

GÖRÜNTÜ KALİTESİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ ÖLÇME YÖNTEMLERİ VE ARAÇLARI

Prof. Dr. Dođan Bor

Ankara Üniversitesi Mühendislik Fakültesi
Fizik Mühendisliđi

34 ULUSAL RADYOLOJİ KONGRESİ

6-10 Kasım 2013

Antalya

GÖRÜNTÜ KALİTESİ NİÇİN ÖLÇÜLMELİDİR ?

Tanısal incelemeler ne kadar doğrulukla yapıldığı ?

Hastaların ne kadar radyasyona maruz kaldıkları ?

TANISAL GÖRÜNTÜLEMELERDE

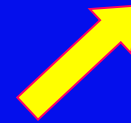
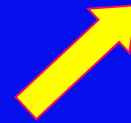
AMAÇ

- Hasta ve çalışanlara minimum radyasyon verilmesi
- Optimum görüntü kalitesi

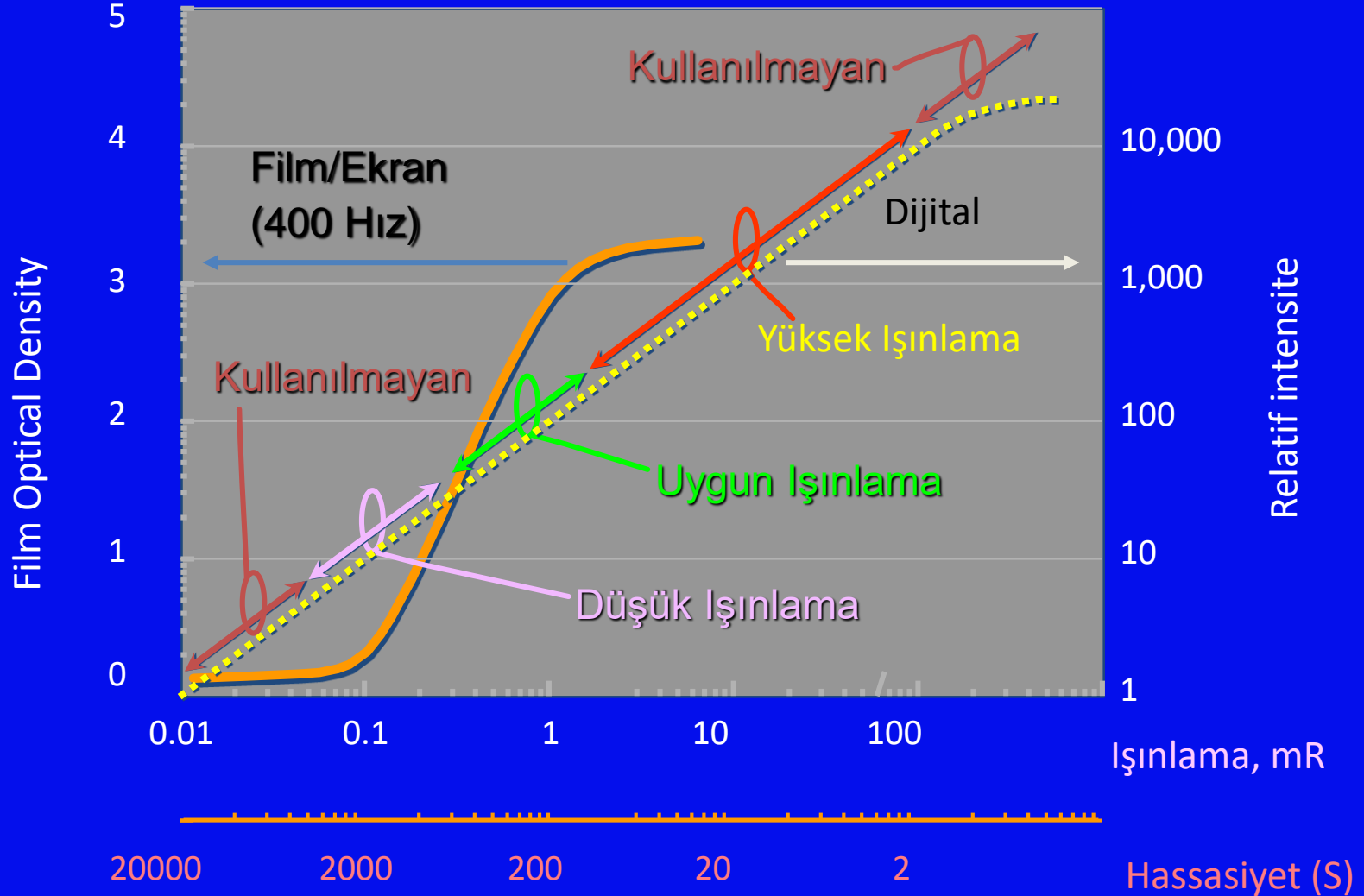
KAOS!!!

Görüntü kalitesi

Hasta radyasyon dozu



DİJİTAL DETEKTÖRLERDE IŞINLAMA ARALIKLARI



RADYASYON DOZU - GÖRÜNTÜ KALİTESİ OPTİMİZASYONU



Pediatric skolosis

Bu görüntü kalitesi
yeterli değil mi ?



GÖRÜNTÜ KALİTESİNİ ETKİLEYEN FAKTÖRLER

Sistem donanımı ve detektör tasarımı

Odak nokta boyutu, filtreler, detektör yapısı vs.

Görüntülerin elde edilmesi – Işınlama parametrelerinin seçimi

Işınlamanın enerjisi ve şiddeti, grid, vs.

Görüntülerin işlenmesi ve gösterilmesi

Algoritma seçimi, histogram, vs

GÖRÜNTÜ KALİTESİNİN SAPTANMASI

GÖRÜNTÜ KALİTESİNİN FİZİKSEL YÖNTEMLERLE SAPTANMASI

- Kabul ve performans testleri
(Cihazın teknik spesifikasyonlarının kontrolü)
- Rutin kalite kontrolleri
(Cihaz performansının devamlılığının kontrolü)

GÖRÜNTÜ KALİTESİNİN KLİNİK GÖRÜNTÜLERDE SAPTANMASI

- Klinik testler
(Hasta görüntülerinin kullanılması)

GÖRÜNTÜ KALİTESİNİN KLİNİK GÖRÜNTÜLERDE SAPTANMASI

Receiver Operating Characteristics (ROC) Yöntemleri

- Evet/hayır yöntemi
- Puanlama yöntemi

Alternative Forced Choice (AFC) analizleri

- İkili AFC Tekniği
- İkiden fazla AFC Tekniği

Gözlemci performansına bağlı yöntemler

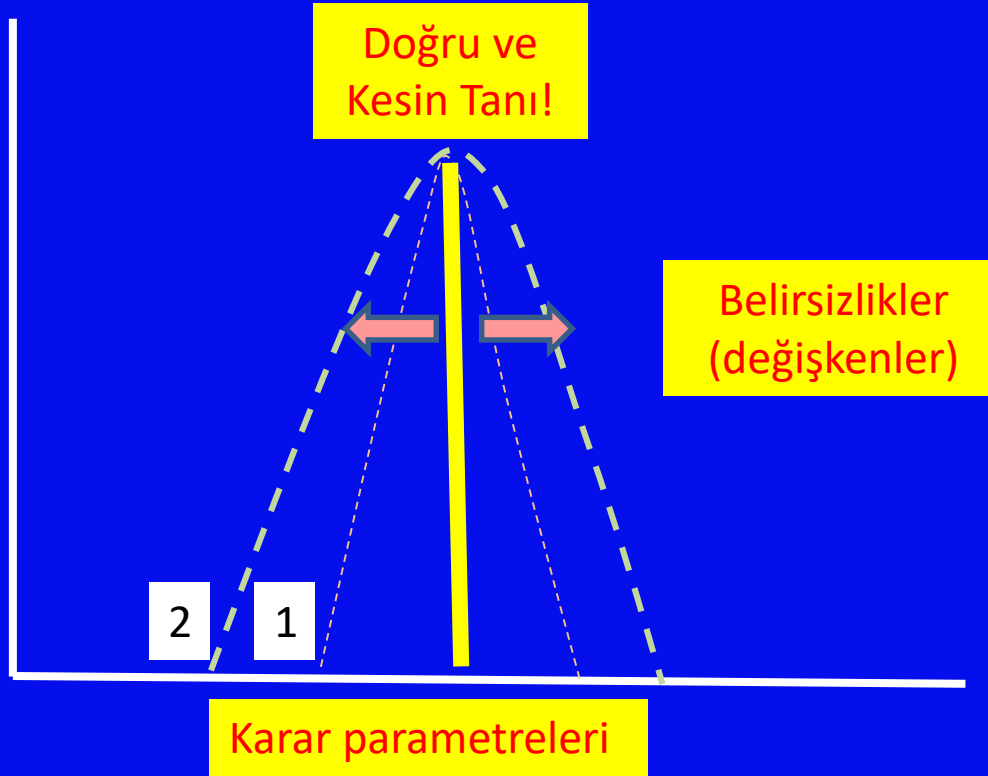
- Görüntü kriterlerinin sağlanması
- Görsel puanlama analizleri

