



ULUSAL MEDİKAL
FİZİK KONGRESİ
28 - 29 - 30 EKİM 2017
• ANTALYA •



TEDAVİ PLANLAMA SİSTEMİNDE MASA MODELLEMESİNİN DOZ DAĞILIMLARINA VE VMAT KALİTE KONTROL SONUÇLARINA ETKİSİNİN ARAŞTIRILMASI

Binnaz HÜSEYİN¹, Şule PARLAR², Yıldıray ÖZGÜVEN²,
Mustafa DOĞAN³, Mustafa Cem UZAL³

¹Trakya Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Sağlık Fiziği Anabilimdalı

²Trakya Üniversitesi, Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksek Okulu, Radyoterapi Bölümü

³Trakya Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Radyasyon Onkolojisi Anabilimdalı



GİRİŞ VE AMAÇ

- ◉ Masa

- ◉ immobilizasyon araçlarının

atenüasyonları ne kadar düşük dahi olsa belirli

bir radyasyon geçirgenlik oranları vardır

- ◉ **VMAT tekniği**

- ◉ **QA** → hasta ışınlanmadan önce fantom üzerinde yapılan ışınlama ile ,doz dağılımlarının TPS ile karşılaştırıldığı kalite kontrol testlerinin yapılması şarttır

- ◉ Akciğer

- ◉ prostat

- ◉ baş-boyun

- ◉ beyin metastazı

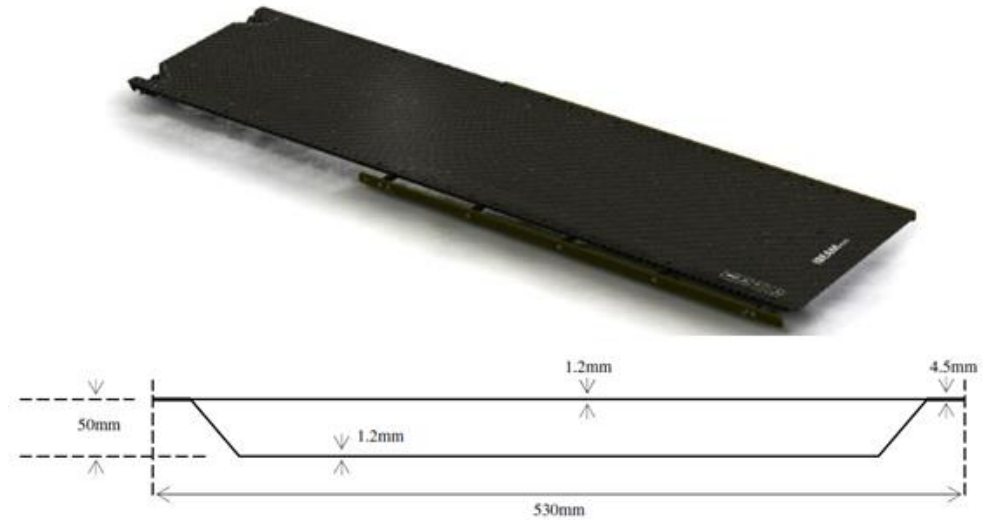
tedavi masasının;
doz dağılımlarına, QA
sonuçlarına, absolut
nokta dozlarına olan
etkisini araştırmak



GEREÇ VE YÖNTEMLER

Kullanılan Cihaz ve Yazılımlar

- Elekta Infitiy Linak Cihazı
- Linak Tedavi Masası
- Monaco Tedavi Planlama Sistemi
- Matrix
- IMRT Fantom
- CC04 iyon odası
- Elektrometre



HASTA SEÇİMİ

- ◉ AC
 - ◉ Prostat
 - ◉ Baş-boyun
 - ◉ Beyin metastazlı
- Retrospektif

- ◉ VMAT → Temel kriter

- ◉ M (-)
 - ◉ M (+)
- Doz dağılımları
- QA sonuçları
- Absolut nokta dozları

DOZ DAĞILIMLARI

- VMAT
- Monaco TPS'de, Monte Carlo algoritması
- hastalık grubuna özel doz kriterleri
- PTV için V95,V100, Dmaks,Dmin ve Dort
- HI (heterojenite indeksi) , CN (konformalite numarası)
- toplam segment sayısı (SS) , MU

