

**T.C.
HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**HELİKAL TOMOTERAPİ İLE
PROSTAT IŞINLAMALARINDA KRİTİK ORGAN
DOZLARININ CİHAZ İÇİ PARAMETRELERE GÖRE
DEĞERLENDİRİLMESİ**

Ahmet Fatih YÜREKLİ

**Radyoterapi Fiziği Programı
YÜKSEK LİSANS TEZİ**

ANKARA

2017

**T.C.
HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**HELİKAL TOMOTERAPİ İLE
PROSTAT IŞINLAMALARINDA KRİTİK ORGAN
DOZLARININ CİHAZ İÇİ PARAMETRELERE GÖRE
DEĞERLENDİRİLMESİ**

Ahmet Fatih YÜREKLİ

**Radyoterapi Fiziği Programı
YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**TEZ DANIŞMANI
Prof. Dr. H. Fadıl AKYOL**

ANKARA

2017

**Helikal Tomoterapi ile Prostat Işınlamalarında Kritik Organ Dozlarının
Cihaz İçi Parametrelere Göre Değerlendirilmesi**

Ahmet Fatih YÜREKLİ

Bu çalışma 23.01.2017 tarihinde jürimiz tarafından Radyoterapi Fiziği Yüksek Lisans Programı'nda yüksek lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Jüri Başkanı

Prof. Dr. H. Fadıl AKYOL

Hacettepe Üniversitesi Radyasyon Onkolojisi ABD

Danışman:

Prof. Dr. H.Fadıl AKYOL

Hacettepe Üniversitesi Radyasyon Onkolojisi ABD

Üye:

Prof. Dr. Serap AKYÜREK

Ankara Üniversitesi Radyasyon Onkolojisi ABD

Üye:

Prof. Dr. Haluk UTKU

Hacettepe Üniversitesi Nükleer Bilimler Enstitüsü

Üye:

Doç. Dr. Melis GÜLTEKİN

Hacettepe Üniversitesi Radyasyon Onkolojisi ABD

Üye:

Yrd. Doç. Dr. Mete YEĞİNER

Hacettepe Üniversitesi Radyasyon Onkolojisi ABD

ONAY:

Bu tez, Hacettepe Üniversitesi Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliği' nin ilgili maddeleri uyarınca yukarıdaki jüri üyeleri tarafından uygun görülmüş ve Enstitü Yönetim Kurulu kararıyla kabul edilmiştir.


Prof. Dr. Diclehan ORHAN
Enstitü Müdürü

YAYIMLAMA VE FİKRİ MÜLKİYET HAKLARI BEYANI

Enstitü tarafından onaylanan lisansüstü tezimin tamamını veya herhangi bir kısmını, basılı (kağıt) ve elektronik formatta arşivleme ve aşağıda verilen koşullarla kullanıma açma iznini Hacettepe Üniversitesine verdiğimi bildiririm. Bu izinle Üniversiteye verilen kullanım hakları dışındaki tüm fikri mülkiyet haklarım bende kalacak, tezimin tamamının ya da bir bölümünün gelecekteki çalışmalarda (makale, kitap, lisans ve patent vb.) kullanım hakları bana ait olacaktır.

Tezin kendi orijinal çalışmam olduğunu, başkalarının haklarını ihlal etmediğimi ve tezimin tek yetkili sahibi olduğumu beyan ve taahhüt ederim. Tezimde yer alan telif hakkı bulunan ve sahiplerinden yazılı izin alınarak kullanılması zorunlu metinlerin yazılı izin alınarak kullandığımı ve istenildiğinde suretlerini Üniversiteye teslim etmeyi taahhüt ederim.

- Tezimin tamamı dünya çapında erişime açılabilir ve bir kısmı veya tamamının fotokopisi alınabilir.
- ✓ Tezimin 23/01/2018 tarihine kadar erişime açılmasını ve fotokopi alınmasını (İç Kapak, Özet, İçindekiler ve Kaynakça hariç) istemiyorum.
- Tezimintarihine kadar erişime açılmasını istemiyorum ancak kaynak gösterilmek şartıyla bir kısmı veya tamamının fotokopisinin alınmasını onaylıyorum.
- Serbest Seçenek/Yazarın Seçimi

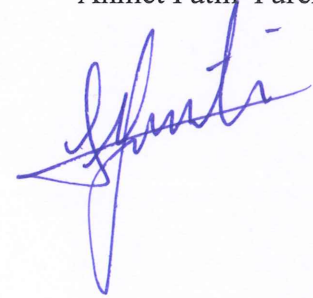
23/01/2017



ETİK BEYAN

Bu çalışmadaki bütün bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi, görsel, işitsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçları bilimsel ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu, kullandığım verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı, yararlandığım kaynaklara bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu, tezimin kaynak gösterilen durumlar dışında özgün olduğunu, Prof. Dr. H. Fadıl AKYOL danışmanlığında tarafımdan üretildiğini ve Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Yönergesine göre yazıldığımı beyan ederim.

Ahmet Fatih Yürekli



TEŞEKKÜR

Nitelikli bir lisansüstü eğitimi almama imkan sunan Hacettepe Üniversitesi Radyasyon Onkolojisi Anabilim Dalı Başkanı Sayın Prof. Dr. Gökhan ÖZYİĞİT'e,

Tez çalışmamı takip eden, çalışma süresince yardımını ve desteğini hiç esirgemeyen, yol gösterici olan danışmanım Sayın Prof. Dr. Fadıl AKYOL'a ve bilimsel anlamda yetişmemde çok büyük katkıları olan Anabilim Dalı'ndaki bütün hocalarıma,

Bilgi ve tecrübelerini paylaşan, tezimi yazma konusunda büyük yardımları dokunan Sayın Yrd. Doç. Dr. Mete YEĞİNER'e,

Radyoterapi alanına girişimdeki en büyük destekçim, her türlü sorunuma yardımcı olan çok kıymetli büyüğüm Sayın Uzm. Fizik Müh. Ali DOĞAN'a,

Çalışmamdaki istatistik analizleri büyük bir sabırla öğreten ve her sorumu içtenlikle yanıtlayıp bana yardımcı olan Biyoistatistik Ana Bilim Dalı'nda görevli Sayın Doç. Dr. Erdem KARABULUT'a ve Prevanatif Onkoloji Anabilim Dalı'nda görevli Sayın Araş. Gör. Dr. Deniz YÜCE'ye ,

Eğitim ve iş hayatımın yanı sıra aynı evi paylaştığım, birçok sevinci ve üzüntüyü beraber yaşadığım sevgili arkadaşım radyoterapi fiziği uzmanı Sayın Mahmut Serdar ŞİŞECİOĞLU'na,

Çalışma hayatımda yol gösterici olan ve hiç bir yardımını esirgemeyen Sayın Dr. Eda KÜÇÜKTÜLÜ' ye,

Tez çalışmam esnasında teknik birikimlerini benimle paylaşan ve fikir alışverişleri ile çok yardımcı olan Sayın Talip YOLCU, Sayın Bülent ÜNLÜ, Sayın Demet YILDIZ, Sayın Fatih BİLTEKİN, Sayın Hüseyin KIVANÇ, Sayın Yağız YEDEKÇİ, Sayın Gözde DÜĞEL İMRAN ve Fizik Departmanı'nda görevli tüm radyoterapi fiziği uzmanı arkadaşlarıma,

Bugünlere ulaşabilmiş olmamda çok büyük emekleri olan Hacettepe Üniversitesi Fizik Mühendisliği Anabilim Dalı'ndaki tüm hocalarıma ve arkadaşlarıma,

Eğitimim ve geleceğim için büyük fedakârlıklarda bulunan, hayatımın her alanında beni destekleyen çok kıymetli sevgili aileme,

En içten duygularıyla teşekkür ederim.

ÖZET

Yürekli, A.F. Helikal tomoterapi ile prostat ışınlamalarında kritik organ dozlarının cihaz içi parametrelere göre değerlendirilmesi. Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Radyoterapi Fiziği Programı Yüksek Lisans Tezi, Ankara, 2017. Tomoterapi cihazının tedavi planlaması alan genişliği (FW), pitch (P) ve modülasyon faktörü (MF) gibi farklı cihaz içi parametrelerine bağlıdır. Bu parametrelerin farklı kombinasyonları ile çeşitli tedavi planlamaları oluşturulabilir. Çalışmamızda bu parametrelerin doz dağılımına ve tedavi süresine etkisi analiz edilerek prostat kanseri tedavi planlamaları için optimum parametre seti saptanılmaya çalışılmıştır. Çalışmaya tedavi görmüş yüksek riskli 10 adet prostat hastası (CTV=prostat bezi+seminal vezikül) eklenmiştir. CTV'ye posteriorndan 4 mm diğer her yönden 7 mm marjin verilerek PTV oluşturulmuştur. Her hasta için parametrelerin kombinasyonları kullanılarak 48 adet farklı planlama oluşturulmuştur (FW = 1.05, 2.5, 5.0 cm; P = 0.172, 0.215, 0.287, 0.430; MF = 1.8, 2.0, 2.2, 2.4). Her hasta planı, kendi içinde sabit sınırlamalar kullanılarak 1000 iterasyon sonunda oluşturulmuştur. Sınırlamalar, $D_{PTV,2} \leq 81.3$ Gy ve $D_{PTV,95} \geq 76$ Gy koşullarını bozmayacak şekilde belirlenmiştir. Toplamda 480 adet planlama oluşturulmuştur. Bu planlamaların her birinin doz volüm histogramı (DVH) analizleri yapılarak uyumluluk katsayısı (CN), homojenite indeksi (HI) ve tedavi süresi (t) tabanlı karşılaştırmalar yapılmıştır. FW=5.0 cm iken en kısa tedavi süresi elde edilmiştir. Bununla birlikte doz düşüşü keskin değildir ve kritik organ (OAR) V_x değerleri de yüksek çıkmıştır. Buna karşın FW= 1.05 cm iken en iyi CN, HI ve OAR V_x değerleri elde edilmesine rağmen tedavi süresi FW= 5.0 cm'e göre yaklaşık 3 katıdır. P değişiminin OAR V_x üzerinde maksimum-minimum değerler ortalaması farkına 0.1 cc ile 0.9 cc arasında etki ettiği gözlenirken, MF değişiminin ise 0.7 cc ile 3.6 cc arasında etki ettiği gözlenmiştir. Bu çalışmamızda tedavi süresi, OAR V_x değerleri ve CN ile HI arasında optimum değeri sağlayan parametre seti FW= 2.5cm, MF=2.4 P=0.215 olarak önerilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Tomoterapi, prostat kanseri, cihaz içi parametreleri, uyumluluk sayısı, homojenlik indeksi, tedavi süresi.

ABSTRACT

Yurekli, A.F. Device parameter-based evaluation of critical organ doses for prostate irradiation with helical tomotherapy. Hacettepe University Institute of Health Sciences, Msc. Thesis in Radiotherapy Physics Program, Ankara, 2017.

The treatment planning of Tomotherapy depends on three device parameters, i.e. field width (FW), pitch (P) and modulation factor (MF). Various treatment plans can be generated with different combinations of these parameters. In this study, the effect of these parameters on dose distribution and treatment time were analyzed to determine the optimum parameter set for the treatment planning of prostate cancer. Ten high risk prostate cancer patients already treated with radiotherapy were included in the study. CTV consisted of gland and seminal vesicles while PTV was created by giving 4mm margin from posterior and 7 mm margin from the other sides of CTV. 48 different plans were created for each patient by using combinations of the three parameters (FW = 1.05, 2.5, 5.0 cm; P = 0.172, 0.215, 0.287, 0.430; MF = 1.8, 2.0, 2.2, 2.4). The plans of each patient were created at the end of 1000 iterations using constant intrinsic constraints. Constraints were set not to break the conditions $D_{PTV,2} \leq 81.3$ Gy and $D_{PTV,95} \geq 76$ Gy. Conformity number (CN), homogeneity index (HI) and treatment time (t) based comparisons were performed by analyzing dose volume histograms (DVH). When FW=5.0 cm, the shortest treatment time was obtained. However, dose fall off was not sharp and the V_x values of organ at risk (OAR) were high. In contrast, while the best CN, HI and OAR V_x values were obtained in FW= 1.05 cm, the treatment time was almost 3 times by FW= 5.0 cm. The effects of P variations on the difference of average maximum-minimum OAR V_x values are founds in the range of 0.1 cc and 0.9 cc, while the effects of MF variations were in the range of 0.7 cc and 3.6 cc. Throughout this study, the optimal parameter set for obtaining optimum values of OAR V_x , CN, HI and treatment time is suggested as FW= 2.5 cm, MF=2.4 and P=0.215.

Keywords: Tomotherapy, prostate cancer, device parameters of tomotherapy, conformity number, homogeneity index, treatment time.

İÇİNDEKİLER

ONAY SAYFASI	iii
YAYIMLAMA VE FİKRİ MÜLKİYET HAKLARI BEYANI	iv
ETİK BEYAN	v
TEŞEKKÜR	vi
ÖZET	vii
ABSTRACT	viii
İÇİNDEKİLER	ix
SİMGELER ve KISALTMALAR	xii
ŞEKİLLER	xiii
1. GİRİŞ ve AMAÇ	1
2. GENEL BİLGİLER	4
2.1 Üç Boyutlu Konformal Radyoterapi (3B-KRT)	4
2.2 Yoğunluk Ayarlı Radyoterapi (YART)	4
2.3 Seri Tomoterapi	8
2.4 Helikal Tomoterapi	10
2.5 Tedavi Planlama Sistemi (TPS)	17
2.5.1 Helikal Tomoterapi Tedavi Planlama Sistemi	18
2.5.2 Helikal Tomoterapi Cihaz İçi Parametreleri	19
3. GEREÇ ve YÖNTEM	21
3.1 Kullanılan Gereçler	21
3.2 Yöntem	21
3.2.1 Hasta Hazırlığı	21
3.2.2 Konturlama ve TPS'e Aktarma	21
3.2.3 Hasta YART Planlamalarının Oluşturulması	22
3.2.4 Hasta YART Planlamalarının Değerlendirilmesi	23

3.2.5 İstatistiksel Verilerin Analizlerinde Kullanılan Metotlar	24
4. BULGULAR	30
4.1 Hedef Hacim İçin Elde Edilen Veriler	33
4.1.1 Pitch'in Uyumluluk Sayısı Üzerinde Etkisi	34
4.1.2 Modülasyon Faktörünün Uyumluluk Sayısı Üzerinde Etkisi	36
4.1.3 Pitch'in Homojenite İndeksi Üzerinde Etkisi	37
4.1.4 Modülasyon Faktörünün Homojenite İndeksi Üzerinde Etkisi	38
4.1.5 Seçili Pitch ve ya Modülasyon Faktöründe Alan Genişliğinin Uyumluluk Sayısı Üzerinde Etkisi	40
4.1.6 Seçili Pitch ve ya Modülasyon Faktöründe Alan Genişliğinin Homojenite İndeksi Üzerinde Etkisi	41
4.2 Kritik Organlar İçin Elde Edilen Veriler	43
4.2.1 Pitch'in Kritik Organların Aldıkları Doza Etkisi	45
4.2.2 Modülasyon Faktörünün Kritik Organların Aldıkları Doza Etkisi	56
4.2.3 Alan Genişliğinin Kritik Organların Aldıkları Doza Etkisi	66
4.3. Cihaz İçeri Parametrelerinin Tedavi Sürelerine Etkisi	75
4.3.1 Pitch'in Tedavi Süresine Etkisi	75
4.3.2 Modülasyon Faktörünün Tedavi Süresine Etkisi	78
4.3.3 Seçili Pitch ve ya Modülasyon Faktöründe Alan Genişliğinin Tedavi Süresine Etkisi	81
5. TARTIŞMA	83
5.1 Cihaz İçeri Parametrelerin CN Üzerindeki Etkisinin Değerlendirilmesi	83
5.2 Cihaz İçeri Parametrelerin HI Üzerindeki Etkisinin Değerlendirilmesi	84
5.3 Cihaz İçeri Parametrelerin Kritik Organlar Üzerindeki Etkisinin Değerlendirilmesi	85
5.4 Cihaz İçeri Parametrelerin Tedavi Süresi Üzerindeki Etkisinin Değerlendirilmesi	87
6. SONUÇLAR ve ÖNERİLER	89
7. KAYNAKLAR	90

8. EKLER

EK 1: H.Ü. Tıp Fakültesi Radyasyon Onkolojisi ABD prostat kanseri YART Protokolü

EK 2: Friedman Testi İçin χ^2_R Değerleri Tablosu

EK 3: F Dağılımı Tablosu ($\alpha=0,05$)

EK 4: Wilcoxon Eşleştirilmiş İki Örnek Testi Tablosu

EK 5: Wilcoxon Testi Sonuçları

EK 6: Etik Kurul İzni

9. ÖZGEÇMİŞ

SİMGELER VE KISALTMALAR

3B-KRT	Üç boyutlu konformal radyoterapi
BT	Bilgisayarlı tomografi
c/s	<i>convolution/superposition</i>
cc	santimetre küp (<i>cubic centimeter</i>)
cm	santimetre
CN	Uyumluluk sayısı (<i>conformity number</i>)
ÇYK	Çok yapraklı kolimatör
D₂	Hedef hacmin %2'sinin aldığı doz değeri
D₂₀	Hedef hacmin %20'sinin aldığı doz değeri
D₉₅	Hedef hacmin %95'inin aldığı doz değeri
dk	dakika
D_p	Reçete edilen doz
DVH	Doz volüm histogramı (<i>dose volume histogram</i>)
FW	Alan genişliği (<i>field width</i>)
GK-YART	Görüntü kılavuzluğunda yoğunluk ayarlı radyoterapi (<i>Image guided intensity modulated radiotherapy, IG-IMRT</i>)
HI	Homojenlik indeksi (<i>homogeneity index</i>)
MF	Modülasyon faktörü (<i>modulation factor</i>)
msn	mili saniye
MV	Mega voltaj
MVBT	Mega voltaj bilgisayarlı tomografi
NTCP	Normal doku komplikasyon olasılığı
P	<i>Pitch</i>
PTV	Planlanan hedef hacim (<i>planning target volume</i>)
sn	saniye
SAD	Kaynak eksen mesafesi (<i>source-axis distance</i>)
SD	Standart sapma
SIB	Simültane İntegre Ek Doz (<i>Simultaneous integrated boost</i>)
SRC/SRS	Stereotaktik radyocerrahi (<i>stereotactic radiosurgery</i>)
t	tedavi süresi
TCP	Tümör kontrol olasılığı
TPS	Tedavi planlama sistemi (<i>treatment planning system</i>)
TV_{RI}	Referans izodoz tarafından sarılmış hedef hacim
TV	Hedef hacim
V₄₀	40 Gy almış kritik organ hacim değeri
V₅₀	50 Gy almış kritik organ hacim değeri
V₆₀	60 Gy almış kritik organ hacim değeri
V₇₀	70 Gy almış kritik organ hacim değeri
V₇₅	75 Gy almış kritik organ hacim değeri
V_{RI}	Referans izodoz hacmi

ŞEKİLLER

Şekil		Sayfa
2.1	Fan ışın ark tedavisi ve kon ışın ark tedavisi	6
2.2	ÇYK tabanlı YART teknikleri	7
2.3	NOMOS Peacock seri tomoterapi sistemi	9
2.4	Seri tomoterapi kolimatörü ile helikal tomoterapi kolimatörü	9
2.5	İkili ÇYK sisteminde ÇYK ların tamamıyla kapalı durumu	12
2.6	İkili ÇYK'ların modülasyon esnasındaki tam açık durumu	12
2.7	Helikal Tomoterapide xenon dedektör sistemi ve ışın durdurucu	13
2.8	Tomoterapi cihazında kullanılan eşmerkezler	14
2.9	Yeşil lazerler	15
2.10	Kırmızı lazerler	16
4.1	Tomoterapi cihazında planlanan hastaların DVH'lerine bir örnek	31

TABLOLAR

Tablo	Sayfa
2.1 Serial Tomoterapi ve Helikal Tomoterapi kolimatör özellikleri karşılaştırması	10
3.1 Planlamalar için kullanılan cihaz içi parametreleri	23
3.2 Kritik organlar için referans alınan protokoller	25
3.3 FW=2.5 MF=1.8 için elde edilmiş ham CN girdileri	25
3.4 Ham CN girdilerine verilen sıra numaraları	25
3.5 FW=2.5 MF=2.0 için elde edilmiş ham CN girdileri	27
3.6 Ham CN girdilerine verilen sıra numaraları	28
4.1 10 hastanın her biri için cihaz içi parametreler kullanılarak oluşturulan 48 adet planlama	30
4.2 10 hastanın her biri için cihaz içi parametreler kullanılarak oluşturulan 48 adet planlamanın CN ortalama ve standart sapma değerleri	33
4.3 10 hastanın her biri için cihaz içi parametreler kullanılarak oluşturulan 48 adet planlamanın HI ortalama ve standart sapma değerleri	34
4.4 FW 5,0 cm için CN üzerinde pitch değişiminin etkisi	34
4.5 FW 2,5 için CN üzerinde pitch değişiminin etkisi	35
4.6 FW 1,0 cm için CN üzerinde pitch değişiminin etkisi	35
4.7 FW 5,0 cm için CN üzerinde modülasyon faktörü değişiminin etkisi	36
4.8 FW 2,5 cm için CN üzerinde modülasyon faktörü değişiminin etkisi	36
4.9 FW 1,0 cm için CN üzerinde modülasyon faktörü değişiminin etkisi	37
4.10 FW 5,0 cm için HI üzerinde pitch değişiminin etkisi	37
4.11 FW 2,5 cm için HI üzerinde pitch değişiminin etkisi	38
4.12 FW 1,0 cm için HI üzerinde pitch değişiminin etkisi	38
4.13 FW 5,0 cm için HI üzerinde modülasyon faktörü değişiminin etkisi	39
4.14 FW 2,5 cm için HI üzerinde modülasyon faktörü değişiminin etkisi	39
4.15 FW 1,0 cm için HI üzerinde modülasyon faktörü değişiminin etkisi	39
4.16 P 0.430 için CN üzerinde alan genişliği değişiminin etkisi	40
4.17 P 0.287 için CN üzerinde alan genişliği değişiminin etkisi	40

4.18	P 0.215 için CN üzerinde alan genişliği değişiminin etkisi	41
4.19	P 0.172 için CN üzerinde alan genişliği değişiminin etkisi	41
4.20	P 0.430 için HI üzerinde alan genişliği değişiminin etkisi	42
4.21	P 0.287 için HI üzerinde alan genişliği değişiminin etkisi	42
4.22	P 0.215 için HI üzerinde alan genişliği değişiminin etkisi	42
4.23	P 0.172 için HI üzerinde alan genişliği değişiminin etkisi	42
4.24	10 hastanın her biri için cihaz içi parametreler kullanılarak oluşturulan 48 adet planlamada rektum V_{75} değerlerinin ortalama ve standart sapma değerleri	43
4.25	10 hastanın her biri için cihaz içi parametreler kullanılarak oluşturulan 48 adet planlamada rektum V_{60} değerlerinin ortalama ve standart sapma değerleri	43
4.26	10 hastanın her biri için cihaz içi parametreler kullanılarak oluşturulan 48 adet planlamada rektum V_{40} değerlerinin ortalama ve standart sapma değerleri	44
4.27	10 hastanın her biri için cihaz içi parametreler kullanılarak oluşturulan 48 adet planlamada mesane V_{70} değerlerinin ortalama ve standart sapma değerleri	44
4.28	10 hastanın her biri için cihaz içi parametreler kullanılarak oluşturulan 48 adet planlamada mesane V_{50} değerlerinin ortalama ve standart sapma değerleri	45
4.29	FW 5,0 cm için rektum V_{75} üzerinde pitch değişiminin etkisi	46
4.30	FW 2,5 cm için rektum V_{75} üzerinde pitch değişiminin etkisi	46
4.31	FW 1,0 cm için rektum V_{75} üzerinde pitch değişiminin etkisi	47
4.32	FW 5,0 cm için rektum V_{60} üzerinde pitch değişiminin etkisi	48
4.33	FW 2,5 cm için rektum V_{60} üzerinde pitch değişiminin etkisi	48
4.34	FW 1,0 cm için rektum V_{60} üzerinde pitch değişiminin etkisi	49
4.35	FW 5,0 cm için rektum V_{40} üzerinde pitch değişiminin etkisi	50
4.36	FW 2,5 cm için rektum V_{40} üzerinde pitch değişiminin etkisi	50
4.37	FW 1,0 cm için rektum V_{40} üzerinde pitch değişiminin etkisi	51
4.38	FW 5,0 cm için mesane V_{70} üzerinde pitch değişiminin etkisi	52
4.39	FW 2,5 cm için mesane V_{70} üzerinde pitch değişiminin etkisi	52
4.40	FW 1,0 cm için mesane V_{70} üzerinde pitch değişiminin etkisi	53
4.41	FW 5,0 cm için mesane V_{50} üzerinde pitch değişiminin etkisi	54

4.42	FW 2,5 cm için mesane V_{50} üzerinde pitch değişiminin etkisi	55
4.43	FW 1,0 cm için mesane V_{50} üzerinde pitch değişiminin etkisi	55
4.44	Aynı serideki P değişimlerinin maksimum-minimum farklarının ortalaması	56
4.45	FW 5,0 cm için rektum V_{75} üzerinde modülasyon faktörü değişiminin etkisi	57
4.46	FW 2,5 cm için rektum V_{75} üzerinde modülasyon faktörü değişiminin etkisi	57
4.47	FW 1,0 cm için rektum V_{75} üzerinde modülasyon faktörü değişiminin etkisi	58
4.48	FW 5,0 cm için rektum V_{60} üzerinde modülasyon faktörü değişiminin etkisi	59
4.49	FW 2,5 cm için rektum V_{60} üzerinde modülasyon faktörü değişiminin etkisi	60
4.50	FW 1,0 cm için rektum V_{60} üzerinde modülasyon faktörü değişiminin etkisi	60
4.51	FW 5,0 cm için rektum V_{40} üzerinde modülasyon faktörü değişiminin etkisi	61
4.52	FW 2,5 cm için rektum V_{40} üzerinde modülasyon faktörü değişiminin etkisi	62
4.53	FW 1,0 cm için rektum V_{40} üzerinde modülasyon faktörü değişiminin etkisi	62
4.54	FW 5,0 cm için mesane V_{70} üzerinde modülasyon faktörü değişiminin etkisi	63
4.55	FW 2,5 cm için mesane V_{70} üzerinde modülasyon faktörü değişiminin etkisi	63
4.56	FW 1,0 cm için mesane V_{70} üzerinde modülasyon faktörü değişiminin etkisi	64
4.57	FW 5,0 cm için mesane V_{50} üzerinde modülasyon faktörü değişiminin etkisi	64
4.58	FW 2,5 cm için mesane V_{50} üzerinde modülasyon faktörü değişiminin etkisi	65
4.59	FW 1,0 cm için mesane V_{50} üzerinde modülasyon faktörü değişiminin etkisi	65
4.60	Aynı serideki MF değişimlerinin maksimum-minimum farklarının ortalaması	66
4.61	P 0.430 için rektum V_{75} üzerinde alan genişliği değişiminin etkisi	66
4.62	P 0.287 için rektum V_{75} üzerinde alan genişliği değişiminin etkisi	67

4.63	P 0.215 için rektum V_{75} üzerinde alan genişliği değişiminin etkisi	67
4.64	P 0.172 için rektum V_{75} üzerinde alan genişliği değişiminin etkisi	67
4.65	P 0.430 için rektum V_{60} üzerinde alan genişliği değişiminin etkisi	67
4.66	P 0.287 için rektum V_{60} üzerinde alan genişliği değişiminin etkisi	68
4.67	P 0.215 için rektum V_{60} üzerinde alan genişliği değişiminin etkisi	68
4.68	P 0.172 için rektum V_{60} üzerinde alan genişliği değişiminin etkisi	69
4.69	P 0.430 için rektum V_{40} üzerinde alan genişliği değişiminin etkisi	69
4.70	P 0.287 için rektum V_{40} üzerinde alan genişliği değişiminin etkisi	70
4.71	P 0.215 için rektum V_{40} üzerinde alan genişliği değişiminin etkisi	70
4.72	P 0.172 için rektum V_{40} üzerinde alan genişliği değişiminin etkisi	70
4.73	P 0.430 için mesane V_{70} üzerinde alan genişliği değişiminin etkisi	71
4.74	P 0.287 için mesane V_{70} üzerinde alan genişliği değişiminin etkisi	71
4.75	P 0.215 için mesane V_{70} üzerinde alan genişliği değişiminin etkisi	72
4.76	P 0.172 için mesane V_{70} üzerinde alan genişliği değişiminin etkisi	72
4.77	P 0.430 için mesane V_{50} üzerinde alan genişliği değişiminin etkisi	73
4.78	P 0.287 için mesane V_{50} üzerinde alan genişliği değişiminin etkisi	73
4.79	P 0.215 için mesane V_{50} üzerinde alan genişliği değişiminin etkisi	73
4.80	P 0.172 için mesane V_{50} üzerinde alan genişliği değişiminin etkisi	74
4.81	Kritik organların aynı FW değerindeki tüm V_x hacim değerlerinin ortalamaları	74
4.82	Cihaz içi parametrelerinin varyasyonları ile oluşturulan planlamaların tedavi süreleri ve standart sapmaları	75
4.83	FW 5,0 cm için pitch değişiminin tedavi süresine etkisi	76
4.84	FW 2,5 cm için pitch değişiminin tedavi süresine etkisi	76
4.85	FW 1,0 cm için pitch değişiminin tedavi süresine etkisi	77
4.86	FW 5,0 cm için modülasyon faktörünün değişiminin tedavi süresine etkisi	78
4.87	FW 2,5 cm için modülasyon faktörünün değişiminin tedavi süresine etkisi	79
4.88	FW 1,0 cm için modülasyon faktörünün değişiminin tedavi süresine etkisi	80

4.89	P 0.430 için tedavi süresi üzerinde alan genişliği değişiminin etkisi	81
4.90	P 0.287 için tedavi süresi üzerinde alan genişliği değişiminin etkisi	81
4.91	P 0.215 için tedavi süresi üzerinde alan genişliği değişiminin etkisi	81
4.92	P 0.172 için tedavi süresi üzerinde alan genişliği değişiminin etkisi	82

1. GİRİŞ VE AMAÇ

Prostat kanseri, dünya genelinde erkeklerde en sık görülen ikinci kanser türü iken gelişmiş ülkelerde ilk sıradadır (1). Amerika Birleşik Devletleri'nde ise 2015 yılı verilerine göre prostat kanseri erkeklerde görülme sıklığı açısından ilk sırada yer almaktadır (2).

Prostat spesifik antijen (PSA) taraması ve eş zamanlı olarak ultrason tabanlı ağrısız biyopsiler ile daha erken evrelerde prostat kanseri tanısının konulabilmesi sağlanmıştır. Böylelikle bu yöntemler, uzun ve kaliteli yaşam beklentisinin arttığı toplumlarda tedaviye ve mortalitenin azaltılmasına büyük yarar sağlamaktadırlar.

Prostat kanseri tedavisinde birden çok seçenek mevcuttur. Bu seçenekler cerrahi, eksternal radyoterapi, brakiterapi, hormonal tedavi ve kemoterapidir. Erken evrede radikal prostatektomi, eksternal radyoterapi ve ya brakiterapi tedavi seçenekleri mevcuttur. Bu tedavi seçenek ve tekniklerinin klinik sonuçları birbirine yakın olmakla birlikte yan etkileri farklılık gösterebilmektedir (3).

Bu üç tedavi seçeneğinde de olduğu gibi eksternal radyoterapide de amaç tümör dokusunu yok etmektir. Bunu yaparken de tümör dokusunun yakınındaki kritik organları da olabildiğince korumaktır. Buradaki zorluk ise tümör dokusu kritik organlara çok yakınsa veya kompleks bir şekle sahipse, lokal kontrolü sağlamak adına yüksek dozlara çıkmak mümkün olmayabilir. Bu gibi karşılaşılan zorluklar, ilk zamanlarda *kompansatör*, *wedge* ve blok gibi alan ve ışın şekillendiren aletlerle giderilmeye çalışılmıştır. Gelişen teknolojiyle birlikte, *kompansatör* ve blok uygulamasındaki zorluklar da yok edilmek istendiğinden lineer hızlandırıcı gantrilerinin başlarına bilgisayar yazılımları ile kontrol edilen çok yapraklı kolimatörler (ÇYK) yerleştirilmiştir. Görüntülemeadaki gelişmeler ve iyileştirmelerle birlikte çekilen bilgisayarlı tomografi (BT) görüntüleri üzerinden üç boyutlu olarak hastanın anatomisinin görülebilmesi sayesinde Üç Boyutlu Konformal Radyoterapi (3B KRT) tekniği ile tümörde daha konformal doz dağılımı sağlanırken kritik organlarda daha da korunmaya çalışılmıştır. Fakat bu teknikte baş-boyun hastalarında parotis ya da spinal kord, prostat hastalarında rektum veya mesane gibi çok karışık yapılarda kritik organları korumadaki yetersizliği yüzünden yeni

arayışlara girilmiştir. Yoğunluk Ayarlı Radyoterapi (YART) tekniğinde tedavi sırasında tedavi alanları ÇYK yardımı ile şekillendirilip verilen ışının yoğunluğunun değiştirilmesi sayesinde tümörde daha yüksek dozlara çıkılabilirken kritik organlarda öngörülmuş tolerans doz değerlerinin içinde kalınarak tümör ile kritik organ arasında keskin doz düşüşü sağlanabilmektedir (4, 5).

Helikal Tomoterapi, son yıllarda geliştirilen kanser tedavisinde kullanılan görüntü kılavuzluğunda YART yapabilen bir çeşit lineer hızlandırıcı cihazdır (4, 6). Ana fikir, lineer hızlandırıcıyı BT simülatör cihazı benzeri bir gantriye monte ederek tedavi masası boylamsal (*longitudinal*) yönde gantriden içeri doğru ilerlerken rotasyon fan ışını kullanarak terapötik radyasyon vermektir. Farklı firmaların lineer hızlandırıcıları bünyelerinde bulunan ÇYK'lar ile YART yaparlar. Sabit gantri açısında, hareket eden ÇYK'lar ile ışının yoğunluk ayarını değiştirirler. Helikal Tomoterapi'de ise ikili (*binary*) hareket eden kolimatörler sayesinde, gantri hasta etrafında dönerken ÇYK'ların sürekli olarak hareketleriyle ışının yoğunluk ayarı değiştirilir. ÇYK'lar basınçlı (*pnömatik*) sistemle 20 ms süre içerisinde açılıp, yaklaşık 20 ms sürede kapanabilen 1 - 0 mantığı ile çalışan kolimatör sistemidir (5).

Helikal Tomoterapi'de tedavi planlamaları, cihazın kendisine has olan alan boyutu (*field width*, FW), pitch (P) ve modülasyon faktörü (*modulation factor*, MF) parametrelerine bağlıdır. Tümör boyutuna ve şekline bağlı olarak kritik organların da da yakınlığını göz önüne alarak radyoterapi fizikçisi çeşitli FW, P ve MF seçebilir. Küçük FW ve P değerleri ile büyük MF değerleri ile yüksek konformiteye sahip planlamalar yapılabilmektedir fakat tedavi zamanı çok uzamaktadır. Rutin klinikte tedavi zamanı da önemli bir faktör olduğundan bu parametrelerin optimal değerlerde seçilmesi gerekir (7). Hastanın uzamış tedavi zamanı içinde uzuvlarını hareket ettirmesi, ani hareketlenmeleri tedavi kalitesini düşürdüğü gibi gün içinde tedavi edilebilecek hasta sayısının da azalmasına neden olur. Bu nedenle, tedavinin en iyi durumu ile tedavi süresi arasında optimum bir uyum sağlanmalıdır.

Literatürde, prostat kanseri tedavisi için çeşitli parametre setleri önerilmiştir fakat bu parametre setlerinin birbirleriyle ilgileri belirtilmemiştir. Grigorov ve ark. (8)FW: 1cm kullanırlarken, Langen ve ark. (9)ve Fiorino ve ark. (10)FW: 2.5 cm kullanmışlardır. P içinse, 0.1-0.5 aralığı birçok çalışma için önerilmişken (8), prostat

tedavisi için 0.287 (9, 10)ya da 0.500 (8)tavsiye edilmiş. Merkezi yerleşimli simetrik hedef hacimleri için düşük MF değerleri önerilmiştir (11). Langen ve ark. (9)ile Grigorov ve ark. (8)MF değerini 2.5 olarak önerirlerken, Yuen ve ark. (12)3 olarak önermişlerdir. Fiorino ve ark. (10)günlük tek doz düzeyi planlamalarda 2-2.5 önerirken, kompleks Simültane İntegre Ek Doz (SIB) ise 3-3.5 bant aralığını önermektedir.

Bu tez çalışmamızdan amaç Helikal Tomoterapi Hi-Art tedavi planlamasında kullanılan FW, MF ve P iç parametrenin doz dağılımına ve tedavi süresine etkisini analiz ederek prostat kanseri tedavi planlamaları için optimum parametre setini saptamaktır. Bunun için üç değişkenli parametre uzayından seçilen farklı parametre setleri ile oluşturulan planlamaların, doz dağılımları analiz edilmiştir. Bu planlamaların DVH analizleri yapılarak uyumluluk sayısı (*conformity number*, CN) (13, 14) homojenite indeksi (*homogeneity index*, HI) (15) ve tedavi süreleri tabanlı karşılaştırmalar gerçekleştirilmiştir.

2. GENEL BİLGİLER

2.1 Üç Boyutlu Konformal Radyoterapi (3B-KRT)

Üç boyutlu konformal radyoterapi (3B-KRT) tekniğinden önce alan şekillendirilmesi radyoterapi cihazlarının primer kolimatörleri yardımıyla kare ve dikdörtgen şeklinde gerçekleştirilirken daha sonraları gantrinin başına kurşun veya serobend bloklar yerleştirilerek yapılmıştır. Teknolojinin ilerlemesiyle birlikte taşınması ve takılması oldukça riskli olan bu ağır blokların yerlerini, cihazların gantrinin içine yerleştirilen bilgisayar kontrollü alan şekillendirici ikincil kolimatör olan ÇYK'lar almıştır (4, 6) .

90'lı yılların sonuna doğru gelişimini iyice artıran bu teknik bazı randomize çalışmalarda da standart alan ışınlamalarına göre daha iyi sonuç verdiği gösterilmiştir (16, 17) .

3B-KRT'de diyafram veya ÇYK'lar yardımıyla hastaların üç boyutlu anatomik görüntülerine bağlı olarak çizilen hedef hacmin daha iyi sardırılması ve kritik organların daha iyi korunması sağlanabilmektedir (18).

Bu teknik ile;

- a) istenilen hacme tanımlanan yüksek doz hassasiyetle verilir, tümör kontrol olasılığı (TCP) yükseltilir,
- b) çevresinde bulunan kritik dokulara ise daha az doz verilirken normal doku komplikasyonu olasılığı da (NTCP) olabildiğince azaltır (18).

2.2 Yoğunluk Ayarlı Radyoterapi (YART)

Geleneksel eksternal radyoterapide birçok tedavi çeşitli açılardan ışın verilerek yapılır. 3B-KRT ise eksternal radyoterapinin ileri bir tekniğidir. Cihazın düzlük (*flatness*) özellikleri limitleri dahilinde ışın, alan boyunca uniform olarak yayılır. Bazı durumlarda, kontur düzensizliğinden ve/veya doku eksikliğinden kaynaklanan doz dağılımındaki düzensizlikler kama filtre (*wedge*) veya kompensatörler kullanılarak ışının yoğunluğu değiştirilip daha uniform bir hale

getirilebilir. Bu sebepten dolayı kompensatörler ve kama filtreler modern bilgisayar kontrollü yoğunluk ayarlayan sistemlerle karşılaştırıldığında daha basit yoğunluk ayarlayıcıları olarak adlandırılabilirler (18).

Günümüzde firmalar çeşitli sayılarda ÇYK içeren cihazlar üretmişlerdir. YART kolimatörlere takılan 32 çiftten 80 çifte kadar değişen tungsten ÇYK'ların yardımı ile yapılmaktadır. Bu yapılar gelen ışına dik olacak şekilde yerleştirilmiş olup kalınlıkları genellikle 1.7-10 mm arası değişmektedir (19, 20).

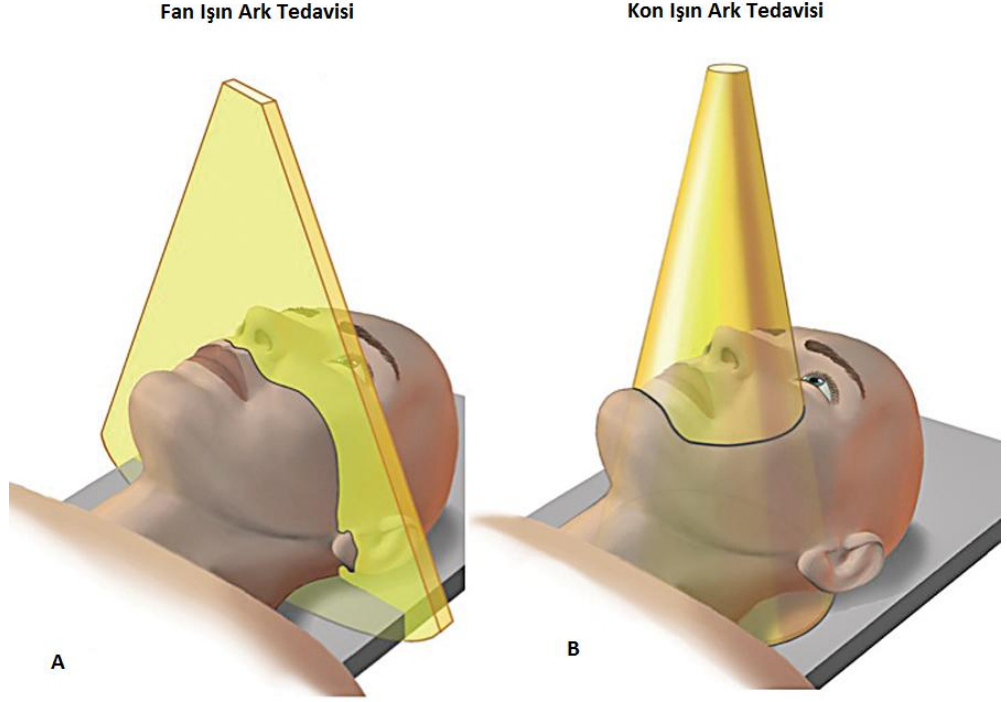
3B-KRT' de kullanılan ışının yoğunluğu sabit iken YART' da kullanılan ışının yoğunluğu ışınlanan alan içinde tümör ve kritik organların durumuna göre daha iyi doz dağılımı elde etmek için değişim göstermektedir. Bu işlem için lineer hızlandırıcının gantrisini içine yerleştirilen bilgisayar kontrollü ÇYK'lar ve Tedavi Planlama Sistemleri (TPS) algoritmaları kullanılmaktadır. Tedavi planlayıcı, bu optimizasyon algoritmalarını istediği şekilde kullanarak TPS'e tekrarlamalı (*iterative*) bir hesaplama yaptırır ve en uygun doz dağılımını elde edinceye kadar algoritmalar üzerinde çeşitli kısıtlamalar uygular (18).

