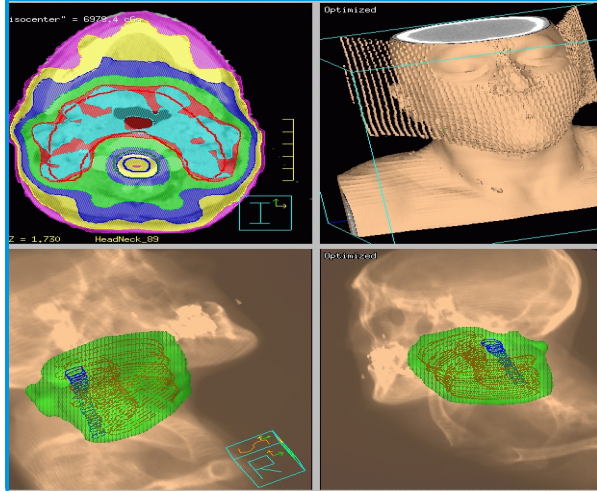




TEDAVİ PLANLAMA SİSTEMLERİNDE KALİTE KONTROL



Fadime Alkaya

Tıbbi Radyofizik Uzmanı

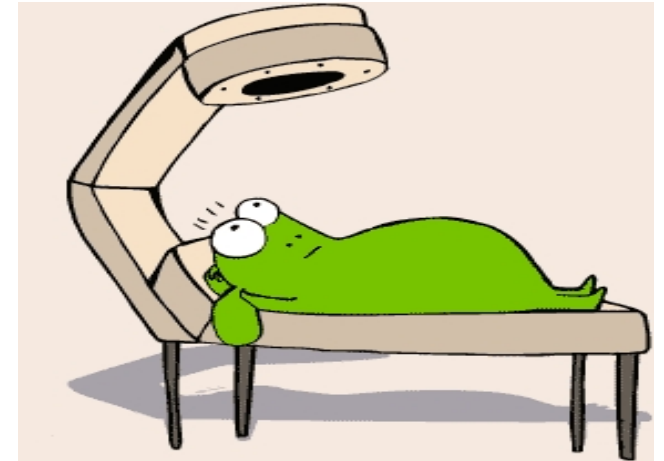
Özel Medicana International İstanbul Hastanesi

15.Ulusal Medikal Fizik Kongresi 16-19 Mayıs 2015, Trabzon

Giriş

Kanser önemli bir sağlık sorunudur

Dünya çapında tüm kanser hastalarının ortalama olarak yarısı radyoterapi ile tedavi edilmektedir





Radyoterapinin Amacı

*Hastalığın iyileşmesini veya lokal kontrolü sağlarken, normal doku komplikasyonlarını minimumda tutmaya çalışmak

*Meydana gelebilecek kazaları ve hataları önleyebilmek

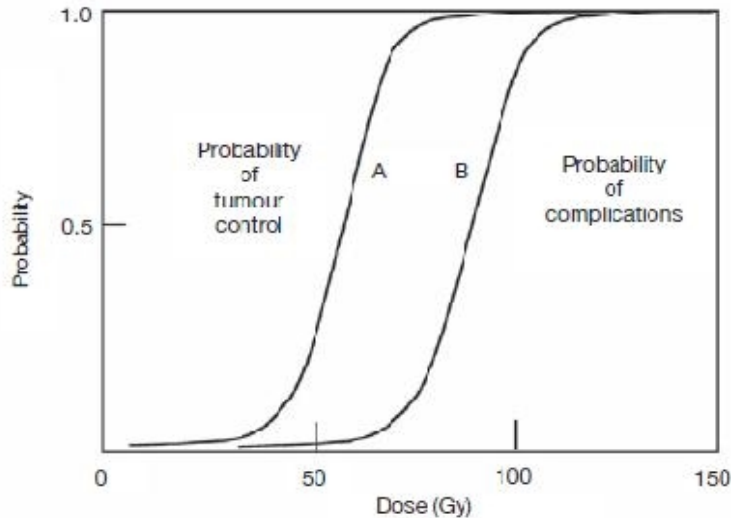
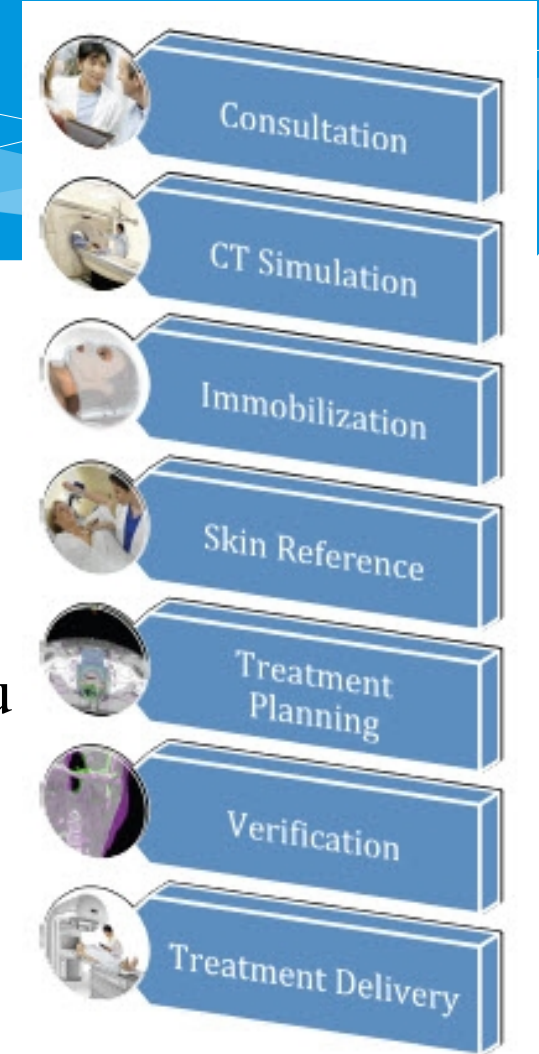


FIG. 14.4. The principle of therapeutic ratio. Curve A represents the TCP, curve B the probability of complications. The total clinical dose is usually delivered in 2 Gy fractions.



Radyoterapi Süreci

- *Tanı ve Görüntüleme
- *Hedef hacim ve organ lokalizasyonu (konturlaması)
- *Işın seçimi
- *Doz hesaplama ve ışın optimizasyonu
- *Işın şekillendirme
- *Sanal simülasyon
- *Biyolojik modelleme ve doz fraksiyonasyonu
- *Tedavi doğrulaması ve ışınlama



Tedavi Planlama Sistemleri TPS

*Tedavinin başarısı için hedef hacmin hesaplanması kadar kritik anatomik yapıların lokalizasyonun hesaplanması da son derece önemlidir

*Bu amaca yönelik olarak radyoterapideki gelişmeler son yıllarda büyük hız kazanmıştır. Bu gelişme hem tedavi cihazlarında hem de tedavi radyasyon dozlarını hesaplayabilen Tedavi Planlama Sistemlerinde (TPS) kendini belirgin bir şekilde hissettirmiştir.

Tedavi Planlama Sistemleri TPS

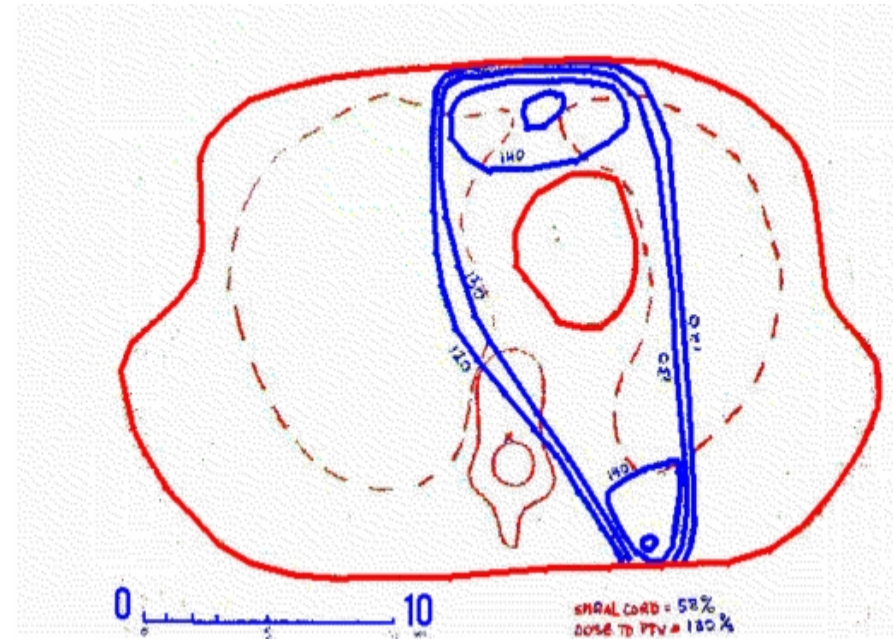
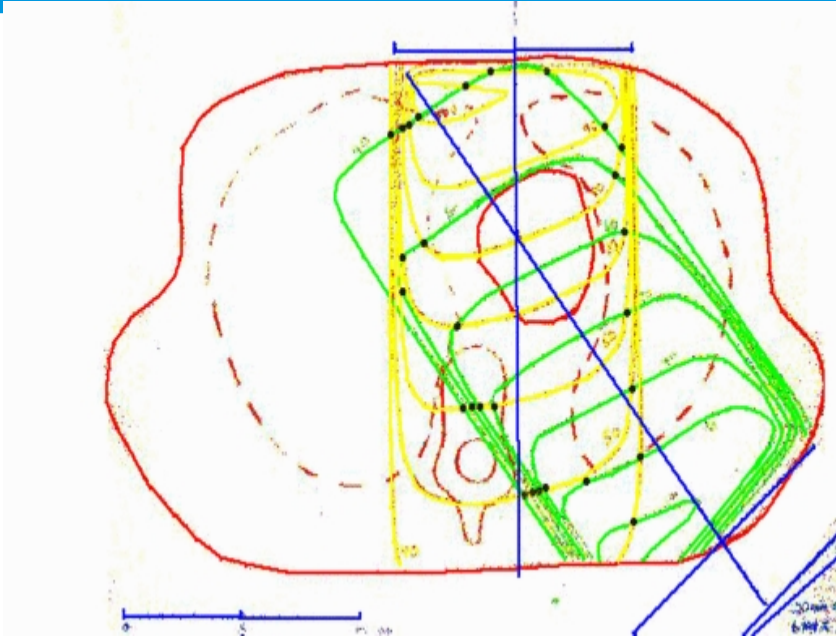
Radyasyon Onkolojisi'nde teknolojik devrim

- *Arttırılmış görüntüleme kullanımı
- *Bilgisayar kontrollü doz uygulanması
- *Daha düşük marjlar
- *Yüksek dozlar
- *Dinamik ışınlama
- *Küçük ışınlr

Bunun merkezi TPS'dir.

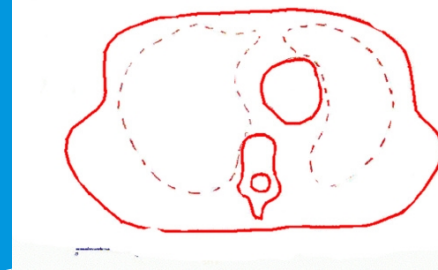
Tedavi Planlama Sistemleri TPS

*TPS, radyoterapi tedavi planlama sürecinin kalbidir



Tedavi Planlama Sistemleri

TPS

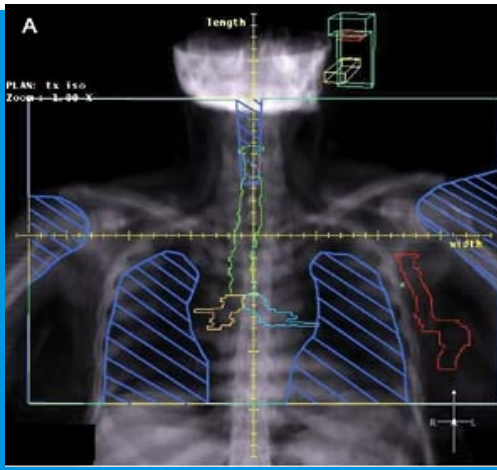


*TPS'ler radyoterapide alanı, şeklini ve ilgilenilen hacim üzerindeki absorbe doz dağılımını simüle etmek için kullanılırlar

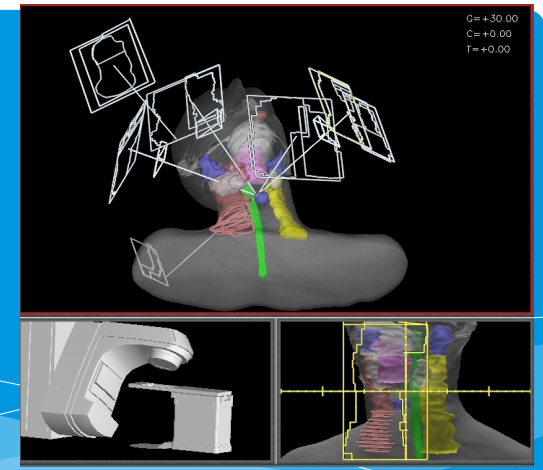
*TPS'lerin gelişimiyle birlikte 1951 yılında Wheatley radyoterapi bilgisayar uygulamaları ile ilgili bir rapor yayınladı

*IAEA'nin desteği ile Tsein radyasyon tedavisi planlamasında otomatik hesaplayan makineler uygulamasını başlatmıştır





TPS

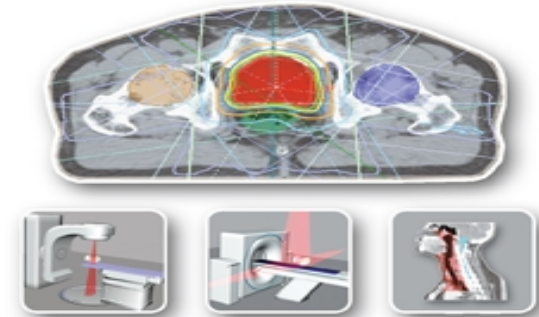
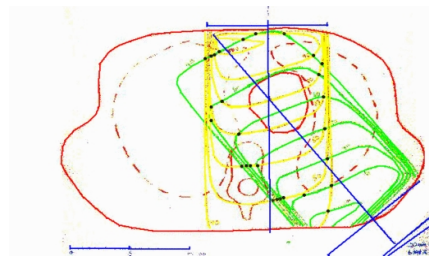
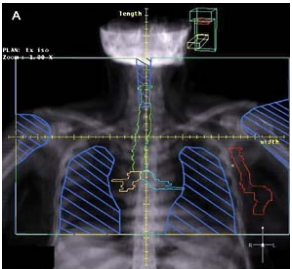


- *1960'larda genel kullanım için ve izodoz dağılım atlaslarının geliştirilmesinde aynı anda birçok işlem yapabilen sistemlerden yararlanılmıştır
- *1970'lerde bilgisayar teknolojisinin gelişimi, radyoterapi planlamada büyük bir ilerleme sağlayacak olan tanısal görüntülemedeki devrime yol açtı.
- * Bu devrim hastanın 3 boyutlu organ, tümör lokalizasyonunu ve invivo yoğunluk bilgilerini veren BT (Bilgisayarlı Tomografi)'nin keşfidir.

