

Radyoterapide Kalite Kontrol



Bülent Yapıcı

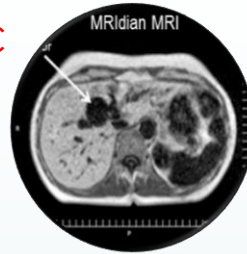
Acibadem Maslak Hastanesi



İçerik

- Güncel tedaviler ve Kalite kontrol gereksinimleri
- Radyoterapide Kalite
- Neden kalite kontrol yapıyoruz?
- Tedavi öncesi kontroller ve Kalite kontrol için kullanılan ekipmanlar
 - Güvenlik amaçlı kalite kontroller
 - Mekanik bazlı Kalite Kontroller
 - Dozimetrik bazlı kalite Kontroller
 - Görüntüleme sistemleri kalite kontrolü
 - Hasta planı kalite kontrolleri
 - CT simülasyon kalite kontrolü
- Değerlendirme / Yorum

MRI LINAC



➡➡➡ ??? RT

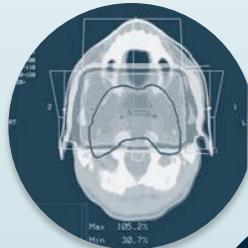
SRT/SBRT



IMRT VMAT



3DRT



2DRT



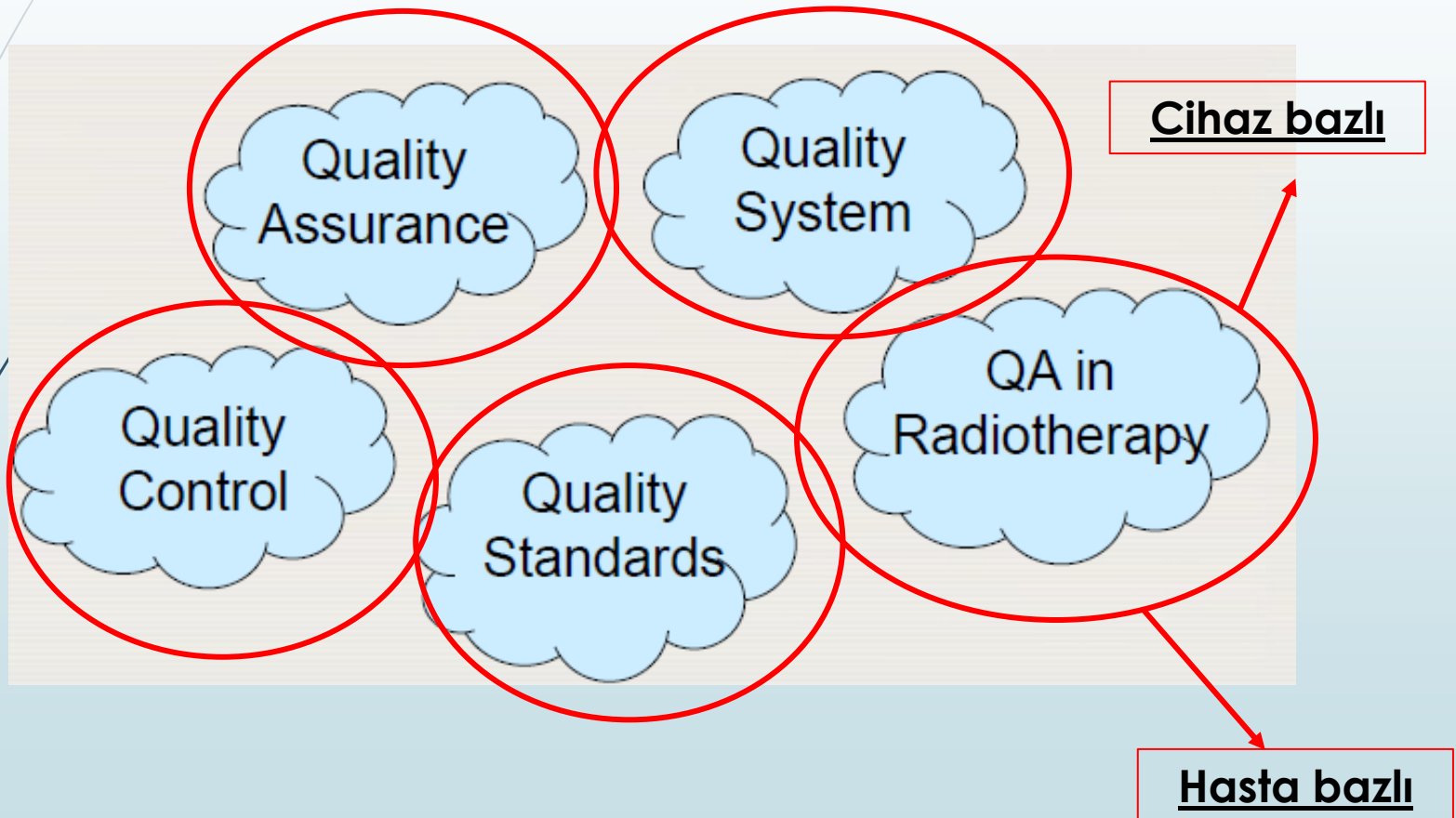
Kalite Kontrol

Güncel Tedavi teknikleri ve uygulama yöntemleri

- ✓ IMRT-VMAT
- ✓ IGRT
- ✓ Adaptif RT
- ✓ Helikal Tedavi
- ✓ Intraoperatif Tedaviler
- ✓ **SRS/SBRT**
- ✓ 4DCT
- ✓ CBCT/MVCT
- ✓ Real Time Tumor Tracking
- ✓ Respiratory Gating
- ✓ Fiducial Tracking
- ✓ Dinamik Tedavi/Step and Shoot
- ✓ TBI

- Kontrol edilmesi gereken bir çok parametre mevcut
- Kontrol edilmemiş her bir parametre ayrı bir hata kaynağı oluşturabilir.

Kalite nedir ?



QA-QC

QA ve QC arasındaki fark nedir ?
Rutinde ne yapıyoruz ?

- Kalite Güvence QA (Quality Assurance), bir ürün veya hizmetin verilen kalite gereksinimlerini karşılayacağına dair yeterli güvenin sağlanması için gerekli planlanmış ve **sistematik** eylemlerdir.

- QA içeriği
 - • Prosedürler;
 - • Değerlendirmeler;
 - • Eylemler;
 - • Ekip.

- Kalite Kontrol QC (Quality Control), mevcut kalite standartlarına göre gerçek kalite performansının **ölçüldüğü** düzenleyici süreçtir ve standartlara uygunluğu sağlamak veya yeniden elde etmek için gerekli eylemlerdir.

- Prosedürlerin uygulanması ve değerlendirmeler ile ilgilidir:
 - Kalite gereksinimlerinin karşılandığını kontrol etmek için yapılır
 - Gereksinimlerin karşılanmadığı tespit edilirse performansı ayarlamak ve düzeltmek için yapılır

