırması ($p<0,05$).....	101
Tablo 185: Sol retinaya ait D_{mean} dozları (Gy)	101
Tablo 186: Sol retinaya ait D_{mean} (Gy) için istatistiksel veriler ($p<0,05$)	102
Tablo 187: Sol retinaya ait D_{mean} (Gy) dozlarının istatistiksel verilerinin üç yöntem için karşılaştırması ($p<0,05$).....	102

Şekiller Dizini

Şekil 1: Orbita Anatomisi	4
Şekil 2: Orbital Kemikler.....	4
Şekil 3: Radyoterapide Kullanılan Hedef Hacim Tanımlamaları	8
Şekil 4 : X-ışınları modunda kullanılan radyoterapi için dizayn edilmiş bir lineer hızlandırıcının şematik gösterimi	12
Şekil 5: Farklı konformite indeks tanımlamaları arasındaki farklar.	16
Şekil 6: Toshiba marka Asteion model BT Cihazı	18
Şekil 7: Elekta marka Snergy model Lineer Hızlandırıcı	21
Şekil 8: Tomotherapy marka Hi-Art model helikal lineer hızlandırıcı.....	24
Şekil 9: 3BKRT plan için izodoz çizgileri ve DVH grafiği.....	25
Şekil 10: VMAT plan için izodoz çizgileri ve DVH grafiği.....	26
Şekil 11: HT plan için izodoz çizgileri ve DVH grafiği	26
Şekil 12: (a) 3BKRT plan için 20 Gy izodoz görünümü, (b) VMAT plan için 20 Gy izodoz görünümü, (c) HT Plan için 20 Gy izodoz görünümü.....	27

Grafik Dizini

Grafik 1: Kümülatif doz hacim histogramı	15
Grafik 2: Diferansiyel doz hacim histogramı.....	15
Grafik 3: Paddick CI ve Hedef Hacim (TV) karşılaştırması.....	17

Kısaltma Listesi

1-B	: Bir Boyutlu
3-B	: Üç Boyutlu
3BKRT	: Üç Boyutlu Konformal Radyoterapi
BEV	: Işın Gözü Görünümü
BT	: Bilgisayarlı Tomografi
CBCT	: Cone Beam CT
cGy	: Doz Soğrulma Birimi, santiGray
CI	: Konformite İndeksi
cm	: Santimetre
cm³	: Santimetreküp
CTV	: Klinik Hedef Hacim
D%1	: %1’lik hacmin Gy cinsinden aldığı doz değeri
D%2	: %2’lik hacmin Gy cinsinden aldığı doz değeri
D%5	: %5’lik hacmin Gy cinsinden aldığı doz değeri
D%50	: %50’lik hacmin Gy cinsinden aldığı doz değeri
D%95	: %95’lik hacmin Gy cinsinden aldığı doz değeri
D%98	: %98’lik hacmin Gy cinsinden aldığı doz değeri
DICOM	: Digital Imaging and Communications in Medicine
D_{max}	: İlgili hacmin Gy cinsinden maksimum doz değeri
D_{mean}	: İlgili hacmin Gy cinsinden ortalama doz değeri
D_{min}	: İlgili hacmin Gy cinsinden minimum doz değeri
DR	: Diyabetik Retinopati
DVH	: Doz-Volüm Histogramları
GPU	: Grafik İşleme Birimi
GTV	: Görünür Hedef Hacim
Gy	: Doz Soğrulma Birimi, Gray
GBT	: Yarım Işın Tekniği
HI	: Homojenite İndeksi
HT	: Helikal Tomoterapi
ICRU	: Uluslararası Radyasyon Birimleri Komisyonu
IMB	: Yoğunluk Modülasyonlu Işın
ITV	: Dahili Hedef Hacim

IV	: Işınlanan Hacim
kV	: KiloVolt
LINAC	: Lineer Hızlandırıcı
LOF	: Lateral Karşıt Alanlar
MC	: Monte Carlo
MIMiC	: Multivane Yoğunluk Modülasyonlu Kolimatör
MLC	: Çok Yapraklı Kolimatör
Mm	: Milimetre
MRG	: Manyetik Rezonans
MU	: Monitor Unit
MV	: MegaVolt
NSBT	: Bölünmemiş Işın Tekniği
OAR	: Riskli Organlar
PB	: Pencil Beam
PC	: Kişisel Bilgisayar
PRV	: Planlanan Riskli Organ Hacmi
PTV	: Planlanan Hedef Hacim
RF	: Radyo Frekans
RT	: Radyoterapi
RVR	: Kalan Diğer Riskli Hacim
SM	: Setup Marjı
SPSS	: Statistical Package for Social Sciences
SSD	: Kaynak-cilt mesafesi
TO	: Tiroid Oftalmopatisi
TPS	: Tedavi Planlama Sistemi
TV	: Tedavi Hacmi
TV_{RI}	: Referans İzodoz Tarafından Sarılan Hedef Hacim
VMAT	: Volümetrik Ark Terapisi Tekniği
V_{RI}	: Referans İzodoz Hacmi
YART	: Yoğunluk Ayarlı Radyoterapi

1. Giriş

Radyasyon, enerjinin uzayda veya maddi bir ortamda ışıması ve yayılması için kullanılan bir terimdir (Khan & Gibbons, 2021). Radyasyonun madde üzerindeki etkisi düşünüldüğünde iyonlaştırıcı olan ve iyonlaştırıcı olmayan olmak üzere ayrılır. Yüksek enerjili ışınlar bir atoma çarptıktan sonra o atomun dış yörüngesinden elektron koparabiliyorsa, iyonlaştırıcı radyasyon; koparamıyorsa iyonlaştırıcı olmayan radyasyon adını alır. Radyasyon Onkolojisi alanında bahsetmiş olduğumuz radyasyon türlerinden ilki kullanılmaktadır. İyonize radyasyon kullanarak kanser, bazen de kanser dışı hastalıkların tedavisine yanıt veren, radyasyonun etkilerini, tümörlerin davranışlarını inceleyen ve bu konularda eğitim ve araştırma yapan bir ana bilim dalıdır (Pak, 2001).

TO, tiroid bezindeki aşırı aktifliğe bağlı olarak ortaya çıkan bir otoimmün hastalık olan Graves hastalığı ile ilişkilidir, ancak tiroid bozukluğu olmayan hastalarda da görülebilir. Orbita ve ekstraoküler kasların iltihaplanması sonucu gözlerin yerlerinde değişiklikler meydana gelir. Genellikle tiroid bezi problemleri ile birlikte görülse de bazı hastalarda sadece göz belirtileri ortaya çıkabilir. Genetik yatkınlık, yaş ve cinsiyet gibi önlenemeyen risk faktörlerine sahip olsa da, sigara kullanımı ve tiroid fonksiyon bozukluğu gibi önlenemez faktörler de hastalığın gelişiminde önemli bir rol oynayabilir. Bazı hastalarda, tiroid bezindeki bu aşırı aktivite, immün sistemin tiroid uyarıcı hormon reseptörlerine karşı antikolar üretmesine neden olur. Bu antikolar, hem tiroid bezindeki hormon üretimini artırır hem de gözlerdeki inflamasyonu ve diğer semptomları tetikleyebilir. Bu otoimmün reaksiyon, orbita ve ekstraoküler kaslarda inflamasyon ve dokularda kalıcı hasara neden olabilir. Bu nedenle, TO olan kişilerin sigara içmemesi ve tiroid fonksiyonlarını düzenli olarak kontrol ettirmeleri önerilir. Hastalığın kesin mekanizması tam olarak anlaşılamamış olsa da, lenfositleri aktive eden bir otoantijenin ekstraoküler kasları ve diğer orbita dokularını da infiltre ederek inflamasyona ve ödeme neden olduğu düşünülmektedir. Bu inflamatuvar süreç, göz kapağı retraksiyonu, proptozis (göz kürelerinin öne doğru çıkması), oküler endürasyon (gözlerde kızarıklık), konjonktivan ödem, korneal ülserler ve göz dışı kas infiltrasyonu ve fibrozis (doku sertleşmesi) gibi semptomlara neden olabilir. Bu semptomlar, göz sağlığına ve görsel fonksiyona zarar verebilir ve zamanında tedavi edilmezse kalıcı hasara neden olabilir (Çelik ve Köşker, 2014).

Tedavisi kişiye özgü olmalıdır ve öncelikle eşzamanlı tiroid hastalığının kontrol altına alınması ile başlar. Hafif semptomlar genellikle kendiliğinden geçer, ancak gözkapağı hareketlerini düzeltmek ve görme fonksiyonlarını korumak için medikal tedavi gerekebilir. Bu tedavi genellikle kortikosteroidler ve/veya immünsupresif ilaçlar kullanılarak gerçekleştirilir.

Vakaların yaklaşık %10'unda sistemik glukokortikoidler, siklosporin veya orbital RT gibi daha ileri tedavi gerekir. Orbital dekompresyon cerrahisi, görmenin azalması tehdidi altında olan veya medikal tedavinin yetersiz kaldığı durumlar için saklanır ve göz yuvasındaki baskıyı azaltmak için gözkapağı ve orbita kemiklerinde yapılan cerrahi müdahaledir. Ancak, cerrahi müdahale sadece belirli durumlarda önerilir ve cerrahi riskler ve komplikasyonlar dikkate alınarak dikkatli bir şekilde değerlendirilmelidir (Arıkan ve Bahçeci, 2008).

RT, TO tedavisinde kullanılan bir yöntemdir. RT, yüksek enerjili ışınlar kullanarak enflamatuvar hücrelerini öldürür veya büyümelerini kontrol altında tutar. TO tedavisinde RT, gözlerdeki şişliği azaltmak için kullanılır. 3BKRT, hedef hacmi daraltırken riskli organlara daha az maruz kalınmasını sağlamak için kullanılan bir RT yöntemidir. VMAT ve HT tedavi teknikleri de benzer şekilde hedef hacimleri daraltmak ve riskli organların daha az maruz kalmasını sağlamak için kullanılır.

Bu tez çalışmasında, 10 TO tanılı hastada 3BKRT, VMAT ve HT tedavi tekniklerini 10 fraksiyonda 20 Gy ile planlayıp dozimetrik olarak sonuçlarımızı karşılaştırdık. Normal dokular ve tümör açısından 3 farklı planlama tekniğinin etkinliğini değerlendirmeyi ve birbirlerine kıyasla avantaj ve dezavantajlarını görmeyi amaçladık. Türkçe bir çalışmanın literatüre eklenmesi ve istatistiksel olarak anlamlı sonuçlar ortaya koyan bir yayın hazırlanması, bilimsel ve akademik yönden önemli bir katkı olacağını düşünüyoruz. Bu çalışmanın sonuçları, TO tedavisinde farklı RT tekniklerinin etkinliği ve yan etkileri hakkında bilgi sağlayabilir.

2. Genel Bilgiler

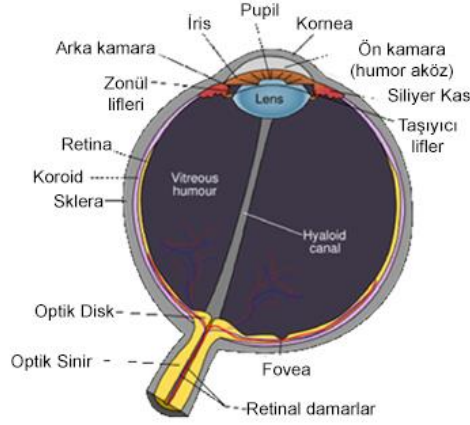
2.1. Göz Anatomisi

Göz; Oküler çıkıntılar, göz kapakları, kirpikler, lakrimal bezler, drenaj aparatı ve konjonktiva gibi yapılardan oluşur. Göz küresi veya küre, üç parçadan meydana gelir. Dış kaplama; şeffaf çekirdek ve opak skleradan oluşur ve göz hareketini kontrol eden altı oküler kas, skleraya yerleştirilir. Uvea veya orta kaplama; koroid, siliyer cisim ve iris tarafından oluşturulur. Retina ve analoglarından oluşan iç tabaka, duyuşal tabakadır. Bu kaplama, anteriorda ora serrata retinadan, posteriorda optik sinire kadar uzanır.

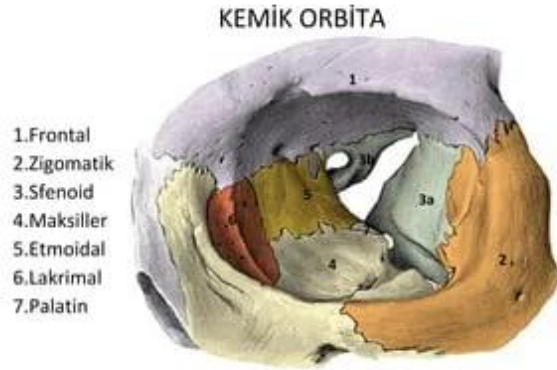
Retinanın arka yarısının vasküler beslenmesi, küreye optik sinir yoluyla giren merkezi retinal arterden kaynaklanır. Retinanın ön yarısı, kan beslemesini siliyer sistemden alır. Lens siliyer cisimden aşağı doğru asılıdır ve irisin arkasındadır. Orbita şekil 1’de gösterildiği gibi; oküler glob, damarlar, sinirler, orbital yağ ve oküler kasları kapsar (Halperin ve ark., 2018).

Orbita; dört duvarı olan yedi kemikten meydana gelir. İç duvarı önden arkaya; maksilla, lakrimal kemik, etmoid kemik ve sfenoid kemik şeklinde sıralanır. Dış duvar; zigomatik ve sfenoid kemikten meydana gelir. Alt duvarı ise maksilla, zigomatik kemik ile palatin kemikten meydana gelir. Üst duvar; frontal kemik ve sfenoid kemiğin ala minor’ünden oluşur. Orbita kemik anatomisi Şekil 2’de gösterilmiştir.

Küre ve oküler adnekslerin primer tümörleri nadirdir, ancak yenilikçi terapötik teknikler ve oküler anatomisinin daha iyi anlaşılması, göz tümörlerinin tedavisinde RT’nin rolünü ilerletmek için radyasyon onkologları tarafından uygulanmaktadır (Halperin ve ark., 2018).



Şekil 1: Orbita Anatomisi



Şekil 2: Orbital Kemikler

2.2. Tiroid Oftalmopatisi

TO, Graves hastalığında en sık rastlanan tiroid harici belirtilerden biridir. TO, tiroid göz hastalığı veya infiltratif oftalmopati gibi isimler de almaktadır. TO, gözlerde kızarıklık, şişme, göz kapaklarının şişmesi, gözyaşı akışında artış, çift görme, ışığa karşı hassasiyet ve görme kaybı gibi semptomlarla kendini gösterir.

Graves hastalığı, otoimmün bir hastalıktır ve tiroid bezinin aşırı çalışmasına neden olur. TO'nun çoğu zaman Graves hastalığı ile birlikte ortaya çıktığı bilinmektedir. Ancak, bazen Graves hastalığı olmadan da TO gelişebilir. Bu durumda, TO genellikle otoimmün bir hastalık olan tiroid fonksiyon bozukluğu ile ilişkilendirilir.

TO'nun tedavisi, semptomların şiddetine ve altta yatan tiroid hastalığının türüne bağlı olarak değişebilir. Semptomları hafif olan hastalar genellikle endokrinoloji tarafından takip edilirken, semptomları daha şiddetli olan hastaların tedavisi genellikle kortikosteroidler, göz damlaları veya cerrahi müdahale gibi daha agresif yöntemler içerebilir.

TO, tiroid bezi ile retroorbital dokunun ortak bir antijenine karşı bir antikor yanıtı nedeniyle oluşur. Bu dokulardaki fibroblastlar, söz konusu antijenin birincil bölgesiymişcesine hareket ettiklerinden bağışıklık sisteminde bir tepkiye yol açabilirler. TO genellikle otoimmün tiroid hastalığı olan kişilerde görülür, ancak tiroid hastalığı olmayan kişilerde de nadir vakalarda ortaya çıkabilir.

TO'nun semptomları arasında göz kızarıklığı, şişme, çift görme, görme kaybı, göz kapaklarının şişmesi, gözyaşı akışında artış ve ışığa karşı hassasiyet yer alır. Çoğu sefer klinik testler değerlendirilerek hastalık teşhisi yapılır. Ancak, tiroid antikor ve fonksiyon testleri ile orbita görüntüleme yöntemleri gibi testler de teşhiste yardımcı olabilir.

TO'nun tedavisi, semptomların şiddetine ve hastalığın ilerleme durumuna bağlı olarak değişebilir. Hafif semptomları olan hastalar genellikle semptomatik tedaviye yanıt verirken, orta veya ağır semptomları olan hastalar için ise farklı türde operasyonel yaklaşımlar uygulanması gerekebilir. Ancak, günümüzde, TO seyrinin kötüye gitmesini tamamen ortadan kaldıracak sağıltma metodları henüz literatürde yer almamaktadır. Hastanın yakın takibi, hastalığın ilerleyişinin izlenmesi, tedavinin etkililiğinin değerlendirilmesi ve gerektiğinde tedavi planının revize edilmesi için gereklidir. Bunun için, hasta düzenli olarak kontrol ve testler için hastaneye çağrılabilir veya evde izlenerek doktorunun gerekli görürse tedavi planı revize edilebilir.

Tedavilerin doğru sırayla uygulanması da önemlidir çünkü bazı tedavilerin diğerlerinden önce veya belirli bir sıraya göre uygulanması gerekebilir. Bu, hastalığın tipine, evresine ve diğer faktörlere bağlıdır. Doğru sırayla tedavi uygulanması, hastanın iyileşme sürecini hızlandırmaya yardımcı olabilir ve olası yan etkileri azaltabilir (Savku ve Gündüz, 2014).

2.3. TO Tedavi Yöntemleri

TO tanısı alan olgular genellikle hızlı ilerleme özelliği göstermediğinden göz tutulumu ağır bir seyir izlemez ve bu sebeple tedaviye ihtiyaç dahi duyulmaz. Bu tür oftalmopatiler kendiliğinden iyileşme gösterebilmektedirler.

TO tanılı hastalara iki tip yaklaşımda bulunulabilir:

- Medikal Tedaviler; hastalığın atak seyrinin en yüksek olduğu aşamada gerçekleştirilmelidir.
- Cerrahi Tedaviler; hastalık seyrinin başlangıç evrelerinde iken medikal tedavi müdahalelerinin yetersiz kaldığı noktada görme işlevinin korunmasına, görüşün iyileştirmesine yönelik uygulanabilir.

Medikal Tedaviler; Steroid Tedavisi, orbital radyoterapi, İmmünsüpresif Tedaviler, Somatostatin Analogları, Pentoksifilin ve Nikotinamid, İntravenöz İmmünglobulin, Plazmaferez, Antisitokin ve Antilenfosit Antikorlar ile Cerrahi Tedavilerdir (Şahlı ve Gündüz, 2017).

TO tedavisi görme fonksiyonlarını korumayı, diplopiyi (çift görme) azaltmayı, yörünge ağrısını gidermeyi ve kozmetik görünümü iyileştirmeyi amaçlanmaktadır. TO semptomları tiroid fonksiyonunun normale dönmesinden sonra düzelmeyen hastalar için, glukokortikoidler geleneksel olarak birinci basamak tedavi yöntemi olarak kabul edilmiştir. Bu hastaların yaklaşık %65'i kortikoidlerden fayda görebilir, ancak kortikoidler azaltıldığında veya kesildiğinde TO semptomlarının tekrarlaması yaygındır^{4,5}. Ayrıca kortikoidlerin kullanımı, hiperglisemi, hipertansiyon ve bağışıklık sistemi zayıflaması gibi çoklu sistemik yan etkileri nedeniyle de kısıtlanmaktadır (Li ve ark, 2017).

2.3.1. Orbital Radyoterapi

RT, TO tedavisi için kabul gören modalitedir ve kortikoidlere duyarsız olan veya tolere edemeyen hastaların tedavisinde özellikle yararlıdır (Matthiesen, 2012). Aslında, bu alanda hala tartışmalar olmasına rağmen, RT'nin TO için birinci basamak tedavi olarak kullanılması gerektiği sonucuna varan araştırmalar vardır (Prummel, 1993) (Mourits, 2000).

Orbital radyoterapinin nonspesifik antienflamatuar etkisi, radyoterapinin inflamasyonu azaltan genel etkisidir.

Orbital dokuyu infiltre eden lenfositlerin yüksek radyosensitivite özelliği, bu hücrelerin radyoterapiye karşı özellikle duyarlı olmasından kaynaklanmaktadır. Bu nedenle, orbital radyoterapi, lenfositlerin inflamasyon sırasında ürettiği moleküllerin azaltılmasına yardımcı olarak inflamatuvar hastalıkların tedavisinde etkili olabilir. Orbital radyoterapinin başlıca olumlu etkisi gözün hareket kısıtının azaltılmasına yardımcı olmasında yatmaktadır (Bartelena ve ark., 1998).

Orbital radyoterapi, göz çevresindeki kanserlerin tedavisinde yaygın olarak kullanılan bir tedavi yöntemidir. Ancak, bu tedavinin bazı yan etkileri olabilir, bu nedenle çalışmalar bu yan etkilerin etkisini değerlendirmeyi amaçlar.

Bir çalışmada, orbital radyoterapinin belirtiler üzerindeki etkileri plaseboya karşı karşılaştırılmıştır. Aktivite skoru, propitozis ve kapak retraksiyonu gibi belirtilerde, iki yöntem arasında herhangi bir fark bulunmamıştır. Ancak çift görme tedavisinde orbital radyoterapi plasebodan daha etkili olmuştur.

Bu sonuçlar, orbital radyoterapinin çift görme gibi belirtilerde etkili olduğunu gösterirken, diğer belirtiler üzerindeki etkilerinin sınırlı olduğunu göstermektedir. Ancak, bu sonuçlar tek bir çalışmadan elde edilmiştir, bu nedenle daha fazla araştırmaya ihtiyaç vardır.

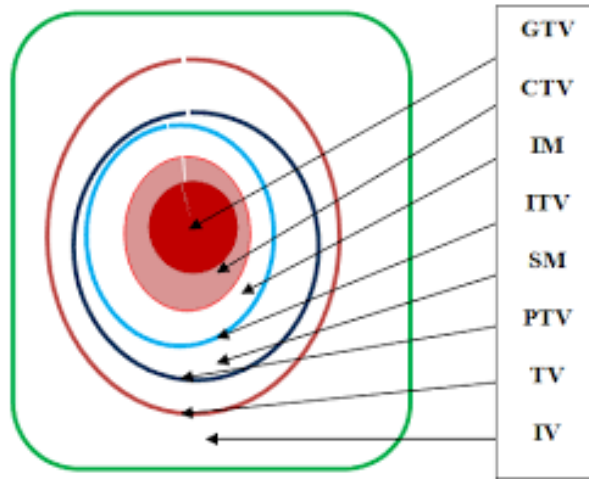
Orbital radyoterapinin dozu da önemlidir. Uygulanan doz reçetesi 10 gün olarak tasarlanır ve seans başına günlük fraksiyon dozu 1500 ila 2000 cGy arasında değişir. Günlük uygulanan fraksiyon doz değerleri arasındaki değişimin tedavide anlamlı bir değişikliğe yol açmadığı ancak TO'ne yönelik günlük fraksiyon dozunun 240 cGy'i aşmamasına dikkat edilmesi gerektiği belirtilmiştir (Gerling ve ark., 2003).

Geç dönem gelişen katarakt, orbital radyoterapinin en fazla rastlanan komplikasyonları arasında ilk sırayı almaktadır. Bununla birlikte, radyasyona bağlı retinopati ile optik nöropati gibi komplikasyonlara da neden olabilir.

Marquez ve arkadaşları tarafından yapılan bir çalışmada, orbital radyoterapi alan hastaların sadece %12'sinde 11 yıl takip sonrası katarakt rapor edilmiştir (Marquez ve ark., 2001). Eşlik eden diyabet varlığında yüksek kan şekeri seviyelerine bağlı oluşan diyabetik retinopatinin (DR) RT ile kötüleşebildiği de bildirilmektedir (Wakelkamp ve ark., 2004).

2.4. Radyoterapide Kullanılan Hedef Hacim Tanımlamaları

Uluslararası Radyasyon Birimleri Komisyonu (ICRU) tarafından yayınlanan ICRU 50, ICRU 62 ve ICRU 71 tavsiye raporları, radyoterapide tedavi dozlarının tanımlanması için evrensel standartlar belirlemektedir. Bu raporlar, tedavi edilen bölgeye verilen dozun yanı sıra normal dokuların aldığı dozu da ayrıntılı bir şekilde tanımlar. Bu sayede radyoterapi uygulamalarında ortak bir dil oluşturulur ve farklı sağlık kuruluşları ve ülkeler arasında iletişim ve karşılaştırma yapılabilmesi mümkün hale gelir.



Şekil 3: Radyoterapide Kullanılan Hedef Hacim Tanımlamaları

2.4.1. Gross Tümör Hacmi (GTV)

GTV; belirgin bir bölgede konsantre bir şekilde bulunan tümörlü hücrelerin, görüntüleme metoduna göre farklılık arz edebilen görüntülenen hedef hacmi olarak tanımlanır.

2.4.2. Klinik Hedef Hacim (CTV)

CTV, GTV'nin etrafını saracak şekilde mikro boyutta tümör yayılımının var olduğu öngörülen hedef hacmi tanımlar. CTV, tümörün cinsi ve vücutta yerleştiği yere nazaran farklılık arz eder.

2.4.3. İnternal Hedef Hacim (ITV)

ITV; tedaviye alınacak hastaya ait beden yapısı ve fizyolojik farklılaşmalardan kaynaklı tümörün kapsadığı alan ve konumunda meydana gelebilecek yanlışlıkları öngörerek CTV'nin etrafında bırakılan marj hacmi olarak bilinir.

2.4.4. Planlanan Hedef Hacmi (PTV)

PTV; setup ve fizyolojik hareket belirsizliklerinin giderilmesi için CTV'ye eklenerek meydana getirilen bir hacmi tanımlamaktadır. Bu hacim belirlenirken, başta radyoterapi kliniğinin kararları olmak üzere, tedaviye alınan hastanın durumu, tedavide kullanılacak olan cihaz vb. çok fazla faktör göz önünde bulundurulur (ICRU Report 50, 1993).

2.4.5. Tedavi Hacmi (TV)

TV; PTV dozlarının dağılımı değerlendirilerek belirlenen merkezi izodozun kapsadığı boyutun hacmi şeklinde tarif edilir. Bu seçilen merkezi izodozun, ICRU 83'e göre D₉₈ sınırları içinde yer alması gerekir. Bir başka tarifile merkezi izodoz, belirlenmiş olan tedavi dozu iletilen hacmin +%7 ila -%5 limitleri arasında ihtiva edilmelidir (ICRU Report 83, 2010).

2.4.6. Işınlanan Hacim (IV)

IV; kayda değer bir şekilde ışınlanmış olan bütün normal dokuların kapsadığı boyutu belirtir. Burada bütün organlara göre farklılık arz eden tolerans dozu göz önünde bulundurulur.

2.4.7. Setup Marjı (SM)

Hastanın tedavi sırasındaki pozisyonuna göre set-up hatalarından kaynaklı meydana gelebilecek belirsizlikler nedeniyle oluşturulan bir hacimdir (ICRU Report 62, 1999).

2.4.8. Riskli Organlar (OAR)

Riskli organlar; RT uygulanacak tümör bölgesinin çevresinde veya etrafında yer alan ve ışınlama hassasiyetleri dolayısıyla hazırlanacak tedavi planlamasındaki dozlarda değişim yapılmasına sebebiyet veren vücut yapıları veya organlarıdır. Bunların önceden belirlenerek planlamada gerekli önlemlerin alınması söz konusu tedavinin başlangıç veya ileri evrelerinde meydana gelebilecek istenmeyen toksik etkileri minimize etmek yönünden kıymetlidir.

2.4.9. Planlanan Riskli Organ Hacmi (PRV)

Hastanın düzenli sabit kalamaması sebebiyle risk altındaki organlarda ufak sapmalar meydana gelir. Bu hareketleri nedeniyle bu organları etkileyecek sıcak noktaların önüne geçmek için PTV sınırları içinde PRV hacmi netleştirilir. PTV'nin PRV'ye oranı göz önünde bulundurularak doz planlaması gerçekleştirilir.

2.4.10. Kalan Diğer Riskli Hacim (RVR)

Planlama sırasında normal doku bölgeleri ve belirlenen tümör hacimleri dışında da sıcak nokta bölgeleri patlak verebilir. Bu bölgelere gelen yüksek dozları engellemek amacı ile (ense, cilt, ciltaltı vb...) optimizasyon bölgeleri çizilmelidir. Bu bölgeler kabuk veya RVR bölgesi olarak adlandırılır. Bu hacim ICRU 83’de ifade edilmiştir. Amaç hem yüksek dozların oluşabileceği bölgeleri engellemek hem de çocukluk ve gençlik çağı içinde olan hastaların karsinogenez veya diğer dönemlerde karşılaşılabileceği istenmeyen toksik etkilerin önüne geçmektir (ICRU Report 83, 2010).

2.5. Radyoterapi

2.5.1. Lineer Hızlandırıcılar

Lineer hızlandırıcılar, yüksek frekanslı elektromanyetik dalgaları kullanarak elektron vb. yüklenmiş parçacıkları lineer bir tüpün içinden geçirmek suretiyle yüksek enerjilere çıkarmaya yarayan medikal aletlerdir. Elektronlar senkronize edilmiş elektromanyetik dalganın elektrik alanının etkisiyle hızlandırılır. Yüksek enerjili elektron demeti, doğrudan yüzeysel tümörlerin tedavisinde kullanılabileceği gibi bir hedefe çarptırılarak üretilen X-ışınları ile derin yerleşimli tümörlerin tedavisi için de kullanılabilmektedir. Çeşitli lineer hızlandırıcı tasarımları vardır ancak radyoterapide kullanılanlar; elektronları, frekansı mikrodalga bölgesine (~3.000 MHz) tekabül eden duran veya hareketli elektromanyetik dalgalar vasıtasıyla hızlandırılırlar. Hareketli dalga ile duran dalga arasındaki fark, hızlandırıcı yapının tasarımından kaynaklanmaktadır. İşlevsel olarak bakıldığında, hareketli dalga yapılarının sonunda dalgayı geriye yansıtmayan tamamen soğuran bölümler oluşturulmuştur. Öte yandan, duran dalga yapılarının her iki ucunda dalgaların azami yansımasını sağlayan bölümler tasarlanmıştır. Böylece ileri ve geri hareket eden dalgaların kombinasyonu duran dalgalara neden olmaktadır.

Duran dalga tasarımında, mikrodalganın girişi, ışın diyafram açıklığı yerine yan bağlama boşlukları ile yapıya bağlanır. Böyle bir tasarımda, aksiyel ışın taşıma kaviteleri ve yan kaviteler bağımsız olarak optimize edilebildiğinden, hareketli dalga tasarımına göre daha verimli olabilmektedir.

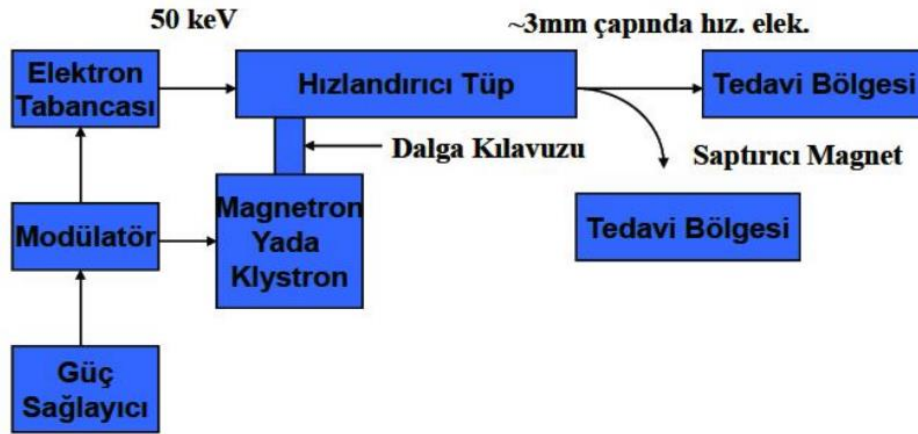
Radyoterapi için oluşturulmuş lineer hızlandırıcıda (linak); elektronlar, doğrudan doğruya belirli potansiyel fark altında hızlandırılarak enerji kazanmazlar aksine senkronize radyo frekanslarının elektromanyetik alanlarının etkileşimi sonucu enerji kazanırlar. Havadayken,

elektromanyetik dalgalar ışık hızında ilerlerken, bir dalga kılavuzunda ise daha küçük bir hız ile yayılır. Hızlandırıcı yapısı bir seri dairesel bölmeler içeren uzun silindirik bir tüpten meydana gelmektedir (Şekil 4). Bunun nedeni hızlandırıcı tüpün ilk bölümünde mikrodalgaların yayılma hızının ışık hızına yakın seviyelerde olmasıdır. Elektron tabancasında üretilen elektron demetleri, pulslu mikrodalga ışıması ile eş zamanlı olacak şekilde kılavuza enjekte edilirler ve bunlar dalga üzerinde kılavuzun aşağısına taşınırlar.

RT' de genellikle 6,10, 15 ve 18 MV x-ışınları kullanılır. Bunların derin doz eğrileri; ilk başta ciltte yetersizken, enerjiye bağlı olarak düzenli bir şekilde dozda birkaç santimetre, daha sonra ise dozda hızlı bir düşüş şeklinde karakterize edilir. Lineer hızlandırıcılardaki elektron demetleri 70mm derinliğe kadar olan tümörlerin tedavisi için kullanışlıdır, fakat daha derine yerleşmiş tümörler için, en iyisi foton demetleri kullanmaktır. Eğer elektron demeti tedavi için kullanılacaksa, orijinal halinde dar olan elektron demetleri saçılarak genişletilmelidir.

Foton halindeyken, elektronlar yüksek atom numaralı kalın bir hedefin üzerine odaklanırlar ve bunların enerji kayıpları frenleme ışıınımına dönüştürülür. Megavolt enerji seviyelerinde, frenleme emisyonunun ana yönü ileri doğrudur. En basit hızlandırıcılarda hedef sabittir, hızlandırıcının yapısı oluşmakta olan X-ışını demetiyle eş eksenlidir ve hastanın tepeden tırnağa olan eksenine diktir. Fakat 6 MeV' un üzerindeki enerjiler için, hızlandırıcı tüpün uzunluğu uygulamada yetersiz kalır. Radyasyon ışıınının herhangi bir açıdan hastayı ışıınla tedavi edebilmesi için, ışıın demetini bükmek kaçınılmazdır. Elektronların yönü manyetik alan içinde kolaylıkla saptırılabilir ve genellikle 90 derece olarak bükülür.