TPS

*Hastaya uygulanan tedavi planının 2D (İki Boyutlu) tedavi planlama sistemlerinin yerini, gerçeğe çok yakın anatomik ve invivo yoğunluk bilgilerini kullanan çok daha doğru doz hesaplama yöntemleriyle 3 boyutlu tedavi planlama sistemleri almıştır.

*Sonraki yıllarda tanısal görüntülemeadaki bu gelişmeler devam etmiş, MRG (Manyetik Rezonans Görüntüleme), SPECT (Single Photon Emission Computed Tomography: tek foton emisyonlu bilgisayarlı tomografi), PET (Pozitron Emisyon Tomografi), Dijital Anjiyografi, Ultrason buluşları ile organ ve tümör lokalizasyonunu belirlemek kolaylaşmıştır.





TPS

Bileşenleri;

*Donanım , yazılımın verimli bir biçimde çalışmasını sağlayacak yeterli hafızaya, yüksek hızlı merkezi işlem birimine, grafik işleyici ve yüksek çözünümlü imajları hızlı bir şekilde gösteren monitöre, geniş hard disk kapasitesine ve yedekleme ünitesine sahip ve sistem yüksek hızlı yerel ağ bağlantısı ile iletişim sağlamalıdır.

*Yazılım TPS, Unix veya Windows gibi işletim sistemi yazılımları tarafından sürülmektedir.

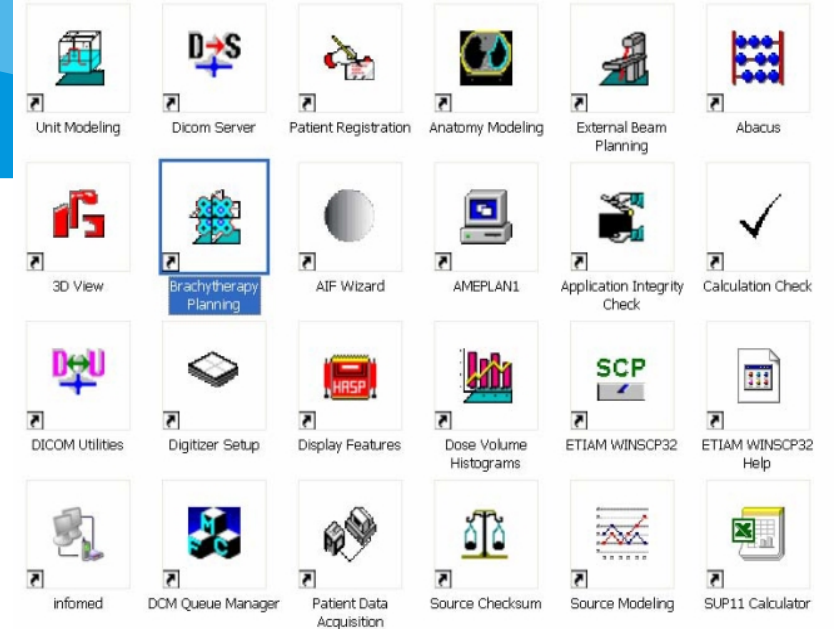
- Üç Boyutlu Tedavi Planlama Sistemleri
- Girdi
- Konturlama ve Görüntü gösterimi
- Işın girdileri ve hesaplama
- Doz gösterimi
- Plan değerlendirme



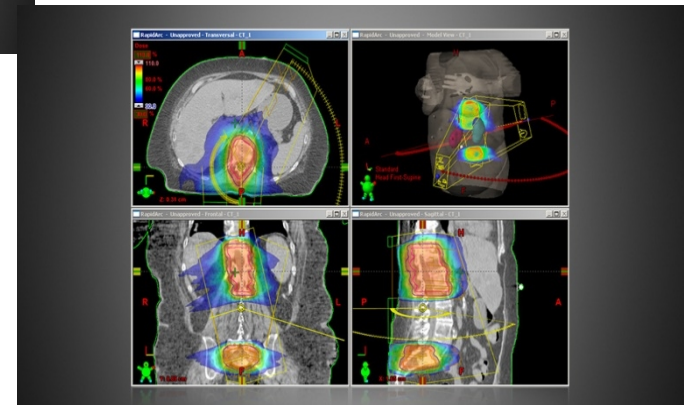
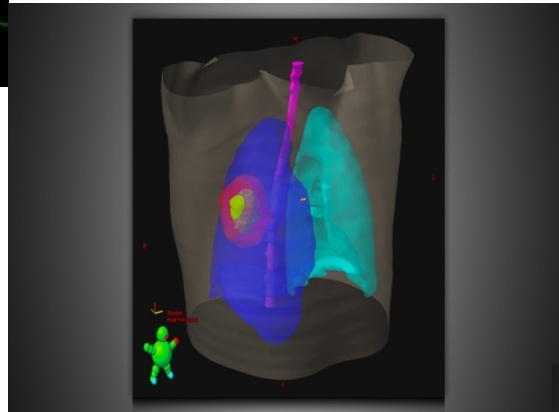
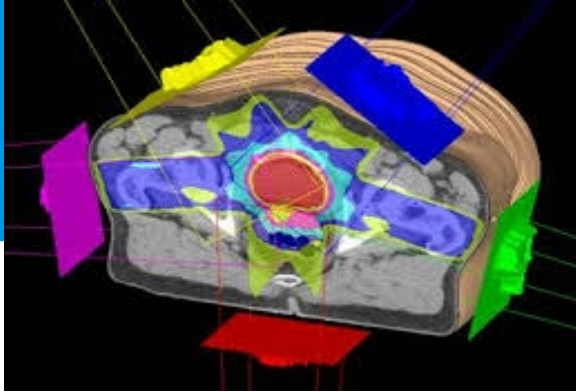
TPS

Software

Rutin doz parametre giriş
Anatomik modelleme
Işın geometrisi (sanal simülasyon)
Doz hesaplamaları
Doz volüm histogramları
DRR
Output, hardcopies, network, web bağlantıları



TPS



Yaygın Hatalar

Kompleks radyoterapi teknolojisinin uygun bir şekilde yönetilebilmesi karşılaşılabilecek kazaların önlenmesi açısından oldukça önemlidir. Bu kazalar ICRP ve IAEA tarafından yayınlanan raporlarda bildirilmiştir

Bu raporlara baktığımızda TPS'lerde karşılaşılan sorunları şöyle sıralayabiliriz

- * **Tedavi Planlama Sisteminin anlaşılmasındaki eksiklikler**
- * **Klinik kullanıma yetkilendirmedeki eksiklikler**
- * **Bağımsız hesaplama kontrol eksikliği**

Bu raporlar doğrultusunda; gelişen teknolojinin tedavi planlamadaki kompleks ve karmaşıklığın artmasıyla, bu karmaşık süreçlerini kontrol etmede doğrulamaya yönelik kapsamlı Kalite Güvenilirlik –QA- programlarının geliştirilmesine ihtiyaç duyulmuştur

Yaygın Hatalar

IAEA TRS-430 raporunda,

Tedavi planlama süreci bağlı hatalar;

- * Eğitim
- * Doğrulama
- * Belgeleme
- * İletişim

Anlamak

TPS'ne Bağlı Hatalar;

- *Yazılımın yanlış yorumlanması
- * Normalizasyon
- * Işın Parametreleştirme
- * MU/Zaman Hesaplamaları
- * İnhomojenite Düzeltmeleri
- * Yazılımın Yetenekleri ve Limitlerini

Yaygın Hatalar

- 2001-2009 yılları arasında NY eyaletinde 621 hata: 1264 hata sebebi
- 355 Kusurlu QA
- **252 Personel tarafından yapılan veri girişi ya da hesaplama hatası**
- 174 hasta ya da tedavi yerinin yanlış belirlenmesi
- **133 blok wedge ya da kolimatör kullanılmaması**
- 96 hastanın fiziksel setup hatası
- **77 kusurlu tedavi planı**
- 60 donanım arızası
- 52 işe alma hatası
- **24 bilgisayar yazılımı ya da dijital bilgi transferi arızası**
- 19 personel tarafından bilgisayar verisinin override edilmesi
- 14 iletişim kopukluğu
- 8 diğerleri/belirsiz

Tedavi Hatalarından kaçınmak

Hata

“Planlanan bir eylemin istenilen şekilde tamamlanmasındaki başarısızlık (uygulama hatası) ya da bir amaca ulaşmak için yanlış bir plan kullanımı (planlama hatası).”

Institute of Medicine. To Err is Human: Building a Safer Health System, 2000.

Hata için diğ er kelimeler

- *Kazalar

- *Vakalar

- *Olaylar

- *Yanlışlıklar

- *Hatalı Uygulamalar

- *Sıradışı Durumlar

- *Uyuřmazlıklar

- *Aksi Olaylar

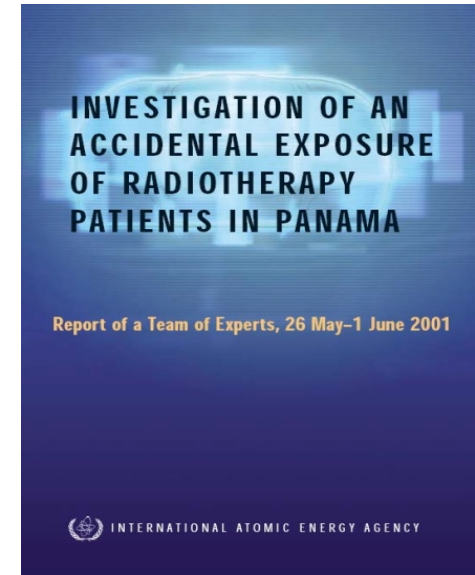
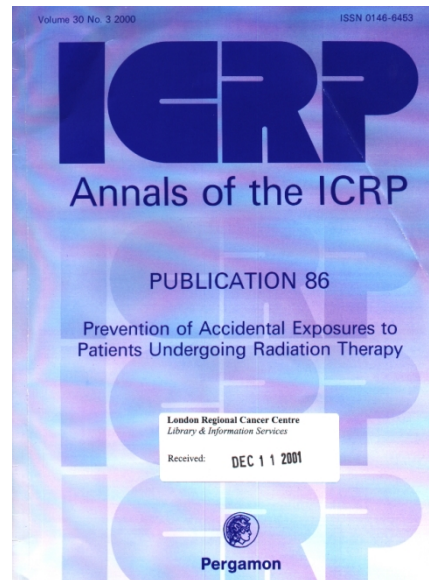
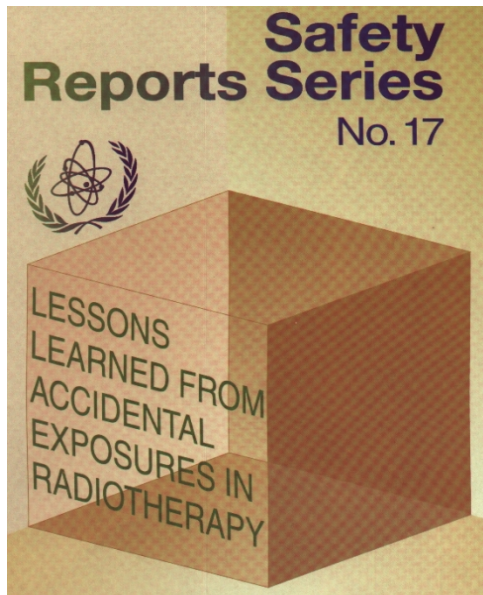