RT'de QA-QC niçin yapıyoruz ?

■ Hasta Güvenliđi

- Radyoterapi kazalarının çoğunluğu kalite kontrol sürecinin eksikliğinden meydana gelmektedir.
- Tedavi dozunun kabul edilmiř kriterler içinde doğru olarak hastaya verilmesini sağlamak.
- Radyoterapi cihazlarının maksimum performansta çalışmasını sağlamak
- Tedavi planındaki olası hataları minimuma indirgemek
- Nitelikli (kaliteli) Tedavi planı ile tedavi edilmesini sağlamak
- Uluslararası standartlarda kabul görmüş tedavi planlarının gerçek ile doğruluğunu kontrol etmek (Dozimetrik vs Planlama)

Uluslararası Raporlar

- ▶ AAPM TG 40
- ▶ AAPM TG 56 SRS, 58 EPID
- ▶ AAPM TG 75, 76 (The management of respiratory motion in radiation oncology)
- ▶ AAPM TG 101 (Stereotactic body radiation therapy)
- ▶ AAPM TG 104
- ▶ AAPM TG 119
- ▶ AAPM TG 142 (Quality assurance of medical accelerators)
- ▶ ASTRO TG raporları
- ▶ ACR rehberleri
- ▶ Tolerance Limits and Methodologies for IMRT Measurement-Based Verification QA: **Recommendations of AAPM Task Group No. 218**
- ▶ Image Guidance Doses Delivered During Radiotherapy: Quantification, Management, and Reduction: Report of the **AAPM Therapy Physics Committee Task Group 180**

Task Group 142 report: Quality assurance of medical accelerators^{a)}

Eric E. Klein^{b)}
Washington University, St. Louis, Missouri

Joseph Hanley
Hackensack University Medical Center, Hackensack, New Jersey

John Bayouth
University of Iowa, Iowa City, Iowa

Fang-Fang Yin
Duke University, Durham, North Carolina

William Simon
San Nuclear Corp., Melbourne, Florida

Sean Dresser
Northside Hospital, Atlanta, Georgia

Christopher Serago
Mayo Clinic, Jacksonville, Florida

Francisco Aguirre
M. D. Anderson Cancer Center, Houston, Texas

Lijun Ma
University of California, San Francisco, San Francisco, California

Bijan Arjomandy
M. D. Anderson Cancer Center, Houston, Texas

Chihray Liu
University of Florida, Gainesville, Florida

Consultants:

Carlos Sandin
Elekta Oncology, Crawley, United Kingdom

Todd Holmes
Varian Medical Systems, Palo Alto, California

(Received 24 February 2009; revised 8 July 2009; accepted for publication 8 July 2009; published 17 August 2009)

QA-QC programı içerikleri

		tolerance	Action
Daily			
DL1	Door interlock/last person out		Functional
DL2	Motion interlock		Functional
DL3	Couch brakes		Functional
DL4	Beam status indicators		Functional

GÜNLÜK KONTROLLER

AYLIK KONTROLLER

YILLIK KONTROLLER

DL9	Optical distance indicator	1	2
DL10	Optical back pointer	2	3
DL11	Field size indicator	1	2
DL12	Output constancy—photons	2%	3%
DL13	Dynamic wedge factors	1%	2%
DL14	Output constancy—electrons	2%	3%
Monthly			
ML1	Emergency off		Functional

CİHAZ BAZLI KALİTE KONTROLER

HASTA TEDAVİ PLANINA AİT KALİTE KONTROLER

ML5	Collimator angle readouts	0.5°	1°
ML6	Couch position readouts	1	2
ML7	Couch isocenter	1	2
ML8	Couch angle	0.5°	1°
ML9	Optical distance indicator	1	2
ML10	Crosswire centering	1	2
ML11	Light/radiation coincidence	1	2
ML12	Field size indicator	1	2
ML13	Relative dosimetry	1%	2%
ML14	Central axis depth dose reproducibility	1 (2%)	2 (3%)
ML15	Beam flatness	2%	3%
ML16	Beam symmetry	2%	3%
ML17	Records		Complete
Annually			
AL1	Reference dosimetry—TG51	1%	2%
AL2	Relative output factor consistency	1%	2%

- Mekanik / Geometrik Parametreler
- Dozimetrik Performans
- Güvenlik Sistemlerinin kontrolü ile ilgili tüm bilgileri kapsamalıdır.

QA-QC programı içerikleri

GÜNLÜK KONTROLLER

DL4	Beam sta
DL9	Optical d
DL10	Optical b
DL11	Field size
DL12	Output c
DL13	Dynamic
DL14	Output c
Monthly	
ML1	Emergency off

CİHAZ BAZLI KALİTE KONTROLER

ML2	Collimator angle readouts
ML6	Couch position readouts
ML7	Couch isocenter
ML8	Couch angle

HASTA TEDAVİ PLANINA AİT KALİTE KONTROLER

Functional	
0.2	1
1	2
1	2
0.5°	1°

**GÜNLÜK KALİTE KONTROLLERDE RT TEKNİKERİNİN
GÖREV VE SORUMLULUKLARI**



TEMEL GÜNLÜK KALİTE KONTROLLER

Günlük temel kalite kontroller-GÜVENLİK

Radyasyon ikaz lambası



İletişim ve görüntüleme sistemlerinin kontrolü



Safety

Procedure

Machine Type Tolerance

non-IMRT

IMRT

SRS/SBRT

Door Interlock (beam off)

Functional

Door Closing Safety

Functional

Audiovisual Monitor(s)

Functional

Stereotactic Interlocks (lockout)

N/A

N / A

Functional

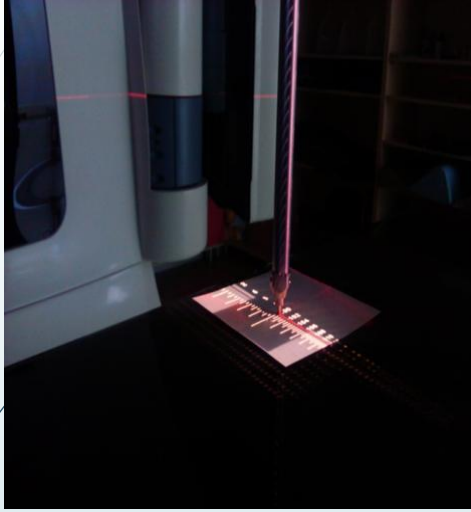
Radiation Area Monitor (if used)