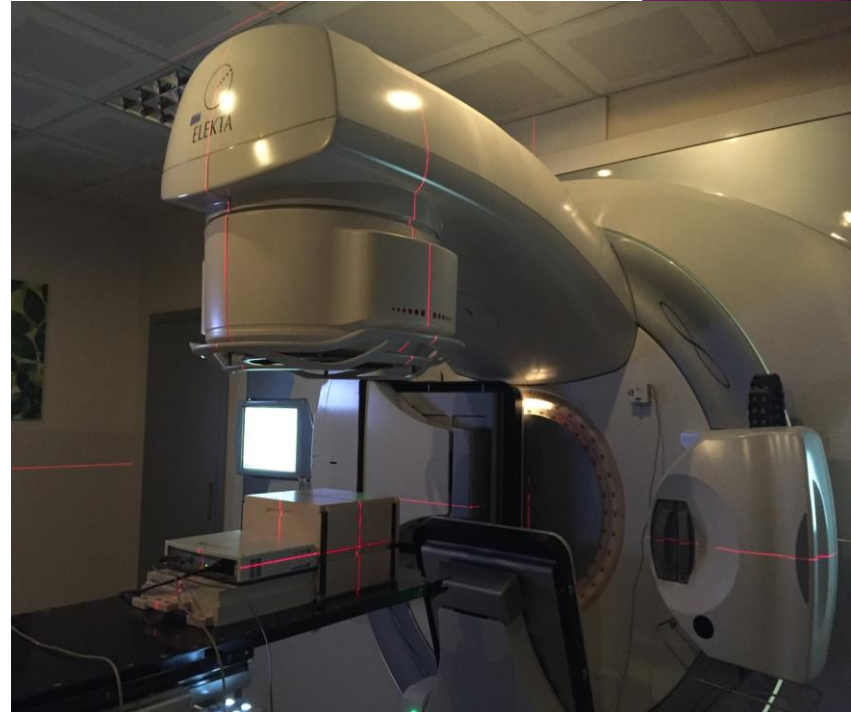
1. tedavi planlamaları masa planlamaya dahil edilmeden (M-) yapıldı (PTV,kritik organlar,HI,CN,SS,MU)

2. M- planlamalara, her hasta için masa volümü ilave edilip ve yeniden hesaplama yapıldı (recalculate). (M+) doz dağılımlarında, sadece masanın dozu azaltma (atenüasyon) etkisinin gözlenmesi amaçlandı

3. masa optimizasyona dahil edilerek (M+opt) planlamalar yeniden hesaplatıldı (PTV,kritik organlar,HI,CN,SS,MU değerlerinde değişim)

KALITE KONTROL (QA)

- ◉ **M-** → QA ölçümleri yapıldı
- ◉ **M+** → QA ölçümü yapılmasına gerek duyulmadı
- ◉ **M+opt** → QA yapıldı
- ◉ M- ve M+ planlamalardan farklı segment şekline/sayısına, tedavi süresine ve doz dağılımına sahip yeni planlar elde edildi



NOKTA DOZ ÖLÇÜMÜ

- ◉ TPS'de modellenen IMRT fantomundaki iyon odası merkezinde hesaplanan **absolut doz** ile,
- ◉ linak **cihazında** yapılan **ölçüm sonuçları**, karşılaştırılabilmesi amacı ile (aynı koşullarda 6MV,10×10, 7 farklı gantri açısı), **iBeam evo tedavi masasında IMRT fantom** içerisine **iyon odası (CC04)** yerleştirilerek absolut doz ölçümü yapıldı
- ◉ TPS ve cihazdan elde edilen **absolut doz ölçüm sonuçları M- ve M+opt planlarında** karşılaştırıldı
- ◉ (ED karbon fiber,Edfoam core)