Radyoterapi'de hatalardan kaçınma

IAEA 2000

ICRP 2000

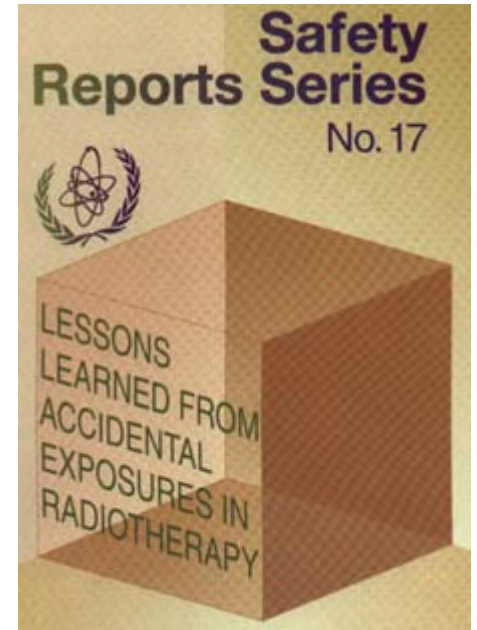
IAEA 2001



IAEA: Hatalardan Öğrenilen Dersler

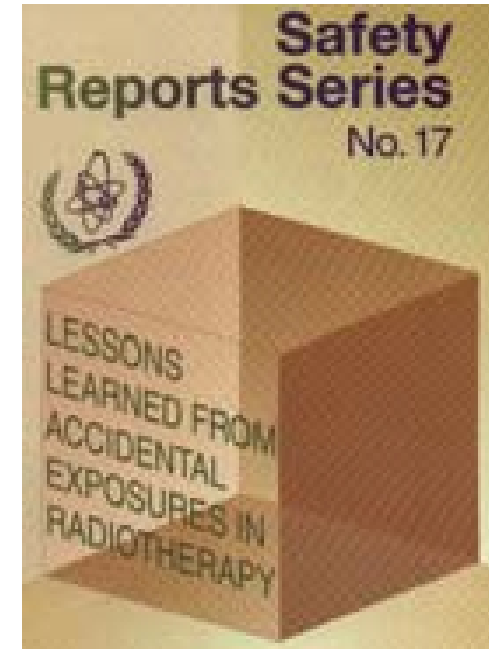
IAEA SRS 17

- *92 hatalı ışınlamayı tarif eder
- ***26'sı radyoterapi planlamayla bağlantılıdır**
- *16 eksternal ışınlama
- *10 brakiterapi



IAEA: Hata Kategorileri

<u>Kategori</u>	<u>Hata Sayısı</u>
Radyasyon ölçüm Sistemleri	5
Eksternal Işınlama:	
Cihaz commissioning'i ve kalibrasyonu	15
Tedavi planlama, setup ve tedavi	26
Teleterapi cihazlarının decommissioning'i (lisans yenileme)	2
Mekanik ve elektriksel arızalar	4
Brakiterapi:	
LDR kaynaklar ve aplikatörler	29
HDR	3
Açık kaynaklar	8
	92



IAEA: Dersler.....Örnekler

Tanım

Öneriler

Tutarsız/yanlış veri seti
Algoritmayı algılamada eksiklik

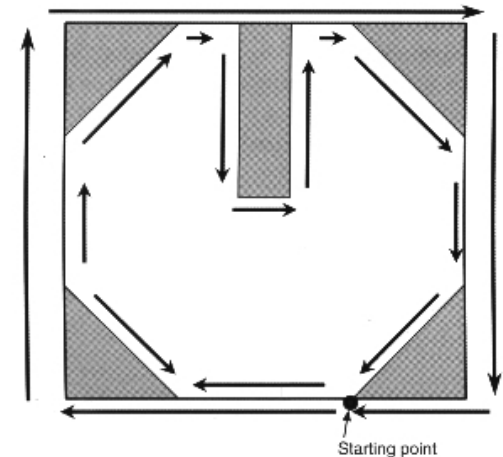
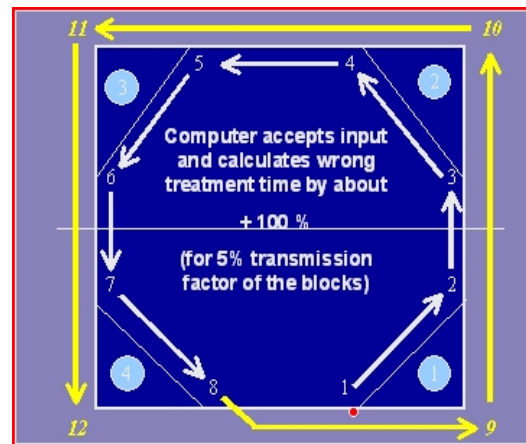
Doğru commissioning/doğrulama eksikliği
Wedge faktörlerinin kullanımını
anlama eksikliği

Yanlış tedavi süresi hesaplaması
Yanlış mesafe düzeltmesi
Karmaşık tedavi planlarının yanlış
anlaşılması
Hasta üzerinde tedavi alanının
yanlış pozisyonlanması
Yanlış kaynak gücü
Yanlış izotop
Kaynak çıkarma zamanında hata

Bağımsız kontrol eksikliği
Anlama/Eğitim/Bağımsız kontrol eksikliği
Anlaşılır dökümantasyon
iletişim hatası
Talimatların yetersiz uygulanması
Anlama/Eğitim/Bağımsız kontrol eksikliği
Bağımsız kontrol eksikliği
Bağımsız kontrol eksikliği

INVESTIGATION OF AN ACCIDENTAL EXPOSURE OF RADIOTHERAPY PATIENTS IN PANAMA

17'si öldü, 13'ünde rektal komplikasyonlar görüldü



Hatalara neden olan faktörler

- *TPS el kitabındaki yetersiz talimatlar
- ***Tedavi planlama sürecinde yetersiz QA**
- *Elle kontrol yapılmaması
- ***Blokları girerken değişikliklerin yazılı prosedürü olmaması**
- *İş organizasyonu
- *Aşırı iş yükü
- ***Radyoterapi ekibi üyeleri arasındaki koordinasyon eksikliği**



Modern Teknolojiyle bağlantılı hatalar

Örnek hatalar

*2004-2005. Epinal, Fransa 23 hasta %7-34 yüksek doz aldı.

Dinamik ile fiziksel wedge çevrimi hatası

*2006 Glasgow, İskoçya. Kayıt ve doğrulama sistemindeki (Varis 7) **güncellemeye bağlı olarak süreçteki hata. Yaklaşık %60 yüksek beyin dozu. Hasta öldü**

*2007 Toulouse, Fransa: **SRS ekipmanının yanlış kalibrasyonu**, 145 hasta fazla ışınlandı

*2007 Detroit, MI. Gamma Knife

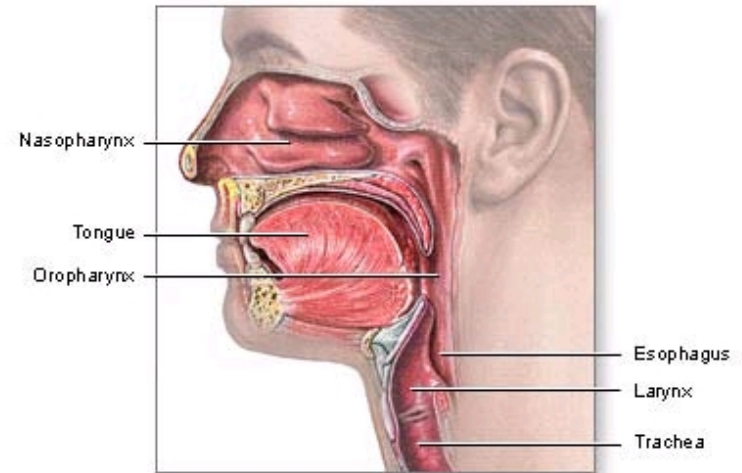
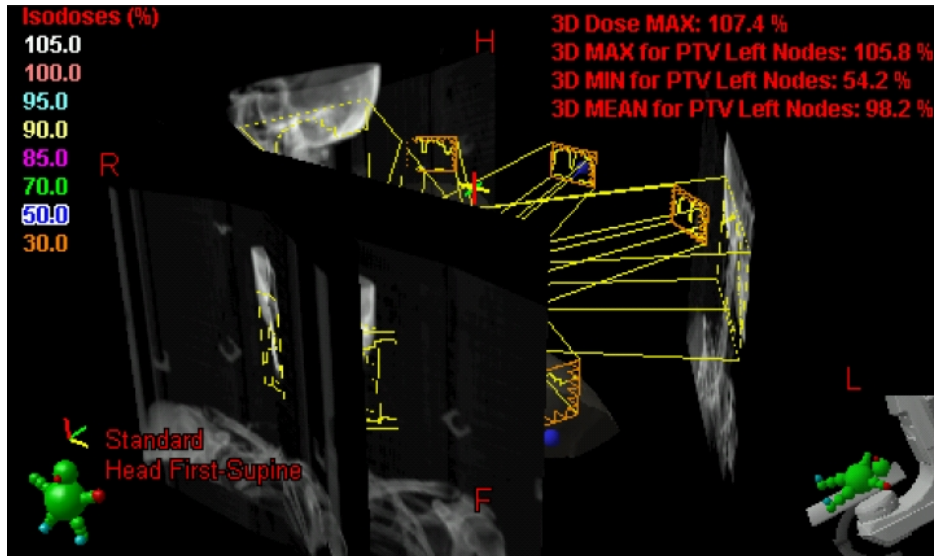
Hastanın MRI ile nasıl tarandığına bağlı olarak (baş-ayak gantry) koordinatlar ters alındı ve beynin yanlış tarafı tedavi edildi

*RPC IMRT fantom verisi

Modern Teknolojiyle bağlantılı hatalar

- Mart 2005 New York

- Oropharyngeal hastası IMRT ile tedavi ediliyor. İlk 3 gün normal tedavisini alıyor sonra planda diğ dozunu azaltmak için değişiklik isteniyor.



Modern Teknolojiyle bağlantılı hatalar



Please note the following messages and inform your System Administrator:
Failed to access volume cache file <C:\Program Files\Varian\RV71\Cache\504.MImageDRR>.
Possible reasons are:
- Directory not existing or write-protected
- Disk full

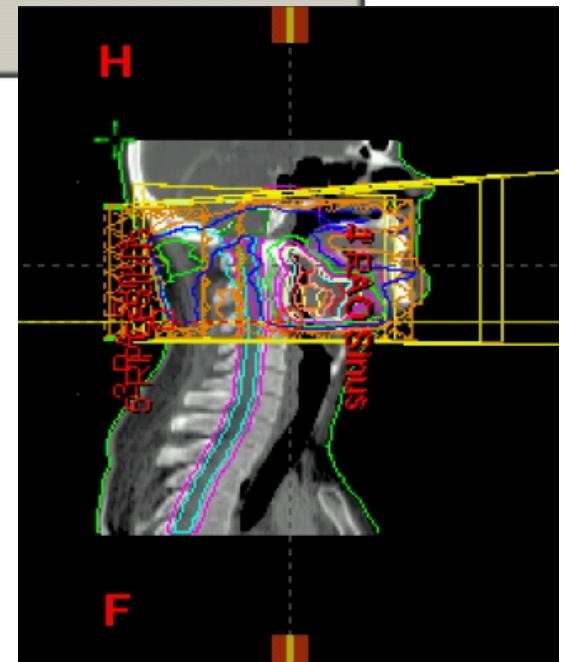
Do you want to save your changes before application aborts?

Yes

No

Save All

Please wait while the objects are being saved



Modern Teknolojiyle bağlantılı hatalar

File Edit View Insert Task Workspace Parameters Tools Window Help

Course: 1 - Curative w/chemo Volume: BODY Plan: 1B Oropharynx Machine: Clinac_1

Field: New... Order... Views: ☒ Field Graphics ☒ Treatment Unit

Field Order/Type	5 / Treat	6 / Treat	7 / Treat	8 / Treat	9 / Treat
Field ID	3B PA Sinus	1B LPO	2B LAO Sinus	4B RAO Sinus	5B RPO Sinus
Field Name	AP Sinus	LPO	LPO Sinus	RAO Sinus	RPO Sinus
Technique	STATIC	STATIC	STATIC	STATIC	STATIC
Energy / Mode	6X	6X	6X	6X	6X
Dose Rate [MU / min]	300	300	300	300	300
MU	309	281	334	258	282
Time [min]	1.44	1.31	1.56	1.21	1.32
Tot. Table	IMRT_HN	IMRT_HN	IMRT_HN	IMRT_HN	IMRT_HN
SSD [cm]	91.2	90.7	94.2	94.4	90.7
Gantry/Source Rtn [Deg]	160.0	150.0	60.0	300.0	210.0
Coll Rtn [Deg]	90.0	90.0	90.0	90.0	90.0
Field X [cm]	11.0	11.3	11.3	11.3	10.9
X1 [cm]	+1.5	+1.5	+1.5	+1.5	+1.4
X2 [cm]	+9.5	+9.8	+9.8	+9.8	+9.5
Field Y [cm]	14.3	15.0	15.0	15.0	15.0
Y1 [cm]	+7.0	+8.0	+9.0	+8.0	+6.0
Y2 [cm]	+7.3	+6.5	+6.0	+8.5	+9.0
MLC	NONE	NONE	NONE	NONE	NONE
Dynamic Wedge					
Int Mount					
Acc Mount					
Comp Mount					
e - Aperture					
Coach Vrt [cm]					
Coach Lng [cm]					
Coach Lat [cm]					
Coach Rtn [Deg]	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Imager Vrt [cm]					
Imager Lng [cm]					
Imager Lat [cm]					
Setup Note					

1 LPO-DRR1 - 3/14/2005 11:37 AM

Prescription Parameters Reference Point Scheduling History Editing Log

Ready

Modern Teknolojiyle bağlantılı hatalar

The screenshots show the Varian Medical Systems console interface for treatment planning. The left screenshot shows the '1B Oropharynx' plan with a table of parameters. The middle screenshot shows the '2A LAN' plan with a table of parameters. The right screenshot shows the '1A Oropharynx:1' plan with a table of parameters. Blue arrows point to specific parameters and tables in each screenshot.

