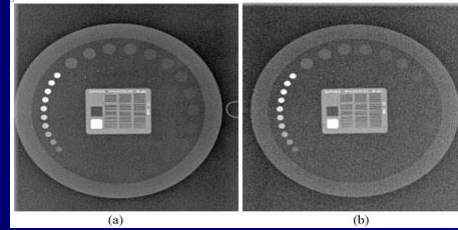


BİLGİSAYARLI RADYOGRAFİ SİSTEMLERİNDE KALİTE KONTROL TESTLERİ



Tolga İNAL

Ankara Üniversitesi Nükleer Bilimler Enstitüsü
Medikal Fizik Anabilim dalı

İÇİNDEKİLER

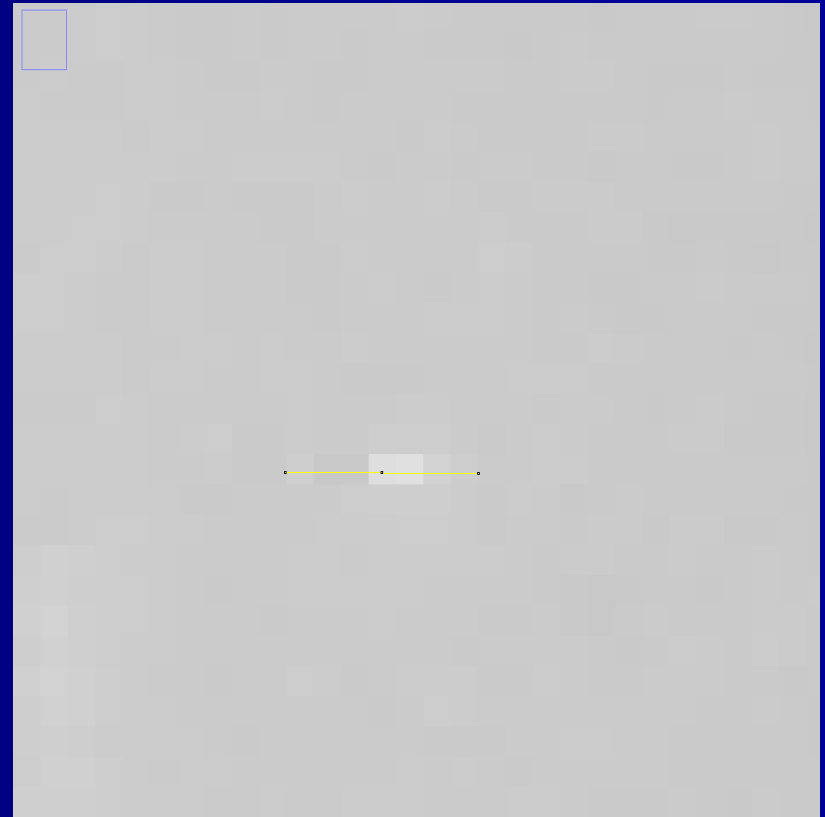
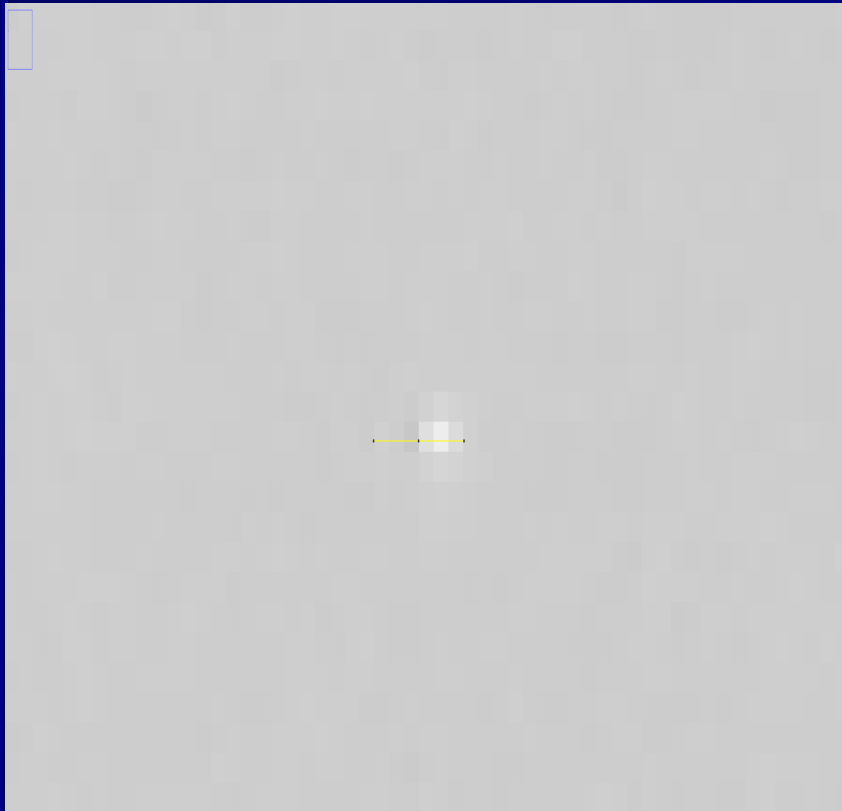
- Neden Kalite Kontrol?
- Uluslararası Protokoller ve Tolerans Sınırları
- Kalite Kontrol Testleri
- Ne Sıklıkla?
- Sonuçlar

NEDEN KALİTE KONTROL?