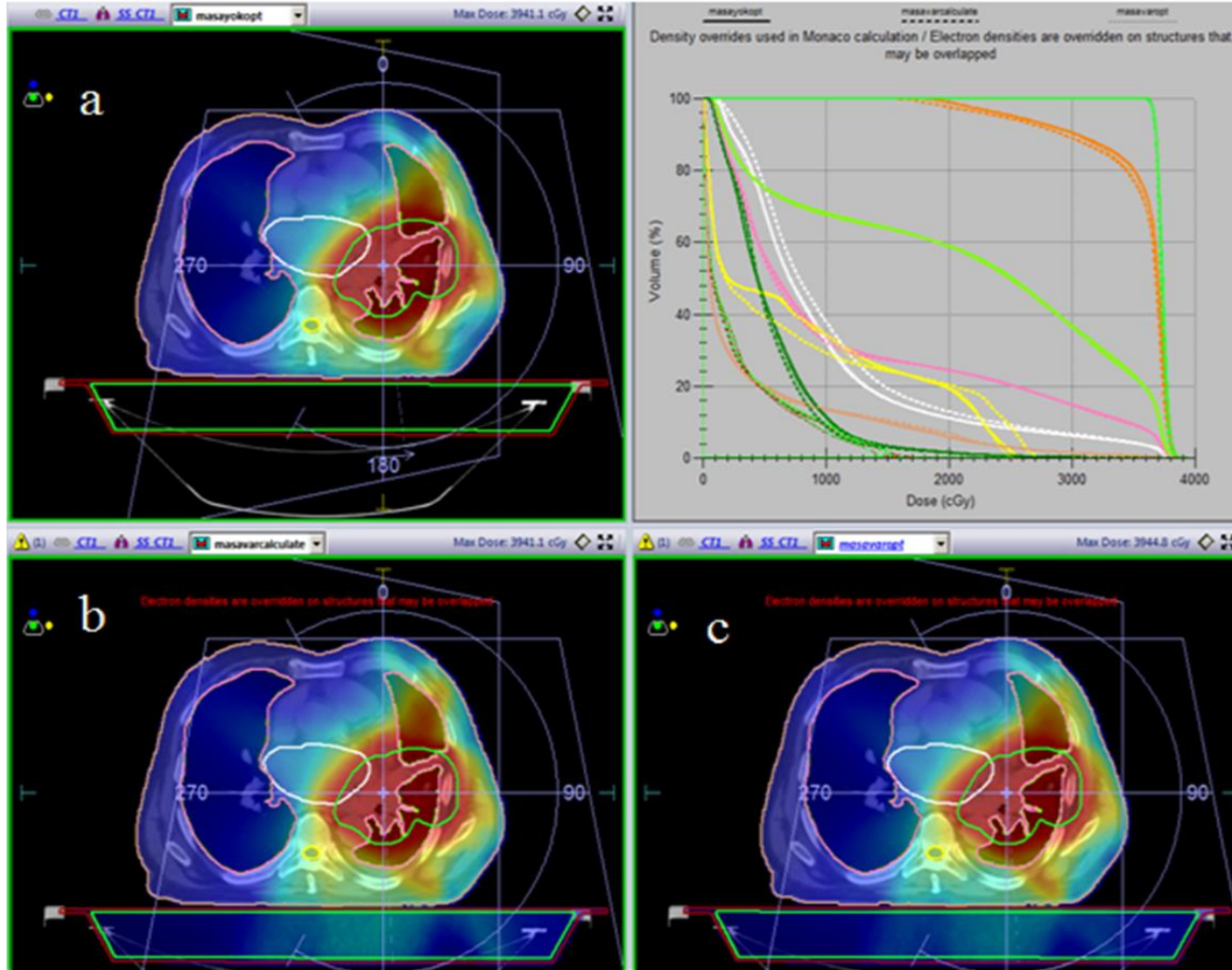
BULGULAR

AKCİĞER KANSERİ HASTALARININ İSTATİSTİKSEL DEĞERLENDİRME SONUÇLARI

Akciğer Kanseri		M- (AO±SD)*	M+ (AO±SD)	M+opt (AO±SD)	P
PTV	V95	98,22±2,68	97,04±2,53	98,04±3,01	0,068
	V100	84,20±9,22	83,10±7,73	85,42±7,88	0,433
	Dmaks	107,92±1,81	106,84±2,26	107,82±1,56	0,110
	Dmin	84,22±9,24	83,10±7,73	85,42±7,88	0,435
	Dort	101,26±1,39	100,20±1,25	101,04±1,52	0,089
Toplam Akciğer	V20	14,61±8,45	14,52±8,45	14,52±8,42	0,426
	Dort	845,54±333,55	838,86±332,39	846,66±332,14	0,089
Kalp Dort		961,62±537,44	953,68±533,04	899,24±522,43	0,091
Medulla Spinalis Dmaks		2006,08±935,4	1978,1±915,98	2044,76±877,4	0,497
HI		1,05±0,02	1,05±0,02	1,05±0,02	0,174
CN		0,66±0,22	0,55±0,16	0,73±0,7	0,504
MU		918,8±137,19	918,8±137,19	894,8±103,25	0,710
SS		117,2±10,91	117,2±10,91	121,8±7,39	0,165

AKCİĞER KANSERİ DOZ DAĞILIMLARININ KARŞILAŞTIRILMASI

A) M- , B) M+, C) M+OPT PLANLAMALAR



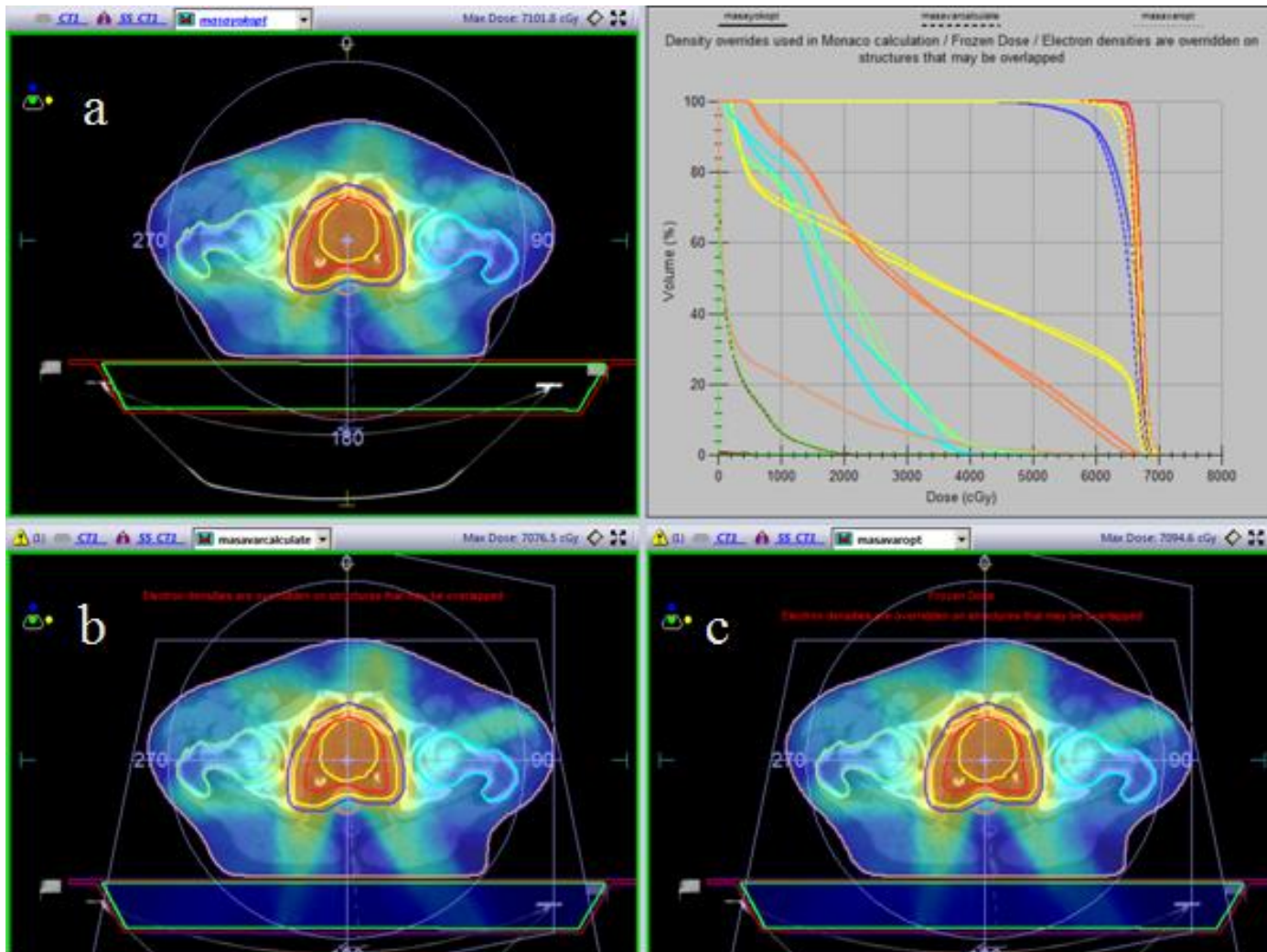
PROSTAT KANSERİ HASTALARININ İSTATİSTİKSEL DEĞERLENDİRME