GÖRSEL DEĞERLENDİRMELER

Gözlemcinin kesin ve doğru tanı yapması



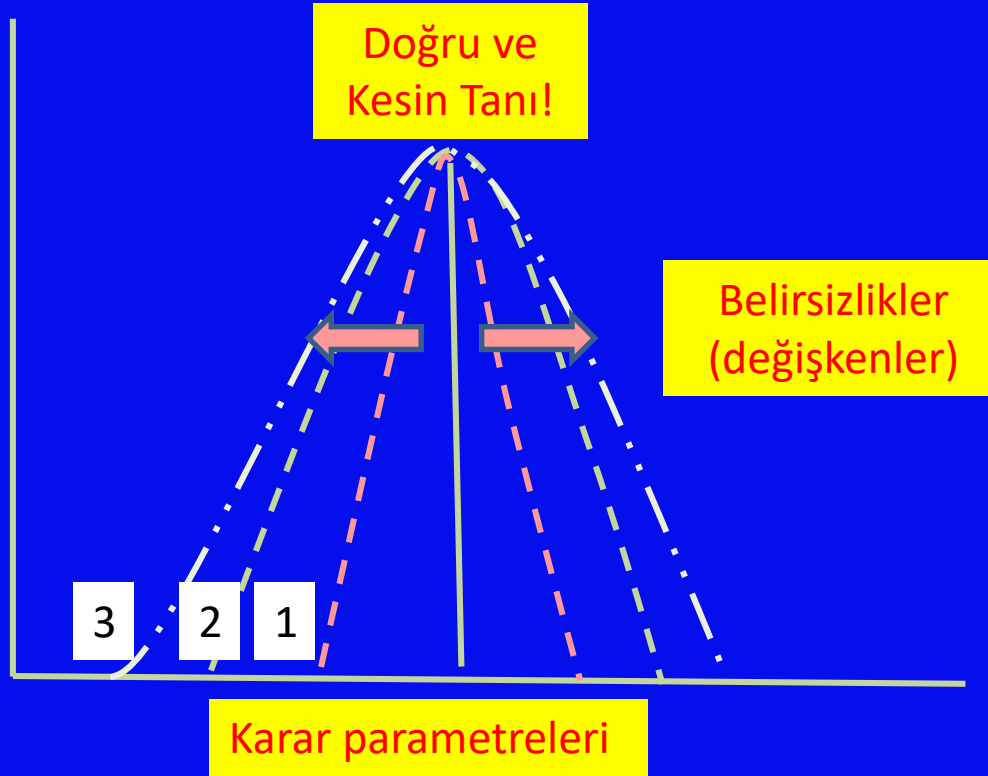
GÖRSEL DEĞERLENDİRMELER



- 1- Gürültünün ve görüntü kusurlarının katkısı
- 2- Hasta ve hastalar arasındaki biyolojik farklılıklar + 1

GÖRSEL DEĞERLENDİRMELER

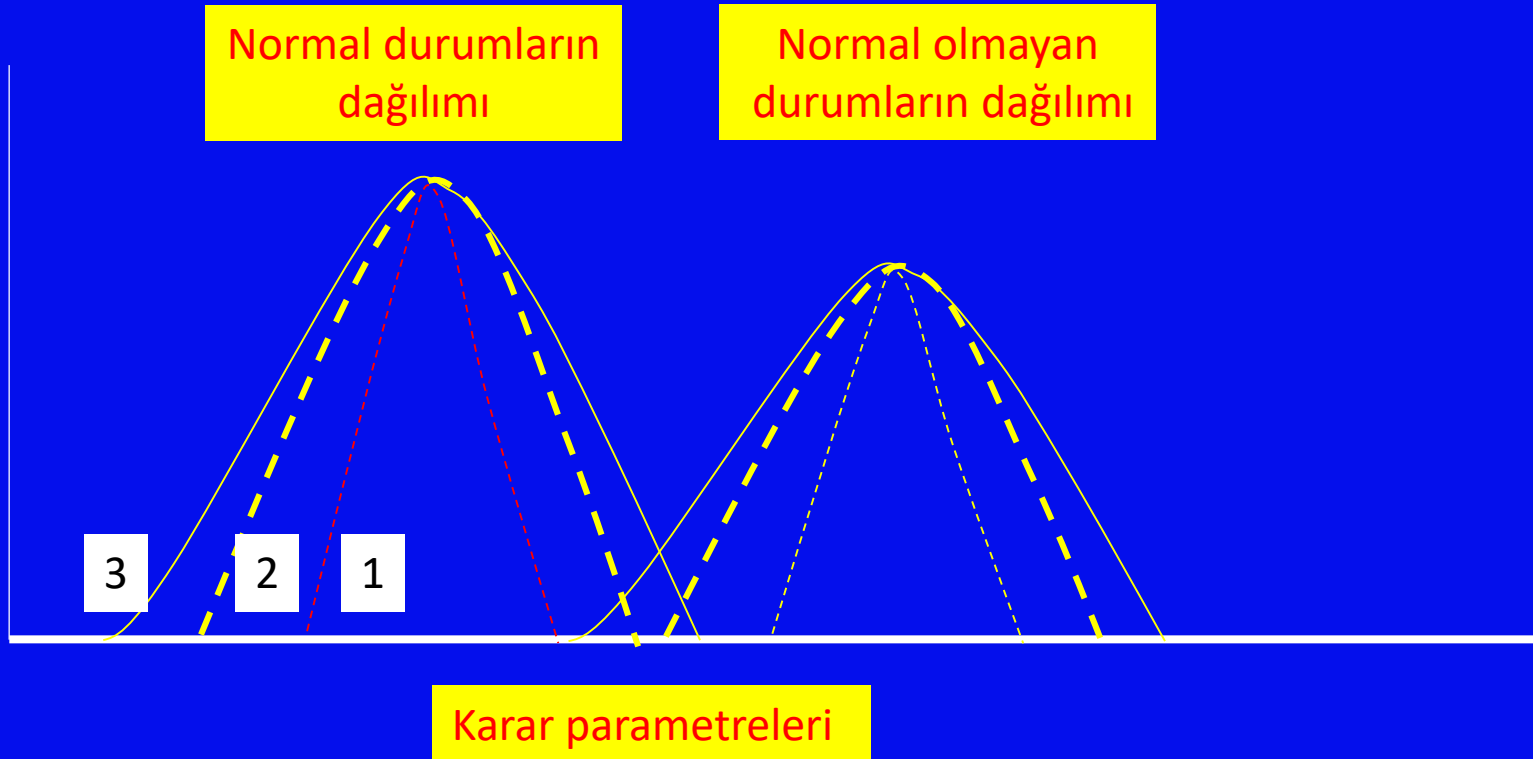
- Tek gözlemcinin birden fazla hasta değerlendirmesi yapması
- Birden fazla gözlemcinin tek bir hasta sonucunu değerlendirmesi