- Üretici spesifikasyonları(Kabul!)
- Var olan sistem ne durumda?
 - Artifakt
 - CR okuyucusu
 - CR kasetleri
- Zaman içerisinde değişim

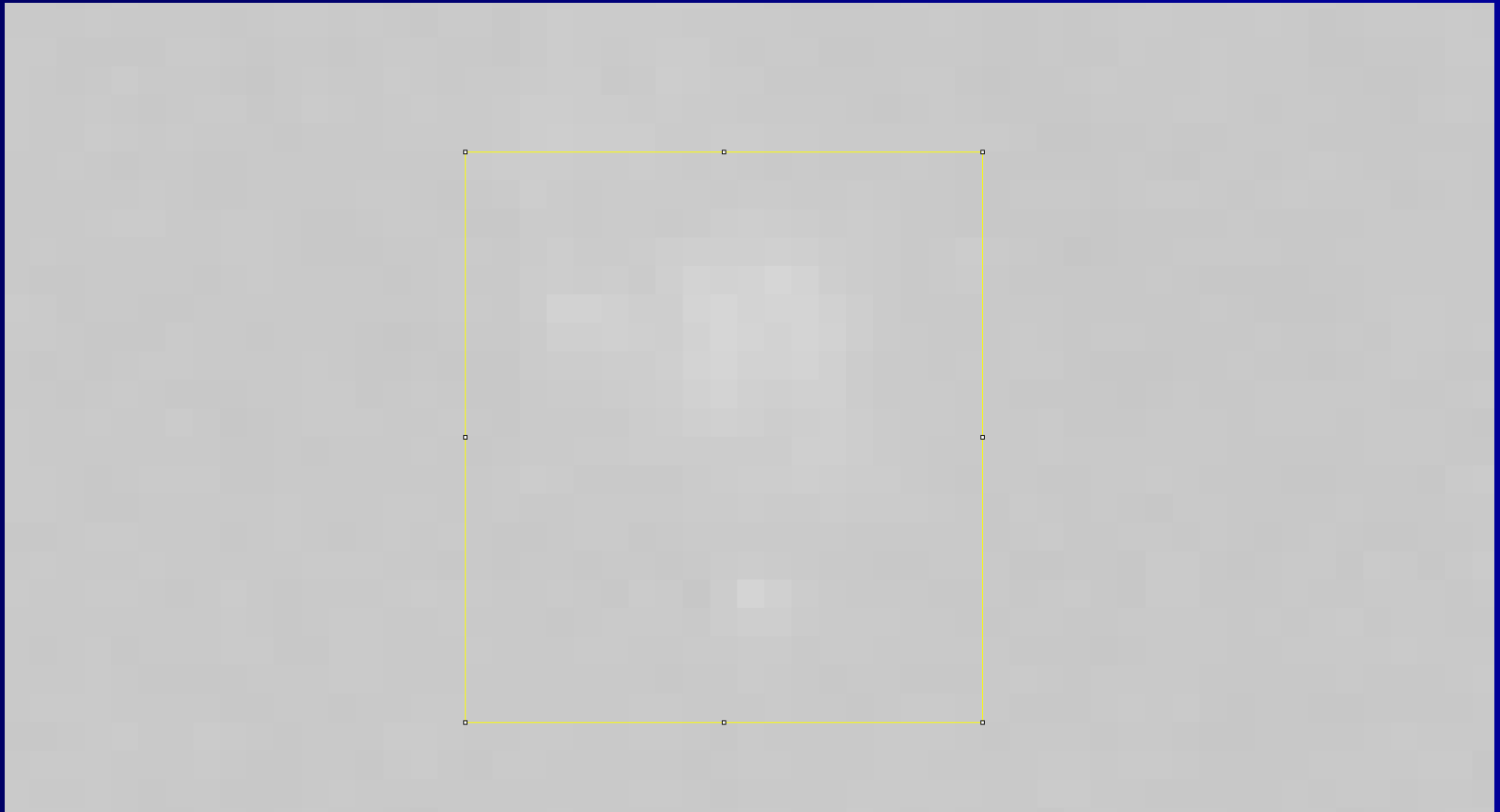
NEDEN KALİTE KONTROL?

Artifakt



NEDEN KALİTE KONTROL?

Artifakt



NEDEN KALİTE KONTROL?

CR Okuyucusu

- Üretici spesifikasyonları?
 - Doğrulukla çalışıyor mu?
 - Zaman içerisinde
- (Bu çalışmada Fuji Profect CS kullanılmıştır)



NEDEN KALİTE KONTROL?

CR kasetleri

- Üretici spesifikasyonları?
- Fiziksel durumları
- Zaman içerisinde

(Bu çalışmada çeşitli boyutlarda Fuji IP ST-VI kullanılmıştır)