SONUÇLARI

Prostat Kanseri		M- (AO±SD)*	M+ (AO±SD)	M+opt (AO±SD)	P
PTV	V95	98,84±1,23	97,56±1,37	96,82±1,34	0,015*
	V100	89,48±5,25	88,46±4,94	91,70±12,05	0,368
	Dmaks	107,60±0,21	106,54±0,49	107,02±1,83	0,074
	Dmin	89,48±5,25	88,46±4,64	88,26±5,85	0,218
	Dort	101,64±0,73	100,52±0,89	100,22±0,75	0,022*
Rektum	V47	35,77±17,71	35,05±17,41	36,18±20,12	0,489
	V70	6,04±6,57	5,52±6,01	4,81±4,93	0,208
Mesane	V47	30,91±12,68	30,05±12,54	32,19±13,17	0,076
	V70	3,67±3,99	3,52±3,81	3,23±3,39	0,208
Femur Başları Dmaks	Sağ	55,56±19,61	55,67±19,31	55,77±17,28	0,819
	Sol	53,40±15,2	53,33±15,06	51,72±12,75	0,459
HI		1,05±0,01	1,05±0,01	1,06±0,02	0,082
CN		0,82±0,04	0,56±0,17	0,55±0,17	0,076
MU		721,20±141,89	721,2±141,89	706,40±131,93	0,473
SS		124,40±11,34	124,4±11,34	125,40±10,71	0,368