YART, daha gelişmiş bir 3B-KRT tekniğidir. Ayrıca yan etkiler kritik organ koruması ile tümör kontrolünde 3B-KRT 'den daha üstündür (21-25).

YART hedef hacimle kritik organlar arasında keskin bir doz düşüşü sağlayabildiğinden konkav yapıdaki tümör tarafından sarılmış kritik organları koruyabilir ve ayrıca hedef hacme de verilen dozu arttırmaya olanak sağlayarak hedef hacimde daha yüksek konformal ve homojen bir doz dağılımı elde edilebilir. Böylece sağlıklı dokularda toksisiteyi azaltırken tümörün lokal kontrolünde de artış mümkün olabilmektedir (6, 26-33).

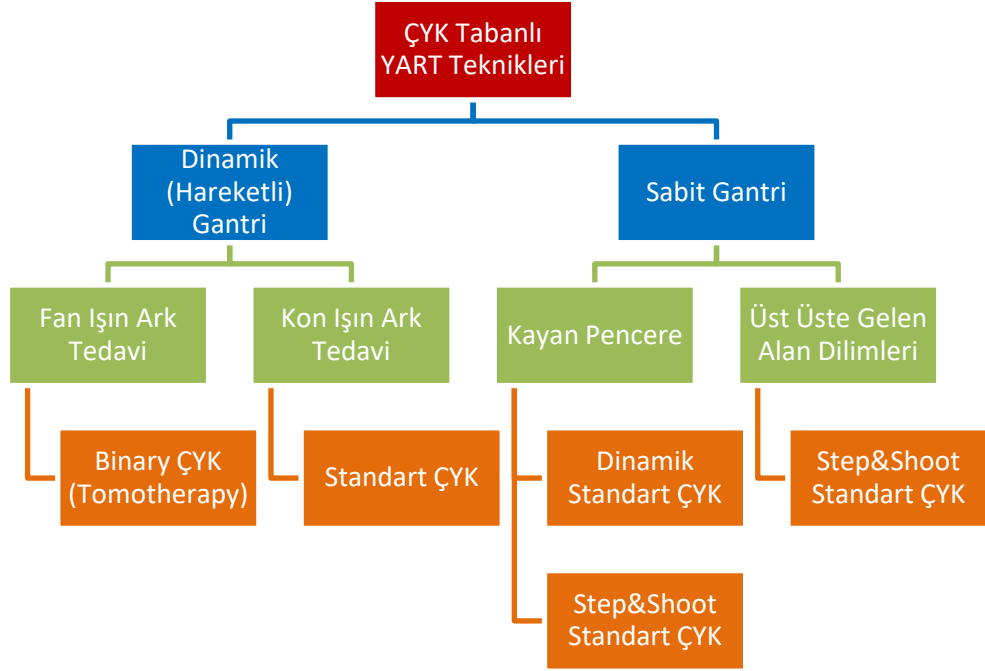
Farklı yoğunluklara sahip YART alanları oluşturabilmek için farklı teknikler vardır. Bu teknikler hareketli gantri ve sabit gantri adları altında ikişerli gruplara ayrılır. Sabit gantrideki teknikler "*Step&Shoot*" ve dinamik YART teknikleridir. *Step&Shoot* tekniğinde istenilen yoğunluk haritası sabit açılarda farklı segmentler ile verilir. Dinamik teknikte ise ışınlama sırasında ÇYK'lar hareket ederek yoğunluk ayarı yapılır. Hareketli gantrideki teknikler ise kon ışın (*cone beam*) tekniği ile fan

ışın (*fan beam*) tekniği bulunmaktadır. Fan ışın tekniğinde ışın kaynağı bir gantri rotasyonunda bir kesiti ışınlamaktadır. Kon ışın tekniğinde ise bir gantri rotasyonunda daha geniş bir hacim ışınlanmaktadır (Şekil 2.1).



Şekil 2.1: Fan ışın ark tedavisi ve kon ışın ark tedavisi (34)

Şekil 2.2'de ÇYK tabanlı YART teknikleri şematik olarak gösterilmiştir (6).



Şekil 2.2: ÇYK tabanlı YART teknikleri

i) **Step & Shoot Tekniği:** Bu teknik ilk defa Bortfeld ve Boyer tarafından düşünüldüğü için Bortfeld-Boyer tekniği olarak da adlandırılmaktadır. Bu teknikte farklı yoğunluktaki alanlar konvansiyonel lineer hızlandırıcıların ÇYK'leri ile verilmektedir. Gantri ışınlanacak açılarda sabit dururken yapraklar birden çok üst üste gelen alanların ışınlanması sırasında açılıp kapanmaktadır. Yapraklar yer değiştirirken ışınlama kesilir (4, 6).

ii) **Dinamik Teknik (Sliding Window):** Kayan pencere (*sliding window*) tekniğinde farklı yoğunluktaki YART alanları yine ÇYK'ler yardımı ile verilmektedir. Işınlama yapılırken ÇYK'ler hareket halindedir. Bu nedenle dinamik YART, *step and shoot* YART tekniğine göre daha komplekstir. ÇYK'lerin hareketi zamanın fonksiyonu olarak değişmektedir. Bu ise bu alanların dozimetrisini daha zor hale getirmektedir çünkü ÇYK'ler hareketli iken ışın kesilmemekte sürekli olarak verilmektedir (4, 6).

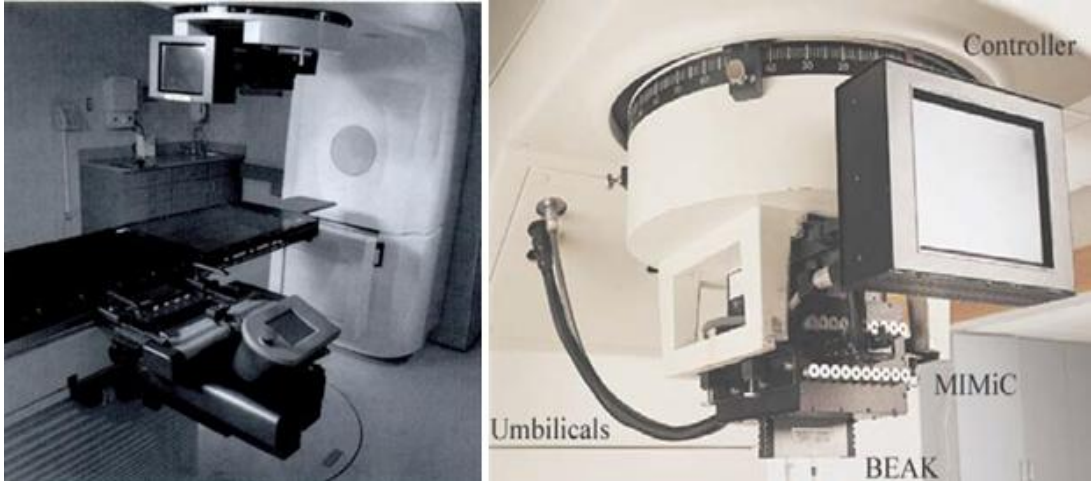
Özellikle bilgisayar teknolojinin ilerlemesi ile hayatın birçok alanında olan gelişmeler radyasyon tedavisine de yansıyor ve yeni cihazlar farklı yöntemlerle

radyasyon tedavisine farklı bakış açıları getirmiştir. 1980'lerde başlayan YART fikri konvansiyonel lineer hızlandırıcılarla 1990 sonlarına doğru uygulamaya geçerken kısa süre sonra araştırmacılar daha farklı cihaz ve tekniklerle yeni YART yapma yollarını geliştirmeye başlamışlardır.

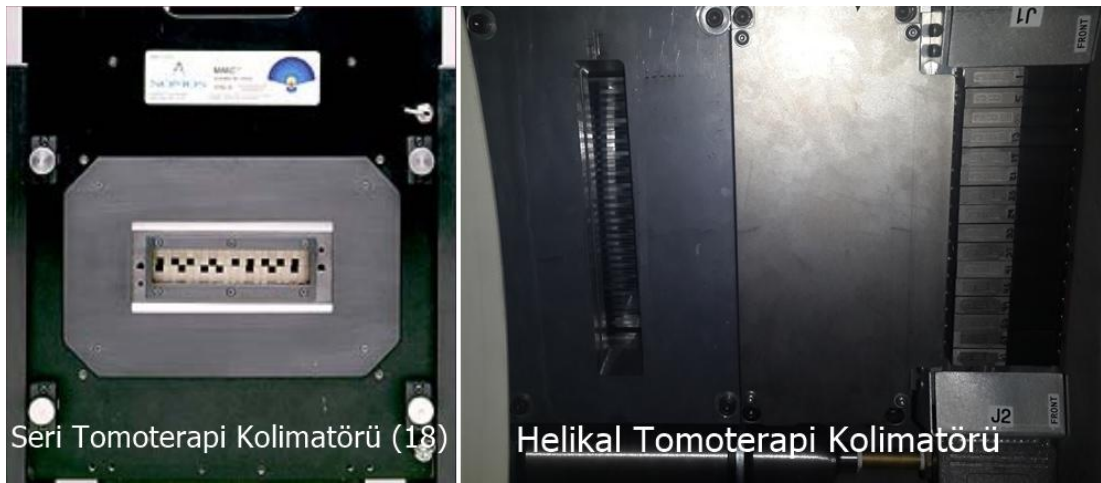
2.3 Seri Tomoterapi

Seri Tomoterapi cihazında her birinde 20 yaprak bulunan iki set ikili (*binary*) kolimatör (*MIMIC*) bulunmaktadır. Böylece iki kesit bir defada ışınlanabilmektedir. *Peacock* olarak adlandırılan sistemde ikili kolimatörlerin her bir yaprak genişliği 1 cm'dir. Yaprak kalınlığı ise 8 cm'dir. "*Beak*" olarak adlandırılan ve *MIMIC* binary kolimatörü altına takılan başka bir cihaz ile yaprakların kesit kalınlığı 4 mm'ye kadar düşürülerek SRC uygulamalarına olanak sağlanılmaktadır. Hasta set up'ının düzgünlüğü Şekil 2.3'teki *Talon* adı verilen girişimsel immobilizasyon sistemi kullanılarak sağlanır. Bu sistem hasta kafatasına vida ile sabitlenerek tedavi masası ve gantri sistemine bağlanır (18, 35).

Seri Tomoterapi *Peacock* olarak adlandırılan ikili kolimatörler (*MIMIC*) ve masanın ilerleme hassaslığı *Crane* olarak adlandırılan bir dış hareket kafesinden oluşmaktadır. *Peacock* sistemi için kullanılan *Corvus* optimizasyon algoritması ticari olarak sunulan ilk YART algoritması olmuştur (18, 35).



Şekil 2.3: NOMOS Peacock seri tomoterapi sistemi (35, 36)



Şekil 2.4: Seri tomoterapi kolimatörü ile helikal tomoterapi kolimatörü

Şekil 2.4'te Seri ve Helikal Tomoterapi kolimatörleri gösterilmektedir. Tablo 2.1'de ise Seri ve Helikal Tomoterapinin kolimatör özellikleri karşılaştırmıştır.

Tablo 2.1: Serial Tomoterapi ve Helikal Tomoterapi kolimatör özellikleri karşılaştırması

	MIMIC	TOMOTERAPİ
Yaprak/Kesit sayısı	20	64
Yaprak genişliği	~1cm	0,625 cm
En büyük alan açıklığı	20 cm	40 cm
Kesit uzunluğu	~1 veya 2cm	0,5 den 5 cm
Ark başına kesit sayısı	2	1
Masa indeksi hassaslığı	~0,5mm	0,25 mm
Yaprak kalınlığı	6cm tungsten +1cm paslanmaz çelik	10 cm tungsten
Primer kolimatör kalınlığı	Kullanılan lineer hızlandırıcının kolimatörü	22 cm tungsten

2.4 Helikal Tomoterapi

Tomoterapi sözcük anlamı olarak kesit tedavisi anlamına gelir (5). Tomoterapi, bilgisayar tomografi mantığıyla çalışan kendine özgü tasarımı olan (35), lineer hızlandırıcısı, magnetronu, kontrol bilgisayarı, yüksek voltaj kaynağı, dedektörler ve ışın durdurucu gibi sistemleri bir halka gantri üzerinde bulunduran tedavi ışınının ÇYK ile şekillendirildiği ve görüntü kılavuzluğunda yoğunluk ayarlı radyoterapi (GK-YART) yapabilen bir radyoterapi cihazıdır.

Helikal tomoterapide doz, birçok demetçik (*beamlet*) ile hedef hacmin ışınlanmasını sağlayan ikili ÇYK kullanımıyla sarmal bir şekilde yapılarak verilir. Bu düşünce geleneksel linaklarda uygulanan klasik YART teknikleriyle karşılaştırıldığında daha hassas doz verilmesine katkıda bulunur (37).

Tedavi, gantrinin rotasyonu sırasında cihaz tedavi masasının gantriye doğru hareket etmesiyle yapılır. Cihaz 40 cm yatay (*lateral*) ve 160 cm boylamsal (*longitudinal*) yönde olmak üzere tek seferde $40 \times 160 \text{ cm}^2$ lik bir alanı hiç duraksamadan, alan çakışması, sıcak veya soğuk doz bölgesi riski taşımadan tedavi edebilmektedir. Kraniospinal veya tüm beden ışınlaması gibi tedavi seçenekleri için uygun bir cihazdır.

Standart kullanılan konvansiyonel lineer hızlandırıcılardan farklılıkları mevcuttur. Kaynak-cilt mesafesi 100 cm değil, 85 cm'dir. Elektron ışınlaması bulunmayan cihazda sadece 6 MV enerjilik foton ışınlaması uygulanır. Blok, filtre veya kompensatör gibi ışın şekillendiriciler bulunmamaktadır. Gantri açısı, kolimatör veya masa açısı kavramları yoktur. Masa gantri yönünde hareket eder. Gantri 360° sürekli ve sabit bir hızla döner.

Cihazda alan ışığı da yoktur. Bunun yerine sanal eşmerkez tanımlanmıştır. Ayrıca düzleştirici filtre de bulunmamaktadır ki bu özellik YART tekniğini uygulamak için tasarlanan cihazlarda avantaj sağlamaktadır (38).

Helikal Tomoterapi'de birincil kolimatör ve çeneler %95 tungsten içeren bir alaşımdan yapılmıştır. Kolimatörlerin kalınlığı 22 cm civarındadır. Yapılan bazı çalışmalarda da sızıntıların çok az olduğu yönündedir (39). Çene genişlikleri (alan genişliği-*field width*) ise 1 cm, 2.5 cm ve 5 cm olarak değişmektedir. 1 cm'lik alan genişliğinde Stereotaktik Radyocerrahi (SRC) tedavi olanağı bulunmaktadır.

Alan genişliği arttıkça, aynı boyuttaki tümörün tedavi süresi daha azalır fakat boylamsal yönde %50'lik izodoz dağılımında da artış görülür (35)Helikal Tomoterapi cihazında, çenelerin altında 64 adet hava basıncı ile hareket ettirilen ikili (*binary*) ÇYK'lar mevcuttur (şekil 2.5).



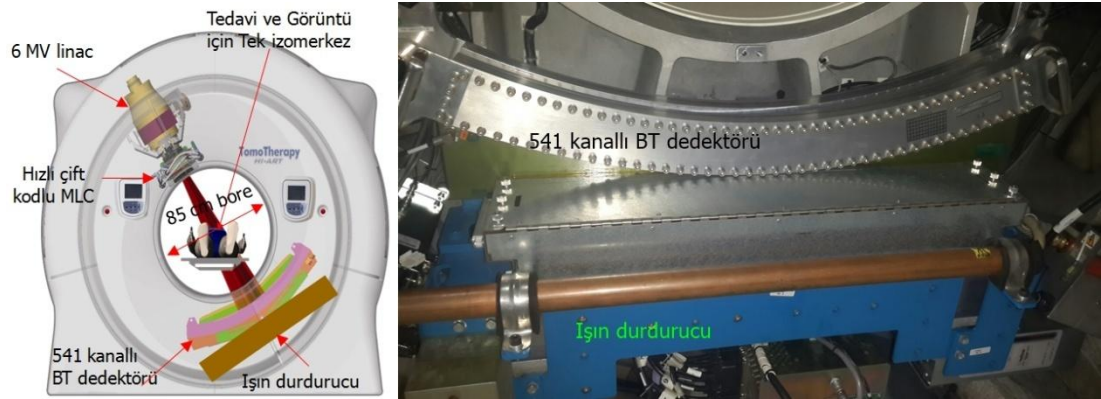
Şekil 2.5: İkili ÇYK sisteminde ÇYK ların tamamıyla kapalı durumu

Dönme ekseninde izomerkezde yaprak kalınlığı 0.625 cm'dir. Yapraklar 10 cm yükseklikte ve %95 tungsten malzemeden üretilmiş olup %0.5'den daha az sızıntısı vardır. Bu sızıntı değeri, YART yapabilen cihazlar içindeki en düşük ÇYK sızıntı değeridir (35, 40). Yapraklar seçili alan genişliğini 20 msn süresinde geçerler. Cevap için ve yeterli hava basıncının oluşup yaprak hareketini başlatması için geçen sürede yaklaşık 25 msn olup, toplam yaprak gecikme süresi de yaklaşık 50 msn civarındadır. Her bir yaprak bağımsız olarak kontrol edilir. Cihazda tedavi süresince sadece yapraklar kullanılarak ışın modülasyonu yapılmaktadır. Cihaz bir rotasyonda 51 farklı noktadan ışınlama yapabilmektedir. Bu ise her 7.06 derecede bir modülasyon demektir. Bu noktalardan her biri projeksiyon olarak adlandırılmaktadır ve hiçbiri oblik değildir. Bir projeksiyonun başında ve sonunda tüm yapraklar kapalıdır. Her bir projeksiyonda ÇYK'ların pozisyonları değişmektedir (Şekil 2.6).



Şekil 2.6: İkili ÇYK'ların modülasyon esnasındaki tam açık durumu

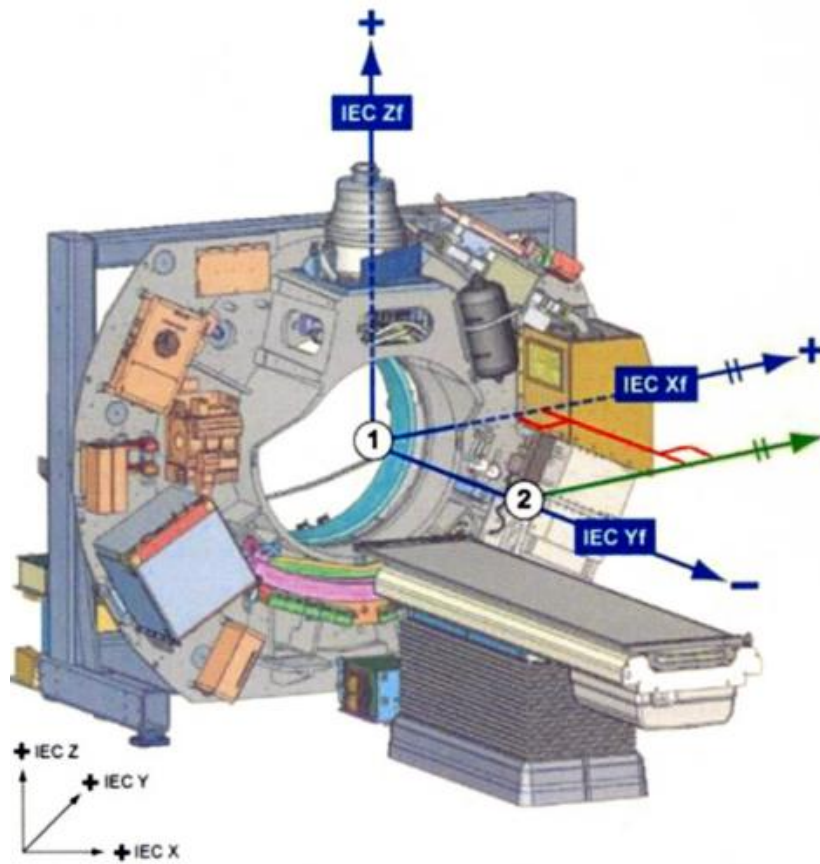
Radyoterapide verilecek olan ışının doğru hacme verilmesi birincil kuraldır. Bu cihazda ise ışınlanacak olan yerin doğruluğunun tespiti tedavide kullanılan tedavi ışınının enerjisi düşürülerek Mega Voltaj Bilgisayarlı Tomografi (MVBT) alınarak sağlanmaktadır. Görüntü alınırken 6 MV'lik tedavi edici ışın enerjisi otomatik olarak 3 MV'ye düşer. Lineer hızlandırıcının karşısına yerleştirilmiş olan 541 adet xenon dedektör her tedavi öncesi görüntü alınmasına olanak sağlar (şekil 2.7). Alınan görüntüler *transvers*, *sagital* ve *koronal* düzlemde ekrana gelmektedir ve kullanıcıya anında planlama bilgisayarlı tomografi görüntüleri ile günlük tedavi öncesi alınan MVBT görüntülerini karşılaştırıp eşleşme yapma olanağı vermektedir. Böylece *setup* hataları en aza indirgenip radyoterapinin temel amacı olan her gün doğru hacmin ışınlanması sağlanmaktadır (5, 35) .



Şekil 2.7: Helikal Tomoterapi de görüntü destekli radyoterapi de kullanılan xenon dedektör sistemi 6MV X ışını kaynağı karşısında olup kaynakla eşzamanlı olarak dönmektedir. Ayrıca altta görülen 12.7 cm kalınlıktaki kurşundan yapılmış olan ışın durdurucu (*beam stopper*) zırhlanma açısından kazanç sağlamaktadır.

Tomoterapide alan ışığı bulunmadığından hasta yerleştirmesinde referans olarak sanal eşmerkez tanımlanmıştır. Cihazda iki tür eşmerkez vardır;

- i. **Cihaz eşmerkezi:** Gantri deliği içerisinde ışın yolunun altındaki özel bir noktada bulunur. Koordinatları (0,0,0)'dır. (41)
- ii. **Sanal eşmerkez:** Cihaz eşmerkezine Y ekseninde -700 mm uzaklıktadır. Cihazda ışık alanı yerine sanal eşmerkez tanımlanmıştır. Koordinatları (0, - 700 mm, 0)'dır. (41)

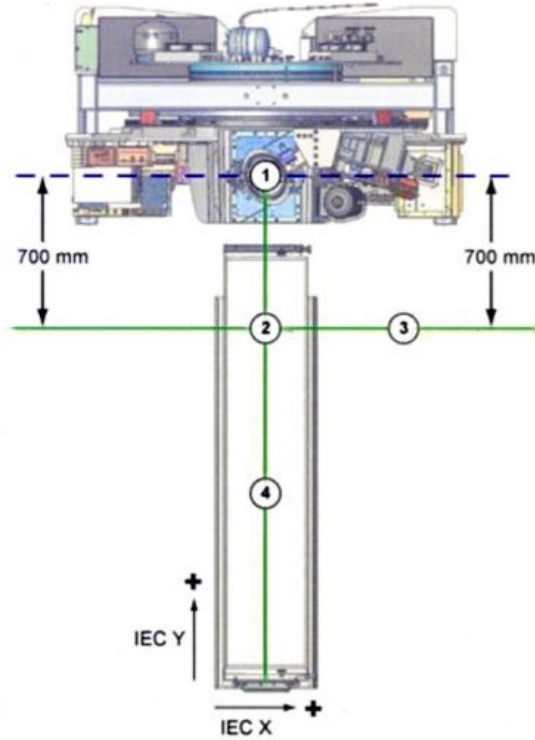


Şekil 2.8: Tomoterapi cihazında kullanılan eşmerkezler (1- Cihaz eşmerkezi, 2- Sanal eşmerkez) (41)

Bahsedilen eşmerkezleri gösteren de iki farklı lazer bulunmaktadır.

i. Yeşil lazerler : Bu lazerler sabit lazerler olup cihaz kalite kontrolünde kullanılmaktadır.

- Gantri Eşmerkez Lazeri : Gantri borunun arkasındaki duvara monte edilir. Bu lazer, gantri boru içerisinde bir *koronal* düzlem ve bir *sagital* düzlemi ifade eden artı göstergesini yansıtır.
- Sanal Eşmerkez Lazeri : Tedavi odasının tavanına monte edilir. Bir *transvers* düzlemi ve bir *sagital* düzlemi ifade eden artı göstergeyi yansıtır.

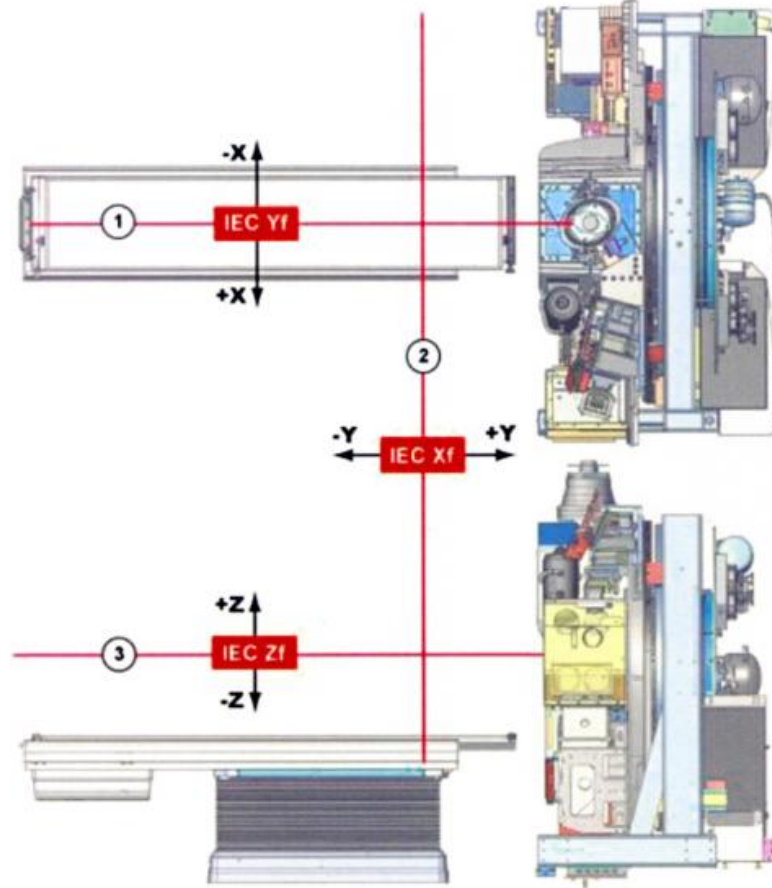


Şekil 2.9: Yeşil lazerler (1-cihaz eşmerkezi, 2-sanal eşmerkezi, 3-sanal eşmerkez lazere, 4-gantri eşmerkez lazere) (41).

ii. Kırmızı Lazerler : Hasta *setup*larında kullanılan hareketli lazerlerdir. *Sagital*, *transvers* ve *koronal* olmak üzere üç adet lazer kullanılır.

- *Sagital* Lazer : Tedavi odasının tavanına monte edilir. Bu lazer değişken bir *sagital* düzlemi tanımlamak için kırmızı bir çizgi yansıtır ve *lateral* doğrultuda hareket eder. (41)

- *Transvers* Lazer : Tedavi odasının yan duvarlarına iki adet yan lazer monte edilir. Yatay doğrultuda hareket eder. (41)
- *Koronal* Lazer : Tedavi odasının yan duvarlarına iki adet dikey yan lazer monte edilir. Dikey doğrultuda hareket eder. (41)



Şekil 2.10: Kırmızı lazerler (1-sagittal lazer, 2- transvers lazer, 3- koronal lazer)(41)

2.5 Tedavi Planlama Sistemi (TPS)

Tedavi planlama sistemi (TPS), çeşitli tekniklerde planlama yapabilen ve üretici firmanın geliştirdiği ticari program ve yazılımlardan oluşan bir bilgisayar sistemidir. Kimi ticari TPS'lerde, gantri sayısı veya açısı kullanıcı tarafından belirlenmesi mümkünken kimi TPS'lerde gantri açısı veya sayısı gibi parametrelerin ayarlanması mümkün değildir. Her cihazın farklı foton ve elektron enerjileri, farklı kaynak cilt mesafeleri, farklı alan boyutları bulunabilmektedir. Tüm bu farklılıklara rağmen ticari sistemlerin ortak amacı tedavi planlamaları için doz dağılımlarını tahmin etmektir (42). Bu nedenle TPS, hedef hacim ve kritik oranların aldıkları dozların doğruluğunu sağlamak için geliştirilmiştir.

Bu ticari TPS'lerde doz hesaplamaları yapabilmek için, cihaza ait mekanik ve dozimetrik parametreler sisteme tanıtılmalıdır. Dozimetrik parametreler su fantomu, iyon odaları, elektrometreler gibi ekipmanlar kullanılarak elde edilmektedir. Gerekli olan parametreler sisteme yüklendikten sonra, doz kalite kontrol testlerine tabi tutularak, hesaplamaların doğruluğu kontrol edilmektedir.

TPS'lerde genel olarak iki tür planlama vardır. Bunlar ileri ve ters planlama olarak adlandırılır;

İleri Planlama : Bu planlama tekniğinde kullanıcı tarafından ilk olarak demet sayıları, bunların açıları ve genişlikleri belirlenir. Bu işlemlerden sonra oluşturulan demet açılarındaki ÇYK'ların pozisyonları belirlenir. TPS'de doz dağılımları elde edilir. Sıcak veya soğuk bölge oluşursa, kullanıcı demet ağırlıklarını değiştirme, kama filtre, bolus veya koruma blokları gibi seçeneklerden birini veya birkaçını kullanabilir. İstenilen doz dağılımı elde edilinceye kadar bu parametreler modifiye edilebilir. (43)

Ters Planlama : Bu planlama tekniğinde ise kullanıcı blok, kama filtre veya bolus gibi materyal seçimi yapamaz. Bazı ticari sistemlerde demet sayısı ve açısına izin verilirken bazı sistemlerde (örn: Helikal Tomoterapi TPS) bu parametrelerin seçimine de izin verilmez. Bu planlama tekniğinde, ticari sistem tarafından hedefte istenilen doz dağılımı sağlanırken, kritik organ hacimlerine izin verilen tolerans doz

limitleri doğrultusunda otomatik hesaplamalar yapılır. Ters planlamada kullanıcı hedef hacmi, kritik organları, doz tolerans ve sınır değerlerini belirler. Planlamalar doz volüm histogramına (DVH) dayanarak yapılır. DVH'de gösterilen sonuçlara göre kritik organların tolerans değerleri veya bu değerlere verilen önemlilik sayı değerleri değiştirilerek istenilen sonuç elde edilmeye çalışılır. Bu değerlerdeki değişimler, bilgisayar kontrollü yaprakların demet şiddetini değiştirmelerine yardımcı olur. Optimizasyonla en uygun tedavi planlaması bulunana kadar bu işlem devam eder (44).

TPS'lerde yapılan hesaplamalar sonucunda doz dağılımlarını görmek mümkündür. Bu sistemlerde, bahsi geçen DVH, hastanın tedavi edilecek olan hedef hacimlerinin ve korunması gereken kritik organların alacağı dozları ve bu dozların ne kadarlık bir hacimce alınacağını gösterebilen parametreleri içeren bir grafik türüdür. Bu DVH'ler, hedef hacmin hacimce ne kadarının reçete edilen dozu soğurduğu bilgisi ile çizilen her anatomik yapının doz dağılımlarının bilgisini verirler. Bu sayede verilen planın değerlendirilmesi veya birden çok planın karşılaştırılması sağlanabilmektedir.

2.5.1 Helikal Tomoterapi Tedavi Planlama Sistemi

Helikal Tomoterapi (HT) tedavi planlama sistemi konsolüsyon/süperpozisyon (*convolution/superposition*, c/s) doz hesaplama algoritmasını kullanmaktadır. c/s algoritması TPS'ye tanımlanan yoğunluk tablolarına göre otomatik olarak her bir yapıyı algılayıp yoğunluk tanımlaması yapmaktadır. Buna bağlı olarak doz hesaplaması yaparken bu tanımlama bilgilerini işleme dahil etmektedir.

HT TPS (versiyon 4.2.2.4) ticari bir ürün olup kullanımı kolay bir ara yüze sahiptir. Tek bir sayfa üzerinde kullanıma açık olan beş adet sekmesi bulunmaktadır. İlk sekmesinde çizilen anatomik yapılar gösterilmektedir. Bu sekmede çeşitli yapılar oluşturmak mümkündür. Otomatik olarak cilt, akciğer, beyin konturlaması yapılabildiği gibi, istenilen emniyet sınırlarıyla hedef hacim, kritik organ veya doz modifikasyonu ayarlaması yapılabilen alan için bir yapı oluşturulmasına kolaylık sağlayan araçlarla konturlama yapılabilmektedir. İkinci sekme ise hedef yapıların

ve kritik organların tayin edildiği sekmedir. Birden çok hedef yapı önem sırasına veya üst üste binmesine göre sıralanır. Diğer hedef yapılara göre daha yüksek doz alacak olan yapıların önem numarası daha küçük olmalıdır. Hedef yapıların tümü aynı dozu alacaksa yapıların hangisi içerde kalıyorsa onun önem numarası daha küçük seçilmektedir. Kritik organlarda ise üst üste binen yapıların hangisi daha önemliyse onun önem numarası daha küçük seçilmektedir. Eğer üst üste binme yoksa sıralama kullanıcıya göre değişebilmektedir. Üçüncü sekmede ise, çekilen BT üzerindeki işaretleyicilerin üzerine kırmızı lazer getirilmektedir. Bu hasta set-up'ında referans olması için gerekli bir işlemdir. Bu sekmede ayrıca *pitch* (P), alan genişliği (*field width*, FW) ve yüklenmiş olan yoğunluk tablosu seçilmektedir. Ayrıca yazılım yardımı ile hassas yapılar ya kısmen ya da tamamen bloklanabilmektedir. Kısmi bloklamada risk altındaki organ sadece gelen demetin çıkışından ışınlamaya maruz kalırken tam bloklamada risk altındaki organ ne girişten ne de çıkıştan ışına maruz kalmamaktadır. Dördüncü sekmede ise hedef yapı için reçete edilmek istenen doz hedef yapının minimum ne kadarlık bir hacminin reçete edilmek istenen dozu alacağı, kritik organların tolerans değerleri ve her biri için gerekli olan önem sayısı ve doz penaltıları gibi değerler girilmektedir. Sonrasında ise optimizasyon başlatılmaktadır. Beşinci sekmede ise planlama sisteminde bulunan 4 ayrı doz volüm histogram (DVH) modu ile hedef hacim ve kritik organ dozlarının değerlendirilmesi kolayca yapılabilmektedir ve plandan sorumlu olan hekimin onayı ile planlama cihaza aktarılmaktadır.

2.5.2 Helikal Tomoterapi Cihaz İçi Parametreleri

HT cihazında planlama yapılırken, kullanıcı tarafından çeşitli parametreler girilmek durumundadır. Bu parametreler Alan Genişliği (*Field Width-FW*), Pitch (P) ve Modülasyon Faktörü (*Modulation Factor-MF*) olarak diğer YART tekniğini uygulayan cihazlardan farklılık göstermektedirler.

FW, makine izomerkezindeki tedavi alanının boylamsal (*longitudinal*) kalınlığı olarak tanımlanır (45). Cihazda 1.05 cm, 2.5 cm ve 5 cm değerleri olarak üç adet seçenek bulunmaktadır. Daha küçük FW, daha uzun ışınlanma süresine sebep olur.

Tedavi planlamasında ışın modifikasyonu yapan bir diğer parametrede pitch'dir. P, birim gantri rotasyonuna boylamsal (*longitudinal*) yöndeki masa yer değiştirme hareketinin, FW 'ye oranı olarak tanımlanır (45). Gantri rotasyonları arasında, P değeri 1'den küçük olmalıdır. Bu şekilde doz dalgalanması olayı görülmemiş olur. Cihaz kitapçığında seçilen FW' nin 0.1 katının P değeri olarak alınması önerilmiştir (45). Fakat Kissick ve arkadaşlarının yaptığı yayıncıda (46) bu dalgalanmaların minimize olduğu P değerlerini bulmuşlar ve bu değerleri formülüle etmişlerdir. Ayrıca buldukları bu numaralara "sihirli numaralar" (*magic numbers*) adını vermişlerdir. Dalgalanmaları minimize etmek için kullanılan P formülü $P = 0,860/n$ dir. n burada tam sayıdır.

MF parametresi, yaprakların açık kalma süresini limitleyerek ışın modülasyonu yapmaktadır. Tanım olarak ise tüm projeksiyonlardaki en büyük demetçik yoğunluğunun, sıfırdan farklı tüm demetçikler için ortalama yoğunluğuna oranıdır (47). Bir başka deyişle sıfırdan farklı bütün projeksiyonlar için yaprakların maksimum açık kalma süresinin, ortalama açık kalma süresine oranıdır (48). Arttırılan MF değeri, planlamayı yapan kişiye demetçiklerin ağırlıklarını değiştirebilmesi için daha çok olanak sağlayabilir (47). Ayrıca MF değerinin artması ile ÇYK'lerin modülasyonu yani açık kalma süreleri de artacağından tedavi süresi de buna bağlı olarak artacaktır. MF değeri kullanıcıdan kullanıcıya değişiklik gösterebilmektedir. TPS ilk açıldığında otomatik olarak 2 değeri ile gelir. Kullanıcı yaptığı planlamanın zorluk derecesine göre bu değeri daha da arttırabilmektedir.

3. GEREÇ VE YÖNTEM

3.1 Kullanılan Gereçler

Bu çalışma Trabzon Numune Eğitim Araştırma Hastanesi İbtisam Lale Atahan Radyasyon Onkolojisi Kliniği'nde yapılmış olup kullanılan gereçler listelenmiştir.

3.1.1 Tomoterapi Hi-Art Planlama Sistemi (v 4.2.2.4 TPS)

3.2 Yöntem

Bu tez çalışmasında Hacettepe Üniversitesi Tıp Fakültesi Radyasyon Onkolojisi Anabilim Dalı'nda tedavi görmüş prostat hastalarını Trabzon Kanuni Eğitim Araştırma Hastanesi Numune Kampusu İbtisam Lale Atahan Radyasyon Onkolojisi Kliniği'nde bulunan Tomoterapi Hi-Art (Accuray, Madison, Amerika) cihazında, cihazın parametreleri değiştirilerek planlamalar oluşturuldu. Planlamalarda yapılan işlemler aşağıda sıralanmıştır.

3.2.1 Hasta Hazırlığı

Hacettepe Üniversitesi Tıp Fakültesi Radyasyon Onkolojisi Anabilim Dalı'nda tedavi edilmiş 10 adet prostat hastasının 2,5 mm kesit aralığı ile çekilmiş BT görüntüleri kullanılmıştır. BT simülasyonu işleminden 30 dk önce hastaların mesaneleri boşaltır ve hastaya 500 cc su içirilir. Simülasyondan 20 dk önce ise 50 cc'lik IV kontrast madde uygulanır. Simülatörde hastanın immobilizasyonu sağlandıktan sonra prostat ve seminal vezikülü içerecek şekilde 2.5 mm kalınlığında pelvis BT kesitleri alınır.

3.2.2 Konturlama ve TPS'e Aktarma

BT'si çekilen hastaların görüntülerin konturlaması daha pratik olduğu için Eclipse TPS'e (Varian, Palo Alto, Kaliforniya, Amerika) aktarılarak hedef hacimler ve kritik yapılar Hacettepe Üniversitesi Tıp Fakültesi Radyasyon Onkolojisi Anabilim Dalı prostat kanseri YART Protokolü'ne göre (EK1), deneyimli radyasyon onkoloğu tarafından çizilmiştir. Seçilen hastaların BT görüntüleri Eclipse TPS sisteminde klasörler oluşturulup harici disk ile Kanuni Eğitim Araştırma Hastanesi

Numune Kampusu İbtisam Lale Atahan Radyasyon Onkolojisi Kliniği'nde bulunan Tomocon ağına eklenip Tomotherapy Hi-Art TPS'ine aktarılmıştır.

3.2.3 Hasta YART Planlamalarının Oluşturulması

Çekilen BT görüntüleri Tomoterapi Hi-Art TPS'e aktarılmıştır. TPS ara yüzünün ilk sekmesi olan konturlama sekmesinde PTV, beden ve beden-ptv yapıları çizilmiştir. PTV, Hacettepe Üniversitesi Tıp Fakültesi Radyasyon Onkolojisi Anabilim Dalı prostat kanseri YART Protokolü'nde prostat ve proksimal seminal vezikül/tüm seminal vezikülü (risk evresine göre) içermektedir. Bu çalışmada ise yüksek risk kanser hastalarıyla çalışıldığından PTV, seminal vezikülün tamamını içermektedir. Beden-ptv yapısı PTV hacmi ile vücudun geride kalan bölgesindeki doz farklılıklarını gözlemlemenin yanı sıra TPS'in PTV dışında bir bölgeye yüksek doz atarsa müdahale etmek amacıyla oluşturulmuştur. İkinci sekmeye gelindiğinde ise çizilen tüm yapılar hedef hacimler ve kritik organlar diye bölümlere ayrılmıştır. Bölümlere ayrılan bu yapılar birbirinin içine geçme ve önem sırasına göre doz modülasyonunun daha iyi yapabilmek adına numaralar yardımıyla sıralanmıştır. Üçüncü sekmede ise kırmızı lazerler, daha önce BT'si çekilirken hasta üzerine konulan cilt işaretleyicileri üzerine ayarlanmıştır. Bu sekmede cihaz içi parametreler değiştirilerek dördüncü sekmeye geçilmiştir. Dördüncü sekmede ise hedef hacimlere verilmek istenen doz girilmiştir. Verilmek istenen doz PTV hacminin %95'ine normalize edilmiştir. Bu çalışmada tüm hastalara 38 fraksiyondan 76 Gy doz verilerek planlamalar yapılmıştır. Cihaz içi parametreler (Tablo 3.1) kendi içinde değiştirilerek tek bir hasta için 48 farklı plan oluşturulmuştur ve her oluşturulan plan demetçik hesaplaması için ön hesaplama bırakılmıştır. Hesaplama bittikten sonra istenilen doz volüm eğrilerini elde etmek için hedef hacme ve kritik organlara "önem (*importance*), ceza (*penalty*), maksimum ve minimum doz cezaları (*penalty*) ile DVH doz ve DVH yüzdeleri" parametrelerine, planlamayı yapan kişiden kişiye değişiklik gösterebilen sayılar girilerek optimizasyona işlemi başlatılmıştır. Bu çalışmadaki kriterimiz, her planlama için 1000 optimizasyon sonunda, kritik organlara olabildiğince koruma sağlarken hedef hacimdeki ve ya vücuttaki maksimum dozun reçete edilen dozun %107'sini geçmemesidir.