Hızlandırıcı tasarımında asıl amaç, küçük bir odak noktasına yoğunlaştırılmış kararlı tek enerjili yüksek akımlı elektron demetinin oluşturulmasıdır. Böylece net bir şekilde odaklanmış X-ışın demeti oluşturabiliriz. X-ışın demeti çok küçük bir alandan, maksimum (40x40cm) genişliğinde değişen alanlara kadar hastanın planlanan tedavi bölgelerinde uygulanmaya izin verecek şekilde ayarlanmalıdır. Ayrıca tedavi edilecek tümöre göre ışıın demetinin enerjisini seçebilmek kullanım açısından yararlıdır. Şekil 4'te elektron tabancasıyla elektronlar bir bölmeye enjekte edilir. Bu bölmede radyo frekans (RF) mikrodalga güç kaynağından elektromanyetik alan elde edilir. Relativistik bölmenin çıkışında X-ışını hedefe ulaşmadan önce elektron ışıın demeti bükülebilir (Mayles ve ark., 2007).



Şekil 4: X-ışınları modunda kullanılan radyoterapi için dizayn edilmiş bir lineer hızlandırıcının şematik gösterimi

2.5.2. Radyoterapi Teknikleri

2.5.2.1. Üç Boyutlu Konformal Radyoterapi (3BKRT)

3BKRT, hedef dokuya yeterli dozu ve normal dokuya olası minimum dozu vermek için hedef hacme mümkün olduğunca yakın tedavi alanları kullanılarak oluşturulan tedavidir. Konformal doz dağılımı, tümörlü dokuyu kontrol altına alma olasılığını en üst düzeye çıkarmak ve çevre dokularda oluşabilecek yan etki olasılığını minimuma indirmek için ideal radyoterapi planlarını ifade eden bir kavramdır. Böylece, 3BKRT fiziksel ve biyolojik klinik hedefleri sağlamış olur.

3BKRT'nin tedavi planlaması ile geleneksel radyasyon tedavisi arasındaki temel farklar; öncekinin 3 Boyutlu (3-B) anatomik bilgilerin mevcudiyetini ve 3-B doz dağılımları ile hedef ve normal dokular için doz-hacim istatistiklerini hesaplayabilen bir tedavi planlama sistemi gerektirmesidir. Anatomik bilgi genellikle, anatomiye herhangi bir düzlemde veya üç boyutlu olarak yeniden oluşturmak için işlenebilen yakın aralıklı enine BT görüntüleri ile elde edilir. Radyasyon onkoloğu, görünür tümör, şüphelenilen tümör yayılımı ve hasta hareket belirsizliklerini dahil etmek için uygun kenar boşluklarıyla her dilimdeki hedef hacimleri çizer. Bir sonraki adım, alanları ve ışın düzenlemelerini tasarlamak için 3 boyutlu tedavi planlama yazılımını takip etmektir. Bu sistemlerin avantajlarından en önemlisi, belirlenen hedeflerin, kemik ve normal dokuların ışın gözü görünümü (BEV) ile görselleştirilmesine izin veren bilgisayar grafikleridir. Bir tedavi planının optimizasyonu, yalnızca optimum alan açıklıklarının tasarımını değil, aynı zamanda uygun ışın yönlerini, alan sayısını, ışın ağırlıklarını ve yoğunluk

değiştiricileri gerektirir. Elde edilen planlar normal dokuya minimum hasar ve tümörlü dokuyu mümkün olan maksimum hasar verilerek yapılır ve bu sonuçlar Uluslararası Radyasyon Birimleri ve Ölçümleri Komisyonu (ICRU) tarafından önerilen doz değerleri ile değerlendirilir (Khan & Gibbons, 2021).

2.5.2.2. Volümetrik Ayarlı Ark Terapi (VMAT)

Değişken şekil ve yoğunluğa sahip bir döner koni ışınının verilmesine genellikle VMAT denir.

Bir VMAT işleminde, çok yapraklı kolimatör (MLC) yaprakları ve ark boyunca değişen doz hızı ile gantri sürekli olarak hareket eder. TPS, iletimi bir dizi farklı gantry açısını örnekleyerek dozu hesaplar. Tek bir yay ile tatmin edici bir doz planı oluşturmak için, çok sayıda gantry açısından alan şekillerini ve ışın yoğunluklarını optimize etmek gerekir. Bununla birlikte, alan şekilleri, MLC yapraklarının, gantri değerleri değiştikçe MLC modellerinin yeni konumlarına hareket edebilmesi gerektiğinden sınırlıdır (Khan & Gibbons, 2021).

2.5.2.3. Tomoterapi

Kelimenin tam anlamıyla "kesit" terapisi olan Tomoterapi, tanısal BT taramasının tasarımını bir tedavi dağıtım makinesine dönüştüren ve böylece BT görüntülemenin hassasiyetini radyasyon tedavisiyle birleştiren yeni bir radyoterapi şeklidir. Bu, normalde yalnızca bir kilovoltaj tanısal x-ışını ışını kullanan bir tanısal BT ünitesinin dönen x-ışını kaynağına ve hareketli tabla tasarımına bir lineer hızlandırıcı (LINAC) megavoltaj tedavi ışını eklenerek yapılır. Tümör üzerine birkaç farklı yönden ayrı ayrı ışınlar yerleştirmek için tasarlanmış, yavaş hareket eden bir harici kızığa sahip geleneksel radyasyon tedavisi sistemlerinin aksine, Tomoterapi ışını hastanın etrafında (ve ünitenin muhafazasının içinde) hızla döndürür ve böylece ışının arka arkaya birçok farklı açıdan hastaya girmesine izin verir. Işın yoğunluğu modülasyonu, bir MLC sistemi kullanılarak mümkündür. BT görüntüleme teknolojisinin Tomoterapi ünitesine dahil edilmesi, tedavi öncesinde ve sırasında hedefin kesin olarak belirlenmesini sağlar (Khan & Gibbons, 2021), (Halperin ve ark., 2018).

Tomoterapi cihazının gantri yapısı ve bilgisayarlı tomografiye benzer kesit kesit tedavi yapabilmesi sayesinde, diğer cihazlara nazaran çok daha seri bir kabiliyetle 360° dönüş yapma yeteneğine sahiptir ve bu sayede tedaviler daha kısa sürede tamamlanır. Cihazın kolimatör yapısı ve MLC hızı da milisaniyeler içinde açılma ve kapanma fonksiyonlarını yerine getirebildiğinden, karmaşık tedaviler dahi hızlı sürelerde gerçekleşir. Bu özellikler, cihazın radyoterapi alanında çok etkili bir araç olmasını sağlamaktadır (Khan & Gibbons, 2021).

2.6. Tedavi Karşılaştırma Parametreleri

Tanımlanan dozu PTV yi maksimum derecede saracak ve normal dokulara minimum hasar verecek şekilde çok sayıda birbirinden farklı tedavi planları oluşturabiliriz. Yapılan bu planlardan hangisinin en avantajlı olduğunu tayin edebilmek için; oluşan doz dağılımı, tümör ve normal dokular için minimum ve maksimum doz gibi tedavi parametrelerine bakılır.

2.6.1. İzodoz Eğrileri

Belirli bir ışının izodoz çizelgesini çıkartmak şu şekilde olur: derinlik dozunun eşit bir şekilde artırımını sonucunda, derinliğin ve merkez ekseninden enine mesafenin bir fonksiyonu olarak dozdaki değişimi temsil eden eğriler çizilir. Eğrilerin derinlik doz değerleri, merkez eksen üzerindeki maksimum doz referans noktasından ve ışınlanmış ortamda merkez eksen boyunca sabit bir mesafeden dışarı doğru normalize edilir. Birinci kategori izodoz eğrileri, ışın yönüne bakılmaksızın sabit bir kaynak-yüzey mesafesi (SSD) ile hasta tedavi edildiğinde geçerlidir. İkinci kategorideki izodoz eğrileri, izosentrik tedavi ünitesinin dönme eksenine karşılık gelen, maksimum doz derinliğinin ötesinde belirli bir derinlikte normalize edilmesiyle oluşur. İkinci kategori izodoz eğrileri, bilgisayar tedavi planlamasının ortaya çıkmasından önce izosentrik tedavilerin tedavi planlaması için kullanılmıştır (Khan & Gibbons, 2021).

2.6.2. Doz-Volüm Histogramı (DVH)

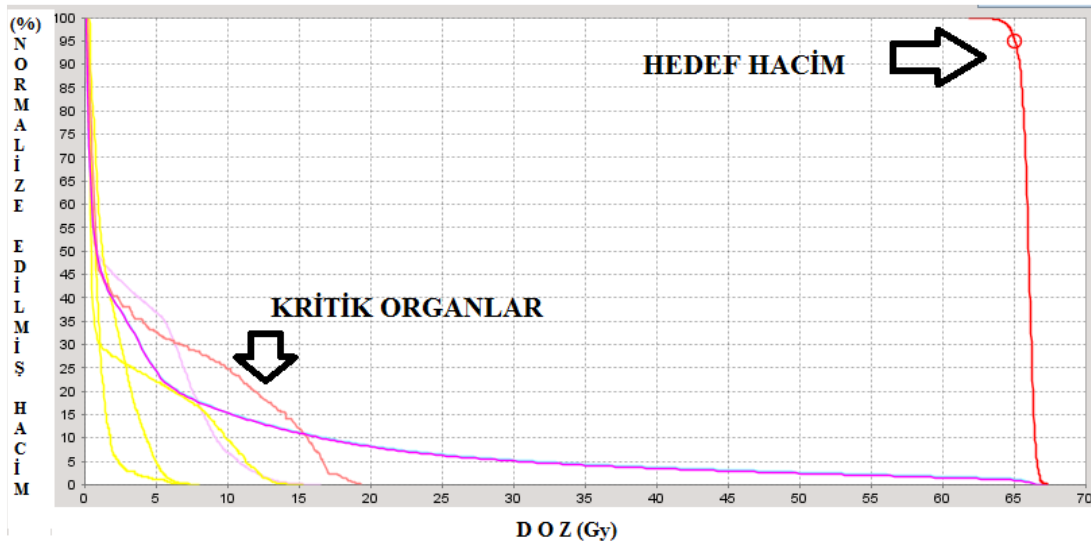
Konformal planları dozimetrik olarak değerlendirmek için DVH eğrilerinden faydalanılır. İki türlü DVH vardır: Kümülatif ve Diferansiyel.

Kümülatif DVH; PTV'lerin reçete edilen dozu sarması ve riskli organların alacağı dozların belirlenmesinde kullanılmaktadır. Burada yatay eksen reçete edilen dozu (Gy); dikey eksen ise (%) belirtilen doza eşit veya daha fazla doz alan hacmi gösterir.

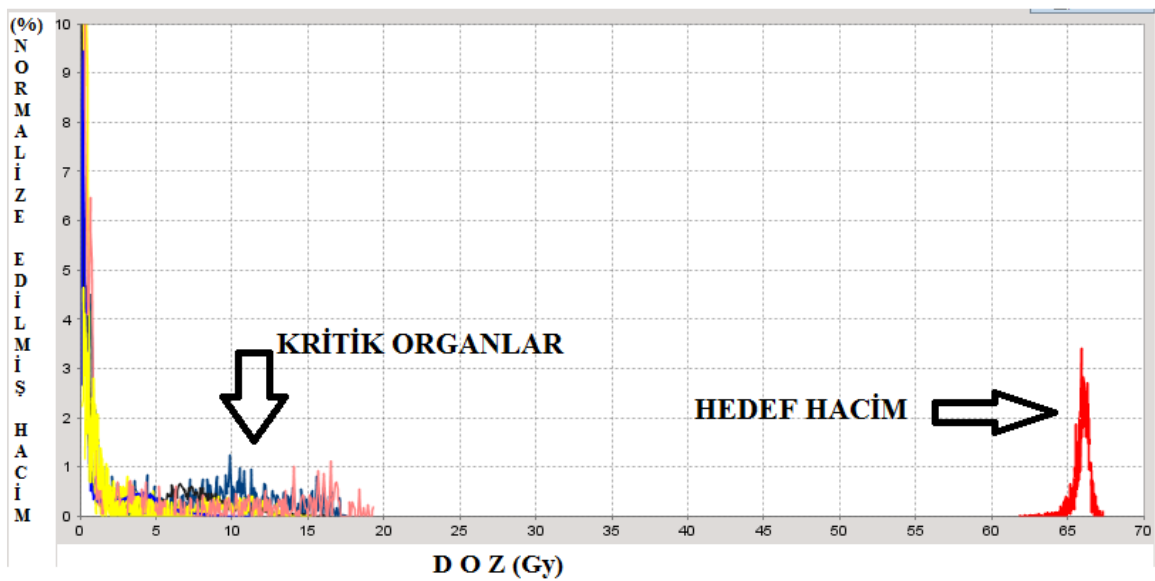
Bu grafikte y ekseninde bulunan her bir kesit, x ekseninde belirtilen doza eşit veya daha fazla doz alan hacim veya hacim yüzdesine karşılık gelmektedir. cDVH, dDVH'de her bir dozun sağ tarafına karşılık gelen bütün voksellerin toplanmasıyla oluşturulur. İlk kesitin (doz orjininin) hacim değeri yapının tüm hacmine eşittir. Çünkü tüm hacim en azından sıfır doz almaktadır. En son dilimse maksimum dozu alan hacmi belirtir. Literatürde cDVH ifadesinde bulunan c'nin kaldırılarak sadece DVH olarak adlandırıldığına dikkat edilmelidir.

Diferansiyel DVH, doz ağından (dose grid) kaynaklanan doz voksellerinin her birinin dağılım frekansının grafiğine karşılık gelmektedir. Her doz kesiti için o kesitte kaç tane vokseldiği grafiğin y eksenini oluşturur. Kesitlerin doz aralıkları da x eksenini oluşturur.

DVH lardan faydalanılarak; Hedef hacim için; minimum doz, maksimum doz, ortalama doz ve planlanan doza eşit veya daha fazla doz alan hacim yüzdesi gibi veriler, riskli organlar içinse maksimum nokta dozu, ortalama doz ve belirlenen tolerans dozuna eşit veya daha fazla doz alan hacim yüzdesi gibi veriler elde edilir (Becerir ve Alkaya, 2020).



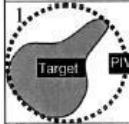
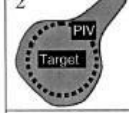
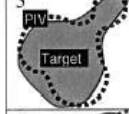
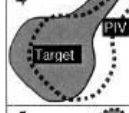
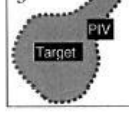
Grafik 1: Kümülatif doz hacim histogramı



Grafik 2: Diferansiyel doz hacim histogramı

2.6.3. Konformite İndeks (CI)

Tümöre iletilmesi planlanan doza ait izo-dozun tümör hacmini hangi ölçüde kapsamına aldığını tarif eden kavrama CI denir.

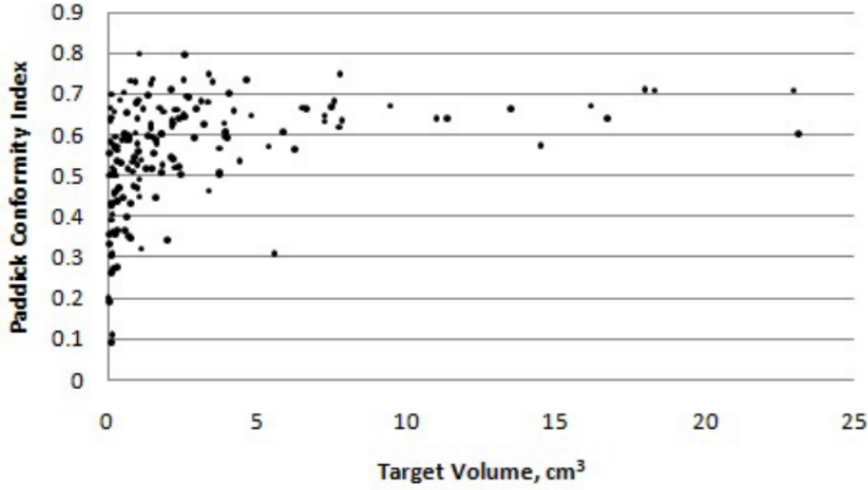
Izodoz Plan	Parametreler	$\frac{V_{RI}}{TV}$	$\frac{TV_{RI}}{TV}$	$\frac{TV_{RI}^2}{TV \times V_{RI}}$
1 	TV = 5cm ³ TV _{RI} = 5cm ³ V _{RI} = 10cm ³	2.00	1.00	0.50
2 	TV = 5cm ³ TV _{RI} = 3cm ³ V _{RI} = 3cm ³	0.60	0.60	0.60
3 	TV = 5cm ³ TV _{RI} = 4cm ³ V _{RI} = 5cm ³	1.00	0.80	0.64
4 	TV = 5cm ³ TV _{RI} = 3cm ³ V _{RI} = 5cm ³	1.00	0.60	0.36
5 	TV = 5cm ³ TV _{RI} = 5cm ³ V _{RI} = 5cm ³	1.00	1.00	1.00

Şekil 5: Farklı konformite indeks tanımlamaları arasındaki farklar.

CI terimi şu şekilde formülize edilmiştir.

$$CI = \frac{TV_{RI}}{TV} \times \frac{TV_{RI}}{V_{RI}}$$

Burada; CI, Uygunluk İndeksini, TV hedef hacimi, V_{RI} Referans izodoz hacmini ve TV_{RI} ise Referans izodoz tarafından sarılan hedef hacmi tanımlamaktadır (Torrens ve ark., 2014).



Grafik 3: Paddick CI ve Hedef Hacim (TV) karşılaştırması

2.6.4. Homojenite İndeks (HI)

HI, hedef hacme iletilen dozların hacmin her bölgesinde düzenli olarak dağıldığını tarif eden bir tanımdır.

Bu çalışmada ICRU HI formülü kullanılmıştır. ICRU83'e göre $HI = \frac{D_{\%2} - D_{\%98}}{D_{\%50}}$ dir.

Burada; $D_{\%2}$, hedef hacmin %2'sinin aldığı, $D_{\%98}$, hedef hacmin %98'inin aldığı ve $D_{\%50}$ ise hedef hacmin %50'sinin aldığı dozları ifade etmektedir.

Yapılan planlamanın homojenliğinin ne kadar iyi olduğunu hesaplanan HI datasının 0'a ne ölçüde yakınsadığından anlaşılmaktadır. (Dushko L ve ark. 2010).

HI (homojenlik indeksi), radyoterapi planının homojenliğini ölçen bir parametredir. HI değeri ne kadar düşükse, plan o kadar homojen olarak kabul edilir.

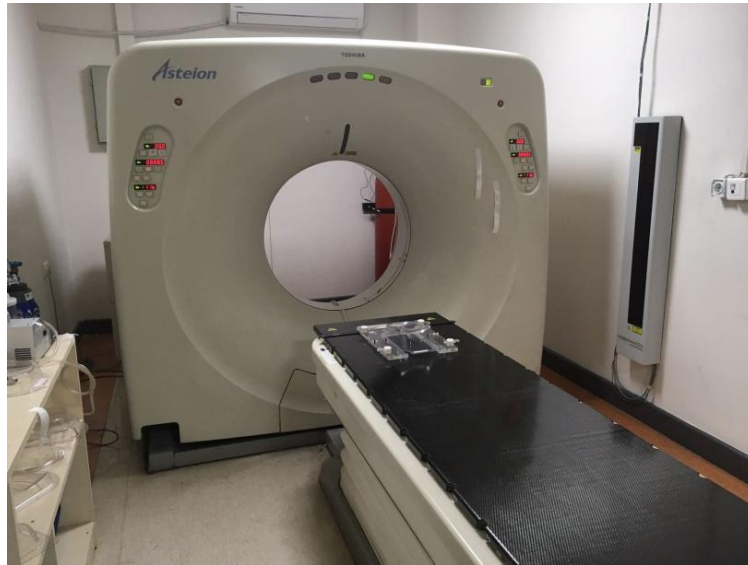
HI değeri sıfıra yaklaştığında, tedavi doz dağılımı oldukça homojen hale gelir. Bu, tedavinin tüm hedef bölgeye eşit şekilde uygulandığı anlamına gelir. Ancak, HI değeri sıfıra yaklaştıkça, sağlıklı dokulara uygulanan dozlar da artar, bu da sağlık riskleri açısından önemli olabilir (Yoon ve ark., 2007).

3. Gereç ve Yöntem

3.1. Gereçler

3.1.1. Bilgisayarlı Tomografi Cihazı (BT); Toshiba Asteion

Etimolojik olarak tomografi kelimesi, Yunanca tomos (kesit) ile graphia (görüntü) kelime köklerinin birleşiminden türemiştir ve manası kesitsel görüntüdür. BT özünde; bir katot tüpünden üretilen X ışını ve hastaya yönlendirilen bu ışınları tespit eden bir dedektörden meydana gelir. Bu veriler elektriksel sinyallere dönüştürülür. Bilgisayar bu verileri alır, kaydeder, işler ve bir ekrana bir imaj olarak aktarır. Son olarak insan vücudunun üç boyutlu görüntüsü iki boyutlu izdüşümsel imajlara dönüştürülerek ekrana aktarılır. Kesitsel görüntü elde etmesi nedeniyle radyolojide tanıda kullanılır. Toshiba marka Asteion model BT cihazı ile hastalara ait tomografi görüntüsü elde edilmiştir. Bu cihaz geniş tarama aralığına sahip, yüksek hızda helikal tarama yapabilen bir cihazdır. Baş dahil tüm vücut 360 derece rotasyonel tarama yapabilir, tarama kesit kalınlığı 0.5-5 mm arasında değiştirilebilir. Cihazın tarama süresi 0.75-3 sn arasındır, gantri tilt açısı -30° - 30° arası 0.5° arttırımlı ayarlanabilir. Tarama sıklığı max. 133 tarama /100 sn olan bir cihazdır. (Balcı ve Pabuşçu, 2008)



Şekil 6: Toshiba marka Asteion model BT Cihazı

3.1.2. Velocity Konturlama Programı

Çalışmamızda Velocity konturlama programı kullanılmıştır. Velocity, radyasyon onkolojisi alanında hekime ve çalışanlara; pek çok kaynaktan alınan Digital Imaging and Communications in Medicine (DICOM) uyumlu görüntülerin (MR-PET/CT vb.) karşılaştırılması, üst üste süperpoze edilmesini sağlayan bağımsız bir yazılım ürünüdür. Teşhis radyolojisi, onkoloji, radyasyon tedavisi planlaması ve diğer tıbbi uzmanlıklar tarafından hacim oluşturmalarını, 3-B plan değerlendirilmesine, PET ve BT görüntülerinin füzyonlanmasına ve DICOM formatıyla kesitlerin TPS'ne aktarılmasına olanak sağlamaktadır.

3.1.3. Monaco Tedavi Planlama Sistemi

Monaco TPS, Elekta Medical Systems firması tarafından geliştirilmiş bir tedavi planlama yazılımıdır. Monaco yazılımı bir kişisel bilgisayar (PC) iş istasyonunda çalışır ve XiO veya diğer Tedavi Planlama Sistemi (TPS) ile birlikte kullanılabilir. Ürünün özellikleri şu şekildedir: Simülasyon; 4C desteği, Konturlama Araçları, Füzyon, ışın yerleştirme, blok/bağlantı noktası tanımları ve gerçek zamanlı DRR'leri içerir. Bu çalışma, Ege Onkoloji Merkezi'ndeki Monaco 5.11.03 sürümü TPS sistemi kullanılarak hastaların 3BKRT ve VMAT tedavi planları yapılmıştır. Monaco TPS; Monte Carlo ve Collapsed Cone algoritmalarını kullanarak doz hesaplama işlemlerini gerçekleştirir. Monte Carlo algoritmasını TPS'lerden ayıran temel ayrım dozları marjin değerleriyle sınırlayabilme kapasitesi olması, biyolojik tabanlı çalışabilmesi, voksel tabanlı hesaplama yapabilmesi, kritik organ ve hedefleri göz önünde bulundurarak planlama yapabilme olanağı sunmasıdır.

Monaco'da planı gözden geçirme işlemi, bir doktorun, fizikçinin veya dozimetristin tedavi planlarını gerçek zamanlı olarak gözden geçirmesine ve karşılaştırmasına olanak tanır.

Plan gözden geçirmesi aşağıdaki görsel görüntülerin oluşmasına imkân verir;

- Colorwash veya izodozlar şeklinde BT verilerinin üzerine bindirilen doz dağılımlarına
- 3B görüntü üzerindeki doz dağılımına
- Doz hacim histogramlarına (DVH'ler)
- Işın ayarlamalarına olanak vererek görüntü oluşumlarını sağlar.

İlk aşama, hedef hacim ve kritik organlar için doz yoğunluk haritalarının oluşturulmasıdır. Bu haritalar, normal doku komplikasyonları ve tümör kontrol ihtimallerinin belirlenmesinde kullanılan kriterlere uygun olup olmadığının değerlendirilmesinde kullanılır. Eğer doz

yoğunluk haritası uygun bulunursa, ikinci bir optimizasyon aşaması olan segment şekli oluşturma optimizasyonu yapılır. Bu aşamada, çok yapraklı kolimatör (MLC) ,hedef hacmin şeklini sarar ve tedaviye başlamak için uygun hale getirir. Birinci optimizasyon aşamasında Pencil Beam (PB) algoritması kullanılırken, ikinci aşamada Monte Carlo (MC) algoritması kullanılır. Bu algoritmalar, fotonların hedef hacimdeki dağılımını modüle ederek tedavinin doğruluğunu artırır.

Planı gözden geçirme komutu aynı zamanda şu işlevleri yapmaya da olanak sağlar:

- Aynı hasta için birden fazla planın gözden geçirilmesine
- Görüntüleri pencere/seviye, doz şeffaflığı, yakınlaştırma ve kaydırma gibi temel araçlarla değiştirmeye
- Ekran için izodoz seviyelerini ayarlamaya
- Belirli bir plan için ışın ayarlarının gözden geçirilmesine
- Doz hacim histogramının gözden geçirilmesine
- Organ tabanlı DVH özetlerini oluşturmaya
- İki plan arasındaki farkları belirlemek için bir doz karşılaştırma ekranında karşılaştırmaya
- Plan özeti sonuçlarını ve özet DVH oluşumunu sağlar (Monaco Training Guide, 2015).

3.1.4. Elekta Synergy Tedavi Cihazı

Elekta Synergy hızlandırıcı, Elekta (Elekta Oncology Systems, Crawley, UK) tarafından üretilmiştir (Şekil 7). Elekta Synergy, foton ve elektron ışınları oluşturabilir. Hızlandırıcı, 3-B konformal ve Yoğunluk Modülasyonu modunda çok karmaşık hedefleri ışınlamak için kullanılabilir. Uluslararası tavsiyelere göre ilk klinik kullanımdan önce kabul ve devreye alma testleri yapılmalıdır. Daha sonra kalite kontrol testi düzenli olarak yapılmalıdır.

Bu çalışmada Monaco TPS'den gelen veriler Ege Onkoloji Merkezi'ndeki Elekta Synergy lineer hızlandırıcısında retrospektif olarak hastaya 3BKRT ve VMAT tedavi uygulanacak şekilde modellenmiştir. Elekta Synergy, 4 MV, 6 MV ve 15 MV foton ışını verme kapasitesine sahip bir dijital lineer hızlandırıcıdır. Maksimum alan boyutu 40×40 cm² olan çok yapraklı kolimatöre dikey olarak monte edilmiş bir çift yontulmuş diyaframa sahiptir. Hızlı hareket etme yeteneğine sahip kolimatöründeki tungsten MLC'lerin kalınlığı 9 cm ve yaprak hızı 3,5 cm/sn'dir. Yaprakların doğru konumu, Rubicon optik izleme sistemini sağlar. Hızlı hareket

eden çok yapraklı kolimatörünün birincil kolimatör hızı 9 cm/sn'dir. İzomerkez açıklığı 45 cm'dir (Narayanasamy ve ark., 2016).



Şekil 7: Elekta marka Snergy model Lineer Hızlandırıcı

3.1.5. Volo Accuray Tedavi Planlama Sistemi

“Volo (Accuray® Planing Station-Tomotherapy® Hi-Art 5.1.8 version)”, Tomoterapi platformu için yeni bir plan optimizasyon sistemidir. Tedavi planlamasını daha hızlı, daha esnek ve daha etkileşimli hale getirmek için voksel bazlı çalışan (CPU) tedavi planlama sisteminin yanında üst düzey grafik işleme birimi (GPU) donanımına sahiptir. Bu yetenek ile hastalara optimum planlama imkanı verir. VoLO Planlama ile doz hesaplaması ve optimizasyonu çok daha hızlı bir şekilde gerçekleştirilmektedir. Kısa sürede, planlar optimize edilebilir, son haline getirilebilir ve kaydedilebilir. Büyük, basit vakaların yanı sıra; karmaşık tedavi hacimlerinde de en optimize planları elde eder. İki tip bloklama yeteneğine sahiptir. Kısmi bloklama yöntemi, kritik organların sadece gelen ışın demetinin çıkışından ışına maruz kalmasını sağlar. Bu yöntemde, ışın demeti, kritik organa zarar vermeden hedef hacme yönlendirilir. Bu sayede, kritik organlar maksimum doz limitlerinin altında kalarak korunabilir.

Tam bloklama yöntemi ise, kritik organların ne girişten ne de çıkıştan hiçbir şekilde ışına maruz kalmamasını sağlar. Bu yöntemde, kritik organların üzeri kurşun veya diğer radyasyon

geçirmeyen malzemelerle kaplanır. Bu sayede, kritik organların zarar görmesi tamamen engellenir.

Her iki yöntem de, radyoterapi tedavisinde normal dokuların zarar görmesini en aza indirmek için kullanılır. Hangi yöntemin tercih edileceği, tedavi planlaması sırasında belirlenir ve tedavinin başarısı için oldukça önemlidir.

Söz konusu 10 hastada tedavi planlama sistemi olarak Ege Onkoloji Merkezi'ndeki Accuray Volo ters planlama algoritması kullanılmıştır. Bu planlama sistemi 6 MV enerjilidir. Hedef hacme ulaşılacak olan dozun önceden belirlenmesiyle başlar. Daha sonra, kritik organlar olarak adlandırılan normal dokuların hasar görmesini önlemek için, bu organlara izin verilen maksimum doz limitleri belirlenir. Planlama yazılımı, hedef hacme ulaşılacak dozun yanı sıra, kritik organlardaki doz limitlerini de dikkate alarak optimal bir doz haritası oluşturur. Dozu hesaplamak ve tedavi uygulama sistemini kontrol eden parametreleri optimize etmek için aynı anda çalışan 448 işlemci içerir (Bedford ve ark., 2012).

3.1.6. Tomoterapi Hi-Art Tedavi Cihazı

Tomoterapi kavramı, yoğunluk ayarlı radyoterapi (YART) gerçekleştirmek için tamamen farklı bir tekniği temsil eder. Geleneksel çok yapraklı kolimatör yerine, radyasyon dar bir fana yönlendirilir ve fan ışını hastanın etrafında eşmerkezli olarak dönen MLC sistemi kullanır. Bunu yaptığı gibi, bir boyutlu yoğunluk modülasyonlu ışın (1-B IMB), yarığın yönüne dik açılarda alan açıklığını küçültücü tungsten atışları, kolimatör yaprakları tarafından oluşturulur ve sürekli olarak değiştirilir. Bu kavramla ilişkili ayırt edici özelliklere sahip iki yöntem vardır. İlkinde hasta sabit bir masanın üzerinde yatırılır. Bu durumda, hastanın küçük bir kesitine YART yapılır ve diğer kesitlerin YART'ını tamamlamak için hasta masası peyderpey ilerletilir. Diğer uygulamada, hasta masası, daha sonra durağan olarak kabul edilen hastaya göre sarmal bir hareket gerçekleştiren dönen ışın boyunca yavaşça çevrilir. İlk yöntem Mark Carol ve NOMOS Corporation* tarafından, ikincisi ise Rock Mackie ve Wisconsin Üniversitesi'ndeki meslektaşları tarafından önerilmiş ve geliştirilmiştir (Mackie ve diğerleri, 1993). Her iki uygulamada ortak olan, çok yapraklı kolimatördür. Bu özel kolimatör Swerdloff ve arkadaşları tarafından icat edilmiş ve patenti alınmıştır. (1994) Wisconsin'de, ilk olarak onu MIMiC (multivane yoğunluk modülasyonlu kolimatör) olarak adlandıran NOMOS Corporation tarafından yapılmıştır. MIMiC, elektro-pnömatik kontrol altında (yarım) yarığın içine ve dışına ateşlenebilen iki 20 kanatlı tungsten sırasını içerir. Kanatların arkasındaki hava basıncı, önlerine doğru daha yüksek bir hava basıncı kanatları açana kadar kanatları kapalı tutar. 20 ms'de açık

durumdan kapalı duruma geçebilirler. IMB, açıklıktaki kanatların değişen bekleme sürelerinden oluşturulur. Kanatlar aksenal olarak kaynağa odaklanmıştır ve kaynak tarafında 5 mm hasta tarafında 6 mm genişliğinde, 8 cm derinliğinde olup, izomerkezde atış 1 cm veya 2 cm olacak şekilde ayarlanabilmektedir. MIMiC aynı anda iki YART dilimi oluşturur (Mayles ve ark., 2007).

Temel genel özelliklerine değinecek olursak; 47 85 cm'lik bir kaynak-eksen mesafesinde bir halka gantri etrafında döndürülmüş kısa ve sıralı, 6-MV bir linaktır (Siemens Oncology Systems, Concord, CA). Şekil 8, Davis Kaliforniya Üniversitesi'nde kurulan üniteyi göstermektedir. YART tedavisi, sarmal bir BT çalışmasında olduğu gibi, hasta destek yatağı gantry halkası boyunca y yönünde (gantry'ye doğru) çevrilerek gerçekleştirilir. Böylece, hastanın referans çerçevesindeki tedavi ışını, bir sarmal boyunca içe doğru açılı şekilde olur. Burada yelpaze ışınının orta noktası deliğin merkezinden geçmektedir. Helikal BT'ye benzer şekilde, tedavi ışını aralığı, yatağın gantry dönüşü başına kat ettiği mesafenin y yönündeki alan genişliğine bölünmesi sonucu elde edilir. (tipik olarak 0,2 ile 0,5 arasındadır). Kirişin y yönündeki genişliği, herhangi bir özel hasta tedavisi için seçilebilir üç değerden birine (1, 2,5 veya 5 cm) sabitlenen bir çift çene tarafından belirlenir. Yanal olarak, tedavi ışını, yaprakları açık ve kapalı durumlar arasında hızla geçiş yapan 64 yapraklı ikili bir MLC tarafından ayarlanır. Her bir kanadın, 40 cm'lik olası maksimum açık yanal alan uzunluğu için delik merkezinde 6,25 mm'lik bir çıkıntı genişliği vardır. Yoğunluk modülasyonu, farklı yaprakların açılma zaman dilimini değiştirerek gerçekleştirilir. Bireysel modülasyon şablonu açi ayarıyla değiştirilebilir (tam bir devir boyunca tam olarak 51 çıkıntıya bölünmüştür). Tedavi sırasında gantry, 10 ile 60 saniye/dönüş arasında değişen bir süre boyunca sabit hızda döner. Modülasyon faktörü, bir işlem ışını projeksiyonunun ayar derecesini belirtir. Bu da projeksiyon için maksimum kanat açık kalma süresinin ortalama kanat açık kalma süresine oranıdır. Pitch ve izin verilen maksimum modülasyon faktörü, tedavi planlayıcısı tarafından belirtilmesi gereken parametrelerdir. Yüksek modülasyonlu tedavilerin uyumluluğu yüksek ancak teslim edilme süreleri uzun olur. Yerleşik xenon BT detektör sistemi ve 6-MV linac (3,6 MV'ye ayarlı) kullanılarak, hasta destek yatağı gantry halkası boyunca y yönünde çevrildiğinde yapraklar tamamen açıkken helikal bir MVCT görüntüsü elde edilir. Kayıt yazılımı ise günlük hasta kurulum görüntüsünü kayıtlı reçeteli BT planlama görüntüsüyle karşılaştırmayı sağlar. Böylece hastaya tedavi süresi boyunca en doğru tedavi verilerek kontrol edilmiş olur. Bu özelliklere sahip Ege Onkoloji Merkezi'ndeki lineer hızlandırıcı bahsi geçen 10 hasta için retrospektif olarak tedavi planının uygulanacağı cihaz olarak seçilmiştir (Halperin ve ark., 2018).