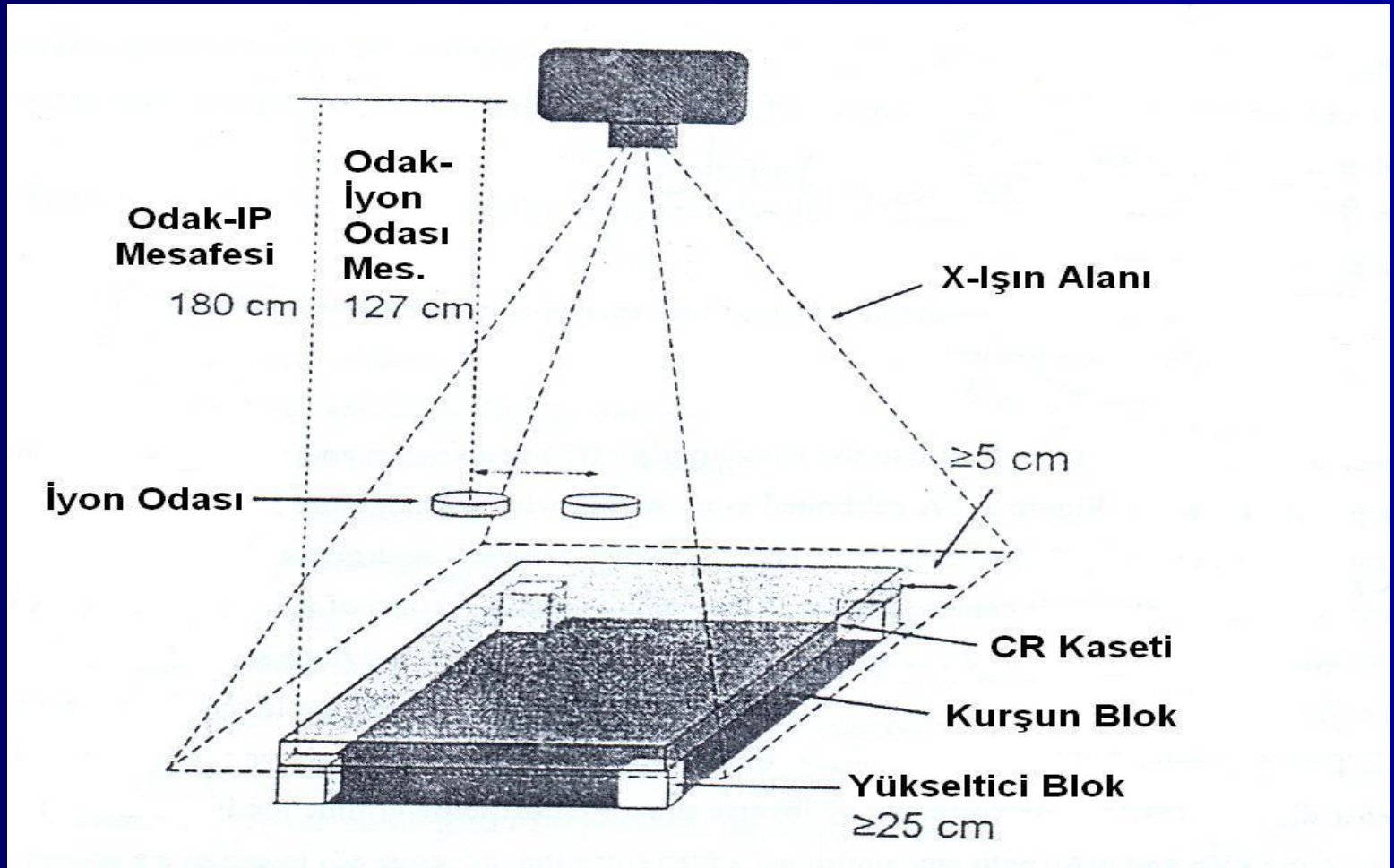
ULUSLAR ARASI PROTOKOLLER VE TOLERANS SINIRLARI

- Acceptance Testing and Quality Control of Photo Stimulable Phosphor Imaging Systems; Draft No.10, AAPM, 2005
- Protocol for the QA of Computed Radiography Systems, Commissioning and Annual QA Tests, Draft No.8, KCARE, 2005

KALİTE KONTROL TESTLERİ

1. Fon Gürültüsü
2. Homojenite
3. Işınlama göstergesi kalibrasyon doğruluğu
4. Sistem lineeritesi
5. Laser demeti fonksiyonu
6. Yüksek kontrast ayırma gücü
7. Gürültü ve düşük kontrast ayırma gücü
8. Mesafe doğruluğu
9. Silme kusursuzluğu
10. Alising ve grid cevabı
11. IP işleme süreci testi

TEST GEOMETRİSİ



1.FON GÜRÜLTÜSÜ

	Agfa	Fuji	Kodak
İŞİNLAMA	TEMİZLENMİŞ İP'YE İŞİNLAMA YAPILMAZ		
İŞLEM	System diagnosis flatfield speed class =200	Test/sensitivity (L=1), fixed EDR (S=10,000)	Pattern
GÖRÜNTÜ TOPLAMA SONRASI İŞLEM	Musica parameters=0.0 Sensitometry=linear	Linear (GA=1.0, GT=A.RE=0.0)	HAM BİLGİ PENCERE = 512 KENAR BELİRGİNLEŞTİRME KULLANILMAMALI
ÖLÇÜM	IgM, OPD, OPSS (SAL)	OPD, OPSS	Exposure Index (EI), OPD, OPSS
GÖRSEL DEĞERLENDİRME KRİTERİ	ARTİFAKT İÇERMEYEN HOMOJEN GÖRÜNTÜ	ARTİFAKT İÇERMEYEN HOMOJEN GÖRÜNTÜ	ARTİFAKT İÇERMEYEN HOMOJEN GÖRÜNTÜ (OKUYUCU KAYNAKLI ÇİZGİLER OLUŞABİLİR)
SAYISAL DEĞERLENDİRME KRİTERİ	IgM<0.28 SAL<130 OPD <350 OPSS <5	OPD <280 OPD>744 TERS GRİ SKALADA OPSS <4	EI _{GP} <80, EI _{HR} <380 OPD _{GP} <80, OPD _{HR} <80 OPSS <4