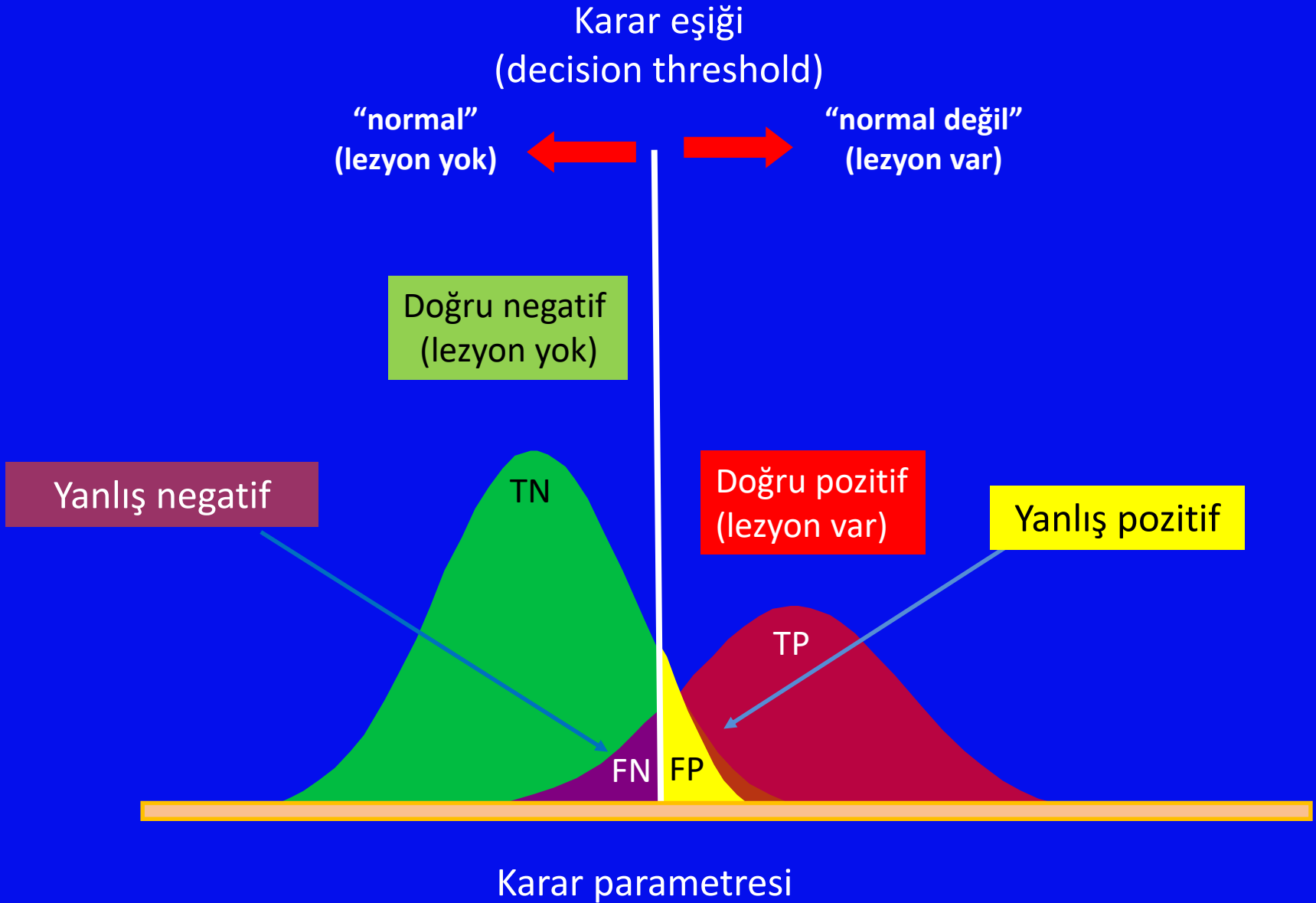
- 1- Gürültünün ve görüntü kusurlarının katkısı
- 2- Hasta ve hastalar arasındaki biyolojik farklılıklar + 1
- 3- Gözlemcilerden kaynaklanan değişkenler + 1 + 2

ALGILACIYA BAĞLI ÇALIŞMA KARAKTERİSTİKLERİ RECEIVER OPERATING CHARACTERISTIC -ROC - ANALİZLERİ

Karar verme değişkenlerinin dağılımına etki eden faktörler



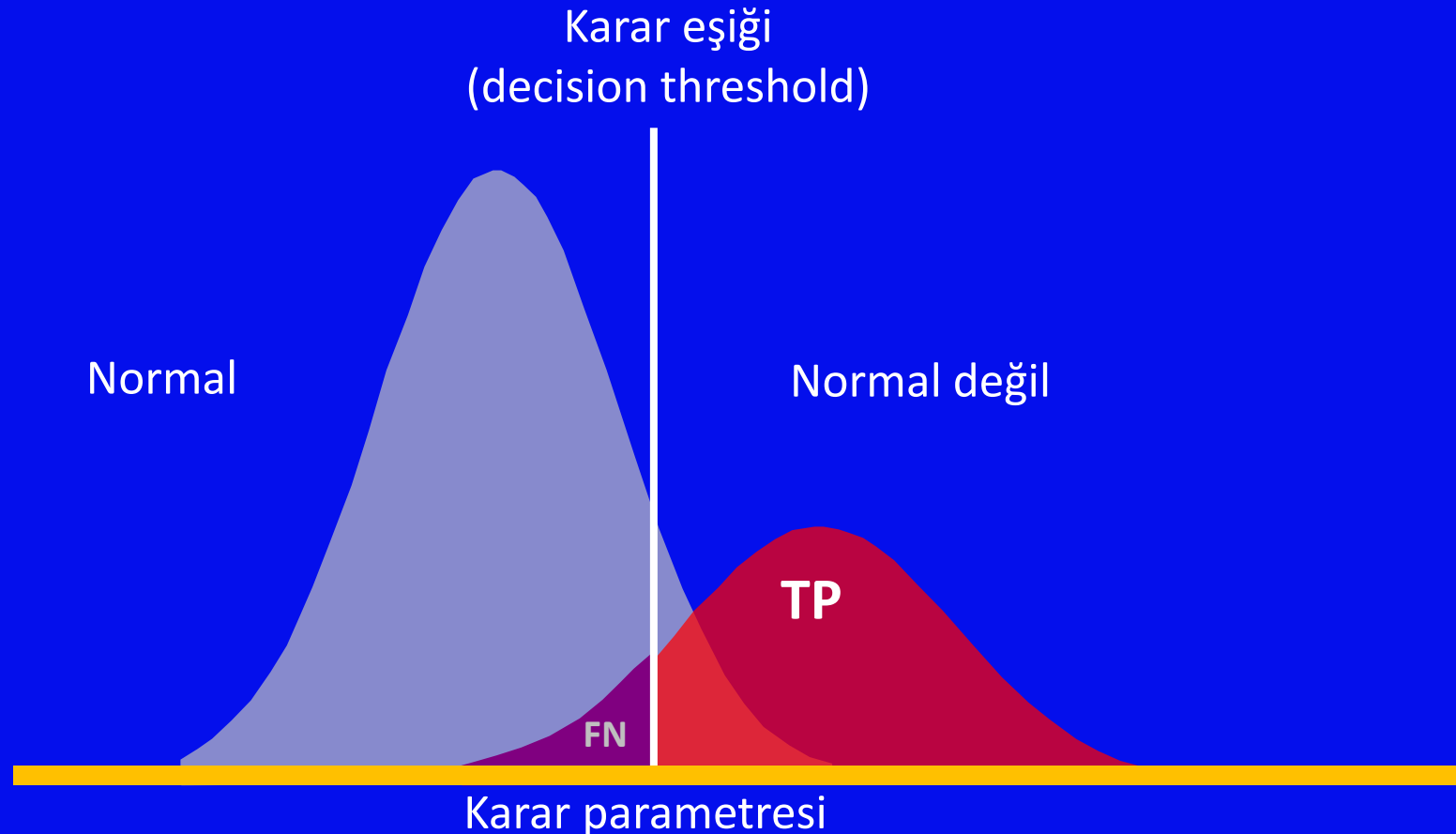
ROC ANALİZLERİ



ETKİNLİK (SENSITIVITY)

Normal olmayan bir durumun algılanması
(Var olan bir hastalığın tanısı)