1B Oropharynx Fractions: 1/26

- KV AP Setup - KV AP Setup
- KV R/Lat Setup - KV R/Lat Setup
- MV AP Setup - (planned)
- MV AP Setup - MV AP Setup
- MV L/Lat Setup - (planned)
- MV L/Lat Setup - MV L/Lat Setup
- 2B PA Spine - AP Spine
- 1B LPO - LPO
- 2B LAO Sinus - LPO Sinus
- 4B RAO Sinus - RAO Sinus
- 3B RPO Sinus - RPO Sinus

	Plan	Actual	Actual	Plan	Actual
Technique	Static	Static		MLC	Dynamic
Energy	6X	6X		Couch Vrt	
Dose Rate	300	300		Couch Ling	
MU	254	254		Couch Lat	
				Couch Rtn	0.0
Time	1.31	1.31		SSD	90.7
Tot. Table					
EDW					
Accessory	NoAccessory	NoAccessory			
				Y1	8.5
				Y2	6.5
				X1	1.5
				X2	9.8

2A LAN Fractions: 4/24

- 6A AP - 6A LAN AP
- 7A PA - 7A LAN PA

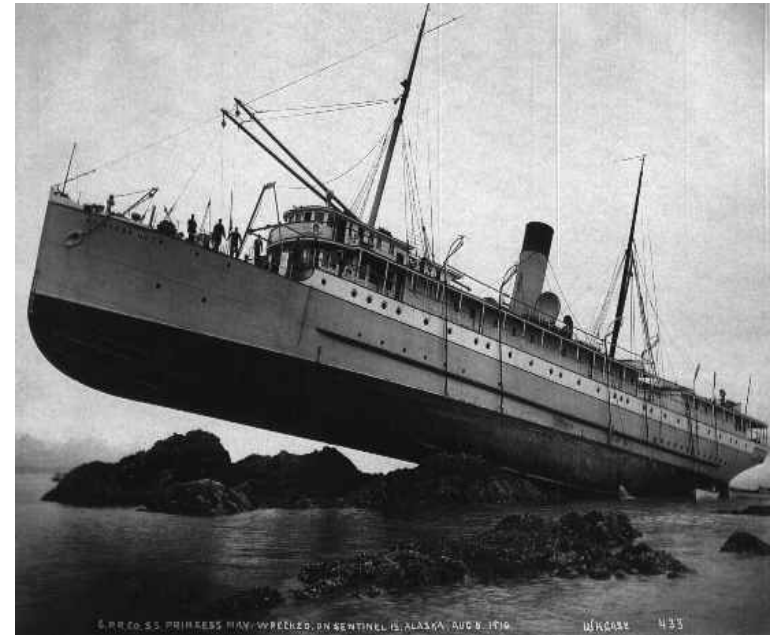
1A Oropharynx:1

•Hasta 3 gün tedaviden fraksiyon başına 13 Gy toplamda **3 fraksiyonda 39 Gy**

RT'de hatalar: Neden olan faktörler

***Yetersiz eğitim**

- *Yoğun QA programının parçası olarak protokollerin/prosedürlerin eksikliği
- *QA programına uygunluğun yetersiz gözetimi
- *Sıradışı durumlar için yetersiz çalışma
- *Güvenlik kültürü eksikliği**



Modern TPS'nin Karmaşıklığı

Donanım

Yazılım

Görüntülerin kullanılması, 3D, IMRT,

Optimizasyon, plan değerlendirme

Network

Dozimetri cihazları

Görüntüleme cihazları

Tedavi cihazları

Onkoloji bilgi sistemi

Doktorların / Fizikçilerin iletişim eksiklikleri

Doz hesaplama algoritmaları

Elekta XiO

- * Clarkson
- * FFT Convolution
- * Multigrid Convolution
- * Superposition
- * Fast Superposition

Phillips Pinnacle

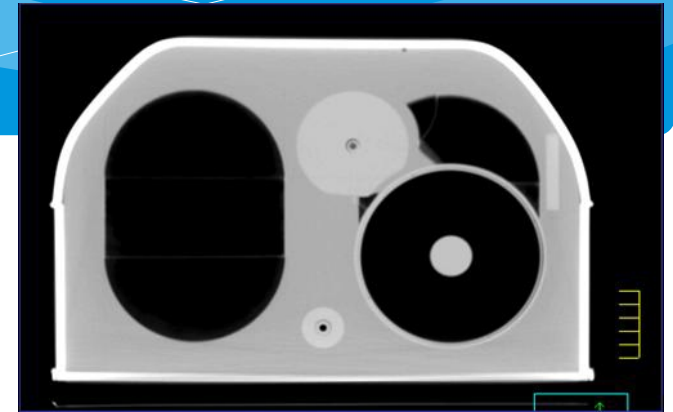
- * Collapsed Cone Convolution
- * Pencil Beam

Varian ECLIPSE

- * AAA Collapsed Cone Convolution
- * Pencil Beam
- * Acuros

IMRT Heterojenite Düzeltmeleri

TPS	IMRT QA correction multiplier	Ratio of TPS calculation (corrected) to TLD measurement		
		Tumor	Heart	Cord
Pinnacle (CSA)	1.027	0.992	1.021	0.964
Corvus (PBA)	1.055	1.050	1.093	1.090
Eclipse AAA (CSA)	1.007	1.036	1.112	1.099
Eclipse (PBA)	0.993	1.049	1.065	1.042
TornoTherapy (CSA)	0.994	1.021	0.974	0.851



Convolution/Superposition Algorithm (CSA) Average = 1.01 ± 0.08
 $\pm 5\%/3 \text{ mm}$: 85% pixels

Pencil Beam Algorithm (PBA) Average = 1.07 ± 0.02
 $\pm 5\%/3 \text{ mm}$: 50% pixels

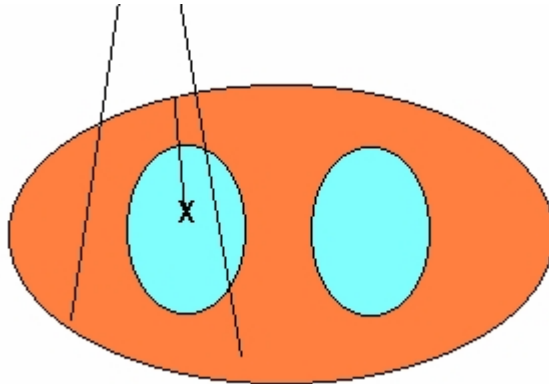
 ***CSA better than PBA!***

Davidson et al. Med Phys 35: 5434-5439; 2008

Doz Hesaplama Algoritmaları

Hasta Anatomisi

CT, PET, MR ile görüntülenen
Algoritma tarafından algılanan geometri ve yoğunluk
Simetri varsayımları
1D, 2D, 2.5D, ya da 3D matriks



Kalite Güvenilirlik QA

Kalite Güvenirlilik; yönteme ve sonuca yeterli güveni sağlamada tüm planlanmış ve sistematik uygulamaları kalite için bilinen gereklilikleri yerine getirmektir





Kalite Güvenilirlik QA

Radyoterapide QA'in amacı,

Radyasyon Tedavisinde Doğruluk : Radyasyon tedavisindeki doğruluklar, doz-cevap eğrisi ilişkisinin dikliğine ve radyasyon tedavi yönteminin içerdiği çoklu adımlar hesaplandığında doğruluğun ne kadar pratik olarak başarılabilmesine dayanır

Tedavi Hatalarından Kaçınma : Radyoterapi tedavi sürecinde meydana gelebilecek hatalar, hataların büyüklüğüne bağlı olarak tedavinin sonucunu çeşitli şekilde değiştirebilir. Bu amaçla;

- Hataların önlenebilmesi
- Hataların etkilerinin azaltılabilmesi için uygulanır



RT QA

Bu amaçla, IAEA, ESTRO, NCS gibi gruplar bir çok rapor yayınlamışlardır. Bu raporlara göre;

- * Yapılan QA bir program eşliğinde yürütülmeli
- * Toleranslar hakkında basit açıklamalar yapılmamalı
- * Hesaplama ve ölçüm değerleri karşılaştırmanın yararlı yolu sapmanın istatistiksel olarak analizi olarak kabul edilmiştir.



Kalite Güvenilirlik ile ilgili raporlar

* **Westermann ve ark. , Rosenow ve ark. , Wittkämper ve ark.** geometrilerin sınırlandırılmış setleri için ölçüm ve hesaplamaların karşılaştırmaları,

* **AAPM TG 23**, TPS'nin QA test paketinde ışın verilerinin girişini ve doz hesaplama algoritmalarının sınırlamalarını,

* **McCullough ve ark., Brahme ve ark.** Konturların geometrik boyutlarının yeniden üretilmesinin doğruluğunu belirlemedeki testler ve BT numarasını,

* **Van Dyk ve ark.** belirsizliklerin kaynakları, önerilen tolerans seviyeleri, kurulumda ve tekrar eden sistem kontrollerine ilişkin prensipleri,

* **AAPM TG 53** yazılımının QA prosedürleri, testleri, dozimetrik bölgesel sapmaları, QA eğitimi ve tedavi planlamanın dozimetrik olamayan yönlerin belirlenmesi,



RT QA

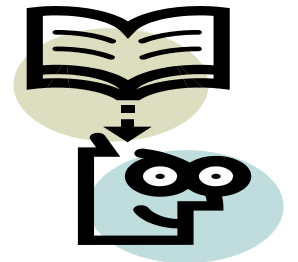
AAPM Task Group-23 TPS'nin QA paketi sadece ışın verilerinin girişlerini ve doz hesaplama algoritmalarının sınırlamalarını açıklamıştır

Application of AAPM Radiation Therapy Committee Task Group 23 test package for comparison of two treatment planning systems for photon external beam radiotherapy.

Med. Phys. 24, 2043 (1997); <http://dx.doi.org/10.1118/1.2987897>

Kalite Güvenilirlik ile ilgili raporlar

- * **Venselaar ve ark.** bölgesel sapmaların, istatistik incelemesi olan sistematik ve rastgele hataların kombinasyonu olan güvenli limit niceliği,
- * **IAEA TRS-430** TPS'nde uygulanacak pratik testleri veren AAPM TG-53 raporunu genişletilmiş hali,
- * **NCS tarafından** yayınlanan raporda, elektron ve foton ışınlarında farklı toleransları ayrı ayrı incelenmesi,
- * **IAEA-TECDOC-1540 ve IAEA-TECDOC-1583** raporları, **IAEA TRS-430** rehberliğinde uygulamaları içerir.



RT QA

ESTRO 2004

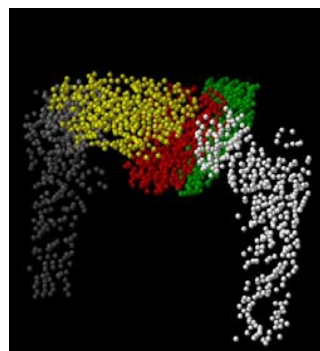
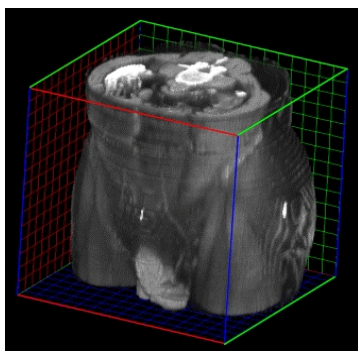
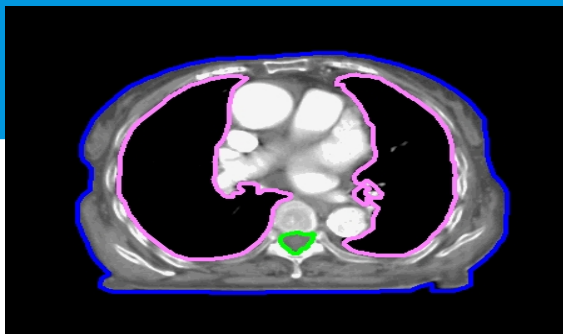
Available from ESTRO website:

<http://www.estroweb.org/estro/index.cfm>

QUALITY ASSURANCE OF TREATMENT PLANNING SYSTEMS PRACTICAL EXAMPLES FOR NON-IMRT PHOTON BEAMS

Ben Mijnheer
Agnieszka Olszewska
Claudio Fiorino
Guenther Hartmann
Tommy Knöös
Jean-Claude Rosenwald
Hans Welleweerd

RT QA



TECHNICAL REPORTS SERIES NO. 430

Commissioning and Quality Assurance of Computerized Planning Systems for Radiation Treatment of Cancer



IAEA

International Atomic Energy Agency

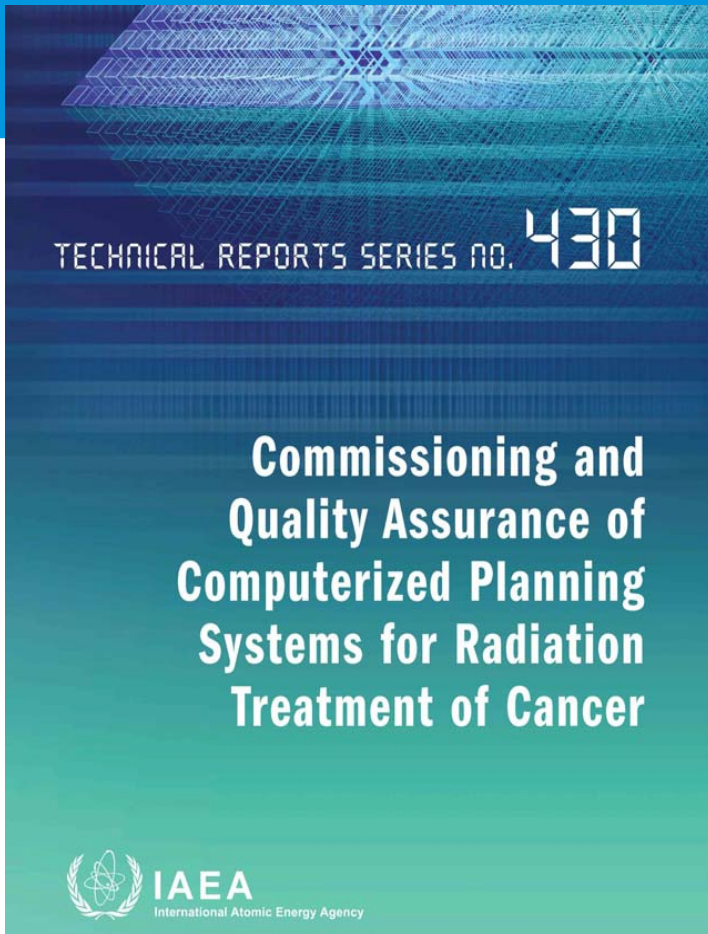
Available in pdf format from:

http://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/TRS430_web.pdf

RT QA

IAEA TRS 430 İçeriği

- *Giriş
- *Klinik tedavi planlama süreci
 - *Radyoterapi tedavi planlama sistemleri tanımı
 - *Radyoterapi tedavi planlamada kullanılan algoritmalar
- *Kalite değerlendirmesi
- *Kalite kontrol yönetimi
- *Satınalma süreci
- *Kabul testleri
- *Periyodik kalite kontrol
- *Hasta spesifik kalite kontrol
- *Özet



IAEA TRS-430 Doz Hesaplama Algoritmaları

Kullanıcıların sorması gereken sorular

- *Hacim elemanlarının şekil ve boyutları nedir?
- *Entegrasyon (uygulama) hacminin limitleri nelerdir?
- *Her doz bileşeni için (primer, saçılma, vb.) farklı mı uygulanmıştır?
- *Derinlikle oluşan spektral değişmeler için düzeltmeler var mıdır?