Şekil 8: Tomotherapy marka Hi-Art model helikal lineer hızlandırıcı

3.2. Yöntem

3.2.1. Hasta Seçimi ve Tedavi Hacimlerinin Tamamlanması

Bu tez çalışmasında Ocak 2023- Haziran 2023 Ege Üniversitesi Tıp Fakültesi Radyasyon Onkolojisi Anabilim dalında belirtilen tarihler arasında tamamlanmıştır.

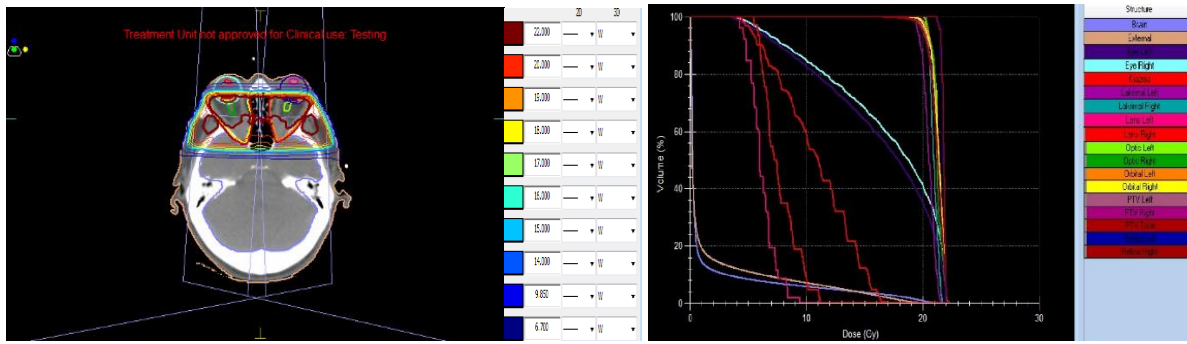
Çalışmamıza 2012-2019 yılları arasında Ege Üniversitesi Tıp Fakültesi Radyasyon Onkolojisi Anabilim Dalı'nda TO tanısı alan 10 hasta dahil edilmiştir. BT simülatör ile elde edilen görüntüler Monaco ve Volo Accuray planlama sistemlerine yüklenmiştir. GTV volümü olarak sağ ve sol retroorbital yağ dokusu tanımlanmıştır. GTV üzerine PTV hacmi de dahil edilerek tedavi volümü verilmiştir. Ardından sağ ve sol göz, sağ ve sol lens, sağ ve sol lakrimal, sağ ve sol optik sinir, sağ ve sol retina ve kiazma gibi kritik organlar radyasyon onkoloğu tarafından riskteki organlar olarak belirlenmiştir. Tomoterapi cihazının helikal tedavi uygularken lens dozlarını düşürmesi için sağ ve sol lensin etrafına Lens+2 mm'lik ring volumu velocity konturlama programında tanımlatılmıştır.

3.2.2. Çalışmada Kullanılan Yöntemler

Planlanan 3BKRT, VMAT ve Helikal Tomoterapi tedavi tekniklerini 10 fraksiyonda 20 Gy reçete dozu belirlenerek geriye yönelik olarak planlanıp dozimetrik olarak sonuçların karşılaştırılması amaçlanmıştır. Reçete edilen dozun tamamı hacmin %95'ini saracak şekilde planlar yapılmıştır.

3.2.2.1. 3BKRT

Monaco 5.11.03 Tedavi Planlama Sistemi ile, tümörlü bölgede reçete edilen dozu doyurabilme amaçlı hastalarda 80° - 90° ve 270° - 280° olarak belirlenen karşılıklı lateral açı seçimleri hastalar için özel olarak belirlendi. Ayrıca lens dozlarını en aza indirebilmek için 80° - 90° 'lik lateral açılarda 10° kolimasyon açısı, 270° - 280° 'lik açılarda 350° 'lik kolimasyon açıları uygulandı. Bu tedavi planları oluşturulurken 6 MV foton enerjisi seçildi ve hesap algoritması olarak Collapsed Cone kullanıldı. Hedefe göre alan boyutları belirlendi ve ağırlıklar eşit olarak dağıtıldı. Ağırlıklar, kritik organların ve hedef hacmin lokasyonu göz önünde bulundurularak manuel olarak verildi. Bunun sonucunda MU değerleri için lateral açılarda eşit olarak hesaplama sonucu elde edildi (Şekil 9).



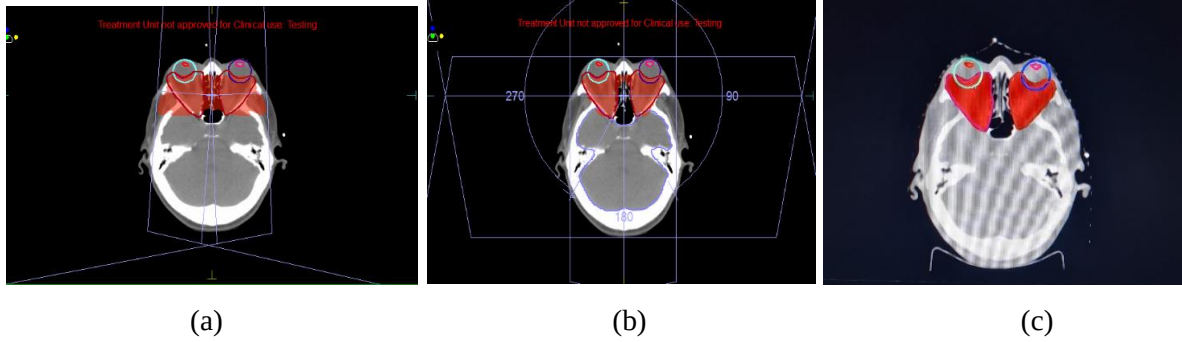
Şekil 9: 3BKRT plan için izodoz çizgileri ve DVH grafiği

3.2.2.2. VMAT

VMAT tedavi planları Monaco TPS programında yapılmıştır. VMAT tedavi planları için kolimatör açısı 0° iken, 6MV enerji seçimiyle gantri açısı 210°’den başlayıp 150° ‘de sonlanan 300°’lik kısmi iki ark kullanılmıştır. Toplam 20 Gy olarak belirlenen tedavi dozu PTV’yi saracak şekilde uygulandı. Bu şekilde önden geçen kısmi arklar sayesinde beyin dokusunun korunması amaçlanmıştır (Şekil 10).

- PTV için $D_{\%2}$, $D_{\%50}$, $D_{\%95}$, $D_{\%98}$, $D_{\min}$, $D_{\max}$, D_{mean} doz değerleri ve
- Konturlaması yapılan kritik organların (sağ ve sol göz, sağ ve sol lens, sağ ve sol lakrimal, sağ ve sol optik sinir, sağ ve sol retina ve kiazma) $D_{\%1}$, $D_{\%5}$, $D_{\min}$, $D_{\max}$, D_{mean} değerleri Quantec doz sınırlarına göre sağlanmıştır. Her bir hasta için yapılan üç plan sonrası DVH sonuçları toplanarak istatistiksel olarak değerlendirmeye geçildi.

Aşağıda şekil 12’de yapılan üç plan için 20 Gy’ lik dozun izodoz görünümü paylaşılmıştır.



Şekil 12: (a) 3BKRT plan için 20 Gy izodoz görünümü, (b) VMAT plan için 20 Gy izodoz görünümü, (c) HT Plan için 20 Gy izodoz görünümü.

3.2.2.4. Verilerin İstatistiksel Analizi

Her hasta için yapılan üç farklı planın doz verilerinin istatistiksel olarak değerlendirilmesi “Statistical Package for the Social Sciences” (SPSS) PASW Statistics 21 programı kullanıldı. Normallik varsayımı Shapiro-Wilk testi ile incelendi. Normal dağılıma uygunluk gösteren verilerin homojenlik durumuna “Repetad 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 uygunluk göstermeyen veriler için “Friedman” testi ve sonrası “Bonferonni” düzeltmeli “Dunn” testi yapıldı. Farkları tanımlayıcı terimler olarak medyan (min-max) kullanılmıştır. Analiz sonuçları elde edilen p değerine göre yorumlandı. $p \leq 0,005$ değeri anlamlı kabul edildi.

4. Bulgular

Çalışmamızda 2012-2019 yılları arasında Ege Üniversitesi Radyasyon Onkolojisi Anabilim Dalı'nda TO tanısı ile radyoterapi kararı alınmış 10 hastanın hali hazırda tedavi için çekilmiş planlama BT'leri kullanılmıştır. Bu BT'lere 3BKRT, VMAT, HT sanal planları uygulanarak karşılaştırılması yapılmıştır.

4.1. PTV Hedefine Ait Dozlar

4.1.1. Hedef PTV'ye ait D₉₅ Dozları ve İstatistiksel Analiz Sonuçları

3BKRT-VMAT-HT planlama teknikleri sonucunda TO tanısı almış olan 10 hastanın hedef PTV'ye ait D₉₅ dozları, istatistiksel veriler ile bunların birbiriyle karşılaştırılmaları aşağıdaki tablolarda verilmiştir.

Tablo 1: Hedef PTV'ye ait D₉₅ dozları (Gy)

HASTA NO	3BKRT	VMAT	HT
1	21,515	21,329	21,611
2	21,991	21,718	21,717
3	22,326	21,545	21,550
4	22,400	21,696	21,912
5	21,931	21,444	21,668
6	22,160	22,182	21,614
7	21,897	21,811	21,763
8	21,667	21,423	21,379
9	22,242	21,315	21,488
10	22,081	21,478	21,705

Tablo 2: Hedef PTV'ye ait D₉₅ (Gy) için istatistiksel veriler (p<0,05)

	3BKRT	VMAT	HT
Ortalama	22,021	21,594	21,641
Medyan	22,036	21,511	21,641
Minimum	21,515	21,315	21,379
Maksimum	22,400	22,182	21,912
Standart Sapma	0,282	0,265	0,149

Tablo 3: Hedef PTV'ye ait D%2 (Gy) dozlarının istatistiksel verilerinin üç yöntem için karşılaştırması (p<0,05)

İkili Karşılaştırma	p Değeri
3BKRT ile VMAT	0,007
3BKRT ile HT	0,005
VMAT ile HT	1,000

Üç tekniğin değerlendirilmesi “Shapiro-Wilk” testi ile yapılmış ve normal dağılıma uygun olduğu tespit edilmiştir. PTV'ye ait D_{%2} ortalama değerlerine bakıldığında 3BKRT, VMAT, HT için sırasıyla (22,021 Gy; 21,594 Gy; 21,641Gy) elde edildi ve en düşük değerin VMAT, en yüksek değerin ise 3BKRT planlama tekniği olduğu görüldü. Planların ikili istatistiksel karşılaştırılmasında 3BKRT ve VMAT istatistiksel olarak anlamlı (p=0,007) ve VMAT'ın daha düşük değerde olduğu tespit edilmiştir. 3BKRT ve HT arasındaki karşılaştırma istatistiksel olarak anlamlı (p=0,005) ve HT'de daha düşük değer bulunmuştur. VMAT'ın ortalama değeri daha düşük olmasına rağmen HT ile arasında ise istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmamıştır (p=1,000).

4.1.2. Hedef PTV'ye ait D%50 Dozları ve İstatistiksel Analiz Sonuçları

3BKRT-VMAT-HT planlama teknikleri sonucunda TO tanısı almış olan 10 hastanın hedef PTV'ye ait D_{%50} dozları, istatistiksel veriler ile bunların birbiriyle karşılaştırılmaları Tablo 4, Tablo 5 ve Tablo 6'da gösterimiştir.

Tablo 4: Hedef PTV'ye ait D%50 dozları (Gy)

HASTA NO	3BKRT	VMAT	HT
1	21,031	20,726	20,931
2	21,395	20,963	21,008
3	21,685	20,801	20,989
4	21,801	20,852	21,118
5	21,359	20,719	21,260
6	21,275	21,371	21,160
7	21,326	20,960	21,288
8	21,194	20,818	20,746
9	21,640	20,745	20,954
10	21,464	20,776	21,198

Tablo 5: Hedef PTV'ye ait D%50 (Gy) için istatistiksel veriler (p<0,05)

	3BKRT	VMAT	HT
Ortalama	21,417	20,8731	21,065
Medyan	21,377	20,8095	21,063
Minimum	21,031	20,719	20,746
Maksimum	21,801	21,371	21,288
Standart Sapma	0,236	0,195	0,169

Tablo 6: Hedef PTV'ye ait D%50 (Gy) dozlarının istatistiksel verilerinin üç yöntem için karşılaştırması (p<0,05)

İkili Karşılaştırma	p Değeri
3BKRT ile VMAT	0,001
3BKRT ile HT	0,042
VMAT ile HT	0,791

Üç tekniğin değerlendirilmesi “Shapiro-Wilk” testi ile yapılmış ve normal dağılıma uygun olmadığı tespit edilmiştir. PTV'ye ait D_{%50} medyan değerlerine bakıldığında 3BKRT, VMAT, HT için sırasıyla (21,377 Gy; 20,8095 Gy; 21,063 Gy) elde edildi ve en düşük değerin VMAT, en yüksek değerin ise 3BKRT planlama tekniği olduğu görüldü. Planların ikili istatistiksel karşılaştırılmasında 3BKRT ve VMAT istatistiksel olarak anlamlı (p=0,001) ve VMAT'ın daha düşük değerde olduğu tespit edilmiştir. 3BKRT ve HT arasındaki karşılaştırma istatistiksel olarak anlamlı (p=0,042) ve HT'de daha düşük değer bulunmuştur. VMAT'ın ortalama değeri daha düşük olmasına rağmen HT ile arasında ise istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmamıştır (p=0,791).

4.1.3. Hedef PTV'ye ait D_{%98} Dozları ve İstatistiksel Analiz Sonuçları

3BKRT-VMAT-HT planlama teknikleri sonucunda TO tanısı almış olan 10 hastanın hedef PTV'ye ait D_{%98} dozları, istatistiksel veriler ile bunların birbiriyle karşılaştırılmaları Tablo 7, Tablo 8 ve Tablo 9'da gösterilmiştir.

Tablo 7: Hedef PTV'ye ait D%98 dozları (Gy)

HASTA NO	3BKRT	VMAT	HT
1	19,614	19,794	19,707
2	18,828	19,536	19,626
3	17,736	19,695	19,794
4	17,712	19,666	19,110
5	18,898	19,693	19,238
6	18,934	19,045	19,577
7	19,560	19,567	19,616
8	19,087	19,744	19,827
9	17,871	19,756	19,710
10	18,814	19,726	19,614

Tablo 8: Hedef PTV'ye ait D%98 (Gy) için istatistiksel veriler (p<0,05)

	3BKRT	VMAT	HT
Ortalama	18,705	19,622	19,582
Medyan	18,863	19,694	19,621
Minimum	17,712	19,045	19,110
Maksimum	19,614	19,794	19,827
Standart Sapma	0,702	0,218	0,231

Tablo 9: Hedef PTV'ye ait D%98 (Gy) dozlarının istatistiksel verilerinin üç yöntem için karşılaştırması (p<0,05)

İkili Karşılaştırma	p Değeri
3BKRT ile VMAT	0,002
3BKRT ile HT	0,002
VMAT ile HT	1,000

Üç tekniğin değerlendirilmesi “Shapiro-Wilk” testi ile yapılmış ve normal dağılıma uygun olmadığı tespit edilmiştir. PTV'ye ait D%98 medyan değerlerine bakıldığında 3BKRT, VMAT, HT için sırasıyla (18,863 Gy; 19,694 Gy; 19,621 Gy) elde edildi ve en düşük değerin 3BKRT, en yüksek değerin ise VMAT planlama tekniği olduğu görüldü. Planların ikili istatistiksel karşılaştırılmasında 3BKRT ve VMAT istatistiksel olarak anlamlı (p=0,002) ve 3BKRT'nin daha düşük değerde olduğu tespit edilmiştir. 3BKRT ve HT arasındaki karşılaştırma istatistiksel olarak anlamlı (p=0,002) ve 3BKRT'de daha düşük değer bulunmuştur. HT'nin ortalama değeri daha düşük olmasına rağmen VMAT ile arasında ise istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmamıştır (p=1,000).

4.1.4. Hedef PTV'ye ait D_{min} Dozları ve İstatistiksel Analiz Sonuçları

3BKRT-VMAT-HT planlama teknikleri sonucunda TO tanısı almış olan 10 hastanın hedef PTV'ye ait D_{min} dozları, istatistiksel veriler ile bunların birbiriyle karşılaştırılmaları Tablo 10, Tablo 11 ve Tablo 12'da gösterilmiştir.

Tablo 10: Hedef PTV'ye ait Dmin dozları (Gy)

HASTA NO	3BKRT	VMAT	HT
1	15,225	17,133	17,570
2	11,850	15,899	18,430
3	11,545	16,016	15,720
4	10,011	14,901	12,150
5	10,610	14,697	10,430
6	8,312	13,255	11,850
7	15,003	16,327	15,670
8	14,328	16,045	16,860
9	10,617	17,030	17,500
10	10,819	16,343	11,750

Tablo 11: Hedef PTV'ye ait Dmin Gy) için istatistiksel veriler (p<0,05)

	3BKRT	VMAT	HT
Ortalama	11,832	15,765	14,793
Medyan	11,182	16,0305	15,695
Minimum	8,312	13,255	10,430
Maksimum	15,225	17,133	18,430
Standart Sapma	2,299	1,177	2,946

Tablo 12: Hedef PTV'ye ait Dmin (Gy) dozlarının istatistiksel verilerinin üç yöntem için karşılaştırması (p<0,05)

İkili Karşılaştırma	p Değeri
3BKRT ile VMAT	0,000
3BKRT ile HT	0,010
VMAT ile HT	0,640

Üç tekniğin değerlendirilmesi “Shapiro-Wilk” testi ile yapılmış ve normal dağılıma uygun olduğu tespit edilmiştir. PTV'ye ait D_{min} ortalama değerlerine bakıldığında 3BKRT, VMAT, HT için sırasıyla (11,832 Gy; 15,765 Gy; 14,793 Gy) elde edildi ve en düşük değerin 3BKRT, en yüksek değerin ise VMAT planlama tekniği olduğu görüldü. Planların ikili istatistiksel karşılaştırılmasında 3BKRT ve VMAT istatistiksel olarak anlamlı (p=0,000) ve 3BKRT'nin daha düşük değerde olduğu tespit edilmiştir. 3BKRT ve HT arasındaki karşılaştırma istatistiksel olarak anlamlı (p=0,010) ve 3BKRT'de daha düşük değer bulunmuştur. HT'nin ortalama değeri

daha düşük olmasına rağmen VMAT ile arasında ise istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmamıştır ($p=0,640$).

4.1.5. Hedef PTV'ye ait D_{max} Dozları ve İstatistiksel Analiz Sonuçları

3BKRT-VMAT-HT planlama teknikleri sonucunda TO tanısı almış olan 10 hastanın hedef PTV'ye ait D_{max} dozları ve istatistiksel veriler Tablo 13 ve Tablo 14'de gösterilmiştir.

Tablo 13: Hedef PTV'ye ait D_{max} dozları (Gy)

HASTA NO	3BKRT	VMAT	HT
1	21,815	21,744	22,050
2	21,188	22,353	22,130
3	22,623	22,042	22,270
4	22,661	22,288	22,460
5	22,138	22,012	22,240
6	22,484	22,665	22,000
7	22,033	22,343	22,180
8	21,897	21,882	21,760
9	22,615	21,703	21,920
10	22,271	21,985	22,050

Tablo 14: Hedef PTV'ye ait D_{max} (Gy) için istatistiksel veriler ($p<0,05$)

	3BKRT	VMAT	HT
Ortalama	22,173	22,102	22,106
Medyan	22,204	22,027	22,09
Minimum	21,188	21,703	21,760
Maksimum	22,661	22,665	22,460
Standart Sapma	0,464	0,304	0,197

Üç tekniğin değerlendirilmesi “Shapiro-Wilk” testi ile yapılmış ve normal dağılıma uygun olduğu tespit edilmiştir. PTV'ye ait D_{max} ortalama değerlerine bakıldığında 3BKRT, VMAT, HT için sırasıyla (22,173 Gy; 22,102 Gy; 22,106 Gy) elde edildi ve homojenlik durumuna “Repetad ANOVA” testi kullanılarak bakıldı. $p>0,05$ olduğundan 3 planlama tekniği arasında anlamlı fark belirlenemedi.

4.1.6. Hedef PTV'ye ait D_{mean} Dozları ve İstatistiksel Analiz Sonuçları

3BKRT-VMAT-HT planlama teknikleri sonucunda TO tanısı almış olan 10 hastanın hedef PTV'ye ait D_{mean} dozları, istatistiksel veriler ile bunların birbiriyle karşılaştırılmaları Tablo 15, Tablo 16 ve Tablo 17'de gösterilmiştir.

Tablo 15: Hedef PTV'ye ait D_{mean} dozları (Gy)

HASTA NO	3BKRT	VMAT	HT
1	20,906	20,669	20,910
2	21,188	20,848	20,940
3	21,432	20,751	20,910
4	21,551	20,806	20,970
5	21,153	20,732	21,080
6	21,232	21,215	20,960
7	21,164	20,897	21,100
8	21,042	20,740	20,690
9	21,403	20,685	20,850
10	21,256	20,732	21,020

Tablo 16: Hedef PTV'ye ait D_{mean} (Gy) için istatistiksel veriler ($p<0,05$)

	3BKRT	VMAT	HT
Ortalama	21,232	20,807	20,943
Medyan	21,210	20,745	20,950
Minimum	20,906	20,669	20,690
Maksimum	21,551	21,215	21,100
Standart Sapma	0,191	0,159	0,118

Tablo 17: Hedef PTV'ye ait D_{mean} (Gy) dozlarının istatistiksel verilerinin üç yöntem için karşılaştırması ($p<0,05$)

İkili Karşılaştırma	p Değeri
3BKRT ile VMAT	0,000
3BKRT ile HT	0,076
VMAT ile HT	0,353

Üç tekniğin değerlendirilmesi “Shapiro-Wilk” testi ile yapılmış ve normal dağılıma uygun olmadığı tespit edilmiştir. PTV'ye ait D_{mean} medyan değerlerine bakıldığında 3BKRT, VMAT, HT için sırasıyla (21,210 Gy; 20,745 Gy; 20,950 Gy) elde edildi ve en düşük değerin VMAT, en yüksek değerin ise 3BKRT planlama tekniği olduğu görüldü. Planların ikili istatistiksel karşılaştırılmasında 3BKRT ve VMAT istatistiksel olarak anlamlı ($p=0,000$) ve VMAT'ın daha düşük değerde olduğu tespit edilmiştir. 3BKRT ve HT arasındaki karşılaştırma istatistiksel

olarak anlamlı fark bulunmamasına rağmen ($p=0,076$) HT’de daha düşük değer bulunmuştur. VMAT’ın ortalama değeri daha düşük olmasına rağmen HT ile arasında ise istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmamıştır ($p=0,353$).

4.1.7. Hedef PTV’ye ait HI Değerleri ve İstatistiksel Analiz Sonuçları

3BKRT-VMAT-HT planlama teknikleri sonucunda TO tanısı almış olan 10 hastanın hedef PTV’ye ait HI değerleri, istatistiksel veriler ile bunların birbiriyle karşılaştırılmaları Tablo 18, Tablo 19 ve Tablo 20’da gösterilmiştir.

Tablo 18: Hedef PTV’ye ait HI değerleri

HASTA NO	3BKRT	VMAT	HT
1	0,090	0,074	0,091
2	0,211	0,104	0,099
3	0,148	0,090	0,084
4	0,215	0,097	0,133
5	0,142	0,084	0,114
6	0,151	0,145	0,096
7	0,110	0,107	0,100
8	0,122	0,081	0,075
9	0,202	0,075	0,085
10	0,152	0,084	0,099

Tablo 19: Hedef PTV’ye ait HI değerleri için istatistiksel veriler ($p<0,05$)

	3BKRT	VMAT	HT
Ortalama	0,154	0,0941	0,098
Medyan	0,149	0,0870	0,098
Minimum	0,090	0,074	0,075
Maksimum	0,215	0,145	0,133
Standart Sapma	0,0428	0,021	0,016

Tablo 20: Hedef PTV’ye ait HI değerinin istatistiksel verilerinin üç yöntem için karşılaştırması ($p<0,05$)

İkili Karşılaştırma	p Değeri
3BKRT ile VMAT	0,005
3BKRT ile HT	0,011
VMAT ile HT	1,000

Üç tekniğin değerlendirilmesi “Shapiro-Wilk” testi ile yapılmış ve normal dağılıma uygun olmadığı tespit edilmiştir. PTV’ye ait HI’nin medyan değerlerine bakıldığında 3BKRT, VMAT,

HT için sırasıyla (0.149; 0,087; 0,098) elde edildi ve en düşük değerin VMAT, en yüksek değerin ise 3BKRT planlama tekniği olduğu görüldü. Planların ikili istatistiksel karşılaştırılmasında 3BKRT ve VMAT istatistiksel olarak anlamlı ($p=0,005$) ve VMAT'ın daha düşük değerde olduğu tespit edilmiştir. 3BKRT ve HT arasındaki karşılaştırma istatistiksel olarak anlamlı ($p=0,011$) HT'de daha düşük değer bulunmuştur. VMAT'ın ortalama değeri daha düşük olmasına rağmen HT ile arasında ise istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmamıştır ($p=1,000$).

4.1.8. Hedef PTV'ye ait CI Değerleri ve İstatistiksel Analiz Sonuçları

3BKRT-VMAT-HT planlama teknikleri sonucunda TO tanısı almış olan 10 hastanın hedef PTV'ye ait CI değerleri, istatistiksel veriler ile bunların birbiriyle karşılaştırılmaları Tablo 21, Tablo 22 ve Tablo 23'de gösterilmiştir.

Tablo 21: Hedef PTV'ye ait CI değerleri

HASTA NO	3BKRT	VMAT	HT
1	0,392	0,708	0,743
2	0,374	0,667	0,783
3	0,313	0,713	0,802
4	0,280	0,667	0,770
5	0,410	0,742	0,784
6	0,351	0,583	0,753
7	0,377	0,679	0,807
8	0,440	0,741	0,865
9	0,329	0,742	0,843
10	0,398	0,730	0,797

Tablo 22: Hedef PTV'ye ait CI değerleri için istatistiksel veriler ($p<0,05$)

	3BKRT	VMAT	HT
Ortalama	0,366	0,697	0,795
Medyan	0,376	0,711	0,791
Minimum	0,280	0,583	0,743
Maksimum	0,440	0,742	0,865
Standart Sapma	0,048	0,050	0,038

Tablo 23: Hedef PTV'ye ait CI değerinin istatistiksel verilerinin üç yöntem için karşılaştırması (p<0,05)

İkili Karşılaştırma	p Değeri
3BKRT ile VMAT	0,007
3BKRT ile HT	0,004
VMAT ile HT	1,000

Üç tekniğin değerlendirilmesi “Shapiro-Wilk” testi ile yapılmış ve normal dağılıma uygun olduğu tespit edilmiştir. PTV'ye ait CI'nin ortalama değerlerine bakıldığında 3BKRT, VMAT, HT için sırasıyla (0,366; 0,697; 0,795) elde edildi ve en düşük değerin 3BKRT, en yüksek değerin ise HT planlama tekniği olduğu görüldü. Planların ikili istatistiksel karşılaştırılmasında 3BKRT ve VMAT istatistiksel olarak anlamlı (p=0,007) ve 3BKRT'nin daha düşük değerde olduğu tespit edilmiştir. 3BKRT ve HT arasındaki karşılaştırma istatistiksel olarak anlamlı (p=0,004) ve 3BKRT'de daha düşük değer bulunmuştur. VMAT'ın ortalama değeri daha düşük olmasına rağmen HT ile arasında ise istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmamıştır (p=1,000).

4.1.9. Planların MU Değerleri ve İstatistiksel Analiz Sonuçları

3BKRT-VMAT-HT planlama teknikleri sonucunda TO tanısı almış olan 10 hastanın planlarının MU değerleri, istatistiksel veriler ile bunların birbiriyle karşılaştırılmaları Tablo 24, Tablo 25 ve Tablo 26'de gösterilmiştir.

Tablo 24: Planların MU değerleri

HASTA NO	3BKRT	VMAT	HT
1	251,0	489,0	4695,0
2	262,0	495,0	4724,0
3	264,0	533,0	4711,0
4	268,0	474,0	4384,0
5	256,0	514,0	4570,0
6	264,0	490,0	4525,0
7	247,0	507,0	4567,0
8	251,0	481,0	4381,0
9	265,0	477,0	4390,0
10	259,0	512,0	4744,0

Tablo 25: Planların MU değerleri için istatistiksel veriler ($p<0,05$)

	3BKRT	VMAT	HT
Ortalama	258,7	497,2	4569,1
Medyan	260,5	492,5	4568,5
Minimum	247	474	4381
Maksimum	268	533	4744
Standart Sapma	7,119	18,890	146,909

Tablo 26: Planların MU değerleri için istatistiksel verilerinin üç yöntem için karşılaştırması ($p<0,05$)

İkili Karşılaştırma	p Değeri
3BKRT ile VMAT	0,000
3BKRT ile HT	0,000
VMAT ile HT	0,000

Üç tekniğin değerlendirilmesi “Shapiro-Wilk” testi ile yapılmış ve normal dağılıma uygun olduğu tespit edilmiştir. PTV’ye ait MU’in ortalama değerlerine bakıldığında 3BKRT, VMAT, HT için sırasıyla (258,7; 497,2; 4569,1) elde edildi ve en düşük değerin 3BKRT, en yüksek değerin ise HT planlama tekniği olduğu görüldü. Planların ikili istatistiksel karşılaştırılmasında 3BKRT ve VMAT istatistiksel olarak anlamlı ($p=0,000$) ve 3BKRT’nin daha düşük değerde olduğu tespit edilmiştir. 3BKRT ve HT arasındaki karşılaştırma istatistiksel olarak anlamlı ($p=0,000$) ve 3BKRT’de daha düşük değer bulunmuştur. VMAT ve HT arasındaki karşılaştırma istatistiksel olarak anlamlı ($p=0,000$) ve VMAT’de daha düşük değer bulunmuştur.

4.2. 20 Gy için Kritik Organ Dozları

4.2.1. Sağ Gözyaşı Bezine ait Dozlar

4.2.1.1. Sağ Gözyaşı Bezine ait D_{%1} Dozları ve İstatistiksel Analiz Sonuçları

3BKRT-VMAT-HT planlama teknikleri sonucunda TO tanısı almış olan 10 hastanın normal doku sağ gözyaşı bezine ait D_{%1} dozları ve istatistiksel veriler Tablo 27 ve Tablo 28’de gösterilmiştir.

Tablo 27: Sağ gözyaşı bezine ait D_{%1} dozları (Gy)

HASTA NO	3BKRT	VMAT	HT
1	21,043	21,140	21,730
2	19,204	16,704	18,861
3	21,544	21,651	21,597
4	21,026	21,508	20,158
5	21,381	20,980	21,537
6	21,958	20,623	21,818
7	21,512	20,325	21,898
8	21,026	21,041	21,339
9	21,581	20,972	21,728
10	21,648	20,915	21,459

Tablo 28: Sağ gözyaşı bezine ait D_{%1} (Gy) için istatistiksel veriler (p<0,05)

	3BKRT	VMAT	HT
Ortalama	21,192	20,586	21,212
Medyan	21,446	20,976	21,567
Minimum	19,204	16,704	18,861
Maksimum	21,958	21,651	21,898
Standart Sapma	0,763	1,416	0,963

Üç tekniğin değerlendirilmesi “Shapiro-Wilk” testi ile yapılmış ve normal dağılıma uygun olduğu tespit edilmiştir. Sağ gözyaşı bezine ait D_{%1} ortalama değerlerine bakıldığında 3BKRT, VMAT, HT için sırasıyla (21,192 Gy; 20,586 Gy; 21,212 Gy) elde edildi ve homojenlik durumuna “Repetad ANOVA” testi kullanılarak bakıldı. p>0,05 olduğundan 3 planlama tekniği arasında anlamlı fark bulunamadı.

4.2.1.2. Sağ Gözyaşı Bezine ait D_{%5} Dozları ve İstatistiksel Analiz Sonuçları

3BKRT-VMAT-HT planlama teknikleri sonucunda TO tanısı almış olan 10 hastanın normal doku sağ gözyaşı bezine ait D_{%5} dozları, istatistiksel veriler ile bunların birbiriyle karşılaştırılmaları Tablo 29, Tablo 30 ve Tablo 31’de gösterilmiştir.

Tablo 29: Sağ gözyaşı bezine ait D₅ dozları (Gy)

HASTA NO	3BKRT	VMAT	HT
1	20,976	21,026	21,580
2	19,030	16,440	18,850
3	21,528	21,452	21,569
4	21,008	21,322	20,152
5	21,264	20,934	21,486
6	21,943	20,443	21,718
7	21,454	20,104	21,862
8	21,008	20,958	21,329
9	21,528	20,953	21,726
10	21,598	20,778	21,457

Tablo 30: Sağ gözyaşı bezine ait D₅ (Gy) için istatistiksel veriler (p<0,05)

	3BKRT	VMAT	HT
Ortalama	21,134	20,441	21,173
Medyan	21,359	20,944	21,528
Minimum	19,030	16,44	18,850
Maksimum	21,943	21,452	21,862
Standart Sapma	0,802	1,459	0,945

Tablo 31: Sağ gözyaşı bezine ait D₅ (Gy) dozlarının istatistiksel verilerinin üç yöntem için karşılaştırması (p<0,05)

İkili Karşılaştırma	p Değeri
3BKRT ile VMAT	0,133
3BKRT ile HT	1,000
VMAT ile HT	0,022

Üç tekniğin değerlendirilmesi “Shapiro-Wilk” testi ile yapılmış ve normal dağılıma uygun olmadığı tespit edilmiştir. Sağ gözyaşı bezine ait D₅ medyan değerlerine bakıldığında 3BKRT, VMAT, HT için sırasıyla (21,359 Gy; 20,944 Gy; 21,528 Gy) elde edildi ve en düşük değerin VMAT, en yüksek değerin ise HT planlama tekniği olduğu görüldü. Planların ikili istatistiksel karşılaştırılmasında 3BKRT ve VMAT istatistiksel olarak anlamlı olmasa da (p=0,133) VMAT’ın daha düşük değerde olduğu tespit edilmiştir. 3BKRT ve HT arasındaki karşılaştırma istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamasına rağmen (p=1,000) 3BKRT’de daha düşük değer bulunmuştur. VMAT ve HT arasındaki karşılaştırma istatistiksel olarak anlamlı (p=0,022) ve VMAT’de daha düşük değer bulunmuştur.