Tablo 3.1: Planlamalar için kullanılan cihaz içi parametreleri

FW(cm)	P	MF
5,00	0,430	2,4
2,50	0,287	2,2
1,05	0,215	2,0
	0,172	1,8

3.2.4 Hasta YART Planlamalarının Değerlendirilmesi

Yapılan bu çalışmada kritik organ doz sınırlamalarında, Zelefsky ve arkadaşlarının çalışması (49) ile RTOG 0126 (50) ve Hacettepe Üniversitesi Tıp Fakültesi Radyasyon Onkolojisi Anabilim Dalı YART protokolünde (EK 1) kullanılan değerler referans olarak alınmıştır.

Tablo 3.2: Kritik organlar için referans alınan protokoller

Zelefsky ve ark.		RTOG 0216		Hacettepe	
rektum V_{60}	<%40-50	rektum V_{70}	<%25	rektum V_{70}	<%20
rektum V_{50}	<%60-65	rektum V_{65}	<%35	rektum V_{60}	<%40
mesane V_{78}	<%2.9	mesane V_{70}	<%35	mesane V_{70}	<%20
mesane V_{65}	<%40	Femur başı V_{52}	<%5	Femur başı V_{50}	<%10
Femur başı V_{50}	<%10				

10 adet prostat hastasının cihaz içi MF, P ve FW parametrelerinin kombinasyonlarıyla oluşturulan 480 adet YART planlamaları oluşturulmuştur. Bu planlamalardan elde edilen DVH'lerden alınan verilerle hesaplanan CN, HI ve kritik organlardan rektum için V_{75} , V_{60} ve V_{40} hacim değerleri ile mesane için V_{70} ve V_{50} hacim değerleri analiz edilmiştir. Tüm bu parametrelerle birlikte tedavi süresi (t) de Tomoterapi cihazında prostat tedavisinde optimal cihaz içi parametre setini

belirlemek için analizlere dahil edilmiştir. Femur başları ise analiz dışında bırakılmıştır. Bunun sebebi ise hiç bir planlamada maksimum nokta doz 30 Gy'i geçmemesidir.

3.2.5 İstatistiksel Verilerin Analizlerinde Kullanılan Metotlar

Yapılan bu çalışmada oluşturulan gruplardaki denek sayısı 30'dan azdır. Verilerin birçoğu normal dağılıma uygun olmasına rağmen denek sayısının az olmasından dolayı veri analizlerinde parametrik olmayan test uygulanmıştır (51, 52). Cihaz içi parametrelerin kombinasyonlarıyla oluşturulan 48 farklı planlama aynı 10 hastaya uygulandığından veri analizinde parametrik olmayan Friedman testi kullanılmıştır. F testine kıyasla, diğer parametrik olmayan testlerden daha güçlü olduğu kabul edilmektedir (53). Friedman test istatistiğinin asimptotik oransal etkinliği, k blok başına düşen gözlem sayısına bağlıdır. F testine göre Friedman test istatistiğinin asimptotik etkinliği; ana kitle normal dağılıyorsa $0,955k/(k + 1)$, ana kitle düzgün bir şekilde (*uniformly*) dağılıyorsa $k/(k + 1)$ ve ana kitle çift üstel dağılıyorsa $3k/2(k + 1)$ olur (54). Yapılan bu tezin etkinlik hesaplaması $0,955 * 48/(48 + 1) = 0,936$ çıkmaktadır. Parametrik olmayan testlerin güç ve etkinlikleri parametrik testlere göre daha düşüktür (53, 55, 56). Bu nedenle SPSS yazılımıyla hesaplanan etkinlik değerleri $1/0,936 \approx 1,07$ sayısına bölünmesi gerekmektedir.

Friedman testi uygulanırken hipotez;

H_0 = Cihaz içi parametrelerin kombinasyonlarından elde edilen sonuçların dağılımları benzerdir,

H_1 = Cihaz içi parametrelerin kombinasyonlarından elde edilen sonuçların en az biri diğerlerinden farklıdır, şeklindedir.

Friedman testinde, F ya da Ki-kare (χ^2) test istatistiklerinden biri ile çözüme ulaşılabilir (57). Tablo 4.5'te gösterilen MF=1.8 satırı için elde edilen ham verilerin gösterimi aşağıda bulunan tablodaki gibidir (Tablo 3.3).

Tablo 3.3: FW=2.5 - MF=1.8 için elde edilmiş ham CN girdileri

n	pf0.430	pf0.287	pf0.215	pf0.172
1	0,7488	0,7473	0,7468	0,7461
2	0,7457	0,7533	0,7535	0,7563
3	0,7659	0,7613	0,7621	0,7679
4	0,7500	0,7502	0,7586	0,7570
5	0,7726	0,7763	0,7804	0,7809
6	0,7367	0,7354	0,7391	0,7386
7	0,7653	0,7701	0,7729	0,7735
8	0,7641	0,7627	0,7602	0,7628
9	0,7398	0,7383	0,7378	0,7406
10	0,7155	0,7049	0,7101	0,7064
Ort	0,7504	0,7500	0,7522	0,7530

Her bir satırdaki gözlemlere aynı değeri alan gözlemler de dikkate alınarak 1'den başlayarak küçükten büyüğe doğru sıra numaraları verilir. Sonrasında ise her bir gruba ilişkin sıra numaraları ve sıra numaralarının kareleri toplanarak test istatistiğini elde etmekte kullanılır (57). Tablo 3.4'te sıra numaraları gösterilmiştir.

Tablo 3.4: Ham CN girdilerine verilen sıra numaraları

n	R(1)	R(2)	R(3)	R(4)
1	4	3	2	1
2	1	2	3	4
3	3	1	2	4
4	1	2	4	3
5	1	2	3	4
6	2	1	4	3
7	1	2	3	4
8	4	2	1	3
9	3	2	1	4
10	4	1	3	2
Toplam	24	18	26	32

Friedman için χ_R^2 test istatistiği

Friedman testi için Ki-kare istatistiği aşağıdaki eşitlik ile verilir.

$$\chi_R^2 = \frac{12}{nk(k+1)} \sum_{j=1}^k (R_j)^2 - 3n(k+1)$$

n : Satır sayısı

k : Grup (sütun) sayısı

R_j : Her bir gruba (sütuna) ilişkin sıra numaraları toplamı

Elde edilen değerler Ki-kare formülünde yerlerine koyulup hesaplandığında;

$$\chi_R^2 = \left[\frac{12}{10 * 4(4+1)} (24^2 + 18^2 + 26^2 + 32^2) \right] - 3 * 10(4+1) = 6$$

değeri elde edilmiştir.

İstatistiksel karar için, hesapla bulunan χ_R^2 değeri, n ve k 'nin küçük değerleri için geliştirilen tablo değerleri ile karşılaştırılmıştır (Bkz. Ek B) (57). Yanılma düzeyi olarak $\alpha=0,05$ alınmıştır. Ek B tablosunda $n = 10$ ve $k = 4$ serbestlik dereceli tablo istatistiği $\alpha=0,05$ için 7,68 olarak bulunur.

$\chi_{R_{Hesaplanan}}^2 < \chi_{R_{Tablo}}^2$ olduğundan H_0 hipotezi kabul edilir.

Friedman için F test istatistiği

Friedman testi için F istatistiği aşağıdaki eşitlik ile verilir.

$$F = \frac{(n-1) \left[B_2 - \frac{nk(k+1)^2}{4} \right]}{A_2 - B_2}$$

n : Satır sayısı

k : Grup (sütun) sayısı

A_2 : Sıra numaralarının kareleri toplamı

A_2 değeri ise aşağıdaki eşitlik ile hesaplanır.

$$A_2 = [nk(k+1)(2k+1)]/6$$

B_2 ise;

$$B_2 = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^k (R_j)^2$$

eşitliği ile hesaplanır (57).

Aynı durum için F dağılımı yardımıyla,

$$F = \frac{(10 - 1) \left[260 - \frac{10 * 4(4 + 1)^2}{4} \right]}{300 - 260} = 2,25$$

olarak bulunur. Hesapla bulunan F değeri $k_1 = k - 1 = 4 - 1 = 3$ ve $k_2 = (n - 1)(k - 1) = 9 * 3 = 27$ serbestlik dereceli F tablo istatistiği ile karşılaştırılır (Bkz. Ek C).

$F_{hesaplanan} = 2,25 < F_{tablo} = 2,96$ olduğundan H_0 hipotezi kabul edilir.

Tablo 4.5 için gösterilen MF=2.0 satırı için elde edilen ham veriler Tablo 3.5'te gösterilmiştir.

Aynı şekilde her satırdaki gözlem sayısına 1'den başlayarak küçükten büyüğe doğru sıra numaraları verilir. Verilen sıra numaraları ve sıra numaraları karelerinin toplanarak test istatistiğini elde etmek için kullanılır. Tablo 3.6'da sıra numaraları gösterilmiştir.

Tablo 3.5: FW=2.5 - MF=2.0 için elde edilmiş ham CN girdileri

n	pf0.430	pf0.287	pf0.215	pf0.172
1	0,7458	0,7392	0,7449	0,7472
2	0,7532	0,7538	0,7571	0,7596
3	0,7767	0,7700	0,7706	0,7766
4	0,7489	0,7509	0,7580	0,7547
5	0,7740	0,7799	0,7848	0,7877
6	0,7375	0,7378	0,7399	0,7391
7	0,7737	0,7718	0,7758	0,7759
8	0,7671	0,7632	0,7625	0,7639
9	0,7401	0,7381	0,7432	0,7435
10	0,7228	0,7100	0,7165	0,7209
Ort	0,7540	0,7515	0,7553	0,7569

Tablo 3.6: Ham CN girdilerine verilen sıra numaraları

n	R(1)	R(2)	R(3)	R(4)
1	3	1	2	4
2	1	2	3	4
3	4	1	2	3
4	1	2	4	3
5	1	2	3	4
6	1	2	4	3
7	2	1	3	4
8	4	2	1	3
9	2	1	3	4
10	4	1	2	3
Toplam	23	15	27	35

F istatistiği denkleminde değerler yerlerine yerleştirildiklerinde;

$$F = \frac{(10 - 1) \left[270,8 - \frac{10 * 4(4 + 1)^2}{4} \right]}{300 - 270,8} = 6,41$$

bulunur. Aynı serbestlik derecesinde F tablo istatistiği ile karşılaştırılır (Bkz. Ek C).

$F_{hesaplanan} = 6,41 > F_{tablo} = 2,96$ olduğundan H_0 hipotezi reddedilir.

Wilcoxon Eşleştirilmiş İki Örnek Testi

Friedman testinin H_0 hipotezi reddildiğinde yani gruplar arasında en az birinin dağılımı diğerlerinden farklı olduğu gösterildiğinde ise ikili karşılaştırmalar için Wilcoxon testi uygulanmıştır. Bu test, iki eş arasındaki farkın anlamlılık testinin parametrik olmayan karşılığıdır. İncelenen veri ayrık veri türünde ve/veya gözlem sayısı az ve/veya gruplara ilişkin fark değerlerinin dağılımı normal dağılım göstermiyor ise iki eş arasındaki farkın anlamlılık testi yerine kullanılır (57).

Wilcoxon testi uygulanırken hipotez ise;

H_0 = İkili gruplardan elde edilen sonuçların dağılımları aynıdır.

H_1 = İkili gruplardan elde edilen sonuçların dağılımları farklıdır, şeklindedir.

Gözlem sayısı 25'ten az olduğunda test istatistiği, iki grup arasındaki farklara ilişkin işaretli (+ ve -) sıra numaralarından sayısı az olan işaretin (+ ya da -) sıra

numaraları toplanır ve T test istatistiği elde edilir. İstatistiksel karar için hesapla bulunan T değeri Ek D’de verilen T tablo değerinden küçükse H_0 hipotezi reddedilir (57).

H_0 hipotezi reddedildiğinde ikili grupların değişken parametre örneklerinin aynı dağılımdan gelmedikleri gözlenir. Bu durumda da parametrelerden elde edilen sonuçların hangisi çalışmanın öngörüsüne uygun olursa o sonucun parametresi optimal set için değerlendirilmektedir.

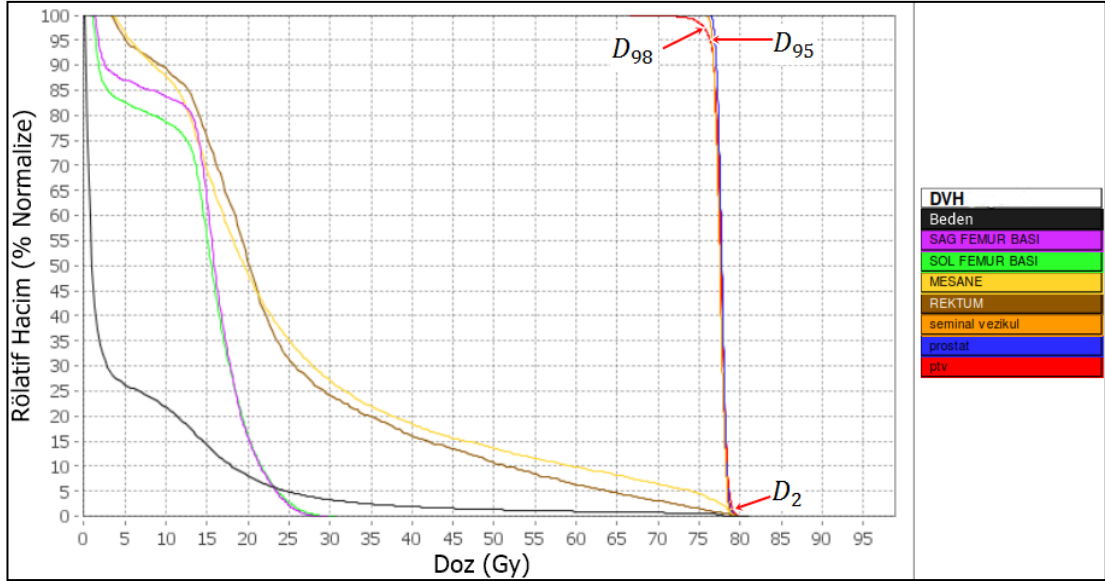
Tüm istatistik analizleri IBM SPSS Statistics 21 (IBM Corp, Armonk, NY) programı kullanılarak yapılmıştır.

4. BULGULAR

Yapılan çalışmada önceden tedavi edilmiş prostat tanılı 10 hastanın Helikal Tomoterapi cihazında, cihaz içi parametrelerin varyasyonları kullanılarak, her hasta için 48 adet farklı planlama yapılmıştır. Bu planlamalarda kullanılan parametre setleri aşağıdaki tabloda gösterilmiştir (Tablo 4.1).

Tablo 4.1: 10 hastanın her biri için cihaz içi parametreler kullanılarak oluşturulan 48 adet planlama (FW cm cinsindedir, P ve MF birimsizdir).

Plan1		Plan2		Plan3		Plan4	
FW=5,02	MF=1,8	FW=5,02	MF=1,8	FW=5,02	MF=1,8	FW=5,02	MF=1,8
P=0,430		P=0,287		P=0,215		P=0,172	
Plan5		Plan6		Plan7		Plan8	
FW=5,02	MF=2,0	FW=5,02	MF=2,0	FW=5,02	MF=2,0	FW=5,02	MF=2,0
P=0,430		P=0,287		P=0,215		P=0,172	
Plan9		Plan10		Plan11		Plan12	
FW=5,02	MF=2,2	FW=5,02	MF=2,2	FW=5,02	MF=2,2	FW=5,02	MF=2,2
P=0,430		P=0,287		P=0,215		P=0,172	
Plan13		Plan14		Plan15		Plan16	
FW=5,02	MF=2,4	FW=5,02	MF=2,4	FW=5,02	MF=2,4	FW=5,02	MF=2,4
P=0,430		P=0,287		P=0,215		P=0,172	
Plan17		Plan18		Plan19		Plan20	
FW=2,50	MF=1,8	FW=2,50	MF=1,8	FW=2,50	MF=1,8	FW=2,50	MF=1,8
P=0,430		P=0,287		P=0,215		P=0,172	
Plan21		Plan22		Plan23		Plan24	
FW=2,50	MF=2,0	FW=2,50	MF=2,0	FW=2,50	MF=2,0	FW=2,50	MF=2,0
P=0,430		P=0,287		P=0,215		P=0,172	
Plan25		Plan26		Plan27		Plan28	
FW=2,50	MF=2,2	FW=2,50	MF=2,2	FW=2,50	MF=2,2	FW=2,50	MF=2,2
P=0,430		P=0,287		P=0,215		P=0,172	
Plan29		Plan30		Plan31		Plan32	
FW=2,50	MF=2,4	FW=2,50	MF=2,4	FW=2,50	MF=2,4	FW=2,50	MF=2,4
P=0,430		P=0,287		P=0,215		P=0,172	
Plan33		Plan34		Plan35		Plan36	
FW=1,05	MF=1,8	FW=1,05	MF=1,8	FW=1,05	MF=1,8	FW=1,05	MF=1,8
P=0,430		P=0,287		P=0,215		P=0,172	
Plan37		Plan38		Plan39		Plan40	
FW=1,05	MF=2,0	FW=1,05	MF=2,0	FW=1,05	MF=2,0	FW=1,05	MF=2,0
P=0,430		P=0,287		P=0,215		P=0,172	
Plan41		Plan42		Plan43		Plan44	
FW=1,05	MF=2,2	FW=1,05	MF=2,2	FW=1,05	MF=2,2	FW=1,05	MF=2,2
P=0,430		P=0,287		P=0,215		P=0,172	
Plan45		Plan46		Plan47		Plan48	
FW=1,05	MF=2,4	FW=1,05	MF=2,4	FW=1,05	MF=2,4	FW=1,05	MF=2,4
P=0,430		P=0,287		P=0,215		P=0,172	



Şekil 4.1: Tomoterapi cihazında planlanan hastaların DVH'lerine bir örnek

Planlamalar, bu varyasyonlar sonucunda elde edilen DVH (Şekil 4.1) ve planlama raporundaki verilere göre analiz edilmiştir. Bu analizler CI, HI, kritik organların aldıkları doz ve tedavi süreleri üzerinden yapılmıştır. Kritik organların aldıkları dozlar analiz edilirken rektumda 75 Gy, 60 Gy ve 40 Gy doz alan hacimler (V_{75} , V_{60} ve V_{40}), mesanede ise 70 Gy ve 50 Gy doz alan hacimler (V_{70} ve V_{50}) dikkate alınmıştır. Femur başlarında hiç bir planlamada 30 Gy doz üzerinde bir hacimle karşılaşmadığından analizlere eklenmemiştir.

1993 yılında, RTOG (Radiation Therapy Oncology Group) çeşitli parametrelere dayalı stereotaktik radyoterapi (SRT) planlarının rutin değerlendirilmesi için kurallar önermiştir ve homojenlik indeksi (HI) ise I_{max}/RI olarak tanımlamıştır. I_{max} hedefteki maksimum izodoz ve RI ise referans izodoz olarak belirtilmiştir. Eğer $HI \leq 2$ ise tedavi planlaması protokolle uyumlu olarak kabul edilmiş, 2 ile 2.5 arasında ise az ihlalli, $2.5 \leq HI$ ise de protokol ihlalinin önemli olduğunu, buna rağmen yine de plan değerlendirmesi yapıp kabul edilebilir şekilde belirtmişlerdir (13, 58). Van't Riet ve arkadaşları (59) ile Collins ve arkadaşları (60) çalışmalarında RTOG'nin oluşturduğu formülü kullanmışlardır. Başka bir tanımlama olarak $HI = D_5/D_{95}$ formülü ortaya çıkmıştır. D_5 hedef hacmin %5'inin aldığı doz ve D_{95} hedef hacmin %95'inin aldığı doz olarak belirtilmiştir. Bu formüldeki indeksin ideal değeri 1 olmasıdır (61-63). Daha betimleyici bir formül ise $HI =$

$(D_2 - D_{98})/D_p * 100$ şeklindedir. D_2 hedef hacmin %2'sinin aldığı doz, D_{98} ise hedef hacmin %98'inin aldığı doz ve D_p reçete edilen doz olarak betimlenmektedir. D_2 ve D_{98} seçilmesinin sebebi, doğru minimum ve maksimum dozun, doz hesaplama parametrelerine ve YART'ta görülen başlıca yüksek doz gradyanlarına duyarlı olmasındandır. Bu nedenle, minimum ve maksimum doz tipik olarak güvenilir değildir (64). Noktasal maksimum minimum doz yerine hacim bilgisindeki (D_2 , D_{98} vb.) maksimum minimum doz seçilmesinin sebebi budur (15). Kataria ve arkadaşları ise $HI = (D_1 - D_{98})/D_p * 100$ formülün, Wu ve arkadaşlarının tanımladıkları formülü (64) modifiye ederek kullanmaktadırlar. D_2 yerine D_1 kullanmalarının sebebini ise HI değerini daha duyarlı yaptığını söyleyerek açıklamaktadırlar (15).

Tüm bu tanımlamalarda temel olarak HI hedef hacmindeki maksimum ve minimum dozun oranı olarak tanımlanmıştır. Çeşitli kuruluşlar ve yazarlar tarafından farklı tanımlamalar ve formüller üretilmesine rağmen hiçbirinde HI hesaplamaları ideal veya ideale en yakındır şeklinde bir açıklama yoktur (15).

Bu çalışmada ise doz PTV hacminin %95'ine reçete edildiğinden Wu ve arkadaşlarının (64) tanımladıkları formülde D_{98} yerine D_{95} olarak modifiye edilip HI hesabı şu şekilde yapılmıştır;

$$HI = \frac{D_2 - D_{95}}{D_p} \times 100$$

D_2 = Hedefin hacminin %2'sinin aldığı doz

D_{95} = Hedef hacminin %95'inin aldığı doz

D_p = Reçete edilen doz

HI değerinin ideal durumunun sıfır olmasıdır.

Uyumluluk Sayısı (CN) ise şu şekilde hesaplanmıştır;

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

CN= Uyumluluk Sayısı

TV_{RI} = Referans izodoz tarafından kapsayan hedef hacim

TV = Hedef hacim

V_{RI} = Referans izodozun hacmi

Bu indeks van't Riet ve arkadaşlarının (14) geliştirmiş oldukları bir indekstir ve önceki kullanılan uyumluluk indekslerine göre farkı hedef hacmin ışınlanan hacmi ile sağlıklı dokunun ışınlanmış hacmini hesaba katar. İlk fraksiyon hedefin sarılmasının bir kalite çarpanını; ikinci fraksiyon ise reçete edilen doza eşit veya ondan daha büyük olan bir dozun sarmış olduğu sağlıklı doku hacmini tanımlar. CN değerinin aralığı 0 ve 1 arasındır, ideali 1 olmasıdır.

4.1 Hedef Hacim İçin Elde Edilen Veriler

Yapılan planlamaların sonucunda hesaplanan CN ve HI değerlerinin ortalama ve standart sapma değerleri aşağıdaki tablolarda özetlenmiştir (Tablo 4.2 & Tablo 4.3).

Tablo 4.2: 10 hastanın her biri için cihaz içi parametreler kullanılarak oluşturulan 48 adet planlamanın CN ortalama ve standart sapma değerleri (SD=Standart Sapma)

CN	Ortalama ± SD	CN	Ortalama ± SD	CN	Ortalama ± SD
Plan 1	0,7226 ± 0,0263	Plan 17	0,7504 ± 0,0173	Plan 33	0,7791 ± 0,0179
Plan 2	0,7268 ± 0,0286	Plan 18	0,7500 ± 0,0205	Plan 34	0,7772 ± 0,0201
Plan 3	0,7260 ± 0,0309	Plan 19	0,7522 ± 0,0200	Plan 35	0,7787 ± 0,0182
Plan 4	0,7274 ± 0,0310	Plan 20	0,7530 ± 0,0214	Plan 36	0,7804 ± 0,0203
Plan 5	0,7246 ± 0,0259	Plan 21	0,7540 ± 0,0183	Plan 37	0,7818 ± 0,0159
Plan 6	0,7267 ± 0,0283	Plan 22	0,7515 ± 0,0209	Plan 38	0,7803 ± 0,0178
Plan 7	0,7279 ± 0,0287	Plan 23	0,7553 ± 0,0200	Plan 39	0,7816 ± 0,0157
Plan 8	0,7298 ± 0,0303	Plan 24	0,7569 ± 0,0201	Plan 40	0,7807 ± 0,0168
Plan 9	0,7261 ± 0,0256	Plan 25	0,7554 ± 0,0188	Plan 41	0,7847 ± 0,0144
Plan 10	0,7276 ± 0,0263	Plan 26	0,7557 ± 0,0245	Plan 42	0,7831 ± 0,0159
Plan 11	0,7286 ± 0,0289	Plan 27	0,7589 ± 0,202	Plan 43	0,7851 ± 0,0162
Plan 12	0,7310 ± 0,0291	Plan 28	0,7599 ± 0,0220	Plan 44	0,7849 ± 0,0180
Plan 13	0,7245 ± 0,0223	Plan 29	0,7581 ± 0,0174	Plan 45	0,7852 ± 0,0147
Plan 14	0,7296 ± 0,0219	Plan 30	0,7565 ± 0,0214	Plan 46	0,7827 ± 0,0163
Plan 15	0,7294 ± 0,0279	Plan 31	0,7600 ± 0,0212	Plan 47	0,7832 ± 0,0163
Plan 16	0,7308 ± 0,0305	Plan 32	0,7607 ± 0,212	Plan 48	0,7819 ± 0,0180

Tablo 4.3: 10 hastanın her biri için cihaz içi parametreler kullanılarak oluşturulan 48 adet planlamanın HI ortalama ve standart sapma değerleri

HI	Ortalama \pm SD	HI	Ortalama \pm SD	HI	Ortalama \pm SD
Plan 1	4,7321 \pm 0,4079	Plan 17	4,5553 \pm 0,5301	Plan 33	4,1225 \pm 0,4862
Plan 2	4,7646 \pm 0,4796	Plan 18	4,5182 \pm 0,5571	Plan 34	4,1933 \pm 0,4834
Plan 3	4,8288 \pm 0,4387	Plan 19	4,4005 \pm 0,5329	Plan 35	4,1359 \pm 0,4573
Plan 4	4,7179 \pm 0,4785	Plan 20	4,4359 \pm 0,5303	Plan 36	4,1768 \pm 0,6262
Plan 5	4,4473 \pm 0,4983	Plan 21	4,1310 \pm 0,5579	Plan 37	3,8417 \pm 0,4139
Plan 6	4,4380 \pm 0,4701	Plan 22	4,1424 \pm 0,4843	Plan 38	3,9100 \pm 0,3982
Plan 7	4,4740 \pm 0,3803	Plan 23	4,0572 \pm 0,4861	Plan 39	3,9241 \pm 0,4192
Plan 8	4,3895 \pm 0,4229	Plan 24	4,1022 \pm 0,4838	Plan 40	3,9843 \pm 0,4066
Plan 9	4,2066 \pm 0,3921	Plan 25	3,9661 \pm 0,5453	Plan 41	3,7357 \pm 0,4335
Plan 10	4,2120 \pm 0,4857	Plan 26	3,9033 \pm 0,5502	Plan 42	3,8087 \pm 0,3777
Plan 11	4,2284 \pm 0,3141	Plan 27	3,8775 \pm 0,4620	Plan 43	3,8114 \pm 0,3760
Plan 12	4,1768 \pm 0,3769	Plan 28	3,8945 \pm 0,5206	Plan 44	3,7853 \pm 0,4128
Plan 13	4,0515 \pm 0,3291	Plan 29	3,8334 \pm 0,5251	Plan 45	3,6721 \pm 0,4509
Plan 14	4,0620 \pm 0,4165	Plan 30	3,8586 \pm 0,4337	Plan 46	3,8049 \pm 0,4170
Plan 15	4,0969 \pm 0,2555	Plan 31	3,8466 \pm 0,4982	Plan 47	3,7901 \pm 0,4175
Plan 16	4,0425 \pm 0,3550	Plan 32	3,8108 \pm 0,4653	Plan 48	3,7876 \pm 0,3864

4.1.1 Pitch'in Uyumluluk Sayısı Üzerinde Etkisi

Elde edilen bu verilere uygulanan Friedman testi sonuçları tablolarda özetlenmiştir (Tablo 4.4, Tablo 4.5, Tablo 4.6). $p < 0,05$ için ikili karşılaştırma testi olan Wilcoxon testi uygulanmıştır. Yine sonuçlar tablolar halinde gösterilmiştir.

Tablo 4.4: FW 5,0 cm için CN üzerinde pitch değişiminin etkisi

CN	p0.430	p0.287	p0.215	p0.172	<i>p</i>
mf1.8	0,7226	0,7268	0,7260	0,7274	<i>0,253</i>
mf2.0	0,7246	0,7267	0,7279	0,7298	<i>0,252</i>
mf2.2	0,7261	0,7276	0,7286	0,7310	<i>0,118</i>
mf2.4	0,7245	0,7296	0,7294	0,7308	<i>0,112</i>

Bu tablodan da görüleceği üzere FW: 5,0 cm iken seçilen MF değerlerinde P değişimi anlamlı değildir ($p > 0,05$).

Tablo 4.5: FW 2,5 için CN üzerinde pitch değişiminin etkisi

CN	p0.430	p0.287	p0.215	p0.172	<i>p</i>
mf1.8	0,7504	0,7500	0,7522	0,7530	0,112
mf2.0	0,7540	0,7515	0,7553	0,7569	<u>0,006</u>
mf2.2	0,7554	0,7557	0,7589	0,7599	<u>0,029</u>
mf2.4	0,7581	0,7565	0,7600	0,7607	<u>0,044</u>

Tablo 4.5'te ise FW: 2,5 cm iken MF: 1,8 seçimi haricinde diğer seçilen MF değerlerinde, P'nin değişimi CN üzerinde anlamlı bir değişiklik gerçekleştirdiği gözlemlenebilir ($p < 0,05$). İkili karşılaştırmalar için Wilcoxon testi uygulanmıştır (Bkz. Tablo 5.1).

Yapılan analizlerden şu sonuçlar çıkmaktadır;

- MF: 2.0 iken P: 0.215 ile 0.172 seçimi diğer P değerlerine göre daha yüksek bir uyumluluk sağlamaktadır. Bu iki değer arasında birisini seçmek ise anlamlı bir farklılık yaratmamaktadır.
- MF: 2.2 iken P: 0.172 seçiminde diğer P seçimlerine göre daha yüksek bir uyumluluk sağlamıştır. Yine P: 0.215 seçimi yapmak anlamlı bir farklılık göstermekte olup, bu seçimi yapmakta mümkündür.
- MF: 2.4 iken P: 0.215 ile 0.172 seçimi diğer P değerlerine göre daha yüksek bir uyumluluk sağlamaktadır. Bu iki değer arasında birisini seçmek ise anlamlı bir farklılık yaratmamaktadır.

Tablo 4.6: FW 1,0 cm için CN üzerinde pitch değişiminin etkisi

CN	p0.430	p0.287	p0.215	p0.172	<i>p</i>
mf1.8	0,7791	0,7772	0,7787	0,7804	0,065
mf2.0	0,7818	0,7803	0,7816	0,7807	0,686
mf2.2	0,7847	0,7831	0,7851	0,7849	0,556
mf2.4	0,7852	0,7827	0,7832	0,7819	0,102

Bu tablodan da görüleceği üzere FW: 1,0 cm iken seçilen MF değerlerinde P değişimi anlamlı değildir ($p > 0,05$).

4.1.2 Modülasyon Faktörünün Uyumluluk Sayısı Üzerinde Etkisi

Elde edilen verilerden modülasyon faktörünün uyumluluk sayısı üzerine etkisi, çoklu karşılaştırma olarak Friedman testi uygulanırken $p < 0,05$ için ikili karşılaştırma testi Wilcoxon testi uygulanmış olup sonuçlar tablolar halinde aşağıda verilmiştir (Tablo 4.7-9).

Tablo 4.7: FW 5,0 cm için CN üzerinde modülasyon faktörü değişiminin etkisi

CN	mf1.8	mf2.0	mf2.2	mf2.4	<i>p</i>
p0.430	0,7226	0,7246	0,7261	0,7245	0,200
p0.287	0,7268	0,7267	0,7276	0,7296	0,772
p0.215	0,7260	0,7279	0,7286	0,7294	0,267
p0.172	0,7274	0,7298	0,7310	0,7308	0,062

Tablo 4.7'den de görüleceği üzere FW: 5,0 cm iken seçilen P değerlerinde MF değişimi anlamlı değildir ($p > 0,05$).

Tablo 4.8: FW 2,5 cm için CN üzerinde modülasyon faktörü değişiminin etkisi

CN	mf1.8	mf2.0	mf2.2	mf2.4	<i>p</i>
p0.430	0,7504	0,7540	0,7554	0,7581	<u>0,041</u>
p0.287	0,7500	0,7515	0,7557	0,7565	<u>0,009</u>
p0.215	0,7522	0,7553	0,7589	0,7600	<u>0,033</u>
p0.172	0,7530	0,7569	0,7599	0,7607	<u>0,003</u>

Tablo 4.8'den de görüleceği üzere sabit P değerlerinde değişken MF değerleri CN üzerinde anlamlı olarak değişim göstermektedirler ($p < 0,05$). İkili karşılaştırmalar için Wilcoxon Testi uygulanmıştır (Bkz. Tablo 5.2).

Yapılan analizlerden şu sonuçlar çıkmaktadır;

- P: 0.430 iken MF: 2.4 seçimi diğer MF seçimlerine göre yüksek değerde uyumluluk sağlamıştır.
- P: 0.287 iken MF: 2.2 ve ya 2.4 seçimi diğer MF seçimlerine göre CN üzerinde anlamlı bir değişim sağlamıştır. Bu iki değerden birisi seçmek istatistiksel açıdan farklı değildir, ikisinden biri seçilebilir.

- P: 0.215 iken MF: 2.2 ve ya 2.4 seçimi diğer MF seçimlerine göre CN üzerinde anlamlı bir değişim sağlamıştır. Bu iki değerden birisi seçmek istatistiksel açıdan farklı değildir, ikisinden biri seçilebilir.
- P: 0.172 iken MF: 2.2 ve ya 2.4 seçimi diğer MF seçimlerine göre CN üzerinde anlamlı bir değişim sağlamıştır. Bu iki değerden birisi seçmek istatistiksel açıdan farklı değildir, ikisinden biri seçilebilir.

Tablo 4.9: FW 1,0 cm için CN üzerinde modülasyon faktörü değişiminin etkisi

CN	mf1.8	mf2.0	mf2.2	mf2.4	<i>p</i>
p0.430	0,7791	0,7818	0,7847	0,7852	0,229
p0.287	0,7772	0,7803	0,7831	0,7827	0,066
p0.215	0,7787	0,7816	0,7851	0,7832	0,218
p0.172	0,7804	0,7807	0,7849	0,7819	0,373

Tablo 4.9'dan da görüleceği üzere FW: 1,0 cm iken seçilen P değerlerinde MF değişimi anlamlı değildir ($p>0,05$).

4.1.3 Pitch'in Homojenite İndeksi Üzerinde Etkisi

Elde edilen verilerden P'nin HI üzerine etkisi, çoklu karşılaştırma olarak Friedman Testi uygulanırken $p<0,05$ için ikili karşılaştırma olarak Wilcoxon Testi uygulanarak sonuçlar tablolar halinde aşağıda verilmiştir (Tablo 4.10-12).

Tablo 4.10: FW 5,0 cm için HI üzerinde pitch değişiminin etkisi

HI	p0.430	p0.287	p0.215	p0.172	<i>p</i>
mf1.8	4,7321	4,7646	4,8288	4,7179	<u>0,050</u>
mf2.0	4,4473	4,4380	4,4740	4,3895	0,131
mf2.2	4,2066	4,2120	4,2284	4,1768	0,668
mf2.4	4,0515	4,0620	4,0969	4,0425	0,668

Tablo 4.10'dan da görüleceği üzere MF: 1.8 iken P değişimi HI üzerinde anlamlı bir değişikliğe neden olmuştur ($p<0,05$). Diğer MF değerlerindeki P değişimleri ise HI üzerinde herhangi anlamlı bir farklılık oluşturmamıştır ($p>0,05$). Ayrıca ikili karşılaştırmak için Wilcoxon Testi yapılmıştır (Bkz. Tablo 5.3).

Yapılan analizlerden çıkartılacak sonuçlar;

- MF: 1.8 iken P: 0.172 seçimi diğer P seçimlerine göre daha yüksek değerlerde homojenite sağlamıştır.

Tablo 4.11: FW 2,5 cm için HI üzerinde pitch değişiminin etkisi

HI	p0.430	p0.287	p0.215	p0.172	p
mf1.8	4,5553	4,5182	4,4005	4,4359	0,160
mf2.0	4,1310	4,1424	4,0572	4,1022	0,077
mf2.2	3,9661	3,9033	3,8775	3,8945	0,266
mf2.4	3,8334	3,8586	3,8466	3,8108	0,700

Tablo 4.11'den görüldüğü üzere seçilen MF değerinde P değişiminin HI üzerinde anlamlı bir farklılık göstermemiştir ($p>0,05$).

Tablo 4.12: FW 1,0 cm için HI üzerinde pitch değişiminin etkisi

HI	p0.430	p0.287	p0.215	p0.172	p
mf1.8	4,1225	4,1933	4,1359	4,1768	0,484
mf2.0	3,8417	3,9100	3,9241	3,9843	0,001
mf2.2	3,7357	3,8087	3,8114	3,7853	0,152
mf2.4	3,6721	3,8049	3,7901	3,7876	0,086

Tablo 4.12'den de görüleceği üzere MF: 2.0 seçili iken değişen P değerleri HI üzerinde anlamlı bir değişiklik oluşturmuştur. İkili karşılaştırma için Wilcoxon Testi yapılmıştır (Bkz. Tablo 5.4).

Yapılan analizlerden çıkarılacak sonuçlar şu şekildedir;

- MF: 2.0 iken her seçili P değeri HI üzerinde anlamlı bir değişiklik oluşturmuştur. Bununda analizinde P: 0.430 değerinde daha iyi bir homojenite değeri elde edilmiştir.

4.1.4 Modülasyon Faktörünün Homojenite İndeksi Üzerinde Etkisi

Elde edilen verilerden modülasyon faktörünün homojenite indeksi üzerine etkisi analiz edilmiştir. Sonuçlar tablolar halinde gösterilmiştir (Tablo 4.13-15).

Tablo 4.13: FW 5,0 cm için HI üzerinde modülasyon faktörü değişiminin etkisi

HI	mf1.8	mf2.0	mf2.2	mf2.4	p
p0.430	4,7321	4,4473	4,2066	4,0515	<u>0,000</u>
p0.287	4,7646	4,4380	4,2120	4,0620	<u>0,000</u>
p0.215	4,8288	4,4740	4,2284	4,0969	<u>0,000</u>
p0.172	4,7179	4,3895	4,1768	4,0425	<u>0,000</u>

Tablo 4.13'ten de gösterildiği üzere p değerleri 0,001'den çok küçüktür. Tüm değerler gözle görülür bir şekilde, seçili P değerlerinde MF değeri arttıkça HI değeri düşmektedir yani ideale doğru yaklaşmaktadır. Bu tablodan HI için optimal parametre setinin P: 0.172 MF: 2.4 olduğu gözlenmektedir.

Tablo 4.14: FW 2,5 cm için HI üzerinde modülasyon faktörü değişiminin etkisi

HI	mf1.8	mf2.0	mf2.2	mf2.4	p
p0.430	4,5553	4,1310	3,9661	3,8334	<u>0,000</u>
p0.287	4,5182	4,1424	3,9033	3,8586	<u>0,000</u>
p0.215	4,4005	4,0572	3,8775	3,8466	<u>0,000</u>
p0.172	4,4359	4,1022	3,8945	3,8108	<u>0,000</u>

FW: 5,0 cm tablosu için çıkarımların aynısı FW: 2,5 cm tablosu içinde geçerlidir. Bu durumda HI için optimal parametre setinin P: 0.172 MF: 2.4 olduğu gözlenmektedir.

Tablo 4.15: FW 1,0 cm için HI üzerinde modülasyon faktörü değişiminin etkisi

HI	mf1.8	mf2.0	mf2.2	mf2.4	p
p0.430	4,1225	3,8417	3,7357	3,6721	<u>0,000</u>
p0.287	4,1933	3,9100	3,8087	3,8049	<u>0,006</u>
p0.215	4,1359	3,9241	3,8114	3,7901	<u>0,012</u>
p0.172	4,1768	3,9843	3,7853	3,7876	<u>0,011</u>

Tablo 4.15'ten görüleceği üzere seçili P değerlerinde değişken P değerleri HI üzerinde istatistiksel olarak anlamlı değişiklikler oluşturmuştur. Seçili parametrelerde $p < 0,05$ değerinde olan setlerde ikili karşılaştırma için Wilcoxon testi uygulanmıştır (Bkz. Tablo 5.5).

Yapılan analizlerden şu sonuçları çıkartmak mümkündür;

- P: 0.287 iken MF: 2.2 veya 2.4 seçimi diğer seçili MF değerlerine göre daha iyi bir HI değeri vermektedir. MF: 2.2 veya 2.4'ü seçmek istatistiksel açıdan bir farklılık göstermemektedir.
- P: 0.215 iken MF: 2.2 veya 2.4 seçimi diğer seçili MF değerlerine göre daha iyi bir HI değeri vermektedir. MF: 2.2 veya 2.4'ü seçmek istatistiksel açıdan bir farklılık göstermemektedir.
- P: 0.172 için de MF: 2.2 veya 2.4 seçimi diğer seçili MF değerlerine göre daha iyi bir HI değeri vermektedir. MF: 2.2 veya 2.4'ü seçmek istatistiksel açıdan bir farklılık göstermemektedir.

4.1.5 Seçili Pitch ve ya Modülasyon Faktöründe Alan Genişliğinin Uyumluluk Sayısı Üzerinde Etkisi

Bu çalışmanın bir diğer değişkeni olan FW'nin CN'a etkisi incelendi. Sabit kalan bir değer için seçili olan değişken aynı durumun simetrisi olduğundan tabloda sadece sabit olarak P değerleri alındı, seçili değişken olarak da MF değerleri alındı.

Tablo 4.16: P 0.430 için CN üzerinde alan genişliği değişiminin etkisi

CN	fw5.0	fw2.5	fw1.0	<i>p</i>
mf1.8	0,7226	0,7504	0,7791	<u>0,000</u>
mf2.0	0,7246	0,7540	0,7818	<u>0,000</u>
mf2.2	0,7261	0,7554	0,7847	<u>0,000</u>
mf2.4	0,7245	0,7581	0,7852	<u>0,000</u>

Tablo 4.16'dan görüldüğü üzere seçili MF değerlerinde değişken FW değerleri CN üzerinde anlamlı değişiklikler oluşturmuştur ($p < 0,001$). Bu tablodan elde edilen sonuç seçili MF değerlerinde değişken FW değerlerinden CN için optimal setin 1,0 cm olduğu görülmektedir.

Tablo 4.17: P 0.287 için CN üzerinde alan genişliği değişiminin etkisi

CN	fw5.0	fw2.5	fw1.0	<i>p</i>
mf1.8	0,7268	0,7500	0,7772	<u>0,000</u>
mf2.0	0,7267	0,7515	0,7803	<u>0,000</u>
mf2.2	0,7276	0,7557	0,7831	<u>0,000</u>
mf2.4	0,7296	0,7565	0,7827	<u>0,000</u>

Tablo 4.17'den görüldüğü üzere seçili MF değerlerinde değişken FW değerleri CN üzerinde anlamlı değişiklikler oluşturmuştur ($p < 0,001$). Aynı şekilde bu tablodan da elde edilen sonuç seçili MF değerlerinde değişken FW değerlerinden CN için optimal setin 1,0 cm olduğu görülmektedir.