Functional

Beam On Indicator

Functional

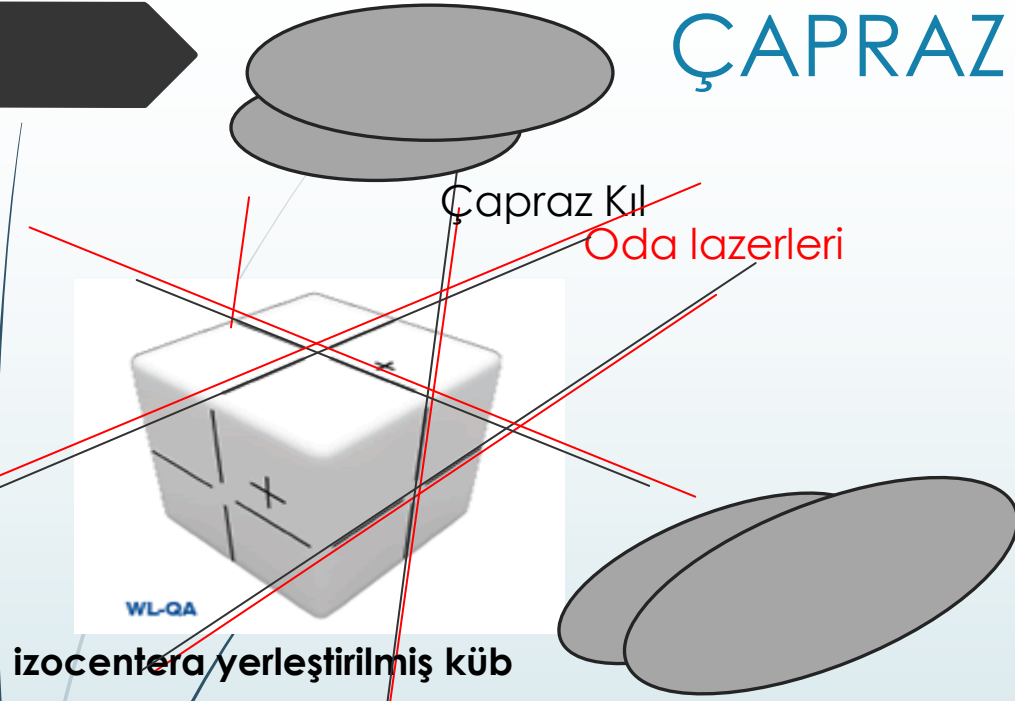
Günlük temel mekanik kalite kontroller



Alan boyutu X Y (cmxcm)	Tolerans (Her eksende)	Dijital			
		X (cm)		Y(cm)	
		X1	X2	Y1	Y2
5X5	2 mm				
10X10	2 mm				
30X30	3 mm				
40X40	3 mm				

Mechanical	Procedure	Machine Type Tolerance		
		non-IMRT	IMRT	SRS/SBRT
	Laser Localization	2.0 mm	1.5 mm	1.0 mm
	Optical Distance Indicator (ODI) @ iso	2.0 mm	2.0 mm	2.0 mm
	Collimator Size	2.0 mm	2.0 mm	1.0 mm

ÇAPRAZ KIL LAZER UYUMU



- Masaya yerleştirilen küb fantomda bulunan çizgiler yardımıyla Gantry 0 da çapraz kıla göre yerleştirilir.
- Gantry 90 'de iken yatay ekseninde Çapraz kıl masa vertikal eksenini hareket ettirilerek yerleştirilir.
- Gantry tekrar 0 'ye alınarak lazerlerin küb fantom üzerindeki kırmızı çizgiler üzerinde olduğu kontrol edilir.
- Lazerlerin ve çapraz kıl farkı saptanır.
- Tüm yönler için 1 mm den yüksek sapma değerleri kaydedilir.

AP KV		S	LAT KV		S
S/I: ____ (<1mm)	R	L	S/I: ____ (<1mm)	P	A
R/L: ____ (<1mm)			A/P: ____ (<1mm)		

Temel dozimetrik kalite kontroller

Ekipman ve uzmanlık gerektirir....

Dosimetry	Procedure	Machine Type Tolerance		
		non-IMRT	IMRT	SRS/SBRT
	X-Ray Output Constancy (all energies)	2%		
	Electron Output Constancy (weekly, except for machines with unique e-monitoring requiring daily)			
	X ray beam Flatness	2%		
	Electron Beam Flatness	2%		
	X ray – Elektron Beam Symetry	3%		