4.2.1.3. Sağ Gözyaşı Bezine ait D_{min} Dozları ve İstatistiksel Analiz Sonuçları

3BKRT-VMAT-HT planlama teknikleri sonucunda TO tanısı almış olan 10 hastanın normal doku sağ gözyaşı bezine ait D_{min} dozları, istatistiksel veriler ile bunların birbiriyle karşılaştırılmaları Tablo 32, Tablo 33 ve Tablo 34’de gösterilmiştir.

Tablo 32: Sağ gözyaşı bezine ait D_{min} dozları (Gy)

HASTA NO	3BKRT	VMAT	HT
1	19,872	19,346	18,590
2	12,382	9,152	11,510
3	20,467	19,686	20,830
4	20,457	19,341	18,110
5	20,667	19,909	21,180
6	21,400	17,799	20,770
7	20,438	17,576	19,630
8	19,860	19,439	19,570
9	21,130	20,251	20,660
10	20,146	18,644	20,270

Tablo 33: Sağ gözyaşı bezine ait D_{min} (Gy) için istatistiksel veriler ($p<0,05$)

	3BKRT	VMAT	HT
Ortalama	19,682	18,114	19,112
Medyan	20,448	19,344	19,950
Minimum	12,382	9,152	11,510
Maksimum	21,400	20,251	21,180
Standart Sapma	2,612	3,266	2,853

Tablo 34: Sağ gözyaşı bezine ait D_{min} (Gy) dozlarının istatistiksel verilerinin üç yöntem için karşılaştırması ($p<0,05$)

İkili Karşılaştırma	p Değeri
3BKRT ile VMAT	0,002
3BKRT ile HT	0,539
VMAT ile HT	0,133

Üç tekniğin değerlendirilmesi “Shapiro-Wilk” testi ile yapılmış ve normal dağılıma uygun olmadığı tespit edilmiştir. Sağ gözyaşı bezine ait D_{min} medyan değerlerine bakıldığında 3BKRT, VMAT, HT için sırasıyla (20,448 Gy; 19,344 Gy; 19,950 Gy) elde edildi ve en düşük değer VMAT, en yüksek değerin ise 3BKRT planlama tekniği olduğu görüldü. Planların ikili

istatistiksel karşılaştırılmasında 3BKRT ve VMAT istatistiksel olarak anlamlı ($p=0,002$) ve VMAT'ın daha düşük değerde olduğu tespit edilmiştir. 3BKRT ve HT arasındaki karşılaştırma istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamasına rağmen ($p=0,539$) HT'de daha düşük değer bulunmuştur. VMAT'ın medyan değeri daha düşük olmasına rağmen HT ile arasında ise istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmamıştır ($p=0,133$).

4.2.1.4. Sağ Gözyaşı Bezine ait D_{max} Dozları ve İstatistiksel Analiz Sonuçları

TO tanılı 10 hasta için üç farklı tedavi planlama tekniğinde; sağ gözyaşı bezi için D_{max} değerleri, istatistiksel analiz sonuçları ve ikili karşılaştırmaların istatistiksel analiz sonuçları sırasıyla Tablo 35, Tablo 36 ve Tablo 37'de verilmiştir.

Tablo 35: Sağ gözyaşı bezine ait D_{max} dozları (Gy)

HASTA NO	3BKRT	VMAT	HT
1	21,043	21,140	21,740
2	19,294	16,677	19,500
3	21,544	21,651	21,600
4	21,941	21,508	20,160
5	21,381	20,980	21,540
6	21,958	20,632	21,820
7	21,512	20,395	21,900
8	21,149	21,041	21,340
9	21,581	20,972	21,730
10	21,648	20,915	21,460

Tablo 36: Sağ gözyaşı bezine ait D_{max} (Gy) için istatistiksel veriler ($p<0,05$)

	3BKRT	VMAT	HT
Ortalama	21,305	20,591	21,279
Medyan	21,528	20,976	21,570
Minimum	19,294	16,677	19,500
Maksimum	21,958	21,651	21,900
Standart Sapma	0,765	1,423	0,797

Tablo 37: Sağ gözyaşı bezine ait D_{max} (Gy) dozlarının istatistiksel verilerinin üç yöntem için karşılaştırması ($p<0,05$)

İkili Karşılaştırma	p Değeri
3BKRT ile VMAT	0,353
3BKRT ile HT	1,000
VMAT ile HT	0,042

Üç tekniğin değerlendirilmesi “Shapiro-Wilk” testi ile yapılmış ve normal dağılıma uygun olmadığı tespit edilmiştir. Sağ gözyaşı bezine ait D_{max} medyan değerlerine bakıldığında 3BKRT, VMAT, HT için sırasıyla (21,528 Gy; 20,976 Gy; 21,570 Gy) elde edildi ve en düşük değer VMAT, en yüksek değerin ise HT planlama tekniği olduğu görüldü. Planların ikili istatistiksel karşılaştırılmasında 3BKRT ve VMAT istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamasına rağmen ($p=0,353$) VMAT’ın daha düşük değerde olduğu tespit edilmiştir. 3BKRT ve HT arasındaki karşılaştırma istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamasına rağmen ($p=1,000$) 3BKRT’de daha düşük değer bulunmuştur. VMAT ve HT arasındaki karşılaştırma istatistiksel olarak anlamlı ($p=0,042$) ve VMAT’de daha düşük değer bulunmuştur.

4.2.1.5. Sağ Gözyaşı Bezine ait D_{mean} Dozları ve İstatistiksel Analiz Sonuçları

3BKRT-VMAT-HT planlama teknikleri sonucunda TO tanısı almış olan 10 hastanın normal doku sağ gözyaşı bezine ait D_{mean} dozları, istatistiksel veriler ile bunların birbiriyle karşılaştırılmaları Tablo 38, Tablo 39 ve Tablo 40’da verilmiştir.

Tablo 38: Sağ gözyaşı bezine ait D_{mean} dozları (Gy)

HASTA NO	3BKRT	VMAT	HT
1	20,577	20,395	21,000
2	17,083	13,819	15,920
3	21,092	20,648	21,330
4	21,541	20,665	19,100
5	21,003	20,520	21,380
6	21,762	19,572	21,390
7	21,032	19,153	21,220
8	20,474	20,296	20,580
9	21,348	20,755	21,250
10	21,018	20,071	21,140

Tablo 39: Sağ gözyaşı bezi için D_{mean} (Gy) değerine ait istatistiksel analiz sonuçları ($p<0,05$)

	3BKRT	VMAT	HT
Ortalama	20,693	19,589	20,431
Medyan	21,025	20,345	21,18
Minimum	17,083	13,819	15,92
Maksimum	21,762	20,755	21,39
Standart Sapma	1,327	2,092	1,728

Tablo 40: Sağ gözyaşı bezine ait D_{mean} (Gy) dozlarının istatistiksel verilerinin üç yöntem için karşılaştırması ($p<0,05$)

İkili Karşılaştırma	p Değeri
3BKRT ile VMAT	0,011
3BKRT ile HT	1,000
VMAT ile HT	0,005

Üç tekniğin değerlendirilmesi “Shapiro-Wilk” testi ile yapılmış ve normal dağılıma uygun olmadığı tespit edilmiştir. Sağ gözyaşı bezine ait D_{mean} medyan değerlerine bakıldığında 3BKRT, VMAT, HT için sırasıyla (21,025 Gy; 20,345 Gy; 21,180 Gy) elde edildi ve en düşük değerin VMAT, en yüksek değerin ise HT planlama tekniği olduğu görüldü. Planların ikili istatistiksel karşılaştırılmasında 3BKRT ve VMAT istatistiksel olarak anlamlı ($p=0,011$) ve VMAT’ın daha düşük değerde olduğu tespit edilmiştir. 3BKRT ve HT arasındaki karşılaştırma istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamasına rağmen ($p=1,000$) 3BKRT’de daha düşük değer bulunmuştur. VMAT ve HT arasındaki karşılaştırma istatistiksel olarak anlamlı ($p=0,005$) ve VMAT’de daha düşük değer bulunmuştur.

4.2.2. Sol Gözyaşı Bezine ait Dozlar

4.2.2.1. Sol Gözyaşı Bezine ait $D_{\%1}$ Dozları ve İstatistiksel Analiz Sonuçları

3BKRT-VMAT-HT planlama teknikleri sonucunda TO tanısı almış olan 10 hastanın normal doku sol gözyaşı bezine ait $D_{\%1}$ dozları, istatistiksel veriler ile bunların birbiriyle karşılaştırılmaları Tablo 41, Tablo 42 ve Tablo 43’de gösterilmiştir.

Tablo 41: Sol gözyaşı bezine ait $D_{\%1}$ dozları (Gy)

HASTA NO	3BKRT	VMAT	HT
1	20,702	20,399	21,760
2	20,665	20,485	21,704
3	21,431	21,290	21,698
4	21,044	21,593	21,529
5	21,496	21,623	21,608
6	21,188	20,998	21,458
7	21,712	20,852	21,599
8	21,044	21,032	21,218
9	21,403	21,424	21,706
10	21,677	20,859	21,409

Tablo 42: Sol gözyaşı bezine ait D₀₁ (Gy) için istatistiksel veriler (p<0,05)

	3BKRT	VMAT	HT
Ortalama	21,236	21,056	21,569
Medyan	21,296	21,015	21,604
Minimum	20,665	20,399	21,218
Maksimum	21,712	21,623	21,76
Standart Sapma	0,371	0,427	0,168

Tablo 43: Sol gözyaşı bezine ait D₀₁ (Gy) dozlarının istatistiksel verilerinin üç yöntem için karşılaştırması (p<0,05)

İkili Karşılaştırma	p Değeri
3BKRT ile VMAT	0,617
3BKRT ile HT	0,114
VMAT ile HT	0,024

Üç tekniğin değerlendirilmesi “Shapiro-Wilk” testi ile yapılmış ve normal dağılıma uygun olduğu tespit edilmiştir. Sol gözyaşı bezine ait D₀₁ ortalama değerlerine bakıldığında 3BKRT, VMAT, HT için sırasıyla (21,236 Gy; 21,056 Gy; 21,569 Gy) elde edildi ve en düşük değerin VMAT, en yüksek değerin ise HT planlama tekniği olduğu görüldü. Planların ikili istatistiksel karşılaştırılmasında 3BKRT ve VMAT arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamasına rağmen (p=0,617) VMAT’ın daha düşük değerde olduğu tespit edilmiştir. 3BKRT ve HT arasındaki karşılaştırma istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamasına rağmen (p=0,114) ve 3BKRT’de daha düşük değer bulunmuştur. VMAT ve HT arasındaki karşılaştırma istatistiksel olarak anlamlı (p=0,024) ve VMAT’de daha düşük değer bulunmuştur.

4.2.2.2. Sol Gözyaşı Bezine ait D₀₅ Dozları ve İstatistiksel Analiz Sonuçları

3BKRT-VMAT-HT planlama teknikleri sonucunda TO tanısı almış olan 10 hastanın normal doku sol gözyaşı bezine ait D₀₅ dozları, istatistiksel veriler ile bunların birbiriyle karşılaştırılmaları Tablo 44, Tablo 45 ve Tablo 46’da gösterilmiştir.

Tablo 44: Sol gözyaşı bezine ait D₅ dozları (Gy)

HASTA NO	3BKRT	VMAT	HT
1	20,567	20,327	21,760
2	20,484	20,254	21,683
3	21,362	21,282	21,696
4	20,811	21,495	21,341
5	21,413	21,602	21,555
6	22,148	20,857	21,308
7	21,613	20,812	21,592
8	20,811	20,886	21,191
9	21,375	21,314	21,521
10	21,611	20,751	21,404

Tablo 45: Sol gözyaşı bezine ait D₅ (Gy) için istatistiksel veriler (p<0,05)

	3BKRT	VMAT	HT
Ortalama	21,219	20,958	21,505
Medyan	21,3685	20,8715	21,538
Minimum	20,484	20,254	21,191
Maksimum	22,148	21,602	21,760
Standart Sapma	0,532	0,460	0,188

Tablo 46: Sol gözyaşı bezine ait D₅ (Gy) dozlarının istatistiksel verilerinin üç yöntem için karşılaştırması (p<0,05)

İkili Karşılaştırma	p Değeri
3BKRT ile VMAT	0,556
3BKRT ile HT	0,523
VMAT ile HT	0,034

Üç tekniğin değerlendirilmesi “Shapiro-Wilk” testi ile yapılmış ve normal dağılıma uygun olduğu tespit edilmiştir. Sol gözyaşı bezine ait D₅ ortalama değerlerine bakıldığında 3BKRT, VMAT, HT için sırasıyla (21,219 Gy; 20,958 Gy; 21,505 Gy) elde edildi ve en düşük değerin VMAT, en yüksek değerin ise HT planlama tekniği olduğu görüldü. Planların ikili istatistiksel karşılaştırılmasında 3BKRT ve VMAT arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamasına rağmen (p=0,556) VMAT’ın daha düşük değerde olduğu tespit edilmiştir. 3BKRT ve HT arasındaki karşılaştırma istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamasına rağmen (p=0,523) ve 3BKRT’de daha düşük değer bulunmuştur. VMAT ve HT arasındaki karşılaştırma istatistiksel olarak anlamlı (p=0,034) ve VMAT’de daha düşük değer bulunmuştur.

4.2.2.3. Sol Gözyaşı Bezine ait D_{min} Dozları ve İstatistiksel Analiz Sonuçları

3BKRT-VMAT-HT planlama teknikleri sonucunda TO tanısı almış olan 10 hastanın normal doku sol gözyaşı bezine ait D_{min} dozları, istatistiksel veriler ile bunların birbiriyle karşılaştırılmaları Tablo 47, Tablo 48 ve Tablo 49’da gösterilmiştir.

Tablo 47: Sol gözyaşı bezine ait D_{min} dozları (Gy)

HASTA NO	3BKRT	VMAT	HT
1	19,939	17,975	19,280
2	18,029	16,251	20,480
3	20,117	19,713	20,860
4	17,455	19,295	20,430
5	20,237	20,461	20,840
6	21,416	19,545	20,460
7	19,596	18,060	20,120
8	19,107	18,880	20,450
9	20,756	20,453	20,930
10	20,872	19,313	20,580

Tablo 48: Sol gözyaşı bezine ait D_{min} (Gy) için istatistiksel veriler ($p<0,05$)

	3BKRT	VMAT	VMAT
Ortalama	19,752	18,995	20,443
Medyan	20,028	19,304	20,470
Minimum	17,455	16,251	19,280
Maksimum	21,416	20,461	20,930
Standart Sapma	1,253	1,279	0,477

Tablo 49: Sol gözyaşı bezine ait D_{min} (Gy) dozlarının istatistiksel verilerinin üç yöntem için karşılaştırması ($p<0,05$)

İkili Karşılaştırma	p Değeri
3BKRT ile VMAT	0,044
3BKRT ile HT	0,180
VMAT ile HT	0,001

Üç tekniğin değerlendirilmesi “Shapiro-Wilk” testi ile yapılmış ve normal dağılıma uygun olmadığı tespit edilmiştir. Sol gözyaşı bezine ait D_{min} medyan değerlerine bakıldığında 3BKRT, VMAT, HT için sırasıyla (20,028 Gy; 19,304 Gy; 20,470 Gy) elde edildi ve en düşük değerin

VMAT, en yüksek değerin ise HT planlama tekniği olduğu görüldü. Planların ikili istatistiksel karşılaştırılmasında 3BKRT ve VMAT istatistiksel olarak anlamlı ($p=0,044$) ve VMAT'ın daha düşük değerde olduğu tespit edilmiştir. 3BKRT ve HT arasındaki karşılaştırma istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamasına rağmen ($p=0,180$) 3BKRT'de daha düşük değer bulunmuştur. VMAT ve HT arasındaki karşılaştırma istatistiksel olarak anlamlı ($p=0,001$) ve VMAT'de daha düşük değer bulunmuştur.

4.2.2.4. Sol Gözyaşı Bezine ait D_{max} Dozları ve İstatistiksel Analiz Sonuçları

3BKRT-VMAT-HT planlama teknikleri sonucunda TO tanısı almış olan 10 hastanın normal doku sol gözyaşı bezine ait D_{max} dozları, istatistiksel veriler ile bunların birbiriyle karşılaştırılmaları Tablo 50, Tablo 51 ve Tablo 52'de gösterilmiştir.

Tablo 50: Sol gözyaşı bezine ait D_{max} dozları (Gy)

HASTA NO	3BKRT	VMAT	HT
1	20,702	20,399	21,770
2	20,701	20,571	21,670
3	21,431	21,290	21,700
4	21,876	21,608	21,530
5	21,496	21,623	21,610
6	22,190	21,000	21,460
7	21,729	20,962	21,600
8	21,126	21,032	21,230
9	21,403	21,424	21,710
10	21,677	20,859	21,420

Tablo 51: Sol gözyaşı bezine ait D_{max} (Gy) için istatistiksel veriler ($p<0,05$)

	3BKRT	VMAT	HT
Ortalama	21,433	21,077	21,570
Medyan	21,464	21,016	21,605
Minimum	20,701	20,399	21,230
Maksimum	22,190	21,623	21,770
Standart Sapma	0,481	0,412	0,164

Tablo 52: Sol gözyaşı bezine ait D_{max} (Gy) dozlarının istatistiksel verilerinin üç yöntem için karşılaştırması ($p<0,05$)

İkili Karşılaştırma	p Değeri
3BKRT ile VMAT	0,080
3BKRT ile HT	1,000
VMAT ile HT	0,023

Üç tekniğin değerlendirilmesi “Shapiro-Wilk” testi ile yapılmış ve normal dağılıma uygun olduğu tespit edilmiştir. Sol gözyaşı bezine ait D_{max} ortalama değerlerine bakıldığında 3BKRT, VMAT, HT için sırasıyla (21,433 Gy; 21,077 Gy; 21,570 Gy) elde edildi ve en düşük değerin VMAT, en yüksek değerin ise HT planlama tekniği olduğu görüldü. Planların ikili istatistiksel karşılaştırılmasında 3BKRT ve VMAT arasında istatistiksel olarak anlamlı fark olmamasına rağmen ($p=0,080$) ve VMAT’ının daha düşük değerde olduğu tespit edilmiştir. 3BKRT ve HT arasındaki karşılaştırma istatistiksel olarak anlamlı olmamasına rağmen ($p=1,000$) 3BKRT’de daha düşük değer bulunmuştur. VMAT ve HT arasındaki karşılaştırma istatistiksel olarak anlamlı ($p=0,023$) ve VMAT’de daha düşük değer bulunmuştur.

4.2.2.5. Sol Gözyaşı Bezine ait D_{mean} Dozları ve İstatistiksel Analiz Sonuçları

3BKRT-VMAT-HT planlama teknikleri sonucunda TO tanısı almış olan 10 hastanın normal doku sol gözyaşı bezine ait D_{mean} dozları, istatistiksel veriler ile bunların birbiriyle karşılaştırılmaları Tablo 53, Tablo 54 ve Tablo 55’de gösterilmiştir.

Tablo 53: Sol gözyaşı bezine ait D_{mean} dozları (Gy)

HASTA NO	3BKRT	VMAT	HT
1	19,920	19,395	21,000
2	19,581	18,682	21,270
3	20,908	20,660	21,310
4	20,528	21,004	21,030
5	20,941	21,191	21,200
6	21,921	20,271	20,860
7	20,953	20,020	21,230
8	20,191	20,152	21,010
9	21,103	20,963	21,250
10	21,329	20,217	21,130

Tablo 54: Sol gözyaşı bezine ait D_{mean} (Gy) için istatistiksel veriler ($p<0,05$)

	3BKRT	VMAT	HT
Ortalama	20,737	20,255	21,129
Medyan	20,924	20,244	21,165
Minimum	19,581	18,682	20,860
Maksimum	21,921	21,191	21,310
Standart Sapma	0,695	0,773	0,147

Tablo 55: Sol gözyaşı bezine ait D_{mean} (Gy) dozlarının istatistiksel verilerinin üç yöntem için karşılaştırması ($p<0,05$)

İkili Karşılaştırma	p Değeri
3BKRT ile VMAT	0,142
3BKRT ile HT	0,383
VMAT ile HT	0,019

Üç tekniğin değerlendirilmesi “Shapiro-Wilk” testi ile yapılmış ve normal dağılıma uygun olduğu tespit edilmiştir. Sol gözyaşı bezine ait D_{mean} ortalama değerlerine bakıldığında 3BKRT, VMAT, HT için sırasıyla (20,737 Gy; 20,255 Gy; 21,129 Gy) elde edildi ve en düşük değerin VMAT, en yüksek değerin ise HT planlama tekniği olduğu görüldü. Planların ikili istatistiksel karşılaştırılmasında 3BKRT ve VMAT karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamasına rağmen ($p=0,142$) ve VMAT’ın daha düşük değerde olduğu tespit edilmiştir. 3BKRT ve HT arasındaki karşılaştırma istatistiksel olarak anlamlı olmamasına rağmen ($p=0,383$) ve 3BKRT’de daha düşük değer bulunmuştur. VMAT ve HT arasındaki karşılaştırma istatistiksel olarak anlamlı ($p=0,019$) ve VMAT’de daha düşük değer bulunmuştur.

4.2.3. Sağ Göze ait Dozlar

4.2.3.1. Sağ Göze ait $D_{%1}$ Dozları ve İstatistiksel Analiz Sonuçları

3BKRT-VMAT-HT planlama teknikleri sonucunda TO tanısı almış olan 10 hastanın normal doku sağ göze ait $D_{%1}$ dozları, istatistiksel veriler ile bunların birbiriyle karşılaştırılmaları Tablo 56, Tablo 57 ve Tablo 58’de gösterilmiştir.

Tablo 56: Sağ göze ait D_{%1} dozları (Gy)

HASTA NO	3BKRT	VMAT	HT
1	21,198	21,287	21,680
2	21,992	21,491	21,682
3	21,069	21,549	21,810
4	21,553	21,452	21,791
5	21,470	21,355	21,726
6	22,200	21,763	21,651
7	21,892	21,050	21,385
8	21,553	21,275	21,509
9	21,768	20,991	21,459
10	22,049	21,466	21,291

Tablo 57: Sağ göze ait D_{%1} (Gy) için istatistiksel veriler (p<0,05)

	3BKRT	VMAT	HT
Ortalama	21,674	21,368	21,598
Medyan	21,661	21,404	21,666
Minimum	21,069	20,991	21,291
Maksimum	22,200	21,763	21,810
Standart Sapma	0,371	0,231	0,177

Tablo 58: Sağ göze ait D_{%1} (Gy) dozlarının istatistiksel verilerinin üç yöntem için karşılaştırması (p<0,05)

İkili Karşılaştırma	p Değeri
3BKRT ile VMAT	0,124
3BKRT ile HT	1,000
VMAT ile HT	0,023

Üç tekniğin değerlendirilmesi “Shapiro-Wilk” testi ile yapılmış ve normal dağılıma uygun olduğu tespit edilmiştir. Sağ göze ait D_{%1} ortalama değerlerine bakıldığında 3BKRT, VMAT, HT için sırasıyla (21,674 Gy; 21,368 Gy; 21,598 Gy) elde edildi ve en düşük değerin VMAT, en yüksek değerin ise 3BKRT planlama tekniği olduğu görüldü. Planların ikili istatistiksel karşılaştırılmasında 3BKRT ve VMAT arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamasına rağmen (p=0,124) VMAT’ın daha düşük değerde olduğu tespit edilmiştir. 3BKRT ve HT arasındaki karşılaştırma istatistiksel olarak anlamlı olmamasına rağmen (p=1,000) ve HT’de daha düşük değer bulunmuştur. VMAT ve HT arasındaki karşılaştırma istatistiksel olarak anlamlı (p=0,023) ve VMAT’de daha düşük değer bulunmuştur.

4.2.3.2. Sağ Göze ait D₅ Dozları ve İstatistiksel Analiz Sonuçları

3BKRT-VMAT-HT planlama teknikleri sonucunda TO tanısı almış olan 10 hastanın normal doku sağ göze ait D₅ dozları, istatistiksel veriler ile bunların birbiriyle karşılaştırılmaları Tablo 59, Tablo 60 ve Tablo 61’de gösterilmiştir.

Tablo 59: Sağ göze ait D₅ dozları (Gy)

HASTA NO	3BKRT	VMAT	HT
1	21,097	21,027	21,270
2	21,823	21,218	21,451
3	21,835	21,230	21,471
4	21,438	21,300	21,452
5	21,342	20,998	21,395
6	22,135	21,438	21,369
7	21,805	20,693	21,112
8	21,438	21,107	21,162
9	21,420	20,506	21,168
10	21,964	21,158	20,979

Tablo 60: Sağ göze ait D₅ (Gy) için istatistiksel veriler (p<0,05)

	3BKRT	VMAT	HT
Ortalama	21,629	21,067	21,282
Medyan	21,6215	21,1325	21,319
Minimum	21,097	20,506	20,979
Maksimum	22,135	21,438	21,471
Standart Sapma	0,327	0,281	0,171

Tablo 61: Sağ göze ait D₅ (Gy) dozlarının istatistiksel verilerinin üç yöntem için karşılaştırması (p<0,05)

İkili Karşılaştırma	p Değeri
3BKRT ile VMAT	0,002
3BKRT ile HT	0,052
VMAT ile HT	0,065

Üç tekniğin değerlendirilmesi “Shapiro-Wilk” testi ile yapılmış ve normal dağılıma uygun olduğu tespit edilmiştir. Sağ göze ait D₅ ortalama değerlerine bakıldığında 3BKRT, VMAT, HT için sırasıyla (21,629 Gy; 21,067 Gy; 21,282 Gy) elde edildi ve en düşük değer VMAT, en yüksek değerin ise 3BKRT planlama tekniği olduğu görüldü. Planların ikili istatistiksel karşılaştırılmasında 3BKRT ve VMAT istatistiksel olarak anlamlı (p=0,002) ve VMAT’ın daha

düşük değerde olduğu tespit edilmiştir. 3BKRT ve HT arasındaki karşılaştırma istatistiksel olarak anlamlı olmamasına rağmen ($p=0,052$) HT’de daha düşük değer bulunmuştur. VMAT’ın ortalama değeri daha düşük olmasına rağmen HT ile arasında ise istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmamıştır ($p=0,065$).

4.2.3.3. Sağ Göze ait D_{min} Dozları ve İstatistiksel Analiz Sonuçları

3BKRT-VMAT-HT planlama teknikleri sonucunda TO tanısı almış olan 10 hastanın normal doku sağ göze ait D_{min} dozları, istatistiksel veriler ile bunların birbiriyle karşılaştırılmaları Tablo 62, Tablo 63 ve Tablo 64’de gösterilmiştir.

Tablo 62: Sağ göze ait D_{min} dozları (Gy)

HASTA NO	3BKRT	VMAT	HT
1	2,071	3,538	1,910
2	2,167	3,807	1,960
3	1,010	2,900	1,900
4	2,511	4,858	2,170
5	2,394	4,724	1,940
6	4,746	4,027	2,100
7	2,371	4,419	3,070
8	1,309	2,267	2,280
9	1,176	3,111	1,950
10	1,884	4,063	1,800

Tablo 63: Sağ göze ait D_{min} (Gy) için istatistiksel veriler ($p<0,05$)

	3BKRT	VMAT	HT
Ortalama	2,164	3,771	2,108
Medyan	2,119	3,917	1,955
Minimum	1,010	2,267	1,800
Maksimum	4,746	4,858	3,070
Standart Sapma	1,055	0,828	0,367

Tablo 64: Sağ göze ait D_{min} (Gy) dozlarının istatistiksel verilerinin üç yöntem için karşılaştırması ($p<0,05$)

İkili Karşılaştırma	p Değeri
3BKRT ile VMAT	0,014
3BKRT ile HT	0,655
VMAT ile HT	0,004

Üç tekniğin değerlendirilmesi “Shapiro-Wilk” testi ile yapılmış ve normal dağılıma uygun olmadığı tespit edilmiştir. Sağ göze ait D_{min} medyan değerlerine bakıldığında 3BKRT, VMAT, HT için sırasıyla (2,119 Gy; 3,917 Gy; 1,955 Gy) elde edildi ve en düşük değerin HT, en yüksek değerin ise VMAT planlama tekniği olduğu görüldü. Planların ikili istatistiksel karşılaştırılmasında 3BKRT ve VMAT istatistiksel olarak anlamlı ($p=0,014$) ve 3BKRT’nin daha düşük değerde olduğu tespit edilmiştir. 3BKRT ve HT arasındaki karşılaştırma istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamasına rağmen ($p=0,655$) HT’de daha düşük değer bulunmuştur. VMAT ve HT arasındaki karşılaştırma istatistiksel olarak anlamlı ($p=0,004$) ve HT’de daha düşük değer bulunmuştur.

4.2.3.4. Sağ Göze ait D_{max} Dozları ve İstatistiksel Analiz Sonuçları

3BKRT-VMAT-HT planlama teknikleri sonucunda TO tanısı almış olan 10 hastanın normal doku sağ göze ait D_{max} dozları ve istatistiksel veriler Tablo 65 ve Tablo 66’da gösterilmiştir.

Tablo 65: Sağ göze ait D_{max} dozları (Gy)

HASTA NO	3BKRT	VMAT	HT
1	21,381	21,681	21,870
2	22,045	21,748	21,920
3	22,302	21,944	22,180
4	22,425	21,649	22,140
5	21,679	21,818	21,850
6	22,262	22,364	21,990
7	21,954	21,338	21,550
8	21,748	21,495	21,610
9	22,056	21,201	21,720
10	22,133	21,693	21,540

Tablo 66: Sağ göze ait D_{max} (Gy) için istatistiksel veriler ($p<0,05$)

	3BKRT	VMAT	HT
Ortalama	21,998	21,693	21,837
Medyan	22,051	21,687	21,860
Minimum	21,381	21,201	21,540
Maksimum	22,425	22,364	22,180
Standart Sapma	0,319	0,323	0,230

Üç tekniğin değerlendirilmesi “Shapiro-Wilk” testi ile yapılmış ve normal dağılıma uygun olduğu tespit edilmiştir. Sağ göze ait D_{max} ortalama değerlerine bakıldığında 3BKRT, VMAT, HT için sırasıyla (21,998 Gy; 21,693 Gy; 21,837 Gy) elde edildi ve homojenlik durumuna

“Repetad ANOVA” testi kullanılarak bakıldı. $p>0,05$ olduğundan 3 planlama tekniği arasında anlamlı fark bulunamadı.

4.2.3.5. Sağ Göze ait D_{mean} Dozları ve İstatistiksel Analiz Sonuçları

3BKRT-VMAT-HT planlama teknikleri sonucunda TO tanısı almış olan 10 hastanın normal doku sağ göze ait D_{mean} dozları, istatistiksel veriler ile bunların birbiriyle karşılaştırılmaları Tablo 67, Tablo 68 ve Tablo 69’da gösterilmiştir.

Tablo 67: Sağ göze ait D_{mean} dozları (Gy)

HASTA NO	3BKRT	VMAT	HT
1	15,574	15,193	14,310
2	16,641	16,342	15,160
3	14,122	15,320	14,050
4	16,348	17,157	15,260
5	15,977	16,641	14,360
6	18,546	16,301	15,570
7	17,273	16,138	16,090
8	14,941	15,439	14,970
9	13,818	14,997	14,500
10	16,272	16,941	14,440

Tablo 68: Sağ göze ait D_{mean} (Gy) için istatistiksel veriler ($p<0,05$)

	3BKRT	VMAT	HT
Ortalama	15,951	16,047	14,871
Medyan	16,1245	16,2195	14,735
Minimum	13,818	14,997	14,050
Maksimum	18,546	17,157	16,090
Standart Sapma	1,425	0,766	0,649

Tablo 69: Sağ göze ait D_{mean} (Gy) dozlarının istatistiksel verilerinin üç yöntem için karşılaştırması ($p<0,05$)

İkili Karşılaştırma	p Değeri
3BKRT ile VMAT	1,000
3BKRT ile HT	0,030
VMAT ile HT	0,004

Üç tekniğin değerlendirilmesi “Shapiro-Wilk” testi ile yapılmış ve normal dağılıma uygun olduğu tespit edilmiştir. Sağ göze ait D_{mean} ortalama değerlerine bakıldığında 3BKRT, VMAT, HT için sırasıyla (15,951 Gy; 16,047 Gy; 14,871 Gy) elde edildi ve en düşük değerin HT, en yüksek değerin ise VMAT planlama tekniği olduğu görüldü. Planların ikili istatistiksel karşılaştırılmasında 3BKRT ve VMAT istatistiksel olarak anlamlı olmamasına rağmen ($p=1,000$) 3BKRT’nin daha düşük değerde olduğu tespit edilmiştir. 3BKRT ve HT arasındaki karşılaştırma istatistiksel olarak anlamlı ($p=0,030$) ve HT’de daha düşük değer bulunmuştur. VMAT ve HT arasındaki karşılaştırma istatistiksel olarak anlamlı ($p=0,004$) ve HT’de daha düşük değer bulunmuştur.

4.2.4. Sol Göze ait Dozları

4.2.4.1. Sol Göz ait $D_{\%1}$ Dozları ve İstatistiksel Analiz Sonuçları

3BKRT-VMAT-HT planlama teknikleri sonucunda TO tanısı almış olan 10 hastanın normal doku sol göze ait $D_{\%1}$ dozları, istatistiksel veriler ile bunların birbiriyle karşılaştırılmaları Tablo 70, Tablo 71 ve Tablo 72’de gösterilmiştir.