Akseptans testi

IAEA-TECDOC-1540

*Specification and Acceptance
Testing of Radiotherapy Treatment
Planning Systems*



April 2007

IAEA-TECDOC-1540 April 2007

Contributors: Geoffrey Ibbott
Rainer Schmidt
Jake Van Dyk

Scientific Secretary: Stanislav Vatnitsky

Commissioning

IAEA-TECDOC-1583

***Commissioning of Radiotherapy
Treatment Planning Systems:
Testing for Typical External Beam
Treatment Techniques***

*Report of the Coordinated Research Project (CRP) on
Development of Procedures for Quality Assurance of
Dosimetry Calculations in Radiotherapy*



IAEA

International Atomic Energy Agency

January 2008

IAEA Protocol for Commissioning of
Radiation Treatment Planning Systems
Specific guidelines for IAEA supported
systems

RT QA

American Association of Physicists in Medicine Radiation Therapy Committee Task Group 53: Quality assurance for clinical radiotherapy treatment planning

Benedick Fraass^{a)}

University of Michigan Medical Center, Ann Arbor, Michigan

Karen Doppke

Massachusetts General Hospital, Boston, Massachusetts

Margie Hunt

*Fox Chase Cancer Center, Philadelphia, Pennsylvania
and Memorial Sloan Kettering Cancer Center, New York, New York*

Gerald Kutcher

Memorial Sloan Kettering Cancer Center, New York, New York

George Starkschall

M. D. Anderson Cancer Center, Houston, Texas

Robin Stern

University of California, Davis Medical Center, Sacramento, California

Jake Van Dyke

London Regional Cancer Center, London, Ontario, Canada

AAPM Task Group 53

Raporda, yazılımın QA prosedürleri, testleri, dozimetrik bölgesel sapmaları, QA eğitimi ve tedavi planlamanın dozimetrik olmayan yönlerin belirlenmesi gibi TPS'nin QA'i tanımlanmıştır.

RT QA

Sonraki yıllarda AAPM raporunu tamamlayıcı olan, pratik test örneklerini, elektron ve foton ışınlarında farklı toleranslar tanımlayan raporu NCS tarafından yayınlanmıştır

RT QA

Netherlands Commission on Radiation Dosimetry 2006

**Quality assurance of 3-D treatment planning systems
for external photon and electron beams**

Practical guidelines for initial verification and periodic quality
control of radiation therapy treatment planning systems

NEDERLANDSE COMMISSIE VOOR STRALINGSDOSIMETRIE

Report 15 of the Netherlands Commission on Radiation Dosimetry



Netherlands Commission on Radiation Dosimetry
Subcommittee Treatment Planning Systems
January 2006

RT QA

TPS'nin QA'ne yönelik olarak, Koordineli Araştırma Projesi E2.40.13 (CRP E2.40.13) kapsamında IAEA TRS 430 rehberliğinde uygulamaları, IAEA -TECDOC 1540 ve IAEA-TECDOC 1583 yayınlarında vermektedir

Bu yayınlardan IAEA - TECDOC 1540, IEC 62083 standartlarına uygun olarak spesifikasyonların ve kabul testlerin uygulanmasını ayrıntılı bir şekilde sunmaktadır. IAEA-TECDOC 1583 kapsamlı klinik testler için öneriler sunarken, IAEA tarafından yapılan pilot çalışmanın sonuçlarını sunmaktadır

AAPM TG-43 brakiterapi kaynak pozisyonları ve hesaplamaları ile ilgili raporu yayınlamıştır

IAEA TRS 430 Doz Hesaplamaları ve Kabul Testleri

TECHNICAL REPORTS SERIES NO. 430

Commissioning and Quality Assurance of Computerized Planning Systems for Radiation Treatment of Cancer



IAEA-TECDOC-1540

Specification and Acceptance Testing of Radiotherapy Treatment Planning Systems



April 2007

IAEA-TECDOC-1583

Commissioning of Radiotherapy Treatment Planning Systems: Testing for Typical External Beam Treatment Techniques

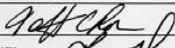
*Report of the Coordinated Research Project (CRP) on
Development of Procedures for Quality Assurance of
Dosimetry Calculations in Radiotherapy*



January 2008





- | Customer Summation and Release | | | | | |
|--|--|--------------------------|--|--------------------|---|
| Site Name: | London Regional | | | | |
| Address: | 790 Commissioners Road E | | | | |
| Address: | Radiation Oncology | | | | |
| City / State: | London , ON N6A 4L6 | | | | |
| Sales Order Number: | 02334R | | | | |
| Customer Site Code: | N/A | | | | |
| Site Installer(s): | Lee Huey | | | | |
| Pinnacle Software Options Installed | | | | | |
| | Yes | No | N/A | | Yes No N/A |
| Stereo | ☒ | ☐ | ☐ | Dicom | ☒ ☐ ☐ |
| Electron | ☒ | ☐ | ☐ | Dicom Print | ☐ ☒ ☐ |
| Photon | ☒ | ☐ | ☐ | Film Scanner | ☒ ☐ ☐ |
| Brachy | ☒ | ☐ | ☐ | IMRT | ☒ ☐ ☐ |
| Brachytg43 | ☒ | ☐ | ☐ | OpenRTP | ☒ ☐ ☐ |
| Dynamic Wedge | ☒ | ☐ | ☐ | PhysReview | ☐ ☐ ☐ |
| Dicom RT | ☒ | ☐ | ☐ | Picker Proprietary | ☒ ☐ ☐ |
| | | | | Remote Pinnacle | ☐ ☒ ☐ |
| | | | | GE DAT Tape | ☐ ☒ ☐ |
| | | | | P3MD | ☐ ☒ ☐ |
| | | | | No. of P3MD PC's | |
| | | | | n/a | |
| System(s) setup and configured per the PROS Installation Procedure
Standard hardware and hardware options installed and tested
Standard software and software options installed, licensed, and tested
Customer orientation performed, including power cycle
Customer shown where all documentation was stored
All image import / export devices operational | | | | | |
| Exceptions: | | | | | |
| Back Order(s) | | | Root Cause | | |
| 1) 5200-4067 | | | 1) On Backorder will be installed upon arrival | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| Open Issue(s) | | | Root Cause | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| New Installation: System must be commissioned before clinical use! ☐ | | | | | |
| Upgrade Installation: Commissioned data must be verified before clinical use! ☐ | | | | | |
| Customer Signature: |  | | | Date: | 10/16/04 |
| Installer Signature: | Lee Huey  | | | Date: | 10/16/04 |

Kabul Nasıl Yapılmalı?

IAEA Protokolü

Developed 14-18 March 2005 – Published April

2007 Consultants Geoff Ibbott, RPC/MD Anderson CC, Texas, USA

Rainer Schmidt, Hanover, Germany

Jake Van Dyk, London, Ontario, Canada

Stan Vatnitsky, Scientific Secretary, IAEA

- Reference material IEC 62083 - IAEA TRS-430
Standard radiation data set

Uluslar Arası Elektroteknik Komisyonu (IEC)

- *68 üye ülke

- *Elektroteknik ekipmanların dizaynını işaret eden standartlar üretir.

- *Üreticilerin dizayn ve inşasına güvenlik ve performans standartlarını uygular.

- *Uygunluk testleri tip testleri ya da site testleri olabilir (Genel cihaz tipi ya da yerinde uygulama kontrol testleri)

- *Site testleri bazen kabul testi prosedürlerine dahil edilir.



IEC standartlarının tanınması

Birleşik Devletler’de:

- *IEC standartları (ya da bölümleri) ANSI standartlarına, FDA düzenlemelerine, NEMA prensiplerine vb. dahil edilmiştir
- *IEC standartları yazıldığı gibi kullanılabilir; FDA sağlayıcıdan uygunluğu rapor etmesini ister

Üreticiler için

International Electrotechnical Commission (IEC), 2000

IEC 62083 Uluslar arası standart

NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD

CEI
IEC

62083

Première édition
First edition
2000-11

Appareils électromédicaux –
Règles particulières de sécurité
pour les systèmes de planification
de traitement en radiothérapie

Medical electrical equipment –
Requirements for the safety of
radiotherapy treatment planning systems

IEC 62083 (2000) ‘den

“... Bu standart belli hataların oluşmasına karşı önlem sağlamak için bir TPS’nin tasarım ve inşasında üreticiler tarafından sağlanması gereken gereksinimleri tanımlar.”



IEC 62083-Tedavi Planlama Sistemlerinin Güvenli İşletimi

- *Görüntüleyicilerin, birimlerin, gün ve zamanın formatları
- *Veri limitleri, transferi
- *Verinin kaydedilmesi ve arşivlenmesi
- *Ekipman ve kaynak modeli
- *Hasta modeli
- *Tedavi planlama
- *Doz hesaplaması
- *Tedavi planı raporu



IEC Tarafından Tanımlanan Testler

Tip testi: “Bir cihaz ya da ekipmanın belli bir dizaynı için üretici tarafından, belirlenen kritere uygunluk sağlaması gereken test.”

Site testi: “Kurulum sonrasında, bağımsız bir cihaz ya da ekipmanın belirlenen kritere uygunluk sağlaması gereken test.” “Not: Önerilen değişiklik KABUL TESTİ.”

Site testi=Kabul testi

IAEA Tarafından Önerilen Test Süreci

- * Üretici bir dizi tip testi gerçekleştirmeli
- * Tip testi sonuçları dökümante edilmeli ve kullanıcıya sağlanmalı
- * Site (kabul) testleri tip testlerinin TPS'in kurulumu esnasında uygulanan bir alt kümesi olmalı
- * Sonuçlar tip testlerinin sonuçları ile karşılaştırılmalı



Kalite Güvenilirliğin Doğruluk Gereksinimleri ve Tolerans Değerleri

*TPS'nin doğruluğundaki gereksinimler, hastaya verilen 3-D dozdaki toplam belirsizliğin hesaba katılarak yapılmış olmasıdır.

***ICRU** raporunda yer alan kriter doz tanımlama noktasında, absorbe doz verilisinde standart sapma % 3-5 kadar düşük olmalıdır

* Yüksek enerjili radyasyon ışınlarının kalibrasyonu için uygulanan en son teknik olan **IAEA Rapor 398** 'e göre, referans koşullar altında noktaya verilen absorbe dozdaki belirsizlik % 1,5' dir.

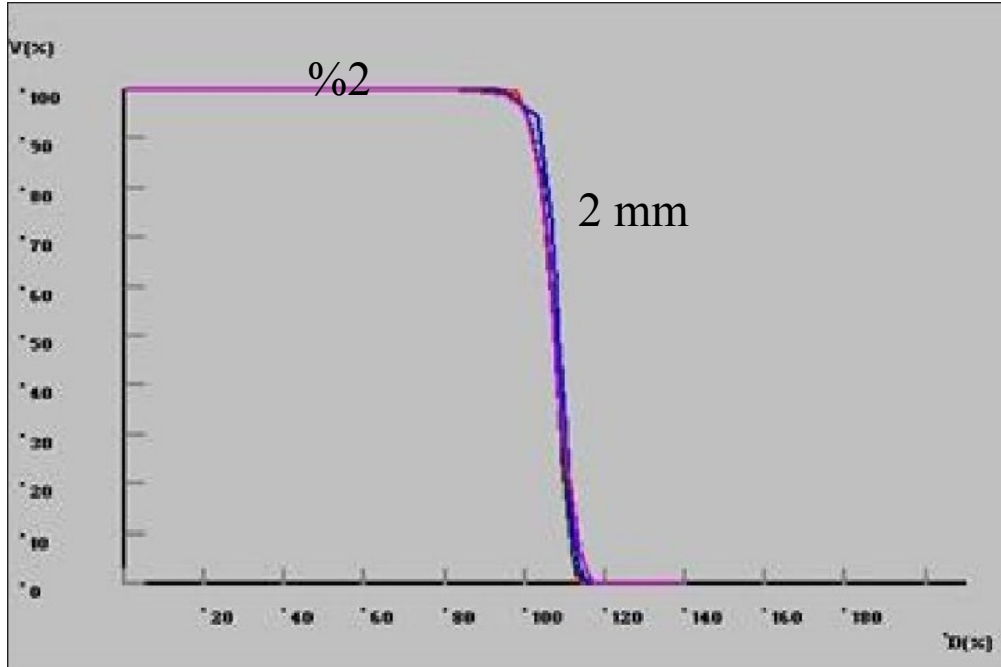
*Geçmişte, tercih edilen basit öneriler küçük ve büyük doz gradientli bölgelerde sırasıyla % 2 ve 2 mm doz hesaplamasının doğruluğu için verilmiştir

*Son zamanlarda çeşitli gruplar tarafından rapor edilen doğruluk gerekliliği toplamı **Venselaar J.L.M ve ark.** tarafından yayınlamıştır.