PROSTAT KANSERİ DOZ DAĞILIMLARININ KARŞILAŞTIRILMASI

A) M- , B) M+, C) M+OPT PLANLAMALAR

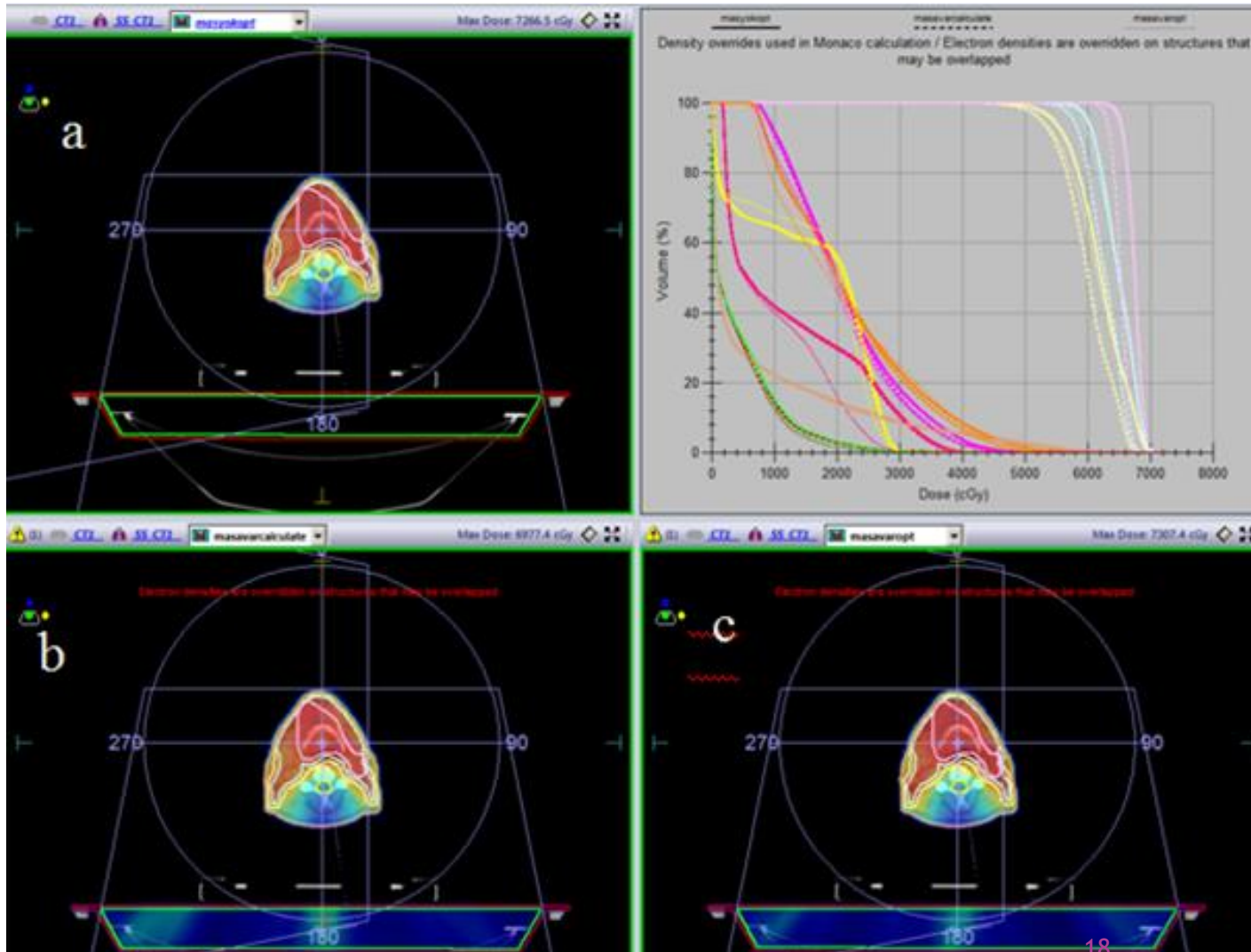


BAŞ-BOYUN KANSERİ HASTALARININ İSTATİSTİKSEL DEĞERLENDİRME SONUÇLARI

Baş-Boyun Kanseri		M- (AO±SD)*	M+ (AO±SD)	M+opt (AO±SD)	p
PTV	V95	97,72±2,67	96,38±3,29	94,14±3,67	0,048*
	V100	89,04±5,17	88,02±5,36	89,52±4,42	0,449
	Dmaks	108,72±2,54	106,72±3,08	109,12±3,5	0,015*
	Dmin	89,04±5,14	88,02±5,36	89,52±4,42	0,449
	Dort	100,34±3,39	99,88±2,88	102,08±3,21	0,066
Parotis Dort	Sağ	2008.12±209.28	1986.18±207.10	1988.22±198.39	0.091
	Sol	2160.92±124.36	2139.78±119.43	2121.16±129.40	0.564
Medulla Spinalis Dmaks		3197,22±190,8	3206,22±138,93	3204,86±201,18	0,952
Beyin Sapı Dmaks		3735,74±406,75	3718,94±455,02	3842,3±611,91	0,698
HI		1,06±0,01	1,06±0,01	1,06±0,01	1,000
CN		0,57±0,16	0,45±0,31	0,56±0,13	0,819
MU		778,20±206,21	778,20±206,21	851,00±253,29	0,097
SS		175,20±43,35	175,20±43,35	184,4±43,31	0,007*