Tablo 4.18: P 0.215 için CN üzerinde alan genişliği değişiminin etkisi

CN	fw5.0	fw2.5	fw1.0	<i>p</i>
mf1.8	0,7260	0,7522	0,7787	<u>0,000</u>
mf2.0	0,7279	0,7553	0,7816	<u>0,000</u>
mf2.2	0,7286	0,7589	0,7851	<u>0,000</u>
mf2.4	0,7294	0,7600	0,7832	<u>0,000</u>

Tablo 4.18'den görüldüğü üzere seçili MF değerlerinde değişken FW değerleri CN üzerinde anlamlı değişiklikler oluşturmuştur ($p < 0,001$). Aynı şekilde bu tablodan da elde edilen sonuç seçili MF değerlerinde değişken FW değerlerinden CN için optimal setin 1,0 cm olduğu görülmektedir.

Tablo 4.19: P 0.172 için CN üzerinde alan genişliği değişiminin etkisi

CN	fw5.0	fw2.5	fw1.0	<i>p</i>
mf1.8	0,7274	0,7530	0,7804	<u>0,000</u>
mf2.0	0,7298	0,7569	0,7807	<u>0,000</u>
mf2.2	0,7310	0,7599	0,7849	<u>0,000</u>
mf2.4	0,7308	0,7607	0,7819	<u>0,000</u>

Tablo 4.19'dan görüldüğü üzere seçili MF değerlerinde değişken FW değerleri CN üzerinde anlamlı değişiklikler oluşturmuştur ($p < 0,001$). Aynı şekilde bu tablodan da elde edilen sonuç seçili MF değerlerinde değişken FW değerlerinden CN için optimal setin 1,0 cm olduğu görülmektedir.

4.1.6 Seçili Pitch ve ya Modülasyon Faktöründe Alan Genişliğinin Homojenite İndeksi Üzerinde Etkisi

FW değişiminin HI üzerinde etkisini gözlenmesi için veri setleri analiz edildi.

Tablo 4.20: P 0.430 için HI üzerinde alan genişliği değişiminin etkisi

HI	fw5.0	fw2.5	fw1.0	<i>p</i>
mf1.8	4,7321	4,5553	4,1225	<u>0,014</u>

Tablo 4.20: P 0.430 için HI üzerinde alan genişliği değişiminin etkisi (Devam)

mf2.0	4,4473	4,1310	3,8417	<u>0,045</u>
mf2.2	4,2066	3,9661	3,7357	0,061
mf2.4	4,0515	3,8334	3,6721	0,273

MF: 1.8 ve 2.0 iken FW değişimi HI üzerinde istatistiksel olarak anlamlı değişiklikler oluşturmaktadır ($p < 0,05$) ve ikili karşılaştırma için Wilcoxon Testi ile istatistiksel olarak optimal veri seti FW: 1,0 cm olanıdır.

Tablo 4.21: P 0.287 için HI üzerinde alan genişliği değişiminin etkisi

HI	fw5.0	fw2.5	fw1.0	<i>p</i>
mf1.8	4,7646	4,5182	4,1933	<u>0,014</u>
mf2.0	4,4380	4,1424	3,9100	<u>0,045</u>
mf2.2	4,2120	3,9033	3,8087	0,273
mf2.4	4,0620	3,8586	3,8049	0,497

MF: 1.8 ve 2.0 iken FW değişimi HI üzerinde istatistiksel olarak anlamlı değişiklikler oluşturmaktadır ($p < 0,05$) ve ikili karşılaştırma için Wilcoxon Testi ile istatistiksel olarak optimal veri seti FW: 1,0 cm olanıdır.

Tablo 4.22: P 0.215 için HI üzerinde alan genişliği değişiminin etkisi

HI	fw5.0	fw2.5	fw1.0	<i>p</i>
mf1.8	4,8288	4,4005	4,1359	<u>0,007</u>
mf2.0	4,4740	4,0572	3,9241	<u>0,045</u>
mf2.2	4,2284	3,8775	3,8114	0,082
mf2.4	4,0969	3,8466	3,7901	0,150

MF: 1.8 ve 2.0 iken FW değişimi HI üzerinde istatistiksel olarak anlamlı değişiklikler oluşturmaktadır ($p < 0,05$) ve ikili karşılaştırma için Wilcoxon Testi ile istatistiksel olarak optimal veri seti FW: 1,0 cm olanıdır.

Tablo 4.23: P 0.172 için HI üzerinde alan genişliği değişiminin etkisi

HI	fw5.0	fw2.5	fw1.0	<i>p</i>
mf1.8	4,7179	4,4359	4,1768	0,273
mf2.0	4,3895	4,1022	3,9843	0,273
mf2.2	4,1768	3,8945	3,7853	0,202
mf2.4	4,0425	3,8108	3,7876	0,067

Hiç bir MF değerinde değişken FW değerleri HI üzerinde istatistiksel olarak bir değişikliğe sebep olmamıştır ($p>0,05$).

4.2 Kritik Organlar İçin Elde Edilen Veriler

Yapılan planlamaların sonucunda hesaplanan rektumun V_{75} , V_{60} ve V_{40} ayrıca mesanenin de V_{70} ve V_{50} değerlerinin ortalama ve standart sapma değerleri aşağıdaki tablolarda özetlenmiştir (Tablo 4.24-28).

Tablo 4.24: 10 hastanın her biri için cihaz içi parametreler kullanılarak oluşturulan 48 adet planlamada rektum V_{75} değerlerinin ortalama ve standart sapma değerleri

V_{75} (cc) rektum	Ortalama \pm SD	V_{75} (cc) rektum	Ortalama \pm SD	V_{75} (cc) rektum	Ortalama \pm SD
Plan 1	2,754 \pm 1,412	Plan 17	2,417 \pm 1,423	Plan 33	2,385 \pm 1,533
Plan 2	2,714 \pm 1,347	Plan 18	2,339 \pm 1,328	Plan 34	2,190 \pm 1,147
Plan 3	2,705 \pm 1,212	Plan 19	2,178 \pm 1,031	Plan 35	2,177 \pm 1,168
Plan 4	2,407 \pm 1,114	Plan 20	2,084 \pm 0,996	Plan 36	2,092 \pm 1,184
Plan 5	2,819 \pm 1,211	Plan 21	2,404 \pm 1,121	Plan 37	2,309 \pm 1,129
Plan 6	2,852 \pm 1,318	Plan 22	2,353 \pm 1,115	Plan 38	2,310 \pm 1,150
Plan 7	2,750 \pm 1,198	Plan 23	2,270 \pm 1,065	Plan 39	2,252 \pm 1,134
Plan 8	2,543 \pm 1,200	Plan 24	2,163 \pm 1,006	Plan 40	2,206 \pm 1,129
Plan 9	2,906 \pm 1,245	Plan 25	2,540 \pm 1,076	Plan 41	2,489 \pm 1,207
Plan 10	2,886 \pm 1,310	Plan 26	2,514 \pm 1,041	Plan 42	2,436 \pm 1,202
Plan 11	2,829 \pm 1,188	Plan 27	2,388 \pm 1,050	Plan 43	2,387 \pm 1,181
Plan 12	2,590 \pm 1,220	Plan 28	2,282 \pm 1,007	Plan 44	2,385 \pm 1,194
Plan 13	2,966 \pm 1,282	Plan 29	2,628 \pm 1,115	Plan 45	2,631 \pm 1,271
Plan 14	2,932 \pm 1,363	Plan 30	2,533 \pm 1,074	Plan 46	2,550 \pm 1,283
Plan 15	2,890 \pm 1,241	Plan 31	2,456 \pm 1,088	Plan 47	2,454 \pm 1,173
Plan 16	2,662 \pm 1,169	Plan 32	2,354 \pm 1028	Plan 48	2,525 \pm 1,284

Tablo 4.25: 10 hastanın her biri için cihaz içi parametreler kullanılarak oluşturulan 48 adet planlamada rektum V_{60} değerlerinin ortalama ve standart sapma değerleri

V_{60} (cc) rektum	Ortalama \pm SD	V_{60} (cc) rektum	Ortalama \pm SD	V_{60} (cc) rektum	Ortalama \pm SD
Plan 1	15,280 \pm 5,946	Plan 17	11,741 \pm 5,217	Plan 33	9,784 \pm 4,586
Plan 2	15,203 \pm 5,681	Plan 18	11,637 \pm 5,128	Plan 34	9,474 \pm 4,046
Plan 3	15,171 \pm 5,620	Plan 19	11,370 \pm 4,701	Plan 35	9,498 \pm 4,125
Plan 4	14,816 \pm 5,610	Plan 20	11,193 \pm 4,650	Plan 36	9,344 \pm 4,128
Plan 5	15,214 \pm 5,547	Plan 21	10,929 \pm 4,369	Plan 37	9,161 \pm ,850
Plan 6	15,109 \pm 5,616	Plan 22	10,894 \pm 4,333	Plan 38	9,113 \pm 3,829
Plan 7	14,931 \pm 5,536	Plan 23	10,808 \pm 4,276	Plan 39	9,045 \pm 3,858
Plan 8	14,679 \pm 5,518	Plan 24	10,639 \pm 4,210	Plan 40	8,959 \pm 3,805

Tablo 4.25: 10 hastanın her biri için cihaz içi parametreler kullanılarak oluşturulan 48 adet planlamada rektum V_{60} değerlerinin ortalama ve standart sapma değerleri (Devam)

Plan 9	14,876 ± 5,587	Plan 25	10,744 ± 4,212	Plan 41	8,926 ± 3,764
Plan 10	14,575 ± 5,689	Plan 26	10,932 ± 4,112	Plan 42	8,862 ± 3,748
Plan 11	14,727 ± 5,435	Plan 27	10,572 ± 4,103	Plan 43	8,805 ± 3,704
Plan 12	14,311 ± 5,592	Plan 28	10,485 ± 3,988	Plan 44	8,819 ± 3,635
Plan 13	14,664 ± 5,354	Plan 29	10,640 ± 4,075	Plan 45	8,820 ± 3,647
Plan 14	14,584 ± 5,510	Plan 30	10,491 ± 4,024	Plan 46	8,716 ± 3,613
Plan 15	14,413 ± 5,515	Plan 31	10,418 ± 3,970	Plan 47	8,652 ± 3,535
Plan 16	14,227 ± 5,428	Plan 32	10,278 ± 3,873	Plan 48	8,761 ± 3,604

Tablo 4.26: 10 hastanın her biri için cihaz içi parametreler kullanılarak oluşturulan 48 adet planlamada rektum V_{40} değerlerinin ortalama ve standart sapma değerleri

V_{40} (cc) rektum	Ortalama ± SD	V_{40} (cc) rektum	Ortalama ± SD	V_{40} (cc) rektum	Ortalama ± SD
Plan 1	33,654 ± 11,270	Plan 17	26,275 ± 9,970	Plan 33	21,485 ± 8,792
Plan 2	33,468 ± 11,166	Plan 18	26,086 ± 9,718	Plan 34	21,117 ± 8,225
Plan 3	33,303 ± 10,931	Plan 19	25,680 ± 9,907	Plan 35	21,089 ± 8,252
Plan 4	32,758 ± 10,919	Plan 20	25,371 ± 9,114	Plan 36	20,850 ± 8,239
Plan 5	32,404 ± 10,799	Plan 21	24,202 ± 8,735	Plan 37	19,798 ± 7,599
Plan 6	32,299 ± 10,819	Plan 22	24,190 ± 8,759	Plan 38	19,730 ± 7,619
Plan 7	31,995 ± 10,653	Plan 23	24,093 ± 8,704	Plan 39	19,620 ± 7,587
Plan 8	31,579 ± 10,705	Plan 24	23,814 ± 8,619	Plan 40	19,513 ± 7,548
Plan 9	31,242 ± 10,860	Plan 25	23,503 ± 8,830	Plan 41	18,665 ± 7,002
Plan 10	30,781 ± 10,723	Plan 26	23,593 ± 8,500	Plan 42	18,835 ± 7,247
Plan 11	30,925 ± 10,341	Plan 27	22,949 ± 8,273	Plan 43	18,751 ± 7,198
Plan 12	30,406 ± 10,615	Plan 28	22,863 ± 8,215	Plan 44	18,789 ± 7,084
Plan 13	30,491 ± 10,263	Plan 29	22,623 ± 8,128	Plan 45	18,259 ± 6,946
Plan 14	30,249 ± 10,166	Plan 30	22,416 ± 8,134	Plan 46	18,068 ± 6,857
Plan 15	30,020 ± 10,393	Plan 31	22,234 ± 7,990	Plan 47	17,921 ± 6,777
Plan 16	29,751 ± 10,262	Plan 32	22,043 ± 7,883	Plan 48	18,133 ± 6,727

Tablo 4.27: 10 hastanın her biri için cihaz içi parametreler kullanılarak oluşturulan 48 adet planlamada mesane V_{70} değerlerinin ortalama ve standart sapma değerleri

V_{70} (cc) mesane	Ortalama ± SD	V_{70} (cc) mesane	Ortalama ± SD	V_{70} (cc) mesane	Ortalama ± SD
Plan 1	11,820 ± 2,775	Plan 17	9,784 ± 2,483	Plan 33	8,264 ± 2,498
Plan 2	11,610 ± 2,680	Plan 18	9,802 ± 2,524	Plan 34	8,342 ± 2,430
Plan 3	11,471 ± 2,679	Plan 19	9,923 ± 2,509	Plan 35	8,310 ± 2,422
Plan 4	11,277 ± 2,569	Plan 20	9,853 ± 2,488	Plan 36	8,355 ± 2,393
Plan 5	11,488 ± 2,734	Plan 21	9,750 ± 2,547	Plan 37	8,133 ± 2,386

Tablo 4.27: 10 hastanın her biri için cihaz içi parametreler kullanılarak oluşturulan 48 adet planlamada mesane V_{70} değerlerinin ortalama ve standart sapma değerleri (Devamı)

Plan 6	11,203 ± 2,644	Plan 22	9,749 ± 2,495	Plan 38	8,113 ± 2,349
Plan 7	11,156 ± 2,605	Plan 23	9,704 ± 2,460	Plan 39	8,077 ± 2,336
Plan 8	10,937 ± 2,532	Plan 24	9,591 ± 2,449	Plan 40	8,042 ± 2,316
Plan 9	11,367 ± 2,722	Plan 25	9,599 ± 2,518	Plan 41	8,023 ± 2,371
Plan 10	11,057 ± 2,573	Plan 26	9,514 ± 2,457	Plan 42	7,971 ± 2,330
Plan 11	10,933 ± 2,503	Plan 27	9,540 ± 2,489	Plan 43	7,969 ± 2,319
Plan 12	10,741 ± 2,499	Plan 28	9,394 ± 2,424	Plan 44	7,997 ± 2,280
Plan 13	11,251 ± 2,717	Plan 29	9,479 ± 2,492	Plan 45	7,947 ± 2,370
Plan 14	10,921 ± 2,520	Plan 30	9,443 ± 2,421	Plan 46	7,882 ± 2,360
Plan 15	10,734 ± 2,514	Plan 31	9,320 ± 2,404	Plan 47	7,886 ± 2,342
Plan 16	10,620 ± 2,496	Plan 32	9,304 ± 2,409	Plan 48	7,857 ± 2,340

Tablo 4.28: 10 hastanın her biri için cihaz içi parametreler kullanılarak oluşturulan 48 adet planlamada mesane V_{50} değerlerinin ortalama ve standart sapma değerleri

V_{50} (cc) mesane	Ortalama ± SD	V_{50} (cc) mesane	Ortalama ± SD	V_{50} (cc) mesane	Ortalama ± SD
Plan 1	28,352 ± 6,349	Plan 17	20,876 ± 5,214	Plan 33	15,312 ± 4,641
Plan 2	28,154 ± 6,361	Plan 18	20,829 ± 5,486	Plan 34	15,433 ± 4,567
Plan 3	27,947 ± 6,390	Plan 19	21,046 ± 5,455	Plan 35	15,377 ± 4,558
Plan 4	27,866 ± 6,268	Plan 20	20,971 ± 5,411	Plan 36	15,450 ± 4,444
Plan 5	27,301 ± 6,051	Plan 21	20,661 ± 5,265	Plan 37	14,893 ± 4,378
Plan 6	26,948 ± 6,206	Plan 22	20,513 ± 5,262	Plan 38	14,860 ± 4,328
Plan 7	27,135 ± 6,269	Plan 23	20,449 ± 5,265	Plan 39	14,833 ± 4,309
Plan 8	26,753 ± 5,935	Plan 24	20,365 ± 5,247	Plan 40	14,778 ± 4,273
Plan 9	26,665 ± 5,892	Plan 25	20,269 ± 5,187	Plan 41	14,624 ± 4,209
Plan 10	26,434 ± 6,038	Plan 26	20,061 ± 5,129	Plan 42	14,537 ± 4,163
Plan 11	26,498 ± 6,047	Plan 27	20,096 ± 5,243	Plan 43	14,550 ± 4,175
Plan 12	26,202 ± 5,881	Plan 28	19,956 ± 5,071	Plan 44	14,605 ± 4,092
Plan 13	26,251 ± 5,805	Plan 29	20,026 ± 5,137	Plan 45	14,421 ± 4,128
Plan 14	25,949 ± 5,925	Plan 30	19,824 ± 5,050	Plan 46	14,296 ± 4,125
Plan 15	25,980 ± 5,828	Plan 31	19,615 ± 4,989	Plan 47	14,338 ± 4,107
Plan 16	25,814 ± 5,843	Plan 32	19,698 ± 5,005	Plan 48	14,300 ± 4,119

4.2.1 Pitch'in Kritik Organların Aldıkları Doza Etkisi

P' nin kritik organların aldığı doza etkisini görebilmek için her hastanın kritik organlarından rektumun V_{75} , V_{60} ve V_{40} değerleri ile mesanenin V_{70} ve V_{50}

değerlerinin istatistiksel olarak analizleri yapılmıştır. Bu analizlerin hepsi aşağıdaki tablolarda özetlenmiştir (Tablo 4.29-43).

Tablo 4.29: FW 5,0 cm için rektum V_{75} üzerinde pitch değişiminin etkisi

V_{75} (cc) rektum	p0.430	p0.287	p0.215	p0.172	<i>p</i>
mf1.8	2,754	2,714	2,705	2,407	<u>0,007</u>
mf2.0	2,819	2,852	2,750	2,543	<u>0,009</u>
mf2.2	2,906	2,886	2,829	2,590	<u>0,003</u>
mf2.4	2,966	2,932	2,890	2,662	<u>0,008</u>

Tablo 4.29'dan da görüleceği üzere seçili her MF değeri için değişken P değerlerinde rektumun V_{75} 'i istatistiksel olarak anlamlı değişim göstermiştir ($p < 0,05$). İkili karşılaştırma için kullanılan Wilcoxon test sonuçlarında bu anlamlılık sadece P: 0.172 değeri için geçerli olduğu gözlenmiştir. Diğer P değerlerinde istatistiksel anlamda bir farklılık yoktur.

Tablo 4.30: FW 2,5 cm için rektum V_{75} üzerinde pitch değişiminin etkisi

V_{75} (cc) rektum	p0.430	p0.287	p0.215	p0.172	<i>p</i>
mf1.8	2,417	2,339	2,178	2,084	<u>0,000</u>
mf2.0	2,404	2,353	2,270	2,163	<u>0,000</u>
mf2.2	2,540	2,514	2,388	2,282	<u>0,000</u>
mf2.4	2,628	2,533	2,456	2,354	<u>0,000</u>

Tablo 4.30'dan da görüleceği üzere seçili her MF değeri için değişken P değerlerinde rektumun V_{75} 'i istatistiksel olarak anlamlı değişim göstermiştir. Bunun üzerine ikili karşılaştırma için Wilcoxon testi uygulanmıştır. (Bkz. Tablo 5.6).

Yapılan analizlerden şu sonuçlar çıkmaktadır;

- MF: 1.8 iken P: 0.172 seçimi diğer P seçimlerine istatistiksel olarak daha anlamlı sonuç vermektedir.
- MF: 2.0 iken P: 0.215 ile 0.172 seçimi diğer P seçimlerine göre istatistiksel olarak anlamlı sonuç vermektedir. İki değer arasında da istatistiksel olarak fark bulunmaktadır.

- MF: 2.2 iken P: 0.215 ile 0.172 seçimi diğer P seçimlerine göre istatistiksel olarak anlamlı sonuç vermektedir. İki değer arasında seçim yapmak istatistiksel anlamda bir fark yaratmamaktadır.
- MF: 2.4 iken tüm P değerlerindeki değişim istatistiksel olarak anlamlıdır. Bu durumda diğer P değerlerindeki sonuçlara göre en düşük hacim değeri P: 0.172 ile sağlandığından bu P değeri seçilebilir.

Tablo 4.31: FW 1,0 cm için rektum V_{75} üzerinde pitch değişiminin etkisi

V_{75} (cc) rektum	p0.430	p0.287	p0.215	p0.172	p
mf1.8	2,385	2,190	2,177	2,092	<u>0,000</u>
mf2.0	2,309	2,310	2,252	2,206	<u>0,000</u>
mf2.2	2,489	2,436	2,387	2,385	<u>0,003</u>
mf2.4	2,631	2,550	2,454	2,525	<u>0,000</u>

Tablo 4.31'den de görüleceği üzere seçili her MF değeri için değişken P değerlerinde rektumun V_{75} 'i istatistiksel olarak anlamlı değişim göstermiştir ($p < 0,01$). Bunun üzerine ikili karşılaştırma için Wilcoxon testi uygulanmıştır (Bkz. Tablo 5.7).

Yapılan analizlerden şu sonuçlar çıkmaktadır;

- MF: 1.8 iken P seçiminde tüm değerler istatistiksel olarak fark yaratmaktadırlar. Burada diğer P seçimlerindeki sonuçlara göre en düşük hacim değeri P: 0.172 seçiminde elde edilmektedir.
- MF: 2.0 iken P: 0.172 seçimi diğer tüm P seçimlerindeki sonuçlara göre en düşük hacim değeri elde edilmektedir.
- MF: 2.2 iken P: 0.215 ile 0.172 seçimi diğer P seçimlerine göre istatistiksel olarak anlamlı fark oluşturmuştur. Bu iki değer arasında ise anlamlı bir fark yoktur; iki değerden birisi seçilebilir.
- MF: 2.4 iken P: 0.215 seçimi diğer P seçimlerine göre istatistiksel olarak anlamlı fark oluşturmuştur.

Tablo 4.32: FW 5,0 cm için rektum V_{60} üzerinde pitch değişiminin etkisi

V_{60} (cc) rektum	p0.430	p0.287	p0.215	p0.172	<i>p</i>
mf1.8	15,280	15,203	15,171	14,816	<u>0,036</u>
mf2.0	15,214	15,109	14,931	14,679	<u>0,002</u>
mf2.2	14,876	14,575	14,727	14,311	<u>0,009</u>
mf2.4	14,664	14,584	14,413	14,227	<u>0,008</u>

Tablo 4.32'den de görüleceği üzere seçili her MF değeri için değişken P değerlerinde rektumun V_{60} 'ı istatistiksel olarak anlamlı değişim göstermiştir ($p < 0,05$). Bunun üzerine ikili karşılaştırma için Wilcoxon testi uygulanmıştır (Bkz. Tablo 5.8).

Yapılan analizlerden şu sonuçlar çıkmaktadır;

- MF: 1.8 iken P: 0.172 seçiminde V_{60} hacminde istatistiksel olarak diğer P seçimlerine göre daha anlamlı bir düşüş yaşanmaktadır.
- MF: 2.0 iken P: 0.215 ile 0.172 seçiminde diğer P seçimlerine göre daha anlamlı bir düşüş elde edilmiştir. Bu iki P seçiminin karşılaştırılmasında ise P: 0.172 değerinde yine daha anlamlı bir düşüş elde edilmiştir.
- MF: 2.2 iken P: 0.172 seçiminde diğer P seçimlerine göre daha anlamlı bir düşüş elde edilmiştir. P : 0.287 seçimi P : 0.172 seçimi ile istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık yoktur. Bu nedenle P: 0.287 seçimi de alternatif olabilir.
- MF2.4 iken yine P: 0.172 seçiminde diğer P seçimlerine göre daha anlamlı bir düşüş elde edilmiştir.

Tablo 4.33: FW 2,5 cm için rektum V_{60} üzerinde pitch değişiminin etkisi

V_{60} (cc) rektum	p0.430	p0.287	p0.215	p0.172	<i>p</i>
mf1.8	11,741	11,637	11,370	11,193	<u>0,000</u>
mf2.0	10,929	10,894	10,808	10,639	<u>0,000</u>
mf2.2	10,744	10,932	10,572	10,485	<u>0,003</u>
mf2.4	10,640	10,491	10,418	10,278	<u>0,000</u>

Tablo 4.33'den de görüleceği üzere seçili her MF değeri için değişken P değerlerinde rektumun V_{60} 'ı istatistiksel olarak anlamlı değişim göstermiştir ($p<0,01$). Bunun üzerine ikili karşılaştırma için Wilcoxon testi uygulanmıştır (Bkz. Tablo 5.9).

Yapılan analizlerden şu sonuçlar çıkmaktadır;

- MF: 1.8 iken P: 0.172 seçiminde V_{60} hacminde istatistiksel olarak diğer P seçimlerine göre daha anlamlı bir düşüş yaşanmaktadır.
- MF: 2.0 iken yine P: 0.172 seçiminde diğer P seçimlerine göre daha anlamlı bir düşüş elde edilmiştir.
- MF: 2.2 iken P: 0.215 ile 0.172 seçiminde diğer P seçimlerine göre daha anlamlı bir düşüş elde edilmiştir. Bu iki P seçiminin karşılaştırılmasında ise P: 0.172 değerinde yine daha anlamlı bir düşüş elde edilmiştir.
- MF: 2.4 iken P: 0.172 seçimi diğer P seçimlerine göre daha anlamlı bir fark oluşturmuştur.

Tablo 4.34: FW 1,0 cm için rektum V_{60} üzerinde pitch değişiminin etkisi

V_{60} (cc) rektum	p0.430	p0.287	p0.215	p0.172	<i>p</i>
mf1.8	9,784	9,474	9,498	9,344	<u>0,004</u>
mf2.0	9,161	9,113	9,045	8,959	<u>0,000</u>
mf2.2	8,926	8,862	8,805	8,819	<u>0,000</u>
mf2.4	8,820	8,716	8,652	8,761	<u>0,005</u>

Tablo 4.34'ten de görüleceği üzere seçili her MF değeri için değişken P değerlerinde rektumun V_{60} 'ı istatistiksel olarak anlamlı değişim göstermiştir ($p<0,01$). Ayrıca ikili karşılaştırma için Wilcoxon testi uygulanmıştır (Bkz. Tablo 5.10).

Yapılan analizlerden şu sonuçlar çıkmaktadır;

- MF: 1.8 iken P: 0.287 ile 0.172 seçimi ile V_{60} hacminde istatistiksel olarak diğer P seçimlerine göre daha anlamlı bir düşüş yaşanmaktadır. İkisi arasında seçimde anlamlı bir farklılık yoktur bu nedenle iki değerden biri seçilebilir.
- MF: 2.0 iken P: 0.172 seçiminde diğer P seçimlerine göre daha anlamlı bir düşüş elde edilmiştir.

- MF: 2.2 iken P: 0.215 seçiminde diğer P seçimlerine göre daha anlamlı bir düşüş elde edilmiştir. P: 0.172 seçimi ile aralarında istatistiksel olarak bir fark yoktur.
- MF: 2.4 iken yine P: 0.215 seçiminde diğer P seçimlerine göre daha anlamlı bir düşüş elde edilmiştir.

Tablo 4.35: FW 5,0 cm için rektum V_{40} üzerinde pitch değişiminin etkisi

V_{40} (cc) rektum	p0.430	p0.287	p0.215	p0.172	p
mf1.8	33,654	33,468	33,303	32,758	<u>0,000</u>
mf2.0	32,404	32,299	31,995	31,579	<u>0,000</u>
mf2.2	31,242	30,781	30,925	30,406	<u>0,000</u>
mf2.4	30,491	30,249	30,020	29,751	<u>0,000</u>

Tablo 4.35'ten de görüleceği üzere seçili her MF değeri için değişken P değerlerinde rektumun V_{40} 'ı istatistiksel olarak anlamlı değişim göstermiştir ($p < 0,01$). Bunun üzerine ikili karşılaştırma için Wilcoxon testi uygulanmıştır (Bkz. Tablo 5.11).

Yapılan analizlerden şu sonuçlar çıkmaktadır;

- MF: 1.8 iken P: 0.172 seçimi ile V_{40} hacminde istatistiksel olarak diğer P seçimlerine göre daha anlamlı bir düşüş yaşanmaktadır.
- MF: 2.0 iken yine P: 0.172 seçiminde diğer P seçimlerine göre daha anlamlı bir düşüş elde edilmiştir.
- MF: 2.2 iken P: 0.172 seçimi diğer P seçimlerine göre daha anlamlıdır. P: 0.287 seçimi alternatif bir seçim olarak yorumlanabilir.
- MF: 2.4 iken yine P: 0.172 seçiminde diğer P seçimlerine göre daha anlamlı bir düşüş elde edilmiştir.

Tablo 4.36: FW 2,5 cm için rektum V_{40} üzerinde pitch değişiminin etkisi

V_{40} (cc) rektum	p0.430	p0.287	p0.215	p0.172	p
mf1.8	26,275	26,086	25,680	25,371	<u>0,000</u>
mf2.0	24,202	24,190	24,093	23,814	<u>0,001</u>
mf2.2	23,503	23,593	22,949	22,863	<u>0,000</u>
mf2.4	22,623	22,416	22,234	22,043	<u>0,000</u>

Tablo 4.36'dan da görüleceği üzere seçili her MF değeri için değişken P değerlerinde rektumun V_{40} 'ı istatistiksel olarak anlamlı değişim göstermiştir ($p<0,01$). Bunun üzerine ikili karşılaştırma için Wilcoxon testi uygulanmıştır (Bkz. Tablo 5.12).

Yapılan analizlerden şu sonuçlar çıkmaktadır;

- MF: 1.8 iken P: 0.172 seçimi ile V_{40} hacminde istatistiksel olarak diğer P seçimlerine göre daha anlamlı bir düşüş yaşanmaktadır.
- MF: 2.0 iken yine P: 0.172 seçiminde diğer P seçimlerine göre daha anlamlı bir düşüş elde edilmiştir.
- MF: 2.2 iken P: 0.172 seçiminde diğer seçili P değerlerindeki sonuçlara göre daha düşük sonuç elde edilmiştir.
- MF: 2.4 iken tüm değerler arasında anlamlı farklılıklar bulunmaktadır. Bu nedenle Tablo 4.36'daki hacim değerlerine göre daha düşük hacim değeri P: 0.172 seçiliyken olduğundan bu veri seti seçilebilir.

Tablo 4.37: FW 1,0 cm için rektum V_{40} üzerinde pitch değişiminin etkisi

V_{40} (cc) rektum	p0.430	p0.287	p0.215	p0.172	<i>p</i>
mf1.8	21,485	21,117	21,089	20,850	<u>0,001</u>
mf2.0	19,798	19,730	19,620	19,513	<u>0,000</u>
mf2.2	18,665	18,835	18,751	18,789	<u>0,001</u>
mf2.4	18,259	18,068	17,921	18,133	<u>0,001</u>

Tablo 4.37'den de görüleceği üzere seçili her MF değeri için değişken P değerlerinde rektumun V_{40} 'ı istatistiksel olarak anlamlı değişim göstermiştir ($p<0,01$). Bunun üzerine ikili karşılaştırma için Wilcoxon testi uygulanmıştır (Bkz. Tablo 5.13).

Yapılan analizlerden şu sonuçlar çıkmaktadır;

- MF: 1.8 iken P: 0.172 seçimi ile V_{40} hacminde istatistiksel olarak diğer P seçimlerine göre daha anlamlı bir düşüş yaşanmaktadır.
- MF: 2.0 iken yine P: 0.172 seçiminde diğer P seçimlerine göre daha anlamlı bir düşüş elde edilmiştir.

- MF: 2.2 ile P: 0.215 seçiminde diğer P seçimlerine göre daha anlamlı bir düşüş elde edilmiştir.
- MF: 2.4 ile yine P: 0.215 seçiminde diğer P seçimlerine göre daha anlamlı bir düşüş elde edilmiştir.

Tablo 4.38: FW 5,0 cm için mesane V_{70} üzerinde pitch değişiminin etkisi

V_{70} (cc) mesane	p0.430	p0.287	p0.215	p0.172	<i>p</i>
mf1.8	11,820	11,610	11,471	11,277	<u>0,001</u>
mf2.0	11,488	11,203	11,156	10,937	<u>0,002</u>
mf2.2	11,367	11,057	10,933	10,741	<u>0,000</u>
mf2.4	11,251	10,921	10,734	10,620	<u>0,001</u>

Tablo 4.38'den de görüleceği üzere seçili her MF değeri için değişken P değerlerinde mesanenin V_{70} 'i istatistiksel olarak anlamlı değişim göstermiştir ($p < 0,01$). Bunun üzerine ikili karşılaştırma için Wilcoxon testi uygulanmıştır (Bkz. Tablo 5.14).

Yapılan analizlerden şu sonuçlar çıkmaktadır;

- MF: 1.8 ile P: 0.172 seçimi ile V_{70} hacminde istatistiksel olarak diğer P seçimlerine göre daha anlamlı bir düşüş yaşanmaktadır.
- MF: 2.0 ile P: 0.172 seçiminde diğer P seçimlerine göre daha anlamlı bir düşüş elde edilmiştir.
- MF: 2.2 ile yine P: 0.172 seçiminde diğer P seçimlerine göre daha anlamlı bir düşüş elde edilmiştir.
- MF: 2.4 ile de yine P: 0.172 seçiminde diğer P seçimlerine göre daha anlamlı bir düşüş elde edilmiştir.

Tablo 4.39: FW 2,5 cm için mesane V_{70} üzerinde pitch değişiminin etkisi

V_{70} (cc) mesane	p0.430	p0.287	p0.215	p0.172	<i>p</i>
mf1.8	9,784	9,802	9,923	9,853	<u>0,021</u>
mf2.0	9,750	9,749	9,704	9,591	<u>0,000</u>
mf2.2	9,599	9,514	9,540	9,394	<u>0,001</u>
mf2.4	9,479	9,443	9,320	9,304	<u>0,004</u>

Tablo 4.39'dan da görüleceği üzere seçili her MF değeri için değişken P değerlerinde mesanenin V_{70} 'i istatistiksel olarak anlamlı değişim göstermiştir ($p<0,05$). Bunun üzerine ikili karşılaştırma için Wilcoxon testi uygulanmıştır (Bkz. Tablo 5.15).

Yapılan analizlerden şu sonuçlar çıkartılabilir;

- MF: 1.8 iken P: 0.430 seçimi ile V_{70} hacminde diğer P seçimlerine göre daha fazla düşüş yaşanmaktadır. Tablodan çıkan sonuç ise istatistiksel olarak bu P seçimi diğer P seçimleri ile anlamlı bir sonuç oluşturmuyor.
- MF: 2.0 iken P: 0.172 seçiminde diğer P seçimlerine göre daha anlamlı bir düşüş elde edilmiştir.
- MF: 2.2 iken yine P: 0.172 seçiminde diğer P seçimlerine göre daha anlamlı bir düşüş elde edilmiştir.
- MF: 2.4 iken P: 0.215 ile 0.172 seçimi ile diğer P seçimlerine göre daha anlamlı bir düşüş yaşanmaktadır. İkisi arasında seçimde anlamlı bir farklılık yoktur bu nedenle iki değerden biri seçilebilir.

Tablo 4.40: FW 1,0 cm için mesane V_{70} üzerinde pitch değişiminin etkisi

V70 (cc) mesane	pf0.430	pf0.287	pf0.215	pf0.172	<i>p</i>
mf1.8	8,264	8,342	8,310	8,355	<u>0,013</u>
mf2.0	8,133	8,113	8,077	8,042	<u>0,000</u>
mf2.2	8,023	7,971	7,969	7,997	<u>0,062</u>
mf2.4	7,947	7,882	7,886	7,857	<u>0,002</u>

Tablo 4.40'tan da görüleceği üzere MF: 2.2 değeri hariç, seçili her MF değeri için değişken P değerlerinde mesanenin V_{70} 'i istatistiksel olarak anlamlı değişim göstermiştir ($p<0,05$). Bunun üzerine ikili karşılaştırma için Wilcoxon testi uygulanmıştır (Bkz. Tablo 5.16).

Yapılan analizlerden şu sonuçlar çıkartılabilir;

- MF: 1.8 iken istatistiksel anlamda olumlu bir sonuç elde edilemediği söylenebilir. Tablo 4.40'tan da görüleceği üzere en düşük hacmi oluşturan set P: 0.430 seçimi ile olmaktadır. Diğer değerler daha

yüksek bir hacmi göstermektedirler. Bu tabloda ise P: 0.430 ile diğer P değerleri arasında istatistiksel olarak bir farklılık olmadığı gözlenmektedir.

- MF: 2.0 iken P: 0.172 seçimi ile diğer P seçimlerine göre daha anlamlı bir düşüş elde edilmiştir.
- MF: 2.4 iken P: 0.172 seçimi diğer P seçimlerine göre daha anlamlı bir düşüş elde edilmiştir.

Tablo 4.41: FW 5,0 cm için mesane V_{50} üzerinde pitch değişiminin etkisi

V_{50} (cc) mesane	p0.430	p0.287	p0.215	p0.172	<i>p</i>
mf1.8	28,352	28,154	27,947	27,866	<u>0,009</u>
mf2.0	27,301	26,948	27,135	26,753	<u>0,029</u>
mf2.2	26,665	26,434	26,498	26,202	<u>0,015</u>
mf2.4	26,251	25,949	25,980	25,814	<u>0,015</u>

Tablo 4.41'den de görüleceği üzere seçili her MF değeri için değişken P değerlerinde mesanenin V_{50} 'si istatistiksel olarak anlamlı değişim göstermiştir ($p < 0,05$). Bunun üzerine ikili karşılaştırma için Wilcoxon testi uygulanmıştır (Bkz. Tablo 5.17).

Yapılan analizlerden şu sonuçlar çıkartılabilir;

- MF: 1.8 iken P: 172 seçimi ile V_{50} hacminde diğer P seçimlerine göre daha fazla düşüş yaşanmaktadır. P: 0.215 seçimi istatistiksel olarak farklı olmadığından, alternatif olarak düşünülebilir.
- MF: 2.0 iken P: 0.172 seçiminde diğer P seçimlerine göre daha anlamlı bir düşüş elde edilmiştir.
- MF: 2.2 iken yine P: 0.172 seçiminde diğer P seçimlerine göre daha anlamlı bir düşüş elde edilmiştir. İstatistiksel olarak bir farklılık olmadığından alternatif olarak P: 0.287 seçimi de düşünülebilir.
- MF: 2.4 iken de yine P: 0.172 seçimi ile diğer P seçimlerine göre daha anlamlı bir düşüş yaşanmaktadır. Aynı şekilde istatistiksel olarak bir farklılık olmadığından alternatif olarak P: 0.287 seçimi de düşünülebilir.

Tablo 4.42: FW 2,5 cm için mesane V_{50} üzerinde pitch değişiminin etkisi

V_{50} (cc) mesane	p0.430	p0.287	p0.215	p0.172	p
mf1.8	20,876	20,829	21,046	20,971	<u>0,006</u>
mf2.0	20,661	20,513	20,449	20,365	<u>0,000</u>
mf2.2	20,269	20,061	20,096	19,956	<u>0,002</u>
mf2.4	20,026	19,824	19,615	19,698	<u>0,000</u>

Tablo 4.42'den de görüleceği üzere seçili her MF değeri için değişken P değerlerinde mesanenin V_{50} 'si istatistiksel olarak anlamlı değişim göstermiştir ($p < 0,05$). Bunun üzerine ikili karşılaştırma için Wilcoxon testi uygulanmıştır (Bkz. Tablo 5.18).

Yapılan analizlerden şu sonuçlar çıkartılabilir;

- MF: 1.8 iken ikili karşılaştırmalarda istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmadığından, P veri setinden, V_{50} hacminin en düşük olduğu P: 0.287 seçilebilir.
- MF: 2.0 iken P: 0.172 seçiminde diğer P seçimlerine göre daha anlamlı bir düşüş elde edilmiştir.
- MF: 2.2 iken yine P: 0.172 seçiminde diğer P seçimlerine göre daha anlamlı bir düşüş elde edilmiştir. Alternatif olarak P: 0.287 seçimi de istatistiksel anlamda kullanılabilir.
- MF: 2.4 iken P: 0.215 seçiminde diğer P seçimlerine göre daha anlamlı bir düşüş elde edilmiştir.

Tablo 4.43: FW 1,0 cm için mesane V_{50} üzerinde pitch değişiminin etkisi

V_{50} (cc) mesane	p0.430	p0.287	p0.215	p0.172	p
mf1.8	15,312	15,433	15,377	15,450	<u>0,014</u>
mf2.0	14,893	14,860	14,833	14,778	<u>0,000</u>
mf2.2	14,624	14,537	14,550	14,605	<u>0,002</u>
mf2.4	14,421	14,296	14,338	14,300	<u>0,000</u>

Tablo 4.43'ten de görüleceği üzere seçili her MF değeri için değişken P değerlerinde mesanenin V_{50} 'si istatistiksel olarak anlamlı değişim göstermiştir ($p < 0,05$). Bunun üzerine ikili karşılaştırma için Wilcoxon testi uygulanmıştır (Bkz. Tablo 5.19).

Yapılan analizlerden şu sonuçlar çıkartılabilir;

- MF: 1.8 iken ikili karşılaştırmalarda istatistiksel olarak bir farklılık yoktur. Burada P veri setlerinden en düşük V_{50} hacmini veren P: 0.430 değeri seçilebilir. Alternatif olarak P: 0.215 seçimi de düşünülebilir.
- MF: 2.0 iken P: 0.172 seçiminde diğer P seçimlerine göre daha anlamlı bir düşüş elde edilmiştir.
- MF: 2.2 iken P: 0.287 ile 0.215 seçimi diğer P seçimlerine göre daha düşük V_{50} hacmi elde edilmiştir. İstatistiksel olarak bu iki değerden birini seçmek fark yaratmamaktadır.
- MF: 2.4 iken P: 0.287 ile 0.172 seçimi diğer P seçimlerine göre daha düşük V_{50} hacmi elde edilmiştir. İstatistiksel olarak bu iki değerden birini seçmek fark yaratmamaktadır.

Aynı serideki P değişimlerinin etkisi, maksimum-minimum değerler ortalaması farkına yaklaşık olarak 0.1 ile 0.9 cc olarak gözlenmiştir (Tablo 4.44).