Kalite Güvenilirliğin Doğruluk Gereksinimleri ve Tolerans Değerleri

ICRU 42, 1987 Önerileri

- *Uniform doz bölgesinde rölatif doz doğruluğu: %2
- *Yüksek doz gradyanında uzaysal doğruluk: 2 mm



Doz Hesaplamaları için Toleranslar

IAEA TRS-430 raporuna göre,

* Ölçümler ve hesaplamalar arasında farklar vardır.

* Bu farklar, hasta geometrisi ve ışın içindeki konumuna bağlıdır.

* Toleranslar, hakkında basit açıklamalar yapılmamalıdır. Işın içindeki bölgede ve hasta içindeki bölgede algoritmaya bağlı doz hesaplamanın doğruluğu iyice tanımlanmalıdır.

* Hesaplama ve ölçüm karşılaştırmanın yararlı yolu, sapmanın istatistiksel olarak analizidir. **Alınan nokta doz ölçümlerinin her birinin tolerans değerine sıkı bir şekilde uyması beklenmez.** Örnek olarak, % 2 tolerans değeri olan bir uygulamada, eğer noktaların % 95'i tolerans değerinin içine düşüyorsa kabul edilebilir olarak sayılabilir.

* Son yıllarda geliştirilen doz hesaplama algoritmalarında, her bir tolerans için farklı kullanıcılar farklı değerleri seçebilir

Ölçüm ve Hesaplamalardaki verilerin karşılaştırılması

* Geometrik testler; uzaysal birimleri içerir.

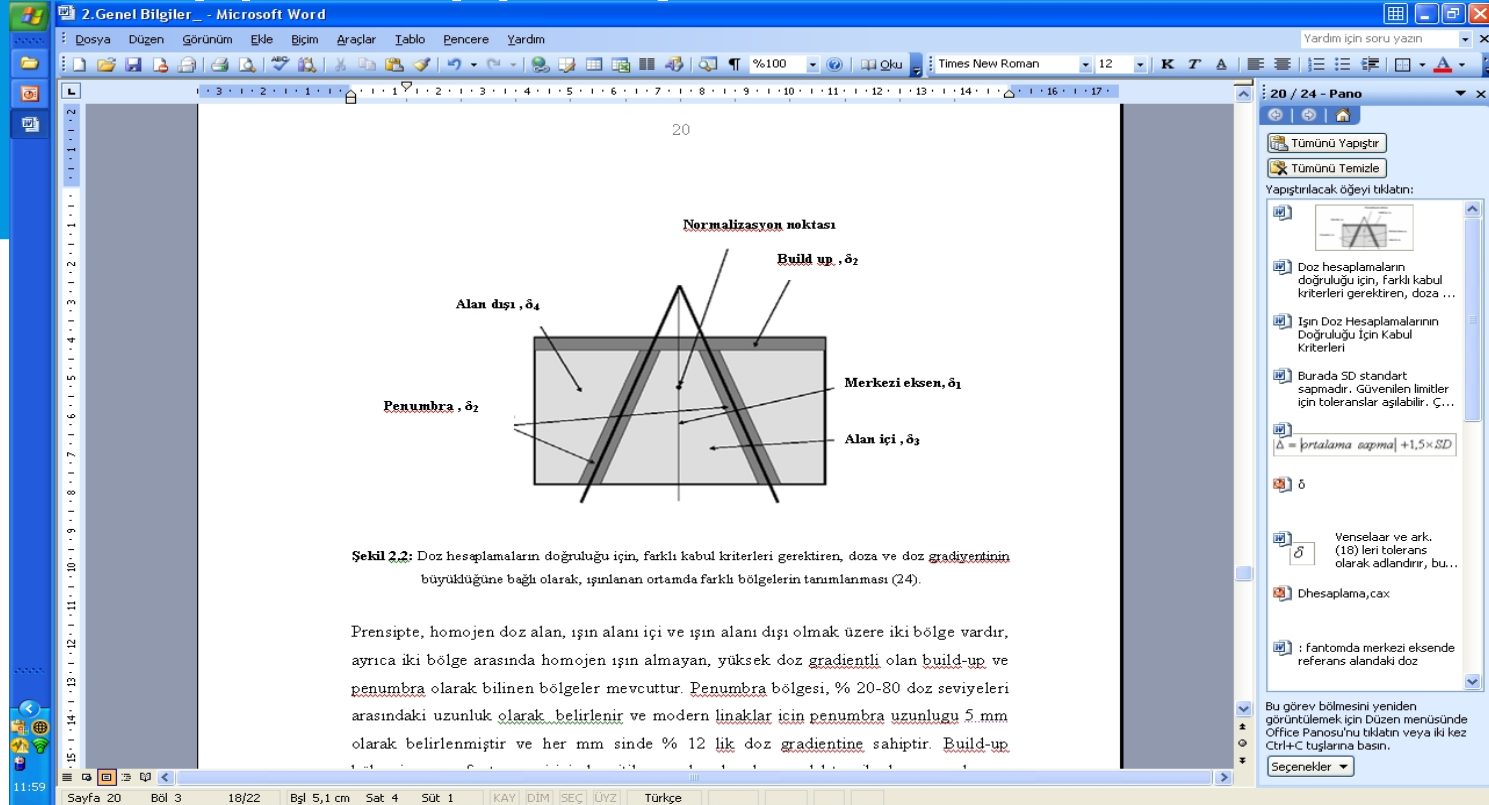
* Dozimetrik testler, nokta, çizgi yada 2-D/3-D matriks doz karşılaştırmalarını içerir. Prensipte, tüm dozimetrik testler nokta tabanlıdır, böylece bu karşılaştırmalar voxelden voxele yapılabilir.

* Bu yaklaşım, düşük gradientli bölgelerde uygundur.

* Penumbra gibi yüksek doz gradientli bölgelerde, uzaysal sapma hesaba katılmalıdır.

* **γ -index** olarak bilinen karşılaştırma tekniği, doz/uzunluk uyum kontrolüdür . Bu yeni kabul etme kriteri 3 mm uzunluk uyumu ve % 3 doz sapmasının kombinasyonu olarak kabul edilmiştir .

Işın Doz Hesaplamalarının Doğruluğu için kabul kriterleri



Doz hesaplamaların doğruluğu için, farklı kabul kriterleri gerektiren, doza ve doz gradiyentinin büyüklüğüne bağlı olarak, ışınlanan ortamda farklı bölgelerin tanımlanması

Ölçüm ve Hesaplamalardaki verilerin karşılaştırılması

Hesaplama ve ölçüm doz dağılımları arasındaki karşılaştırmalar için normalizasyon ,

Yerel doz değerine (D.1)



$$\delta = 100 \times \frac{(D_{\text{hesaplama}} - D_{\text{ölçüm}})}{D_{\text{hesaplama}}}$$

Işın içindeki spesifik bir noktadaki doza (D.2)



$$\delta = 100 \times \frac{(D_{\text{hesaplama}} - D_{\text{ölçüm}})}{D_{\text{hesaplama, cax}}}$$

Referans alandaki doza (D.3)



$$\delta = 100 \times \frac{(D_{\text{hesaplama}} - D_{\text{ölçüm}})}{D_{\text{hesaplama, ref}}}$$

δ : yüzde

$D_{\text{hesaplama}}$: fantomda belirli bir noktada hesaplanmış doz

$D_{\text{ölçüm}}$: fantomda aynı noktada ölçülmüş doz

$D_{\text{hesaplama, cax}}$: fantomda merkezi eksen noktasında aynı derinlikte doz

$D_{\text{hesaplama, ref}}$: fantomda merkezi eksen referans alandaki doz



Ölçüm ve Hesaplamalardaki verilerin karşılaştırılması

* **Venselaar ve ark.** δ tolerans olarak adlandırır, bu tam olarak doğru değildir. Eğer bir çok noktadan meydana gelen çalışma değerlendirilmişse, bu noktaların bazıları toleransı aşabilmektedir.

* Bu yüzden bir çok nokta için karşılaştırma yapılması için, **Venselaar ve ark.** güvenilen limiti (Δ) tanımladılar.

* Burada SD standart sapmadır.

$$\Delta = \text{ortalama sapma} + 1,5 \times SD$$

* Güvenilen limitler için toleranslar aşılabılır. Çünkü ortalama sapmadan çok geniştir. Birkaç noktanın yüksek olduğu durumlardan dolayı SD de artmaktadır.

* Güvenilen limit formülünde yer alan 1,5 katsayısı, ağırlık faktörüdür.

- Katsayı 1,5 değerinden büyük seçilirse ($\text{katsayı} > 1,5$) rastgele hataların etkilerini,
- Katsayı 1,5 değerinden küçük seçilirse ($\text{katsayı} < 1,5$) sistematik sapmaların relatif öneminin arttığını vurgular .

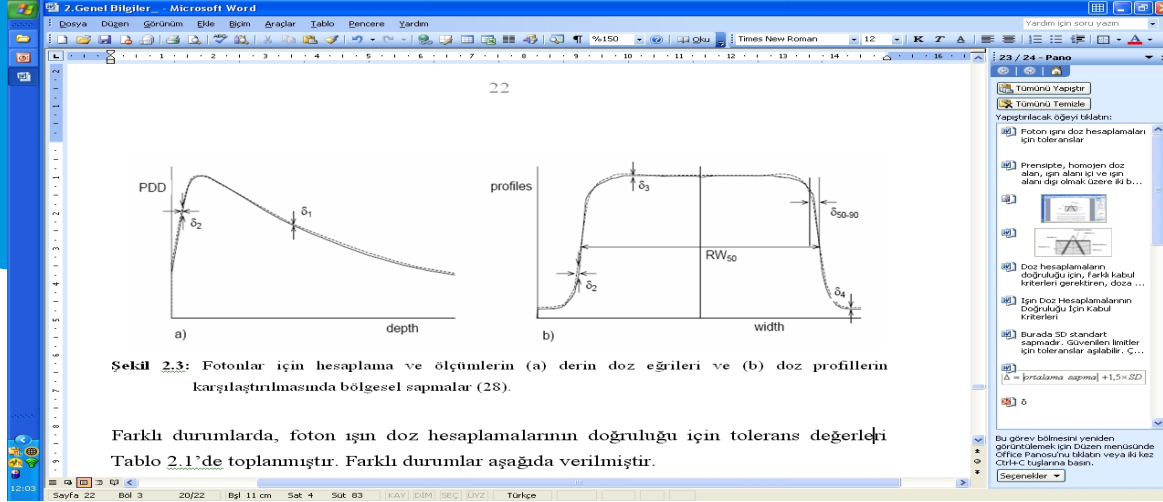
Foton Işınları için farklı durumlar

- * **Basit geometri:** Asimetrik kolimatör ayarlarının ve özel aksesuarların kullanılmadığı alanlar için homojen fantomlarda, doz değerlerinin hesaplaması için toleranslar uygulanabilir. Bu test durumları SSD değişimi, dikdörtgen alanlar, oblik etkiyi içerir.
- * **Kompleks geometri:** Wedgeli, homojen olmayan, düzensiz alanlar, kaçan ışın etkisi ve asimetrik kolimatör ayarlı ışınları içerir, fakat bunların kombinasyonlarını içermez.
- * **Çok kompleks geometri:** Kompleks geometrinin altında verilen ışınlama koşullarının kombinasyonları için uygulanabilir.

Elektron Işınları için farklı durumlar

- * **Basit Geometri:** Alan içinde alan şekillendirme ilaveleri olmayan, inhomojenitesiz ortamda, kare ve dikdörtgen alanlar için toleranslar uygulanabilir.
- * **Kompleks Geometri:** İnhomojeniteli ortamlı, şekilli alanlar, oblik etkili, şekilli yüzeyler için toleranslar uygulanabilir.