BAŞ-BOYUN KANSERİ DOZ DAĞILIMLARININ KARŞILAŞTIRILMASI

A) M- , B) M+, C) M+OPT PLANLAMALAR

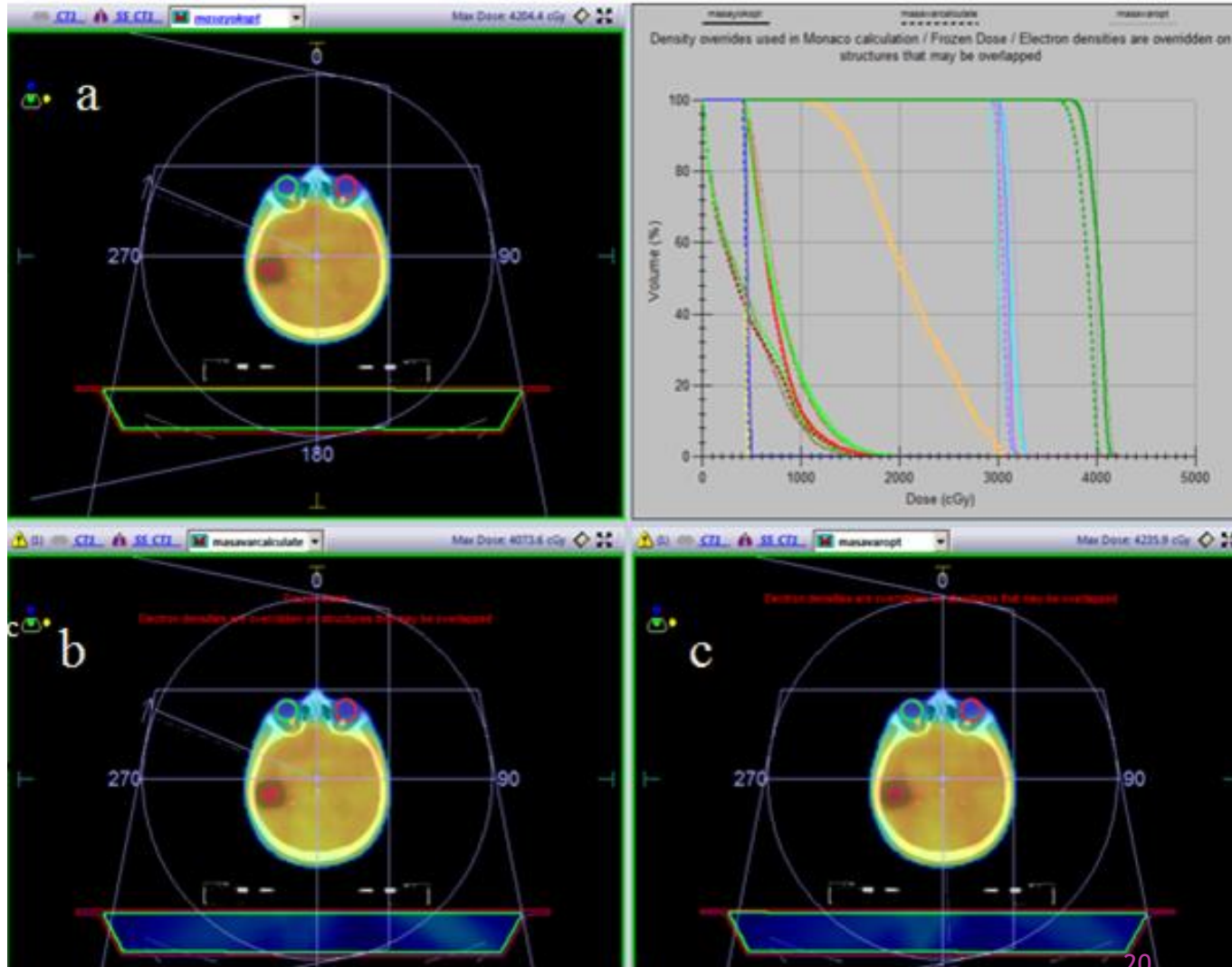


BEYİN METASTAZ HASTALARININ İSTATİSTİKSEL DEĞERLENDİRME SONUÇLARI

Beyin Metastazı		M- (AO±SD)*	M+ (AO±SD)	M+opt (AO±SD)	P
PTV	V95	97,60±2,44	95,24±3,11	97,44±2,87	0,021*
	V100	90,53±2,57	87,98±1,43	90,52±2,39	0,074
	Dmaks	107,52±2,15	104,96±3,47	107,34±2,35	0,036*
	Dmin	90,50±2,59	87,34±1,73	90,48±2,36	0,074
	Dort	101,54±2,15	99,44±3,12	101,56±2,34	0,041*
Lens Dmaks	Sağ	407,54±235,17	413,18±240,02	406,98±236,84	1,000
	Sol	405,64±227,75	409,16±223,39	400,04±232,16	0,247
Göz Dmaks	Sağ	1473,44±1067,03	1464,64±1057,15	1489,26±1081,90	0,640
	Sol	1379,34±960,09	1351,90±932,6	1338,66±927,80	0,261
Optik Sinir Dmaks		2446,72±1355,18	2399,64±1329,41	2400,84±1328,65	0,074
Beyin Sapı Dmaks		2529,22±1412,62	2453,64±1370,9	2520,88±1408,03	0,074
Optik Kiazma Dmaks		2543,12±1409,51	2525,08±1400,29	2575,38±1428,51	0,074
HI		1,07±0,01	1,07±0,01	1,07±0,01	0,338
CN		0,62±0,27	0,33±0,35	0,57±0,27	0,196
MU		813±76,24	813±76,24	829±74,73	0,455
SS		123±14,37	123±14,37	123,20±15,88	0,368

BEYİN METASTAZI DOZ DAĞILIMLARININ KARŞILAŞTIRILMASI

A) M- , B) M+, C) M+OPT PLANLAMALAR

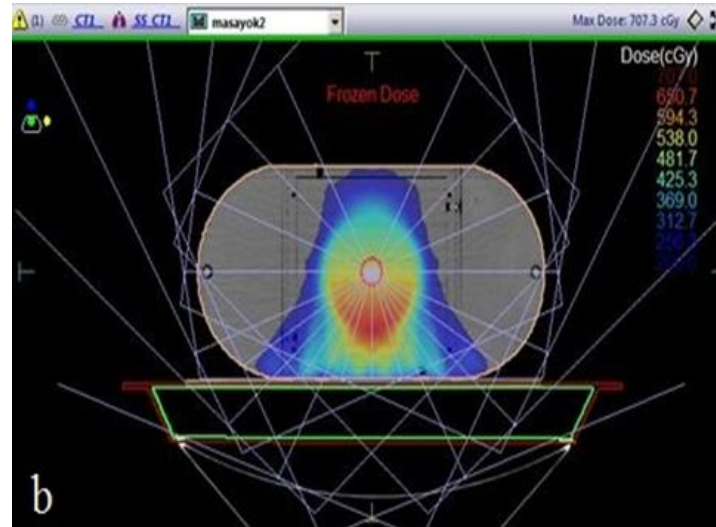
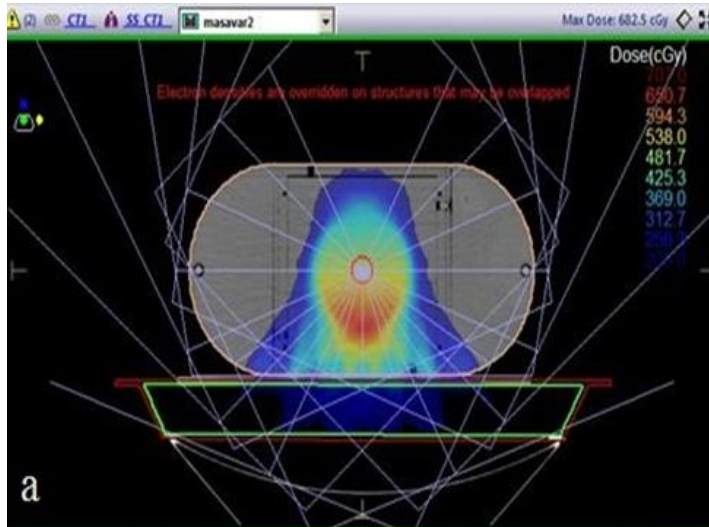