Tablo 4.44: Aynı serideki P değişimlerinin maksimum-minimum farklarının ortalaması

cc \ cm	V_{75}	V_{60}	V_{40}	V_{70}	V_{50}
5,0	0,319	0,500	0,824	0,588	0,484
2,5	0,277	0,472	0,651	0,170	0,289
1,0	0,170	0,233	0,397	0,082	0,117

Ayrıca Tablo 4.44'ten çıkarılacak bir diğer sonuç ise, FW azaldıkça P'nin hacim değerlerine olan etkisi de azalmakla birlikte ortalama farklarda azalmaktadır.

4.2.2 Modülasyon Faktörünün Kritik Organların Aldıkları Doza Etkisi

MF' nin kritik organların aldığı doza etkisini görebilmek için yine her hastanın kritik organlarından rektumun V_{75} , V_{60} ve V_{40} değerleri ile mesanenin V_{70} ve V_{50} değerlerinin istatistiksel olarak analizleri yapılmıştır. Aynı şekilde bu analizlerin hepsi aşağıdaki tablolarda özetlenmiştir (Tablo 4.44-58).

Tablo 4.45: FW 5,0 cm için rektum V_{75} üzerinde modülasyon faktörü değişiminin etkisi

V_{75} (cc) rektum	mf1.8	mf2.0	mf2.2	mf2.4	p
p0.430	2,754	2,819	2,906	2,966	<u>0,011</u>
p0.287	2,714	2,852	2,886	2,932	<u>0,002</u>
p0.215	2,705	2,750	2,829	2,890	<u>0,095</u>
p0.172	2,407	2,543	2,590	2,662	<u>0,004</u>

Tablo 4.45'ten de görüleceği üzere P: 0.215 değeri hariç, seçili her P değeri için değişken MF değerlerinde rektumun V_{75} 'i istatistiksel olarak anlamlı değişim göstermiştir ($p < 0,05$). Bunun üzerine ikili karşılaştırma için Wilcoxon testi uygulanmıştır (Bkz. Tablo 5.20).

Yapılan analizlerden şu sonuçlar çıkartılabilir;

- P: 0.430 iken istatistiksel olarak anlamlı farklılık sadece MF: 1.8-2.4 arasında bulunmaktadır. Tablo 4.45'ten de gözleneceği üzere bu seride en düşük hacim MF: 1.8 seçili iken elde edilmiştir. Diğer değerlerle istatistiksel olarak bir farklılık gözlenmemektedir.
- P: 0.287 iken MF: 1.8 seçimi ile V_{75} hacminde diğer MF seçimlerine göre daha düşük bir değer elde edilmiştir. İkili karşılaştırmalarda ise istatistiksel olarak MF: 2.0 seçimi de alternatif olarak seçilebilir.
- P: 0.172 iken yine MF: 1.8 seçimi diğer MF seçimlerine göre daha düşük bir hacim değeri elde edilmiştir.

Tablo 4.46: FW 2,5 cm için rektum V_{75} üzerinde modülasyon faktörü değişiminin etkisi

V_{75} (cc) rektum	mf1.8	mf2.0	mf2.2	mf2.4	p
p0.430	2,417	2,404	2,540	2,628	<u>0,009</u>
p0.287	2,339	2,353	2,514	2,533	<u>0,009</u>
p0.215	2,178	2,270	2,388	2,456	<u>0,000</u>
p0.172	2,084	2,163	2,282	2,354	<u>0,000</u>

Tablo 4.46'dan da görüleceği üzere seçili her P değeri için değişken MF değerlerinde rektumun V_{75} 'i istatistiksel olarak anlamlı değişim göstermiştir ($p < 0,01$).

Bunun üzerine ikili karşılaştırma için Wilcoxon testi uygulanmıştır (Bkz. Tablo 5.21).

Yapılan analizlerden şu sonuçlar çıkartılabilir;

- P: 0.430 iken MF: 2.0 seçiminde V_{75} hacim değeri, diğer seçili MF değerlerine göre daha düşüktür. İkili karşılaştırmalarda ise istatistiksel olarak MF: 1.8 seçimi alternatif olarak seçilebilir.
- P: 0.287 iken MF: 1.8 seçiminde hacim değeri olarak daha düşük değer elde edilmiştir. İkili karşılaştırmalarda ise MF: 2.0 istatistiksel olarak alternatif olarak seçilebilir.
- P: 0.215 iken MF: 1.8 seçiminde hacim değeri olarak daha düşük değer elde edilmiştir. İkili karşılaştırmalarda ise MF: 2.0 istatistiksel olarak alternatif olarak seçilebilir.
- P: 0.172 iken yine MF: 1.8 seçiminde hacim değeri olarak daha düşük değer elde edilmiştir. Aynı şekilde ikili karşılaştırmalarda ise MF: 2.0 istatistiksel olarak alternatif olarak seçilebilir.

Tablo 4.47: FW 1,0 cm için rektum V_{75} üzerinde modülasyon faktörü değişiminin etkisi

V_{75} (cc) rektum	mf1.8	mf2.0	mf2.2	mf2.4	<i>p</i>
p0.430	2,385	2,309	2,489	2,631	<u>0,000</u>
p0.287	2,190	2,310	2,436	2,550	<u>0,000</u>
p0.215	2,177	2,252	2,387	2,454	<u>0,000</u>
p0.172	2,092	2,206	2,385	2,525	<u>0,000</u>

Tablo 4.47'den de görüleceği üzere seçili her P değeri için değişken MF değerlerinde rektumun V_{75} 'i istatistiksel olarak anlamlı değişim göstermiştir ($p < 0,01$). Bunun üzerine ikili karşılaştırma için Wilcoxon testi uygulanmıştır (Bkz. Tablo 5.22).

Yapılan analizlerden şu sonuçlar çıkartılabilir;

- P: 0.430 iken MF: 2.0 seçiminde V_{75} hacim değeri, diğer seçili MF değerlerine göre daha düşüktür. İkili karşılaştırmalarda ise istatistiksel olarak MF: 1.8 seçimi alternatif olarak seçilebilir.
- Diğer P seçimlerinde ise sadece MF: 1.8 seçiminde diğer MF seçimlerine göre daha düşük bir hacim değeri elde edilmiştir. Ayrıca ikili karşılaştırmalardan da her hangi bir alternatif MF değerinin olmadığı gözlenmiştir.

Tablo 4.48: FW 5,0 cm için rektum V_{60} üzerinde modülasyon faktörü değişiminin etkisi

V_{60} (cc) rektum	mf1.8	mf2.0	mf2.2	mf2.4	<i>p</i>
p0.430	15,280	15,214	14,876	14,664	<u>0,001</u>
p0.287	15,203	15,109	14,575	14,584	<u>0,000</u>
p0.215	15,171	14,931	14,727	14,413	<u>0,002</u>
p0.172	14,816	14,679	14,311	14,227	<u>0,003</u>

Tablo 4.48'den de görüleceği üzere seçili her P değeri için değişken MF değerlerinde rektumun V_{60} 'ı istatistiksel olarak anlamlı değişim göstermiştir ($p < 0,01$). Bunun üzerine ikili karşılaştırma için Wilcoxon testi uygulanmıştır (Bkz. Tablo 5.23).

Yapılan analizlerden şu sonuçlar çıkartılabilir;

- P: 0.430 iken MF: 2.4 seçiminde V_{60} hacim değeri, diğer seçili MF değerlerine göre daha düşüktür. İkili karşılaştırmalarda ise istatistiksel olarak alternatif bir seçim yoktur.
- P: 0.287 iken MF: 2.2 seçimi diğer MF seçimlerine göre daha düşük bir hacim değeri elde edilmiştir. İstatistiksel olarak MF: 2.4 seçimi de alternatif olarak seçilebilir.
- P: 0.215 iken MF: 2.4 seçimi diğer MF seçimlerine göre daha düşük bir hacim değeri elde edilmiştir.
- P: 0.172 iken MF: 2.4 seçimi diğer MF seçimlerine göre daha düşük bir hacim değeri elde edilmiştir. İstatistiksel olarak MF: 2.2 seçimi de alternatif olarak seçilebilir.

Tablo 4.49: FW 2,5 cm için rektum V_{60} üzerinde modülasyon faktörü değişiminin etkisi

V_{60} (cc) rektum	mf1.8	mf2.0	mf2.2	mf2.4	p
p0.430	11,741	10,929	10,744	10,640	<u>0,004</u>
p0.287	11,637	10,894	10,932	10,491	<u>0,002</u>
p0.215	11,370	10,808	10,572	10,418	<u>0,000</u>
p0.172	11,193	10,639	10,485	10,278	<u>0,003</u>

Tablo 4.49'dan da görüleceği üzere seçili her P değeri için değişken MF değerlerinde rektumun V_{60} 'ı istatistiksel olarak anlamlı değişim göstermiştir ($p < 0,01$). Bunun üzerine ikili karşılaştırma için Wilcoxon testi uygulanmıştır (Bkz. Tablo 5.24).

Yapılan analizlerden şu sonuçlar çıkartılabilir;

- P: 0.430 iken MF: 2.4 seçiminde V_{60} hacim değeri, diğer seçili MF seçimlerindeki V_{60} hacim değerlerine göre daha düşüktür. İkili karşılaştırmalarda ise istatistiksel olarak MF: 2.2 seçimi alternatif olarak düşünülebilir.
- P: 0.287 iken MF: 2.4 seçimi diğer MF seçimlerine göre daha düşük bir hacim değeri elde edilmiştir.
- P: 0.215 iken aynı şekilde MF: 2.4 seçimi diğer MF seçimlerine göre daha düşük bir hacim değeri elde edilmiştir. İstatistiksel olarak alternatif bir seçim yoktur.
- P: 0.172 iken yine MF: 2.4 seçimi diğer MF seçimlerine göre daha düşük bir hacim değeri elde edilmiştir.

Tablo 4.50: FW 1,0 cm için rektum V_{60} üzerinde modülasyon faktörü değişiminin etkisi

V_{60} (cc) rektum	mf1.8	mf2.0	mf2.2	mf2.4	p
p0.430	9,784	9,161	8,926	8,820	<u>0,000</u>
p0.287	9,474	9,113	8,862	8,716	<u>0,000</u>
p0.215	9,498	9,045	8,805	8,652	<u>0,000</u>
p0.172	9,344	8,959	8,819	8,761	<u>0,005</u>

Tablo 4.50'den de görüleceği üzere seçili her P değeri için değişken MF değerlerinde rektumun V_{60} 'ı istatistiksel olarak anlamlı değişim göstermiştir ($p<0,01$). Bunun üzerine ikili karşılaştırma için Wilcoxon testi uygulanmıştır (Bkz. Tablo 5.25).

Yapılan analizlerden şu sonuçlar çıkartılabilir;

- P: 0.430 iken MF: 2.4 seçiminde V_{60} hacim değeri, diğer seçili MF seçimlerindeki V_{60} hacim değerlerine göre daha düşüktür. İkili karşılaştırmalarda ise istatistiksel olarak MF: 2.2 seçimi alternatif olarak düşünülebilir.
- P: 0.287 iken MF: 2.4 seçimiyle diğer MF seçimlerine göre daha düşük bir hacim değeri elde edilmiştir. İkili karşılaştırmalarda ise istatistiksel olarak MF: 2.2 seçimi alternatif olarak düşünülebilir.
- P: 0.215 iken MF: 2.4 seçimi ile diğer MF seçimlerine göre daha düşük bir hacim değeri elde edilmiştir. İkili karşılaştırmalarda ise istatistiksel olarak MF: 2.2 seçimi alternatif olarak düşünülebilir.
- P: 0.172 iken de yine MF: 2.4 seçimiyle diğer MF seçimlerine göre daha düşük bir hacim değeri elde edilmiştir.

Tablo 4.51: FW 5,0 cm için rektum V_{40} üzerinde modülasyon faktörü değişiminin etkisi

V_{40} (cc) rektum	mf1.8	mf2.0	mf2.2	mf2.4	p
p0.430	33,654	32,404	31,242	30,491	<u>0,000</u>
p0.287	33,468	32,299	30,781	30,249	<u>0,000</u>
p0.215	33,303	31,995	30,925	30,020	<u>0,000</u>
p0.172	32,758	31,579	30,406	29,751	<u>0,000</u>

Tablo 4.51'den de görüleceği üzere seçili her P değeri için değişken MF değerlerinde rektumun V_{40} 'ı istatistiksel olarak anlamlı değişim göstermiştir ($p<0,01$). Bunun üzerine ikili karşılaştırma için Wilcoxon testi uygulanmıştır (Bkz. Tablo 5.26).

Yapılan analizlerden şu sonuçlar çıkartılabilir;

- Setlerdeki tüm P değerlerinde en düşük V_{40} hacim değeri, MF: 2.4 seçimi ile elde edilmiştir. İstatistiksel anlamda sadece P: 0287 iken MF: 2.2 seçimi bir alternatif olarak düşünülebilir.

Tablo 4.52: FW 2,5 cm için rektum V_{40} üzerinde modülasyon faktörü değişiminin etkisi

V_{40} (cc) rektum	mf1.8	mf2.0	mf2.2	mf2.4	<i>p</i>
p0.430	26,275	24,202	23,503	22,623	<u>0,000</u>
p0.287	26,086	24,190	23,593	22,416	<u>0,000</u>
p0.215	25,680	24,093	22,949	22,234	<u>0,000</u>
p0.172	25,371	23,814	22,863	22,043	<u>0,000</u>

Tablo 4.52'den de görüleceği üzere seçili her P değeri için değişken MF değerlerinde rektumun V_{40} 'ı istatistiksel olarak anlamlı değişim göstermiştir ($p < 0,01$). Bunun üzerine ikili karşılaştırma için Wilcoxon testi uygulanmıştır (Bkz. Tablo 5.27).

Yapılan analizlerden şu sonuçlar çıkartılabilir;

- Setlerdeki tüm P değerlerinde en düşük V_{40} hacim değeri, MF: 2.4 seçimi ile elde edilmiştir. İstatistiksel olarak alternatif bir MF değeri yoktur.

Tablo 4.53: FW 1,0 cm için rektum V_{40} üzerinde modülasyon faktörü değişiminin etkisi

V_{40} (cc) rektum	mf1.8	mf2.0	mf2.2	mf2.4	<i>p</i>
p0.430	21,485	19,798	18,665	18,259	<u>0,000</u>
p0.287	21,117	19,730	18,835	18,068	<u>0,000</u>
p0.215	21,089	19,620	18,751	17,921	<u>0,000</u>
p0.172	20,850	19,513	18,789	18,133	<u>0,000</u>

Tablo 4.53'ten de görüleceği üzere seçili her P değeri için değişken MF değerlerinde rektumun V_{40} 'ı istatistiksel olarak anlamlı değişim göstermiştir ($p < 0,01$). Ayrıca ikili karşılaştırma için Wilcoxon testi uygulanmıştır (Bkz. Tablo 5.28).

Yapılan analizlerden şu sonuçlar çıkartılabilir;

- Setlerdeki tüm P değerlerinde en düşük V_{40} hacim değeri, MF: 2.4 seçimi ile elde edilmiştir. İstatistiksel olarak P: 0.0430 ve P: 0.172 iken MF: 2.2 seçimi alternatif olarak kullanılabilir.

Tablo 4.54: FW 5,0 cm için mesane V_{70} üzerinde modülasyon faktörü değişiminin etkisi

V_{70} (cc) mesane	mf1.8	mf2.0	mf2.2	mf2.4	<i>p</i>
p0.430	11,820	11,488	11,367	11,251	<u>0,000</u>
p0.287	11,610	11,203	11,057	10,921	<u>0,001</u>
p0.215	11,471	11,156	10,933	10,734	<u>0,000</u>
p0.172	11,277	10,937	10,741	10,620	<u>0,000</u>

Tablo 4.54'den de görüleceği üzere seçili her P değeri için değişken MF değerlerinde mesanenin V_{70} 'i istatistiksel olarak anlamlı değişim göstermiştir ($p < 0,01$). Bunun üzerine ikili karşılaştırma için Wilcoxon testi uygulanmıştır (Bkz. Tablo 5.29).

Yapılan analizlerden şu sonuçlar çıkartılabilir;

- Setlerdeki tüm P değerlerinde en düşük V_{70} hacim değeri, MF: 2.4 seçimi ile elde edilmiştir. Tablolardan da görüleceği üzere istatistiksel olarak başka bir alternatif değer yoktur.

Tablo 4.55: FW 2,5 cm için mesane V_{70} üzerinde modülasyon faktörü değişiminin etkisi

V_{70} (cc) mesane	mf1.8	mf2.0	mf2.2	mf2.4	<i>p</i>
p0.430	9,784	9,750	9,599	9,479	<u>0,000</u>
p0.287	9,802	9,749	9,514	9,443	<u>0,000</u>
p0.215	9,923	9,704	9,540	9,320	<u>0,000</u>
p0.172	9,853	9,591	9,394	9,304	<u>0,000</u>

Tablo 4.55'ten de görüleceği üzere seçili her P değeri için değişken MF değerlerinde mesanenin V_{70} 'i istatistiksel olarak anlamlı değişim göstermiştir ($p < 0,01$). Bunun üzerine ikili karşılaştırma için Wilcoxon testi uygulanmıştır (Bkz. Tablo 5.30).

Yapılan analizlerden şu sonuçlar çıkartılabilir;

- Setlerdeki tüm P değerlerinde en düşük V_{70} hacim değeri, MF: 2.4 seçimi ile elde edilmiştir. İstatistiksel olarak P: 0.287 iken MF: 2.2 değeri alternatif olarak seçilebilir.

Tablo 4.56: FW 1,0 cm için mesane V_{70} üzerinde modülasyon faktörü değişiminin etkisi

V_{70} (cc) mesane	mf1.8	mf2.0	mf2.2	mf2.4	<i>p</i>
p0.430	8,264	8,133	8,023	7,947	<u>0,002</u>
p0.287	8,342	8,113	7,971	7,882	<u>0,000</u>
p0.215	8,310	8,077	7,969	7,886	<u>0,000</u>
p0.172	8,355	8,042	7,997	7,857	<u>0,000</u>

Tablo 4.56'dan da görüleceği üzere seçili her P değeri için değişken MF değerlerinde mesanenin V_{70} 'i istatistiksel olarak anlamlı değişim göstermiştir ($p < 0,01$). Bunun üzerine ikili karşılaştırma için Wilcoxon testi uygulanmıştır (Bkz. Tablo 5.31).

Yapılan analizlerden şu sonuçlar çıkartılabilir;

- Setlerdeki tüm P değerlerinde en düşük V_{70} hacim değeri, MF: 2.4 seçimi ile elde edilmiştir. İstatistiksel olarak alternatif bir değer yoktur.

Tablo 4.57: FW 5,0 cm için mesane V_{50} üzerinde modülasyon faktörü değişiminin etkisi

V_{50} (cc) mesane	mf1.8	mf2.0	mf2.2	mf2.4	<i>p</i>
p0.430	28,352	27,301	26,665	26,251	<u>0,000</u>
p0.287	28,154	26,948	26,434	25,949	<u>0,000</u>
p0.215	27,947	27,135	26,498	25,980	<u>0,000</u>
p0.172	27,866	26,753	26,202	25,814	<u>0,000</u>

Tablo 4.57'den de görüleceği üzere seçili her P değeri için değişken MF değerlerinde mesanenin V_{50} 'si istatistiksel olarak anlamlı değişim göstermiştir ($p < 0,01$). Bunun üzerine ikili karşılaştırma için Wilcoxon testi uygulanmıştır (Bkz. Tablo 5.32).

Yapılan analizlerden şu sonuçlar çıkartılabilir;

- Setlerdeki tüm P değerlerinde en düşük V_{50} hacim değeri, MF: 2.4 seçimi ile elde edilmiştir. İstatistiksel olarak alternatif bir değer yoktur.

Tablo 4.58: FW 2,5 cm için mesane V_{50} üzerinde modülasyon faktörü değişiminin etkisi

V_{50} (cc) mesane	mf1.8	mf2.0	mf2.2	mf2.4	<i>p</i>
p0.430	20,876	20,661	20,269	20,026	<u>0,000</u>
p0.287	20,829	20,513	20,061	19,824	<u>0,000</u>
p0.215	21,046	20,449	20,096	19,615	<u>0,000</u>
p0.172	20,971	20,365	19,956	19,698	<u>0,000</u>

Tablo 4.58'den de görüleceği üzere seçili her P değeri için değişken MF değerlerinde mesanenin V_{50} 'si istatistiksel olarak anlamlı değişim göstermiştir ($p < 0,01$). Bunun üzerine ikili karşılaştırma için Wilcoxon testi uygulanmıştır (Bkz. Tablo 5.33).

Yapılan analizlerden şu sonuçlar çıkartılabilir;

- FW: 2.5 içinde tüm seçili P değerlerinde en düşük V_{50} hacim değerini MF: 2.4 seçili iken elde edilmiştir. İstatistiksel olarak alternatif başka bir değer yoktur.

Tablo 4.59: FW 1,0 cm için mesane V_{50} üzerinde modülasyon faktörü değişiminin etkisi

V_{50} (cc) mesane	mf1.8	mf2.0	mf2.2	mf2.4	<i>p</i>
p0.430	15,312	14,893	14,624	14,421	<u>0,000</u>
p0.287	15,433	14,860	14,537	14,296	<u>0,000</u>
p0.215	15,377	14,833	14,550	14,338	<u>0,000</u>
p0.172	15,450	14,778	14,605	14,300	<u>0,000</u>

Tablo 4.59'dan da görüleceği üzere seçili her P değeri için değişken MF değerlerinde mesanenin V_{50} 'si istatistiksel olarak anlamlı değişim göstermiştir ($p < 0,01$). Bunun üzerine ikili karşılaştırma için Wilcoxon testi uygulanmıştır (Bkz. Tablo 5.34).

Yapılan analizlerden şu sonuçlar çıkartılabilir;

- FW: 2.5 içinde tüm seçili P değerlerinde en düşük V_{50} hacim değerini MF: 2.4 seçili iken elde edilmiştir. İstatistiksel olarak alternatif başka bir değer yoktur.

Orta doz bölgesi için MF değişiminin kritik organların aldıkları dozun hacmine etkisi 0.7 - 3.6 cc arasında etki ettiği gözlenmiştir (Tablo 4.60).

Tablo 4.60: Aynı serideki MF değişimlerinin maksimum-minimum farklarının ortalaması

cc \ cm	V_{75}	V_{60}	V_{40}	V_{70}	V_{50}
5,0	0,218	0,648	3,123	0,663	2,081
2,5	0,241	1,029	3,525	0,454	1,140
1,0	0,348	0,783	3,040	0,425	1,054

4.2.3 Alan Genişliğinin Kritik Organların Aldıkları Doza Etkisi

Bu çalışmanın bir diğer değişkeni olan FW'nin kritik organların aldığı doza etkisini görebilmek için her hastanın kritik organlarından rektumun V_{75} , V_{60} ve V_{40} değerleri ile mesanenin V_{70} ve V_{50} değerlerinin istatistiksel olarak analizleri yapılmıştır. Bu analizlerin hepsi aşağıdaki tablolarda özetlenmiştir. Sabit kalan bir değer için seçili olan değişken aynı durumun simetrisi olduğundan tabloda sadece sabit olarak P değerleri alındı, seçili değişken olarak da MF değerleri alındı.

Tablo 4.61: P 0.430 için rektum V_{75} üzerinde alan genişliği değişiminin etkisi

V_{75} (cc) rektum	fw5.0	fw2.5	fw1.0	<i>p</i>
mf1.8	2,7540	2,4171	2,3854	0,150
mf2.0	2,8186	2,4035	2,3089	0,150
mf2.2	2,9056	2,5404	2,4892	0,132
mf2.4	2,9662	2,6283	2,6310	0,273

Tablo 4.61'den görüleceği üzere hiç bir veri setinde anlamlı bir değişiklik gözlenmemiştir

Tablo 4.62: P 0.287 için rektum V_{75} üzerinde alan genişliği değişiminin etkisi

V_{75} (cc) rektum	fw5.0	fw2.5	fw1.0	<i>p</i>
mf1.8	2,7139	2,3391	2,1904	0,122
mf2.0	2,8518	2,3529	2,3102	0,273
mf2.2	2,8863	2,5142	2,4355	0,150
mf2.4	2,9315	2,5329	2,5504	0,273

Tablo 4.62'den görüleceği üzere hiç bir veri setinde anlamlı bir değişiklik gözlenmemiştir

Tablo 4.63: P 0.215 için rektum V_{75} üzerinde alan genişliği değişiminin etkisi

V_{75} (cc) rektum	fw5.0	fw2.5	fw1.0	<i>p</i>
mf1.8	2,7046	2,1778	2,1771	0,061
mf2.0	2,7498	2,2695	2,2515	0,273
mf2.2	2,8286	2,3881	2,3865	0,407
mf2.4	2,8899	2,4557	2,4540	0,407

Tablo 4.63'ten de görüleceği üzere hiç bir veri setinde anlamlı bir değişiklik gözlenmemiştir.

Tablo 4.64: P 0.172 için rektum V_{75} üzerinde alan genişliği değişiminin etkisi

V_{75} (cc) rektum	fw5.0	fw2.5	fw1.0	<i>p</i>
mf1.8	2,4073	2,0840	2,0917	0,407
mf2.0	2,5433	2,1634	2,2063	0,407
mf2.2	2,5898	2,2822	2,3854	0,407
mf2.4	2,6617	2,3535	2,5253	0,741

Tablo 4.64'ten de görüleceği üzere hiç bir veri setinde anlamlı bir değişiklik gözlenmemiştir.

Tablo 4.65: P 0.430 için rektum V_{60} üzerinde alan genişliği değişiminin etkisi

V_{60} (cc) rektum	fw5.0	fw2.5	fw1.0	<i>p</i>
mf1.8	15,2797	11,7405	9,7840	<u>0,000</u>
mf2.0	15,2135	10,9290	9,1608	<u>0,000</u>
mf2.2	14,8761	10,7440	8,9263	<u>0,000</u>
mf2.4	14,6637	10,6398	8,8202	<u>0,000</u>

Tablo 4.65'ten de görüleceği üzere seçili her MF değeri için değişken FW değerlerinde rektumun V_{60} 'ı istatistiksel olarak anlamlı değişim göstermiştir ($p<0,01$). İkili karşılaştırma için uygulanan Wilcoxon Testi ile şu sonuçlar çıkmıştır;

- Tüm MF değerlerinde en düşük V_{60} hacim değeri FW: 1.0 cm ile elde edilmiştir. İstatistiksel olarak tüm değerler birbirlerinden anlamlı derecede farklıdır.

Tablo 4.66: P 0.287 için rektum V_{60} üzerinde alan genişliği değişiminin etkisi

V_{60} (cc) rektum	fw5.0	fw2.5	fw1.0	<i>p</i>
mf1.8	15,2033	11,6371	9,4741	<u>0,000</u>
mf2.0	15,1090	10,8940	9,1130	<u>0,000</u>
mf2.2	14,5754	10,9316	8,8623	<u>0,000</u>
mf2.4	14,5835	10,4910	8,7155	<u>0,000</u>

Tablo 4.66'dan da görüleceği üzere seçili her MF değeri için değişken FW değerlerinde rektumun V_{60} 'ı istatistiksel olarak anlamlı değişim göstermiştir ($p<0,01$). İkili karşılaştırma için uygulanan Wilcoxon Testi ile şu sonuçlar çıkmıştır;

- Tüm MF değerlerinde en düşük V_{60} hacim değeri FW: 1.0 cm ile elde edilmiştir. İstatistiksel olarak tüm değerler birbirlerinden anlamlı derecede farklıdır. Bu nedenle alternatif bir değer söz konusu değildir.

Tablo 4.67: P 0.215 için rektum V_{60} üzerinde alan genişliği değişiminin etkisi

V_{60} (cc) rektum	fw5.0	fw2.5	fw1.0	<i>p</i>
mf1.8	15,1713	11,3696	9,4983	<u>0,000</u>
mf2.0	14,9306	10,8076	9,0447	<u>0,000</u>
mf2.2	14,7271	10,5719	8,8049	<u>0,000</u>
mf2.4	14,4128	10,4178	8,6520	<u>0,000</u>

Tablo 4.67'den de görüleceği üzere seçili her MF değeri için değişken FW değerlerinde rektumun V_{60} 'ı istatistiksel olarak anlamlı değişim göstermiştir ($p<0,01$). İkili karşılaştırma için uygulanan Wilcoxon Testi ile şu sonuçlar çıkmıştır;

- Tüm MF değerlerinde en düşük V_{60} hacim değeri FW: 1.0 cm ile elde edilmiştir. İstatistiksel olarak tüm değerler birbirlerinden anlamlı derecede farklıdır. Bu nedenle alternatif bir değer söz konusu değildir.

Tablo 4.68: P 0.172 için rektum V_{60} üzerinde alan genişliği değişiminin etkisi

V_{60} (cc) rektum	fw5.0	fw2.5	fw1.0	<i>p</i>
mf1.8	14,8164	11,1929	9,3435	<u>0,000</u>
mf2.0	14,6793	10,6386	8,9592	<u>0,000</u>
mf2.2	14,3109	10,4847	8,8189	<u>0,000</u>
mf2.4	14,2265	10,2777	8,7613	<u>0,000</u>

Tablo 4.68'den de görüleceği üzere seçili her MF değeri için değişken FW değerlerinde rektumun V_{60} 'ı istatistiksel olarak anlamlı değişim göstermiştir ($p<0,01$). İkili karşılaştırma için uygulanan Wilcoxon Testi ile şu sonuçlar çıkmıştır;

- Tüm MF değerlerinde en düşük V_{60} hacim değeri FW: 1.0 cm ile elde edilmiştir. İstatistiksel olarak tüm değerler birbirlerinden anlamlı derecede farklıdır. Bu nedenle alternatif bir değer söz konusu değildir.

Tablo 4.69: P 0.430 için rektum V_{40} üzerinde alan genişliği değişiminin etkisi

V_{40} (cc) rektum	fw5.0	fw2.5	fw1.0	<i>p</i>
mf1.8	33,6536	26,2749	21,4847	<u>0,000</u>
mf2.0	32,4037	24,2022	19,7981	<u>0,000</u>
mf2.2	31,2421	23,5034	18,6645	<u>0,000</u>
mf2.4	30,4908	22,6228	18,2590	<u>0,000</u>

Tablo 4.69'dan da görüleceği üzere seçili her MF değeri için değişken FW değerlerinde rektumun V_{40} 'ı istatistiksel olarak anlamlı değişim göstermiştir ($p<0,01$). İkili karşılaştırma için uygulanan Wilcoxon Testi ile şu sonuçlar çıkmıştır;

- Tüm MF değerlerinde en düşük V_{40} hacim değeri FW: 1.0 cm ile elde edilmiştir. İstatistiksel olarak tüm değerler birbirlerinden anlamlı derecede farklıdır. Bu nedenle alternatif bir değer söz konusu değildir.

Tablo 4.70: P 0.287 için rektum V_{40} üzerinde alan genişliği değişiminin etkisi

V_{40} (cc) rektum	fw5.0	fw2.5	fw1.0	<i>p</i>
mf1.8	33,4683	26,0862	21,1170	<u>0,000</u>
mf2.0	32,2985	24,1895	19,7296	<u>0,000</u>
mf2.2	30,7808	23,5932	18,8354	<u>0,000</u>
mf2.4	30,2487	22,4155	18,0683	<u>0,000</u>

Tablo 4.70'ten de görüleceği üzere seçili her MF değeri için değişken FW değerlerinde rektumun V_{40} 'ı istatistiksel olarak anlamlı değişim göstermiştir ($p < 0,01$). İkili karşılaştırma için uygulanan Wilcoxon Testi ile şu sonuçlar çıkmıştır;

- Tüm MF değerlerinde en düşük V_{40} hacim değeri FW: 1.0 cm ile elde edilmiştir. İstatistiksel olarak tüm değerler birbirlerinden anlamlı derecede farklıdır. Bu nedenle alternatif bir değer söz konusu değildir.

Tablo 4.71: P 0.215 için rektum V_{40} üzerinde alan genişliği değişiminin etkisi

V_{40} (cc) rektum	fw5.0	fw2.5	fw1.0	<i>p</i>
mf1.8	33,3029	25,6802	21,0886	<u>0,000</u>
mf2.0	31,9948	24,0926	19,6201	<u>0,000</u>
mf2.2	30,9250	22,9485	18,7507	<u>0,000</u>
mf2.4	30,0196	22,2344	17,9211	<u>0,000</u>

Tablo 4.71'den de görüleceği üzere seçili her MF değeri için değişken FW değerlerinde rektumun V_{40} 'ı istatistiksel olarak anlamlı değişim göstermiştir ($p < 0,01$). İkili karşılaştırma için uygulanan Wilcoxon Testi ile şu sonuçlar çıkmıştır;

- Tüm MF değerlerinde en düşük V_{40} hacim değeri FW: 1.0 cm ile elde edilmiştir. İstatistiksel olarak tüm değerler birbirlerinden anlamlı derecede farklıdır. Bu nedenle alternatif bir değer söz konusu değildir.

Tablo 4.72: P 0.172 için rektum V_{40} üzerinde alan genişliği değişiminin etkisi

V_{40} (cc) rektum	fw5.0	fw2.5	fw1.0	<i>p</i>
mf1.8	32,7580	25,3713	20,8501	<u>0,000</u>
mf2.0	31,5791	23,8140	19,5131	<u>0,000</u>
mf2.2	30,4059	22,8633	18,7886	<u>0,000</u>
mf2.4	29,7508	22,0432	18,1334	<u>0,000</u>

Tablo 4.72'den de görüleceği üzere seçili her MF değeri için değişken FW değerlerinde rektumun V_{40} 'ı istatistiksel olarak anlamlı değişim göstermiştir ($p<0,01$). İkili karşılaştırma için uygulanan Wilcoxon Testi ile şu sonuçlar çıkmıştır;

- Tüm MF değerlerinde en düşük V_{40} hacim değeri FW: 1.0 cm ile elde edilmiştir. İstatistiksel olarak tüm değerler birbirlerinden anlamlı derecede farklıdır. Bu nedenle alternatif bir değer söz konusu değildir.

Tablo 4.73: P 0.430 için mesane V_{70} üzerinde alan genişliği değişiminin etkisi

V_{70} (cc) mesane	fw5.0	fw2.5	fw1.0	<i>p</i>
mf1.8	11,8200	9,7835	8,2636	<u>0,000</u>
mf2.0	11,4877	9,7496	8,1331	<u>0,000</u>
mf2.2	11,3672	9,5986	8,0232	<u>0,000</u>
mf2.4	11,2509	9,4786	7,9471	<u>0,000</u>

Tablo 4.73'ten de görüleceği üzere seçili her MF değeri için değişken FW değerlerinde mesanenin V_{70} 'i istatistiksel olarak anlamlı değişim göstermiştir ($p<0,01$). İkili karşılaştırma için uygulanan Wilcoxon Testi ile şu sonuçlar çıkmıştır;

- Tüm MF değerlerinde en düşük V_{70} hacim değeri FW: 1.0 cm ile elde edilmiştir. İstatistiksel olarak tüm değerler birbirlerinden anlamlı derecede farklıdır. Bu nedenle alternatif bir değer söz konusu değildir.

Tablo 4.74: P 0.287 için mesane V_{70} üzerinde alan genişliği değişiminin etkisi

V_{70} (cc) mesane	fw5.0	fw2.5	fw1.0	<i>p</i>
mf1.8	11,6096	9,8017	8,3424	<u>0,000</u>
mf2.0	11,2032	9,7487	8,1130	<u>0,000</u>
mf2.2	11,0570	9,5139	7,9706	<u>0,000</u>
mf2.4	10,9205	9,4432	7,8817	<u>0,000</u>

Tablo 4.74'ten de görüleceği üzere seçili her MF değeri için değişken FW değerlerinde mesanenin V_{70} 'i istatistiksel olarak anlamlı değişim göstermiştir ($p<0,01$). İkili karşılaştırma için uygulanan Wilcoxon Testi ile şu sonuçlar çıkmıştır;

- Tüm MF değerlerinde en düşük V_{70} hacim değeri FW: 1.0 cm ile elde edilmiştir. İstatistiksel olarak tüm değerler birbirlerinden anlamlı derecede farklıdır. Bu nedenle alternatif bir değer söz konusu değildir.

Tablo 4.75: P 0.215 için mesane V_{70} üzerinde alan genişliği değişiminin etkisi

V_{70} (cc) mesane	fw5.0	fw2.5	fw1.0	<i>p</i>
mf1.8	11,4710	9,9229	8,3104	<u>0,000</u>
mf2.0	11,1557	9,7042	8,0765	<u>0,000</u>
mf2.2	10,9334	9,5395	7,9687	<u>0,000</u>
mf2.4	10,7341	9,3198	7,8861	<u>0,000</u>

Tablo 4.75'ten de görüleceği üzere seçili her MF değeri için değişken FW değerlerinde mesanenin V_{70} 'i istatistiksel olarak anlamlı değişim göstermiştir ($p<0,01$). İkili karşılaştırma için uygulanan Wilcoxon Testi ile şu sonuçlar çıkmıştır;

- Tüm MF değerlerinde en düşük V_{70} hacim değeri FW: 1.0 cm ile elde edilmiştir. İstatistiksel olarak tüm değerler birbirlerinden anlamlı derecede farklıdır. Bu nedenle alternatif bir değer söz konusu değildir.

Tablo 4.76: P 0.172 için mesane V_{70} üzerinde alan genişliği değişiminin etkisi

V_{70} (cc) mesane	fw5.0	fw2.5	fw1.0	<i>p</i>
mf1.8	11,2765	9,8527	8,3551	<u>0,000</u>
mf2.0	10,9371	9,5910	8,0422	<u>0,000</u>
mf2.2	10,7406	9,3942	7,9968	<u>0,000</u>
mf2.4	10,6200	9,3036	7,8565	<u>0,000</u>

Tablo 4.76'dan da görüleceği üzere seçili her MF değeri için değişken FW değerlerinde mesanenin V_{70} 'i istatistiksel olarak anlamlı değişim göstermiştir ($p<0,01$). İkili karşılaştırma için uygulanan Wilcoxon Testi ile şu sonuçlar çıkmıştır;

- Tüm MF değerlerinde en düşük V_{70} hacim değeri FW: 1.0 cm ile elde edilmiştir. İstatistiksel olarak tüm değerler birbirlerinden anlamlı derecede farklıdır. Bu nedenle alternatif bir değer söz konusu değildir.

Tablo 4.77: P 0.430 için mesane V_{50} üzerinde alan genişliği değişiminin etkisi

V_{50} (cc) mesane	fw5.0	fw2.5	fw1.0	<i>p</i>
mf1.8	28,3515	20,8763	15,3118	<u>0,000</u>
mf2.0	27,3005	20,6611	14,8928	<u>0,000</u>
mf2.2	26,6647	20,2694	14,6240	<u>0,000</u>
mf2.4	26,2505	20,0264	14,4205	<u>0,000</u>

Tablo 4.77'den de görüleceği üzere seçili her MF değeri için değişken FW değerlerinde mesanenin V_{50} 'i istatistiksel olarak anlamlı değişim göstermiştir ($p < 0,01$). İkili karşılaştırma için uygulanan Wilcoxon Testi ile şu sonuçlar çıkmıştır;

- Tüm MF değerlerinde en düşük V_{50} hacim değeri FW: 1.0 cm ile elde edilmiştir. İstatistiksel olarak tüm değerler birbirlerinden anlamlı derecede farklıdır. Bu nedenle alternatif bir değer söz konusu değildir.

Tablo 4.78: P 0.287 için mesane V_{50} üzerinde alan genişliği değişiminin etkisi

V_{50} (cc) mesane	fw5.0	fw2.5	fw1.0	<i>p</i>
mf1.8	28,1542	20,8285	15,4327	<u>0,000</u>
mf2.0	26,9480	20,5125	14,8598	<u>0,000</u>
mf2.2	26,4336	20,0611	14,5373	<u>0,000</u>
mf2.4	25,9487	19,8242	14,2962	<u>0,000</u>

Tablo 4.78'den de görüleceği üzere seçili her MF değeri için değişken FW değerlerinde mesanenin V_{50} 'i istatistiksel olarak anlamlı değişim göstermiştir ($p < 0,01$). İkili karşılaştırma için uygulanan Wilcoxon Testi ile şu sonuçlar çıkmıştır;

- Tüm MF değerlerinde en düşük V_{50} hacim değeri FW: 1.0 cm ile elde edilmiştir. İstatistiksel olarak tüm değerler birbirlerinden anlamlı derecede farklıdır. Bu nedenle alternatif bir değer söz konusu değildir.

Tablo 4.79: P 0.215 için mesane V_{50} üzerinde alan genişliği değişiminin etkisi

V_{50} (cc) mesane	fw5.0	fw2.5	fw1.0	<i>p</i>
mf1.8	27,9472	21,0458	15,3771	<u>0,000</u>
mf2.0	27,1350	20,4494	14,8332	<u>0,000</u>
mf2.2	26,4978	20,0957	14,5503	<u>0,000</u>
mf2.4	25,9795	19,6150	14,3375	<u>0,000</u>

Tablo 4.79'dan da görüleceği üzere seçili her MF değeri için değişken FW değerlerinde mesanenin V_{50} 'i istatistiksel olarak anlamlı değişim göstermiştir ($p<0,01$). İkili karşılaştırma için uygulanan Wilcoxon Testi ile şu sonuçlar çıkmıştır;

- Tüm MF değerlerinde en düşük V_{50} hacim değeri FW: 1.0 cm ile elde edilmiştir. İstatistiksel olarak tüm değerler birbirlerinden anlamlı derecede farklıdır. Bu nedenle alternatif bir değer söz konusu değildir.

Tablo 4.80: P 0.172 için mesane V_{50} üzerinde alan genişliği değişiminin etkisi

V_{50} (cc) mesane	fw5.0	fw2.5	fw1.0	<i>p</i>
mf1.8	27,8655	20,9709	15,4497	<u>0,000</u>
mf2.0	26,7528	20,3647	14,7776	<u>0,000</u>
mf2.2	26,2022	19,9556	14,6047	<u>0,000</u>
mf2.4	25,8143	19,6984	14,2998	<u>0,000</u>

Tablo 4.80'den de görüleceği üzere seçili her MF değeri için değişken FW değerlerinde mesanenin V_{50} 'i istatistiksel olarak anlamlı değişim göstermiştir ($p<0,01$). İkili karşılaştırma için uygulanan Wilcoxon Testi ile şu sonuçlar çıkmıştır;

- Tüm MF değerlerinde en düşük V_{50} hacim değeri FW: 1.0 cm ile elde edilmiştir. İstatistiksel olarak tüm değerler birbirlerinden anlamlı derecede farklıdır. Bu nedenle alternatif bir değer söz konusu değildir.

Yüksek doz bölgelerindeki hacim değişiklikleri çok yakın değerler olarak gözlenmişlerdir (Tablo 4.81 - V_{75} hacim değişiklikleri). En düşük V_x hacim değerleri FW=1.0 cm ile elde edilmiştir. FW=5.0 cm ve 2.5 cm ile elde edilen hacimsel değerlere göre sırasıyla V_{60} için ~%39 ve ~%17.5, V_{40} için ~%38.5 ve ~%30, V_{70} için ~%27.5 ve ~%16, V_{50} için ~%45 ve ~%27.5 daha az hacim değeri elde edilerek üstünlük sağladığı gözlenmiştir (Tablo 4.81).