Foton ışını doz hesaplamaları için toleranslar

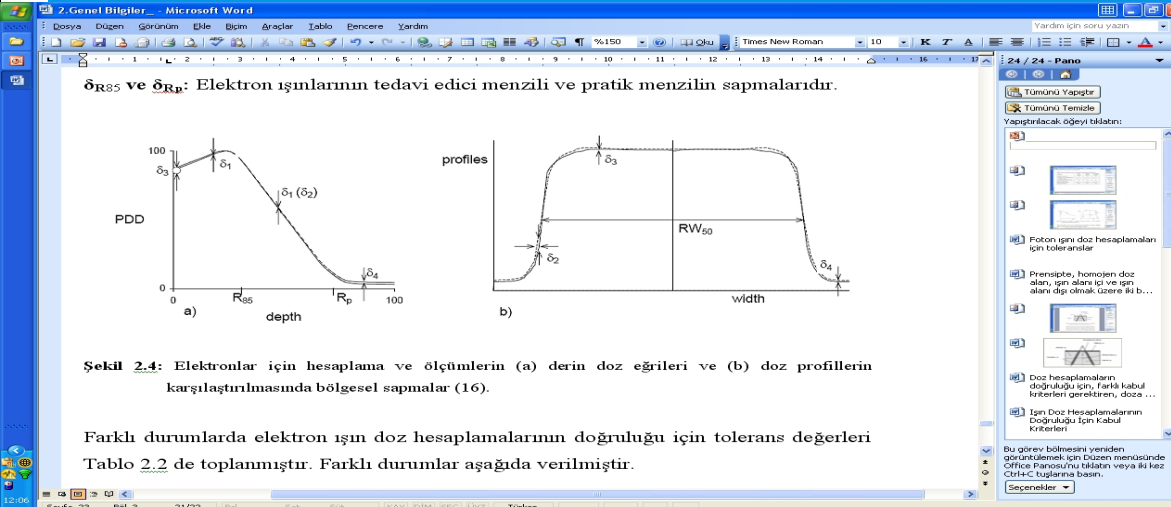


Doz hesaplamalarının doğruluğu için toleranslar

Tablo 2.1: Farklı durumlarda foton ışın doz hesaplamalarının doğruluğu için tolerans değerleri

Tolerance	Basit geometri	Kompleks geometri	Çok kompleks geometri
δ_1 (merkezi ışın eksenini)	% 2	% 3	% 4
δ_2 (merkezi ışın eksenini <u>buildup</u> bölgesi, <u>penumbra</u> bölgesi)	2 mm veya % 10	3 mm veya % 15	3 mm veya % 15
δ_3 (merkezi ışın eksenini bölgesi dışı)	% 3	% 3	% 4
δ_4 (ışın alan kenarı dışı)	% 3	% 4	% 5
RW ₅₀ (radyolojik genişlik)	2 mm veya % 1	2 mm veya % 1	2 mm veya % 1
δ_{50-90} (ışın saçakları)	2 mm	3 mm	3 mm

Elektron doz hesaplamaları için toleranslar



b. Kompleks Geometri: İnhomojeniteli ortamlı, şekilli alanlar, oblik etkili, şekilli yüzeyler için toleranslar uygulanabilir.

Tablo 2.2: Farklı durumlarda elektron ışın doz hesaplamalarının doğruluğu için tolerans değerleri

Tolerance	Basit Geometri	Kompleks Geometri
δ ₁ (merkezi ışın eksen)	% 2	% 3
δ ₂ (düşük enerjili ışınlarda merkezi eksen noktaları, profillerin penumbra bölgesi)	2 mm veya % 2	3 mm veya % 10
δ ₃ (merkezi ışın eksen bölgesi dışı, buildup bölgesindeki noktalar)	% 3	% 4
δ ₄ (ışın alan dışı)	% 2	% 4
RW ₅₀ (radyolojik genişlik)	4 mm	4 mm
ÖR ₈₅ ve ÖR ₈₀ (tedavi edici ve pratik uzunluk)	2 mm	3 mm

Doz hesaplamalarında Doğruluk İhtiyacı

Hastaya verilen dozda istenilen genel doğruluk (**Hata payı**)%5

<u>Belirsizlik Türü</u>	<u>Belirsizlik Aralığı</u>
-------------------------	----------------------------

*Su fantomunda ref. Noktasında absorbe doz	2.5
*Rölatif doz belirlenmesi (ref. Noktasının uzağında)	2.5
<u>*Rölatif doz hesaplamaları</u>	<u>2.5</u>
*Hasta ışınlanması	2.5
Toplam	5.0

ICRU 24 $\pm$ % 5

Önerilen protokoller

* **IAEA TRS No.430, 2004:** *Commissioning and Quality Assurance of Computerized Planning Systems for Radiation Treatment of Cancer*

* **IAEA-TECDOC-1540, 2007:** *Specification and Acceptance Testing of Radiotherapy Treatment Planning Systems*

* **IAEA-TECDOC-1583, 2008:** *Commissioning of Radiotherapy Treatment Planning Systems - Testing for Typical External Beam Treatment Techniques*

* **AAPM Report 55, TG 23:** Radiation treatment planning dosimetry verification, 1995

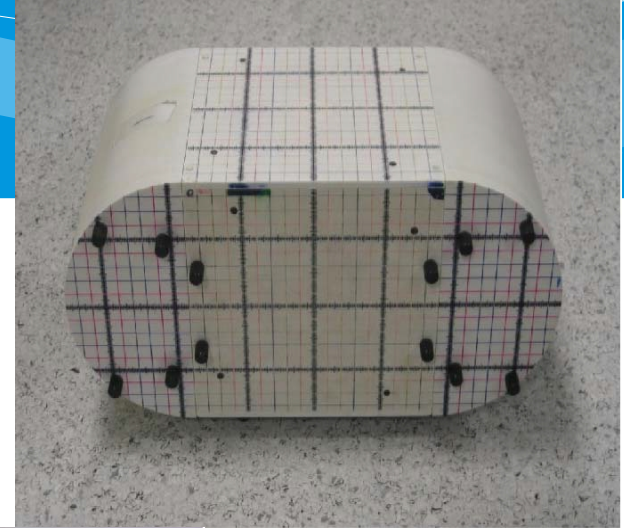
* **Van Dyk J et al.** Commissioning and quality assurance of treatment planning computers. IJROBP 26, p261, 1993

* **Fraas B, et al. AAPM TG 53:** Quality assurance for clinical radiotherapy treatment planning. Med. Phys. 25: p.1773, 1998

* **Jacky J, White CP,** IJROBP 18:253. Testing a 3-D radiation therapy planning program (1990)