KALİTE KONTROL SONUÇLARININ İSTATİSTİKSEL DEĞERLENDİRMESİ

TANI	M- AO ± SD	M+opt AO ± SD	P
Akciğer	91.18 ± 3.00	96.94 ± 4.08	0.043 *
Prostat	92.14 ± 2.51	95.90 ± 3.54	0.043 *
Baş Boyun	92.76 ± 3.56	95.24 ± 3.05	0.043 *
Beyin Metastazı	94.92 ± 1.48	96.82 ± 1.04	0.043 *

NOKTA DOZ ÖLÇÜM SONUÇLARI İLE TPS'DE HESAPLANAN DOZ DEĞERLERİ

Gantri açısı	Ölçüm (cGy)	TPS (cGy)		% fark	
		Masa var	Masa yok	Masa var	Masa yok
120°	62,32	65,66	64,5	-5,4	-3,5
140°	73,58	73,90	78,8	-0,4	-7,1
160°	80,28	80,03	84,0	+0,3	-4,6
180°	81,70	81,33	83,7	+0,4	-2,4
200°	80,50	81,53	86,6	-1,3	-7,6
220°	73,58	73,30	79,6	+0,4	-8,2
240°	62,70	60,53	64,8	+3,5	-3,3
			ort	-0,4	-5,2



TPS'de IMRT fantom üzerinde masanın nokta doz ölçümlerine etkisinin hesaplatılması

a) M(+) planlama

b) M(-) planlama





TARTIřMA

- M(+)  (V95) her bir hastalık grubunda geçerli olmak üzere anlamlı şekilde azalmıştır
- masa modellemesi yapıldığı takdirde hedef volümde istenilen dozlara ulaşabileceği görülmüştür
- Tedavi masasının doz dağılımında meydana getirdiği azalma, riskli organlar için anlamlı değildir
- M(+opt)  riskli organ dozlarında belirgin farklılıklar yaratmamıştır

- ◉ CN değeri → Masanın dozu azaltıcı etkisi M+ planlamaların hepsinde görülmektedir
- ◉ Bu durumda da referans izodoz hacmi ile sarılan PTV volümü azalmakta ve sonucunda CN değeri 1'den uzaklaşmaktadır
- ◉ M+opt planlamalarda referans izodoz hacmi ile sarılan PTV volümü artmakta ve bunun sonucunda plan konformalitesi de artmaktadır
- ◉ MU değerlerinde M+ ve M- planları arasında anlamlı bir fark gözlenmemiştir
- ◉ Kullandığımız TPS, doz dağılımı yeniden hesaplarken masa volümü gibi ilave volümler dahil edilsede, SS ve MU değerleri ile tüm segmentleri aynı kalacak şekilde hesaplama özelliğine sahiptir
- ◉ Baş-boyun kanserine sahip grupta SS anlamlı şekilde değişmiştir, bu durumda masa volümünün optimizasyona dahil edilmesi ile, masanın dozu azaltıcı etkisinin kompanse edilebilmesi için, dozun daha fazla alt alandan (segment) verilmesi anlamına gelmektedir

KALITE KONTROL

- ◉ (M-) ortalama değeri %91.18 iken
- ◉ (M+opt) bu değer %6.3 artışla %96.94'e çıkmıştır (örn; akciğer kanseri)
prostat, baş-boyun kanseri ve beyin metastazına sahip hasta grubunda sırasıyla %4.1, %2.7 ve %2 olarak bulunmuştur.
- ◉ iBeam evo masanın QA sonuçlarına etkisi incelendiğinde, M- planlarda %96 bulunan γ -indeks değeri, M+opt planlarında %99'a çıkmıştır
 - Tüm hastalık gruplarında M(-) yapılan planlamaların QA sonuçları kabul kriteri olan %95'in altında elde edilirken,
 - M(+opt) planlamalarında QA sonuçları %95 ve üzerinde sonuç vererek anlamlı şekilde artmıştır