OPD: Ortalama Piksel Değeri

OPSS: Ortalama Piksel Değerinin Hesaplandığı İlgi Alanında Standart Sapma

1.FON GÜRÜLTÜSÜ

dark noise



- 18 X 24 boyutlarında IP

2.HOMOJENİTE

	Agfa	Fuji	Kodak
İŞİNLAMA	80 kVp, 0.5 mm Bakır plaka, 1 mm Alüminyum plaka, SID=180cm, 10 mR		
İŞLEME	System diagnosis flatfield speed class =200	Test/sensitivity (L=1), semi EDR	Pattern
GÖRÜNTÜ TOPLAMA SONRASI İŞLEM	Musica parameters=0.0 Sensitometry=linear	Linear (GA=1.0, GT=A,RE=0.0)	Ham bilgi Kenar belirginleştirme kullanılmamalı Pencere Açıklığı = 512
ÖLÇÜM	OPD VE OPSS	OPD VE OPSS	OPD VE OPSS
KASETTEN KASETE DEĞİŞİM	İşinlama Göstergesi Standart Sapma OPD ve OPSS	İşinlama Göstergesi Standart Sapma OPD ve OPSS	İşinlama Göstergesi Standart Sapma OPD ve OPSS
GÖR. DEĞ. KRİTERİ	Pencere değiştirilse bile homojen ve artefaktlardan arınmış görüntü		
SAYISAL DEĞERLENDİRME KRİTERİ(Görüntünün %80'i kaplayan ilgi alanı)	OPSS <25 (TEK KASETTE) IGSS <0.02	OPSS <20 (TEK KASETTE)	OPSS <20 IGSS <20

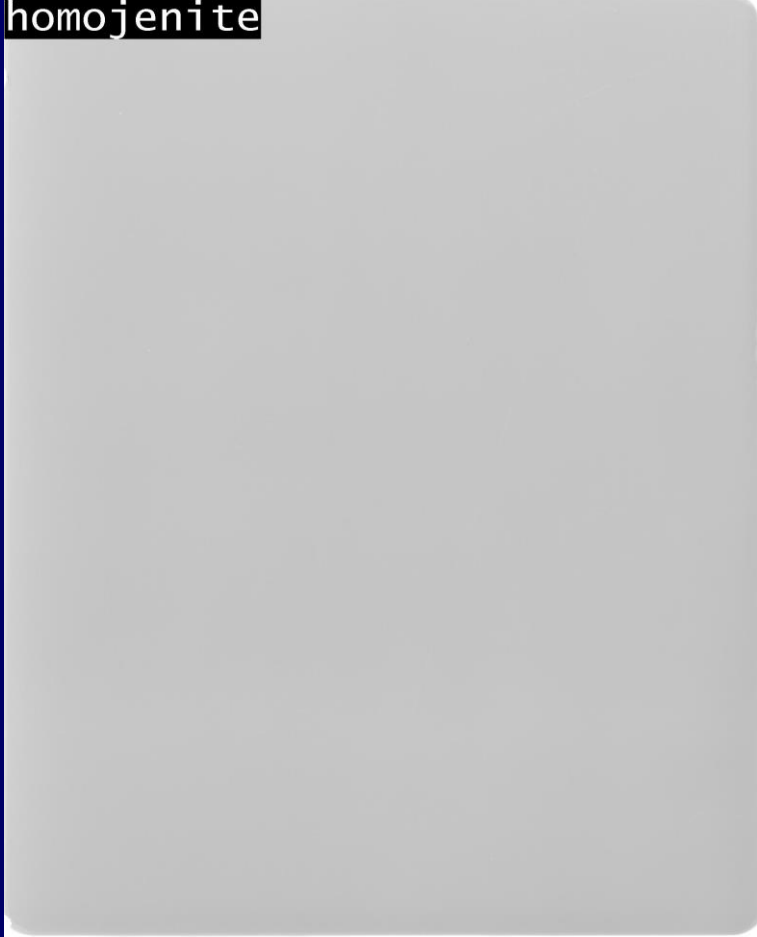
OPD: Ortalama Piksel Değeri

OPSS: Ortalama Piksel Değerinin Hesaplandığı İlgi Alanında Standart Sapma

IGSS: İşinlama Göstergesi Standart Sapma

2.HOMOJENİTE

homojenite



- Heel etkisinden kurtulmak için kaset 180 derece çevrilerek tekrar ışınlamalı
- Her kasette artifakt araştırması Yapılmalıdır
- Artifakt varlığında temizlemeden Sonra test tekrarlanmalıdır

3. IŞINLAMA GÖSTERGESİ KALİBRASYON DOĞRULUĞU

	Agfa	Fuji	Kodak
İŞINLAMA	1 mR, 75 kVp, 1.5 mm Bakır plaka	1 mR, 80 kVp, 10 dakika gecikmeli okunmalı	1 mR, 80 kVp, 0.5 mm Bakır plaka, 1 mm Alüminyum plaka, 15 dakika gecikmeli okunmalı
İŞLEM	System diagnosis flatfield, speed class =200	Test/sensitivity (L=1), semi EDR	Pattern
GÖRÜNTÜ TOPLAMA SONRASI İŞLEM	Musica parameters=0.0		
ÖLÇÜM	IgM 1 mR ışınlamaya normalize edilir(IgM-log(ışınlama)) SAL 1 mR ışınlamaya normalize edilir	S değeri 1 mR'e normalize edilir	EI(Exposure Index) 1 mR ışınlamaya normalize edilir EI(1 mR) = EI1000Xlog(ışınlama)
GÖR.DEĞ.KRİTERİ	YOK		
SAYISAL DEĞERLENDİRME KRİTERİ	IgM(1 mR) 2.2< +- 0.045(tek kaset) IgM(1 mR) 2.2< +- 0.023(tüm kasetlerin ortalaması) SAL(1 mR) 1192< +-60 (tek kaset) SAL(1 mR) 1192< +-30 (tüm kasetlerin ortalaması)	S (1 mR) 200< +-20 (tek kaset) S (1 mR) 200<+- 10 (tüm kasetlerin ortalaması)	EI (1 mR) 2000< +- 45 (tek kaset) EI (1 mR) 2000< +- 23 (tüm kasetlerin ortalaması)

- Bölümdeki tüm kasetler yapılmalıdır
- Bazı üreticiler sonuçları fosforesans gecikmeden arındırmak için kasetlerin gecikmeli okunmasını önermektedir