Tablo 70: Sol göze ait $D_{\%1}$ dozları (Gy)

HASTA NO	3BKRT	VMAT	HT
1	21,246	21,052	21,780
2	21,783	21,472	21,681
3	22,130	21,366	21,361
4	21,545	21,247	21,739
5	21,577	21,063	21,358
6	22,253	21,902	21,638
7	21,831	21,070	21,222
8	21,545	21,387	21,291
9	21,409	20,849	21,624
10	22,060	21,101	21,385

Tablo 71: Sol göze ait $D_{\%1}$ (Gy) için istatistiksel veriler ($p<0,05$)

	3BKRT	VMAT	HT
Ortalama	21,738	21,251	21,508
Medyan	21,680	21,174	21,504
Minimum	21,246	20,849	21,222
Maksimum	22,253	21,902	21,780
Standart Sapma	0,331	0,297	0,204

Tablo 72: Sol göze ait D_{%1} (Gy) dozlarının istatistiksel verilerinin üç yöntem için karşılaştırması (p<0,05)

İkili Karşılaştırma	p Değeri
3BKRT ile VMAT	0,001
3BKRT ile HT	0,403
VMAT ile HT	0,118

Üç tekniğin değerlendirilmesi “Shapiro-Wilk” testi ile yapılmış ve normal dağılıma uygun olduğu tespit edilmiştir. Sol göze ait D_{%1} ortalama değerlerine bakıldığında 3BKRT, VMAT, HT için sırasıyla (21,738 Gy; 21,251 Gy; 21,508 Gy) elde edildi ve en düşük değerin VMAT, en yüksek değerin ise 3BKRT planlama tekniği olduğu görüldü. Planların ikili istatistiksel karşılaştırılmasında 3BKRT ve VMAT istatistiksel olarak anlamlı (p=0,001) ve VMAT’ın daha düşük değerde olduğu tespit edilmiştir. 3BKRT ve HT arasındaki karşılaştırma istatistiksel olarak anlamlı olmamasına rağmen (p=0,403) HT’de daha düşük değer bulunmuştur. VMAT’ın ortalama değeri daha düşük olmasına rağmen HT ile arasında ise istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmamıştır (p=0,118).

4.2.4.2. Sol Göz ait D_{%5} Dozları ve İstatistiksel Analiz Sonuçları

3BKRT-VMAT-HT planlama teknikleri sonucunda TO tanısı almış olan 10 hastanın normal doku sol göze ait D_{%5} dozları, istatistiksel veriler ile bunların birbiriyle karşılaştırılmaları Tablo 73, Tablo 74 ve Tablo 75’de gösterilmiştir.

Tablo 73: Sol göze ait D_{%5} dozları (Gy)

HASTA NO	3BKRT	VMAT	HT
1	21,091	20,889	21,380
2	21,606	21,270	21,520
3	21,914	21,054	20,923
4	21,356	20,942	21,361
5	21,356	20,913	21,123
6	22,127	21,630	21,358
7	21,770	20,876	20,986
8	21,356	21,166	21,048
9	21,229	20,515	21,102
10	21,953	20,900	21,049

Tablo 74: Sol göze ait $D_{\%5}$ (Gy) için istatistiksel veriler ($p<0,05$)

	3BKRT	VMAT	HT
Ortalama	21,576	21,016	21,185
Medyan	21,481	20,928	21,113
Minimum	21,091	20,515	20,923
Maksimum	22,127	21,630	21,520
Standart Sapma	0,349	0,295	0,202

Tablo 75: Sol göze ait $D_{\%5}$ (Gy) dozlarının istatistiksel verilerinin üç yöntem için karşılaştırması ($p<0,05$)

İkili Karşılaştırma	p Değeri
3BKRT ile VMAT	0,001
3BKRT ile HT	0,061
VMAT ile HT	0,272

Üç tekniğin değerlendirilmesi “Shapiro-Wilk” testi ile yapılmış ve normal dağılıma uygun olduğu tespit edilmiştir. Sol göze ait $D_{\%5}$ ortalama değerlerine bakıldığında 3BKRT, VMAT, HT için sırasıyla (21,576 Gy; 21,016 Gy; 21,185 Gy) elde edildi ve en düşük değerin VMAT, en yüksek değerin ise 3BKRT planlama tekniği olduğu görüldü. Planların ikili istatistiksel karşılaştırılmasında 3BKRT ve VMAT istatistiksel olarak anlamlı ($p=0,001$) ve VMAT’ın daha düşük değerde olduğu tespit edilmiştir. 3BKRT ve HT arasındaki karşılaştırma istatistiksel olarak anlamlı olmamasına rağmen ($p=0,061$) ve HT’de daha düşük değer bulunmuştur. VMAT’ın ortalama değeri daha düşük olmasına rağmen HT ile arasında ise istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmamıştır ($p=0,272$).

4.2.4.3. Sol Göz ait $D_{\min}$ Dozları ve İstatistiksel Analiz Sonuçları

3BKRT-VMAT-HT planlama teknikleri sonucunda TO tanısı almış olan 10 hastanın normal doku sol göze ait $D_{\min}$ dozları, istatistiksel veriler ile bunların birbiriyle karşılaştırılmaları Tablo 76, Tablo 77 ve Tablo 78’de gösterilmiştir.

Tablo 76: Sol göze ait D_{min} dozları (Gy)

HASTA NO	3BKRT	VMAT	HT
1	2,064	3,050	1,610
2	2,148	3,728	2,440
3	1,186	2,800	1,930
4	1,869	4,152	2,690
5	2,682	4,047	1,890
6	2,779	4,346	2,210
7	3,446	4,049	2,200
8	1,380	2,766	1,670
9	1,539	4,052	1,930
10	1,904	4,579	2,190

Tablo 77: Sol göze ait D_{min} (Gy) için istatistiksel veriler ($p<0,05$)

	3BKRT	VMAT	HT
Ortalama	2,099	3,757	2,076
Medyan	1,984	4,048	2,060
Minimum	1,186	2,766	1,610
Maksimum	3,446	4,579	2,690
Standart Sapma	0,697	0,653	0,336

Tablo 78: Sol göze ait D_{min} (Gy) dozlarının istatistiksel verilerinin üç yöntem için karşılaştırması ($p<0,05$)

İkili Karşılaştırma	p Değeri
3BKRT ile VMAT	0,000
3BKRT ile HT	1,000
VMAT ile HT	0,000

Üç tekniğin değerlendirilmesi “Shapiro-Wilk” testi ile yapılmış ve normal dağılıma uygun olduğu tespit edilmiştir. Sol göze ait D_{min} ortalama değerlerine bakıldığında 3BKRT, VMAT, HT için sırasıyla (2,099 Gy; 3,757 Gy; 2,076 Gy) elde edildi ve en düşük değerin HT, en yüksek değerin ise VMAT planlama tekniği olduğu görüldü. Planların ikili istatistiksel karşılaştırılmasında 3BKRT ve VMAT istatistiksel olarak anlamlı ($p=0,000$) ve 3BKRT’nin daha düşük değerde olduğu tespit edilmiştir. 3BKRT ve HT arasındaki karşılaştırma istatistiksel olarak anlamlı olmamasına rağmen ($p=1,000$) ve HT’de daha düşük değer bulunmuştur. VMAT ve HT arasındaki karşılaştırma istatistiksel olarak anlamlı ($p=0,000$) ve HT’de daha düşük değer bulunmuştur.

4.2.4.4. Sol Göze ait D_{max} Dozları ve İstatistiksel Analiz Sonuçları

3BKRT-VMAT-HT planlama teknikleri sonucunda TO tanısı almış olan 10 hastanın normal doku sol göze ait D_{max} dozları, istatistiksel veriler ile bunların birbiriyle karşılaştırılmaları Tablo 79, Tablo 80 ve Tablo 81’de gösterilmiştir.

Tablo 79: Sol göze ait D_{max} dozları (Gy)

HASTA NO	3BKRT	VMAT	HT
1	21,382	21,276	22,050
2	21,895	21,731	21,810
3	22,329	21,678	21,800
4	22,194	21,758	22,140
5	21,824	21,296	21,500
6	22,359	22,219	21,920
7	21,875	21,448	21,530
8	21,747	21,683	21,470
9	21,642	21,143	21,910
10	22,150	21,391	21,640

Tablo 80: Sol göze ait D_{max} (Gy) için istatistiksel veriler ($p<0,05$)

	3BKRT	VMAT	HT
Ortalama	21,939	21,562	21,777
Medyan	21,885	21,563	21,805
Minimum	21,382	21,143	21,470
Maksimum	22,359	22,219	22,140
Standart Sapma	0,315	0,316	0,235

Tablo 81: Sol göze ait D_{max} (Gy) dozlarının istatistiksel verilerinin üç yöntem için karşılaştırması ($p<0,05$)

İkili Karşılaştırma	p Değeri
3BKRT ile VMAT	0,003
3BKRT ile HT	0,625
VMAT ile HT	0,266

Üç tekniğin değerlendirilmesi “Shapiro-Wilk” testi ile yapılmış ve normal dağılıma uygun olduğu tespit edilmiştir. Sol göze ait D_{max} ortalama değerlerine bakıldığında 3BKRT, VMAT, HT için sırasıyla (21,939 Gy; 21,562 Gy; 21,777 Gy) elde edildi ve en düşük değerin VMAT, en yüksek değerin ise 3BKRT planlama tekniği olduğu görüldü. Planların ikili istatistiksel karşılaştırılmasında 3BKRT ve VMAT istatistiksel olarak anlamlı ($p=0,003$) ve VMAT’ın daha

düşük değerde olduğu tespit edilmiştir. 3BKRT ve HT arasındaki karşılaştırma istatistiksel olarak anlamlı olmamasına rağmen ($p=0,625$) HT’de daha düşük değer bulunmuştur. VMAT’ın ortalama değeri daha düşük olmasına rağmen HT ile arasında ise istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmamıştır ($p=0,640$).

4.2.4.5. Sol Göze ait D_{mean} Dozları ve İstatistiksel Analiz Sonuçları

3BKRT-VMAT-HT planlama teknikleri sonucunda TO tanısı almış olan 10 hastanın normal doku sol göze ait D_{mean} dozları, istatistiksel veriler ile bunların birbiriyle karşılaştırılmaları Tablo 82, Tablo 83 ve Tablo 84’de gösterilmiştir.

Tablo 82: Sol göze ait D_{mean} dozları (Gy)

HASTA NO	3BKRT	VMAT	HT
1	15,223	15,509	14,310
2	16,120	16,029	15,950
3	14,853	16,294	13,970
4	15,192	16,753	14,510
5	16,121	16,798	14,160
6	16,385	16,839	14,810
7	18,120	16,313	15,080
8	13,856	15,641	14,810
9	13,940	15,422	14,900
10	15,735	16,729	14,780

Tablo 83: Sol göze ait D_{mean} (Gy) için istatistiksel veriler ($p<0,05$)

	3BKRT	VMAT	HT
Ortalama	15,555	16,233	14,728
Medyan	15,479	16,304	14,795
Minimum	13,856	15,422	13,970
Maksimum	18,120	16,839	15,950
Standart Sapma	1,255	0,556	0,556

Tablo 84: Sol göze ait D_{mean} (Gy) dozlarının istatistiksel verilerinin üç yöntem için karşılaştırması ($p<0,05$)

İkili Karşılaştırma	p Değeri
3BKRT ile VMAT	0,228
3BKRT ile HT	0,187
VMAT ile HT	0,001

Üç tekniğin değerlendirilmesi “Shapiro-Wilk” testi ile yapılmış ve normal dağılıma uygun olduğu tespit edilmiştir. Sol göze ait D_{mean} ortalama değerlerine bakıldığında 3BKRT, VMAT, HT için sırasıyla (15,555 Gy; 16,233 Gy; 14,728 Gy) elde edildi ve en düşük değerin HT, en yüksek değerin ise VMAT planlama tekniği olduğu görüldü. Planların ikili istatistiksel karşılaştırılmasında 3BKRT ve VMAT arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamasına rağmen ($p=0,228$) 3BKRT’nin daha düşük değerde olduğu tespit edilmiştir. 3BKRT ve HT arasındaki karşılaştırma istatistiksel olarak anlamlı olmamasına rağmen ($p=0,187$) HT’de daha düşük değer bulunmuştur. VMAT ve HT arasındaki karşılaştırma istatistiksel olarak anlamlı ($p=0,001$) ve HT’de daha düşük değer bulunmuştur.

4.2.5. Sağ Lense ait Dozlar

4.2.5.1. Sağ Lense ait $D_{\%1}$ Dozları ve İstatistiksel Analiz Sonuçları

3BKRT-VMAT-HT planlama teknikleri sonucunda TO tanısı almış olan 10 hastanın normal doku sağ lense ait $D_{\%1}$ dozları, istatistiksel veriler ile bunların birbiriyle karşılaştırılmaları Tablo 85, Tablo 86 ve Tablo 87’de gösterilmiştir.

Tablo 85: Sağ lense ait $D_{\%1}$ dozları (Gy)

HASTA NO	3BKRT	VMAT	HT
1	9,359	8,859	3,960
2	6,996	7,807	3,323
3	7,123	8,662	4,338
4	3,856	10,434	5,401
5	6,613	8,923	3,834
6	10,365	8,905	3,985
7	7,308	7,682	5,199
8	3,856	6,973	4,182
9	4,268	6,748	5,309
10	7,651	8,663	3,894

Tablo 86: Sağ lense ait $D_{\%1}$ (Gy) için istatistiksel veriler ($p<0,05$)

	3BKRT	VMAT	HT
Ortalama	6,739	8,365	4,342
Medyan	7,059	8,662	4,083
Minimum	3,856	6,748	3,323
Maksimum	10,365	10,434	5,401
Standart Sapma	2,214	1,087	0,714

Tablo 87: Sağ lense ait D_{%1} (Gy) dozlarının istatistiksel verilerinin üç yöntem için karşılaştırması (p<0,05)

İkili Karşılaştırma	p Değeri
3BKRT ile VMAT	0,139
3BKRT ile HT	0,057
VMAT ile HT	0,000

Üç tekniğin değerlendirilmesi “Shapiro-Wilk” testi ile yapılmış ve normal dağılıma uygun olduğu tespit edilmiştir. Sağ lense ait D_{%1} ortalama değerlerine bakıldığında 3BKRT, VMAT, HT için sırasıyla (6,739 Gy; 8,365 Gy; 4,342 Gy) elde edildi ve en düşük değerin HT, en yüksek değerin ise VMAT planlama tekniği olduğu görüldü. Planların ikili istatistiksel karşılaştırılmasında 3BKRT ve VMAT istatistiksel olarak anlamlı olmamasına rağmen (p=0,139) 3BKRT’nin daha düşük değerde olduğu tespit edilmiştir. 3BKRT ve HT arasındaki karşılaştırma istatistiksel olarak anlamlı olmamasına rağmen (p=0,057) ve HT’de daha düşük değer bulunmuştur. VMAT ve HT arasındaki karşılaştırma istatistiksel olarak anlamlı (p=0,000) ve HT’de daha düşük değer bulunmuştur.

4.2.5.2. Sağ Lense ait D_{%5} Dozları ve İstatistiksel Analiz Sonuçları

3BKRT-VMAT-HT planlama teknikleri sonucunda TO tanısı almış olan 10 hastanın normal doku sağ lense ait D_{%5} dozları, istatistiksel veriler ile bunların birbiriyle karşılaştırılmaları Tablo 88, Tablo 89 ve Tablo 90’de gösterilmiştir.

Tablo 88: Sağ lense ait D_{%5} dozları (Gy)

HASTA NO	3BKRT	VMAT	HT
1	8,053	7,949	3,680
2	6,183	7,503	3,302
3	6,751	8,391	3,898
4	3,834	9,743	4,939
5	6,194	8,504	3,521
6	9,923	8,493	3,803
7	6,812	7,252	5,196
8	3,834	6,643	3,878
9	4,118	6,511	4,594
10	7,256	8,466	3,405

Tablo 89: Sağ lense ait D₅ (Gy) için istatistiksel veriler (p<0,05)

	3BKRT	VMAT	HT
Ortalama	6,295	7,945	4,022
Medyan	6,472	8,170	3,840
Minimum	3,834	6,511	3,302
Maksimum	9,923	9,743	5,196
Standart Sapma	1,958	0,985	0,658

Tablo 90: Sağ lense ait D₅ (Gy) dozlarının istatistiksel verilerinin üç yöntem için karşılaştırması (p<0,05)

İkili Karşılaştırma	p Değeri
3BKRT ile VMAT	0,079
3BKRT ile HT	0,036
VMAT ile HT	0,000

Üç tekniğin değerlendirilmesi “Shapiro-Wilk” testi ile yapılmış ve normal dağılıma uygun olduğu tespit edilmiştir. Sağ lense ait D₅ ortalama değerlerine bakıldığında 3BKRT, VMAT, HT için sırasıyla (6,295 Gy; 7,945 Gy; 4,022 Gy) elde edildi ve en düşük değerin HT, en yüksek değerin ise VMAT planlama tekniği olduğu görüldü. Planların ikili istatistiksel karşılaştırılmasında 3BKRT ve VMAT istatistiksel olarak anlamlı olmamasına rağmen (p=0,079) 3BKRT’nin daha düşük değerde olduğu tespit edilmiştir. 3BKRT ve HT arasındaki karşılaştırma istatistiksel olarak anlamlı (p=0,036) ve HT’de daha düşük değer bulunmuştur. VMAT ve HT arasındaki karşılaştırma istatistiksel olarak anlamlı (p=0,000) ve HT’de daha düşük değer bulunmuştur.

4.2.5.3. Sağ Lense ait D_{min} Dozları ve İstatistiksel Analiz Sonuçları

3BKRT-VMAT-HT planlama teknikleri sonucunda TO tanısı almış olan 10 hastanın normal doku sağ lense ait D_{min} dozları, istatistiksel veriler ile bunların birbiriyle karşılaştırılmaları Tablo 91, Tablo 92 ve Tablo 93’de gösterilmiştir.

Tablo 91: Sağ lense ait D_{min} dozları (Gy)

HASTA NO	3BKRT	VMAT	HT
1	3,381	5,724	1,910
2	3,213	5,286	1,960
3	2,171	5,149	1,900
4	7,787	5,901	2,460
5	3,291	5,510	2,050
6	6,359	5,455	2,410
7	3,826	5,026	3,360
8	2,852	4,450	2,280
9	2,094	4,409	2,510
10	2,890	5,847	1,930

Tablo 92: Sağ lense ait D_{min} (Gy) için istatistiksel veriler ($p<0,05$)

	3BKRT	VMAT	HT
Ortalama	3,786	5,275	2,277
Medyan	3,252	5,370	2,165
Minimum	2,094	4,409	1,900
Maksimum	7,787	5,901	3,360
Standart Sapma	1,841	0,529	0,45

Tablo 93: Sağ lense ait D_{min} (Gy) dozlarının istatistiksel verilerinin üç yöntem için karşılaştırması ($p<0,05$)

İkili Karşılaştırma	p Değeri
3BKRT ile VMAT	0,118
3BKRT ile HT	0,025
VMAT ile HT	0,000

Üç tekniğin değerlendirilmesi “Shapiro-Wilk” testi ile yapılmış ve normal dağılıma uygun olmadığı tespit edilmiştir. Sağ lense ait D_{min} medyan değerlerine bakıldığında 3BKRT, VMAT, HT için sırasıyla (3,252 Gy; 5,370 Gy; 2,165 Gy) elde edildi ve en düşük değerin HT, en yüksek değerin ise VMAT planlama tekniği olduğu görüldü. Planların ikili istatistiksel karşılaştırılmasında 3BKRT ve VMAT istatistiksel olarak anlamlı olmamasına rağmen ($p=0,118$) 3BKRT’nin daha düşük değerde olduğu tespit edilmiştir. 3BKRT ve HT arasındaki karşılaştırma istatistiksel olarak anlamlı ($p=0,025$) ve HT’de daha düşük değer bulunmuştur. VMAT ve HT arasındaki karşılaştırma istatistiksel olarak anlamlı ($p=0,000$) ve HT’de daha düşük değer bulunmuştur.

4.2.5.4. Sağ Lense ait D_{max} Dozları ve İstatistiksel Analiz Sonuçları

3BKRT-VMAT-HT planlama teknikleri sonucunda TO tanısı almış olan 10 hastanın normal doku sağ lense ait D_{max} dozları, istatistiksel veriler ile bunların birbiriyle karşılaştırılmaları Tablo 94, Tablo 95 ve Tablo 96’da gösterilmiştir.

Tablo 94: Sağ lense ait D_{max} dozları (Gy)

HASTA NO	3BKRT	VMAT	HT
1	9,361	8,970	3,970
2	6,996	7,807	3,360
3	7,280	9,100	4,310
4	8,184	10,899	6,480
5	6,615	9,157	4,640
6	10,452	9,093	4,250
7	7,306	7,630	5,200
8	6,736	6,973	4,650
9	4,391	7,056	5,310
10	7,561	8,722	4,200

Tablo 95: Sağ lense ait D_{max} (Gy) için istatistiksel veriler ($p<0,05$)

	3BKRT	VMAT	HT
Ortalama	7,488	8,541	4,637
Medyan	7,293	8,846	4,475
Minimum	4,391	6,973	3,360
Maksimum	10,452	10,899	6,480
Standart Sapma	1,634	1,193	0,862

Tablo 96: Sağ lense ait D_{max} (Gy) dozlarının istatistiksel verilerinin üç yöntem için karşılaştırması ($p<0,05$)

İkili Karşılaştırma	p Değeri
3BKRT ile VMAT	0,120
3BKRT ile HT	0,004
VMAT ile HT	0,000

Üç tekniğin değerlendirilmesi “Shapiro-Wilk” testi ile yapılmış ve normal dağılıma uygun olduğu tespit edilmiştir. Sağ lense ait D_{max} ortalama değerlerine bakıldığında 3BKRT, VMAT, HT için sırasıyla (7,488 Gy; 8,541 Gy; 4,637 Gy) elde edildi ve en düşük değerin HT, en yüksek değerin ise VMAT planlama tekniği olduğu görüldü. Planların ikili istatistiksel karşılaştırılmasında 3BKRT ve VMAT istatistiksel olarak anlamlı olmamasına rağmen ($p=0,120$) 3BKRT’nin daha düşük değerde olduğu tespit edilmiştir. 3BKRT ve HT arasındaki karşılaştırma istatistiksel olarak anlamlı ($p=0,004$) ve HT’de daha düşük değer bulunmuştur.

VMAT ve HT arasındaki karşılaştırma istatistiksel olarak anlamlı ($p=0,000$) ve HT’de daha düşük değer bulunmuştur.

4.2.5.5. Sağ Lense ait D_{mean} Dozları ve İstatistiksel Analiz Sonuçları

3BKRT-VMAT-HT planlama teknikleri sonucunda TO tanısı almış olan 10 hastanın normal doku sağ lense ait D_{mean} dozları, istatistiksel veriler ile bunların birbiriyle karşılaştırılmaları Tablo 97, Tablo 98 ve Tablo 99’de gösterilmiştir.

Tablo 97: Sağ lense ait D_{mean} dozları (Gy)

HASTA NO	3BKRT	VMAT	HT
1	5,246	6,390	3,420
2	4,711	6,471	2,470
3	4,281	6,980	2,780
4	5,435	7,775	3,500
5	4,680	7,181	2,730
6	8,523	6,775	3,620
7	5,411	6,284	4,210
8	4,514	5,768	3,060
9	3,013	5,439	3,500
10	4,523	7,228	2,630

Tablo 98: Sağ lense ait D_{mean} (Gy) için istatistiksel veriler ($p<0,05$)

	3BKRT	VMAT	HT
Ortalama	5,034	6,629	3,192
Medyan	4,696	6,623	3,240
Minimum	3,013	5,439	2,470
Maksimum	8,523	7,775	4,210
Standart Sapma	1,412	0,705	0,547

Tablo 99: Sağ lense ait D_{mean} (Gy) dozlarının istatistiksel verilerinin üç yöntem için karşılaştırması ($p<0,05$)

İkili Karşılaştırma	p Değeri
3BKRT ile VMAT	0,044
3BKRT ile HT	0,044
VMAT ile HT	0,000

Üç tekniğin değerlendirilmesi “Shapiro-Wilk” testi ile yapılmış ve normal dağılıma uygun olmadığı tespit edilmiştir. Sağ lense ait D_{mean} medyan değerlerine bakıldığında 3BKRT, VMAT, HT için sırasıyla (4,696 Gy; 6,623 Gy; 3,240 Gy) elde edildi ve en düşük değerin HT, en yüksek değerin ise VMAT planlama tekniği olduğu görüldü. Planların ikili istatistiksel

karşılaştırılmasında 3BKRT ve VMAT istatistiksel olarak anlamlı ($p=0,044$) ve 3BKRT'nin daha düşük değerde olduğu tespit edilmiştir. 3BKRT ve HT arasındaki karşılaştırma istatistiksel olarak anlamlı ($p=0,044$) ve HT'de daha düşük değer bulunmuştur. VMAT ve HT arasındaki karşılaştırma istatistiksel olarak anlamlı ($p=0,000$) ve HT'de daha düşük değer bulunmuştur.

4.2.6. Sol Lense ait Dozlar

4.2.6.1. Sol Lense ait $D_{\%1}$ Dozları ve İstatistiksel Analiz Sonuçları

3BKRT-VMAT-HT planlama teknikleri sonucunda TO tanısı almış olan 10 hastanın normal doku sol lense ait $D_{\%1}$ dozları, istatistiksel veriler ile bunların birbiriyle karşılaştırılmaları Tablo 100, Tablo 101 ve Tablo 102'de gösterilmiştir.

Tablo 100: Sol lense ait $D_{\%1}$ dozları (Gy)

HASTA NO	3BKRT	VMAT	HT
1	6,840	9,070	3,790
2	6,329	7,219	5,672
3	6,680	9,280	4,339
4	3,135	10,054	5,789
5	8,193	9,103	3,973
6	8,035	9,144	4,759
7	10,833	8,223	4,099
8	3,135	8,135	3,771
9	5,957	8,257	5,219
10	4,984	8,691	4,299

Tablo 101: Sol lense ait $D_{\%1}$ (Gy) için istatistiksel veriler ($p<0,05$)

	3BKRT	VMAT	HT
Ortalama	6,412	8,718	4,571
Medyan	6,504	8,881	4,319
Minimum	3,135	7,219	3,771
Maksimum	10,833	10,054	5,789
Standart Sapma	2,341	0,789	0,753

Tablo 102: Sol lense ait $D_{\%1}$ (Gy) dozlarının istatistiksel verilerinin üç yöntem için karşılaştırması ($p<0,05$)

İkili Karşılaştırma	p Değeri
3BKRT ile VMAT	0,060
3BKRT ile HT	0,169
VMAT ile HT	0,000

Üç tekniğin değerlendirilmesi “Shapiro-Wilk” testi ile yapılmış ve normal dağılıma uygun olduğu tespit edilmiştir. Sol lense ait $D_{\%1}$ ortalama değerlerine bakıldığında 3BKRT, VMAT, HT için sırasıyla (6,412 Gy; 8,718 Gy; 4,571 Gy) elde edildi ve en düşük değerin HT, en yüksek değerin ise VMAT planlama tekniği olduğu görüldü. Planların ikili istatistiksel karşılaştırılmasında 3BKRT ve VMAT istatistiksel olarak anlamlı olmamasına rağmen ($p=0,060$) 3BKRT’nin daha düşük değerde olduğu tespit edilmiştir. 3BKRT ve HT arasındaki karşılaştırma istatistiksel olarak anlamlı olmamasına rağmen ($p=0,169$) HT’de daha düşük değer bulunmuştur. VMAT ve HT arasındaki karşılaştırma istatistiksel olarak anlamlı ($p=0,000$) ve HT’de daha düşük değer bulunmuştur.

4.2.6.2. Sol Lense ait $D_{\%5}$ Dozları ve İstatistiksel Analiz Sonuçları

3BKRT-VMAT-HT planlama teknikleri sonucunda TO tanısı almış olan 10 hastanın normal doku sol lense ait $D_{\%5}$ dozları, istatistiksel veriler ile bunların birbiriyle karşılaştırılmaları Tablo 103, Tablo 104 ve Tablo 105’de gösterilmiştir.

Tablo 103: Sol lense ait $D_{\%5}$ dozları (Gy)

HASTA NO	3BKRT	VMAT	HT
1	6,740	8,340	3,620
2	5,614	6,854	4,473
3	8,431	8,742	4,249
4	2,993	9,111	5,288
5	8,117	8,916	3,685
6	7,354	8,504	4,712
7	10,747	7,707	3,961
8	2,993	7,254	3,608
9	5,594	7,675	4,708
10	4,781	8,161	3,922

Tablo 104: Sol lense ait $D_{\%5}$ (Gy) için istatistiksel veriler ($p<0,05$)

	3BKRT	VMAT	HT
Ortalama	6,336	8,126	4,222
Medyan	6,177	8,251	4,105
Minimum	2,993	6,854	3,608
Maksimum	10,747	9,111	5,288
Standart Sapma	2,451	0,739	0,564

Tablo 105: Sol lense ait D_{5%} (Gy) dozlarının istatistiksel verilerinin üç yöntem için karşılaştırması (p<0,05)

İkili Karşılaştırma	p Değeri
3BKRT ile VMAT	0,142
3BKRT ile HT	0,099
VMAT ile HT	0,000

Üç tekniğin değerlendirilmesi “Shapiro-Wilk” testi ile yapılmış ve normal dağılıma uygun olduğu tespit edilmiştir. Sol lense ait D_{5%} ortalama değerlerine bakıldığında 3BKRT, VMAT, HT için sırasıyla (6,336 Gy; 8,126 Gy; 4,222 Gy) elde edildi ve en düşük değerin HT, en yüksek değerin ise VMAT planlama tekniği olduğu görüldü. Planların ikili istatistiksel karşılaştırılmasında 3BKRT ve VMAT istatistiksel olarak anlamlı olmamasına rağmen (p=0,142) 3BKRT’nin daha düşük değerde olduğu tespit edilmiştir. 3BKRT ve HT arasındaki karşılaştırma istatistiksel olarak anlamlı olmamasına rağmen (p=0,099) HT’de daha düşük değer bulunmuştur. VMAT ve HT arasındaki karşılaştırma istatistiksel olarak anlamlı (p=0,000) ve HT’de daha düşük değer bulunmuştur.

4.2.6.3. Sol Lense ait D_{min} Dozları ve İstatistiksel Analiz Sonuçları

3BKRT-VMAT-HT planlama teknikleri sonucunda TO tanısı almış olan 10 hastanın normal doku sol lense ait D_{min} dozları, istatistiksel veriler ile bunların birbiriyle karşılaştırılmaları Tablo 106, Tablo 107 ve Tablo 108’de gösterilmiştir.

Tablo 106: Sol lense ait D_{min} dozları (Gy)

HASTA NO	3BKRT	VMAT	HT
1	2,784	5,220	2,000
2	2,776	4,774	2,620
3	3,060	5,934	2,070
4	3,334	4,971	2,940
5	3,212	5,573	2,060
6	4,209	5,491	2,330
7	5,336	5,146	2,480
8	1,924	3,974	1,800
9	1,877	4,489	2,000
10	2,802	5,756	2,450

Tablo 107: Sol lense ait D_{min} (Gy) için istatistiksel veriler ($p<0,05$)

	3BKRT	VMAT	HT
Ortalama	3,131	5,132	2,275
Medyan	2,931	5,183	2,200
Minimum	1,877	3,974	1,800
Maksimum	5,336	5,934	2,940
Standart Sapma	1,025	0,602	0,349

Tablo 108: Sol lense ait D_{min} (Gy) dozlarının istatistiksel verilerinin üç yöntem için karşılaştırması ($p<0,05$)

İkili Karşılaştırma	p Değeri
3BKRT ile VMAT	0,000
3BKRT ile HT	0,049
VMAT ile HT	0,000

Üç tekniğin değerlendirilmesi “Shapiro-Wilk” testi ile yapılmış ve normal dağılıma uygun olduğu tespit edilmiştir. Sol lense ait D_{min} ortalama değerlerine bakıldığında 3BKRT, VMAT, HT için sırasıyla (3,131 Gy; 5,132 Gy; 2,275 Gy) elde edildi ve en düşük değerin HT, en yüksek değerin ise VMAT planlama tekniği olduğu görüldü. Planların ikili istatistiksel karşılaştırılmasında 3BKRT ve VMAT istatistiksel olarak anlamlı ($p=0,000$) ve 3BKRT’nin daha düşük değerde olduğu tespit edilmiştir. 3BKRT ve HT arasındaki karşılaştırma istatistiksel olarak anlamlı ($p=0,049$) ve HT’de daha düşük değer bulunmuştur. VMAT ve HT arasındaki karşılaştırma istatistiksel olarak anlamlı ($p=0,000$) ve HT’de daha düşük değer bulunmuştur.

4.2.6.4. Sol Lense ait D_{max} Dozları ve İstatistiksel Analiz Sonuçları

3BKRT-VMAT-HT planlama teknikleri sonucunda TO tanısı almış olan 10 hastanın normal doku sol lense ait D_{max} dozları, istatistiksel veriler ile bunların birbiriyle karşılaştırılmaları Tablo 109, Tablo 110 ve Tablo 111’de gösterilmiştir.

Tablo 109: Sol lense ait D_{max} dozları (Gy)

HASTA NO	3BKRT	VMAT	HT
1	6,868	9,172	4,340
2	6,349	7,328	5,680
3	8,681	9,559	4,340
4	8,731	10,280	5,780
5	8,232	9,123	4,380
6	8,035	9,144	4,760
7	10,878	8,460	4,100
8	5,656	8,178	3,840
9	6,137	8,596	5,460
10	4,984	8,691	4,300

Tablo 110: Sol lense ait D_{max} (Gy) için istatistiksel veriler ($p<0,05$)

	3BKRT	VMAT	HT
Ortalama	7,455	8,853	4,698
Medyan	7,451	8,907	4,360
Minimum	4,984	7,328	3,840
Maksimum	10,878	10,280	5,780
Standart Sapma	1,777	0,804	0,694

Tablo 111: Sol lense ait D_{max} (Gy) dozlarının istatistiksel verilerinin üç yöntem için karşılaştırması ($p<0,05$)

İkili Karşılaştırma	p Değeri
3BKRT ile VMAT	0,072
3BKRT ile HT	0,005
VMAT ile HT	0,000

Üç tekniğin değerlendirilmesi “Shapiro-Wilk” testi ile yapılmış ve normal dağılıma uygun olduğu tespit edilmiştir. Sol lense ait D_{max} ortalama değerlerine bakıldığında 3BKRT, VMAT, HT için sırasıyla (7,455 Gy; 8,853 Gy; 4,698 Gy) elde edildi ve en düşük değerin HT, en yüksek değerin ise VMAT planlama tekniği olduğu görüldü. Planların ikili istatistiksel karşılaştırılmasında 3BKRT ve VMAT istatistiksel olarak anlamlı olmamasına rağmen ($p=0,072$) 3BKRT’nin daha düşük değerde olduğu tespit edilmiştir. 3BKRT ve HT arasındaki karşılaştırma istatistiksel olarak anlamlı ($p=0,005$) ve HT’de daha düşük değer bulunmuştur. VMAT ve HT arasındaki karşılaştırma istatistiksel olarak anlamlı ($p=0,000$) ve HT’de daha düşük değer bulunmuştur.

4.2.6.5. Sol Lense ait D_{mean} Dozları ve İstatistiksel Analiz Sonuçları

3BKRT-VMAT-HT planlama teknikleri sonucunda TO tanısı almış olan 10 hastanın normal doku sol lense ait D_{mean} dozları, istatistiksel veriler ile bunların birbiriyle karşılaştırılmaları Tablo 112, Tablo 113 ve Tablo 114’de gösterilmiştir.