IAEA Tarafından Belirlenen Fantomlar

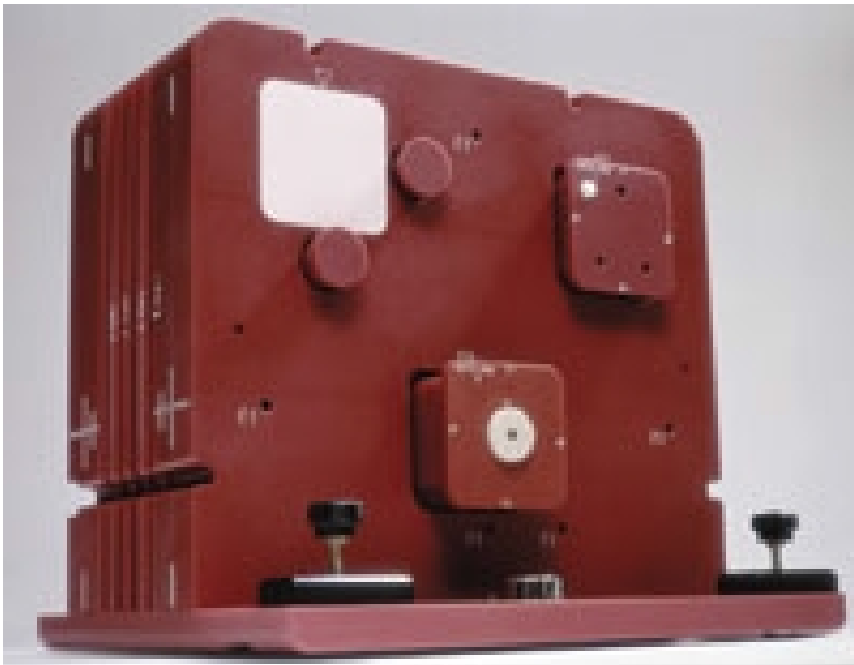


Diğer Fantomlar

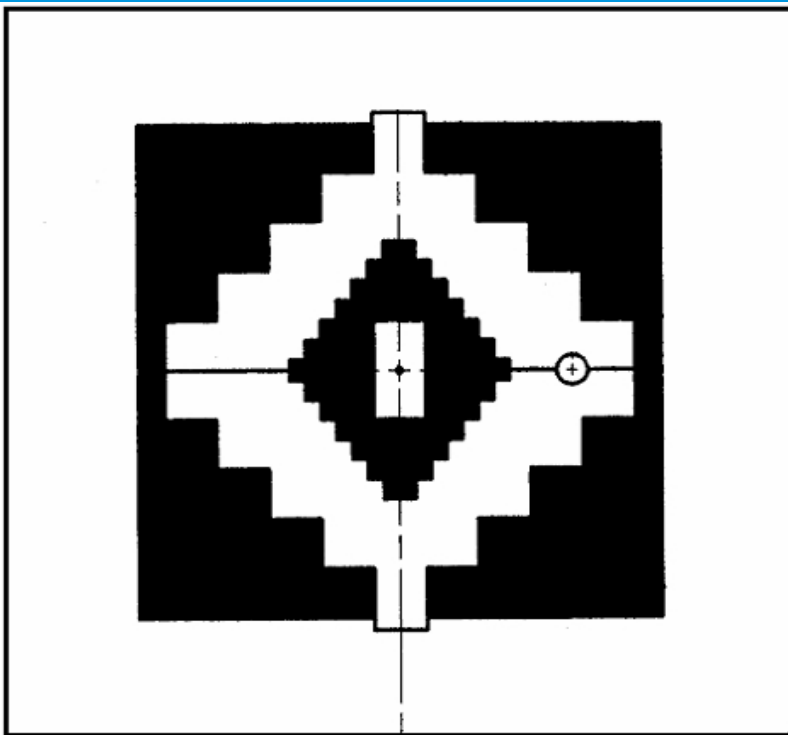
3-D & IMRT QA

AAPM TG 66, 2003

MLC Fantomu



MLC Fantomu



Varian 52, 80 and 120 Leaf MLCs

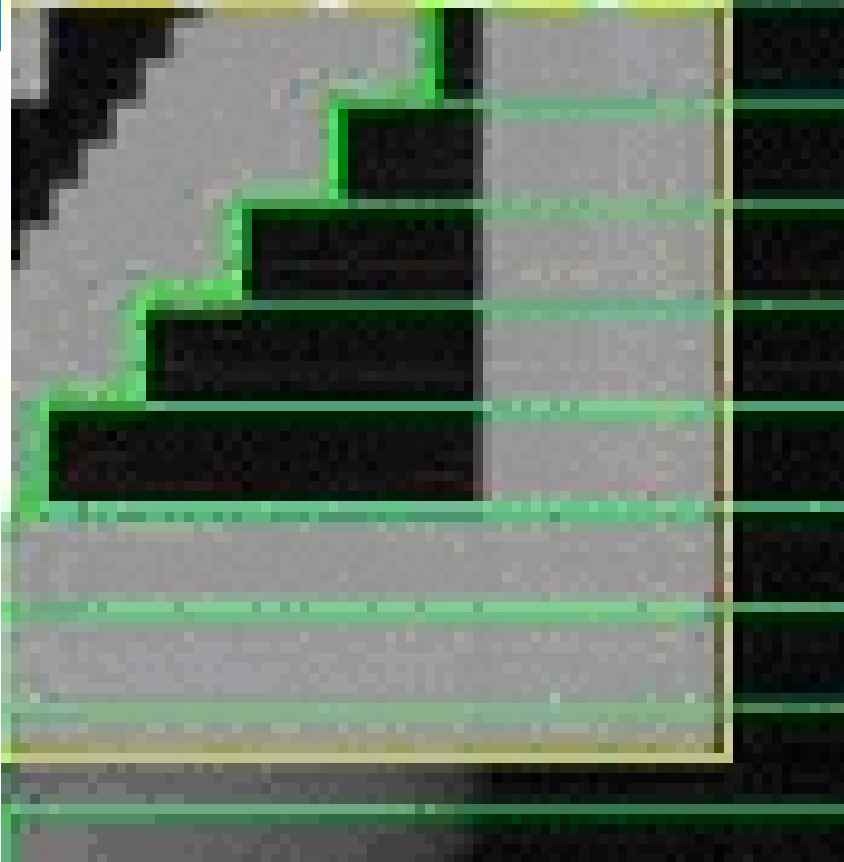
- Elekta
- Radionics micro-MLC

Siemens

- Varian 120 Leaf
- Brainlab micro-MLC

Çoklu Gözlemci Testi

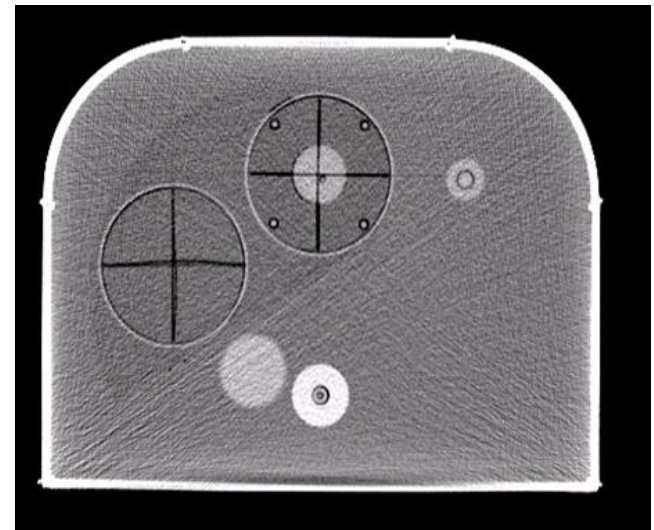
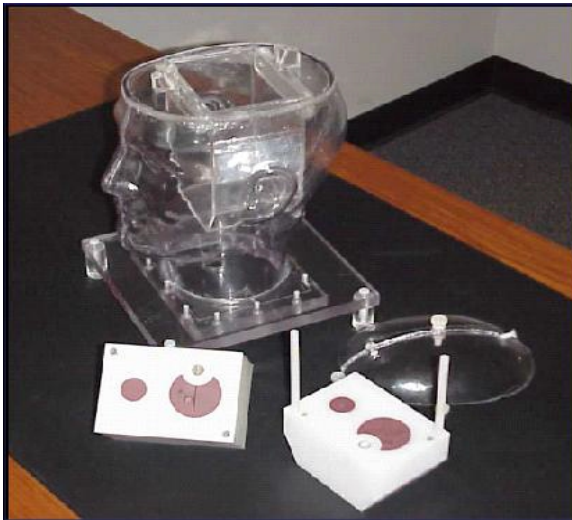
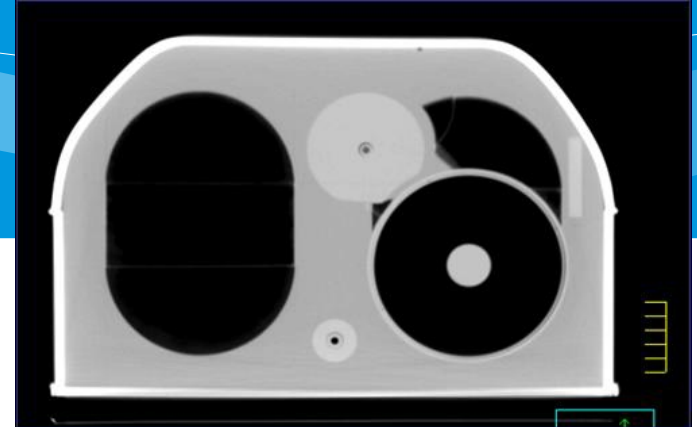
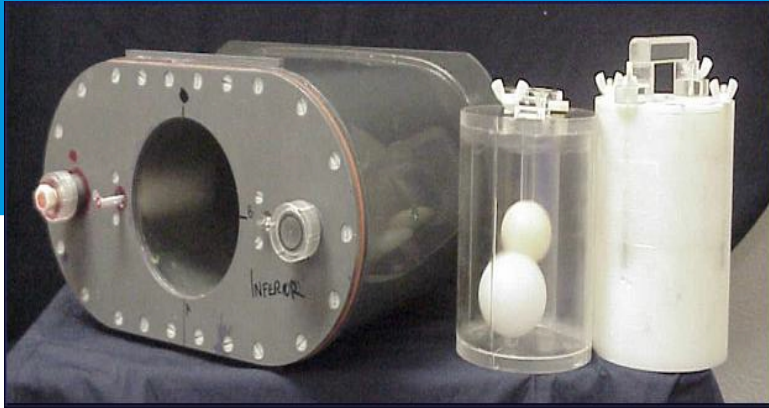
* Yaprak (lif) sonu fantom geometrisiyle hizalı mı?



Errors ≥ 2 mm, identified 100% of the time

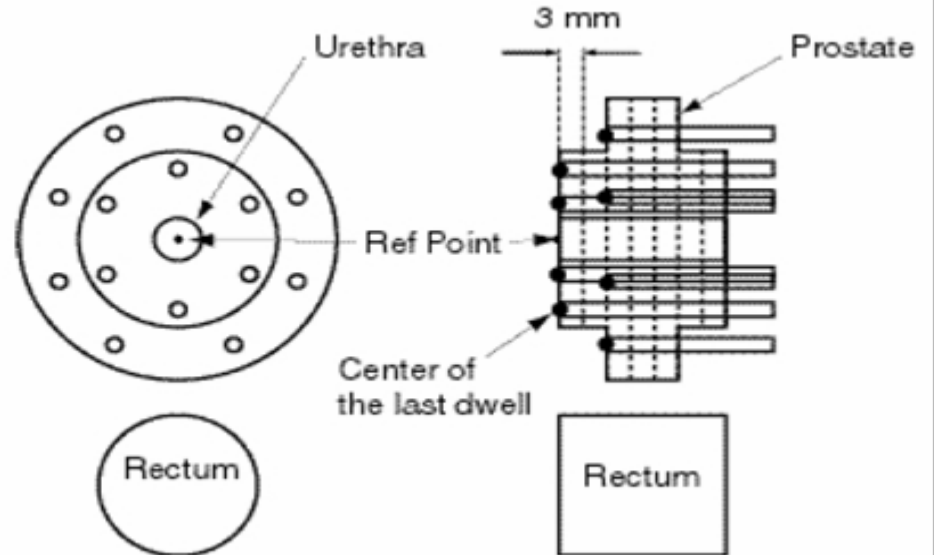
1 mm errors identified 80% of the time

Fantomlar



Brakiterapi için Doğruluk Gereksinimleri

- * AAPM $\pm$ %2 hesaplama doğruluğu ve 1 mm x 1mm x 1mm grid aralığı önerir (TG-43 güncellemesi 2004)
- * Çoklu aplikatörlü planlarda (benchmark) %5, tek kaynak hesaplamalarında %5 ya da 0.5 mm uyumluluk istemektedir.



IAEA Destekli QA çalışmaları

RESEARCH Open Access

Dosimetric verification of radiotherapy treatment planning systems in Serbia: national audit

Laza Rutonjski^{1*}, Borislava Petrović^{1†}, Milutin Baucal^{1†}, Milan Teodorović^{1†}, Ozren Čudić^{1†}, Eduard Gershkevitch^{2†} and Joanna Izewska^{3†}

Rutonjski et al. Radiation Oncology 2012, 7:155

<http://www.ro-journal.com/content/7/1/155>

IAEA Destekli QA çalışmaları

Sırbistan Çalışması IAEA TECDOC 1583

- * 3 radyoterapi merkezi çalışmaya katılmış
- * Anthropomorphic fantom CT'de tarandı
- * 8 farklı test vakası tedavi planları TPS'lerde hazırlandı
- * Fantom üzerinden de planlar takip edilerek ve belirli noktalarda dozlar iyon odası ile ölçüldü
- * Gelişmiş algoritmalarla yapılan tüm test vakaları için hesaplanan ve ölçülen değerlerdeki sapmalar uygunluk kriteri içerisinde
- * Basit algoritmalarda daha büyük sapmalar gözlemlendi (özellikle akciğer planlamalarında)



IAEA Destekli QA alışmaları

Sırbistan alışması

Sonuç :

- * Temel dozimetrik veriler de tutarsızlıklar bulunup düzeltilmiş
- * A tipi algoritmalar (basit algoritmalar – PBC-) ve B tipi algoritmalar (kompleks algoritmalar – CSA-) geçiş yapılmış
- * TPS hesaplamaları sonucuna göre özellikle akciğer ışınlamaları için yüksek enerji kullanılması yerine düşük enerji kullanılması seçildi
- * Kullanıcılar için TPS sistemlerinin özelliklerini, kalitelerini ve operasyonel karakteristiklerini anlamalarına yardımcı olmak için bu incelemeler kullanılmıştır.

IAEA Destekli QA çalışmaları

Methodology for Quality Control of Treatment Planning Systems for Use in Radiation Teletherapy

E. M. Simão¹, L. E. A. Macedo² and D. N. Souza^{1,*}

1 Departamento de Física, Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, SE, 49100-000, Brazil

2 Hospital de Emergência de Sergipe, HUSE, Aracaju, SE, 49080-470, Brazil

The Open Medical Devices Journal, 2009, 1, 29-34

IAEA Destekli QA çalışmaları

Çalışma;

- *TRS 430 ve TEC DOC 1151 protokollerine dayanan farklı TPS'lere uygulanabilecek gelişmiş bir TPS QA metodolojisi geliştirmek
- *TPS'in CT tarafından üretilen veriyi işleme kapasitesini analiz etmek
- *TPS yazılımlarına bağlı olarak işleyiş problemleri ve hata mesajlarının sıklığını denemek
- * TPS ile ilgili hafıza, hard disk, işletim sistemi, back-up, tarayıcı masa, CT görüntü işlemesi ve verilerin basımlarını kontrol etmek

IAEA Destekli QA alışmaları

- *Kontur elde etme performansını kontrol etmek
- * Doz dağılımlarını kontrol etmek
- * Bu esnada su fantomu verilerini değerlendiren bir veri üzerinde çalışılmış



Sonuç

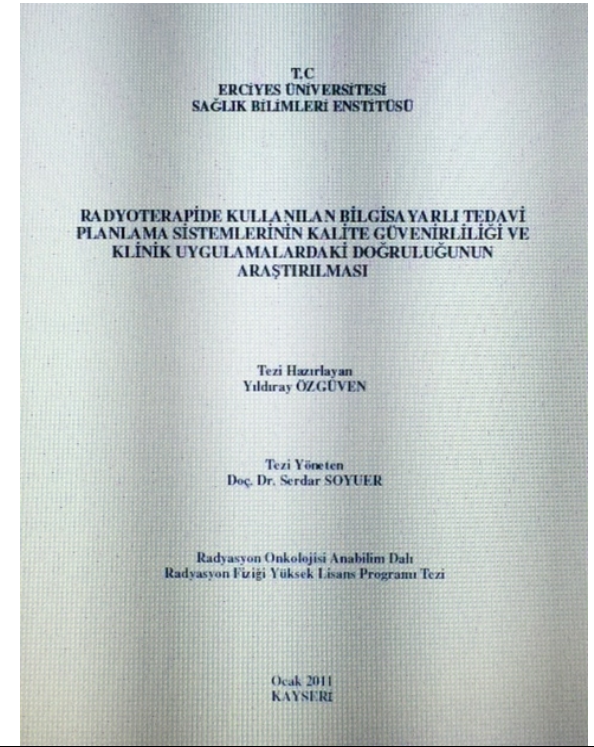
- * Donanım, yazılım ve veri transferi performansı TPS'in veri depolama kapasitesine doz hesaplama algoritmalarına bağlı olabilir
- * Kontur elde etme performansı TRS 430 ve TEC DOC 1151 ile uyumlu
- * Doz parametreleri karşılaştırmalarında farklılıklar gözlenmiştir

Türkiye için Çalışmalar

RADYOTERAPİDE KULLANILAN BİLGİSAYARLI TEDAVİ PLANLAMA SİSTEMLERİNİN KALİTE GÜVENİRLİLİĞİ VE KLİNİK UYGULAMALARDAKİ DOĞRULUĞUNUN ARAŞTIRILMASI

**Yüksek Lisans Tezi
Yıldıray Özgüven**

Ocak 2011 - Kayseri



Türkiye için Çalışmalar

Çalışma;

An institutional experience: quality assurance of a treatment planning system on electron beam

Kurumsal deneyim: Elektron ışınlarında tedavi planlama sisteminin kalite güvenirliği

Kadir YARAY,² Yıldıray ÖZGÜVEN,¹ Fadime ALKAYA,³ Birsen YÜCEL,¹ Serdar SOYUER²

Türk Onkoloji Dergisi 2013;28(4):154-162 doi: 10.5505/tjoncol.2013.1032

Türkiye için Çalışmalar

Original research article

An institutional experience of quality assurance of a treatment planning system on photon beam

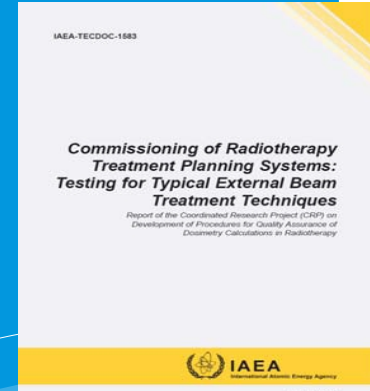
Yıldıray Özgüven,¹, Kadir Yaray , Fadime Alkaya, Birsen Yücel, Serdar Soyuer

reports of practical oncology and radiotherapy 19 (2014) 195–205

Özet

Resmi Kalite Kontrol Programı şunları içermelidir

- Kullanıcı eğitimi
- İyi-tanımlanmış kabul testleri ve tekrarı
- İyi-tanımlanmış tekrarlanabilirlik kontrolleri
- Gerekğinde uygun eylemler
- Sonuçların dökümantasyonu
- Hasta spesifik kalite kontrol
- QA Süreci
- Olay/hata oranı
- Yeniden planlama sayısı
- Çizelgeler
- Doktor tatmini



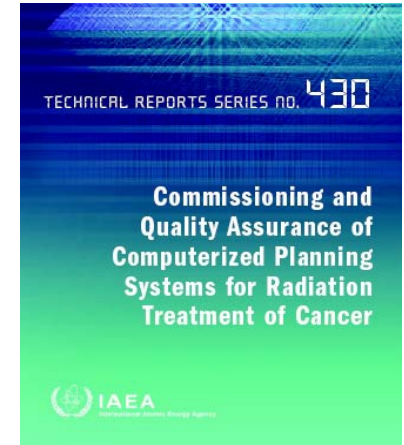
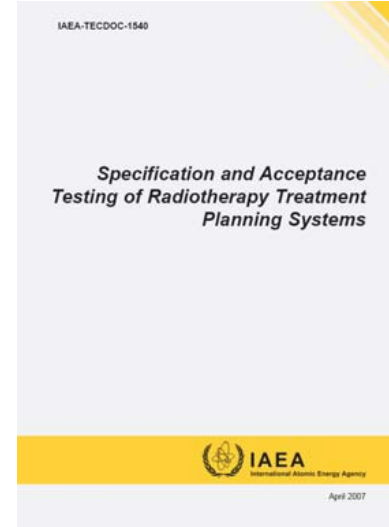
NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD

CEI
IEC
62083

Première édition
First edition
2000-11

Appareils électromédicaux –
Règles particulières de sécurité
pour les systèmes de planification
de traitement en radiothérapie

Medical electrical equipment –
Requirements for the safety of
radiotherapy treatment planning systems



TPS QA-Anahtar Konular

- Eğitim
- Doğrulama
- Dökümantasyon
- İletişim



QA $\rightarrow$ ∞