4.SİSTEM LİNEERİTESİ

	Agfa	Fuji	Kodak
İŞINLAMA	0.1, 1, 10 mR 80 kVp, 0.5 mm Bakır ve 1 mm Alüminyum plaka, SID= 180 cm		
İŞLEM	System diagnosis flatfield, speed class = 200	Test/ave.4.0, Semi EDR & Fix EDR=200	Pattern
		EDR	
GÖRÜNTÜ TOPLAMA SONRASI İŞLEM	Musica parameters=0.0	GA=1.0,GT=A,RE=0.0	
ÖLÇÜMLER	Görüntülerin % 80 çizilen ilgi alanı ile log (SAL) - log (ışınlama) OPD - log (ışınlama) lgM - log (ışınlama) grafiklerinin kk'ları hesaplanır	Semi EDR için; log (S) - log (ışınlama) doğrusal fit Fix EDR için; OPD - log(ışınlama) grafiklerinin kk'ları hesaplanır	EI - log(ışınlama) OPD - log(ışınlama) grafiklerinin kk'ları hesaplanır
GÖRSEL DEĞERLENDİRME KRİTERİ	log (SAL) - log(ışınlama) grafiği doğrusal olmalı	Semi EDR için; log(S) - log(ışınlama) grafiği doğrusal olmalı Fixed EDR için; OPD - log(ışınlama) grafiği doğrusal olmalı	EI - log(ışınlama) OPD - log(ışınlama) grafikleri doğrusal olmalı
SAYISAL DEĞERLENDİRME KRİTERİ	KK > 0.95 olmalı	KK > 0.95 olmalı	KK > 0.95 olmalı

KK: Korelasyon Katsayısı

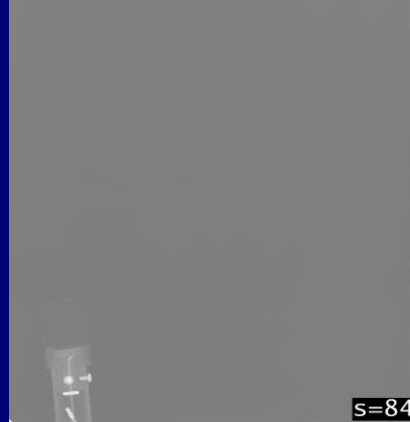
4.SİSTEM LİNEERİTESİ

linearity 0.1 mR semi EDR



s=1052

linearity 1 mR semi EDR



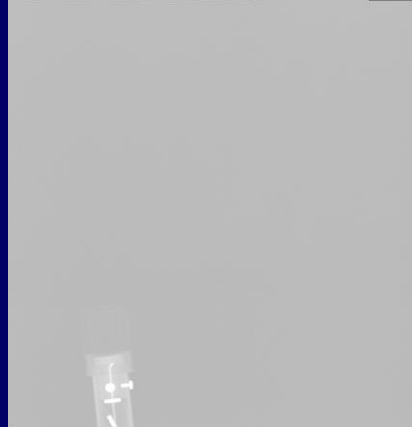
s=84

linearity 10 mR semi EDR



s=12

linearity 0.1 mR fix



linearity 1 mR fix



linearity 10 mR fix



5.LASER DEMETİ FONKSİYONU

	Agfa	Fuji	Kodak
İŞİNLAMA	5 mR, 60 kVp, laser tarama çizgilerine dik konumda metal bir cetvel yerleştiriniz		
İŞLEM	System diagnosis flatfield, speed class =200	Test/sensitivity Semi EDR	Pattern
GÖRÜNTÜ TOPLAMA SONRASI İŞLEM	Musica parameters=0.0 Sensitometry=linear	GA=1.0,GT=A,RE=0.0	
ÖLÇÜMLER	5 - 10 magnifikasyon kullanarak cetvel kenarlarındaki sapmalar araştırılır		
GÖR.DEĞ.KRİTERİ	Cetvel kenarları sürekli ve düzgün olmalıdır		
SAY.DEĞ.KRİTERİ	Cetvel kenarlarında +- 1 pikselden büyük sapmalar olmamalıdır		

5.LASER DEMETİ FONKSİYONU



- Karanlık bölgeden parlak bölgeye geçişlerde doğrusallıktan sapmalar laser demetinin zamanlama veya modülasyon problemlerini gösterir
- 5X veya dah büyük büyütme ile