Tablo 4.81: Kritik organların aynı FW değerindeki tüm V_x hacim değerlerinin ortalamaları

cc cm	V_{75}	V_{60}	V_{40}	V_{70}	V_{50}
5,0	2,763	14,799	31,583	11,161	26,890
2,5	2,369	10,861	23,871	9,609	20,328
1,0	2,361	9,046	19,414	8,073	14,788

4.3. Cihaz İçi Parametrelerinin Tedavi Sürelerine Etkisi

Günümüzde klinik içi uygulamalarda en iyi plan bazen en etkin plan olmayabilir. Çeşitli değişkenler kullanılarak çok komplike bir tedavi ile çok iyi sonuçlar elde edilebilir fakat klinik içi uygulamalarda bu tedaviler her zaman kullanılmaz. Bu durumun içinde hastanın klinik durumu, tedavi süreleri gibi çeşitli sebepler bulunabilmektedir. Bu nedenden dolayı bu cihazında çok komplike değerlerle çok iyi planları mevcut olmakla birlikte günlük kullanım için ne kadar uyumludur sorusuna, tedavi sürelerini analiz ederek cevap aranmıştır.

Tablo 4.82: Cihaz içi parametrelerinin varyasyonları ile oluşturulan planlamaların tedavi süreleri ve standart sapmaları

t (sn)	Ortalama ± SD	t (sn)	Ortalama ± SD	t (sn)	Ortalama ± SD
Plan 1	116,9 ± 14,5	Plan 17	185,4 ± 26,7	Plan 33	418,0 ± 75,6
Plan 2	118,5 ± 15,7	Plan 18	187,5 ± 28,5	Plan 34	422,7 ± 76,0
Plan 3	138,6 ± 14,9	Plan 19	213,0 ± 28,4	Plan 35	423,3 ± 79,4
Plan 4	171,6 ± 17,7	Plan 20	263,7 ± 5,3	Plan 36	516,3 ± 85,4
Plan 5	128,5 ± 16,3	Plan 21	205,2 ± 31,4	Plan 37	457,5 ± 80,0
Plan 6	127,3 ± 14,8	Plan 22	204,1 ± 31,3	Plan 38	463,6 ± 84,0
Plan 7	139,2 ± 14,0	Plan 23	212,9 ± 28,4	Plan 39	462,1 ± 81,0
Plan 8	171,4 ± 18,0	Plan 24	263,6 ± 35,3	Plan 40	516,3 ± 85,5
Plan 9	139,1 ± 17,6	Plan 25	224,5 ± 34,2	Plan 41	500,6 ± 91,1
Plan 10	140,3 ± 18,4	Plan 26	224,2 ± 34,8	Plan 42	503,0 ± 84,6
Plan 11	144,5 ± 18,7	Plan 27	225,3 ± 34,3	Plan 43	509,9 ± 89,7
Plan 12	171,6 ± 17,4	Plan 28	263,6 ± 35,3	Plan 44	516,4 ± 85,4
Plan 13	150,2 ± 18,1	Plan 29	241,4 ± 36,6	Plan 45	545,8 ± 97,4
Plan 14	150,8 ± 17,4	Plan 30	241,9 ± 36,7	Plan 46	547,0 ± 98,8
Plan 15	152,6 ± 19,8	Plan 31	245,4 ± 37,0	Plan 47	555,4 ± 108,2
Plan 16	171,5 ± 17,8	Plan 32	263,6 ± 35,3	Plan 48	554,5 ± 94,4

4.3.1 Pitch'in Tedavi Süresine Etkisi

Cihaz içi parametreleri ile oluşturulan planlamaların tedavi sürelerine P etkisini incelemek için çoklu karşılaştırma olan Friedman Testi ve ikili karşılaştırma için Wilcoxon Testi uygulanmıştır. Bu analizler aşağıda tablolar halinde özetlenmiştir.

Tablo 4.83: FW 5,0 cm için pitch değişiminin tedavi süresine etkisi

t (sn)	p0.430	p0.287	p0.215	p0.172	p
mf1.8	116,9	118,5	138,6	171,6	<u>0,000</u>
mf2.0	128,5	127,3	139,2	171,4	<u>0,000</u>
mf2.2	139,1	140,3	144,5	171,6	<u>0,000</u>
mf2.4	150,2	150,8	152,6	171,5	<u>0,000</u>

Tablo 4.83'ten de görüleceği üzere çoklu karşılaştırma testinde seçili her MF değerinde P değişimi anlamlı çıkmıştır. İkili karşılaştırma testi de uygulanmıştır (Bkz. Tablo 5.35)

Yapılan testlerden şu analizleri yapmak mümkündür;

- MF: 1.8 iken en düşük tedavi süresi P: 0.430 değeri ile sağlanmıştır. P: 0.430 ile 0.287 değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık yoktur, alternatif olarak P: 0.287 değeri de seçilebilir.
- MF: 2.0 iken en düşük tedavi süresi P: 0.287 değeri ile sağlanmıştır. P: 0.430 ile 0.287 değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık yoktur, alternatif olarak P: 0.430 değeri de seçilebilir.
- MF: 2.2 iken ise en düşük tedavi süresi yine P: 0.430 değeri ile sağlanmıştır. P: 0.287 ile 0.215 seçimi ile elde edilen tedavi süreleri ile, istatistiksel olarak P: 0.430 seçiminde elde edilen tedavi süresi aralarında anlamlı bir farklılık yoktur ve birbirlerine alternatif olarak seçilebilirler.
- MF: 2.4 iken de en düşük tedavi süresi P: 0.430 değeri ile sağlanmıştır. P: 0.287 ile 0.215 seçimi ile elde edilen tedavi süreleri ile, istatistiksel olarak P: 0.430 seçiminde elde edilen tedavi süresi aralarında anlamlı bir farklılık yoktur ve birbirlerine alternatif olarak seçilebilirler.

Tablo 4.84: FW 2,5 cm için pitch değişiminin tedavi süresine etkisi

t (sn)	p0.430	p0.287	p0.215	p0.172	p
mf1.8	185,4	187,5	213,0	263,7	<u>0,000</u>
mf2.0	205,2	204,1	212,9	263,6	<u>0,000</u>
mf2.2	224,5	224,2	225,3	263,6	<u>0,000</u>
mf2.4	241,4	241,9	245,4	263,6	<u>0,000</u>

Tablo 4.84'ten de görüleceği üzere çoklu karşılaştırma testinde seçili her MF değerinde P değişimi anlamlı çıkmıştır. İkili karşılaştırma testi de uygulanmıştır (Bkz. Tablo 5.36)

Yapılan testlerden şu analizleri yapmak mümkündür;

- MF: 1.8 iken en düşük tedavi süresi P: 0.430 değeri ile sağlanmıştır. P: 0.430 ile 0.287 değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık yoktur, alternatif olarak P: 0.287 değeri de seçilebilir.
- MF: 2.0 iken en düşük tedavi süresi P: 0.287 değeri ile sağlanmıştır. P: 0.430 ile 0.287 değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık yoktur, alternatif olarak P: 0.430 değeri de seçilebilir.
- MF: 2.2 iken ise en düşük tedavi süresi P: 0.287 değeri ile sağlanmıştır. P: 0.430 ile 0.215 seçimi ile elde edilen tedavi süreleri ile, istatistiksel olarak P: 0.287 seçiminde elde edilen tedavi süresi aralarında anlamlı bir farklılık yoktur ve birbirlerine alternatif olarak seçilebilirler.
- MF: 2.4 iken de en düşük tedavi süresi P: 0.430 değeri ile sağlanmıştır. P: 0.287 ile 0.215 seçimi ile elde edilen tedavi süreleri ile, istatistiksel olarak P: 0.430 seçiminde elde edilen tedavi süresi aralarında anlamlı bir farklılık yoktur ve birbirlerine alternatif olarak seçilebilirler.

Tablo 4.85: FW 1,0 cm için pitch değişiminin tedavi süresine etkisi

t (sn)	p0.430	p0.287	p0.215	p0.172	p
mf1.8	418,0	422,7	423,3	516,3	<u>0,000</u>
mf2.0	457,5	463,6	462,1	516,3	<u>0,000</u>
mf2.2	500,6	503,0	509,9	516,4	<u>0,017</u>
mf2.4	545,8	547,0	555,4	554,5	<u>0,307</u>

Tablo 4.85'ten de görüleceği üzere çoklu karşılaştırma testinde MF: 2.4 hariç, seçili her MF değerinde P değişimi anlamlı çıkmıştır. İkili karşılaştırma testi de uygulanmıştır (Bkz. Tablo 5.37)

Yapılan testlerden şu analizleri yapmak mümkündür;

- MF: 1.8 iken en düşük tedavi süresi P: 0.430 değeri ile sağlanmıştır. P: 0.287 ile 0.215 seçimi ile elde edilen tedavi süreleri ile, istatistiksel olarak P: 0.430 seçiminde elde edilen tedavi süresi aralarında anlamlı bir farklılık yoktur ve birbirlerine alternatif olarak seçilebilirler.
- MF: 2.0 iken de en düşük tedavi süresi P: 0.430 değeri ile sağlanmıştır. P: 0.287 ile 0.215 seçimi ile elde edilen tedavi süreleri ile, istatistiksel olarak P: 0.430 seçiminde elde edilen tedavi süresi aralarında anlamlı bir farklılık yoktur ve birbirlerine alternatif olarak seçilebilirler.
- MF: 2.2 iken ise en düşük tedavi süresi P: 0.430 değeri ile sağlanmıştır. P: 0.287 seçimi ile elde edilen tedavi süresi ile, istatistiksel olarak P: 0.430 seçiminde elde edilen tedavi süresi aralarında anlamlı bir farklılık yoktur ve birbirlerine alternatif olarak seçilebilirler.
- MF: 2.4 iken hiç bir P değeri, tedavi süresi üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık oluşturmamıştır. Bu nedenle tedavi süresi diğer P değerlerine göre daha düşük olan iki P değeri 0.430 ile 0.287 seçilebilir.

4.3.2 Modülasyon Faktörünün Tedavi Süresine Etkisi

Cihaz içi parametreleri ile oluşturulan planlamaların tedavi sürelerine MF etkisini incelemek için çoklu karşılaştırma olan Friedman Testi ve ikili karşılaştırmak için Wilcoxon Testi uygulanmıştır. Bu analizler aşağıda tablolar halinde özetlenmiştir.

Tablo 4.86: FW 5,0 cm için modülasyon faktörünün değişiminin tedavi süresine etkisi

t (sn)	mf1.8	mf2.0	mf2.2	mf2.4	p
p0.430	116,9	128,5	139,1	150,2	<u>0,000</u>
p0.287	118,5	127,3	140,3	150,8	<u>0,000</u>
p0.215	138,6	139,2	144,5	152,6	<u>0,000</u>
p0.172	171,6	171,4	171,6	171,5	0,682

Tablo 4.86'dan da görüleceği üzere P: 0.172 seçimi hariç diğer seçili P değerlerinde MF değişimi tedavi süresi üzerinde Friedman çoklu karşılaştırma testine

göre istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar oluşturmuştur. Ayrıca ikili karşılaştırma için Wilcoxon testi yapılmıştır (Bkz. Tablo 5.38).

Yapılan testlerden şu analizleri yapmak mümkündür;

- P: 0.430 iken en düşük tedavi süresi MF: 1.8 değeri ile sağlanmıştır. Bu seride her MF değişimi istatistiksel olarak anlamlı farklılık oluşturmuştur. Bu nedenle alternatif bir MF değeri yoktur.
- P: 0.287 iken de en düşük tedavi süresi MF: 1.8 değeri ile sağlanmıştır. Bu seride her MF değişimi istatistiksel olarak anlamlı farklılık oluşturmuştur. Bu nedenle alternatif bir MF değeri yoktur.
- P: 0.215 iken ise en düşük tedavi süresi MF: 1.8 değeri ile sağlanmıştır. MF: 1.8 seçimi ile elde edilen tedavi süresi ile, istatistiksel olarak MF: 2.0 seçiminde elde edilen tedavi süresi aralarında anlamlı bir farklılık yoktur ve birbirlerine alternatif olarak seçilebilirler.

Tablo 4.87: FW 2,5 cm için modülasyon faktörünün değişiminin tedavi süresine etkisi

t (sn)	mf1.8	mf2.0	mf2.2	mf2.4	p
p0.430	185,4	205,2	224,5	241,4	<u>0,000</u>
p0.287	187,5	204,1	224,2	241,9	<u>0,000</u>
p0.215	213,0	212,9	225,3	245,4	<u>0,000</u>
p0.172	263,7	263,6	263,6	263,6	<u>0,194</u>

Tablo 4.86'den de görüleceği üzere P: 0.172 seçimi hariç diğer seçili P değerlerinde MF değişimi tedavi süresi üzerinde Friedman çoklu karşılaştırma testine göre istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar oluşturmuştur. Ayrıca ikili karşılaştırma için Wilcoxon testi yapılmıştır (Bkz. Tablo 5.39).

Yapılan testlerden şu analizleri yapmak mümkündür;

- P: 0.430 iken en düşük tedavi süresi MF: 1.8 değeri ile sağlanmıştır. Bu seride her MF değişimi istatistiksel olarak anlamlı farklılık oluşturmuştur. Bu nedenle alternatif bir MF değeri yoktur.

- P: 0.287 iken de en düşük tedavi süresi MF: 1.8 değeri ile sağlanmıştır. Bu seride her MF değişimi istatistiksel olarak anlamlı farklılık oluşturmuştur. Bu nedenle alternatif bir MF değeri yoktur.
- P: 0.215 iken ise en düşük tedavi süresi MF: 2.0 değeri ile sağlanmıştır. MF: 2.0 seçimi ile elde edilen tedavi süresi ile, istatistiksel olarak MF: 1.8 seçiminde elde edilen tedavi süresi aralarında anlamlı bir farklılık yoktur ve birbirlerine alternatif olarak seçilebilirler.

Tablo 4.88: FW 1,0 cm için modülasyon faktörünün değişiminin tedavi süresine etkisi

t (sn)	mf1.8	mf2.0	mf2.2	mf2.4	p
p0.430	418,0	457,5	500,6	545,8	<u>0,000</u>
p0.287	422,7	463,6	503,0	547,0	<u>0,000</u>
p0.215	423,3	462,1	509,9	555,4	<u>0,000</u>
p0.172	516,3	516,3	516,4	554,5	<u>0,000</u>

Tablo 4.88'den de görüleceği üzere seçili her P değerinde MF değişimi tedavi süresi üzerinde Friedman çoklu karşılaştırma testine göre istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar oluşturmuştur. Bununla birlikte ikili karşılaştırma için Wilcoxon testi yapılmıştır (Bkz. Tablo 5.40).

Yapılan testlerden şu analizleri yapmak mümkündür;

- P: 0.430 iken en düşük tedavi süresi MF: 1.8 değeri ile sağlanmıştır. Bu seride her MF değişimi istatistiksel olarak anlamlı farklılık oluşturmuştur. Bu nedenle alternatif bir MF değeri yoktur.
- P: 0.287 iken de en düşük tedavi süresi MF: 1.8 değeri ile sağlanmıştır. Bu seride her MF değişimi istatistiksel olarak anlamlı farklılık oluşturmuştur. Bu nedenle alternatif bir MF değeri yoktur.
- P: 0.215 iken de en düşük tedavi süresi MF: 1.8 değeri ile sağlanmıştır. Bu seride de her MF değişimi istatistiksel olarak anlamlı farklılık oluşturmuştur. Bu nedenle alternatif bir MF değeri yoktur.
- P: 0.172 iken MF: 1.8 ile 2.0 ve 2.2 seçimlerinde en düşük tedavi süreleri elde edilmiştir. Ve istatistiksel anlamda da birbirlerinin yerine alternatif olarak seçilebilirler.

4.3.3 Seçili Pitch ve ya Modülasyon Faktöründe Alan Genişliğinin Tedavi Süresine Etkisi

Daha öncedeki gibi FW etkisinin tedavi sürelerine etkisi incelemelerinde olduğu gibi sabit kalan bir değer için seçili olan değişkenin aynı durumun simetrisi olduğundan tabloda sadece sabit olarak P değerleri alındı ve de seçili değişken olarak MF değerleri alındı. Bu analizler aşağıda tablolar halinde özetlenmiştir.

Tablo 4.89: P 0.430 için tedavi süresi üzerinde alan genişliği değişiminin etkisi

t(sn)	fw5.0	fw2.5	fw1.0	p
mf1.8	116,9	185,4	418,0	<u>0,000</u>
mf2.0	128,5	205,2	457,5	<u>0,000</u>
mf2.2	139,1	224,5	500,6	<u>0,000</u>
mf2.4	150,2	241,4	545,8	<u>0,000</u>

Tablo 4.89'dan görüleceği üzere çoklu karşılaştırmalarda seçili MF değerlerinde FW değişiminin tedavi süresine istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde etki ediyor ($p<0,01$). Şu durumda her MF değerinde FW: 5.0 cm seçimleri tedavi süresi en düşük süre olarak gözlenmektedir.

Tablo 4.90: P 0.287 için tedavi süresi üzerinde alan genişliği değişiminin etkisi

t(sn)	fw5.0	fw2.5	fw1.0	p
mf1.8	118,5	187,5	422,7	<u>0,000</u>
mf2.0	127,3	204,1	463,6	<u>0,000</u>
mf2.2	140,3	224,2	503,0	<u>0,000</u>
mf2.4	150,8	241,9	547,0	<u>0,000</u>

Tablo 4.90'dan görüleceği üzere çoklu karşılaştırmalarda seçili MF değerlerinde FW değişiminin tedavi süresine istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde etki ediyor ($p<0,01$). Şu durumda her MF değerinde FW: 5.0 cm seçimleri tedavi süresi en düşük süre olarak gözlenmektedir.

Tablo 4.91: P 0.215 için tedavi süresi üzerinde alan genişliği değişiminin etkisi

t(sn)	fw5.0	fw2.5	fw1.0	p
mf1.8	138,6	213,0	423,3	<u>0,000</u>
mf2.0	139,2	212,9	462,1	<u>0,000</u>
mf2.2	144,5	225,3	509,9	<u>0,000</u>
mf2.4	152,6	245,4	555,4	<u>0,000</u>

Tablo 4.91'den görüleceği üzere çoklu karşılaştırmalarda seçili MF değerlerinde FW değişiminin tedavi süresine istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde etki ediyor ($p<0,01$). Şu durumda her MF değerinde FW: 5.0 cm seçimleri tedavi süresi en düşük süre olarak gözlenmektedir.

Tablo 4.92: P 0.172 için tedavi süresi üzerinde alan genişliği değişiminin etkisi

t(sn)	fw5.0	fw2.5	fw1.0	p
mf1.8	171,6	263,7	516,3	<u>0,000</u>
mf2.0	171,4	263,6	516,3	<u>0,000</u>
mf2.2	171,6	263,6	516,4	<u>0,000</u>
mf2.4	171,5	263,6	554,5	<u>0,000</u>

Tablo 4.92'den görüleceği üzere çoklu karşılaştırmalarda seçili MF değerlerinde FW değişiminin tedavi süresine istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde etki ediyor ($p<0,01$). Şu durumda her MF değerinde FW: 5.0 cm seçimleri tedavi süresi en düşük süre olarak gözlenmektedir.

5. TARTIŞMA

Bu çalışmada hedef hacme optimum doz verilirken, çevresindeki kritik organları en iyi şekilde korumak amacı ile 10 farklı prostat hastasının her biri için 48 adet planlama yapılmıştır. Planlamaların tümünde hedef hacme 38 fraksiyondan 76 Gy doz verilmiştir. Bu çalışmada oluşturulan PTV'nin %95'i 76 Gy alacak şekilde sardırılır iken D_1 (PTV'nin %1'inin alacağı doz) $< 81,3$ Gy olacak şekilde planlamalar yapılmıştır. Her planlama için 1000 optimizasyon sonunda kritik organlar da PTV doz sarımını bozmayacak şekilde optimum değerde korunmaya çalışılmıştır.

5.1 Cihaz İçi Parametrelerin CN Üzerindeki Etkisinin Değerlendirilmesi

Bu çalışmada optimum parametre setini tanımlayabilmek için, DVH analizlerinden elde edilen verilerle hesaplanan uyumluluk katsayısına (CN) pitchin (P) etkisi incelendiğinde ise FW=5.0 cm için en yüksek uyumluluk sayısı P=0.172 değerinde görülmüştür. Yapılan istatistiksel analizlerin sonucunda, seçili MF değerlerindeki hiç bir P değişimi CN üzerinde anlamlı bir farklılık oluşturmadığı gözlenmiştir. FW=2.5 cm için küçük P değerleri (0.215 - 0.172) büyük P değerlerine göre daha yüksek CN değeri vermektedir. İstatistiksel açıdan, seçili her MF değerinde P=0.215 ve 0.172 fark oluşturmamaktadırlar. Bu durumda iki değerden biri seçilebilir. FW=1.0 cm iken kategorize edilemeyen değerlerle karşı karşıya kalınmıştır. En yüksek CN değerleri sadece MF:2.0 ve 2.4 için P=0.430 değeri ile elde ediliyorken, MF=1.8 için P=0.172, MF=2.2 içinse P=0.215 değeri ile elde edilmektedir. Alternatif değerleri de analize katarsak seçili her MF değeri için yüksek CN değerleri P=0.430 ile elde edildiği söylenebilir.

CN üzerine etkiyen bir diğer parametre de MF parametresidir. FW=5.0 cm iken P=0.172 değeri hariç diğer P değerlerinde MF değişimi yapmak, CN değeri üzerinde istatistiksel anlamda bir farklılık oluşturmamaktadır. Tüm seçili P değerlerinde en yüksek CN değeri MF=2.2 ve 2.4 iken elde edilmiştir. FW=2.5 cm iken seçili tüm P değerlerinde en yüksek CN sayısı MF=2.4 iken elde edilmiştir. İstatistiksel olarak MF=2.2 değeri, MF=2.4 değeri ile anlamlı bir farklılık oluşturmadığından alternatif olarak seçilebilir. FW=1.0 cm iken P=0.430 değeri

hariç, diğer seçili P değerlerinde en yüksek CN değeri MF=2.2 iken elde edilmiştir. Bu alan genişliğinde MF değişimi istatistiksel olarak anlamlı farklılık oluşturmadığından herhangi bir P değeri seçilebilir. Artan MF değeri ile CN değeri de artmaktadır ve analizlerden çıkan sonuçlara göre MF=2.2 ve ya 2.4 değerleri seçilebilir. Bununla birlikte MF değerinin artması PTV üzerinde daha çok doz hakimiyeti sağlamakla birlikte, kritik organlara da dikkat edilmelidir. Bu hakimiyetin neticesinde kritik organlarda sıcak nokta veya doz bölgeleri oluşabilir. Bu sebepten ötürü PTV ile vücut arasına bir veya bir kaç yapı çizilerek kritik organlar üzerinde istenmeyen sıcak nokta veya doz bölgelerinin de kontrolü sağlanmış olunur (48).

Analizlerden FW değeri, CN değeri üzerine en büyük etki eden parametre olarak göze çarpmaktadır. En yüksek CN değeri ise FW=1.0 cm ile gözlemlenirken, FW=5.0 cm ve FW=2.5 cm ile elde edilen tüm CN değerlerinin ortalamasından sırasıyla %9 ve %4 daha yüksek değerler elde edilmiştir. CN değeri, düşen FW değeri ile ters orantılı bir şekilde artmaktadır (65-67). Prokic ve ark. (68)yaptıkları yayında FW=1.0 cm seçili iken, intrafraksiyon prostat hareketinden kaynaklanan durumlarda, PTV üzerinde sıcak veya soğuk noktalar oluşabileceğini açıklamışlardır.

5.2 Cihaz İçi Parametrelerin HI Üzerindeki Etkisinin Değerlendirilmesi

Bu çalışmada optimum parametre setine karar verilebilmesi için bir diğer analiz metodu da homojenlik indeksi (HI) karşılaştırılmasıdır ve de HI üzerinde P'nin etkisi analiz edilmiştir. FW=5.0 cm iken seçili her MF değerinde en iyi HI değeri P=0.172 ile elde edilmiştir. Düşük MF değerlerinde (1.8 - 2.0) P=0.172 seçimi istatistiksel olarak anlamlı farklılık oluşturmasına rağmen, yüksek MF değerlerinde (2.2 - 2.4) herhangi bir P değeri seçilebilir. FW=2.5 cm için MF=2.4 değeri hariç seçili tüm MF değerlerinde en iyi HI değeri P=0.215 iken elde edilmiştir. Düşük MF değerlerinde (1.8 - 2.0) P=0.215 seçimi istatistiksel olarak diğer P seçimlerine göre anlamlı farklılık oluştururken, yüksek MF değerlerinde (2.2 - 2.4) herhangi bir P seçildiğinde istatistiksel olarak bir farklılık olmamaktadır. FW=1.0 cm için seçili her MF değeri için en iyi HI değeri P=0.430 ile elde edilmiştir.

HI üzerinde MF etkisi incelendiğinde ise FW=5.0 cm ve 2.5 cm için her seçili P değerinde en iyi HI değeri MF=2.4 ile elde edilmiştir. FW=1.0 cm iken seçili

$P=0.430$ değerinde en iyi HI MF=2.4 iken elde edilirken diğer P değerlerinde MF=2.2 veya 2.4 seçilmesi istatistiksel olarak bir farklılık oluşturmamaktadır.

HI değerine etkiyen bir başka parametre ise FW değerleridir. FW=1.0 cm iken en iyi HI değeri elde edilmiştir. FW değeri azaldıkça HI değeri, istenilen durum olan 0 rakamına daha da yaklaşmaktadır (67, 69).

De Kerf ve ark. (70)yaptıkları yayında HI, P değerinin düşmesi ve MF değerinin artmasıyla daha iyi sonuçlara erişildiğini bildirmişlerdir. Bu çalışmada da yayını destekler nitelikte FW=5.0 cm için düşük P ve yüksek MF değerleri setleri ile en iyi HI değerleri elde edilmiştir. Ayrıca FW=2.5cm iken $P=0.215$ değerinde, FW=1.0cm ikense $P=0.430$ değerinde en iyi HI değerleri hesaplanmıştır. Bu sonuçlardan HI için, FW değeri ile P değerinin ters orantılı oldukları söylenebilir.

5.3 Cihaz İçi Parametrelerin Kritik Organlar Üzerindeki Etkisinin Değerlendirilmesi

Parametre setini öngörebilmek için bir başka veri analizi de kritik organların hacim olarak yüzde kaçının belirlenen dozları aldığı da incelenmiştir. Yapılan analizler ışığında rektumun V_{75} , V_{60} ve V_{40} hacim değerleri ile mesanenin V_{70} ve V_{50} değerlerine FW, P ve MF değerlerinin nasıl etki ettikleri incelenmiştir.

MF'nin kritik organların hacim olarak yüzde kaçının belirlenen dozları aldığı etkisi incelenmiştir. Yapılan analizler sonucunda yüksek doz alan hacim değerlerinin seçili P değerlerin farklarının ortalamaları 0.7 - 3.6 cc arasında değiştiği hesaplanmıştır. Skorska ve ark. (48)MF değerinin artması ile enine düzlemde, düşük ve orta doz bölgelerini şekillendirmede daha etkin olduğunu söylemişlerdir. Yapılan çalışmada da bu durumu destekler sonuçlar elde edilmiştir. Ayrıca MF değişimi yüksek doz bölgesi için etkin bir değişiklik oluşturmadığı gözlenmiştir. Bunun nedeni ise kirik oranlar ile hedef hacmin kesiştiği bölgelere denk gelmesinden kaynaklanmaktadır.

FW değerinin etkisi, kritik organların hacim olarak yüzde kaçının belirlenen dozları aldığına katkısı en büyüktür. Skorska ve ark. (48)ile Cao ve ark. (71)yapmış

oldukları çalışmalardaki gibi, en düşük V_x hacim değerleri FW=1.0 cm ile elde edilmiştir.

Skorska ve ark. (48)yaptıkları yayında P değerinin 0.430'dan 0.107'ye değişiminde diğer parametrelere göre D_{20} değerinde en düşük farkı (mesane için %2.67 rektum için %2.77) elde etmişler. Yapılan bu çalışmada da P'nin kritik organların yüksek doz alan hacimlerine üzerindeki etkisi en fazla 0.6 cc'lik bir fark oluşturduğu gözlenmemekle birlikte genel olarak en fazla 0.9 cc'lik bir fark oluşturduğu gözlenmiştir. Bu çıkarımlardan P değerinin değişimi kritik organlar üzerinde etkisinin diğer parametre setlerine göre çok düşük olduğu söylenebilir.

Tüm bu data analiz ve sonuçlar göz önüne alındığında, FW=2.5 cm değeri seçimi optimum değer olarak öne çıkmaktadır. FW=1.0 cm iken en iyi CN ve HI değerleri ile en iyi V_x hacim değerleri elde edilmiş olunmasına rağmen tedavi süresinin çok uzun olması sebebiyle, rutin klinik işleyişinde aksaklık çıkarabilme olasılığı ile hastaların genellikle ileri yaş grubu olmasından kaynaklanabilen çabuk sıkılabilmeleri ve hareketlenebilme olasılıkları yüzünden önerilmemektedir. Bunun dışında FW=5.0 cm ile tedavi süresi çok kısalmasına rağmen boylamsal yönde sağlıklı doku ve ya kritik organlar daha yüksek doz almaktadırlar. Bu durum TPS'de gözle görüldüğü gibi analizlerin FW=5.0 cm'de en yüksek V_x hacim değerlerini vermesi de bu gözlemin kanıtı niteliğindedir. FW=5.0 cm seçeneği, klostrifobisi olan hastalar gibi hastaların psikolojik ve ruhsal durumu göz önüne alındığında uygun bir seçim olarak önerilebilir.

Yine data analizleri ve sonuçlar eşliğinde MF=2.4 değeri seçimi bir adım öne çıkmaktadır. CN, HI ve V_x hacim değerlerinde en iyi sonuçlar elde edilmiştir. Tedavi süresi ise bu olumlu değerlere zıt olarak artmıştır. Tedavilerin öncelikli amacı tümöre etki etmek, ardından ise kritik organların aldıkları dozları olabildiğince minimize etmektir. Tedavi süresi ise yine önemli olmakla birlikte bu iki temel durumdan sonra ilgilenilmesi gereken bir olaydır. MF değerini artırmak PTV üzerinde kontrolü de artırırken kritik organlar üzerinde istenmeyen dozlar gözlenebilmektedir. MF=2.4 değeri ile prostat bezi tedavisi için yeterli bir değer olduğu gözlenmekle birlikte daha kompleks durumlarda MF değerinin artırılması da literatürde gözlenmiştir (10, 48).

CN, HI ve kritik organların V_x hacim değerleri için en iyi P değeri ise 0.172 ile elde edilirken, tedavi süresi de en uzun yine bu değerle elde edilmiştir. Literatürde bulunan (67, 70, 72, 73)çalışmaları da göz önünde bulundurularak P=0.215 değeri her durum için optimum değer olarak önerilebilir.

5.4 Cihaz İçi Parametrelerin Tedavi Süresi Üzerindeki Etkisinin Değerlendirilmesi

Yapılan bu çalışmada en kısa tedavi süresi (t) FW=5.0 cm'de; en uzun tedavi süresi de FW=1.0 cm'de iken elde edilmiştir. Aynı parametre setlerinde $t_{FW=5.0cm}$ ile $t_{FW=2.5cm}$ arasında 1-1.5 dakika fark varken, Cao ve ark. (71) ile Skorska ve ark. (48)yaptıkları yayınlarında da belirttikleri gibi, yapılan bu çalışmada da $t_{FW=1.0cm}$, $t_{FW=5.0cm}$ 'in yaklaşık 3 katına denk gelmektedir.

Tedavi süresine P'nin etkisi incelendiğinde ise FW=5.0 cm ve FW=2.5 cm için düşük MF değerlerinde (1.8 - 2.0) P=0.430 ile 0.287 arasında anlamlı fark bulunmazken, MF arttıkça (2.2 - 2.4) bu değerlerin yanına P=0.215 değeri de eklenebilmektedir. FW=1.0 cm içinse MF=2.4 değeri hariç P:0.430, 0.287 ve 0.215 arasında anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır. MF=2.4 iken hiç bir P değeri istatistiksel olarak bir farklılık oluşturmadığından her hangi bir değer seçilebilmektedir. Cao ve ark. (71)yaptıkları yayında P değişiminin (0.172'den 0.430'a kadar) t üzerinde önemli bir düşüş sağlamadığını fakat PTV indekslerinden ödün verildiğini açıklamışlardır. Bu çalışmada ise yapılan analizler sonucu P=0.172'den 0.215'e geçişinin t üzerinde anlamlı farklılıklar gözlenirken (FW=1.05, MF=2.2 - 2.4 hariç), 0.287'den 0.430'a geçişinde ise anlamlı farklılık gözlenmemiştir. Bu nedenle P değerinin düşük olduğu durumlarda t üzerinde etkisi vardır sonucu çıkarılabilir. Skorska ve ark. (48)yaptıkları yayında da benzer bir durum olan P=0.107 değerinin t değerini artırdığını açıklamışlardır.

MF'nin tedavi süresine etkisi incelendiğinde ise FW=5.0 cm ve 2.5 cm için yüksek P değerlerinde (0.430 - 0.287) her MF değişimi anlamlı bir farklılık oluşturmaktadır. En düşük t ise MF:1.8 iken elde edilirken istatistiksel olarak bir alternatif görünmemektedir. P:0.172 iken hiç bir MF değişimi tedavi süresinin değişimine bir etki göstermemektedir. İstatistiksel olarak da her hangi bir anlamlı

farklılık bulunmamaktadır. P:0.215 iken MF:1.8 ve 2.0 iken en düşük değerler elde edilmiş olup birbirlerinin yerine alternatif olarak kullanılabilirler. FW=1.0 cm içinse P:0.172 değeri hariç seçili tüm P değerlerinde MF değişimi istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık göstermektedir ve en düşük tedavi süresi MF:1.8 ile elde edilmiştir. P:0.172 değerinde ise MF:1.8, 2.0, 2.2 seçimlerinde en düşük tedavi süreleri elde edilmiştir ve istatistiksel olarak bir farklılık bulunmadığı gibi değerler birbirleriyle neredeyse aynıdır.

De Kerf ve ark. (70) yapmış oldukları yayında dinamik çene (*jaw*) kullandıkları FW=5.0 cm için $P < 0.2$ iken tedavi süresinin MF seçiminden bağımsız olarak, sabit olduğunu bildirmişlerdir. Bu çalışmada ise statik çene kullanılan üç alan genişliğinde de (FW=1.0cm MF=2.4 seti hariç) $P = 0.172$ iken tedavi süresi yine MF değişiminden bağımsız olduğu bulunmuştur. Bu küçük P değerinde değişen MF değerlerinden bağımsız olarak tedavi süresinin sabit olduğu gözlenmiştir. Bu durum gantri periyodu ile açıklanabilir. Gantri periyot zamanı, 4.x versiyonlarda minimal değeri 12 saniyedir. Gantri periyot zamanı bu değere ulaştığında MF değerinin düşmesi ile gantri hızı daha fazla artamayacağından, rotasyon sayısındaki artışı dengeleyemeyecek böylece tedavi süresi değişmeyecek sadece doz dağılımı etkilenecektir ve kritik organlarda daha fazla doz birikecektir. Bu durum optimizasyon olasılıklarının aşılması olarak açıklanabilir (67, 70, 72, 73).

6. SONUÇLAR ve ÖNERİLER

1. Yapılan bu prostat tedavisi planlaması için optimal cihaz içi parametre belirlemesi çalışmasından elde edilen veriler ışığında FW parametresi tüm karşılaştırma ve analizlerde en etkin parametre olarak gözlenmektedir.
2. Veri ve analizler göz önüne alındığında FW=2.5 cm optimal değer olarak öne çıkmaktadır. Klinik rutinleri ile hastanın fiziksel ve ruhsal durumları da göz önüne alındığında FW=5.0 cm değeri de değerlendirilebilir.
3. MF parametresi ise P parametresine göre daha etkin bir parametre olup, doz şekillendirmede çok daha iyi olduğu gözlenmektedir. Tüm analizlerde optimal sonuç MF=2.4 ile elde edilmiştir.
4. P parametresinin en etkin olduğu durum cihazın gantri periyot süresine etkisidir. Burada planlamayı yapan kişi P parametresi dikkatli seçmelidir.
5. Bu çalışmada kullanılan TPS 4.x versiyonunda minimum gantri periyot süresine P=0.215 ile girilmiştir ve P parametresi daha da düşürüldüğünde tedavi süresi artmış ve MF değişiminden bağımsız kalmıştır. Optimal değer P=0.215 ile elde edilmektedir.
6. Çok daha fazla prostat hastası tedavi planlamaları ile istatistiksel olarak daha güçlü bir çalışma elde edilebilir. Bunu da aynı versiyon Tomoterapi HI-ART YART cihazı bulunan merkezlerle ortak bir çalışma ile yapmak mümkündür. Bu çalışma, hastaların sistemden bulunmasında ve sistemden dışarı aktarılmasında yaşanan teknik olumsuzluklardan dolayı 10 hasta ile sınırlandırılmak durumunda kalmıştır.
7. Çalışmadaki alan boyutu parametresinin karşılaştırılmasında istatistiksel güç yüksek iken modülasyon faktörü ve pitch parametreleri karşılaştırılmalarında ise yeterli istatistiksel güç elde edilememiştir. Bunun sebepleri ise cihazın optimizasyon olasılıklarının aşılması ya da reçete edilen doza yakın doz değerlerinin analizleri olarak belirtilebilir.

7. KAYNAKLAR

1. Torre LA, Bray F, Siegel RL, Ferlay J, Lortet-Tieulent J, Jemal A. Global cancer statistics, 2012. *CA: a cancer journal for clinicians*. 2015;65(2):87-108.
2. Siegel RL, Miller KD, Jemal A. Cancer statistics, 2015. *CA: a cancer journal for clinicians*. 2015;65(1):5-29.
3. Eskiçorapçı SY, Bolat D. Düşük-orta risk prostat kanserinde tedavi seçenekleri. *Üroonkoloji Bülteni*. 2013;12(2):80-5.
4. Ezzell GA, Galvin JM, Low D, Palta JR, Rosen I, Sharpe MB, et al. Guidance document on delivery, treatment planning, and clinical implementation of IMRT: Report of the IMRT subcommittee of the AAPM radiation therapy committee. *Medical Physics*. 2003;30(8):2089.
5. Mackie TR, Holmes T, Swerdloff S, Reckwerdt P, Deasy JO, Yang J, et al. Tomotherapy: a new concept for the delivery of dynamic conformal radiotherapy. *Medical Physics*. 1993;20(6):1709-19.
6. Galvin JM, Ezzell G, Eisbrauch A, Yu C, Butler B, Xiao Y, et al. Implementing IMRT in clinical practice: a joint document of the American Society for Therapeutic Radiology and Oncology and the American Association of Physicists in Medicine. *International Journal of Radiation Oncology*Biology*Physics*. 2004;58(5):1616-34.
7. Bijdekerke P, Verellen D, Tournel K, Vinh-Hung V, Somers F, Bieseman P, et al. TomoTherapy: Implications on daily workload and scheduling patients. *Radiotherapy and Oncology*. 2008;86(2):224-30.
8. Grigorov G, Kron T, Wong E, Chen J, Sollazzo J, Rodrigues G. Optimization of helical tomotherapy treatment plans for prostate cancer. *Phys Med Biol*. 2003;48(13):1933-43.
9. Langen KM, Lu W, Ngwa W, Willoughby TR, Chauhan B, Meeks SL, et al. Correlation between dosimetric effect and intrafraction motion during prostate treatments delivered with helical tomotherapy. *Phys Med Biol*. 2008;53(24):7073-86.
10. Fiorino C, Alongi F, Broggi S, Cattaneo GM, Cozzarini C, Di Muzio N, et al. Physics aspects of prostate tomotherapy: planning optimization and image-guidance issues. *Acta oncologica (Stockholm, Sweden)*. 2008;47(7):1309-16.
11. Yartsev S, Kron T, Van Dyk J. Tomotherapy as a tool in image-guided radiation therapy (IGRT): theoretical and technological aspects. *Biomedical imaging and intervention journal*. 2007;3(1):e16.
12. Yuen J, Rodrigues G, Trenka K, Coad T, Yartsev S, D'Souza D, et al. Comparing two strategies of dynamic intensity modulated radiation therapy (dIMRT) with 3-dimensional conformal radiation therapy (3DCRT) in the hypofractionated treatment of high-risk prostate cancer. *Radiation oncology (London, England)*. 2008;3:1.
13. Feuvret L, Noel G, Mazon JJ, Bey P. Conformity index: a review. *International journal of radiation oncology, biology, physics*. 2006;64(2):333-42.

14. Riet Avt, Mak ACA, Moerland MA, Elders LH, van der Zee W. A conformation number to quantify the degree of conformality in brachytherapy and external beam irradiation: Application to the prostate. *International Journal of Radiation Oncology*Biology*Physics*. 1997;37(3):731-6.
15. Kataria T, Sharma K, Subramani V, Karrthick KP, Bisht SS. Homogeneity Index: An objective tool for assessment of conformal radiation treatments. *Journal of medical physics / Association of Medical Physicists of India*. 2012;37(4):207-13.
16. Dearnaley DP, Khoo VS, Norman AR, Meyer L, Nahum A, Tait D, et al. Comparison of radiation side-effects of conformal and conventional radiotherapy in prostate cancer: a randomised trial. *The Lancet*. 1999;353(9149):267-72.
17. Koper PC, Stroom JC, van Putten WL, Korevaar GA, Heijmen BJ, Wijnmaalen A, et al. Acute morbidity reduction using 3DCRT for prostate carcinoma: a randomized study. *International journal of radiation oncology, biology, physics*. 1999;43(4):727-34.
18. Khan FM. *The Physics Of Radiation Therapy*. 2003.
19. Committee ART, Boyer A. *Basic applications of multileaf collimators: American Association of Physicists in Medicine*; 2001.
20. Kubo HD, Wilder RB, Pappas CTE. Impact of collimator leaf width on stereotactic radiosurgery and 3D conformal radiotherapy treatment plans. *International Journal of Radiation Oncology*Biology*Physics*. 1999;44(4):937-45.
21. Zelefsky MJ, Chan H, Hunt M, Yamada Y, Shippy AM, Amols H. Long-term outcome of high dose intensity modulated radiation therapy for patients with clinically localized prostate cancer. *The Journal of urology*. 2006;176(4 Pt 1):1415-9.
22. Jani AB, Su A, Correa D, Gratzle J. Comparison of late gastrointestinal and genitourinary toxicity of prostate cancer patients undergoing intensity-modulated versus conventional radiotherapy using localized fields. *Prostate cancer and prostatic diseases*. 2007;10(1):82-6.
23. De Meerleer GO, Vakaet LAML, De Gerssem WRT, De Wagter C, De Naeyer B, De Neve W. Radiotherapy of prostate cancer with or without intensity modulated beams: a planning comparison. *International Journal of Radiation Oncology*Biology*Physics*. 2000;47(3):639-48.
24. Rades D, Fehlaue F, Wroblesky J, Albers D, Schild SE, Schmidt R. Prognostic factors in head-and-neck cancer patients treated with surgery followed by intensity-modulated radiotherapy (IMRT), 3D-conformal radiotherapy, or conventional radiotherapy. *Oral oncology*. 2007;43(6):535-43.
25. De Meerleer GO, Fonteyne VH, Vakaet L, Villeirs GM, Denoyette L, Verbaeys A, et al. Intensity-modulated radiation therapy for prostate cancer: Late morbidity and results on biochemical control. *Radiotherapy and Oncology*. 2007;82(2):160-6.
26. Bindhu J, Supe S, Pawar Y. Intensity modulated radiotherapy (IMRT) the white, black and grey: a clinical perspective. *Reports of Practical Oncology & Radiotherapy*. 2009;14(3):95-103.