Günlük dozimetrik kalite kontroler için kullanılabilecek ekipmanlar

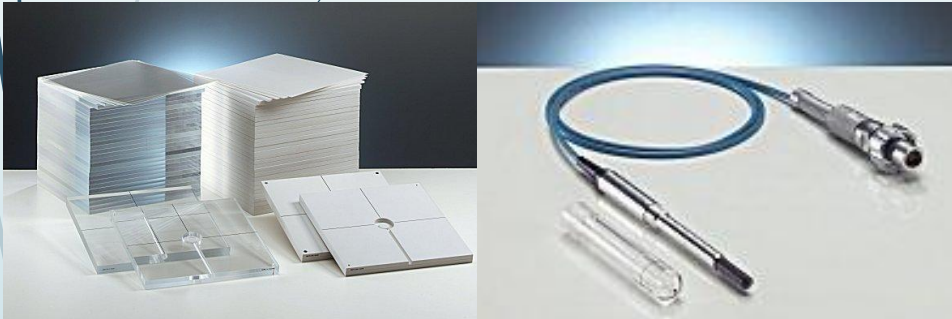


- 25 adet Detektör: iyon odası(1), diyot (24).

- Output, flatness, simetri, enerji ve alan boyutu

- Otomatik sıcaklık & basınç kontrolü

- Tek set up ile tüm enerjilerin ölçümü



- İyon odası
- Günlük Absolute dozimetri



- 251 adet Detektör: iyon odası

- Output, flatness, simetri, enerji ve alan boyutu

- Otomatik sıcaklık & basınç kontrolü

- Tek set up ile tüm enerjilerin ölçümü ve beam tuning

Görüntüleme sistemi Günlük kalite kontrolleri

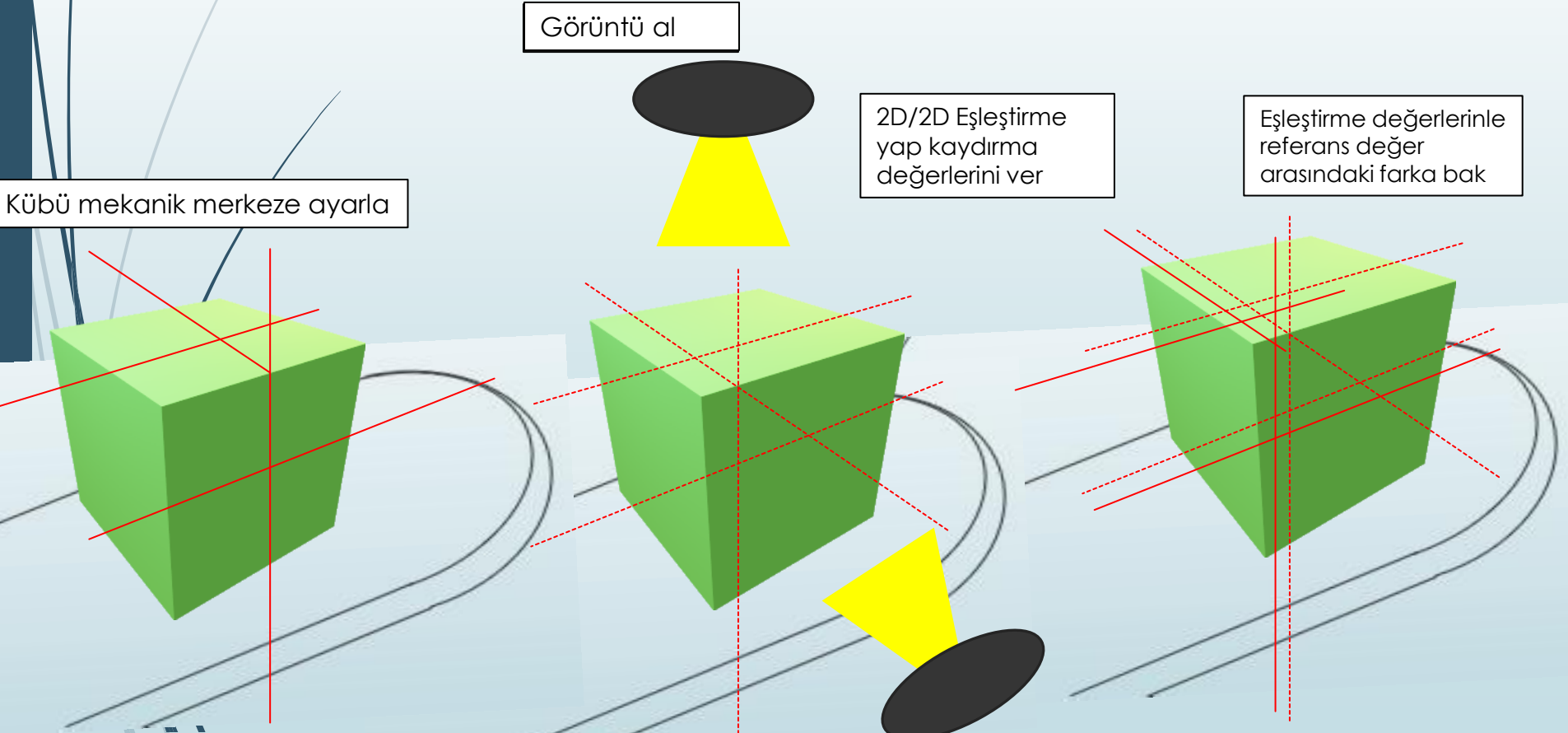
Imaging	Procedure	Machine Type Tolerance	
		non-SRS/SBRT	SRS/SBRT
	Planar kV and MV (EPID) Imaging		
	Collision Interlocks	Functional	Functional
	Positioning / Repositioning	≤ 2 mm	≤ 1 mm
	Imaging and Treatment Coordinate Coincidence (single gantry angle)	≤ 2 mm	≤ 1 mm
	Cone-Beam CT (kV and MV)		
	Collision Interlocks	Functional	Functional
	Imaging and Treatment Coordinate Coincidence	≤ 2 mm	≤ 1 mm
	Positioning / Repositioning	≤ 1 mm	≤ 1 mm