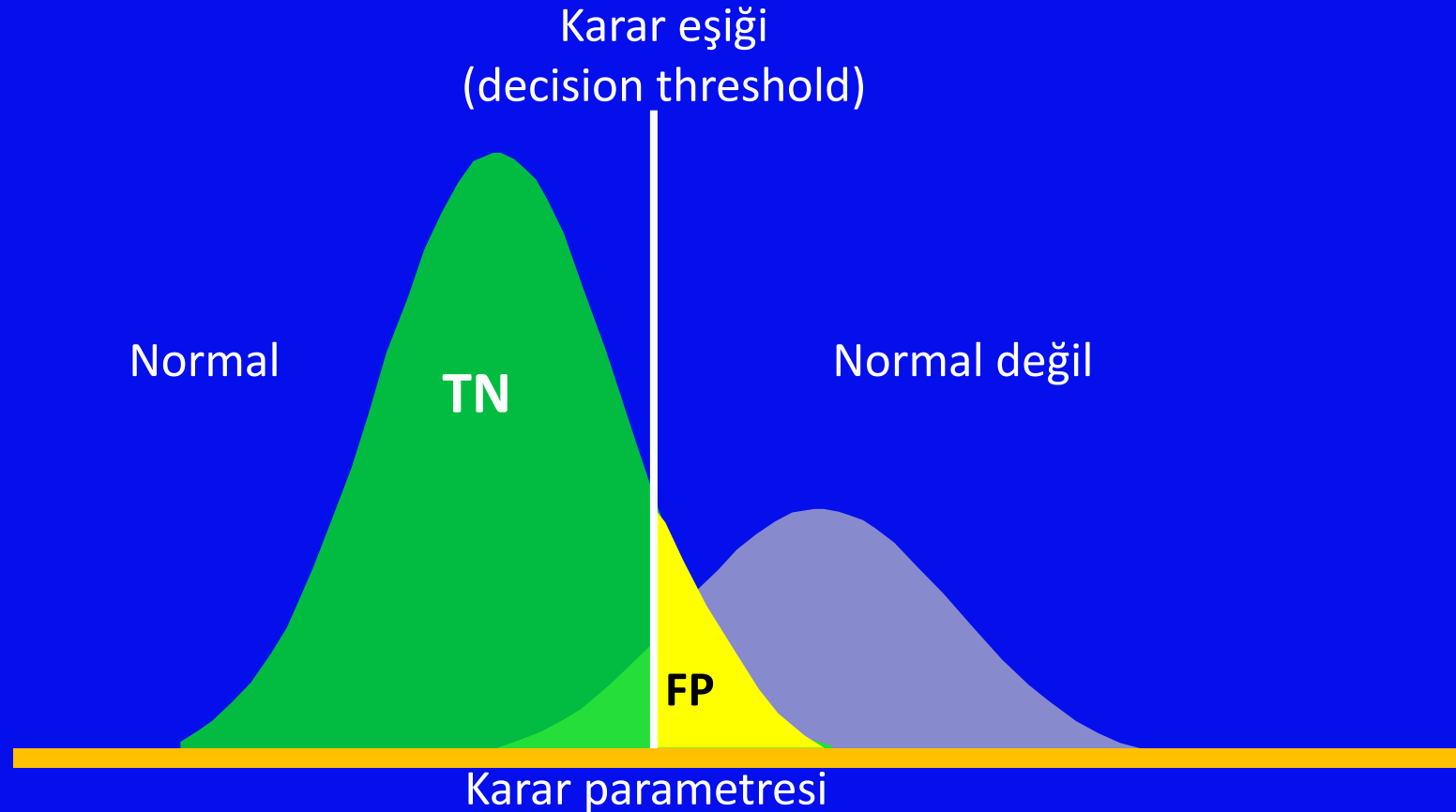
$$\text{Etkinlik} = \frac{TP}{TP + FN}$$



ÖZELLİK (SPECIFICITY)

Gerçekte olmayan bir anormalliğin saptanması
(Hastalık olmaması durumunun algılanması)

$$\text{Özellik} = \frac{\text{TN}}{\text{TN} + \text{FP}}$$



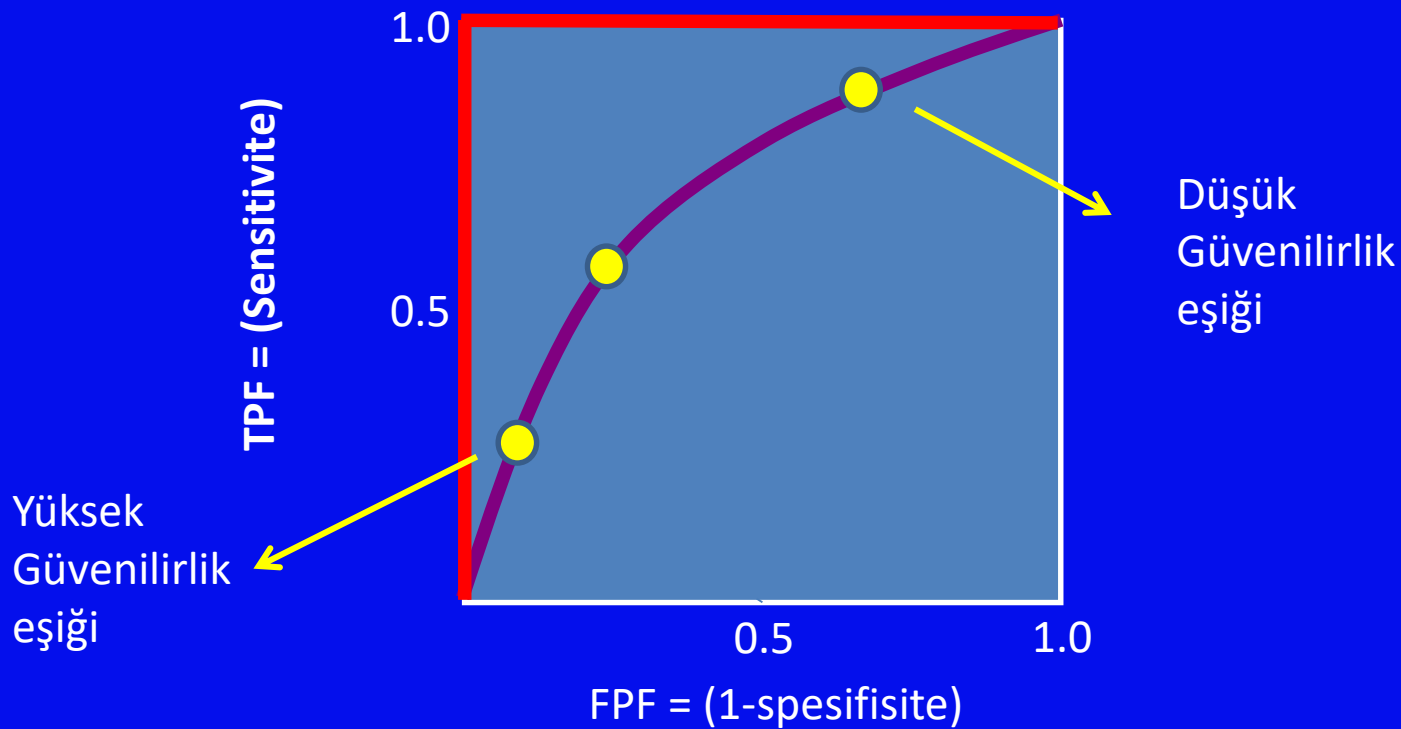
ROC EĞRİLERİNİN ÖLÇÜLMESİNDE Kİ YÖNTEMLER

1- EVET / HAYIR YÖNTEMİ

Aynı gözlemci bir dizi görüntüyü her sefer farklı karar eşikleri kullanarak evet/hayır kriteri ile değerlendirmesi (Veya bir dizi gözlemcinin aynı görüntüyü değerlendirmesi).

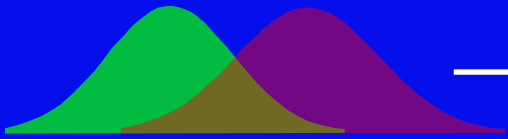
Her değerlendirme sonucunun **gerçek doğru** ile karşılaştırılması .