27. De Neve W, De Wagter C, De Jaeger K, Thienpont M, Colle C, Derycke S, et al. Planning and delivering high doses to targets surrounding the spinal cord at the lower neck and upper mediastinal levels: static beam-segmentation technique executed with a multileaf collimator. *Radiotherapy and Oncology*. 1996;40(3):271-9.
28. Malicki J. The importance of accurate treatment planning, delivery, and dose verification. *Reports of Practical Oncology & Radiotherapy*. 2012;17(2):63-5.
29. van Dieren EB, Nowak PJCM, Wijers OB, van Sörnsen de Koste JR, van der Est H, Binnekamp DP, et al. Beam intensity modulation using tissue compensators or dynamic multileaf collimation in three-dimensional conformal radiotherapy of primary cancers of the oropharynx and larynx, including the elective neck. *International Journal of Radiation Oncology*Biology*Physics*. 2000;47(5):1299-309.
30. Zelefsky MJ, Fuks ZVI, Hunt M, Lee HJ, Lombardi D, Ling CC, et al. High Dose Radiation Delivered By Intensity Modulated Conformal Radiotherapy Improves The Outcome Of Localized Prostate Cancer. *The Journal of urology*. 2001;166(3):876-81.
31. Aillères N, Azria D, Thézenas S, Barbier N, Fenoglietto P, Delard R, et al. Étude de faisabilité de radiothérapie de conformation avec modulation d'intensité dans les cancers localisés de la prostate. *Cancer/Radiothérapie*. 2004;8(2):59-69.
32. Chen MJ, Weltman E, Hanriot RM, Luz FP, Cecilio PJ, da Cruz JC, et al. Intensity modulated radiotherapy for localized prostate cancer: rigid compliance to dose-volume constraints as a warranty of acceptable toxicity? *Radiation oncology (London, England)*. 2007;2:6.
33. Malone S. Dose-escalated 3D conformal radiotherapy in prostate cancer. *Expert review of anticancer therapy*. 2004;4(4):663-8.
34. MacDonald-Jankowski DS, Orpe EC. Computed Tomography for oral and Maxillofacial Surgeons. Part 2: Cone-beam Computed Tomography. *Asian Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*. 2006;18(2):85-92.
35. Mackie TR. History of tomotherapy. *Physics in Medicine and Biology*. 2006;51(13):R427-R53.
36. Mundt AJ, Roeske JC. *Intensity Modulated Radiation Therapy: A Clinical Perspective*: BC Decker; 2005.
37. Sheng K, Molloy JA, Read PW. Intensity-modulated radiation therapy (IMRT) dosimetry of the head and neck: A comparison of treatment plans using linear accelerator-based IMRT and helical tomotherapy. *International Journal of Radiation Oncology*Biology*Physics*. 2006;65(3):917-23.
38. Papanikolaou N, He W, Vazquez Q LA, Gutierrez A, Stathakis S, Alkhatib H. MU-Tomo: Independent Dose Validation Software for Helical TomoTherapy. *Journal of Cancer Science & Therapy*. 2010;02(05):145-52.
39. Lissner S, Schubert K, Wiezorek T, Sterzing F, Herfarth K, Sroka-Perez G, et al. Investigations of peripheral dose for helical tomotherapy. *Zeitschrift für Medizinische Physik*. 2013;23(4):324-31.

40. Fenwick JD, Tomé WA, Jaradat HA, Hui SK, James JA, Balog JP, et al. Quality assurance of a helical tomotherapy machine. *Physics in Medicine and Biology*. 2004;49(13):2933-53.
41. Tomotherapy Treatment S. Tomo Planning Guide Version 4.2.x.91-9.
42. Schneider U, Hälgl RA, Hartmann M, Mack A, Storelli F, Joosten A, et al. Accuracy of out-of-field dose calculation of tomotherapy and cyberknife treatment planning systems: A dosimetric study. *Zeitschrift für Medizinische Physik*. 2014;24(3):211-5.
43. Webb S. *The Physics of Conformal Radiotherapy: Advances in Technology (PBK)*: CRC Press; 1997.
44. Webb S. *Intensity-modulated radiation therapy*: CRC Press; 2001.
45. Tomotherapy Treatment S. Tomo Planning Guide Version 4.2.x.115-6.
46. Kissick MW, Fenwick J, James JA, Jeraj R, Kapatoes JM, Keller H, et al. The helical tomotherapy thread effect. *Medical Physics*. 2005;32(5):1414.
47. Tomotherapy Treatment S. StatRT Guide Version 4.2.x.78,82-3.
48. Skorska M, Piotrowski T. Optimization of treatment planning parameters used in tomotherapy for prostate cancer patients. *Physica medica : PM : an international journal devoted to the applications of physics to medicine and biology : official journal of the Italian Association of Biomedical Physics*. 2013;29(3):273-85.
49. Halperin EC, Brady LW, Wazer DE, Perez CA. *Perez & Brady's Principles and Practice of Radiation Oncology*. Zelefsky MJ, Megan ED, Valicenti RK, editors: Lippincott Williams & Wilkins; 2013.
50. Michalski J, Purdy J, Bruner D, Amin M. A phase III randomized study of high dose 3D-CRT/IMRT versus standard dose 3D-CRT/IMRT in patients treated for localized prostate cancer. RTOG protocol. 2004;126.
51. Başol G. Bölüm III - Parametrik ve Parametrik Olmayan Testler. 2014.
52. Sümbüloğlu V, Akyüz K, Sümbüloğlu K. *Probleme Uygun Biyoistatistik Yöntemlerinin Seçilmesi: II. Özel Yöntemler*.
53. Kartal M. *Bilimsel Araştırmalarda Hipotez Testleri: Nobel Yayın Dağıtımı*; 2006.
54. Daniel WW. *Applied nonparametric statistics*: Boston (Mass.) : PWS-KENT; 1990.
55. Balcı A. *Sosyal Bilimlerde Araştırma, Yöntem, Teknik ve İlkeler*: Pegem Akademi Yayıncılık; 2006.
56. Karagöz Y. Nonparametrik Tekniklerin Güç ve Etkinlikleri. *Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi*. 2010;9(33).
57. Alpar R. *Spor, Sağlık ve Eğitim Bilimlerinden Örneklerle Uygulamalı İstatistik ve Geçerlik-Güvenirlilik*: Detay Yayıncılık; 2012.

58. Shaw E, Kline R, Gillin M, Souhami L, Hirschfeld A, Dinapoli R, et al. Radiation therapy oncology group: Radiosurgery quality assurance guidelines. *International Journal of Radiation Oncology*Biology*Physics*. 1993;27(5):1231-9.
59. van't Riet A, Mak AC, Moerland MA, Elders LH, van der Zee W. A conformation number to quantify the degree of conformality in brachytherapy and external beam irradiation: application to the prostate. *International journal of radiation oncology, biology, physics*. 1997;37(3):731-6.
60. Collins SP, Coppa ND, Zhang Y, Collins BT, McRae DA, Jean WC. CyberKnife radiosurgery in the treatment of complex skull base tumors: analysis of treatment planning parameters. *Radiation oncology (London, England)*. 2006;1:46.
61. Gong Y, Wang J, Bai S, Jiang X, Xu F. Conventionally-fractionated image-guided intensity modulated radiotherapy (IG-IMRT): a safe and effective treatment for cancer spinal metastasis. *Radiation oncology (London, England)*. 2008;3:11.
62. Semenenko VA, Reitz B, Day E, Qi XS, Miften M, Li XA. Evaluation of a commercial biologically based IMRT treatment planning system. *Med Phys*. 2008;35(12):5851-60.
63. Wang X, Zhang X, Dong L, Liu H, Gillin M, Ahamad A, et al. Effectiveness of noncoplanar IMRT planning using a parallelized multiresolution beam angle optimization method for paranasal sinus carcinoma. *International journal of radiation oncology, biology, physics*. 2005;63(2):594-601.
64. Wu Q, Mohan R, Morris M, Lauve A, Schmidt-Ullrich R. Simultaneous integrated boost intensity-modulated radiotherapy for locally advanced head-and-neck squamous cell carcinomas. I: dosimetric results. *International Journal of Radiation Oncology*Biology*Physics*. 2003;56(2):573-85.
65. Krause S, Beck S, Schubert K, Lissner S, Hui S, Herfarth K, et al. Accelerated large volume irradiation with dynamic Jaw/Dynamic Couch Helical Tomotherapy. *Radiation oncology (London, England)*. 2012;7:191.
66. Deveau MA, Bowen SR, Westerly DC, Jeraj R. Feasibility and sensitivity study of helical tomotherapy for dose painting plans. *Acta oncologica (Stockholm, Sweden)*. 2010;49(7):991-6.
67. Meyer P, Bouhours H, Dehaynin N, Jarnet D, Gantier M, Karamanoukian D, et al. The optimal tomotherapy treatment planning parameters for extremity soft tissue sarcomas. *Physica medica : PM : an international journal devoted to the applications of physics to medicine and biology : official journal of the Italian Association of Biomedical Physics*. 2015;31(5):542-52.
68. Prokic V, Geinitz H, Kneschaurek P. Reduction of dosimetric impact of intrafractional prostate motion during helical tomotherapy. *Strahlentherapie und Onkologie : Organ der Deutschen Rontgengesellschaft [et al]*. 2012;188(5):404-9.
69. Zhang X, Penagaricano J, Han EY, Morrill S, Hardee M, Liang X, et al. Dosimetric Comparison of Craniospinal Irradiation Using Different Tomotherapy Techniques. *Technology in cancer research & treatment*. 2015;14(4):440-6.
70. De Kerf G, Van Gestel D, Mommaerts L, Van den Weyngaert D, Verellen D. Evaluation of the optimal combinations of modulation factor and pitch for Helical

TomoTherapy plans made with TomoEdge using Pareto optimal fronts. *Radiation oncology (London, England)*. 2015;10:191.

71. Cao YJ, Lee S, Chang KH, Shim JB, Kim KH, Park YJ, et al. Patient performance-based plan parameter optimization for prostate cancer in tomotherapy. *Medical Dosimetry*. (0).

72. Ryczkowski A, Piotrowski T. Influence of the modulation factor on the treatment plan quality and execution time in Tomotherapy in head and neck cancer: In-phantom study. *Journal of cancer research and therapeutics*. 2013;9(4):618-23.

73. Westerly DC, Soisson E, Chen Q, Woch K, Schubert L, Olivera G, et al. Treatment planning to improve delivery accuracy and patient throughput in helical tomotherapy. *International journal of radiation oncology, biology, physics*. 2009;74(4):1290-7.

8. EKLER

EK 1: H.Ü. Tıp Fakültesi Radyasyon Onkolojisi ABD prostat kanseri YART Protokolü

HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ TIP FAKÜLTESİ RADYASYON ONKOLOJİSİ ANABİLİM DALI PROSTAT KANSERİ YART PROTOKOLÜ

HAZIRLIK:

- Tüm olgulara BT simülasyon yapılır. Simülasyon işleminden 30 dakika önce mesane ve rektum boşaltılır ve hasta 500 cc su içmeye başlar. Simülasyondan 20 dakika önce 50 cc IVKM uygulanır. Simülatörde hastanın immobilizasyonu sağlandıktan sonra prostat ve seminal vezikülleri (SV) içerecek şekilde 2.5 mm kalınlıklı kesitler alınır.

KONTURLAMA:

- **PROSTAT (mavi)** : Genitoüriner diyaframın 3mm üstünden itibaren konturlanır.
- **SEMİNAL VEZİKÜL (proksimal-turuncu, distal-açık mavi)** : proksimal SV - 1.5 cm'lik segmenti içerir.
- **FEMUR BAŞLARI (kahverengi & mor)** : Trokanter minörden itibaren konturlanır.
- **REKTUM (yeşil)** : Tuberosity of the schiumdan rektosigmoid bileşkeye kadar konturlanır.
- **MESANE (sarı)** : Tüm mesane konturlanır.
- **CTV** : Prostat ± proksimal/tüm SV (klinik evreye göre)
- **PTV76 (kırmızı)** : Prostat + proksimal SV - posteriordan 4 mm, her yöne 7 mm
- **PTV56 (pembe)** : Prostat + SV - posteriordan 4 mm, her yöne 7mm
- **Planlama PTV** : PTV + 1 mm
- Planlamaya başlamadan önce PTV'nin sigmoid veya ince bağırsak gibi kritik organlara yakınlığı kontrol edilir. Bu yapılara 76 Gy çizgisi en az 10 mm, 60 Gy çizgisi en az 5 mm uzaklıkta olmalıdır.

ALAN - ENERJİ:

- 8 alan (5-7 segment)
- Gantry açıları: 225°,260°,295°,330°,30°,65°,100°,135°
- 6 MV foton (kilolu hastalarda 18 MV - 260° & 100° olabilir)

TEDAVİ DOZU:

- Hormonal tedavi alıyorsa 2Gy x 37 fraksiyon
- Hormonal tedavi almıyorsa 2Gy x 38-39 fraksiyon
- Doz önce PTV'nin %100'üne normalize edilir. Hesaplama yapıldıktan sonra farklı bir izodoza tekrar normalize edilebilir (genellikle %95-98).

OPTİMİZASYON:

- PTV : 74-78 Gy
- Mesane : 40 Gy < %40
- Rektum : 40 Gy < %40
- Femur : 40 Gy < %40
- Perifer dozu < 50 Gy
- 30 Gy izodoz eğrisi konformal olmalı ve post. rektum < 30 Gy
- Rektal nokta doz < 80 Gy
- Rektosigmoid 76 Gy bölgesinden 10 mm uzak olmalı

EK 2: Friedman Testi İçin χ_R^2 Değerleri Tablosu

n	k=3		k=4		k=5	
	0,05	0,01	0,05	0,01	0,05	0,01
2	-	-	6,000	-	7,600	8,000
3	6,000	-	7,400	9,000	8,533	10,230
4	6,500	8,000	7,800	9,600	8,800	11,200
5	6,400	8,400	7,800	9,960	8,930	11,680
6	7,000	9,000	7,600	10,200	9,067	11,870
7	7,143	8,857	7,800	10,540	9,143	12,110
8	6,520	9,000	7,650	10,500	9,200	12,300
9	6,222	9,556	7,667	10,730	9,244	12,440
10	6,200	9,600	7,680	10,680		
11	6,545	9,445	7,691	10,750		
12	6,500	9,500	7,700	10,800		
13	6,615	9,385	7,800	10,850		
14	6,143	9,143	7,715	10,890		
15	6,400	8,933	7,720	10,920		
20	6,300	9,300	7,800	11,070		
25	6,080	8,960				
30	6,200	9,267				
35	6,171	9,314				
40	6,050	9,150				
45	6,178	9,244				
50	6,040	9,160				

EK 3: F Dağılımı Tablosu ($\alpha=0,05$)

Sd	1	2	3	4	5	6	8	12	24	60	∞
1	161	200	216	225	230	234	239	244	249	252	254
2	18,51	19,00	19,16	19,25	19,30	19,33	19,37	19,41	19,45	19,45	19,50
3	10,13	9,55	9,28	9,12	9,01	8,94	8,84	8,74	8,64	8,57	8,53
4	7,71	6,94	6,59	6,39	6,26	6,16	6,04	5,91	5,77	5,69	5,63
5	6,61	5,79	5,41	5,19	5,05	4,95	4,82	4,68	4,30	4,43	4,36
6	5,99	5,14	4,60	4,53	4,39	4,28	4,15	4,00	3,84	3,74	3,67
7	5,59	4,74	4,35	4,12	3,97	3,87	3,73	3,57	3,41	3,30	3,23
8	5,32	4,46	4,07	3,84	3,69	3,58	3,44	3,28	3,12	3,00	2,93
9	5,12	4,26	3,86	3,63	3,48	3,37	3,23	3,07	2,90	2,79	2,71
10	4,96	4,10	3,71	3,48	3,33	3,22	3,07	2,91	2,74	2,62	2,54
11	4,84	3,98	3,59	3,36	3,20	3,09	2,95	2,79	2,61	2,49	2,40
12	4,75	3,89	3,49	3,26	3,11	3,00	2,85	2,69	2,51	2,38	2,30
13	4,67	3,81	3,41	3,18	3,03	2,92	2,77	2,60	2,42	2,30	2,21
14	4,60	3,74	3,34	3,11	2,96	2,85	2,70	2,53	2,35	2,22	2,13
15	4,54	3,68	3,29	3,06	2,90	2,79	2,64	2,48	2,29	2,16	2,07
16	4,49	3,63	3,24	3,01	2,85	2,74	2,59	2,42	2,24	2,11	2,01
17	4,45	3,59	3,20	2,96	2,81	2,70	2,55	2,38	2,19	2,06	1,96
18	4,41	3,55	3,16	2,93	2,77	2,66	2,51	2,34	2,15	2,02	1,92
19	4,38	3,52	3,13	2,90	2,74	2,63	2,48	2,31	2,11	1,98	1,88
20	4,35	3,49	3,10	2,87	2,71	2,60	2,45	2,28	2,08	1,95	1,84
21	4,32	3,47	3,07	2,84	2,68	2,57	2,42	2,25	2,05	1,92	1,81
22	4,30	3,44	3,05	2,82	2,66	2,55	2,40	2,23	2,03	1,89	1,78
23	4,28	3,42	3,03	2,80	2,64	2,53	2,37	2,20	2,01	1,86	1,76
24	4,26	3,40	3,01	2,78	2,62	2,51	2,36	2,18	1,98	1,84	1,73
25	4,24	3,39	2,99	2,76	2,60	2,49	2,34	2,16	1,96	1,82	1,71
26	4,23	3,37	2,98	2,74	2,59	2,47	2,32	2,15	1,95	1,80	1,69
27	4,21	3,35	2,96	2,73	2,57	2,46	2,31	2,13	1,93	1,79	1,67
28	4,20	3,34	2,95	2,71	2,56	2,45	2,29	2,12	1,91	1,77	1,65
29	4,18	3,33	2,90	2,70	2,55	2,43	2,28	2,10	1,90	1,75	1,64
30	4,17	3,32	2,92	2,69	2,53	2,42	2,27	2,09	1,89	1,74	1,62
40	4,08	3,23	2,84	2,61	2,45	2,34	2,18	2,00	1,79	1,64	1,51
60	4,00	3,15	2,76	2,53	2,37	2,25	2,10	1,92	1,70	1,53	1,39
120	3,92	3,07	2,68	2,45	2,29	2,17	2,02	1,83	1,61	1,43	1,25
∞	3,84	3,00	2,60	2,37	2,21	2,10	1,94	1,75	1,52	1,32	1,00

EK 4: Wilcoxon Eşleştirilmiş İki Örnek Testi Tablosu

n	0,10	0,05	0,02	0,01	0,002
6	2	0			
7	3	2	0		
8	5	4	2	0	
9	8	6	3	2	
10	10	8	5	3	0
11	13	11	7	5	1
12	17	14	10	7	2
13	21	17	13	10	4
14	25	21	16	13	6
15	30	25	20	16	8
16	35	30	24	20	11
17	41	35	28	23	14
18	47	40	33	28	18
19	53	46	38	32	21
20	60	52	43	38	26
21	67	59	49	43	30
22	75	66	56	49	35
23	83	73	62	55	40
24	91	81	69	61	45
25	100	89	77	68	51
26	110	98	84	77	58
27	119	107	92	84	64
28	130	116	101	92	71

EK 5: Wilcoxon Testi Sonuçları

Tablo 5.1: FW 2,5 için Wilcoxon Testi sonucundaki p değerleri tablosu

	P:0.430 MF:2.0	P:0.287 MF:2.0	P:0.215 MF:2.0	P:0.172 MF:2.0		P:0.430 MF:2.2	P:0.287 MF:2.2	P:0.215 MF:2.2	P:0.172 MF:2.2
P:0.430 MF:2.0		0,185	0,575	0,093	P:0.430 MF:2.2		0,646	0,139	0,028
P:0.287 MF:2.0	0,185		0,009	0,005	P:0.287 MF:2.2	0,646		0,092	0,013
P:0.215 MF:2.0	0,575	0,009		0,093	P:0.215 MF:2.2	0,139	0,092		0,203
P:0.172 MF:2.0	0,093	0,005	0,093		P:0.172 MF:2.2	0,028	0,013	0,203	
	P:0.430 MF:2.4	P:0.287 MF:2.4	P:0.215 MF:2.4	P:0.172 MF:2.4					
P:0.430 MF:2.4		0,575	0,445	0,169					
P:0.287 MF:2.4	0,575		0,028	0,007					
P:0.215 MF:2.4	0,445	0,028		0,635					
P:0.172 MF:2.4	0,169	0,007	0,635						

Tablo 5.2: FW 2,5 cm için Wilcoxon Testi sonucundaki p değerleri tablosu

	P:0.430 MF:1.8	P:0.430 MF:2.0	P:0.430 MF:2.2	P:0.430 MF:2.4		P:0.287 MF:1.8	P:0.287 MF:2.0	P:0.287 MF:2.2	P:0.287 MF:2.4
P:0.430 MF:1.8		0,053	0,037	0,037	P:0.287 MF:1.8		0,074	0,041	0,037
P:0.430 MF:2.0	0,053		0,241	0,053	P:0.287 MF:2.0	0,074		0,028	0,017
P:0.430 MF:2.2	0,037	0,241		0,038	P:0.287 MF:2.2	0,041	0,028		0,203
P:0.430 MF:2.4	0,037	0,053	0,038		P:0.287 MF:2.4	0,037	0,017	0,203	
	P:0.215 MF:1.8	P:0.215 MF:2.0	P:0.215 MF:2.2	P:0.215 MF:2.4		P:0.172 MF:1.8	P:0.172 MF:2.0	P:0.172 MF:2.2	P:0.172 MF:2.4
P:0.215 MF:1.8		0,017	0,013	0,037	P:0.172 MF:1.8		0,017	0,013	0,017
P:0.215 MF:2.0	0,017		0,009	0,093	P:0.172 MF:2.0	0,017		0,013	0,037
P:0.215 MF:2.2	0,013	0,009		0,508	P:0.172 MF:2.2	0,013	0,013		0,308
P:0.215 MF:2.4	0,037	0,093	0,508		P:0.172 MF:2.4	0,017	0,037	0,308	

Tablo 5.3: FW 5,0 cm için Wilcoxon Testi sonucundaki p değerleri tablosu

	P:0.430 MF:1.8	P:0.287 MF:1.8	P:0.215 MF:1.8	P:0.172 MF:1.8
P:0.430 MF:1.8		0,646	0,139	0,721
P:0.287 MF:1.8	0,646		0,169	0,203
P:0.215 MF:1.8	0,139	0,169		0,005
P:0.172 MF:1.8	0,721	0,203	0,005	

Tablo 5.4: FW 1,0 cm için Wilcoxon Testi sonucundaki p değerleri tablosu

	P:0.430 MF:2.0	P:0.287 MF:2.0	P:0.215 MF:2.0	P:0.172 MF:2.0
P:0.430 MF:2.0		0,022	0,037	0,013
P:0.287 MF:2.0	0,022		0,959	0,017
P:0.215 MF:2.0	0,037	0,959		0,005
P:0.172 MF:2.0	0,013	0,017	0,005	

Tablo 5.5: FW 1,0 cm için Wilcoxon Testi sonucundaki p değerleri tablosu

	P:0.430 MF:1.8	P:0.430 MF:2.0	P:0.430 MF:2.2	P:0.430 MF:2.4		P:0.287 MF:1.8	P:0.287 MF:2.0	P:0.287 MF:2.2	P:0.287 MF:2.4
P:0.430 MF:1.8		0,005	0,005	0,009	P:0.287 MF:1.8		0,005	0,007	0,017
P:0.430 MF:2.0	0,005		0,017	0,022	P:0.287 MF:2.0	0,005		0,028	0,139
P:0.430 MF:2.2	0,005	0,017		0,047	P:0.287 MF:2.2	0,007	0,028		0,799
P:0.430 MF:2.4	0,009	0,022	0,047		P:0.287 MF:2.4	0,017	0,139	0,799	
	P:0.215 MF:1.8	P:0.215 MF:2.0	P:0.215 MF:2.2	P:0.215 MF:2.4		P:0.172 MF:1.8	P:0.172 MF:2.0	P:0.172 MF:2.2	P:0.172 MF:2.4
P:0.215 MF:1.8		0,007	0,013	0,017	P:0.172 MF:1.8		0,074	0,017	0,047
P:0.215 MF:2.0	0,007		0,017	0,059	P:0.172 MF:2.0	0,074		0,007	0,047
P:0.215 MF:2.2	0,013	0,017		0,386	P:0.172 MF:2.2	0,017	0,007		0,508
P:0.215 MF:2.4	0,017	0,059	0,386		P:0.172 MF:2.4	0,047	0,047	0,508	

Tablo 5.6: FW 2,5 cm için rektum V_{75} Wilcoxon Testi sonucundaki p değerleri tablosu

	P:0.430 MF:1.8	P:0.287 MF:1.8	P:0.215 MF:1.8	P:0.172 MF:1.8		P:0.430 MF:2.0	P:0.287 MF:2.0	P:0.215 MF:2.0	P:0.172 MF:2.0
P:0.430 MF:1.8		0,173	0,051	0,008	P:0.430 MF:2.0		0,203	0,005	0,007
P:0.287 MF:1.8	0,173		0,066	0,008	P:0.287 MF:2.0	0,203		0,007	0,005
P:0.215 MF:1.8	0,051	0,066		0,008	P:0.215 MF:2.0	0,005	0,007		0,009
P:0.172 MF:1.8	0,008	0,008	0,008		P:0.172 MF:2.0	0,007	0,005	0,009	
	P:0.430 MF:2.2	P:0.287 MF:2.2	P:0.215 MF:2.2	P:0.172 MF:2.2		P:0.430 MF:2.4	P:0.287 MF:2.4	P:0.215 MF:2.4	P:0.172 MF:2.4
P:0.430 MF:2.2		0,285	0,017	0,005	P:0.430 MF:2.4		0,013	0,013	0,005
P:0.287 MF:2.2	0,285		0,013	0,005	P:0.287 MF:2.4	0,013		0,015	0,005
P:0.215 MF:2.2	0,017	0,013		0,059	P:0.215 MF:2.4	0,013	0,015		0,005
P:0.172 MF:2.2	0,005	0,005	0,059		P:0.172 MF:2.4	0,005	0,005	0,005	

Tablo 5.7: FW 1,0 cm için rektum V_{75} Wilcoxon Testi sonucundaki p değerleri tablosu

	P:0.430 MF:1.8	P:0.287 MF:1.8	P:0.215 MF:1.8	P:0.172 MF:1.8		P:0.430 MF:2.0	P:0.287 MF:2.0	P:0.215 MF:2.0	P:0.172 MF:2.0
P:0.430 MF:1.8		0,017	0,009	0,005	P:0.430 MF:2.0		0,508	0,022	0,009
P:0.287 MF:1.8	0,017		0,262	0,037	P:0.287 MF:2.0	0,508		0,017	0,005
P:0.215 MF:1.8	0,009	0,262		0,110	P:0.215 MF:2.0	0,022	0,017		0,005
P:0.172 MF:1.8	0,005	0,037	0,110		P:0.172 MF:2.0	0,009	0,005	0,005	
	P:0.430 MF:2.2	P:0.287 MF:2.2	P:0.215 MF:2.2	P:0.172 MF:2.2		P:0.430 MF:2.4	P:0.287 MF:2.4	P:0.215 MF:2.4	P:0.172 MF:2.4
P:0.430 MF:2.2		0,047	0,005	0,047	P:0.430 MF:2.4		0,110	0,008	0,110
P:0.287 MF:2.2	0,047		0,028	0,093	P:0.287 MF:2.4	0,110		0,008	0,110
P:0.215 MF:2.2	0,005	0,028		0,407	P:0.215 MF:2.4	0,008	0,008		0,678
P:0.172 MF:2.2	0,047	0,093	0,407		P:0.172 MF:2.4	0,110	0,110	0,678	

Tablo 5.8: FW 5,0 cm için rektum V_{60} Wilcoxon Testi sonucundaki p değerleri tablosu

	P:0.430 MF:1.8	P:0.287 MF:1.8	P:0.215 MF:1.8	P:0.172 MF:1.8		P:0.430 MF:2.0	P:0.287 MF:2.0	P:0.215 MF:2.0	P:0.172 MF:2.0
P:0.430 MF:1.8		0,721	0,445	0,074	P:0.430 MF:2.0		0,575	0,103	0,017
P:0.287 MF:1.8	0,721		0,575	0,007	P:0.287 MF:2.0	0,575		0,009	0,007
P:0.215 MF:1.8	0,445	0,575		0,022	P:0.215 MF:2.0	0,103	0,009		0,007
P:0.172 MF:1.8	0,074	0,007	0,022		P:0.172 MF:2.0	0,017	0,007	0,007	
	P:0.430 MF:2.2	P:0.287 MF:2.2	P:0.215 MF:2.2	P:0.172 MF:2.2		P:0.430 MF:2.4	P:0.287 MF:2.4	P:0.215 MF:2.4	P:0.172 MF:2.4
P:0.430 MF:2.2		0,114	0,333	0,013	P:0.430 MF:2.4		0,203	0,074	0,059
P:0.287 MF:2.2	0,114		0,799	0,074	P:0.287 MF:2.4	0,203		0,059	0,017
P:0.215 MF:2.2	0,333	0,799		0,005	P:0.215 MF:2.4	0,074	0,059		0,139
P:0.172 MF:2.2	0,013	0,074	0,005		P:0.172 MF:2.4	0,059	0,017	0,139	

Tablo 5.9: FW 2,5 cm için rektum V_{60} Wilcoxon Testi sonucundaki p değerleri tablosu

	P:0.430 MF:1.8	P:0.287 MF:1.8	P:0.215 MF:1.8	P:0.172 MF:1.8		P:0.430 MF:2.0	P:0.287 MF:2.0	P:0.215 MF:2.0	P:0.172 MF:2.0
P:0.430 MF:1.8		0,066	0,047	0,009	P:0.430 MF:2.0		0,508	0,139	0,022
P:0.287 MF:1.8	0,066		0,047	0,012	P:0.287 MF:2.0	0,508		0,007	0,005
P:0.215 MF:1.8	0,047	0,047		0,005	P:0.215 MF:2.0	0,139	0,007		0,005
P:0.172 MF:1.8	0,009	0,012	0,005		P:0.172 MF:2.0	0,022	0,005	0,005	
	P:0.430 MF:2.2	P:0.287 MF:2.2	P:0.215 MF:2.2	P:0.172 MF:2.2		P:0.430 MF:2.4	P:0.287 MF:2.4	P:0.215 MF:2.4	P:0.172 MF:2.4
P:0.430 MF:2.2		0,114	0,022	0,037	P:0.430 MF:2.4		0,017	0,005	0,005
P:0.287 MF:2.2	0,114		0,059	0,017	P:0.287 MF:2.4	0,017		0,139	0,013
P:0.215 MF:2.2	0,022	0,059		0,093	P:0.215 MF:2.4	0,005	0,139		0,005
P:0.172 MF:2.2	0,037	0,017	0,093		P:0.172 MF:2.4	0,005	0,013	0,005	

Tablo 5.10: FW 1,0 cm için rektum V_{60} Wilcoxon Testi sonucundaki p değerleri tablosu

	P:0.430 MF:1.8	P:0.287 MF:1.8	P:0.215 MF:1.8	P:0.172 MF:1.8		P:0.430 MF:2.0	P:0.287 MF:2.0	P:0.215 MF:2.0	P:0.172 MF:2.0
P:0.430 MF:1.8		0,314	0,059	0,013	P:0.430 MF:2.0		0,066	0,022	0,005
P:0.287 MF:1.8	0,314		0,541	0,059	P:0.287 MF:2.0	0,066		0,047	0,005
P:0.215 MF:1.8	0,059	0,541		0,015	P:0.215 MF:2.0	0,022	0,047		0,022
P:0.172 MF:1.8	0,013	0,059	0,015		P:0.172 MF:2.0	0,005	0,005	0,022	
	P:0.430 MF:2.2	P:0.287 MF:2.2	P:0.215 MF:2.2	P:0.172 MF:2.2		P:0.430 MF:2.4	P:0.287 MF:2.4	P:0.215 MF:2.4	P:0.172 MF:2.4
P:0.430 MF:2.2		0,022	0,005	0,074	P:0.430 MF:2.4		0,032	0,005	0,333
P:0.287 MF:2.2	0,022		0,008	0,110	P:0.287 MF:2.4	0,032		0,110	0,799
P:0.215 MF:2.2	0,005	0,008		0,110	P:0.215 MF:2.4	0,005	0,110		0,959
P:0.172 MF:2.2	0,074	0,110	0,110		P:0.172 MF:2.4	0,333	0,799	0,959	

Tablo 5.11: FW 5,0 cm için rektum V_{40} Wilcoxon Testi sonucundaki p değerleri tablosu

	P:0.430 MF:1.8	P:0.287 MF:1.8	P:0.215 MF:1.8	P:0.172 MF:1.8		P:0.430 MF:2.0	P:0.287 MF:2.0	P:0.215 MF:2.0	P:0.172 MF:2.0
P:0.430 MF:1.8		0,241	0,047	0,005	P:0.430 MF:2.0		0,285	0,013	0,005
P:0.287 MF:1.8	0,241		0,169	0,005	P:0.287 MF:2.0	0,285		0,007	0,005
P:0.215 MF:1.8	0,047	0,169		0,005	P:0.215 MF:2.0	0,013	0,007		0,005
P:0.172 MF:1.8	0,005	0,005	0,005		P:0.172 MF:2.0	0,005	0,005	0,005	
	P:0.430 MF:2.2	P:0.287 MF:2.2	P:0.215 MF:2.2	P:0.172 MF:2.2		P:0.430 MF:2.4	P:0.287 MF:2.4	P:0.215 MF:2.4	P:0.172 MF:2.4
P:0.430 MF:2.2		0,017	0,074	0,005	P:0.430 MF:2.4		0,017	0,013	0,005
P:0.287 MF:2.2	0,017		0,721	0,022	P:0.287 MF:2.4	0,017		0,114	0,007
P:0.215 MF:2.2	0,074	0,721		0,005	P:0.215 MF:2.4	0,013	0,114		0,037
P:0.172 MF:2.2	0,005	0,022	0,005		P:0.172 MF:2.4	0,005	0,007	0,037	

Tablo 5.12: FW 2,5 cm için rektum V_{40} Wilcoxon Testi sonucundaki p değerleri tablosu

	P:0.430 MF:1.8	P:0.287 MF:1.8	P:0.215 MF:1.8	P:0.172 MF:1.8		P:0.430 MF:2.0	P:0.287 MF:2.0	P:0.215 MF:2.0	P:0.172 MF:2.0
P:0.430 MF:1.8		0,959	0,047	0,022	P:0.430 MF:2.0		0,721	0,203	0,022
P:0.287 MF:1.8	0,959		0,059	0,009	P:0.287 MF:2.0	0,721		0,093	0,005
P:0.215 MF:1.8	0,047	0,059		0,005	P:0.215 MF:2.0	0,203	0,093		0,005
P:0.172 MF:1.8	0,022	0,009	0,005		P:0.172 MF:2.0	0,022	0,005	0,005	
	P:0.430 MF:2.2	P:0.287 MF:2.2	P:0.215 MF:2.2	P:0.172 MF:2.2		P:0.430 MF:2.4	P:0.287 MF:2.4	P:0.215 MF:2.4	P:0.172 MF:2.4
P:0.430 MF:2.2		0,139	0,013	0,059	P:0.430 MF:2.4		0,005	0,005	0,005
P:0.287 MF:2.2	0,139		0,092	0,005	P:0.287 MF:2.4	0,005		0,017	0,005
P:0.215 MF:2.2	0,013	0,092		0,074	P:0.215 MF:2.4	0,005	0,017		0,019
P:0.172 MF:2.2	0,059	0,005	0,074		P:0.172 MF:2.4	0,005	0,005	0,019	

Tablo 5.13: FW 1,0 cm için rektum V_{40} Wilcoxon Testi sonucundaki p değerleri tablosu

	P:0.430 MF:1.8	P:0.287 MF:1.8	P:0.215 MF:1.8	P:0.172 MF:1.8		P:0.430 MF:2.0	P:0.287 MF:2.0	P:0.215 MF:2.0	P:0.172 MF:2.0
P:0.430 MF:1.8		0,241	0,013	0,009	P:0.430 MF:2.0		0,047	0,007	0,005
P:0.287 MF:1.8	0,241		0,185	0,022	P:0.287 MF:2.0	0,047		0,007	0,005
P:0.215 MF:1.8	0,013	0,185		0,005	P:0.215 MF:2.0	0,007	0,007		0,012
P:0.172 MF:1.8	0,009	0,022	0,005		P:0.172 MF:2.0	0,005	0,005	0,012	
	P:0.430 MF:2.2	P:0.287 MF:2.2	P:0.215 MF:2.2	P:0.172 MF:2.2		P:0.430 MF:2.4	P:0.287 MF:2.4	P:0.215 MF:2.4	P:0.172 MF:2.4
P:0.430 MF:2.2		0,114	0,074	0,386	P:0.430 MF:2.4		0,059	0,005	0,285
P:0.287 MF:2.2	0,114		0,005	0,074	P:0.287 MF:2.4	0,059		0,008	0,878
P:0.215 MF:2.2	0,074	0,005		0,092	P:0.215 MF:2.4	0,005	0,008		0,959
P:0.172 MF:2.2	0,386	0,074	0,092		P:0.172 MF:2.4	0,285	0,878	0,959	

Tablo 5.14: FW 5,0 cm için mesane V_{70} Wilcoxon Testi sonucundaki p değerleri tablosu

	P:0.430 MF:1.8	P:0.287 MF:1.8	P:0.215 MF:1.8	P:0.172 MF:1.8		P:0.430 MF:2.0	P:0.287 MF:2.0	P:0.215 MF:2.0	P:0.172 MF:2.0
P:0.430 MF:1.8		0,022	0,028	0,005	P:0.430 MF:2.0		0,009	0,022	0,009
P:0.287 MF:1.8	0,022		0,262	0,007	P:0.287 MF:2.0	0,009		0,878	0,074
P:0.215 MF:1.8	0,028	0,262		0,009	P:0.215 MF:2.0	0,022	0,878		0,017
P:0.172 MF:1.8	0,005	0,007	0,009		P:0.172 MF:2.0	0,009	0,074	0,017	
	P:0.430 MF:2.2	P:0.287 MF:2.2	P:0.215 MF:2.2	P:0.172 MF:2.2		P:0.430 MF:2.4	P:0.287 MF:2.4	P:0.215 MF:2.4	P:0.172 MF:2.4
P:0.430 MF:2.2		0,013	0,017	0,005	P:0.430 MF:2.4		0,012	0,013	0,005
P:0.287 MF:2.2	0,013		0,203	0,037	P:0.287 MF:2.4	0,012		0,074	0,037
P:0.215 MF:2.2	0,017	0,203		0,022	P:0.215 MF:2.4	0,013	0,074		0,114
P:0.172 MF:2.2	0,005	0,037	0,022		P:0.172 MF:2.4	0,005	0,037	0,114	

Tablo 5.15: FW 2,5 cm için mesane V_{70} Wilcoxon Testi sonucundaki p değerleri tablosu

	P:0.430 MF:1.8	P:0.287 MF:1.8	P:0.215 MF:1.8	P:0.172 MF:1.8		P:0.430 MF:2.0	P:0.287 MF:2.0	P:0.215 MF:2.0	P:0.172 MF:2.0
P:0.430 MF:1.8		0,646	0,878	0,646	P:0.430 MF:2.0		0,508	0,153	0,028
P:0.287 MF:1.8	0,646		0,203	0,074	P:0.287 MF:2.0	0,508		0,074	0,005
P:0.215 MF:1.8	0,878	0,203		0,007	P:0.215 MF:2.0	0,153	0,074		0,005
P:0.172 MF:1.8	0,646	0,074	0,007		P:0.172 MF:2.0	0,028	0,005	0,005	
	P:0.430 MF:2.2	P:0.287 MF:2.2	P:0.215 MF:2.2	P:0.172 MF:2.2		P:0.430 MF:2.4	P:0.287 MF:2.4	P:0.215 MF:2.4	P:0.172 MF:2.4
P:0.430 MF:2.2		0,139	0,074	0,017	P:0.430 MF:2.4		0,285	0,093	0,014
P:0.287 MF:2.2	0,139		0,878	0,013	P:0.287 MF:2.4	0,285		0,037	0,007
P:0.215 MF:2.2	0,074	0,878		0,005	P:0.215 MF:2.4	0,093	0,037		0,139
P:0.172 MF:2.2	0,017	0,013	0,005		P:0.172 MF:2.4	0,014	0,007	0,139	

Tablo 5.16: FW 1,0 cm için mesane V_{70} Wilcoxon Testi sonucundaki p değerleri tablosu

	P:0.430 MF:1.8	P:0.287 MF:1.8	P:0.215 MF:1.8	P:0.172 MF:1.8		P:0.430 MF:2.0	P:0.287 MF:2.0	P:0.215 MF:2.0	P:0.172 MF:2.0
P:0.430 MF:1.8		0,260	0,203	0,445	P:0.430 MF:2.0		0,241	0,038	0,013
P:0.287 MF:1.8	0,260		0,013	0,074	P:0.287 MF:2.0	0,241		0,005	0,005
P:0.215 MF:1.8	0,203	0,013		0,074	P:0.215 MF:2.0	0,038	0,005		0,009
P:0.172 MF:1.8	0,445	0,074	0,074		P:0.172 MF:2.0	0,013	0,005	0,009	

	P:0.430 MF:2.4	P:0.287 MF:2.4	P:0.215 MF:2.4	P:0.172 MF:2.4
P:0.430 MF:2.4		0,007	0,022	0,009
P:0.287 MF:2.4	0,007		0,374	0,074
P:0.215 MF:2.4	0,022	0,374		0,041
P:0.172 MF:2.4	0,009	0,074	0,041	

Tablo 5.17: FW 5,0 cm için mesane V_{50} Wilcoxon Testi sonucundaki p değerleri tablosu