Görüntüleme Sistemi kontrolü ve çarpma uyarı sistemi kontrolü

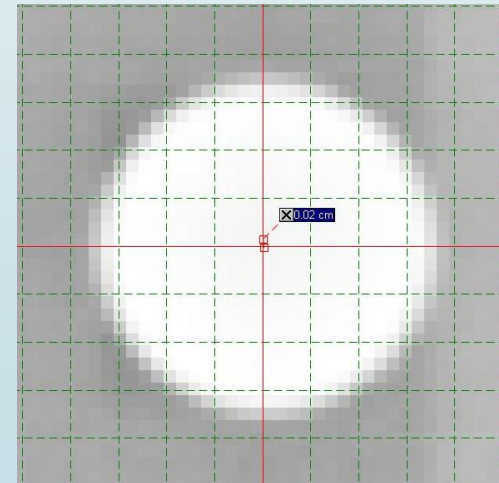
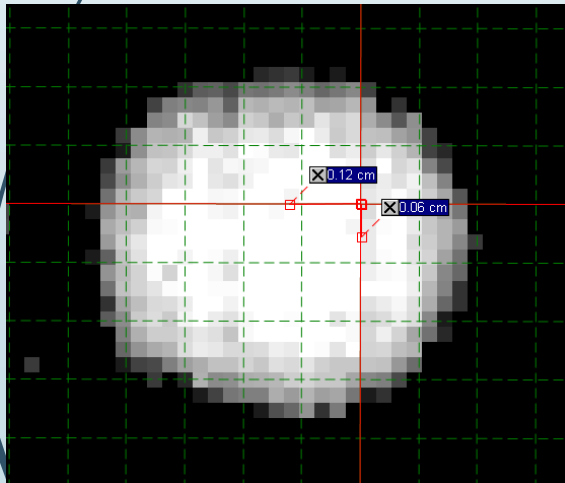
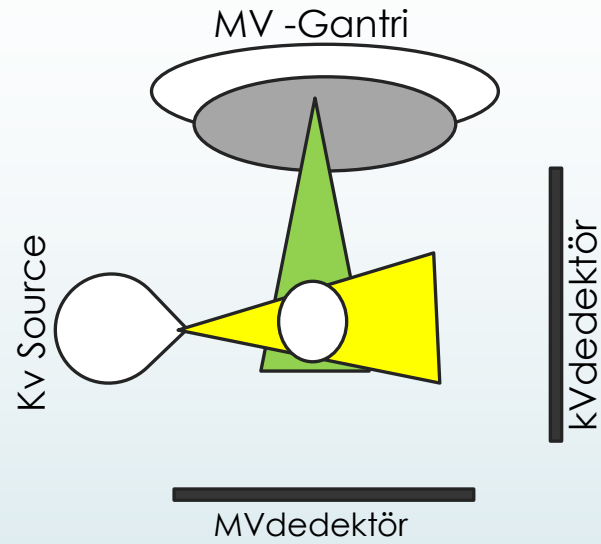
Tüp Isıtması	☐		
Testler		Sonuç	
El Kumandası	OBI kumanda konsolu ışıkları	Çalışıyor / çalışmıyor	
	OBI Otomatik Hareket Kolu	Çalışıyor / çalışmıyor	
	Tedavi pozisyonuna Gönder	Çalışıyor / çalışmıyor	
Çarpma testi	Kol Kıvrımı	kV S ☐	kV D ☐
	Kapak	kV S ☐	kV D ☐
	Kol Sesli Uyarı	kV S ☐	kV D ☐
	Kol hareketi durdurma	kV S ☐	kV D ☐