Tablo 112: Sol lense ait D_{mean} dozları (Gy)

HASTA NO	3BKRT	VMAT	HT
1	4,931	7,066	2,870
2	4,225	5,953	3,450
3	5,232	7,339	3,030
4	5,594	7,068	4,000
5	5,438	6,978	2,730
6	5,903	7,084	3,170
7	8,296	6,326	3,260
8	3,648	5,641	2,870
9	3,646	6,203	3,450
10	3,697	7,148	3,080

Tablo 113: Sol lense ait D_{mean} (Gy) için istatistiksel veriler ($p<0,05$)

	3BKRT	VMAT	HT
Ortalama	5,061	6,680	3,191
Medyan	5,082	7,022	3,125
Minimum	3,646	5,641	2,730
Maksimum	8,296	7,339	4,000
Standart Sapma	1,422	0,593	0,373

Tablo 114: Sol lense ait D_{mean} (Gy) dozlarının istatistiksel verilerinin üç yöntem için karşılaştırması ($p<0,05$)

İkili Karşılaştırma	p Değeri
3BKRT ile VMAT	0,017
3BKRT ile HT	0,008
VMAT ile HT	0,000

Üç tekniğin değerlendirilmesi “Shapiro-Wilk” testi ile yapılmış ve normal dağılıma uygun olduğu tespit edilmiştir. Sol lense ait D_{mean} ortalama değerlerine bakıldığında 3BKRT, VMAT, HT için sırasıyla (5,061 Gy; 6,680 Gy; 3,191 Gy) elde edildi ve en düşük değerin HT, en yüksek değerin ise VMAT planlama tekniği olduğu görüldü. Planların ikili istatistiksel karşılaştırılmasında 3BKRT ve VMAT istatistiksel olarak anlamlı ($p=0,017$) ve 3BKRT’nin daha düşük değerde olduğu tespit edilmiştir. 3BKRT ve HT arasındaki karşılaştırma istatistiksel olarak anlamlı ($p=0,008$) ve HT’de daha düşük değer bulunmuştur. VMAT ve HT arasındaki karşılaştırma istatistiksel olarak anlamlı ($p=0,000$) ve HT’de daha düşük değer bulunmuştur.

4.2.7. Kiazmaya ait Dozlar

4.2.7.1. Kiazmaya ait D%1 Dozları ve İstatistiksel Analiz Sonuçları

3BKRT-VMAT-HT planlama teknikleri sonucunda TO tanısı almış olan 10 hastanın normal doku kiazmaya ait D%1 dozları, istatistiksel veriler ile bunların birbiriyle karşılaştırılmaları Tablo 115, Tablo 116 ve Tablo 117’de gösterilmiştir.

Tablo 115: Kiazmaya ait D%1 dozları (Gy)

HASTA NO	3BKRT	VMAT	HT
1	17,057	18,069	15,070
2	16,745	18,165	12,471
3	20,357	18,936	18,521
4	16,478	18,363	16,721
5	16,963	18,194	14,856
6	17,853	17,993	14,368
7	18,416	18,086	14,612
8	16,478	18,288	16,222
9	12,481	15,211	12,808
10	14,700	18,240	14,681

Tablo 116: Kiazmaya ait D%1 (Gy) için istatistiksel veriler (p<0,05)

	3BKRT	VMAT	HT
Ortalama	16,753	17,955	15,033
Medyan	16,854	18,179	14,769
Minimum	12,481	15,211	12,471
Maksimum	20,357	18,936	18,521
Standart Sapma	2,101	0,999	1,786

Tablo 117: Kiazmaya ait D%1 (Gy) dozlarının istatistiksel verilerinin üç yöntem için karşılaştırması (p<0,05)

İkili Karşılaştırma	p Değeri
3BKRT ile VMAT	0,074
3BKRT ile HT	0,074
VMAT ile HT	0,000

Üç tekniğin değerlendirilmesi “Shapiro-Wilk” testi ile yapılmış ve normal dağılıma uygun olmadığı tespit edilmiştir. Kiazmaya ait D%1 medyan değerlerine bakıldığında 3BKRT, VMAT, HT için sırasıyla (16,854 Gy; 18,179 Gy; 14,769 Gy) elde edildi ve en düşük değerin HT, en yüksek değerin ise VMAT planlama tekniği olduğu görüldü. Planların ikili istatistiksel karşılaştırılmasında 3BKRT ve VMAT istatistiksel olarak anlamlı olmamasına rağmen

($p=0,074$) 3BKRT'nin daha düşük değerde olduğu tespit edilmiştir. 3BKRT ve HT arasındaki karşılaştırma istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamasına rağmen ($p=0,074$) HT'de daha düşük değer bulunmuştur. VMAT ve HT arasındaki karşılaştırma istatistiksel olarak anlamlı ($p=0,000$) ve HT'de daha düşük değer bulunmuştur.

4.2.7.2. Kiazmaya ait D₅ Dozları ve İstatistiksel Analiz Sonuçları

3BKRT-VMAT-HT planlama teknikleri sonucunda TO tanısı almış olan 10 hastanın normal doku kiazmaya ait D₅ dozları, istatistiksel veriler ile bunların birbiriyle karşılaştırılmaları Tablo 118, Tablo 119 ve Tablo 120'de gösterilmiştir.

Tablo 118: Kiazmaya ait D₅ dozları (Gy)

HASTA NO	3BKRT	VMAT	HT
1	19,960	17,605	14,380
2	14,623	17,493	11,763
3	20,093	18,942	17,622
4	15,622	17,324	15,200
5	15,866	17,895	14,212
6	17,116	17,436	13,595
7	17,621	17,637	13,398
8	15,622	17,749	15,415
9	10,723	14,313	12,408
10	13,261	17,711	14,475

Tablo 119: Kiazmaya ait D₅ (Gy) için istatistiksel veriler ($p<0,05$)

	3BKRT	VMAT	HT
Ortalama	16,051	17,411	14,247
Medyan	15,744	17,621	14,296
Minimum	10,723	14,313	11,763
Maksimum	20,093	18,942	17,622
Standart Sapma	2,864	1,178	1,648

Tablo 120: Kiazmaya ait D₅ (Gy) dozlarının istatistiksel verilerinin üç yöntem için karşılaştırması ($p<0,05$)

İkili Karşılaştırma	p Değeri
3BKRT ile VMAT	0,074
3BKRT ile HT	0,074
VMAT ile HT	0,000

Üç tekniğin değerlendirilmesi “Shapiro-Wilk” testi ile yapılmış ve normal dağılıma uygun olmadığı tespit edilmiştir. Kiazmaya ait $D_{50\%}$ medyan değerlerine bakıldığında 3BKRT, VMAT, HT için sırasıyla (15,744 Gy; 17,621 Gy; 14,296 Gy) elde edildi ve en düşük değerin HT, en yüksek değerin ise VMAT planlama tekniği olduğu görüldü. Planların ikili istatistiksel karşılaştırılmasında 3BKRT ve VMAT istatistiksel olarak anlamlı olmamasına rağmen ($p=0,074$) 3BKRT’nin daha düşük değerde olduğu tespit edilmiştir. 3BKRT ve HT arasındaki karşılaştırma istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamasına rağmen ($p=0,074$) HT’de daha düşük değer bulunmuştur. VMAT ve HT arasındaki karşılaştırma istatistiksel olarak anlamlı ($p=0,000$) ve HT’de daha düşük değer bulunmuştur.

4.2.7.3. Kiazmaya ait D_{min} Dozları ve İstatistiksel Analiz Sonuçları

3BKRT-VMAT-HT planlama teknikleri sonucunda TO tanısı almış olan 10 hastanın normal doku kiazmaya ait D_{min} dozları, istatistiksel veriler ile bunların birbiriyle karşılaştırılmaları Tablo 121, Tablo 122 ve Tablo 123’de gösterilmiştir.

Tablo 121: Kiazmaya ait D_{min} dozları (Gy)

HASTA NO	3BKRT	VMAT	HT
1	2,433	10,756	10,250
2	1,544	10,545	9,070
3	2,534	12,998	9,910
4	0,654	6,548	10,380
5	2,539	12,582	10,760
6	2,800	11,988	10,490
7	1,253	10,384	10,310
8	3,057	9,876	9,920
9	1,371	8,492	10,340
10	2,237	12,306	12,130

Tablo 122: Kiazmaya ait D_{min} (Gy) için istatistiksel veriler ($p<0,05$)

	3BKRT	VMAT	HT
Ortalama	2,042	10,648	10,356
Medyan	2,335	10,651	10,325
Minimum	0,654	6,548	9,070
Maksimum	3,057	12,998	12,130
Standart Sapma	0,784	1,999	0,774

Tablo 123: Kiazmaya ait $D_{\min}$ (Gy) dozlarının istatistiksel verilerinin üç yöntem için karşılaştırması ($p<0,05$)

İkili Karşılaştırma	p Değeri
3BKRT ile VMAT	0,000
3BKRT ile HT	0,000
VMAT ile HT	1,000

Üç tekniğin değerlendirilmesi “Shapiro-Wilk” testi ile yapılmış ve normal dağılıma uygun olduğu tespit edilmiştir. Kiazmaya ait $D_{\min}$ ortalama değerlerine bakıldığında 3BKRT, VMAT, HT için sırasıyla (2,042 Gy; 10,648 Gy; 10,356 Gy) elde edildi ve en düşük değerin 3BKRT, en yüksek değerin ise VMAT planlama tekniği olduğu görüldü. Planların ikili istatistiksel karşılaştırılmasında 3BKRT ve VMAT istatistiksel olarak anlamlı ($p=0,000$) ve 3BKRT’nin daha düşük değerde olduğu tespit edilmiştir. 3BKRT ve HT arasındaki karşılaştırma istatistiksel olarak anlamlı ($p=0,000$) ve 3BKRT’de daha düşük değer bulunmuştur. HT’nin ortalama değeri daha düşük olmasına rağmen VMAT ile arasında ise istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmamıştır ($p=1,000$).

4.2.7.4. Kiazmaya ait $D_{\max}$ Dozları ve İstatistiksel Analiz Sonuçları

3BKRT-VMAT-HT planlama teknikleri sonucunda TO tanısı almış olan 10 hastanın normal doku kiazmaya ait $D_{\max}$ dozları, istatistiksel veriler ile bunların birbiriyle karşılaştırılmaları Tablo 124, Tablo 125 ve Tablo 126’de gösterilmiştir.

Tablo 124: Kiazmaya ait $D_{\max}$ dozları (Gy)

HASTA NO	3BKRT	VMAT	HT
1	17,786	18,608	16,030
2	17,070	18,678	13,410
3	20,521	19,789	18,550
4	18,673	18,496	16,790
5	16,985	18,287	15,270
6	18,504	18,147	14,370
7	18,464	18,281	15,110
8	17,151	18,592	16,580
9	13,228	15,786	12,810
10	14,991	18,366	15,270

Tablo 125: Kiazmaya ait D_{max} (Gy) için istatistiksel veriler ($p<0,05$)

	3BKRT	VMAT	HT
Ortalama	17,337	18,303	15,419
Medyan	17,468	18,431	15,270
Minimum	13,228	15,786	12,810
Maksimum	20,521	19,789	18,550
Standart Sapma	2,038	0,996	1,683

Tablo 126: Kiazmaya ait D_{max} (Gy) dozlarının istatistiksel verilerinin üç yöntem için karşılaştırması ($p<0,05$)

İkili Karşılaştırma	p Değeri
3BKRT ile VMAT	0,502
3BKRT ile HT	0,007
VMAT ile HT	0,001

Üç tekniğin değerlendirilmesi “Shapiro-Wilk” testi ile yapılmış ve normal dağılıma uygun olmadığı tespit edilmiştir. Kiazmaya ait D_{max} medyan değerlerine bakıldığında 3BKRT, VMAT, HT için sırasıyla (17,468 Gy; 18,431 Gy; 15,270 Gy) elde edildi ve en düşük değerin HT, en yüksek değerin ise VMAT planlama tekniği olduğu görüldü. Planların ikili istatistiksel karşılaştırılmasında 3BKRT ve VMAT istatistiksel olarak anlamlı olmamasına rağmen ($p=0,502$) 3BKRT’nin daha düşük değerde olduğu tespit edilmiştir. 3BKRT ve HT arasındaki karşılaştırma istatistiksel olarak anlamlı ($p=0,076$) ve HT’de daha düşük değer bulunmuştur. VMAT ve HT arasındaki karşılaştırma istatistiksel olarak anlamlı ($p=0,001$) ve HT’de daha düşük değer bulunmuştur.

4.2.7.5. Kiazmaya ait D_{mean} Dozları ve İstatistiksel Analiz Sonuçları

3BKRT-VMAT-HT planlama teknikleri sonucunda TO tanısı almış olan 10 hastanın normal doku kiazmaya ait D_{mean} dozları, istatistiksel veriler ile bunların birbiriyle karşılaştırılmaları Tablo 127, Tablo 128 ve Tablo 129’de gösterilmiştir.

Tablo 127: Kiazmaya ait D_{mean} dozları (Gy)

HASTA NO	3BKRT	VMAT	HT
1	9,030	14,718	11,940
2	8,309	14,678	9,980
3	13,917	16,759	12,060
4	5,424	11,826	12,580
5	9,386	15,482	12,460
6	10,609	15,077	11,850
7	10,643	14,619	11,580
8	10,105	14,785	11,780
9	5,164	11,605	11,190
10	8,221	15,797	13,440

Tablo 128: Kiazmaya ait D_{mean} (Gy) için istatistiksel veriler ($p<0,05$)

	3BKRT	VMAT	HT
Ortalama	9,081	14,535	11,886
Medyan	9,208	14,7515	11,895
Minimum	5,164	11,605	9,980
Maksimum	13,917	16,759	13,440
Standart Sapma	2,568	1,625	0,912

Tablo 129: Kiazmaya ait D_{mean} (Gy) dozlarının istatistiksel verilerinin üç yöntem için karşılaştırması ($p<0,05$)

İkili Karşılaştırma	p Değeri
3BKRT ile VMAT	0,000
3BKRT ile HT	0,028
VMAT ile HT	0,002

Üç tekniğin değerlendirilmesi “Shapiro-Wilk” testi ile yapılmış ve normal dağılıma uygun olduğu tespit edilmiştir. Kiazmaya ait D_{mean} ortalama değerlerine bakıldığında 3BKRT, VMAT, HT için sırasıyla (9,081 Gy; 14,535 Gy; 11,886 Gy) elde edildi ve en düşük değerin 3BKRT, en yüksek değerin ise VMAT planlama tekniği olduğu görüldü. Planların ikili istatistiksel karşılaştırılmasında 3BKRT ve VMAT istatistiksel olarak anlamlı ($p=0,000$) ve 3BKRT’nin daha düşük değerde olduğu tespit edilmiştir. 3BKRT ve HT arasındaki karşılaştırma istatistiksel olarak anlamlı ($p=0,028$) ve 3BKRT’de daha düşük değer bulunmuştur. VMAT ve HT arasındaki karşılaştırma istatistiksel olarak anlamlı ($p=0,002$) ve HT’de daha düşük değer bulunmuştur.

4.2.8. Sağ Optik Sinire ait Dozlar

4.2.8.1. Sağ optik sinire ait D_{%1} Dozları ve İstatistiksel Analiz Sonuçları

3BKRT-VMAT-HT planlama teknikleri sonucunda TO tanısı almış olan 10 hastanın normal doku sağ optik sinire ait D_{%1} dozları, istatistiksel veriler ile bunların birbiriyle karşılaştırılmaları Tablo 130, Tablo 131 ve Tablo 132’de gösterilmiştir.

Tablo 130: Sağ optik sinire ait D_{%1} dozları (Gy)

HASTA NO	3BKRT	VMAT	HT
1	21,480	21,020	21,460
2	21,846	21,592	21,384
3	22,204	21,582	21,321
4	21,757	21,716	21,548
5	21,940	21,468	21,651
6	21,837	22,287	21,689
7	21,911	21,828	21,599
8	21,753	21,621	21,125
9	21,839	21,286	21,328
10	21,882	21,476	21,637

Tablo 131: Sağ optik sinire ait D_{%1} (Gy) için istatistiksel veriler (p<0,05)

	3BKRT	VMAT	HT
Ortalama	21,845	21,588	21,474
Medyan	21,843	21,587	21,504
Minimum	21,480	21,020	21,125
Maksimum	22,204	22,287	21,689
Standart Sapma	0,1805	0,334	0,183

Tablo 132: Sağ optik sinire ait D_{%1} (Gy) dozlarının istatistiksel verilerinin üç yöntem için karşılaştırması (p<0,05)

İkili Karşılaştırma	p Değeri
3BKRT ile VMAT	0,095
3BKRT ile HT	0,004
VMAT ile HT	0,875

Üç tekniğin değerlendirilmesi “Shapiro-Wilk” testi ile yapılmış ve normal dağılıma uygun olduğu tespit edilmiştir. Sağ optik sinire ait D_{%1} ortalama değerlerine bakıldığında 3BKRT, VMAT, HT için sırasıyla (21,845 Gy; 21,585 Gy; 21,474 Gy) elde edildi ve en düşük değerin HT, en yüksek değerin ise 3BKRT planlama tekniği olduğu görüldü. Planların ikili istatistiksel

karşılaştırılmasında 3BKRT ve VMAT istatistiksel olarak anlamlı olmamasına rağmen ($p=0,095$) VMAT'ın daha düşük değerde olduğu tespit edilmiştir. 3BKRT ve HT arasındaki karşılaştırma istatistiksel olarak anlamlı ($p=0,004$) ve HT'de daha düşük değer bulunmuştur. HT'nin ortalama değeri daha düşük olmasına rağmen VMAT ile arasında ise istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmamıştır ($p=0,875$).

4.2.8.2. Sağ optik sinire ait D₅ Dozları ve İstatistiksel Analiz Sonuçları

3BKRT-VMAT-HT planlama teknikleri sonucunda TO tanısı almış olan 10 hastanın normal doku sağ optik sinire ait D₅ dozları, istatistiksel veriler ile bunların birbiriyle karşılaştırılmaları Tablo 133, Tablo 134 ve Tablo 135'de gösterilmiştir.

Tablo 133: Sağ optik sinire ait D₅ dozları (Gy)

HASTA NO	3BKRT	VMAT	HT
1	21,413	20,913	21,380
2	21,663	21,453	21,354
3	22,186	21,477	21,221
4	21,708	21,606	21,521
5	21,901	21,322	21,612
6	21,755	22,136	21,632
7	21,855	21,676	21,518
8	21,708	21,458	21,114
9	21,794	20,958	21,285
10	21,824	21,252	21,599

Tablo 134: Sağ optik sinire ait D₅ (Gy) için istatistiksel veriler ($p<0,05$)

	3BKRT	VMAT	HT
Ortalama	21,781	21,425	21,424
Medyan	21,775	21,456	21,449
Minimum	21,413	20,913	21,114
Maksimum	22,186	22,136	21,632
Standart Sapma	0,196	0,354	0,179

Tablo 135: Sağ optik sinire ait D₅ (Gy) dozlarının istatistiksel verilerinin üç yöntem için karşılaştırması ($p<0,05$)

İkili Karşılaştırma	p Değeri
3BKRT ile VMAT	0,035
3BKRT ile HT	0,007
VMAT ile HT	1,000

Üç tekniğin değerlendirilmesi “Shapiro-Wilk” testi ile yapılmış ve normal dağılıma uygun olduğu tespit edilmiştir. Sağ optik sinire ait D₅ ortalama değerlerine bakıldığında 3BKRT, VMAT, HT için sırasıyla (21,781 Gy; 21,425 Gy; 21,424 Gy) elde edildi ve en düşük değerin HT, en yüksek değerin ise 3BKRT planlama tekniği olduğu görüldü. Planların ikili istatistiksel karşılaştırılmasında 3BKRT ve VMAT istatistiksel olarak anlamlı (p=0,035) ve VMAT’ın daha düşük değerde olduğu tespit edilmiştir. 3BKRT ve HT arasındaki karşılaştırma istatistiksel olarak anlamlı (p=0,007) ve HT’de daha düşük değer bulunmuştur. HT’nin ortalama değeri daha düşük olmasına rağmen VMAT ile arasında ise istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmamıştır (p=1,000)

4.2.8.3. Sağ optik sinire ait D_{min} Dozları ve İstatistiksel Analiz Sonuçları

3BKRT-VMAT-HT planlama teknikleri sonucunda TO tanısı almış olan 10 hastanın normal doku sağ optik sinire ait D_{min} dozları, istatistiksel veriler Tablo 136, Tablo 137’de gösterilmiştir.

Tablo 136: Sağ optik sinire ait D_{min} dozları (Gy)

HASTA NO	3BKRT	VMAT	HT
1	18,155	19,292	19,850
2	18,821	18,809	15,980
3	20,717	20,340	20,670
4	21,617	20,437	20,720
5	20,522	20,117	20,060
6	20,733	21,339	20,840
7	19,933	20,246	20,220
8	20,763	20,221	20,180
9	20,606	19,262	18,950
10	20,040	20,388	20,630

Tablo 137: Sağ optik sinire ait D_{min} (Gy) için istatistiksel veriler (p<0,05)

	3BKRT	VMAT	HT
Ortalama	20,191	20,045	19,810
Medyan	20,564	20,234	20,200
Minimum	18,155	18,809	15,980
Maksimum	21,617	21,339	20,840
Standart Sapma	1,018	0,732	1,456

Üç tekniğin değerlendirilmesi “Shapiro-Wilk” testi ile yapılmış ve normal dağılıma uygun olduğu tespit edilmiştir. Sağ optik sinire ait D_{min} ortalama değerlerine bakıldığında 3BKRT, VMAT, HT için sırasıyla (20,191 Gy; 20,045 Gy; 19,810 Gy) elde edildi ve homojenlik durumuna “Repetad ANOVA” testi kullanılarak bakıldı. $p>0,05$ olduğundan 3 planlama tekniği arasında anlamlı fark bulunamadı.

4.2.8.4. Sağ optik sinire ait D_{max} Dozları ve İstatistiksel Analiz Sonuçları

3BKRT-VMAT-HT planlama teknikleri sonucunda TO tanısı almış olan 10 hastanın normal doku sağ optik sinire ait D_{max} dozları, istatistiksel veriler ile bunların birbiriyle karşılaştırılmaları Tablo 138, Tablo 139 ve Tablo 140’de gösterilmiştir.

Tablo 138: Sağ optik sinire ait D_{max} dozları (Gy)

HASTA NO	3BKRT	VMAT	HT
1	21,516	21,077	21,470
2	22,014	21,625	21,450
3	22,218	21,641	21,440
4	22,268	21,823	21,550
5	21,964	21,486	21,660
6	21,875	22,342	21,740
7	19,936	21,891	21,630
8	21,578	21,683	21,140
9	21,858	21,436	21,330
10	21,952	21,577	21,640

Tablo 139: Sağ optik sinire ait D_{max} (Gy) için istatistiksel veriler ($p<0,05$)

	3BKRT	VMAT	HT
Ortalama	21,718	21,65810	21,505
Medyan	21,914	21,633	21,510
Minimum	19,936	21,077	21,140
Maksimum	22,268	22,342	21,740
Standart Sapma	0,669	0,329	0,179

Tablo 140: Sağ optik sinire ait D_{max} (Gy) dozlarının istatistiksel verilerinin üç yöntem için karşılaştırması ($p<0,05$)

İkili Karşılaştırma	p Değeri
3BKRT ile VMAT	0,180
3BKRT ile HT	0,007
VMAT ile HT	0,180

Üç tekniğin değerlendirilmesi “Shapiro-Wilk” testi ile yapılmış ve normal dağılıma uygun olmadığı tespit edilmiştir. Sağ optik sinire ait D_{max} medyan değerlerine bakıldığında 3BKRT,

VMAT, HT için sırasıyla (21,914 Gy; 21,633 Gy; 21,510 Gy) elde edildi ve en düşük değerin HT, en yüksek değerin ise 3BKRT planlama tekniği olduğu görüldü. Planların ikili istatistiksel karşılaştırılmasında 3BKRT ve VMAT istatistiksel olarak anlamlı olmamasına rağmen ($p=0,180$) VMAT'ın daha düşük değerde olduğu tespit edilmiştir. 3BKRT ve HT arasındaki karşılaştırma istatistiksel olarak anlamlı ($p=0,007$) ve HT'de daha düşük değer bulunmuştur. HT'nin ortalama değeri daha düşük olmasına rağmen VMAT ile arasında ise istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmamıştır ($p=0,180$).

4.2.8.5. Sağ optik sinire ait D_{mean} Dozları ve İstatistiksel Analiz Sonuçları

3BKRT-VMAT-HT planlama teknikleri sonucunda TO tanısı almış olan 10 hastanın normal doku sağ optik sinire ait D_{mean} dozları, istatistiksel veriler ile bunların birbiriyle karşılaştırılmaları Tablo 141, Tablo 142 ve Tablo 143'de gösterilmiştir.

Tablo 141: Sağ optik sinire ait D_{mean} dozları (Gy)

HASTA NO	3BKRT	VMAT	HT
1	21,117	20,591	20,940
2	21,247	20,894	20,750
3	21,714	20,941	20,980
4	22,062	21,129	21,140
5	21,547	20,639	21,420
6	21,534	21,792	21,330
7	21,335	21,250	21,100
8	21,197	20,908	20,800
9	21,569	20,609	20,950
10	21,393	20,857	21,230

Tablo 142: Sağ optik sinire ait D_{mean} (Gy) için istatistiksel veriler ($p<0,05$)

	3BKRT	VMAT	HT
Ortalama	21,472	20,961	21,064
Medyan	21,464	20,901	21,040
Minimum	21,117	20,591	20,750
Maksimum	22,062	21,792	21,420
Standart Sapma	0,279	0,3629	0,220

Tablo 143: Sağ optik sinire ait D_{mean} (Gy) dozlarının istatistiksel verilerinin üç yöntem için karşılaştırması ($p<0,05$)

İkili Karşılaştırma	p Değeri
3BKRT ile VMAT	0,009
3BKRT ile HT	0,004
VMAT ile HT	1,000

Üç tekniğin değerlendirilmesi “Shapiro-Wilk” testi ile yapılmış ve normal dağılıma uygun olduğu tespit edilmiştir. Sağ optik sinire ait D_{mean} ortalama değerlerine bakıldığında 3BKRT, VMAT, HT için sırasıyla (21,472 Gy; 20,961 Gy; 21,064 Gy) elde edildi ve en düşük değerin HT, en yüksek değerin ise 3BKRT planlama tekniği olduğu görüldü. Planların ikili istatistiksel karşılaştırılmasında 3BKRT ve VMAT istatistiksel olarak anlamlı ($p=0,009$) ve VMAT’ın daha düşük değerde olduğu tespit edilmiştir. 3BKRT ve HT arasındaki karşılaştırma istatistiksel olarak anlamlı ($p=0,004$) ve HT’de daha düşük değer bulunmuştur. HT’nin ortalama değeri daha düşük olmasına rağmen VMAT ile arasında ise istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmamıştır ($p=1,000$).

4.2.9. Sol Optik Sinire ait Dozlar

4.2.9.1. Sol optik sinire ait $D_{\%1}$ Dozları ve İstatistiksel Analiz Sonuçları

3BKRT-VMAT-HT planlama teknikleri sonucunda TO tanısı almış olan 10 hastanın normal doku sol optik sinire ait $D_{\%1}$ dozları, istatistiksel veriler ile bunların birbiriyle karşılaştırılmaları Tablo 144, Tablo 145 ve Tablo 146’de gösterilmiştir.

Tablo 144: Sol optik sinire ait $D_{\%1}$ dozları (Gy)

HASTA NO	3BKRT	VMAT	HT
1	21,442	21,407	21,500
2	21,757	21,396	21,552
3	22,185	21,204	21,429
4	21,744	21,429	21,689
5	21,965	21,323	21,498
6	21,941	22,075	21,709
7	21,642	21,709	21,591
8	21,744	21,727	21,508
9	21,861	20,993	21,398
10	21,933	21,327	21,589

Tablo 145: Sol optik sinire ait $D_{\%1}$ (Gy) için istatistiksel veriler ($p<0,05$)

	3BKRT	VMAT	HT
Ortalama	21,821	21,459	21,546
Medyan	21,809	21,402	21,530
Minimum	21,442	20,993	21,398
Maksimum	22,185	22,075	21,709
Standart Sapma	0,204	0,3054	0,101

Tablo 146: Sol optik sinire ait D_{%1} (Gy) dozlarının istatistiksel verilerinin üç yöntem için karşılaştırması (p<0,05)

İkili Karşılaştırma	p Değeri
3BKRT ile VMAT	0,055
3BKRT ile HT	0,017
VMAT ile HT	0,859

Üç tekniğin değerlendirilmesi “Shapiro-Wilk” testi ile yapılmış ve normal dağılıma uygun olduğu tespit edilmiştir. Sol optik sinire ait D_{%1} ortalama değerlerine bakıldığında 3BKRT, VMAT, HT için sırasıyla (21,821 Gy; 21,459 Gy; 21,546 Gy) elde edildi ve en düşük değerin VMAT, en yüksek değerin ise 3BKRT planlama tekniği olduğu görüldü. Planların ikili istatistiksel karşılaştırılmasında 3BKRT ve VMAT istatistiksel olarak anlamlı olmamasına rağmen (p=0,055) VMAT’ın daha düşük değerde olduğu tespit edilmiştir. 3BKRT ve HT arasındaki karşılaştırma istatistiksel olarak anlamlı (p=0,017) ve HT’de daha düşük değer bulunmuştur. VMAT’ın ortalama değeri daha düşük olmasına rağmen HT ile arasında ise istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmamıştır (p=0,859).

4.2.9.2. Sol optik sinire ait D_{%5} Dozları ve İstatistiksel Analiz Sonuçları

3BKRT-VMAT-HT planlama teknikleri sonucunda TO tanısı almış olan 10 hastanın normal doku sol optik sinire ait D_{%5} dozları, istatistiksel veriler ile bunların birbiriyle karşılaştırılmaları Tablo 147, Tablo 148 ve Tablo 149’de gösterilmiştir.

Tablo 147: Sol optik sinire ait D_{%5} dozları (Gy)

HASTA NO	3BKRT	VMAT	HT
1	21,358	21,276	21,460
2	21,678	21,319	21,492
3	22,144	21,137	21,411
4	21,707	21,327	21,591
5	21,924	21,167	21,389
6	21,858	21,968	21,605
7	21,576	21,629	21,589
8	21,707	21,576	21,298
9	21,796	20,890	21,288
10	21,894	21,169	21,586

Tablo 148: Sol optik sinire ait D₅ (Gy) için istatistiksel veriler (p<0,05)

	3BKRT	VMAT	HT
Ortalama	21,764	21,346	21,471
Medyan	21,752	21,29750	21,476
Minimum	21,358	20,890	21,288
Maksimum	22,144	21,968	21,605
Standart Sapma	0,214	0,306	0,1219

Tablo 149: Sol optik sinire ait D₅ (Gy) dozlarının istatistiksel verilerinin üç yöntem için karşılaştırması (p<0,05)

İkili Karşılaştırma	p Değeri
3BKRT ile VMAT	0,030
3BKRT ile HT	0,018
VMAT ile HT	0,520

Üç tekniğin değerlendirilmesi “Shapiro-Wilk” testi ile yapılmış ve normal dağılıma uygun olduğu tespit edilmiştir. Sol optik sinire ait D₅ ortalama değerlerine bakıldığında 3BKRT, VMAT, HT için sırasıyla (21,764 Gy; 21,346 Gy; 21,471 Gy) elde edildi ve en düşük değerin VMAT, en yüksek değerin ise 3BKRT planlama tekniği olduğu görüldü. Planların ikili istatistiksel karşılaştırılmasında 3BKRT ve VMAT istatistiksel olarak anlamlı (p=0,030) ve VMAT’ın daha düşük değerde olduğu tespit edilmiştir. 3BKRT ve HT arasındaki karşılaştırma istatistiksel olarak anlamlı (p=0,018) ve HT’de daha düşük değer bulunmuştur. VMAT’ın ortalama değeri daha düşük olmasına rağmen HT ile arasında ise istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmamıştır (p=0,520).

4.2.9.3. Sol optik sinire ait D_{min} Dozları ve İstatistiksel Analiz Sonuçları

3BKRT-VMAT-HT planlama teknikleri sonucunda TO tanısı almış olan 10 hastanın normal doku sol optik sinire ait D_{min} dozları, istatistiksel veriler Tablo 150, Tablo 151’de gösterilmiştir.

Tablo 150: Sol optik sinire ait D_{min} dozları (Gy)

HASTA NO	3BKRT	VMAT	HT
1	19,379	20,004	20,550
2	19,338	19,393	17,160
3	20,969	20,125	20,460
4	21,325	20,217	20,600
5	20,711	20,422	20,880
6	21,237	20,991	20,610
7	18,629	20,224	20,030
8	20,578	20,303	20,330
9	20,181	19,134	19,830
10	20,409	20,358	20,520

Tablo 151: Sol optik sinire ait D_{min} (Gy) için istatistiksel veriler ($p<0,05$)

	3BKRT	VMAT	HT
Ortalama	20,276	20,11710	20,097
Medyan	20,494	20,22050	20,490
Minimum	18,629	19,134	17,160
Maksimum	21,325	20,991	20,880
Standart Sapma	0,894	0,524	1,0750

Üç tekniğin değerlendirilmesi “Shapiro-Wilk” testi ile yapılmış ve normal dağılıma uygun olmadığı tespit edilmiştir. Sol optik sinire ait D_{min} medyan değerlerine bakıldığında 3BKRT, VMAT, HT için sırasıyla (20,494 Gy; 20,220 Gy; 20,490 Gy) elde edildi ve homojenlik durumuna “Repetad ANOVA” testi kullanılarak bakıldı. $p>0,05$ olduğundan 3 planlama tekniği arasında anlamlı fark bulunamadı.

4.2.9.4. Sol optik sinire ait D_{max} Dozları ve İstatistiksel Analiz Sonuçları

3BKRT-VMAT-HT planlama teknikleri sonucunda TO tanısı almış olan 10 hastanın normal doku sol optik sinire ait D_{max} dozları, istatistiksel veriler ile bunların birbiriyle karşılaştırılmaları Tablo 152, Tablo 153 ve Tablo 154’de gösterilmiştir.