TPF ve FPF sonuçlarından ROC'lar in elde edilmesi

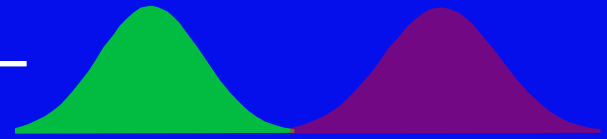


Üç farklı karar kriteri için ROC eğrisi

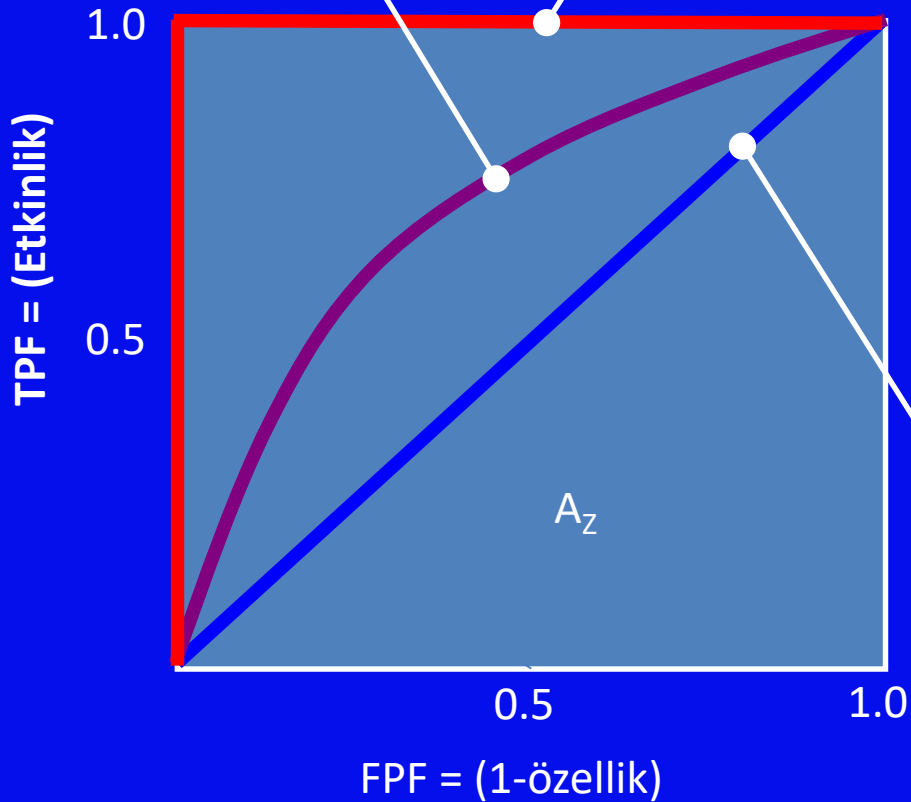
ROC ANALİZLERİ



Gerçek hayat



ideal performans

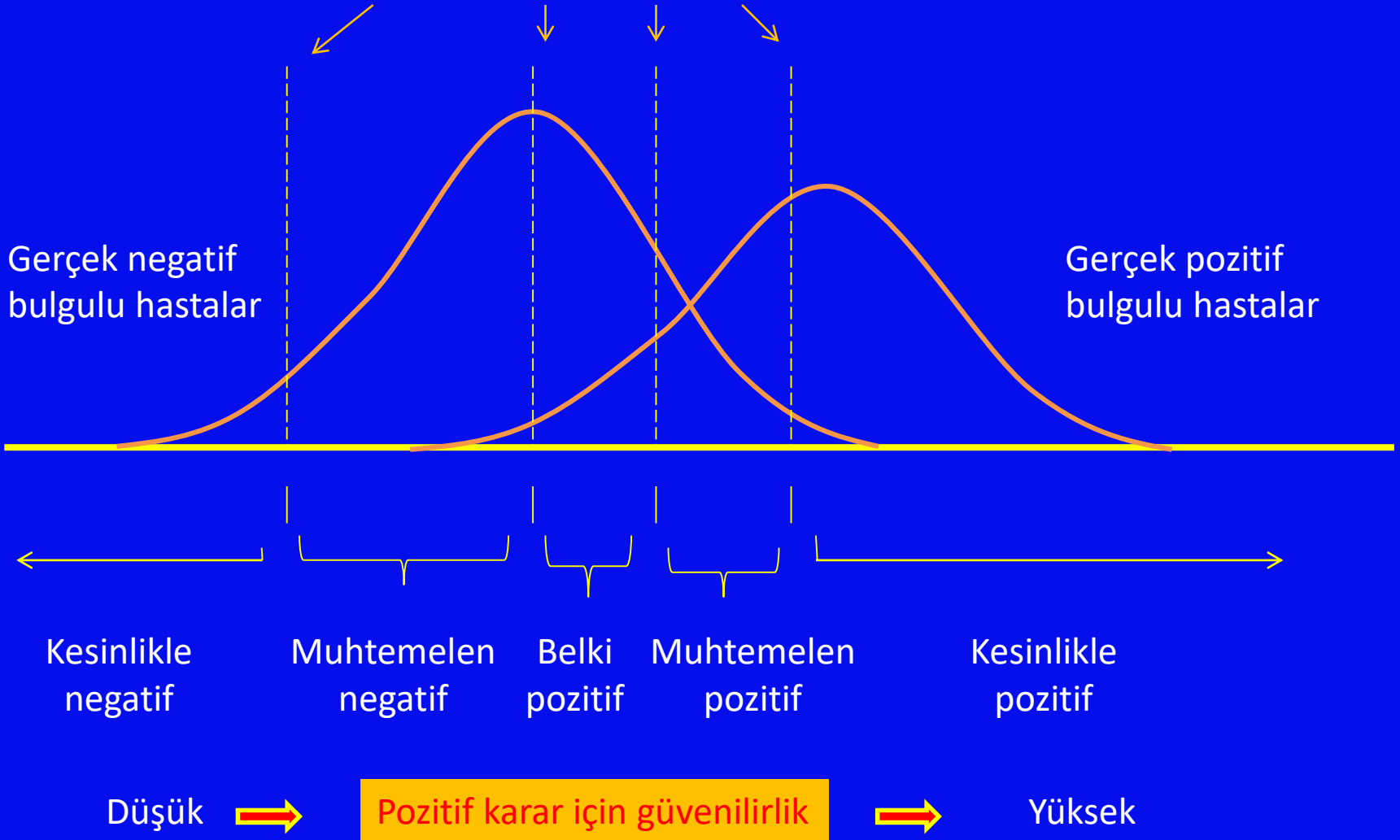


Hatalı tahmin

ROC EĞRİLERİNİN ÖLÇÜLMESİNDE Kİ YÖNTEMLER

2- PUANLAMA YÖNTEMİ

Aynı anda kullanılan
Farklı güvenilirlik eşikleri



ALTERNATİFLİ ZORLAYICI SEÇİM ANALİZLERİ -ALTERNATIVE FORCED – CHOICE ANALİZLERİ (AFC)-

Gözlemcinin güvenilirlik eşiği olmadan tek bir pozitif görüntünün seçilmesi

İkili AFC Tekniği:

İki görüntüden sadece bir tanesinin seçilmesi

İkiden fazla AFC Tekniği:

Aynı anda ikiden fazla görüntüde bir tanesinin seçilmesi.

ROC VE AFC YÖNTEMLERİNİN SINIRLAMALARI

Yöntemler pratik değildir;

- Her birinin sağlık durumunun bilindiği çok sayıda hasta görüntüsü gereklidir.
- Gözlemci zamanı uzun ve iş gücü fazladır.
- Aynı görüntüde birden fazla patoloji değerlendirilemez.
- Bu yöntemler aynı hastanın farklı görüntüleme sistemlerinden veya tekniklerinden alınan görüntülerinin karşılaştırılmasında yararlıdır.
- Farklı kliniklerde ki farklı hasta karşılaştırmaları için uygun değildir.

KLİNİK GÖRÜNTÜ KALİTESİNİN ÖLÇÜLMESİNDE SÜBJEKTİF YÖNTEMLER

1) Görüntü kriterlerinin sağlanması – Image criteria (IC)

2) Görsel puanlama analizleri – Visual grading analysis -(VGA)

Gözlemcinin belirli bir anatomik yapının- patolojinin
görsel olarak saptaması

KLİNİK GÖRÜNTÜ KALİTESİNİN ÖLÇÜLMESİNDE SÜBJEKTİF YÖNTEMLER

1) Görüntü kriterlerinin sağlanması – Image criteria (IC)

1- Kriter kesin bir güvenilirlikle sağlanmakta

2-Kriter kısmi bir güvenilirlikle sağlanmakta

3-Kriterin sağlanıp sağlanmadığı belli değil

4-Kriter kısmi bir güvenilirlikle sağlanmamakta

5-Kriter kesin bir güvenilirlikle sağlanmamakta

KLİNİK GÖRÜNTÜ KALİTESİNİN ÖLÇÜLMESİNDE SÜBJEKTİF YÖNTEMLER

2) Görsel puanlama analizleri – Visual grading analysis -(VGA)

Rölatif Puanlama

Gözlemci puanlamasını referans bir görüntü ile karşılaştırarak yapar

- 1- Değerlendirilecek görüntü referans görüntüye göre çok üstün (+2)
- 2- Değerlendirilecek görüntü referans görüntüden bir miktar üstün (+1)
- 3- Değerlendirilecek görüntü referans görüntüye eşit (0)
- 4- Değerlendirilecek görüntü referans görüntüden bir miktar kötü (-1)
- 5- Değerlendirilecek görüntü referans görüntüye göre çok kötü (-2)

KLİNİK GÖRÜNTÜ KALİTESİNİN ÖLÇÜLMESİNDE SÜBJEKTİF YÖNTEMLER

2) Görsel puanlama analizleri – Visual grading analysis (VGA)

Mutlak bir skalaya göre puanlama
Gözlemci puanlamasını belirli bir dereceleme kullanarak yapar.