2D/2D pozisyonlama ve masa hassasiyeti

- Çapraz kıl lazer uyumu testi sonrası küp fantomun belirlenen değerlerde pozisyonu masa ile değiştirilerek (herhangi bir yönde) AP ve LAT yönden fantomun görüntüsü alınır.
- 2D/2D eşleştirme yapılarak sistem üzerinden kaydırma verilir.
- Oda içerisinde küp fantom lazerlere göre konumlandırılır.
- Görüntü öncesi verilen kayma ile 2D/2D eşleştirme sonrası masa değerleri arasındaki fark masa hassasiyetini ve görüntü eşleştirme arasındaki uyumu verir.



kV- MV izomerkez Doğruluğu



Görüntü izomerkez kontrolü



1- Shell fantom masa üzerine veya apart yardımıyla masa ucuna yerleştirilir.

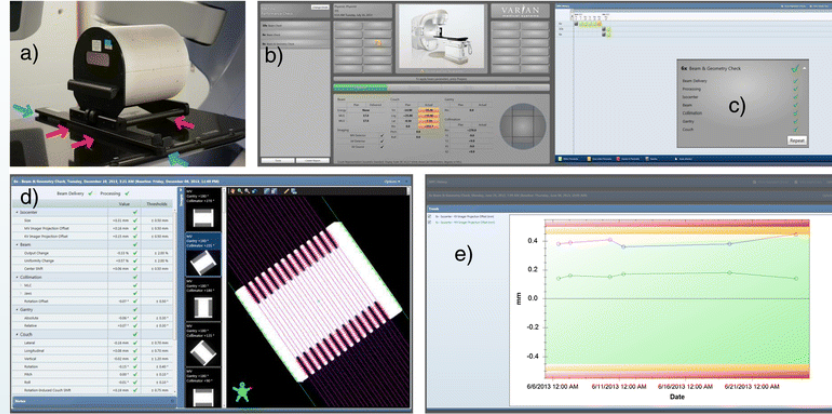
2- Gantry 0 derecede iken kV – MV görüntüler alınır.

3- Shell fantomun CBCT görüntüsü alınır.

4- Elde görüntülerin merkezi ile tedavi izomerkezi ile uyumu karşılaştırılır.

Yazılım aracılığıyla izomerkez verifikasyonu veya gerektiğinde uyumsuzluk halinde kalibrasyonu (Fizikçi) için değerlendirilir.

MPC



- Truebeam arayüzünde yer alan MACHINE PERFORMANCE CHECK

Geometrik Kontroller

- Tedavi izomerkezi boyutu kontrolü
- Tedavi merkezi ve MV & kV imaj merkezi uyumu
- Kolimatör dönüş eksen uyumu
- Gantry açısı doğruluğu
- Masa pozisyon doğruluğu
- MLC pozisyonlama doğruluğu
- Işın ışıklı alan uyumu

Işın demeti kontrolleri

- Işın output kontrolü
- Işın Flatness Simetri kontrolü
- Işın merkezi Kontrolü

YAZILIM HER ZAMAN DOĞRU YAPMAZ.YAZILIM KONTROL EDİLMELİ

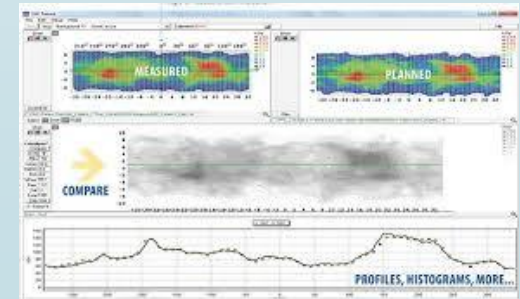
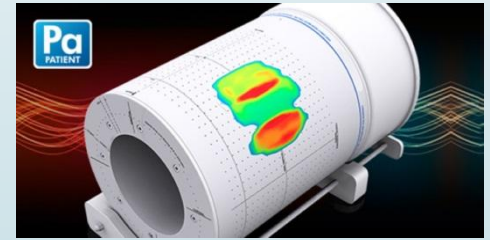
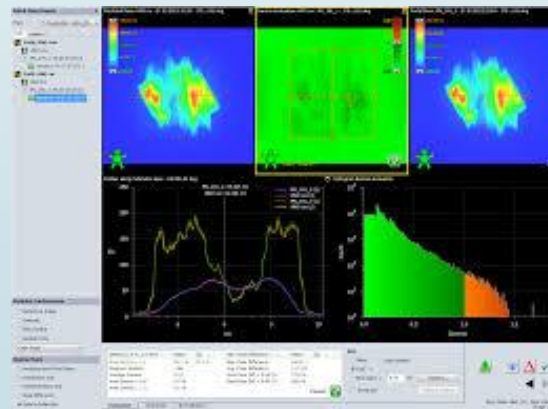
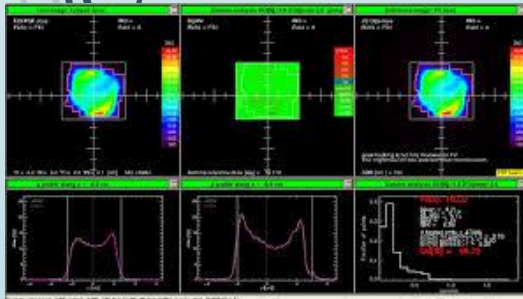
CT Simülasyon Kalite kontrolü