Tablo 152: Sol optik sinire ait D_{max} dozları (Gy)

HASTA NO	3BKRT	VMAT	HT
1	21,510	21,594	21,520
2	21,807	21,481	21,540
3	22,214	21,235	21,430
4	22,268	21,508	21,680
5	21,975	21,409	21,510
6	21,951	22,108	21,720
7	21,722	21,781	21,600
8	21,519	21,825	21,510
9	21,909	21,122	21,400
10	21,988	21,428	21,590

Tablo 153: Sol optik sinire ait D_{max} (Gy) için istatistiksel veriler ($p<0,05$)

	3BKRT	VMAT	HT
Ortalama	21,886	21,549	21,550
Medyan	21,930	21,495	21,530
Minimum	21,510	21,122	21,400
Maksimum	22,268	22,108	21,720
Standart Sapma	0,255	0,2917	0,101

Tablo 154: Sol optik sinire ait D_{max} (Gy) dozlarının istatistiksel verilerinin üç yöntem için karşılaştırması ($p<0,05$)

İkili Karşılaştırma	p Değeri
3BKRT ile VMAT	0,135
3BKRT ile HT	0,008
VMAT ile HT	1,000

Üç tekniğin değerlendirilmesi “Shapiro-Wilk” testi ile yapılmış ve normal dağılıma uygun olduğu tespit edilmiştir. Sol optik sinire ait D_{max} ortalama değerlerine bakıldığında 3BKRT, VMAT, HT için sırasıyla (21,886 Gy; 21,549 Gy; 21,550 Gy) elde edildi ve en düşük değerin VMAT, en yüksek değerin ise 3BKRT planlama tekniği olduğu görüldü. Planların ikili istatistiksel karşılaştırılmasında 3BKRT ve VMAT istatistiksel olarak anlamlı olmamasına rağmen ($p=0,135$) VMAT’ın daha düşük değerde olduğu tespit edilmiştir. 3BKRT ve HT arasındaki karşılaştırma istatistiksel olarak anlamlı ($p=0,008$) ve HT’de daha düşük değer bulunmuştur. VMAT’ın ortalama değeri daha düşük olmasına rağmen HT ile arasında ise istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmamıştır ($p=1,000$).

4.2.9.5. Sol optik sinire ait D_{mean} Dozları ve İstatistiksel Analiz Sonuçları

3BKRT-VMAT-HT planlama teknikleri sonucunda TO tanısı almış olan 10 hastanın normal doku sol optik sinire ait D_{mean} dozları, istatistiksel veriler ile bunların birbiriyle karşılaştırılmaları Tablo 155, Tablo 156 ve Tablo 157’de gösterilmiştir.

Tablo 155: Sol optik sinire ait D_{mean} dozları (Gy)

HASTA NO	3BKRT	VMAT	HT
1	21,078	20,923	21,090
2	21,229	20,992	20,880
3	21,775	20,693	20,980
4	21,969	21,001	21,210
5	21,564	20,798	21,190
6	21,661	21,537	21,170
7	21,008	21,233	21,100
8	21,175	20,979	20,810
9	21,545	20,531	20,780
10	21,421	20,829	21,220

Tablo 156: Sol optik sinire ait D_{mean} (Gy) için istatistiksel veriler ($p<0,05$)

	3BKRT	VMAT	HT
Ortalama	21,443	20,951	21,043
Medyan	21,483	20,95100	21,095
Minimum	21,008	20,531	20,780
Maksimum	21,969	21,537	21,220
Standart Sapma	0,3162	0,281	0,169

Tablo 157: Sol optik sinire ait D_{mean} (Gy) dozlarının istatistiksel verilerinin üç yöntem için karşılaştırması ($p<0,05$)

İkili Karşılaştırma	p Değeri
3BKRT ile VMAT	0,023
3BKRT ile HT	0,009
VMAT ile HT	0,912

Üç tekniğin değerlendirilmesi “Shapiro-Wilk” testi ile yapılmış ve normal dağılıma uygun olduğu tespit edilmiştir. Sol optik sinire ait D_{mean} ortalama değerlerine bakıldığında 3BKRT, VMAT, HT için sırasıyla (21,443 Gy; 20,951 Gy; 21,043 Gy) elde edildi ve en düşük değerin VMAT, en yüksek değerin ise 3BKRT planlama tekniği olduğu görüldü. Planların ikili istatistiksel karşılaştırılmasında 3BKRT ve VMAT istatistiksel olarak anlamlı ($p=0,023$) ve VMAT’ın daha düşük değerde olduğu tespit edilmiştir. 3BKRT ve HT arasındaki karşılaştırma istatistiksel olarak anlamlı ($p=0,009$) ve HT’de daha düşük değer bulunmuştur. VMAT’ın

ortalama değeri daha düşük olmasına rağmen HT ile arasında ise istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmamıştır ($p=0,912$).

4.2.10. Sağ Retinaya ait Dozlar

4.2.10.1. Sağ Retinaya ait $D_{\%1}$ Dozları ve İstatistiksel Analiz Sonuçları

3BKRT-VMAT-HT planlama teknikleri sonucunda TO tanısı almış olan 10 hastanın normal doku sağ retinaya ait $D_{\%1}$ dozları, istatistiksel veriler ile bunların birbiriyle karşılaştırılmaları Tablo 158, Tablo 159 ve Tablo 160’de gösterilmiştir.

Tablo 158: Sağ retinaya ait $D_{\%1}$ dozları (Gy)

HASTA NO	3BKRT	VMAT	HT
1	21,164	20,932	21,330
2	21,964	21,081	21,354
3	21,907	21,302	21,619
4	21,444	21,444	21,708
5	21,511	21,382	21,462
6	22,173	21,467	21,459
7	21,902	20,995	20,987
8	21,444	21,389	21,598
9	21,717	20,384	21,209
10	22,108	21,668	21,146

Tablo 159: Sağ retinaya ait $D_{\%1}$ (Gy) için istatistiksel veriler ($p<0,05$)

	3BKRT	VMAT	HT
Ortalama	21,733	21,204	21,387
Medyan	21,809	21,342	21,407
Minimum	21,164	20,384	20,987
Maksimum	22,173	21,668	21,708
Standart Sapma	0,331	0,368	0,228

Tablo 160: Sağ retinaya ait $D_{\%1}$ (Gy) dozlarının istatistiksel verilerinin üç yöntem için karşılaştırması ($p<0,05$)

İkili Karşılaştırma	p Değeri
3BKRT ile VMAT	0,012
3BKRT ile HT	0,124
VMAT ile HT	0,385

Üç tekniğin değerlendirilmesi “Shapiro-Wilk” testi ile yapılmış ve normal dağılıma uygun olduğu tespit edilmiştir. Sağ retinaya ait $D_{\%1}$ ortalama değerlerine bakıldığında 3BKRT, VMAT, HT için sırasıyla (21,733 Gy; 21,204 Gy; 21,387 Gy) elde edildi ve en düşük değerin

VMAT, en yüksek değerin ise 3BKRT planlama tekniği olduğu görüldü. Planların ikili istatistiksel karşılaştırılmasında 3BKRT ve VMAT istatistiksel olarak anlamlı ($p=0,012$) ve VMAT'ın daha düşük değerde olduğu tespit edilmiştir. 3BKRT ve HT arasındaki karşılaştırma istatistiksel olarak anlamlı olmamasına rağmen ($p=0,124$) HT'de daha düşük değer bulunmuştur. VMAT'ın ortalama değeri daha düşük olmasına rağmen HT ile arasında ise istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmamıştır ($p=0,385$).

4.2.10.2. Sağ Retinaya ait $D_{\%5}$ Dozları ve İstatistiksel Analiz Sonuçları

3BKRT-VMAT-HT planlama teknikleri sonucunda TO tanısı almış olan 10 hastanın normal doku sağ retinaya ait $D_{\%5}$ dozları, istatistiksel veriler ile bunların birbiriyle karşılaştırılmaları Tablo 161, Tablo 162 ve Tablo 163'de gösterilmiştir.

Tablo 161: Sağ retinaya ait $D_{\%5}$ dozları (Gy)

HASTA NO	3BKRT	VMAT	HT
1	21,149	20,833	21,250
2	21,948	20,901	21,242
3	21,839	21,143	21,579
4	21,437	21,397	21,658
5	21,499	21,237	21,421
6	22,147	21,394	21,409
7	21,881	20,884	20,931
8	21,437	21,282	21,518
9	21,629	20,319	21,049
10	22,078	21,608	21,046

Tablo 162: Sağ retinaya ait $D_{\%5}$ (Gy) için istatistiksel veriler ($p<0,05$)

	3BKRT	VMAT	HT
Ortalama	21,704	21,099	21,310
Medyan	21,734	21,190	21,329
Minimum	21,149	20,319	20,931
Maksimum	22,147	21,608	21,658
Standart Sapma	0,323	0,373	0,246

Tablo 163: Sağ retinaya ait $D_{\%5}$ (Gy) dozlarının istatistiksel verilerinin üç yöntem için karşılaştırması ($p<0,05$)

İkili Karşılaştırma	p Değeri
3BKRT ile VMAT	0,004
3BKRT ile HT	0,075
VMAT ile HT	0,248

Üç tekniğin değerlendirilmesi “Shapiro-Wilk” testi ile yapılmış ve normal dağılıma uygun olduğu tespit edilmiştir. Sağ retinaya ait $D_{5\%}$ ortalama değerlerine bakıldığında 3BKRT, VMAT, HT için sırasıyla (21,704 Gy; 21,099 Gy; 21,310 Gy) elde edildi ve en düşük değerin VMAT, en yüksek değerin ise 3BKRT planlama tekniği olduğu görüldü. Planların ikili istatistiksel karşılaştırılmasında 3BKRT ve VMAT istatistiksel olarak anlamlı ($p=0,004$) ve VMAT’ın daha düşük değerde olduğu tespit edilmiştir. 3BKRT ve HT arasındaki karşılaştırma istatistiksel olarak anlamlı olmamasına rağmen ($p=0,075$) HT’de daha düşük değer bulunmuştur. VMAT’ın ortalama değeri daha düşük olmasına rağmen HT ile arasında ise istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmamıştır ($p=0,248$).

4.2.10.3. Sağ Retinaya ait D_{min} Dozları ve İstatistiksel Analiz Sonuçları

3BKRT-VMAT-HT planlama teknikleri sonucunda TO tanısı almış olan 10 hastanın normal doku sağ retinaya ait D_{min} dozları, istatistiksel veriler ile bunların birbiriyle karşılaştırılmaları Tablo 164, Tablo 165 ve Tablo 166’de gösterilmiştir.

Tablo 164: Sağ retinaya ait D_{min} dozları (Gy)

HASTA NO	3BKRT	VMAT	HT
1	20,739	19,807	19,020
2	20,879	19,813	20,300
3	21,323	20,115	20,570
4	21,500	20,491	20,650
5	21,155	20,365	20,100
6	21,814	19,839	20,260
7	21,420	19,187	20,400
8	21,072	20,313	20,330
9	21,023	19,592	20,380
10	21,780	20,606	19,830

Tablo 165: Sağ retinaya ait D_{min} (Gy) için istatistiksel veriler ($p<0,05$)

	3BKRT	VMAT	HT
Ortalama	21,270	20,013	20,184
Medyan	21,239	19,977	20,315
Minimum	20,739	19,187	19,020
Maksimum	21,814	20,606	20,650
Standart Sapma	0,362	0,444	0,468

Tablo 166: Sağ retinaya ait D_{min} (Gy) dozlarının istatistiksel verilerinin üç yöntem için karşılaştırması ($p<0,05$)

İkili Karşılaştırma	p Değeri
3BKRT ile VMAT	0,000
3BKRT ile HT	0,004
VMAT ile HT	0,371

Üç tekniğin değerlendirilmesi “Shapiro-Wilk” testi ile yapılmış ve normal dağılıma uygun olmadığı tespit edilmiştir. Sağ retinaya ait D_{min} medyan değerlerine bakıldığında 3BKRT, VMAT, HT için sırasıyla (21,239 Gy; 19,977 Gy; 20,315 Gy) elde edildi ve en düşük değerin VMAT, en yüksek değerin ise 3BKRT planlama tekniği olduğu görüldü. Planların ikili istatistiksel karşılaştırılmasında 3BKRT ve VMAT istatistiksel olarak anlamlı ($p=0,000$) ve VMAT’ın daha düşük değerde olduğu tespit edilmiştir. 3BKRT ve HT arasındaki karşılaştırma istatistiksel olarak anlamlı ($p=0,004$) ve HT’de daha düşük değer bulunmuştur. VMAT’ın ortalama değeri daha düşük olmasına rağmen HT ile arasında ise istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmamıştır ($p=0,371$).

4.2.10.4. Sağ Retinaya ait D_{max} Dozları ve İstatistiksel Analiz Sonuçları

3BKRT-VMAT-HT planlama teknikleri sonucunda TO tanısı almış olan 10 hastanın normal doku sağ retinaya ait D_{max} dozları, istatistiksel veriler ile bunların birbiriyle karşılaştırılmaları Tablo 167, Tablo 168 ve Tablo 169’da gösterilmiştir.

Tablo 167: Sağ retinaya ait D_{max} dozları (Gy)

HASTA NO	3BKRT	VMAT	HT
1	21,183	20,947	21,340
2	21,976	21,131	21,360
3	21,908	21,341	21,620
4	21,967	21,498	21,710
5	21,511	21,382	21,480
6	22,189	21,495	21,460
7	21,902	21,059	20,990
8	21,514	21,453	21,610
9	21,717	20,482	21,210
10	22,115	21,681	21,090

Tablo 168: Sağ retinaya ait D_{max} (Gy) için istatistiksel veriler ($p<0,05$)

	3BKRT	VMAT	HT
Ortalama	21,798	21,246	21,387
Medyan	21,905	21,361	21,410
Minimum	21,183	20,482	20,990
Maksimum	22,189	21,681	21,710
Standart Sapma	0,313	0,3506	0,236

Tablo 169: Sağ retinaya ait D_{max} (Gy) dozlarının istatistiksel verilerinin üç yöntem için karşılaştırması ($p<0,05$)

İkili Karşılaştırma	p Değeri
3BKRT ile VMAT	0,003
3BKRT ile HT	0,036
VMAT ile HT	0,682

Üç tekniğin değerlendirilmesi “Shapiro-Wilk” testi ile yapılmış ve normal dağılıma uygun olduğu tespit edilmiştir. Sağ retinaya ait D_{max} ortalama değerlerine bakıldığında 3BKRT, VMAT, HT için sırasıyla (21,798 Gy; 21,246 Gy; 21,387 Gy) elde edildi ve en düşük değerin VMAT, en yüksek değerin ise 3BKRT planlama tekniği olduğu görüldü. Planların ikili istatistiksel karşılaştırılmasında 3BKRT ve VMAT istatistiksel olarak anlamlı ($p=0,003$) ve VMAT’ın daha düşük değerde olduğu tespit edilmiştir. 3BKRT ve HT arasındaki karşılaştırma istatistiksel olarak anlamlı ($p=0,036$) ve HT’de daha düşük değer bulunmuştur. VMAT’ın ortalama değeri daha düşük olmasına rağmen HT ile arasında ise istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmamıştır ($p=0,682$).

4.2.10.5. Sağ Retinaya ait D_{mean} Dozları ve İstatistiksel Analiz Sonuçları

3BKRT-VMAT-HT planlama teknikleri sonucunda TO tanısı almış olan 10 hastanın normal doku sağ retinaya ait D_{mean} dozları, istatistiksel veriler ile bunların birbiriyle karşılaştırılmaları Tablo 170, Tablo 171 ve Tablo 172’de gösterilmiştir.

Tablo 170: Sağ retinaya ait D_{mean} dozları (Gy)

HASTA NO	3BKRT	VMAT	HT
1	21,023	20,522	20,790
2	21,675	20,491	20,880
3	21,637	20,718	21,250
4	21,749	21,048	21,210
5	21,343	20,879	21,030
6	22,012	20,884	20,890
7	21,756	20,336	20,680
8	21,346	20,843	21,010
9	21,375	20,030	20,790
10	21,956	21,101	20,640

Tablo 171: Sağ retinaya ait D_{mean} (Gy) için istatistiksel veriler ($p<0,05$)

	3BKRT	VMAT	HT
Ortalama	21,587	20,685	20,917
Medyan	21,656	20,780	20,885
Minimum	21,023	20,030	20,640
Maksimum	22,012	21,101	21,250
Standart Sapma	0,309	0,337	0,206

Tablo 172: Sağ retinaya ait D_{mean} (Gy) dozlarının istatistiksel verilerinin üç yöntem için karşılaştırması ($p<0,05$)

İkili Karşılaştırma	p Değeri
3BKRT ile VMAT	0,000
3BKRT ile HT	0,001
VMAT ile HT	0,153

Üç tekniğin değerlendirilmesi “Shapiro-Wilk” testi ile yapılmış ve normal dağılıma uygun olduğu tespit edilmiştir. Sağ retinaya ait D_{mean} ortalama değerlerine bakıldığında 3BKRT, VMAT, HT için sırasıyla (21,587 Gy; 20,685 Gy; 20,917 Gy) elde edildi ve en düşük değerin VMAT, en yüksek değerin ise 3BKRT planlama tekniği olduğu görüldü. Planların ikili istatistiksel karşılaştırılmasında 3BKRT ve VMAT istatistiksel olarak anlamlı ($p=0,000$) ve VMAT’ın daha düşük değerde olduğu tespit edilmiştir. 3BKRT ve HT arasındaki karşılaştırma istatistiksel olarak anlamlı ($p=0,001$) ve HT’de daha düşük değer bulunmuştur. VMAT’ın ortalama değeri daha düşük olmasına rağmen HT ile arasında ise istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmamıştır ($p=0,153$).

4.2.11. Sol Retinaya ait Dozlar

4.2.11.1. Sol Retinaya ait D_{%1} Dozları ve İstatistiksel Analiz Sonuçları

3BKRT-VMAT-HT planlama teknikleri sonucunda TO tanısı almış olan 10 hastanın normal doku sol retinaya ait D_{%1} dozları, istatistiksel veriler ile bunların birbiriyle karşılaştırılmaları Tablo 173, Tablo 174 ve Tablo 175’de gösterilmiştir.

Tablo 173: Sol retinaya ait D_{%1} dozları (Gy)

HASTA NO	3BKRT	VMAT	HT
1	21,338	21,112	21,590
2	21,875	21,460	21,572
3	21,836	21,329	21,399
4	21,413	20,988	21,519
5	21,672	21,052	21,415
6	22,262	20,956	21,329
7	21,847	21,189	21,135
8	21,413	21,489	21,238
9	21,387	20,757	21,199
10	22,116	21,056	21,429

Tablo 174: Sol retinaya ait D_{%1} (Gy) için istatistiksel veriler (p<0,05)

	3BKRT	VMAT	HT
Ortalama	21,715	21,138	21,382
Medyan	21,754	21,084	21,407
Minimum	21,338	20,757	21,135
Maksimum	22,262	21,489	21,590
Standart Sapma	0,325	0,231	0,156

Tablo 175: Sol retinaya ait D_{%1} (Gy) dozlarının istatistiksel verilerinin üç yöntem için karşılaştırması (p<0,05)

İkili Karşılaştırma	p Değeri
3BKRT ile VMAT	0,004
3BKRT ile HT	0,057
VMAT ile HT	0,047

Üç tekniğin değerlendirilmesi “Shapiro-Wilk” testi ile yapılmış ve normal dağılıma uygun olduğu tespit edilmiştir. Sol retinaya ait D_{%1} ortalama değerlerine bakıldığında 3BKRT, VMAT, HT için sırasıyla (21,715 Gy; 21,138 Gy; 21,382 Gy) elde edildi ve en düşük değerin VMAT, en yüksek değerin ise 3BKRT planlama tekniği olduğu görüldü. Planların ikili

istatistiksel karşılaştırılmasında 3BKRT ve VMAT istatistiksel olarak anlamlı ($p=0,004$) ve VMAT'ın daha düşük değerde olduğu tespit edilmiştir. 3BKRT ve HT arasındaki karşılaştırma istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamasına rağmen ($p=0,057$) HT'de daha düşük değer bulunmuştur. HT ve VMAT istatistiksel olarak anlamlı ($p=0,047$) ve VMAT'ın daha düşük değerde olduğu tespit edilmiştir.

4.2.11.2. Sol Retinaya ait D₅ Dozları ve İstatistiksel Analiz Sonuçları

3BKRT-VMAT-HT planlama teknikleri sonucunda TO tanısı almış olan 10 hastanın normal doku sol retinaya ait D₅ dozları, istatistiksel veriler ile bunların birbiriyle karşılaştırılmaları Tablo 176, Tablo 177 ve Tablo 178'de gösterilmiştir.

Tablo 176: Sol retinaya ait D₅ dozları (Gy)

HASTA NO	3BKRT	VMAT	HT
1	21,292	21,073	21,550
2	21,799	21,381	21,569
3	21,776	21,230	21,348
4	21,404	20,887	21,419
5	21,611	21,021	21,355
6	22,243	20,809	21,291
7	21,824	21,073	21,000
8	21,404	21,387	21,137
9	21,367	20,510	21,111
10	22,090	21,005	21,359

Tablo 177: Sol retinaya ait D₅ (Gy) için istatistiksel veriler ($p<0,05$)

	3BKRT	VMAT	HT
Ortalama	21,681	21,037	21,313
Medyan	21,693	21,047	21,351
Minimum	21,292	20,510	21,000
Maksimum	22,243	21,387	21,569
Standart Sapma	0,322	0,265	0,1850

Tablo 178: Sol retinaya ait D₅ (Gy) dozlarının istatistiksel verilerinin üç yöntem için karşılaştırması ($p<0,05$)

İkili Karşılaştırma	p Değeri
3BKRT ile VMAT	0,002
3BKRT ile HT	0,039
VMAT ile HT	0,035

Üç tekniğin değerlendirilmesi “Shapiro-Wilk” testi ile yapılmış ve normal dağılıma uygun olduğu tespit edilmiştir. Sol retinaya ait $D_{\%5}$ ortalama değerlerine bakıldığında 3BKRT, VMAT, HT için sırasıyla (21,681 Gy; 21,037 Gy; 21,313 Gy) elde edildi ve en düşük değerin VMAT, en yüksek değerin ise 3BKRT planlama tekniği olduğu görüldü. Planların ikili istatistiksel karşılaştırılmasında 3BKRT ve VMAT istatistiksel olarak anlamlı ($p=0,002$) ve VMAT’ın daha düşük değerde olduğu tespit edilmiştir. 3BKRT ve HT arasındaki karşılaştırma istatistiksel olarak anlamlı ($p=0,039$) ve HT’de daha düşük değer bulunmuştur. HT ve VMAT istatistiksel olarak anlamlı ($p=0,035$) ve VMAT’ın daha düşük değerde olduğu tespit edilmiştir.

4.2.11.3. Sol Retinaya ait D_{min} Dozları ve İstatistiksel Analiz Sonuçları

3BKRT-VMAT-HT planlama teknikleri sonucunda TO tanısı almış olan 10 hastanın normal doku sol retinaya ait D_{min} dozları, istatistiksel veriler ile bunların birbiriyle karşılaştırılmaları Tablo 179, Tablo 180 ve Tablo 181’de gösterilmiştir.

Tablo 179: Sol retinaya ait D_{min} dozları (Gy)

HASTA NO	3BKRT	VMAT	HT
1	20,818	19,838	20,630
2	21,017	20,407	20,410
3	21,356	19,877	18,550
4	21,415	20,060	19,390
5	21,265	20,289	20,450
6	21,405	18,775	18,350
7	21,554	20,072	19,760
8	21,073	20,385	19,960
9	20,978	19,484	19,680
10	21,524	19,980	19,840

Tablo 180: Sol retinaya ait D_{min} (Gy) için istatistiksel veriler ($p<0,05$)

	3BKRT	VMAT	HT
Ortalama	21,240	19,916	19,702
Medyan	21,310	20,020	19,800
Minimum	20,818	18,775	18,350
Maksimum	21,554	20,407	20,630
Standart Sapma	0,252	0,488	0,764

Tablo 181: Sol retinaya ait D_{min} (Gy) dozlarının istatistiksel verilerinin üç yöntem için karşılaştırması ($p<0,05$)

İkili Karşılaştırma	p Değeri
3BKRT ile VMAT	0,000
3BKRT ile HT	0,002
VMAT ile HT	0,791

Üç tekniğin değerlendirilmesi “Shapiro-Wilk” testi ile yapılmış ve normal dağılıma uygun olduğu tespit edilmiştir. Sol retinaya ait D_{min} ortalama değerlerine bakıldığında 3BKRT, VMAT, HT için sırasıyla (21,240 Gy; 19,916 Gy; 19,702 Gy) elde edildi ve en düşük değerin HT, en yüksek değerin ise 3BKRT planlama tekniği olduğu görüldü. Planların ikili istatistiksel karşılaştırılmasında 3BKRT ve VMAT istatistiksel olarak anlamlı ($p=0,000$) ve VMAT’ın daha düşük değerde olduğu tespit edilmiştir. 3BKRT ve HT arasındaki karşılaştırma istatistiksel olarak anlamlı ($p=0,002$) ve HT’de daha düşük değer bulunmuştur. HT ve VMAT istatistiksel olarak anlamlı olmamasına rağmen ($p=0,791$) ve HT’nin daha düşük değerde olduğu tespit edilmiştir.

4.2.11.4. Sol Retinaya ait D_{max} Dozları ve İstatistiksel Analiz Sonuçları

3BKRT-VMAT-HT planlama teknikleri sonucunda TO tanısı almış olan 10 hastanın normal doku sol retinaya ait D_{max} dozları, istatistiksel veriler ile bunların birbiriyle karşılaştırılmaları Tablo 182, Tablo 183 ve Tablo 184’da gösterilmiştir.

Tablo 182: Sol retinaya ait D_{max} dozları (Gy)

HASTA NO	3BKRT	VMAT	HT
1	21,347	21,144	21,600
2	21,892	21,490	21,570
3	21,851	21,426	21,380
4	21,846	20,999	21,520
5	21,724	21,076	21,430
6	22,265	20,974	21,330
7	21,848	21,270	21,140
8	21,468	21,491	21,260
9	21,403	20,864	21,200
10	22,119	21,056	21,430

Tablo 183: Sol retinaya ait D_{max} (Gy) için istatistiksel veriler ($p<0,05$)

	3BKRT	VMAT	HT
Ortalama	21,776	21,179	21,386
Medyan	21,847	21,110	21,405
Minimum	21,347	20,864	21,140
Maksimum	22,265	21,491	21,600
Standart Sapma	0,299	0,227	0,154

Tablo 184: Sol retinaya ait D_{max} (Gy) dozlarının istatistiksel verilerinin üç yöntem için karşılaştırması ($p<0,05$)

İkili Karşılaştırma	p Değeri
3BKRT ile VMAT	0,003
3BKRT ile HT	0,014
VMAT ile HT	0,108

Üç tekniğin değerlendirilmesi “Shapiro-Wilk” testi ile yapılmış ve normal dağılıma uygun olduğu tespit edilmiştir. Sol retinaya ait D_{max} ortalama değerlerine bakıldığında 3BKRT, VMAT, HT için sırasıyla (21,776 Gy; 21,179 Gy; 21,386 Gy) elde edildi ve en düşük değerin VMAT, en yüksek değerin ise 3BKRT planlama tekniği olduğu görüldü. Planların ikili istatistiksel karşılaştırılmasında 3BKRT ve VMAT istatistiksel olarak anlamlı ($p=0,003$) ve VMAT’ın daha düşük değerde olduğu tespit edilmiştir. 3BKRT ve HT arasındaki karşılaştırma istatistiksel olarak anlamlı ($p=0,014$) ve HT’de daha düşük değer bulunmuştur. HT ve VMAT istatistiksel olarak anlamlı olmamasına rağmen ($p=0,108$) VMAT’ın daha düşük değerde olduğu tespit edilmiştir.

4.2.11.5. Sol Retinaya ait D_{mean} Dozları ve İstatistiksel Analiz Sonuçları

3BKRT-VMAT-HT planlama teknikleri sonucunda TO tanısı almış olan 10 hastanın normal doku sol retinaya ait D_{mean} dozları, istatistiksel veriler ile bunların birbiriyle karşılaştırılmaları Tablo 185, Tablo 186 ve Tablo 187’de gösterilmiştir.

Tablo 185: Sol retinaya ait D_{mean} dozları (Gy)

HASTA NO	3BKRT	VMAT	HT
1	21,128	20,783	21,000
2	21,592	20,974	21,140
3	21,626	20,756	20,370
4	21,695	20,617	20,940
5	21,457	20,783	21,020
6	22,040	20,221	20,830
7	21,716	20,657	20,530
8	21,334	21,020	20,790
9	21,223	20,168	20,700
10	21,984	20,701	20,750

Tablo 186: Sol retinaya ait D_{mean} (Gy) için istatistiksel veriler ($p<0,05$)

	3BKRT	VMAT	HT
Ortalama	21,579	20,668	20,807
Medyan	21,609	20,728	20,810
Minimum	21,128	20,168	20,370
Maksimum	22,040	21,020	21,140
Standart Sapma	0,301	0,279	0,234

Tablo 187: Sol retinaya ait D_{mean} (Gy) dozlarının istatistiksel verilerinin üç yöntem için karşılaştırması ($p<0,05$)

İkili Karşılaştırma	p Değeri
3BKRT ile VMAT	0,000
3BKRT ile HT	0,001
VMAT ile HT	0,605

Üç tekniğin değerlendirilmesi “Shapiro-Wilk” testi ile yapılmış ve normal dağılıma uygun olduğu tespit edilmiştir. Sol retinaya ait D_{mean} ortalama değerlerine bakıldığında 3BKRT, VMAT, HT için sırasıyla (21,579 Gy; 20,668 Gy; 20,887 Gy) elde edildi ve en düşük değerin VMAT, en yüksek değerin ise 3BKRT planlama tekniği olduğu görüldü. Planların ikili istatistiksel karşılaştırılmasında 3BKRT ve VMAT istatistiksel olarak anlamlı ($p=0,000$) ve VMAT’ın daha düşük değerde olduğu tespit edilmiştir. 3BKRT ve HT arasındaki karşılaştırma istatistiksel olarak anlamlı ($p=0,001$) ve HT’de daha düşük değer bulunmuştur. HT ve VMAT istatistiksel olarak anlamlı olmamasına rağmen ($p=0,605$) VMAT’ın daha düşük değerde olduğu tespit edilmiştir.

5. Tartışma

Graves orbitopatisi olarak da adlandırılan TO, yaklaşık iki yüzyıldır doktorları ve bilim insanlarını şaşırtan, potansiyel olarak görmeyi tehdit eden oküler bir hastalıktır. Genellikle hipertiroidizmi olan veya graves oftalmopatisine bağlı hipertiroidizm öyküsü olan hastalarda görülür. TO veya tiroid göz hastalığı olarak da bilinir, çünkü bazen ötiroid veya hipotiroid kronik otoimmün tiroidi olan hastalarda ortaya çıkar. Durumun yıllık insidans oranı 100.000 nüfus başına 16 kadın ve 3 erkektir (Bahn, 2010).

TO, çoklu histopatolojik değişikliklerle ilişkili ekstra oküler kasların ve orbital bağ ve yağ dokularının hacminde artışa yol açan inflamatuvar bir süreçtir. RT iyi tolere edilmesine ve güvenli olmasına rağmen, toksisite korkusu ve radyasyona bağlı tümör riski nedeniyle iyi huylu hastalıkların tedavisinde kullanımı oldukça sınırlıdır. En sık görülen toksisite %12 katarakttır (Perros & Krassas). RT, 35 yaşından küçük hastalarda, potansiyel uzun vadeli kanserojen risk nedeniyle ve şiddetli hipertansiyonu veya diyabetik retinopatisi olan hastalarda, önceden var olan retinal hasarın olası kötüleşmesi nedeniyle kullanılmamalıdır. Halihazırda radyoterapiye bağlı bilinen risk faktörleri hesaplandığında %1-4 oranında radyasyona bağlı kanser riski taşıdığı hesaplanmıştır. Bununla birlikte, RT 18 ile tedavi edilen TO'lu 205 hastanın uzun vadeli bir takip çalışmasında, RT almayan bir hasta kohortu ile karşılaştırıldığında, ortalama 31 yıllık takipten sonra kanser gelişme riskinde hiçbir fark olmadığı gözlenmiştir. Tüm bu çalışmalar, iki haftalık bir süre boyunca 10 günlük dozda 20 Gy'lik standart fraksiyonlama ile yapılmıştır. Düşük doz RT, çok az yan etki ile orta ila şiddetli TO tedavisinde fayda göstermiştir. Yeni RT teknikleri, hedefe daha uyumlu bir doz dağılımı sağlar ve dozu normal sağlıklı dokuda minimuma indirerek, yan etki riskini en aza indirir (San Miguel ve ark., 2018).

TO'nun yönetimi genellikle kortikosteroidlerin kullanımına veya orbital ışınlamaya dayanır. Orbital ışınlama orta ila şiddetli TO'lu hastalara uygulanabilir. Orbital RT ile yapılan çalışmalar (Beckendorf ve ark., 1999) %67 oranında kısmi veya tam yanıt oranını rapor etmektedir. Yapılan çalışmalar sonucunda orbital ışınlama uygulanan 197 hastayı inceledi. Kortikosteroidli veya kortikosteroidsiz radyasyon tedavisinin, hastaların %50-60'ında ekzoftalmi ve göz kası işlevinde iyileşmeye yol açabileceğini, yumuşak doku reaksiyonlarında ise %70'e kadar iyileşme sağlayabileceğini kanıtladı (Marquez ve ark., 2001). Işınlanan hastaların %96'sında oftalmik indekste iyileşme göstermiştir. Diğer bir çalışmada TO'lu 211 çalışma katılımcısının %84.2'sinde radyoterapi öncesi semptomların düzeldiğini bulmuşlardır (Matthiesen ve ark., 2012).

Wang ve arkadaşlarının yapmış olduğu çalışmada; orbital radyoterapi, TO tedavisinde etkin bir tedavi ile önerilmektedir. RT, lateral karşıt alanlar (LOF), 3BKRT ve yoğunluk modülasyonlu radyasyon tedavisi (YART), son yıllarda alternatif tekniklerdir. Diğer yöntemlerle karşılaştırıldığında daha iyi hedef kapsamı, uygunluk ve homojenlik ile YART, kademeli olarak yaygın bir şekilde uygulanmaktadır. Ayrıca VMAT birçok hastalığın tedavisinde kullanılmaktadır. TO tedavisi için YART ve VMAT'ı karşılaştıran çalışmaların yetersizliği ifade edilmektedir.

Li ve arkadaşlarının yapmış olduğu çalışmada ise geleneksel olarak LOF tekniği, basit kurulumu ve hızlı uygulama prosedürleri için TO tedavisinde radyasyon onkologları tarafından kullanılmıştır. Bununla birlikte, tekniğin en belirgin dezavantajlarından biri, lenslere olan dozu en aza indirmek için, ışınların globların ön kısmını bloke etmesidir. Lateral alanlar ile TO'da yaygın olarak yer alan retro-orbital yağların ön kısmında yetersiz doza neden olmuştur. Ayrıca hedef içindeki doz dağılımının LOF tekniği ile homojen olarak sağlanması zordur. Daha sonra, 3BKRT ve YART gibi yeni teknikler ortaya çıkmış ve baş ve boyun tümörleri için mevcut standart radyasyon tekniği olarak kabul edilmiştir. Bununla birlikte, TO hastalarının tedavisinde bu teknikleri kullanmanın klinik sonuçları bildirilmemiştir. 3BKRT'nin evrimsel bir biçimi olan YART, daha düzensiz ve karmaşık bir hedef hacim etrafında bir doz dağılımı sağlama yeteneğine sahiptir. Ayrıca, hedef ve normal yapılar arasında daha dik doz gradyanları elde edilmektedir, böylece planlama hedef kapsamından ödün vermeden çevre dokulara verilen dozu azaltabilir. Sonuç olarak, YART, retro-orbital yapıların oldukça düzensiz hedef hacmi nedeniyle retro-orbital dağılımda avantajlı olabilir. Nitekim, Lee ve arkadaşları YART tedavisi gören 10 TO hastasını içeren dozimetrik çalışmada IMRT' nin retro-orbital radyasyondaki dozimetrik üstünlüğünü belirtmişlerdir. YART'nin 3BKRT ve LOF'tan önemli ölçüde daha üstün conformite indeksi ve homojenite indeksine sahip olduğu; gözlere, lenslere ve optik sınırlara daha iyi doz tasarrufu sağlayabildiği sonucuna varmışlardır. Bununla birlikte, dozimetrik bir çalışma olduğu için herhangi bir tedavi sonucu bildirilmemiştir ve YART uygulanan hasta sayısı sınırlı olduğu ifade edilmiştir.