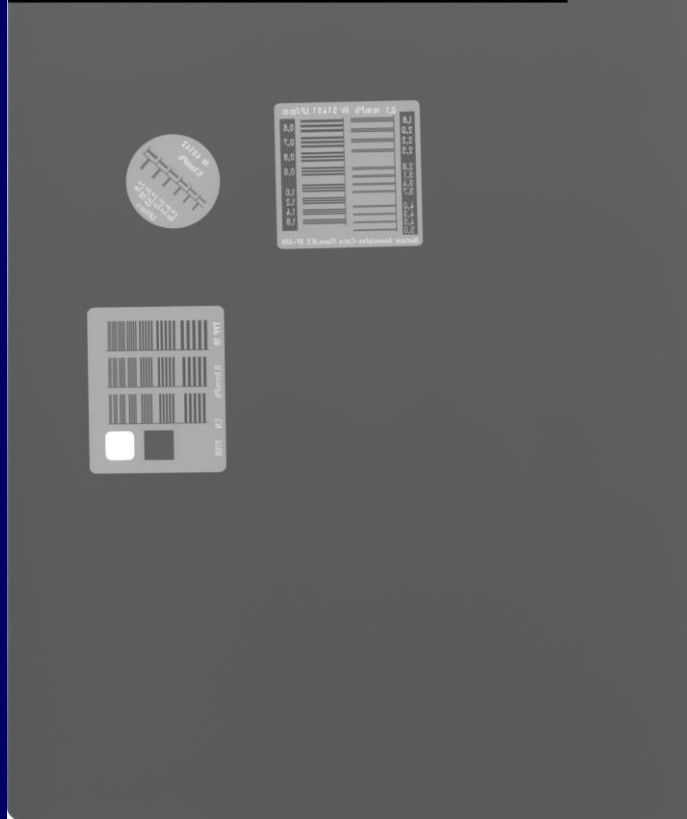
6.YÜKSEK KONTRAST AYIRMA GÜCÜ

	Agfa	Fuji	Kodak
İŞINLAMA	5 mR, 60 kVp, SID=180 cm,		
İŞLEM	System diagnosis flatfield, speed class =200	Test/sensitivity Semi EDR	Pattern
GÖRÜNTÜ TOPLAMA SONRASI İŞLEM	Musica parameters=0.0 Sensitometry=linear	GA=1.0,GT=A,RE=0.0	
ÖLÇÜMLER	Parallel, dik ve 45 derece açıda maksimum ayrılabilir çç belirlenir Görüntü 10X büyütme ile incelenir		
GÖRSEL DEĞ. KRİTERİ	Izgara görüntü homojen ve bulanıklıktan arınmış olmalıdır		
SAYISAL DEĞERLENDİRME KRİTERİ	$R_{dik}, R_{parallel} / F(nyquist) > 0.9$ $R_{45} / 1.41 F(nyquist) > 0.9$ olmalıdır		

- R: maksimum ayırma gücü
- F(nyquist): Nyquist frekansı

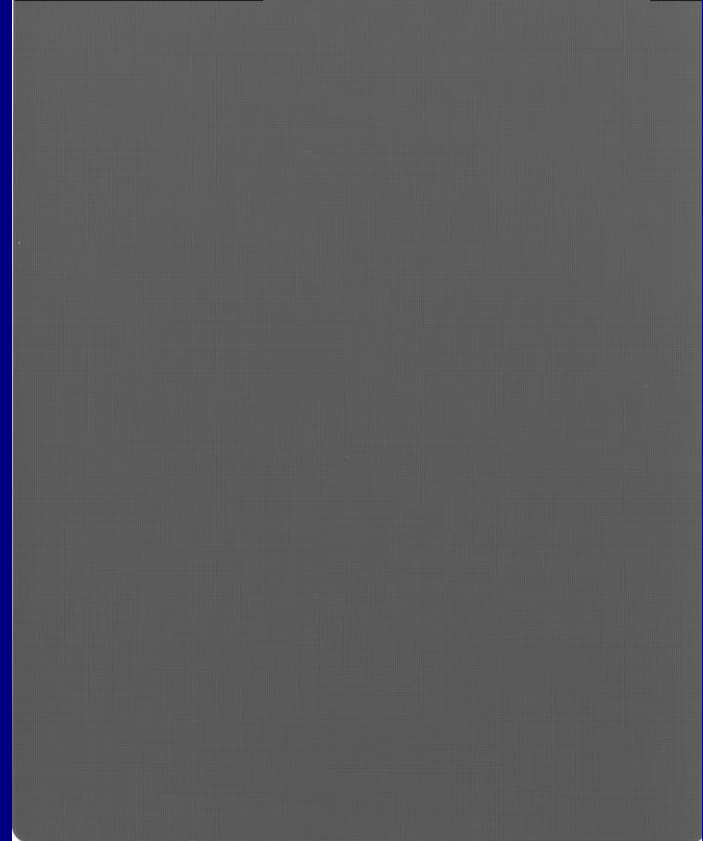
6.YÜKSEK KONTRAST AYIRMA GÜCÜ

LIMITING RESOLUTION S=70



RESOLUTION UNIFORMITY

S=179

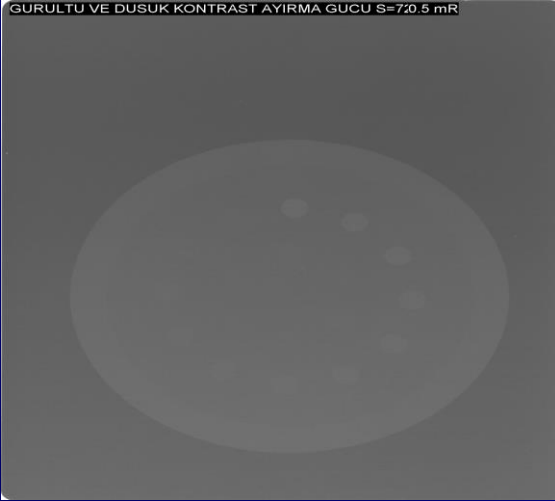


7.DÜŞÜK KONTRAST AYIRMA GÜCÜ

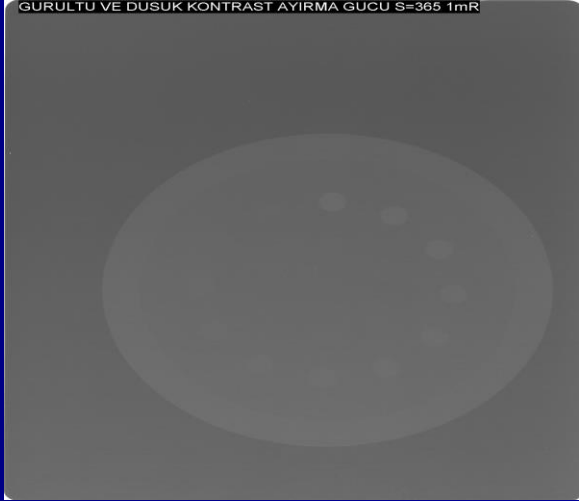
	Agfa	Fuji	Kodak
İŞINLAMA	0.5, 1, 5 mR, 75 kVp, 1 mm Bakır plaka, 10 dakika geç okunmalı, 3 ayrı fantom görüntüsü elde edilir		
İŞLEM	System diagnosis flatfield, speed class =200	Test/sensitivity Semi EDR	Pattern
GÖRÜNTÜ TOPLAMA SONRASI İŞLEM	Musica parameters=0.0 Sensitometry=linear	GA=1.0,GT=A,RE=0.0	Ham bilgi, Pencere = 512
ÖLÇÜMLER	Her 3 görüntünün OPSS (küçük bir ilgi alanı ile) log(OPSS) - log(ışınlama) grafiği Eşik değerinin kontrastı		
GÖRSEL DEĞERLENDİRME KRİTERİ	Yüksek ışınlamalarda kontrast-ayrıntı eşiği düşük olmalıdır		Yüksek ışınlamalarda kontrast-ayrıntı eşiği düşük olmalıdır
SAYISAL DEĞ.KRİTERİ	KK > 0.95		