1- Çok iyi görüntü kalitesi : Klinik kullanım için hiçbir sınırlama yok

2- İyi görüntü kalitesi : Klinik kullanım için çok az sınırlama var

3- Yetersiz görüntü kalitesi : Klinik kullanım için bazı sınırlama var
ancak önemli bilgi kaybı yok

4- Sınırlı görüntü kalitesi: Klinik kullanıma yönelik sınırlama ve bilginin
açık şekilde kaybı

5- Kötü görüntü kalitesi: Görüntü kullanılmamalı, çalışma tekrarlanmalıdır

KLİNİK GÖRÜNTÜ KALİTESİNİN ÖLÇÜLMESİNDE SÜBJEKTİF YÖNTEMLER

IC ve VGA için nümerik değerlendirmeler

$$ICS = \frac{\sum_{o=1}^{N_o} \sum_{i=1}^{N_i} \sum_{c=1}^{N_c} S_{o,i,c}}{N_o N_i N_c}$$

$$VGAS = \frac{\sum_{o=1}^{N_o} \sum_{i=1}^{N_i} \sum_{c=1}^{N_c} (-1) RR_{o,i,c}}{N_o N_i N_c}$$

N_o = Toplam gözlemci sayısı

N_i = Her radyografik teknik için toplam görüntü sayısı

N_c = Her görüntü için toplam kriter sayısı

$RR_{o,i,c}$ = Belirli bir gözlemci, görüntü ve kriter için rölatif puanlama

KLİNİK GÖRÜNTÜ KALİTESİNİN ÖLÇÜLMESİNDE SÜBJEKTİF YÖNTEMLER

SORUNLAR

Gözlemciler arası değişkenlikler

Gözlemcinin kendisinden kaynaklanan kararsızlıklar

Hastalar arasındaki değişkenler

Genel olarak kullanılacak STANDART bir yöntem yok !!

ÖRNEK

European guidelines on quality criteria for diagnostic radiographic images
EC Reports 16260, 16261, 16262

1. DIAGNOSTIC REQUIREMENTS

Image Criteria

These refer to characteristic features of imaged anatomical structures with a specific degree of visibility.

The degree of visibility is defined as follows:

Visualisation:

Characteristic features are detectable but details are not fully reproduced;
features just visible

Reproduction:

Details of anatomical structures are visible but not necessarily clearly defined; details emerging

Visually Sharp Reproduction:

Anatomical details are clearly defined; details clear.

CRITERIA FOR RADIATION DOSE TO THE PATIENT

Entrance skin dose or DAP

EXAMPLE OF GOOD RADIOGRAPHIC TECHNIQUE

1. Radiographic device— device supporting the film screen/cassette and the anti-scatter grid.
2. Nominal focal spot value
3. Total filtration
4. Anti-scatter grid
5. Screen film system
6. FFD— Focus-to-film distance (cm)
7. Radiographic voltage
8. Automatic exposure control
9. Exposure time
10. Protective shielding

ÖRNEK : CHEST

AP PROJECTION (Newborns)

1. IMAGE CRITERIA

- 1.1 Performed at peak of inspiration
- 1.2 Reproduction of the thorax without rotation and tilting
- 1.3 Reproduction of the chest must extend from the cervical trachea to T12/L1 (part of the abdomen may be included for special purposes)
- 1.4 Reproduction of the vascular pattern in central half of the lungs
- 1.5 Visually sharp reproduction of the trachea and the proximal bronchi
- 1.6 Visually sharp reproduction of the diaphragm and costo-phrenic angles
- 1.7 Reproduction of the spine and paraspinal structures and visualisation of the retrocardiac lung and the mediastinum

2. CRITERIA FOR RADIATION DOSE TO THE PATIENT

Entrance surface dose for newborns: 80 μ Gy

3. EXAMPLE OF GOOD RADIOGRAPHIC TECHNIQUE

3.0 Patient position: supine

3.1 Radiographic device: bedside (table), depending on clinical condition

3.2 Nominal focal spot value: 0.6 (<1.3)

3.3 Additional filtration: up to 1 mm Al + 0.1 or 0.2 mm Cu (or equivalent)

3.4 Anti-scatter grid: none

3.5 Screen film system: nominal speed class 200 - 400

3.6 FFD: 80 - 100 (150) cm

3.7 Radiographic voltage: 60 - 65 kV

3.8 Automatic exposure control: none

3.9 Exposure time: < 4 ms

3.10 Protective shielding: lead-rubber masking of the abdomen in the immediate proximity of the beam edge; if direct placement not possible, then masking on the incubator lid

KLİNİK GÖRÜNTÜ KALİTESİ SÜBJEKTİF YÖNTEMLER

- Hasta görüntüleri
- Fantom görüntüleri
- Bilgisayarda oluşturulan görüntüler

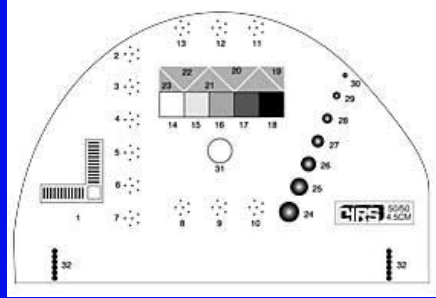
KLİNİK GÖRÜNTÜ KALİTESİ SÜBJEKTİF YÖNTEMLER

Fantom görüntüleri

- Saçılan ışınların etkisi
- Foton soğurulmasının etkisi
- Işınlama geometrisi etkisi

KLİNİK GÖRÜNTÜ KALİTESİ SÜBJEKTİF YÖNTEMLER

Fiziksel fantomlar



Hümanoid Fantomlar



KLİNİK GÖRÜNTÜ KALİTESİ SÜBJEKTİF YÖNTEMLER

Fantom görüntüleri



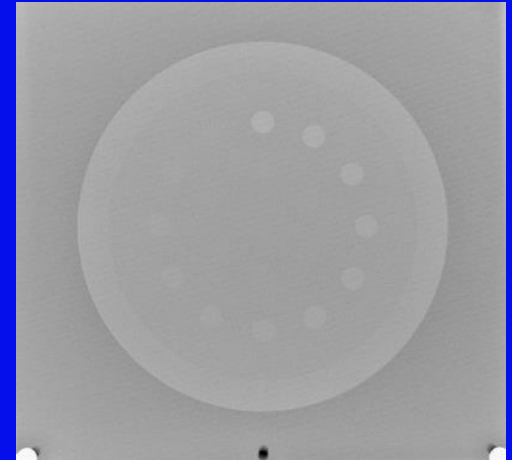
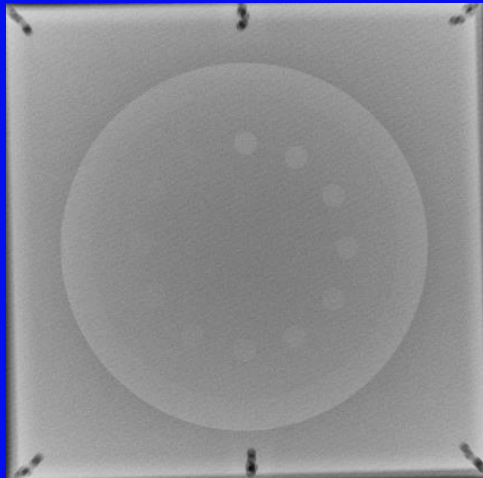
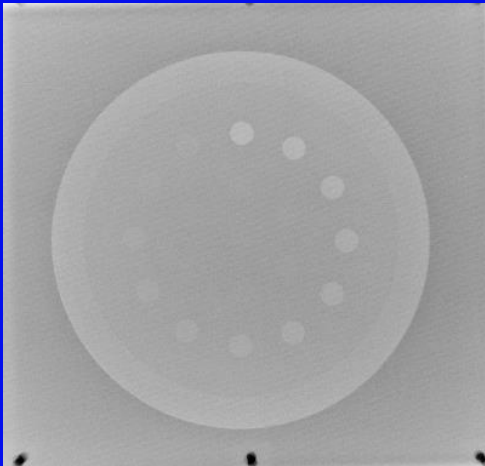
Kafatası Fantomu