	P:0.430 MF:1.8	P:0.287 MF:1.8	P:0.215 MF:1.8	P:0.172 MF:1.8		P:0.430 MF:2.0	P:0.287 MF:2.0	P:0.215 MF:2.0	P:0.172 MF:2.0
P:0.430 MF:1.8		0,799	0,059	0,007	P:0.430 MF:2.0		0,093	0,333	0,017
P:0.287 MF:1.8	0,799		0,093	0,022	P:0.287 MF:2.0	0,093		0,799	0,114
P:0.215 MF:1.8	0,059	0,093		0,386	P:0.215 MF:2.0	0,333	0,799		0,059
P:0.172 MF:1.8	0,007	0,022	0,386		P:0.172 MF:2.0	0,017	0,114	0,059	

	P:0.430 MF:2.2	P:0.287 MF:2.2	P:0.215 MF:2.2	P:0.172 MF:2.2		P:0.430 MF:2.4	P:0.287 MF:2.4	P:0.215 MF:2.4	P:0.172 MF:2.4
P:0.430 MF:2.2		0,386	0,575	0,022	P:0.430 MF:2.4		0,445	0,169	0,013
P:0.287 MF:2.2	0,386		0,760	0,059	P:0.287 MF:2.4	0,445		0,878	0,074
P:0.215 MF:2.2	0,575	0,760		0,005	P:0.215 MF:2.4	0,169	0,878		0,022
P:0.172 MF:2.2	0,022	0,059	0,005		P:0.172 MF:2.4	0,013	0,074	0,022	

Tablo 5.18: FW 2,5 cm için mesane V_{50} Wilcoxon Testi sonucundaki p değerleri tablosu

	P:0.430 MF:1.8	P:0.287 MF:1.8	P:0.215 MF:1.8	P:0.172 MF:1.8		P:0.430 MF:2.0	P:0.287 MF:2.0	P:0.215 MF:2.0	P:0.172 MF:2.0
P:0.430 MF:1.8		0,074	0,386	0,386	P:0.430 MF:2.0		0,013	0,005	0,005
P:0.287 MF:1.8	0,074		0,139	0,074	P:0.287 MF:2.0	0,013		0,028	0,007
P:0.215 MF:1.8	0,386	0,139		0,074	P:0.215 MF:2.0	0,005	0,028		0,005
P:0.172 MF:1.8	0,386	0,074	0,074		P:0.172 MF:2.0	0,005	0,007	0,005	
	P:0.430 MF:2.2	P:0.287 MF:2.2	P:0.215 MF:2.2	P:0.172 MF:2.2		P:0.430 MF:2.4	P:0.287 MF:2.4	P:0.215 MF:2.4	P:0.172 MF:2.4
P:0.430 MF:2.2		0,007	0,037	0,008	P:0.430 MF:2.4		0,013	0,007	0,007
P:0.287 MF:2.2	0,007		0,721	0,047	P:0.287 MF:2.4	0,013		0,005	0,005
P:0.215 MF:2.2	0,037	0,721		0,028	P:0.215 MF:2.4	0,007	0,005		0,173
P:0.172 MF:2.2	0,008	0,047	0,028		P:0.172 MF:2.4	0,007	0,005	0,173	

Tablo 5.19: FW 1,0 cm için mesane V_{50} Wilcoxon Testi sonucundaki p değerleri tablosu

	P:0.430 MF:1.8	P:0.287 MF:1.8	P:0.215 MF:1.8	P:0.172 MF:1.8		P:0.430 MF:2.0	P:0.287 MF:2.0	P:0.215 MF:2.0	P:0.172 MF:2.0
P:0.430 MF:1.8		0,575	0,093	0,386	P:0.430 MF:2.0		0,139	0,047	0,005
P:0.287 MF:1.8	0,575		0,093	0,074	P:0.287 MF:2.0	0,139		0,262	0,005
P:0.215 MF:1.8	0,093	0,093		0,241	P:0.215 MF:2.0	0,047	0,262		0,011
P:0.172 MF:1.8	0,386	0,074	0,241		P:0.172 MF:2.0	0,005	0,005	0,011	
	P:0.430 MF:2.2	P:0.287 MF:2.2	P:0.215 MF:2.2	P:0.172 MF:2.2		P:0.430 MF:2.4	P:0.287 MF:2.4	P:0.215 MF:2.4	P:0.172 MF:2.4
P:0.430 MF:2.2		0,009	0,011	0,074	P:0.430 MF:2.4		0,005	0,005	0,005
P:0.287 MF:2.2	0,009		0,333	0,575	P:0.287 MF:2.4	0,005		0,919	0,444
P:0.215 MF:2.2	0,011	0,333		0,333	P:0.215 MF:2.4	0,005	0,919		0,059
P:0.172 MF:2.2	0,074	0,575	0,333		P:0.172 MF:2.4	0,005	0,444	0,059	

Tablo 5.20: FW 5,0 cm için rektum V_{75} Wilcoxon Testi sonucundaki p değerleri tablosu

	P:0.430 MF:1.8	P:0.430 MF:2.0	P:0.430 MF:2.2	P:0.430 MF:2.4		P:0.287 MF:1.8	P:0.287 MF:2.0	P:0.287 MF:2.2	P:0.287 MF:2.4
P:0.430 MF:1.8		0,721	0,114	0,037	P:0.287 MF:1.8		0,093	0,009	0,005
P:0.430 MF:2.0	0,721		0,074	0,074	P:0.287 MF:2.0	0,093		0,203	0,074
P:0.430 MF:2.2	0,114	0,074		0,074	P:0.287 MF:2.2	0,009	0,203		0,139
P:0.430 MF:2.4	0,037	0,074	0,074		P:0.287 MF:2.4	0,005	0,074	0,139	
	P:0.172 MF:1.8	P:0.172 MF:2.0	P:0.172 MF:2.2	P:0.172 MF:2.4		P:0.172 MF:1.8	P:0.172 MF:2.0	P:0.172 MF:2.2	P:0.172 MF:2.4
P:0.172 MF:1.8		0,169	0,037	0,015					
P:0.172 MF:2.0	0,169		0,083	0,005					
P:0.172 MF:2.2	0,037	0,083		0,153					
P:0.172 MF:2.4	0,015	0,005	0,153						

Tablo 5.21: FW 2,5 cm için rektum V_{75} Wilcoxon Testi sonucundaki p değerleri tablosu

	P:0.430 MF:1.8	P:0.430 MF:2.0	P:0.430 MF:2.2	P:0.430 MF:2.4		P:0.287 MF:1.8	P:0.287 MF:2.0	P:0.287 MF:2.2	P:0.287 MF:2.4
P:0.430 MF:1.8		0,386	0,169	0,114	P:0.287 MF:1.8		0,139	0,139	0,139
P:0.430 MF:2.0	0,386		0,008	0,007	P:0.287 MF:2.0	0,139		0,022	0,013
P:0.430 MF:2.2	0,169	0,008		0,017	P:0.287 MF:2.2	0,139	0,022		0,139
P:0.430 MF:2.4	0,114	0,007	0,017		P:0.287 MF:2.4	0,139	0,013	0,139	
	P:0.215 MF:1.8	P:0.215 MF:2.0	P:0.215 MF:2.2	P:0.215 MF:2.4		P:0.172 MF:1.8	P:0.172 MF:2.0	P:0.172 MF:2.2	P:0.172 MF:2.4
P:0.215 MF:1.8		0,092	0,022	0,017	P:0.172 MF:1.8		0,110	0,022	0,017
P:0.215 MF:2.0	0,092		0,009	0,009	P:0.172 MF:2.0	0,110		0,005	0,007
P:0.215 MF:2.2	0,022	0,009		0,017	P:0.172 MF:2.2	0,022	0,005		0,059
P:0.215 MF:2.4	0,017	0,009	0,017		P:0.172 MF:2.4	0,017	0,007	0,059	

Tablo 5.22: FW 1,0 cm için rektum V₇₅ Wilcoxon Testi sonucundaki p değerleri tablosu

	P:0.430 MF:1.8	P:0.430 MF:2.0	P:0.430 MF:2.2	P:0.430 MF:2.4		P:0.287 MF:1.8	P:0.287 MF:2.0	P:0.287 MF:2.2	P:0.287 MF:2.4
P:0.430 MF:1.8		0,093	0,074	0,074	P:0.287 MF:1.8		0,005	0,005	0,005
P:0.430 MF:2.0	0,093		0,005	0,005	P:0.287 MF:2.0	0,005		0,005	0,005
P:0.430 MF:2.2	0,074	0,005		0,005	P:0.287 MF:2.2	0,005	0,005		0,007
P:0.430 MF:2.4	0,074	0,005	0,005		P:0.287 MF:2.4	0,005	0,005	0,007	
	P:0.215 MF:1.8	P:0.215 MF:2.0	P:0.215 MF:2.2	P:0.215 MF:2.4		P:0.172 MF:1.8	P:0.172 MF:2.0	P:0.172 MF:2.2	P:0.172 MF:2.4
P:0.215 MF:1.8		0,017	0,005	0,005	P:0.172 MF:1.8		0,037	0,005	0,005
P:0.215 MF:2.0	0,017		0,007	0,005	P:0.172 MF:2.0	0,037		0,005	0,005
P:0.215 MF:2.2	0,005	0,007		0,028	P:0.172 MF:2.2	0,005	0,005		0,059
P:0.215 MF:2.4	0,005	0,005	0,028		P:0.172 MF:2.4	0,005	0,005	0,059	

Tablo 5.23: FW 5,0 cm için rektum V₆₀ Wilcoxon Testi sonucundaki p değerleri tablosu

	P:0.430 MF:1.8	P:0.430 MF:2.0	P:0.430 MF:2.2	P:0.430 MF:2.4		P:0.287 MF:1.8	P:0.287 MF:2.0	P:0.287 MF:2.2	P:0.287 MF:2.4
P:0.430 MF:1.8		0,093	0,059	0,059	P:0.287 MF:1.8		0,333	0,007	0,005
P:0.430 MF:2.0	0,093		0,005	0,007	P:0.287 MF:2.0	0,333		0,005	0,005
P:0.430 MF:2.2	0,059	0,005		0,037	P:0.287 MF:2.2	0,007	0,005		0,646
P:0.430 MF:2.4	0,059	0,007	0,037		P:0.287 MF:2.4	0,005	0,005	0,646	
	P:0.215 MF:1.8	P:0.215 MF:2.0	P:0.215 MF:2.2	P:0.215 MF:2.4		P:0.172 MF:1.8	P:0.172 MF:2.0	P:0.172 MF:2.2	P:0.172 MF:2.4
P:0.215 MF:1.8		0,093	0,017	0,013	P:0.172 MF:1.8		0,445	0,017	0,028
P:0.215 MF:2.0	0,093		0,007	0,005	P:0.172 MF:2.0	0,445		0,007	0,005
P:0.215 MF:2.2	0,017	0,007		0,022	P:0.172 MF:2.2	0,017	0,007		0,114
P:0.215 MF:2.4	0,013	0,005	0,022		P:0.172 MF:2.4	0,028	0,005	0,114	

Tablo 5.24: FW 2,5 cm için rektum V_{60} Wilcoxon Testi sonucundaki p değerleri tablosu

	P:0.430 MF:1.8	P:0.430 MF:2.0	P:0.430 MF:2.2	P:0.430 MF:2.4		P:0.287 MF:1.8	P:0.287 MF:2.0	P:0.287 MF:2.2	P:0.287 MF:2.4
P:0.430 MF:1.8		0,007	0,013	0,013	P:0.287 MF:1.8		0,017	0,074	0,009
P:0.430 MF:2.0	0,007		0,093	0,047	P:0.287 MF:2.0	0,017		0,092	0,013
P:0.430 MF:2.2	0,013	0,093		0,093	P:0.287 MF:2.2	0,074	0,092		0,022
P:0.430 MF:2.4	0,013	0,047	0,093		P:0.287 MF:2.4	0,009	0,013	0,022	
	P:0.215 MF:1.8	P:0.215 MF:2.0	P:0.215 MF:2.2	P:0.215 MF:2.4		P:0.172 MF:1.8	P:0.172 MF:2.0	P:0.172 MF:2.2	P:0.172 MF:2.4
P:0.215 MF:1.8		0,005	0,005	0,007	P:0.172 MF:1.8		0,007	0,028	0,011
P:0.215 MF:2.0	0,005		0,021	0,013	P:0.172 MF:2.0	0,007		0,169	0,022
P:0.215 MF:2.2	0,005	0,021		0,017	P:0.172 MF:2.2	0,028	0,169		0,009
P:0.215 MF:2.4	0,007	0,013	0,017		P:0.172 MF:2.4	0,011	0,022	0,009	

Tablo 5.25: FW 1,0 cm için rektum V_{60} Wilcoxon Testi sonucundaki p değerleri tablosu

	P:0.430 MF:1.8	P:0.430 MF:2.0	P:0.430 MF:2.2	P:0.430 MF:2.4		P:0.287 MF:1.8	P:0.287 MF:2.0	P:0.287 MF:2.2	P:0.287 MF:2.4
P:0.430 MF:1.8		0,013	0,005	0,005	P:0.287 MF:1.8		0,017	0,005	0,005
P:0.430 MF:2.0	0,013		0,005	0,005	P:0.287 MF:2.0	0,017		0,005	0,007
P:0.430 MF:2.2	0,005	0,005		0,074	P:0.287 MF:2.2	0,005	0,005		0,139
P:0.430 MF:2.4	0,005	0,005	0,074		P:0.287 MF:2.4	0,005	0,007	0,139	
	P:0.215 MF:1.8	P:0.215 MF:2.0	P:0.215 MF:2.2	P:0.215 MF:2.4		P:0.172 MF:1.8	P:0.172 MF:2.0	P:0.172 MF:2.2	P:0.172 MF:2.4
P:0.215 MF:1.8		0,005	0,005	0,005	P:0.172 MF:1.8		0,017	0,022	0,059
P:0.215 MF:2.0	0,005		0,005	0,007	P:0.172 MF:2.0	0,017		0,074	0,114
P:0.215 MF:2.2	0,005	0,005		0,110	P:0.172 MF:2.2	0,022	0,074		0,445
P:0.215 MF:2.4	0,005	0,007	0,110		P:0.172 MF:2.4	0,059	0,114	0,445	

Tablo 5.26: FW 5,0 cm için rektum V_{40} Wilcoxon Testi sonucundaki p değerleri tablosu

	P:0.430 MF:1.8	P:0.430 MF:2.0	P:0.430 MF:2.2	P:0.430 MF:2.4		P:0.287 MF:1.8	P:0.287 MF:2.0	P:0.287 MF:2.2	P:0.287 MF:2.4
P:0.430 MF:1.8		0,028	0,005	0,007	P:0.287 MF:1.8		0,022	0,005	0,007
P:0.430 MF:2.0	0,028		0,005	0,005	P:0.287 MF:2.0	0,022		0,005	0,005
P:0.430 MF:2.2	0,005	0,005		0,047	P:0.287 MF:2.2	0,005	0,005		0,074
P:0.430 MF:2.4	0,007	0,005	0,047		P:0.287 MF:2.4	0,007	0,005	0,074	
	P:0.215 MF:1.8	P:0.215 MF:2.0	P:0.215 MF:2.2	P:0.215 MF:2.4		P:0.172 MF:1.8	P:0.172 MF:2.0	P:0.172 MF:2.2	P:0.172 MF:2.4
P:0.215 MF:1.8		0,028	0,007	0,005	P:0.172 MF:1.8		0,028	0,005	0,005
P:0.215 MF:2.0	0,028		0,005	0,005	P:0.172 MF:2.0	0,028		0,005	0,005
P:0.215 MF:2.2	0,007	0,005		0,005	P:0.172 MF:2.2	0,005	0,005		0,028
P:0.215 MF:2.4	0,005	0,005	0,005		P:0.172 MF:2.4	0,005	0,005	0,028	

Tablo 5.27: FW 2,5 cm için rektum V_{40} Wilcoxon Testi sonucundaki p değerleri tablosu

	P:0.430 MF:1.8	P:0.430 MF:2.0	P:0.430 MF:2.2	P:0.430 MF:2.4		P:0.287 MF:1.8	P:0.287 MF:2.0	P:0.287 MF:2.2	P:0.287 MF:2.4
P:0.430 MF:1.8		0,005	0,005	0,005	P:0.287 MF:1.8		0,007	0,009	0,005
P:0.430 MF:2.0	0,005		0,047	0,007	P:0.287 MF:2.0	0,007		0,074	0,005
P:0.430 MF:2.2	0,005	0,047		0,005	P:0.287 MF:2.2	0,009	0,074		0,005
P:0.430 MF:2.4	0,005	0,007	0,005		P:0.287 MF:2.4	0,005	0,005	0,005	
	P:0.215 MF:1.8	P:0.215 MF:2.0	P:0.215 MF:2.2	P:0.215 MF:2.4		P:0.172 MF:1.8	P:0.172 MF:2.0	P:0.172 MF:2.2	P:0.172 MF:2.4
P:0.215 MF:1.8		0,005	0,005	0,005	P:0.172 MF:1.8		0,005	0,005	0,005
P:0.215 MF:2.0	0,005		0,005	0,005	P:0.172 MF:2.0	0,005		0,007	0,005
P:0.215 MF:2.2	0,005	0,005		0,005	P:0.172 MF:2.2	0,005	0,007		0,005
P:0.215 MF:2.4	0,005	0,005	0,005		P:0.172 MF:2.4	0,005	0,005	0,005	

Tablo 5.28: FW 1,0 cm için rektum V_{40} Wilcoxon Testi sonucundaki p değerleri tablosu

	P:0.430 MF:1.8	P:0.430 MF:2.0	P:0.430 MF:2.2	P:0.430 MF:2.4		P:0.287 MF:1.8	P:0.287 MF:2.0	P:0.287 MF:2.2	P:0.287 MF:2.4
P:0.430 MF:1.8		0,005	0,005	0,005	P:0.287 MF:1.8		0,005	0,005	0,005
P:0.430 MF:2.0	0,005		0,005	0,005	P:0.287 MF:2.0	0,005		0,005	0,005
P:0.430 MF:2.2	0,005	0,005		0,074	P:0.287 MF:2.2	0,005	0,005		0,005
P:0.430 MF:2.4	0,005	0,005	0,074		P:0.287 MF:2.4	0,005	0,005	0,005	
	P:0.215 MF:1.8	P:0.215 MF:2.0	P:0.215 MF:2.2	P:0.215 MF:2.4		P:0.172 MF:1.8	P:0.172 MF:2.0	P:0.172 MF:2.2	P:0.172 MF:2.4
P:0.215 MF:1.8		0,005	0,005	0,005	P:0.172 MF:1.8		0,005	0,005	0,005
P:0.215 MF:2.0	0,005		0,005	0,005	P:0.172 MF:2.0	0,005		0,017	0,013
P:0.215 MF:2.2	0,005	0,005		0,005	P:0.172 MF:2.2	0,005	0,017		0,059
P:0.215 MF:2.4	0,005	0,005	0,005		P:0.172 MF:2.4	0,005	0,013	0,059	

Tablo 5.29: FW 5,0 cm için mesane V_{70} Wilcoxon Testi sonucundaki p değerleri tablosu

	P:0.430 MF:1.8	P:0.430 MF:2.0	P:0.430 MF:2.2	P:0.430 MF:2.4		P:0.287 MF:1.8	P:0.287 MF:2.0	P:0.287 MF:2.2	P:0.287 MF:2.4
P:0.430 MF:1.8		0,007	0,007	0,007	P:0.287 MF:1.8		0,013	0,007	0,007
P:0.430 MF:2.0	0,007		0,009	0,007	P:0.287 MF:2.0	0,013		0,059	0,005
P:0.430 MF:2.2	0,007	0,009		0,009	P:0.287 MF:2.2	0,007	0,059		0,022
P:0.430 MF:2.4	0,007	0,007	0,009		P:0.287 MF:2.4	0,007	0,005	0,022	
	P:0.215 MF:1.8	P:0.215 MF:2.0	P:0.215 MF:2.2	P:0.215 MF:2.4		P:0.172 MF:1.8	P:0.172 MF:2.0	P:0.172 MF:2.2	P:0.172 MF:2.4
P:0.215 MF:1.8		0,012	0,005	0,005	P:0.172 MF:1.8		0,013	0,005	0,005
P:0.215 MF:2.0	0,012		0,005	0,005	P:0.172 MF:2.0	0,013		0,005	0,005
P:0.215 MF:2.2	0,005	0,005		0,005	P:0.172 MF:2.2	0,005	0,005		0,005
P:0.215 MF:2.4	0,005	0,005	0,005		P:0.172 MF:2.4	0,005	0,005	0,005	

Tablo 5.30: FW 2,5 cm için mesane V_{70} Wilcoxon Testi sonucundaki p değerleri tablosu

	P:0.430 MF:1.8	P:0.430 MF:2.0	P:0.430 MF:2.2	P:0.430 MF:2.4		P:0.287 MF:1.8	P:0.287 MF:2.0	P:0.287 MF:2.2	P:0.287 MF:2.4
P:0.430 MF:1.8		0,386	0,169	0,093	P:0.287 MF:1.8		0,074	0,074	0,074
P:0.430 MF:2.0	0,386		0,005	0,005	P:0.287 MF:2.0	0,074		0,005	0,005
P:0.430 MF:2.2	0,169	0,005		0,005	P:0.287 MF:2.2	0,074	0,005		0,059
P:0.430 MF:2.4	0,093	0,005	0,005		P:0.287 MF:2.4	0,074	0,005	0,059	
	P:0.215 MF:1.8	P:0.215 MF:2.0	P:0.215 MF:2.2	P:0.215 MF:2.4		P:0.172 MF:1.8	P:0.172 MF:2.0	P:0.172 MF:2.2	P:0.172 MF:2.4
P:0.215 MF:1.8		0,005	0,005	0,005	P:0.172 MF:1.8		0,013	0,005	0,005
P:0.215 MF:2.0	0,005		0,009	0,005	P:0.172 MF:2.0	0,013		0,005	0,005
P:0.215 MF:2.2	0,005	0,009		0,005	P:0.172 MF:2.2	0,005	0,005		0,005
P:0.215 MF:2.4	0,005	0,005	0,005		P:0.172 MF:2.4	0,005	0,005	0,005	

Tablo 5.31: FW 1,0 cm için mesane V_{70} Wilcoxon Testi sonucundaki p değerleri tablosu

	P:0.430 MF:1.8	P:0.430 MF:2.0	P:0.430 MF:2.2	P:0.430 MF:2.4		P:0.287 MF:1.8	P:0.287 MF:2.0	P:0.287 MF:2.2	P:0.287 MF:2.4
P:0.430 MF:1.8		0,093	0,093	0,059	P:0.287 MF:1.8		0,005	0,005	0,005
P:0.430 MF:2.0	0,093		0,013	0,007	P:0.287 MF:2.0	0,005		0,005	0,008
P:0.430 MF:2.2	0,093	0,013		0,005	P:0.287 MF:2.2	0,005	0,005		0,047
P:0.430 MF:2.4	0,059	0,007	0,005		P:0.287 MF:2.4	0,005	0,008	0,047	
	P:0.215 MF:1.8	P:0.215 MF:2.0	P:0.215 MF:2.2	P:0.215 MF:2.4		P:0.172 MF:1.8	P:0.172 MF:2.0	P:0.172 MF:2.2	P:0.172 MF:2.4
P:0.215 MF:1.8		0,005	0,005	0,005	P:0.172 MF:1.8		0,005	0,005	0,005
P:0.215 MF:2.0	0,005		0,013	0,009	P:0.172 MF:2.0	0,005		0,139	0,012
P:0.215 MF:2.2	0,005	0,013		0,009	P:0.172 MF:2.2	0,005	0,139		0,014
P:0.215 MF:2.4	0,005	0,009	0,009		P:0.172 MF:2.4	0,005	0,012	0,014	

Tablo 5.32: FW 5,0 cm için mesane V_{50} Wilcoxon Testi sonucundaki p değerleri tablosu

	P:0.430 MF:1.8	P:0.430 MF:2.0	P:0.430 MF:2.2	P:0.430 MF:2.4		P:0.287 MF:1.8	P:0.287 MF:2.0	P:0.287 MF:2.2	P:0.287 MF:2.4
P:0.430 MF:1.8		0,005	0,005	0,005	P:0.287 MF:1.8		0,007	0,005	0,005
P:0.430 MF:2.0	0,005		0,005	0,005	P:0.287 MF:2.0	0,007		0,013	0,007
P:0.430 MF:2.2	0,005	0,005		0,005	P:0.287 MF:2.2	0,005	0,013		0,005
P:0.430 MF:2.4	0,005	0,005	0,005		P:0.287 MF:2.4	0,005	0,007	0,005	
	P:0.215 MF:1.8	P:0.215 MF:2.0	P:0.215 MF:2.2	P:0.215 MF:2.4		P:0.172 MF:1.8	P:0.172 MF:2.0	P:0.172 MF:2.2	P:0.172 MF:2.4
P:0.215 MF:1.8		0,005	0,005	0,005	P:0.172 MF:1.8		0,007	0,005	0,005
P:0.215 MF:2.0	0,005		0,005	0,005	P:0.172 MF:2.0	0,007		0,005	0,005
P:0.215 MF:2.2	0,005	0,005		0,005	P:0.172 MF:2.2	0,005	0,005		0,005
P:0.215 MF:2.4	0,005	0,005	0,005		P:0.172 MF:2.4	0,005	0,005	0,005	

Tablo 5.33: FW 2,5 cm için mesane V_{50} Wilcoxon Testi sonucundaki p değerleri tablosu

	P:0.430 MF:1.8	P:0.430 MF:2.0	P:0.430 MF:2.2	P:0.430 MF:2.4		P:0.287 MF:1.8	P:0.287 MF:2.0	P:0.287 MF:2.2	P:0.287 MF:2.4
P:0.430 MF:1.8		0,333	0,139	0,047	P:0.287 MF:1.8		0,074	0,074	0,059
P:0.430 MF:2.0	0,333		0,005	0,005	P:0.287 MF:2.0	0,074		0,005	0,005
P:0.430 MF:2.2	0,139	0,005		0,005	P:0.287 MF:2.2	0,074	0,005		0,005
P:0.430 MF:2.4	0,047	0,005	0,005		P:0.287 MF:2.4	0,059	0,005	0,005	
	P:0.215 MF:1.8	P:0.215 MF:2.0	P:0.215 MF:2.2	P:0.215 MF:2.4		P:0.172 MF:1.8	P:0.172 MF:2.0	P:0.172 MF:2.2	P:0.172 MF:2.4
P:0.215 MF:1.8		0,005	0,005	0,005	P:0.172 MF:1.8		0,005	0,005	0,005
P:0.215 MF:2.0	0,005		0,005	0,005	P:0.172 MF:2.0	0,005		0,005	0,005
P:0.215 MF:2.2	0,005	0,005		0,005	P:0.172 MF:2.2	0,005	0,005		0,005
P:0.215 MF:2.4	0,005	0,005	0,005		P:0.172 MF:2.4	0,005	0,005	0,005	

Tablo 5.34: FW 1,0 cm için mesane V_{50} Wilcoxon Testi sonucundaki p değerleri tablosu

	P:0.430 MF:1.8	P:0.430 MF:2.0	P:0.430 MF:2.2	P:0.430 MF:2.4		P:0.287 MF:1.8	P:0.287 MF:2.0	P:0.287 MF:2.2	P:0.287 MF:2.4
P:0.430 MF:1.8		0,047	0,022	0,013	P:0.287 MF:1.8		0,005	0,005	0,005
P:0.430 MF:2.0	0,047		0,005	0,005	P:0.287 MF:2.0	0,005		0,005	0,005
P:0.430 MF:2.2	0,022	0,005		0,007	P:0.287 MF:2.2	0,005	0,005		0,007
P:0.430 MF:2.4	0,013	0,005	0,007		P:0.287 MF:2.4	0,005	0,005	0,007	
	P:0.215 MF:1.8	P:0.215 MF:2.0	P:0.215 MF:2.2	P:0.215 MF:2.4		P:0.172 MF:1.8	P:0.172 MF:2.0	P:0.172 MF:2.2	P:0.172 MF:2.4
P:0.215 MF:1.8		0,005	0,005	0,005	P:0.172 MF:1.8		0,005	0,005	0,005
P:0.215 MF:2.0	0,005		0,007	0,007	P:0.172 MF:2.0	0,005		0,114	0,005
P:0.215 MF:2.2	0,005	0,007		0,007	P:0.172 MF:2.2	0,005	0,114		0,005
P:0.215 MF:2.4	0,005	0,007	0,007		P:0.172 MF:2.4	0,005	0,005	0,005	

Tablo 5.35: FW 5,0 cm tedavi süresi Wilcoxon Testi sonucundaki p değerleri tablosu

	P:0.430 MF:1.8	P:0.287 MF:1.8	P:0.215 MF:1.8	P:0.172 MF:1.8		P:0.430 MF:2.0	P:0.287 MF:2.0	P:0.215 MF:2.0	P:0.172 MF:2.0
P:0.430 MF:1.8		0,241	0,005	0,005	P:0.430 MF:2.0		0,139	0,005	0,005
P:0.287 MF:1.8	0,241		0,005	0,005	P:0.287 MF:2.0	0,139		0,005	0,005
P:0.215 MF:1.8	0,005	0,005		0,005	P:0.215 MF:2.0	0,005	0,005		0,005
P:0.172 MF:1.8	0,005	0,005	0,005		P:0.172 MF:2.0	0,005	0,005	0,005	
	P:0.430 MF:2.2	P:0.287 MF:2.2	P:0.215 MF:2.2	P:0.172 MF:2.2		P:0.430 MF:2.4	P:0.287 MF:2.4	P:0.215 MF:2.4	P:0.172 MF:2.4
P:0.430 MF:2.2		0,093	0,066	0,005	P:0.430 MF:2.4		0,202	0,059	0,005
P:0.287 MF:2.2	0,093		0,114	0,005	P:0.287 MF:2.4	0,202		0,139	0,005
P:0.215 MF:2.2	0,066	0,114		0,005	P:0.215 MF:2.4	0,059	0,139		0,005
P:0.172 MF:2.2	0,005	0,005	0,005		P:0.172 MF:2.4	0,005	0,005	0,005	

Tablo 5.36: FW 2,5 cm tedavi süresi Wilcoxon Testi sonucundaki p değerleri tablosu

	P:0.430 MF:1.8	P:0.287 MF:1.8	P:0.215 MF:1.8	P:0.172 MF:1.8		P:0.430 MF:2.0	P:0.287 MF:2.0	P:0.215 MF:2.0	P:0.172 MF:2.0
P:0.430 MF:1.8		0,333	0,005	0,005	P:0.430 MF:2.0		0,386	0,022	0,005
P:0.287 MF:1.8	0,333		0,005	0,005	P:0.287 MF:2.0	0,386		0,022	0,005
P:0.215 MF:1.8	0,005	0,005		0,005	P:0.215 MF:2.0	0,022	0,022		0,005
P:0.172 MF:1.8	0,005	0,005	0,005		P:0.172 MF:2.0	0,005	0,005	0,005	
	P:0.430 MF:2.2	P:0.287 MF:2.2	P:0.215 MF:2.2	P:0.172 MF:2.2		P:0.430 MF:2.4	P:0.287 MF:2.4	P:0.215 MF:2.4	P:0.172 MF:2.4
P:0.430 MF:2.2		0,646	0,610	0,005	P:0.430 MF:2.4		0,721	0,037	0,005
P:0.287 MF:2.2	0,646		0,799	0,005	P:0.287 MF:2.4	0,721		0,114	0,005
P:0.215 MF:2.2	0,610	0,799		0,005	P:0.215 MF:2.4	0,037	0,114		0,005
P:0.172 MF:2.2	0,005	0,005	0,005		P:0.172 MF:2.4	0,005	0,005	0,005	

Tablo 5.37: FW 1,0 cm tedavi süresi Wilcoxon Testi sonucundaki p değerleri tablosu

	P:0.430 MF:1.8	P:0.287 MF:1.8	P:0.215 MF:1.8	P:0.172 MF:1.8		P:0.430 MF:2.0	P:0.287 MF:2.0	P:0.215 MF:2.0	P:0.172 MF:2.0
P:0.430 MF:1.8		0,139	0,859	0,005	P:0.430 MF:2.0		0,173	0,333	0,005
P:0.287 MF:1.8	0,139		0,878	0,005	P:0.287 MF:2.0	0,173		0,799	0,005
P:0.215 MF:1.8	0,859	0,878		0,005	P:0.215 MF:2.0	0,333	0,799		0,005
P:0.172 MF:1.8	0,005	0,005	0,005		P:0.172 MF:2.0	0,005	0,005	0,005	
	P:0.430 MF:2.2	P:0.287 MF:2.2	P:0.215 MF:2.2	P:0.172 MF:2.2		P:0.430 MF:2.4	P:0.287 MF:2.4	P:0.215 MF:2.4	P:0.172 MF:2.4
P:0.430 MF:2.2		0,359	0,009	0,005					
P:0.287 MF:2.2	0,359		0,203	0,074					
P:0.215 MF:2.2	0,009	0,203		0,575					
P:0.172 MF:2.2	0,005	0,074	0,575						

Tablo 5.38: FW 5,0 cm tedavi süresi Wilcoxon Testi sonucundaki p değerleri tablosu

	P:0.430 MF:1.8	P:0.430 MF:2.0	P:0.430 MF:2.2	P:0.430 MF:2.4		P:0.287 MF:1.8	P:0.287 MF:2.0	P:0.287 MF:2.2	P:0.287 MF:2.4
P:0.430 MF:1.8		0,008	0,005	0,005	P:0.287 MF:1.8		0,005	0,005	0,005
P:0.430 MF:2.0	0,008		0,005	0,005	P:0.287 MF:2.0	0,005		0,005	0,005
P:0.430 MF:2.2	0,005	0,005		0,005	P:0.287 MF:2.2	0,005	0,005		0,005
P:0.430 MF:2.4	0,005	0,005	0,005		P:0.287 MF:2.4	0,005	0,005	0,005	

	P:0.215 MF:1.8	P:0.215 MF:2.0	P:0.215 MF:2.2	P:0.215 MF:2.4
P:0.215 MF:1.8		0,109	0,028	0,008
P:0.215 MF:2.0	0,109		0,068	0,008
P:0.215 MF:2.2	0,028	0,068		0,093
P:0.215 MF:2.4	0,008	0,008	0,093	

Tablo 5.39: FW 2,5 cm tedavi süresi Wilcoxon Testi sonucundaki p değerleri tablosu

	P:0.430 MF:1.8	P:0.430 MF:2.0	P:0.430 MF:2.2	P:0.430 MF:2.4		P:0.287 MF:1.8	P:0.287 MF:2.0	P:0.287 MF:2.2	P:0.287 MF:2.4
P:0.430 MF:1.8		0,005	0,005	0,005	P:0.287 MF:1.8		0,005	0,005	0,005
P:0.430 MF:2.0	0,005		0,005	0,005	P:0.287 MF:2.0	0,005		0,005	0,005
P:0.430 MF:2.2	0,005	0,005		0,005	P:0.287 MF:2.2	0,005	0,005		0,005
P:0.430 MF:2.4	0,005	0,005	0,005		P:0.287 MF:2.4	0,005	0,005	0,005	

	P:0.215 MF:1.8	P:0.215 MF:2.0	P:0.215 MF:2.2	P:0.215 MF:2.4
P:0.215 MF:1.8		0,157	0,018	0,005
P:0.215 MF:2.0	0,157		0,018	0,005
P:0.215 MF:2.2	0,018	0,018		0,005
P:0.215 MF:2.4	0,005	0,005	0,005	

Tablo 5.40: FW 1,0 cm tedavi süresi Wilcoxon Testi sonucundaki p değerleri tablosu

	P:0.430 MF:1.8	P:0.430 MF:2.0	P:0.430 MF:2.2	P:0.430 MF:2.4		P:0.287 MF:1.8	P:0.287 MF:2.0	P:0.287 MF:2.2	P:0.287 MF:2.4
P:0.430 MF:1.8		0,005	0,005	0,005	P:0.287 MF:1.8		0,005	0,005	0,005
P:0.430 MF:2.0	0,005		0,005	0,005	P:0.287 MF:2.0	0,005		0,005	0,005
P:0.430 MF:2.2	0,005	0,005		0,005	P:0.287 MF:2.2	0,005	0,005		0,005
P:0.430 MF:2.4	0,005	0,005	0,005		P:0.287 MF:2.4	0,005	0,005	0,005	
	P:0.215 MF:1.8	P:0.215 MF:2.0	P:0.215 MF:2.2	P:0.215 MF:2.4		P:0.172 MF:1.8	P:0.172 MF:2.0	P:0.172 MF:2.2	P:0.172 MF:2.4
P:0.215 MF:1.8		0,008	0,005	0,005	P:0.172 MF:1.8		0,317	0,317	0,008
P:0.215 MF:2.0	0,008		0,005	0,005	P:0.172 MF:2.0	0,317		0,180	0,008
P:0.215 MF:2.2	0,005	0,005		0,005	P:0.172 MF:2.2	0,317	0,180		0,008
P:0.215 MF:2.4	0,005	0,005	0,005		P:0.172 MF:2.4	0,008	0,008	0,008	

EK 6: Etik Kurul İzni

T.C.
HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ
Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu

Sayı : 16969557 -548

Konu :

ARAŞTIRMA PROJESİ DEĞERLENDİRME RAPORU

Toplantı Tarihi : 24.05.2016 SALI
Toplantı No : 2016/11
Proje No : GO 16/352 (Değerlendirme Tarihi : 24.05.2016)
Karar No : GO 16/352 – 21

Üniversitemiz Tıp Fakültesi Radyasyon Onkolojisi Anabilim Dalı öğretim üyelerinden Prof. Dr. Fadıl AKYOL'un sorumlu araştırmacı olduğu, Yrd. Doç. Dr. Mete YEĞİNER ile birlikte çalışacakları, Fizik Müh. Ahmet Fatih YÜREKLİ'nin tezi olan, GO 16/352 kayıt numaralı ve **"Helikal Tomoterapi ile Prostat Işınlamalarında Kritik Organ Dozlarının Cihaz İçi Parametrelere Göre Değerlendirilmesi"** başlıklı proje önerisi araştırmanın gerekçe, amaç, yaklaşım ve yöntemleri dikkate alınarak incelenmiş olup, etik açıdan uygun bulunmuştur.

- | | |
|--|--|
| 1. Prof. Dr. Sevda F. MÜFTÜOĞLU (Başkan) | 10 Prof. Dr. Oya Nuran EMİROĞLU (Üye) |
| İZİNLİ | |
| 2. Prof. Dr. Nurten AKARSU (Üye) | 11 Yrd. Doç. Dr. Özay GÖKÖZ (Üye) |
| 3. Prof. Dr. M. Yıldırım SARA (Üye) | 12. Doç. Dr. Gözde GİRGIN (Üye) |
| 4. Prof. Dr. Necdet SAĞLAM (Üye) | İZİNLİ |
| 5. Prof. Dr. Hatice Doğan BUZOĞLU (Üye) | 13. Doç. Dr. Fatma Visal OKUR (Üye) |
| 6. Prof. Dr. R. Köksal ÖZGÜL (Üye) | 14. Yrd. Doç. Dr. Can Ebru KURT (Üye) |
| 7. Prof. Dr. Ayşe Lale DOĞAN (Üye) | 15. Yrd. Doç. Dr. H. Hüsrev TURNAGÖL (Üye) |
| 8. Prof. Dr. Elmas Ebru YALCIN (Üye) | 16. Öğr. Gör. Dr. Müge DEMİR (Üye) |
| 9. Prof. Dr. Mintaze Kerem GÜNEL (Üye) | 17. Öğr. Gör. Meltem ŞENGELEN (Üye) |
| | 18. Av. Meltem ONURLU (Üye) |

9. ÖZGEÇMİŞ

I – Bireysel Bilgiler

Adı - Soyadı	: Ahmet Fatih Yürekli
Doğum Yeri	: Ankara
Doğum Tarihi	: 19/01/1985
Uyruk	: Türkiye
E-Posta	: f.ahmetyurekli@gmail.com
Cep Telefonu	: 0539 414 1992

II – Eğitim Bilgileri

2011-2017	: Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Klinik Onkoloji Anabilim dalı Radyoterapi Fiziği Yüksek Lisans Programı , 3.34/4.00
2004-2010	: Hacettepe Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Fizik Mühendisliği Bölümü , 2.34/4.00
1996-2003	: Nermin Mehmet Çekiç Anadolu Lisesi, Ankara Örgün Öğretim/%70 İngilizce %30 Türkçe , 4.71/5.00

III – Mesleki Deneyimi

06.2012-12.2014	: Trabzon Kanuni Eğitim Araştırma Hastanesi Numune Kampüsü İ. Lale Atahan Radyasyon Onkolojisi Kliniği / Tam Zamanlı Radyoterapi Fizikçisi
02.2015-06.2016	: Hacettepe Üniversitesi Radyasyon Onkolojisi Anabilim Dalı / Gönüllü Radyoterapi Fizikçisi
06.2016-	: Şişli Kolan International Hospital Radyasyon Onkolojisi Kliniği / Tam Zamanlı Radyoterapi Fizikçisi

IV – Bilimsel Faaliyetleri

• Yayınları

1	Helikal Tomoterapi Sisteminde Korumasız, Yönel Korumalı ve Tam Korumalı Planlamalarda Karşı Meme, Akciğer ve Kalp Dozlarının Karşılaştırılması, Poster Sunumu 14. Medikal Fizik Kongresi, Antalya, Kasım 2013
2	Beyin Metastazlarında Helikal Tomoterapi ile Görüntü Rehberlikli Stereotaktik Radyocerrahi: 5 Hastanın Değerlendirilmesi, Poster Sunumu 14. Medikal Fizik Kongresi, Antalya, Kasım 2013
3	İntraabdominal Agresif Fibromatozis; Olgu Sunumu 14. Medikal Fizik Kongresi, Antalya, Kasım 2013
4	The Helical Tomotherapy Experience on Radiotherapy of Glioblastoma Multiforme, Poster Sunumu 11. ASNO, Eylül 2014
5	A Comparison of Thyroid Dose Distribution in 3-D Conformal Radiotherapy and Tomotherapy in Patients with Breast Cancer J Nucl Med Radiat Ther, 2014, doi: 10.4172/2155-9619.1000173

6	Sakral Kemigin Dev Hücreli Tümörü'nde Radyoterapi: Olgu Sunumu 21. Ulusal Kanser Kongresi, 2015
7	Mide Kanseri Radyoterapisinde Dalak Doz Dağılımı, Poster Sunumu 21. Ulusal Kanser Kongresi, 2015
• Katıldığı Kongre, Seminer ve Eğitimler	
1	14. Yoğun Madde Fiziği Ankara Toplantısı (02.11.2007)
2	Zirvedeki Beyinler - Visual Basic Programlama Kursu + Sertifikası (12.07.2009)
3	Bilge Adam - Bilişim Teknolojilerinde Kariyer Semineri (02.03.2010)
4	Fizik Mühendisleri Odası I. Fizik Mühendisliği Eğitim Çalıştayı, Ankara (12.06.2010)
5	10.UROK, Antalya, Nisan 2012
6	14. Medikal Fizik Kongresi, Antalya, Kasım 2013
7	6. Ulusal Akciğer Kongresi, Antalya, Mayıs 2014
8	11. ASNO, İstanbul, Eylül 2014
9	21. Ulusal Kanser Kongresi, 2015