7.DÜŞÜK KONTRAST AYIRMA GÜCÜ

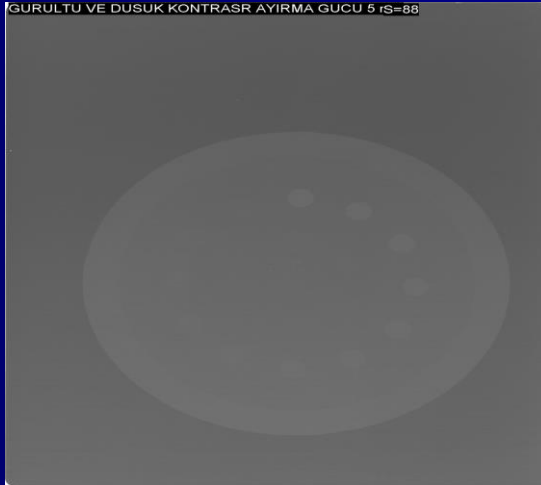
GURULTU VE DUSUK KONTRAST AYIRMA GUCU S=70.5 mR



GURULTU VE DUSUK KONTRAST AYIRMA GUCU S=365 1mR



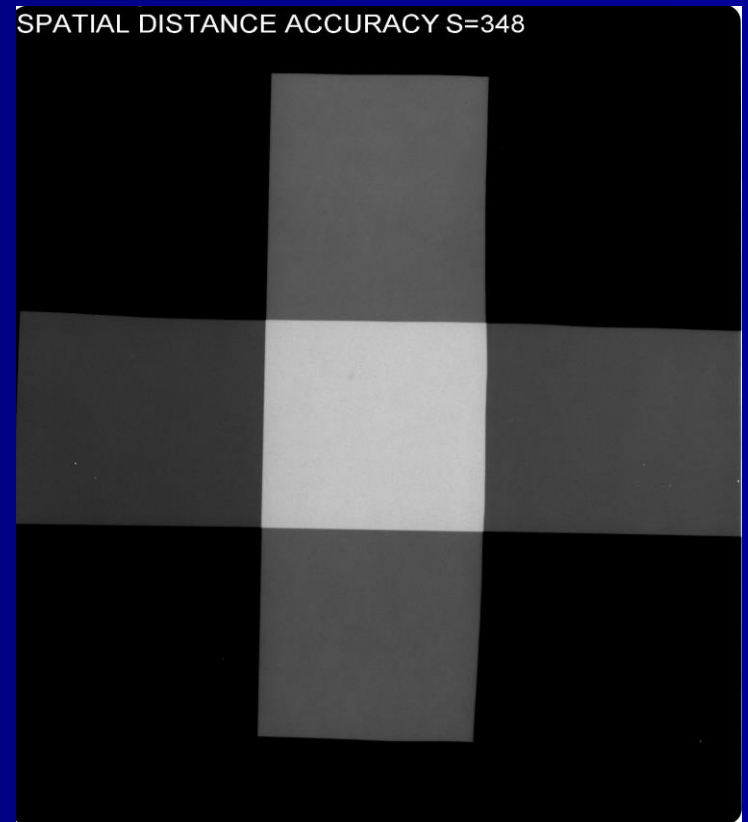
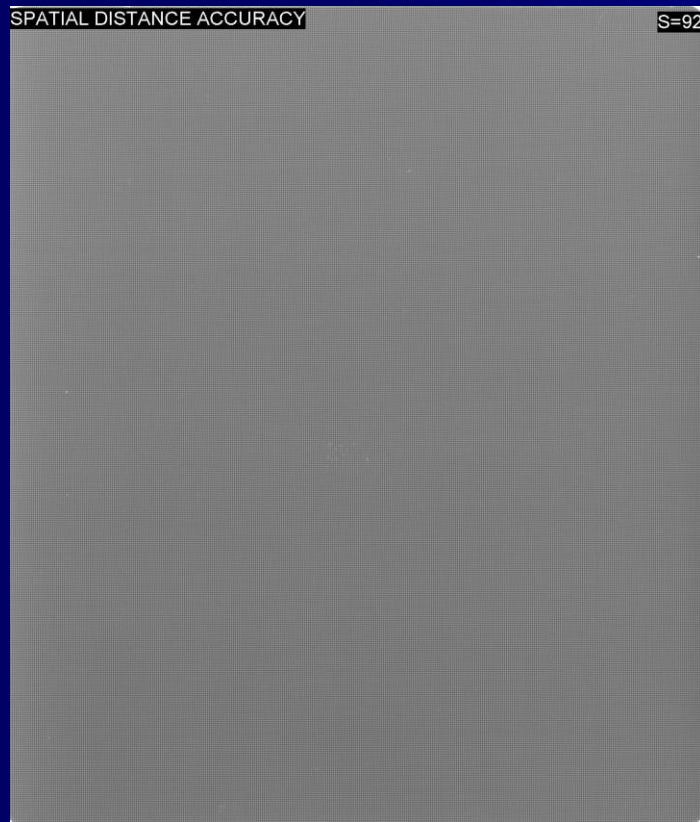
GURULTU VE DUSUK KONTRAST AYIRMA GUCU S=88