Bel Fantomu

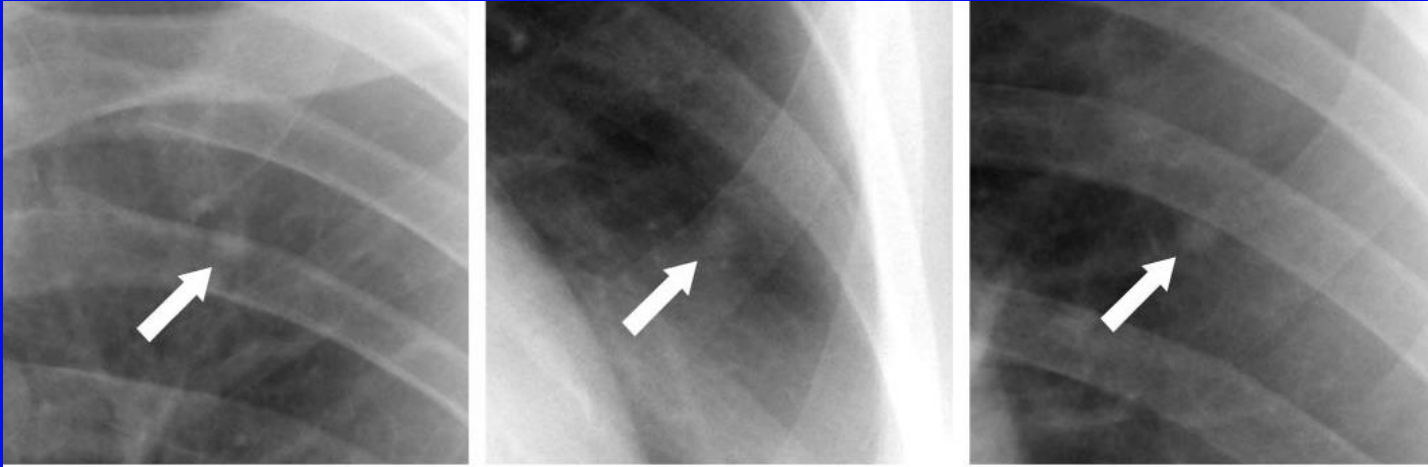


Göğüs Fantomu



KLİNİK GÖRÜNTÜ KALİTESİ SÜBJEKTİF YÖNTEMLER

Bilgisayarda oluşturulan görüntüler

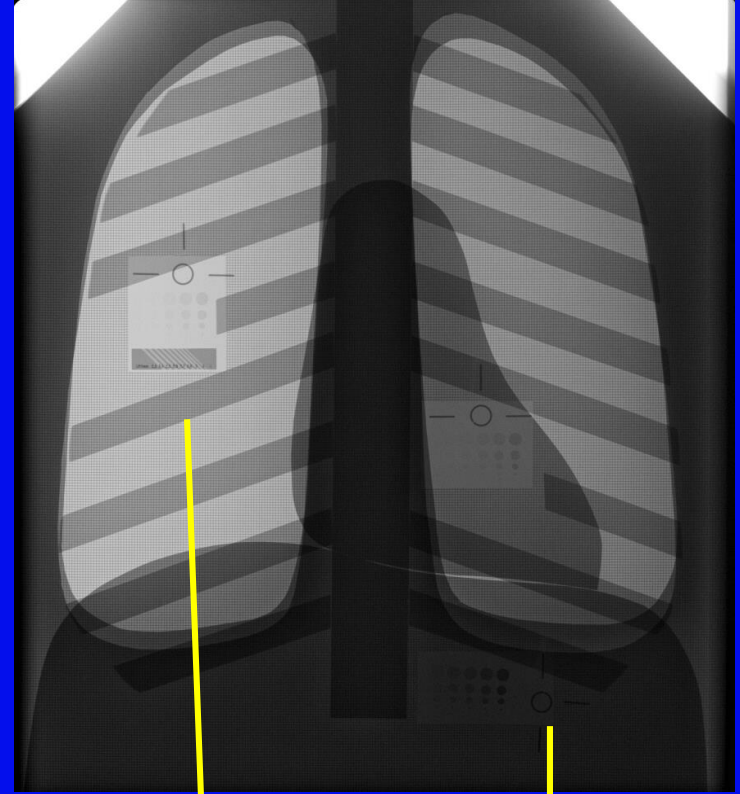
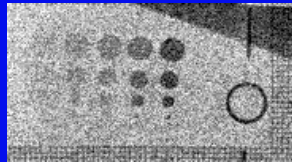
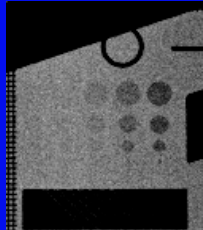


KLİNİK GÖRÜNTÜ KALİTESİ SÜBJEKTİF YÖNTEMLER

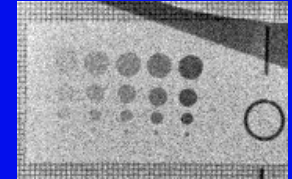
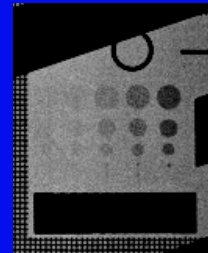
Bilgisayarda oluşturulan görüntüler



10 mAs



50 mAs





GÖRÜNTÜ KALİTESİNİ ÖLÇME YÖNTEMLERİ

Görüntü kalitesinin klinik yöntemlerle saptanması

Görüntü kalitesinin fiziksel yöntemlerle saptanması

Nümerik değerlendirmeler

Psikofiziksel değerlendirmeler

GÖRÜNTÜ KALİTESİNİN FİZİKSEL YÖNTEMLERLE SAPTANMASI

AMAÇ !

- CİHAZ SPESİFİKASYONLARININ SAPTANMASI
(Kabul ve performans testleri)
- CİHAZ PERFORMANSININ DEVAMLILIĞININ KONTROLÜ
(Rutin kalite kontrolleri)

GÖRÜNTÜ KALİTESİNİN NÜMERİK DEĞERLENDİRİLMESİNDE KULLANILAN FİZİKSEL PARAMETRELER

KONTRAST

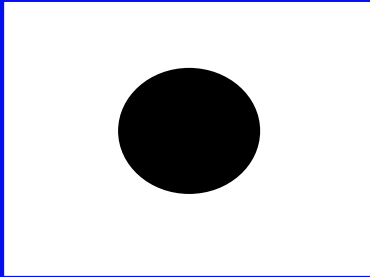
KESKİNLİK

GÜRÜLTÜ

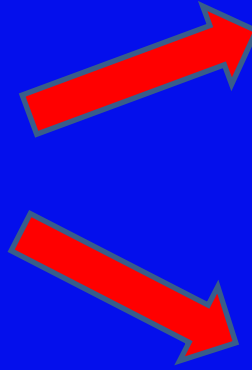
GÖRÜNTÜ KALİTESİNİN NÜMERİK DEĞERLENDİRİLMESİNDE KULLANILAN FİZİKSEL PARAMETRELER