Çalışmamızda hedef volüm kapsanmasında Li ve arkadaşları ile benzer sonuçlara varıldı. YART uygulamalarını temsil eden VMAT ve HT teknikleri 3BKRT tekniği ile karşılaştırıldığında hedef hacim kapsamada CI ve HI terminolojisinde üstün görülmektedir. Gözler, lensler ve optik sınırlar açısından değerlendirildiğinde VMAT ve HT tekniği 3BKRT'

den maksimum dozlar açısından daha düşük gözlenmiş; Li ve arkadaşlarının elde ettiği sonucu desteklediği gözlenmiştir.

San-Miguel ve arkadaşlarının Ağustos 2012 ile Ağustos 2014 arasında bilateral TO teşhisi konan ve retro-orbital ışınlama ile tedavi edilen ardışık 14 hastanın geriye yönelik değerlendirilmesinde; gözler, lensler, optik sinirler, optik kiazma, retina ve lakrimal bezler, her bir yörünge için risk altındaki organlar olarak belirlenmiştir. Konturlama ve planlama, Eclipse Tedavi Planlama Sistemi sürüm 8.9 (VarianMedical Systems, Palo Alto, CA) tarafından yapılmıştır. Bu çalışmada LOCF, 3BKRT ve VMAT teknikleri için 10 fraksiyonda 10 Gy'lik bir doz reçete edilmiş ve CI, HI dozimetrik parametreleri ile birlikte, PTV'nin ve risk altındaki organların minimum, maksimum, ortalama, D_{05} , D_{01} değerleri üç farklı teknik arasında karşılaştırılmıştır.

VMAT'ın 3BKRT ($p = 0,001$) ve LOF ($p < 0,001$) ile karşılaştırıldığında önemli ölçüde daha iyi bir CI sağladığını doğruladı. Ayrıca 3BKRT, LOF'den üstündü ($p = 0,007$). VMAT, 3BKRT ve LOF tarafından üretilen medyan HI sırasıyla 1,05 (1,03–1,08), 1,08 (1,05–1,14), 1,60 (1,06–4,60) idi ve üç grup arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunamadı.

San-Miguel ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada elde edilen sonuçları güncel sonuçlarımız ile kıyasladığımızda PTV'ye ait CI açısından incelendiğinde VMAT ve HT, 3BKRT'ye göre daha konformal sonuçlar vermiştir ($p=0,007$ - $p=0,004$). Bu çalışmaya ek olarak bizim çalışmamızda VMAT ve HT arasında ise anlamlı olmamasına rağmen HT'nin hedef hacmi daha konformal sarması açıkça görülmüştür. ($p=1,000$)

San-Miguel ve arkadaşlarının VMAT ile LOF veya 3BKRT'nin doz PTV değerlerini karşılaştırdıklarında, daha düşük minimum ($p = 0,004$; $p = 0,040$) ve daha yüksek maksimum ($p < 0,001$, $p = 0,004$) elde edilirken ortalama doz, medyan, D_{05} veya D_{01} 'de fark olmadığı rapor edilmiştir ve 3BKRT ve LOF arasında anlamlı bir fark gözlenmemiştir.

Bizim çalışmamızda bu durumdan farklı olarak; PTV'ye ait minimumlar açısından değerlendirildiğinde en düşük 3BKRT, en yüksek ise VMAT tekniğinin olduğu görüldü. 3BKRT'nin hem VMAT hem de HT ile karşılaştırılması istatistiksel olarak anlamlı ($p=0,000$; $p=0,010$) ve daha düşük doz değerine sahip olduğu saptandı. PTV'ye ait maksimumlar açısından değerlendirildiğinde üç teknik açısından istatistiksel fark bulunmadı.

Düşük doz maruziyeti açısından yapılacak tedavi MU değerlendirmesi önemlidir. San-Miguel ve arkadaşlarının elde ettiği ortalama MU değerleri, 3BKRT (174 MU) ve LOF (120 MU)'a nispeten VMAT (268 MU) için daha fazla olduğu görüldü ($p = 0,00$; $p = 0,00$). Bizim

çalışmamızda 3BKRT (258,7 MU), VMAT (497,2 MU), HT (4569,1 MU) olarak bulunmuştur. San-Miguel ve arkadaşlarının 10 fraksiyonda 10 Gy' lik doz uyguladığı göz önünde bulundurularak güncel çalışmada uyumlu MU değerleri izlenmektedir. Ayrıca bizde de 3BKRT tekniğinin MU'nun değerinin diğer iki teknikten daha az olduğu rapor edilmiştir.

San-Miguel ve arkadaşları daha sonra üç farklı teknik için riskli organların korunmasını başka çalışmalarla karşılaştırdı. VMAT, LOF'den önemli ölçüde farklı olmayan minimum doz haricinde, tüm dozimetrik parametreler için ($p < 0,001$) 3BKRT veya LOF ile karşılaştırıldığında gözlerde daha iyi koruma sağladı. 3BKRT ve LOF arasında yalnızca ortalama ve minimum dozda önemli farklılıklar vardı. VMAT, diğer iki teknik arasında istatistiksel olarak hiçbir fark olmaksızın, tüm dozimetrik parametrelerde daha iyi bir koruma sağladı. Ayrıca lens ve lakrimal bez, LOF' ye karşı istatistiksel olarak anlamlı olmayan minimum doz dışında tüm dozimetrik parametreler için 3BKRT ile daha iyi bir koruma sağladı. 3BKRT ile LOF' u karşılaştırdığımızda, gözyaşı bezinin LOF tekniği ile daha düşük minimum ve ortalama dozlar gösterdiğine dikkat edilmelidir; bunun aksine, lensteki tüm dozimetrik parametreler 3BKRT açısından en kötüsüydu. Bu sonuçlar, LOF' de lakrimal bezlerin veya lensin bulunduğu gözlerin çoğu ön kısmının radyasyondan bloke edilmiş olması gerçeğiyle açıklanabilir. Üç teknik arasında optik sinirler için dozimetrik parametrelerde anlamlı bir fark yoktu. Bununla birlikte, optik kiazmanın korunması düşünüldüğünde durum farklıydı. Kiazma açısından değerlendirildiğinde VMAT ve 3BKRT teknikleri, LOF'la karşılaştırıldığında tüm dozimetrik parametreler için radyasyon dozunda net bir artış sağladı. Bu, VMAT ve 3BKRT tekniklerinde arkadan yönlendirilen ışınların, optik kiazmada yüksek doz oluşturduğunu gösterdi.

Çalışmamızda San-Miguel ve arkadaşları elde ettiği sonuç gibi gözlerde daha iyi korumanın VMAT ile sağlandığı gözlenmiştir. ($p=0,003$) Retina için değerlendirme yaptığımızda VMAT tedavi tekniğinde 3BKRT'ye kıyasla anlamlı istatistiksel fark ve VMAT lehine daha iyi koruma görülmüştür ($p=0,003$). Lakrimalde ise VMAT 3BKRT'ye kıyasla anlamlı istatistiksel fark bulunmamasına rağmen ($p=0,353$) VMAT lehine sonuçlar elde edildi. Bu durumda San-Miguel ve arkadaşlarının ifade ettiği gibi lakrimaller için VMAT'ta daha iyi koruma sağlanabilmekte ancak lensler açısından değerlendirildiğinde 3BKRT ve VMAT arasında maksimum dozlar açısından istatistiksel olarak anlamlı olmamasına rağmen ($p=0,072$) 3BKRT' nin daha düşük değerde olduğu gözlenmektedir. Optik sinirler açısından incelendiğinde maksimum dozlar açısından San-Miguel ve arkadaşlarını destekleyen bir bulgu izlenmemiştir. 3BKRT ve VMAT

sonuçları kiazma açısından değerlendirildiğinde benzer sonuçlar gözlenmiştir. Ancak iki tekniğin de HT tekniğine göre daha yetersiz olduğu izlenmiştir.

Wang ve arkadaşlarının 2020 tarihli çalışmasında; PTV'ye retro-orbital yağ boşluklarını, ekstraoküler kasların ana kütleleri, orijinleri, insersiyonları ve set-up hataları için uygun marjlar dahil edilmiştir. BT görüntülerinde sağ ve sol lensler, gözbebekleri, optik sinirler, optik kiazma dahil olmak üzere risk altındaki organlar çizilmiştir. Tüm hastalar için hedef doz, PTV' nin %95'ini kapsayacak şekilde elde edilen 10 fraksiyonda verilen 20 Gy olarak reçete edilmiş ve çift kısmi yay VMAT planları için ışın açısı saat yönünde 240° ile 120° ve saat yönünün tersine 120° ile 240° idi. 7'li Sabit ışınlı YART planlarının gantry açısı 0°, 30°, 70°, 120°, 240°, 290°, 330° olarak düzenlendi. Klinik ihtiyaç olarak küçük ayarlamalar yapmışlardır. Sağ ve sol lensler, sağ ve sol optik sinirler, sağ ve sol göz, sağ ve sol retina her birey için konturlanmış ve hem normal dokulara ait hem de PTV' ye ait minimum doz (D_{min}), ortalama doz (D_{mean}), maksimum doz (D_{max}), D_5 (hedefin maksimum %5'i tarafından alınan doz), D_{95} , CI, HI ve dozimetrik parametreler hesaplanmıştır. Bu karşılaştırmalar sonucu, VMAT ve YART arasında CI açısından anlamlı bir istatistiksel fark bulunmamıştır. ($p=0,0673$, $p>0,05$). Bu çalışmadaki CI 'nin VMAT değerleri çalışmamızdaki değerler ile karşılaştırıldığında ortalama 0,606 değeri çalışmamızda CI ortalaması 0,697 benzer rapor edilmiştir. HI açısından VMAT ile karşılaştırıldığında IMRT' de üstün bir HI gözlemlendi ($p=0,0014$). HI'sinin VMAT değerleri çalışmamız ile karşılaştırıldığında; Wang ve arkadaşları HI 'sinin ortalaması 0,1175; çalışmamızda ise HI' inin ortalaması 0,0941 hesaplanmıştır.

Wang ve arkadaşlarının elde ettiği sonuçlar; VMAT, YART'dan daha düşük bir D_{min} ($p=0,0009$), daha yüksek bir D_{max} ($p=0,0105$) ve D_{mean} ($p=0,0276$) üretti. PTV'nin maksimum %5'inin aldığı doz VMAT'ta daha yüksek olmasına rağmen, maksimum %95'in aldığı dozda anlamlı bir istatistiksel fark yoktur. Bu sonucu ve ICRU kriterlerini dikkate alarak çalışmamızda PTV açısından istatistiksel bir çıkarım yapabilmek için $PTV_{\%2}$ ve $PTV_{\%98}$ değerleri de değerlendirmeye alınmıştır. $PTV_{\%2}$ için diğer tekniklere nazaran en düşük değer VMAT' ta elde edilmiştir. $D_{\%98}$ için ise VMAT tekniğinin maksimum dozunun diğer tekniklere nazaran daha yüksek çıktığı görülmüştür.

Wang ve arkadaşlarını PTV'ye benzer şekilde VMAT sol lenste daha yüksek doz dağılımı (D_{max} : $p=0,0246$, D_{mean} : $p=0,0114$), sağ lenste daha yüksek D_{max} ($p=0,0463$) yaptı. Lensler açısından benzer sonucu elde ederek VMAT en yüksek doz değerine sahiptir. Her iki merceğin halkaları daha yüksek bir D_{max} almıştır (sol: $p=0,0161$ ve sağ: 0,0034). Wang ve arkadaşlarının

optik sinir (sol: $p=0,0050$ ve sağ: $p=0,0225$) ve gözlerde (sol: $p=0,0045$ ve sağ: $p=0,0031$) benzer sonuçlara ulaşmışlardır.

Nguyen ve arkadaşları HT dozimetrisini ve geleneksel yarım ışın tekniğini (HBT) veya bölünmemiş ışın tekniğini (NSBT) hedef kapsama ve lakrimal bezlere ve merceğe radyasyon dozu açısından karşılaştırmıştır. Yüksek steroid dozunda hastalık progresyonu nedeniyle radyoterapi alan 7 TO' lu hastanın değerlendirilmesinde; 3 hasta HT ve 4 hasta HBT ile tedavi edildi. Hastalar, yüksek steroid dozuna (ağız yoluyla 30 mg prednizon her gün) yanıt vermeyen TO' su olan ve görme bulanıklığı ve/veya çift görme ile sonuçlanan şiddetli ekzoftalmi ve/veya ekstraoküler kas felci olan hastalardan seçildi. Hiçbir hastada optik sinir basısı, keratit veya retinopati görülmedi. Alanların ön sınırları lateral kemik kantusu olarak belirlendi ve arka sınırlar, marjinal ıskalamayı önlemek için retro-orbital yumuşak dokuları ve ekstraoküler kasları içeren periferik hedef hacim (PTV) ile belirlendi. Tüm hastalar sırtüstü pozisyonda immobilizasyon için baş maskesi ile tedavi edildi. Tedavi planlaması için 3 mm kesitli kontrastsız BT taraması yapıldı. Lens ve lakrimal bezler, bu radyosensitif yapılara ait radyasyon dozunu değerlendirmek için ana hatları çizildi. PTV' ye 200 cGy/fraksiyonda toplam 2.000 cGy doz verildi. 2008 yılından sonra HT ünitesi (6MV fotonlar) kurulduğunda 3 hastayı yoğunluk ayarlı radyoterapi tekniği ile tedavi edilmiştir.

TO için en yaygın teknik olan HBT' ye kıyasla HT, hedef hacme daha iyi kapsama ve lakrimal bezlerin aşırı radyasyondan korunmasını sağladı. Bununla birlikte, fraksiyone radyoterapi için katarakt eşiği 500 cGy olarak tahmin edildiğinden, maksimum lens dozu HT ile daha yüksekti ve muhtemelen katarakt riskinde artışa yol açıyordu. Bölünmemiş ışın tekniği, merceğe ve lakrimal bezlere aşırı ışınlama pahasına hedef hacmin yeterli şekilde kaplanmasını sağlayabildi. Bu noktada Nguyen ve arkadaşları yedi hastanın retrospektif olarak değerlendirildiği çalışmada HT, geleneksel HBT ve NSBT dozimetrik olarak karşılaştırıldı. Hedef doz uygulaması HT' de daha iyiydi, çalışmamızda da bu sonucu destekleyen değerler rapor edilmektedir. Ancak bu çalışmada lens dozları diğerlerinden daha yüksekti ve bu çalışmadan farklı olarak çalışmamızda ise en düşük lens dozu HT ile elde edilmiştir. Ancak HT'ye dayalı yoğunluk ayarlı radyoterapi, geleneksel yarım ışın radyoterapi tekniğine kıyasla tedavi hedefleyici volümü daha fazla kapsanması nedeniyle TO'de önemli ölçüde iyileşme sağlayabildiğini göstermiştir.

Kargioğlu ve arkadaşları, bir hasta verileri üzerinde 3BKRT-VMAT-HT-HYPERARC karşılaştırması yapmıştır. Hastaya 1,25 mm kesit kalınlığında simülasyon BT ile yapılan planlamalar karşılaştırılmıştır. Göz dışı göz kasları ve retrobulber yağ dokusu, klinik hedef

hacim olarak konturlanmıştır. Lens, optik kiazma, lakrimal bez, makula, beyin, hipofiz bezi ve hipokampus risk altındaki organlar olarak belirlendi.

Bu çalışmada; Helikal YART (HT) planı, RadixAct kullanılarak elde etti. Tedavi planlarında hedef hacmin %95'inin reçete edilen dozun %95'ini alması hedeflendi. 2 haftalık tedavi sürecinde fraksiyonel doz 2 Gy ve toplam doz 20 Gy olacak şekilde RT uygulandı. 3BKRT'ye ait kritik oranlara ait dozlara bakıldığında; maksimum dozlar açısından 3BKRT tekniğinde biz daha düşük değerler elde ettik. Kargioğlu ve arkadaşlarının yaptığı VMAT tedaviyi kendi planlarımızla kıyasladığımızda ise maksimum dozlar açısından lens dozu dışında daha düşük değerler elde edildi. HT tedavi açısından değerlendirdiğimizde benzer olarak en düşük lens dozuna sahip planlaması HT olduğu gözlenmişti. HT' de diğer kritik organların aldığı doz değerleri kıyaslandığında ise Kargioğlu ve arkadaşlarının elde ettiği değerler ile benzer sonuçlar izlenmiştir. Son olarak Kargioğlu ve arkadaşlarının tek bir hasta için yaptığı planlamayı MU değerleri açısından yorumladığımızda kendi çalışmamızdaki 3BKRT-VMAT-HT'nin planlamalar sonucunda elde edilen MU değerlerinin ortalamasını desteklediğini görmekteyiz. Ayrıca Pete ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada TomoTherapy Hi-Art gibi sarmal tomoterapi üniteli cihazlar, geleneksel lineer hızlandırıcılardan çok daha fazla monitör ünitesi sunar. Bu artan makine çıkışından kaynaklanan daha yüksek kafa sızıntısıyla mücadele etmek için, çeneler daha kalın yapılır ve hızlandırıcı kafası ağır bir şekilde korunur. Bu koruma etkilidir, hatta belirli koşullar altında toplam periferik dozu geleneksel hızlandırıcılardan daha düşük bir değere düşürdüğü belirtilmiştir.

Geleneksel olarak TO tedavisinde kullanılan tekniğin 3BKRT olarak tanımlanırken yapılan çalışmalarda özellikle VMAT ve HT lehine değerler de dikkate alınmalıdır. TO tedavisinde HT' ye dair çok sayıda araştırma ve karşılaştırma yapılmamıştır. Bu çalışma HT açısından değerlendirildiğinde hem hasta sayısı hem de istatistiksel olarak elde edilen sonuçların yorumlanması anlamında literatüre katkı sağlamış ve bu bağlamda HT' de dozların istatistiksel olarak değerlendirilmesi yönünde bir ilk olmaktadır. Bu tür yeni radyoterapi tekniklerinin daha çok klinik çalışma ile desteklenmesi gerekmektedir.

6. Sonuç

TO, rektus kaslarının şişmesi, arka yörüngedeki yağlı bağ dokusunun genişlemesi, proptozis, ekstraoküler kas disfonksiyonu ve şiddetli vakalarda kompresif optik nöropati ile karakterize edilen orbital dokuları hedef alan kronik bir otoimmün hastalıktır. Düşük doz radyoterapinin, kalıcı sonuçlar ve minimal morbidite ile TO'nun şiddetini azaltmada etkili olduğu gösterilmiştir. Literatürde 3BKRT, IMRT VE VMAT tekniklerine dair yapılan araştırmalarda; RT uygulaması ile radyasyon hasarı riski taşıyan organlara aşırı radyasyon vermeden yumuşak doku ve kasların ışınlanmasına izin verirken hastanın yaşam kalitesini korur ve tedavi sonucunda kişide iyileştirici etkiler meydana getirir. HT ile yapılan tedavi tekniği için ortaya çıkan sonuçlar; ışınlanan normal doku miktarını en aza indirmek, etkin hedef kapsamını sağlamak öte yandan günlük olarak hedefi görüntüleyerek tedavi ve tedavi takibini yeni bir radyasyon teknolojisi olduğu düşünülmektedir. Keskin radyasyon dozu gradyanı ve daha iyi hedef görselleştirme, radyasyon dozunu tümöre yakın normal organlara azaltmaktadır. HT etkinliği, tümörün radyosensitif yapılara yakın olduğu çeşitli anatomik bölgelerin kanserlerinde gösterilmiştir. Ancak TO tedavisinde HT'nin daha önce kısıtlı bir şekilde araştırılmış olması ve bu çalışmalarda da istatistiksel analizi gerçekleştirilmemiş olması bizi bu retrospektif çalışmayı yapmaya sevk etti.

Yaptığımız çalışmada 3BKRT, VMAT ve HT radyoterapi teknikleri TO tedavisinde hedef hacim ve kritik organlar açısından değerlendirilmiştir. Elde edilen veriler istatistiksel olarak karşılaştırılmıştır.

Hedef PTV' ye ait HI değerlerine bakıldığında, VMAT ve HT'nin 3BKRT' ye göre homojenite açısından daha iyi sonuç vermiş ($p=0,005$ - $p=0,011$) ve bu iki teknik arasında istatistiksel açıdan anlamlı fark elde edilmemiştir. ($p=1,000$) PTV' ye ait CI açısından incelendiğinde VMAT ve HT, 3BKRT' ye göre daha konformal sonuçlar vermiştir. ($p=0,007$ - $p=0,004$) VMAT ve HT arasında ise anlamlı istatistiksel sonuç olmamasına rağmen HT' nin hedef hacmi daha konformal sarması açıkça görülmüştür. ($p=1,000$)

MU' ler açısından değerlendirme yaptığımızda HT en yüksek sonucu verirken, 3BKRT ise en düşük MU değerlerini vermiştir. İstatistiksel olarak karşılaştırıldığında 3BKRT lehine anlamlı sonuçlar elde edilmiştir. ($p=0,000$ - $p=0,000$ - $p=0,000$)

Kritik organlar açısından sonuçları değerlendirdiğimizde, sağ ve sol gözyaşı bezine dair maksimumlar açısından değerlendirildiğin 3BKRT ve VMAT ile 3BKRT ve HT arasında anlamlı sonuç çıkmamasına rağmen (sağ: $p=0,353$ - $p=1,000$; sol: $p=0,080$ - $p=1,000$) VMAT ile

HT arasında VMAT lehine çıkmıştır (sağ: $p=0,042$; sol: $p=0,023$). Sağ göz maksimum açısından değerlendirildiğinde üç teknik arasında istatistiksel anlamlı farklar ile karşılaşılmamıştır. Sol gözde ise maksimum değerler açısından 3BKRT ve VMAT arasında VMAT lehine anlamlı fark çıkmıştır ($p=0,003$). 3BKRT ve HT ile VMAT ve HT arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir fark bulunamamıştır. Sağ ve sol lensler maksimum dozlar açısından değerlendirildiğinde 3BKRT ve HT ile VMAT ve HT arasında yapılan karşılaştırmalarda sonuç istatistiksel olarak anlamlı ve HT lehinedir. (sağ: $p=0,025$ - $p=0,000$; sol: $p=0,005$ - $p=0,000$) 3BKRT ve VMAT arasında ise istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamamıştır (sağ: $p=0,118$; sol $p=0,072$). Kiazma diğer bir kritik organımızdır. Kiazma maksimum dozu açısından değerlendirildiğinde 3BKRT ve HT ile VMAT ve HT arasında yapılan karşılaştırmalarda sonuç istatistiksel olarak anlamlı ve HT lehinedir. ($p=0,007$ - $p=0,001$) 3BKRT ve VMAT arasında ise istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamamıştır ($p=0,502$) Sağ ve sol optik sinirler maksimum dozlar açısından değerlendirildiğinde VMAT ve HT tekniklerinin 3BKRT' ye göre daha düşük dozlar elde edildiği bu iki teknik arasında ise istatistiksel açıdan anlamlı fark bulunmamıştır. Son olarak sağ ve sol retina açısından değerlendirmeye alınmıştır ve maksimum dozlar açısından değerlendirildiğinde hem HT tekniğinin hem de VMAT tekniğinin 3BKRT'ye göre istatistiksel olarak anlamlı ve daha düşük doz değerlerine sahip olduğu görülmüştür (sağ: $p=0,036$ - $p=0,003$; sol: $p=0,014$ - $p=0,003$). İki teknik kıyaslandığında ise istatistiksel olarak aralarında anlamlı bir fark görülmemiştir. (sağ: $p=0,682$; sol: $p=0,108$).

Çalışmamızda HT planlama tekniğinin orbital RT hastalarının tedavi kalitesi ve sağlam dokular üzerine olan etkisi diğer kabul görmüş RT teknikleri ile karşılaştırılmıştır. Bildiğimiz kadarı ile bu yönleri ile benzer platformlar değerlendirildiğinde bu kapsamda bir çalışma bulunmamaktadır. PTV hedef hacminin homojen bir şekilde sarılması açısından CI ve HI değerlendirildiğinde VMAT ile birlikte HT tekniğinin 3BKRT ye göre hedef hacmi daha iyi sardığı gösterilmiştir. HT'nin MU değeri diğer tekniklere göre yüksek olmasına rağmen kritik organlar olan lensler ve optik kiazmada daha iyi sonuçlar verdiği net bir şekilde görülmüştür. VMAT tekniğini ise göz yaşı bezlerinde HT' ye göre daha düşük sonuçlar vermiştir. Diğer riskli organlar olan gözler- optik sinirler ve retinalarda da HT ve VMAT tekniklerinin 3BKRT' ye nazaran daha iyi sonuçlar verdiği çalışmada gözlenmiştir.

7. Kaynaklar

- Arıkan, Ş., Bahçeci, M. (2008). Graves Oftalmopatisi. *Turkiye Klinikleri J Endocrin.* 2008;3(2):68-76. Erişim adresi: <https://www.turkiyeklinikleri.com/article/en-graves-ofthalmopatisi-52406.html>
- Bahn, R. S. (2010). Graves' ophthalmopathy. *New England Journal of Medicine*, 362(8), 726-738.
- Balcı, P., Pabuşçu, C. (2008). Temel Radyoloji Fiziği. Türk Radyoloji Derneği İzmir Şubesi, 42-43.
- Bartalena L., Marcocci C., Manetti L., Tanda M.L., Dell'Unto E., Rocchi R., Cartei F., Pinchera A. (1998). Orbital radiotherapy for Graves' ophthalmopathy. *Thyroid*. 1998;8:439-441.
- Becerir, H. B., & Alkaya, F. (2020). Radyoterapi Fiziği. Nobel Yayıncılık. Bölüm 23 - Üç Boyutlu Konformal Radyoterapi (3DCRT), 343-344.
- Beckendorf V, Maalouf T, George JL, Bey P, Leclere J, Luporsi E. Place of radiotherapy in the treatment of Graves' orbitopathy. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 1999; 43: 805-815.
- Bedford JL, Ph.D. , Lee YK, Ph.D. , Saran FH, M.D. , F.R.C.R. , Warrington AP, M.Sc. (2012). Helical volumetric modulated arc therapy for treatment of craniospinal axis. *Radiation Oncology*; 1047-1054.
- Çelik, T., Köşker, M. (2014). Tiroid Oftalmopatide Güncel Tanı ve Tedavi Yaklaşımları. *Turkiye Klinikleri J Ophthalmol.* 2014;23(2):111-20. Erişim adresi: <https://www.turkiyeklinikleri.com/article/tr-tiroid-ofthalmopatide-guncel-tani-ve-tedavi-yaklasimlari-68845.html>
- Dushko L, Krstevska V, Petkovska S. (2010). A treatment planning comparison of two different 3d conformal techniques for irradiation of head and neck cancer patients. *Proceedings of the 2nd Conference on Medical Physics and Biomedical Engineering*, 44.
- Gerling J, Kommerell G, Henne K, Laubenberger J, Schulte-Mönting J, Fells P. (2003). Retrobulbar irradiation for thyroid-associated orbitopathy: doubleblind comparison between 2.4 and 16 Gy. *Int J Radiat Oncol Biol Phys*. 2003;55:182-189.
- Halperin, E. C., Brady, L. W., Perez, C. A., & Wazer, D. E. (2018). *Perez & Brady's principles and practice of radiation oncology*. Lippincott Williams & Wilkins. 41(2), 583-584, 1340, 2713-2714.

- ICRU. International Commission on Radiation Units and Measurements. Prescribing, recording and reporting photon beam therapy. ICRU Report 50. Oxford, United Kingdom: Oxford University Press; 1993.
- ICRU. International Commission on Radiation Units and Measurements. Prescribing, recording and reporting photon beam therapy (Supplement to ICRU Report 50). ICRU Report 62. Oxford, United Kingdom: Oxford University Press; 1999.
- ICRU. International Commission on Radiation Units and Measurements. Prescribing, recording, and reporting photon-beam intensity-modulated radiation therapy (IMRT). ICRU Report 83. J ICRU 2010;10:1–106.
- IMPAC Medical Systems, Inc. (2015). Monaco® Training Guide - Document ID: LTGMON0500 Part Number: C#98961-E
- Kargioğlu, T., İnan, G. A., & Tezcan, Y. (2022). Hyperarc VMAT Technique in the Treatment of Thyroid Ophthalmopathy. *Turkish Journal of Oncology*, 37(4).
- Khan, F. M., Gibbons, J. P. (2021). Basic Physics. *Khan's the physics of radiation therapy* 6th ed. Philadelphia, Lippincott Williams & Wilkins, 2021; 30, 170, 435-437, 851-853, 896-897.
- Li, Y. J., Luo, Y., Xie, X. Q., He, W. M., Yi, C., Li, P., & Wang, F. (2017). The efficacy of intensity modulated radiation therapy in treating thyroid-associated ophthalmopathy and predictive factors for treatment response. *Scientific reports*, 7(1), 17533.
- Marquez S.D., Lum B.L., McDougal I.R., Katkuri S., Levin P.S., MacManus M., Donaldson S.S. (2001). Long-term results of irradiation for patients with progressive Graves' ophthalmopathy. *Int Radiat Oncol Biol Phys*. 2001;51:766-774.
- Matthiesen, C., Thompson J.S., Thompson D., Farris B., Wilkes B., Ahmad S., Herman T., Bogardus C. Jr. (2012). The efficacy of radiation therapy in the treatment of Graves' orbitopathy. *Int J Radiat Oncol Biol Phys*. **82**, 117–23, <https://doi.org/10.1016/j.ijrobp.2010.08.053>
- Mayles, P., Nahum, A., & Rosenwald, J.C. (Eds.). (2007). *Handbook of Radiotherapy Physics: Theory and Practice* (1st ed.). CRC Press., 11(1), 197-199, 967 <https://doi.org/10.1201/9781420012026>
- Mourits, M. P. (2000). Radiotherapy for Graves' orbitopathy: randomised placebo-controlled study. *Lancet*. **355**, 1505–9, [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(00\)02165-6](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(00)02165-6)

- Narayanasamy, G., Saenz, D., Cruz, W., Ha, C. S., Papanikolaou, N., & Stathakis, S. (2016). Commissioning an Elekta Versa HD linear accelerator. *Journal of applied clinical medical physics*, 17(1), 179-191.
- Nguyen, N. P., Krafft, S. P., Vos, P., Vinh-Hung, V., Ceizyk, M., Jang, S., ... & Smith-Raymond, L. (2011). Feasibility of tomotherapy for Graves' ophthalmopathy. *Strahlentherapie und Onkologie*, 187(9), 568.
- Pak, Y. (2001). Radyasyon Onkolojisi ve Radyoterapi Kavramları. *Ankara Sağlık Hizmetleri Dergisi*, 2 (1), 0-0 . https://doi.org/10.1501/Ashd_0000000024
- Paulsen, F., & Waschke, J. (2019). *Sobotta Clinical Atlas of Human Anatomy, one volume, English*. Elsevier Health Sciences
- Peet, S. C., Kairn, T., Lancaster, C. M., Trapp, J. V., Sylvander, S. R., & Crowe, S. B. (2021). Measuring foetal dose from tomotherapy treatments. *Medical Dosimetry*, 46(4), 342-346.
- Perros, P., & Krassas, G. E. (2002). Orbital irradiation for thyroid-associated orbitopathy: conventional dose, low dose or no dose?. *Clinical endocrinology*, 56(6), 689-691.
- Prummel, M. F. (1993). Randomized double-blind trial of prednisone versus radiotherapy in Graves' ophthalmopathy. *Lancet*. **342**, 949–54
- San-Miguel, I., Carmona, R., Luque, L., Cabrera, R., Lloret, M., Rutllan, F., & Lara, P. C. (2016). Volumetric Modulated Arc Therapy (VMAT) make a difference in retro-orbital irradiation treatment of patients with bilateral Graves' ophthalmopathy. Comparative analysis of dosimetric parameters from different radiation techniques. *Reports of Practical Oncology and Radiotherapy*, 21(5), 435-440.
- San Miguel, I., Arenas, M., Carmona, R., Rutllan, J., Medina-Rivero, F., & Lara, P. (2018). Review of the treatment of Graves' ophthalmopathy: the role of the new radiation techniques. *Saudi Journal of Ophthalmology*, 32(2), 139-145.
- Savku, E., & Gündüz, K. (2015). Tiroid Oftalmopatide Tanı, İzlem ve Tedavi Sonuçlarımız.
- Schotthoefer, Erin O.; Wallace, David K. (2007) Strabismus associated with thyroid eye disease. *Current Opinion in Ophthalmology* 18(5), 361-365. <https://doi.org/10.1097/ICU.0b013e32827038f2>
- Şahlı, E., & Gündüz, K. (2017). Thyroid-associated ophthalmopathy. *Turkish journal of ophthalmology*, 47(2), 94. <https://doi.org/10.4274/tjo.80688>. Epub 2017 Apr 1. PMID: 28405484; PMCID: PMC5384127

- Torrens, M., Chung, C., Chung, H. T., Hanssens, P., Jaffray, D., Kemeny, A., ... & Yu, C. P. (2014). Standardization of terminology in stereotactic radiosurgery: Report from the Standardization Committee of the International Leksell Gamma Knife Society: special topic. *Journal of neurosurgery*, 121(Suppl_2), 2-15.
- Wakelkamp IM, Tan H, Saeed P, Schlingemann RO, Verbraak FD, Blank LE, Prummel MF, Wiersinga WM. (2004). Orbital irradiation for Graves ophthalmopathy: Is it safe? A long-term follow-up study. *Ophthalmology*. 2004;111:1557-1562.
- Wang, S. C., Wu, J., Xie, X. Q., Liu, X. L., Luo, Y., Wang, F., ... & Wang, R. Y. (2020). Comparison of IMRT and VMAT radiotherapy planning for Graves' ophthalmopathy based on dosimetric parameters analysis. *Eur Rev Med Pharmacol Sci*, 24(7), 3898-3906.
- Yoon, M., Park, S. Y., Shin, D., Lee, S. B., Pyo, H. R., Kim, D. Y., & Cho, K. H. (2007). A new homogeneity index based on statistical analysis of the dose-volume histogram. *Journal of applied clinical medical physics*, 8(2), 9-17.