8.MESAFE DOĞRULUĞU

	Agfa	Fuji	Kodak
İŞİNLAMA	5 mR, 60 kVp, SID= 180 cm, kontakt test aleti ve x-ışın cetveli		
İŞLEM	System diagnosis flatfield, speed class =200	Test/sensitivity Semi EDR	Pattern
GÖRÜNTÜ TOPLAMA SONRASI İŞLEM	Musica parameters=0.0 Sensitometry=linear	GA=1.0,GT=A,RE=0.0	Ham bilgi, Pencere = 512
ÖLÇÜMLER	Köşeden köşeye 15 cm'den büyük uzunluklar, magnifikasyon dikkate alınarak ölçülür		
GÖR.DEĞ.KRİTERİ	Kontakt test aleti homojen bir görüntü vermeli		
SAY.DEĞ.KRİTERİ	Ölçülen mesafe ile gerçek mesafesiğ arasındaki fark % 2'den büyük olmamalıdır		

8.MESAFE DOĞRULUĞU



9.SİLME KUSURSUZLUĞU

	Agfa	Fuji	Kodak
İŞINLAMA	50 mR, 60 kVp, SID=180 cm Kurşun blok ile 1.görüntü, 1 mR, 60 kVp, SID=180 cm Kurşun bloksuz 2. görüntü, Fon gürültüsü 3. görüntü		
İŞLEM	System diagnosis flatfield, speed class =200	Test/Sensitivity Semi EDR; Test/sensitivity (L=1), fixed EDR (S=10,000)	Pattern
GÖRÜNTÜ TOPLAMA SONRASI İŞLEM	Musica parameters=0.0 Sensitometry=linear	GA=1.0,GT=A,RE=0.0	Ham bilgi
ÖLÇÜMLER	IgM, OPD, OPSS, SAL %80 ilgi alanı	OPD, OPSS % 80 ilgi alanı	EI, OPD, OPSS % 80 ilgi alanı
GÖR.DEĞ.KRİTERİ	2. görüntüde kurşuna ait artık görüntü olmamalıdır		
SAYISAL DEĞERLENDİRME KRİTERİ (3.görüntü)	IgM = 0.28 SAL < 130 OPD < 630 OPSS < 5 olmalıdır	OPD < 280 OPSS < 4 olmalıdır	EI < 80 OPD < 80 OPSS < 4 olmalıdır

10.ALİSİNG VE GRİD CEVABI

	Agfa	Fuji	Kodak
İŞİNLAMA	Grid hareketi durdurulur veya grid sökölerek, kasetin üstüne yerleştirilir, 1 mR, 80 kVp, 0.5 mm Bakır plaka, 1 mm Alüminyum plaka SID kullanılan gridin odak uzaklığına göre değıştirilir		
İŞLEM	System diagnosis flatfield. speed class =200	Test/contrast Semi EDR	Pattern
GÖRÜNTÜ TOPLAMA SONRASI İŞLEM	Pencere = Dar Musica parameters=0.0 Sensitometry=linear	Pencere = Dar GA=1.0,GT=A,RE=0.0	Ham bilgi Pencere = Dar
ÖLÇÜMLER	Yok		
GÖRSEL DEĞERLENİRME KRİTERİ	Laser demetini tarama doğrultusuna dik yöndeki grid çizgileri görüntüsünde Moire deseni		
SAY.DEĞ.KRİTERİ	Yok		

11.IP İŞLEME SÜRECİ TESTİ

	Agfa	Fuji	Kodak
İŞINLAMA	Standart geometride, aynı boyutlu 4 IP 80 kVp, 2 mR		
İŞLEM	System diagnosis flatfield, speed class =200	Test/contrast Semi EDR	Pattern
GÖR.TOP.YAP.İŞL.	Önemsiz	Önemsiz	Önemsiz
ÖLÇÜMLER	t = İlk IP'yi okuyucuya yerleştirme ile son IP'nin görüntüsünün workstation da görünmesi arasında geçen süre(dakika). İşlem Süreci = $60 \times 4 / t$		
GÖR.DEĞ.KRİTERİ	YOK		
SAY.DEĞ.KRİTERİ	Üreticinin verdiği süre ile hesaplanan arasındaki fark %10'u aşmamalıdır		

NE SIKLIKLA?

Test	Sıklık	Test	Sıklık
1.Fon Gür.	Ayda bir	7.Düş.Kon.	3 ayda
2.Homoje.	Günlük	8.Mes.Doğ.	3 ayda
3.İş.Gös.Kal.	3 ayda	9.Sil.Kus.	3 ayda
4.Sis.Linne.	3 ayda	10.Ali.Grid	3 ayda
5.Las.Dem.	3 ayda	11.IP İş.Sür.	Senede
6.Yük.Kon.	3 ayda		

SONUÇLAR

Test	Sonuç	Test	Sonuç
1.Fon Gür.	Ka.Sın.İçinde	7.Düş.Kon.	Ka.Sın.İçinde
2.Homoje.	IP(35X43)	8.Mes.Doğ.	Ka.Sın.İçinde
3.İş.Gös.Kal.	Ka.Sın.İçinde (20 IP)	9.Sil.Kus.	Ka.Sın.İçinde
4.Sis.Linne.	Ka.Sın.İçinde	10.Ali.Grid	Ka.Sın.İçinde
5.Las.Dem.	Ka.Sın.İçinde	11.IP İş.Sür.	Ka.Sın.İçinde
6.Yük.Kon.	Ka.Sın.İçinde		

TEŞEKKÜRLER