NOKTA DOZ ÖLÇÜMÜ

- ◉ **AAPM'in TG-176***; iBeam evo tedavi masası için 6 MV foton enerjisinde yapılan çalışmada, masanın dozu azaltıcı etkisi arka alanda **(180°) %2.7** bulunurken, bu değer **50° arka oblik alanda %4.6** olarak bulunmuştur
- ◉ Çalışmamızda;
 - **Masa düzleminin aynı açılarında benzer fark değerleri bulunmuştur**
 - Elde ettiğimiz sonuçlara göre bu kullanılan elektron yoğunluğu değerlerinde, tüm açılarda elde edilen farkların ortalaması **%0,4** olarak bulunmuştur

- ◉ Njeh ve ark; (masa atenüasyon) masa ile ışın merkezi eksenini arasındaki mesafenin artması ile, ışının daha fazla masa kalınlığından geçmesi anlamına geldiği ve sonucunda daha yüksek atenüasyon değeri verdiğini belirtmişlerdir
- ◉ Gerig ve ark; iki farklı masanın TPS’de modellenmesi sonucunda meydana gelen dozların ölçüm sonuçları ile karşılaştırdıkları çalışmalarında, 110° ve 130° gibi oblik açı aralıklarında fark değerlerinin %7’ ye kadar çıktığını bulmuşlardır
- ◉ Çalışmamızda;
 - Literatüre uygun sonuçlar bulunmuştur

SONUÇLAR



1. VMAT planlamalarında **masanın dozu azaltıcı etkisinin anlamlı olduğu** (hedef volüm)
2. Tedavi masasının doz dağılımında meydana getirdiği azalma, **riskli organlar için anlamlı fark yaratmamıştır** (M+,M+opt)
3. **HI, CN, MU ve SS** gibi plana özgü değerlerde **masanın etkisi anlamlı değildi**
4. **QA sonuçları** M- planlamalarda **kabul kriteri olan %95'in altında** elde edilirken, M+opt planlamalarda **QA sonuçları anlamlı şekilde artmış ve γ -indeks testini geçtiği görüldü**
5. Akciğer kanseri tanısına sahip hasta grubunda QA sonuçlarında belirgin fark değeri bulundu
6. Nokta doz ölçümlerinde, ortalama fark değeri **%0,4** olarak bulunmuş olup, **bu düşük fark değeri**, masanın yapısını oluşturan karbon fiber ve köpük (foam core) yapılar için kullanılan **elektron yoğunluğu değerlerinin doğruluğunu göstermektedir**

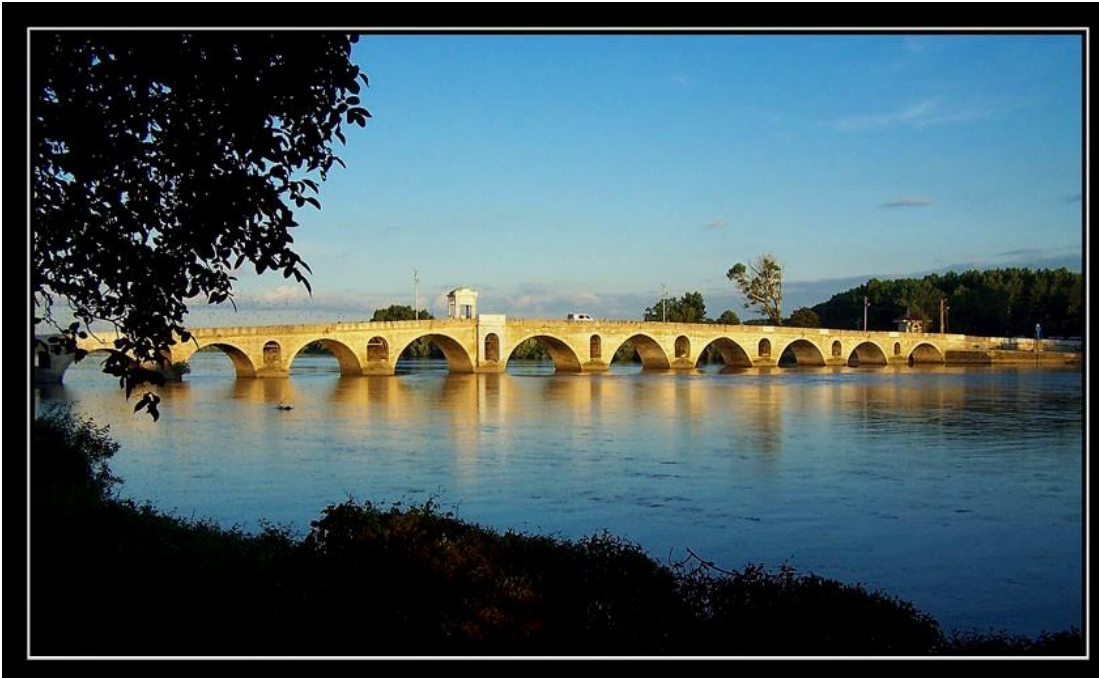
- Sonuç olarak;

- Masa düzleminin doz dağılımında meydana getirdiği etkinin doğru bir şekilde değerlendirilebilmesi için masanın TPS’de modellenmesi ve bu modellemenin uygun volüm ve elektron yoğunluğu değerleri kullanılarak yapılması gerekir
- TPS’de masa modellemesi dahil edilerek hesaplatılan QA değerlerinin, tedavi cihazında yapılacak QA ölçümleri ile uygunluğu test edilmelidir



Sabrınız için

Edirne... İnançların buluştuğu şehir...



Teşekkürler...