- Cihazın ısıtılması ve otomatik kalibrasyonu (yazılım tarafından)
- CT simülasyon odası dış (duvar) lazerlerin kontrolü $\pm 1\text{ mm}$
- CT simülasyon cihazı iç lazerlerin kontrolü $\pm 1\text{ mm}$
- Masa hareketi;
 - Lazerler referans alınarak masa düzlemine paralel bir cetvel yardımıyla 20 cm vertikal kaydırma yapılarak
 - Yine lazerler referans alınarak masa düzlemine dik bir cetvel yardımıyla Longitudinal yönde kaydırma yapılarak
 - Cetvelden okunan mekanik kaydırma değeri ile Digital değer arasındaki farka bakılır $\pm 2\text{ mm}$

HASTA BAZLI QA

- Aceleye gerek yok Önce QA! **Tedaviden Önce mutlaka yapılmalı**
 - Tek fraksiyonlar!!! (Yüksek Doz)
- Neden hasta bazlı QA ihtiyaç duyarız ?
 - Data doğruluğu
 - Planlanan=? İletilen arasındaki farkın değerlendirilmesi gerekliliği
 - Cihaz kaynaklı
 - MLC Kaynaklı

Varian portal dosimetry



RTT' in KALİTE KONTROLDEKİ YERİ ?

- Günlük cihaz kontrolleri
 - Cihaz hakimiyeti
 - Olağandışı durumlara karşı farkındalık
- Hasta bazlı kalite kontroller
 - Hasta güveliği
 - Plandaki olağandışı duruma karşı farkındalık
- RTT ve Medikal Fizik Uzmanı İletişimi !!!



Değerlendirme

- Cihaz bazlı QA-QC radyoterapi departmanlarının olmamasıdır.
 - Baştan hatayı ortadan kaldırmak veya en aza indirmek önemlidir.
- Hasta bazlı QA-QC mutlaka yapılmalı, TPS ve iş yükü kaynaklı, eğitim kaynaklı hatalar ortadan kaldırılabilir.
- Sadece tek bir sorumluluk değil, Tedavi planlamalarına aşina olunmalı;
 - Mutlak suretle hasta tedavi dosyası kontrolü: TPS-Cihaz doz uyumu, tedavi tekniği kontrolü YÜKSEK DOZ DİKKAT!
 - Hasta tedavisi esnasında dikkat tam anlamıyla cihazda olmalı.

Değerlendirme

- Değerlendirme sonuçları göz ardı edilmemeli, olumsuz sonuçlar araştırılmalı ve önlem alınmalı.
- Hatalar gizlenmemeli; olası hataların önlenmesi için dokümente edilmeli, paylaşılmalı ve alınacak yeni önemler için yeni QA süreçleri başlatılmalı.
- Tüm personelin etkin ve verimli çalışabilmesi için saygıyı teşvik edici uygun iletişim ortamı sağlanmalı; her fikir önemsenmeli.
- Sorunlar ve Çözümleri kalite yönetim sürecini gerektirir. Tecrübe, eğitim ve yetkin eğitilmiş personel KALİTE açısından önemlidir.

Değerlendirme

- Klinik kalite kontrol programları oluşturulmalı ve programlar ihtiyaca göre düzenlenmeli, gözden geçirilmeli ve güncel olmalı
- Tüm sorumlu çalışanlara gerekli eğitim sağlanmalı ve iletişim mutlak suretle korunmalı
- Bilgi aktarılmalı; tüm radyoterapi ekibi arasında net anlaşılabilir, etkin bir iletişim olmalı ve tüm süreçler bir sonraki olası süreçler hazırlık için kayıt altında tutulmalı.

TEŞEKKÜRLER