KONTRAST

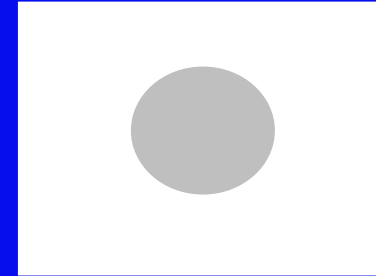
OBJE KONTRASTI



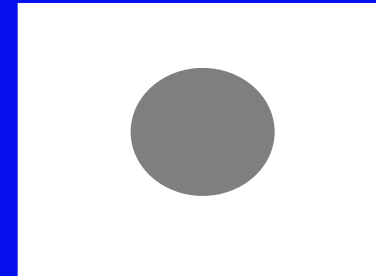
Kontrast = % 100



GÖRÜNTÜ KONTRASTI



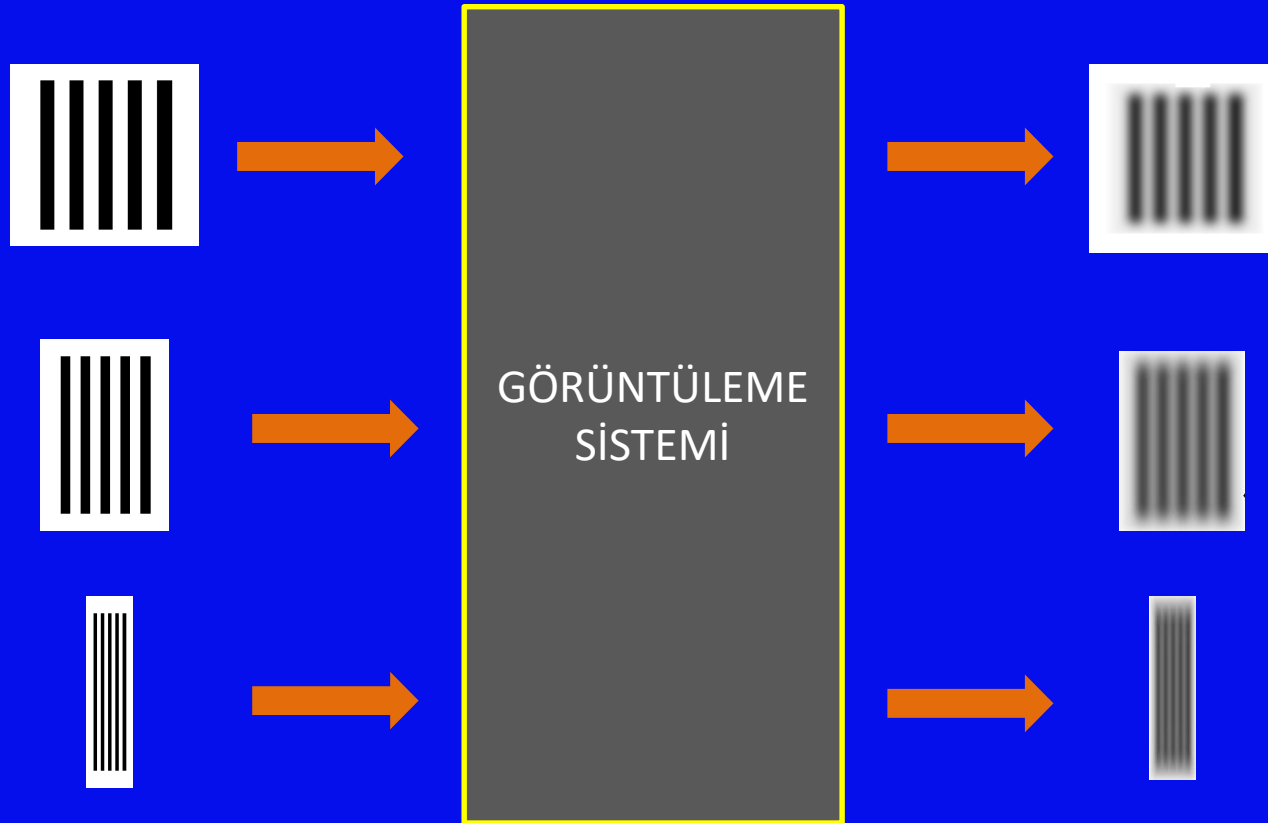
Kontrast = % 10



Kontrast = % 25

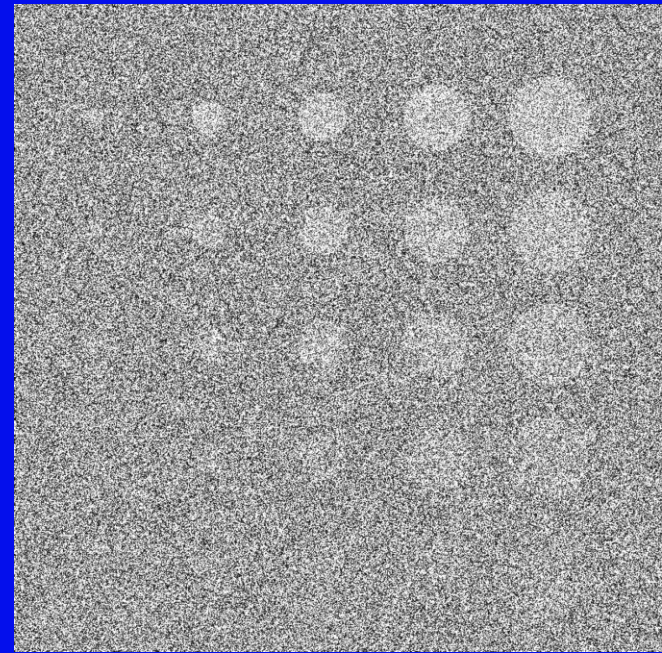
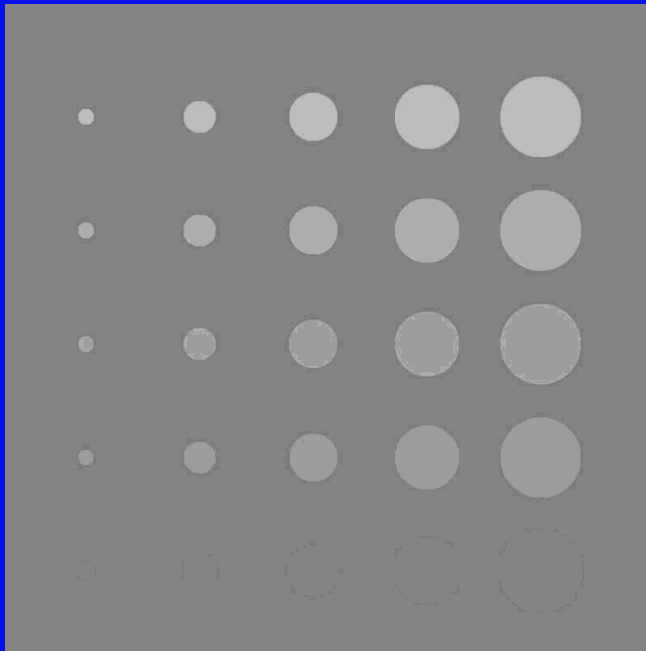
GÖRÜNTÜ KALİTESİNİN NÜMERİK DEĞERLENDİRİLMESİNDE KULLANILAN FİZİKSEL PARAMETRELER

KESKİNLİK – UZAYSAL AYIRMA GÜCÜ



GÖRÜNTÜ KALİTESİNİN NÜMERİK DEĞERLENDİRİLMESİNDE KULLANILAN FİZİKSEL PARAMETRELER

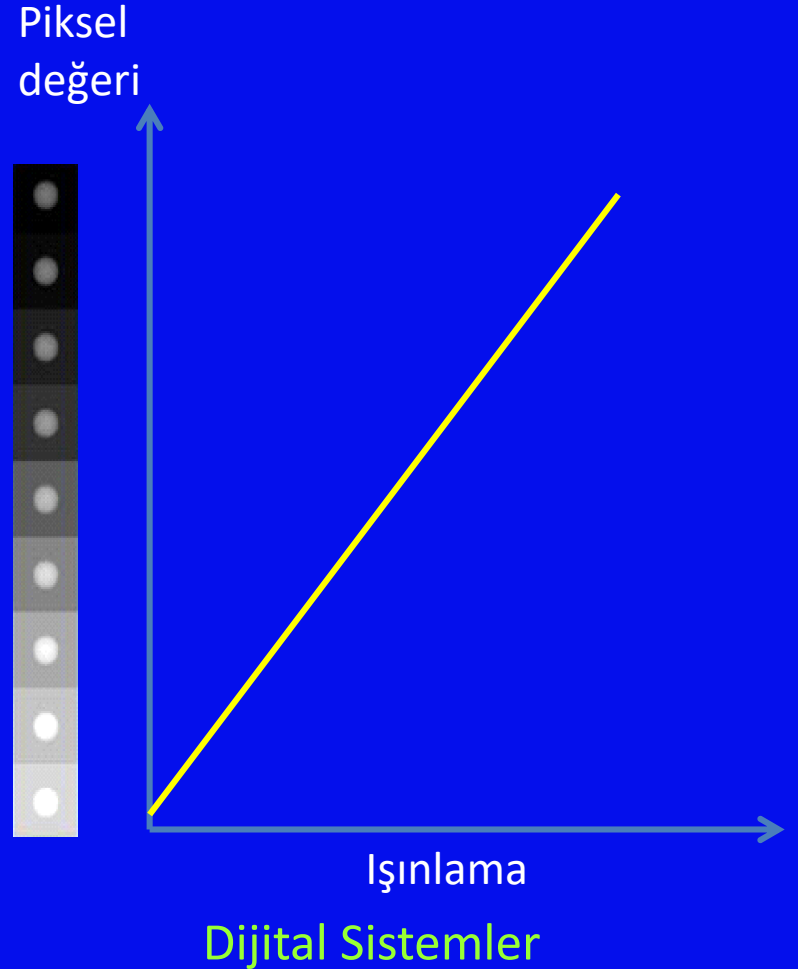
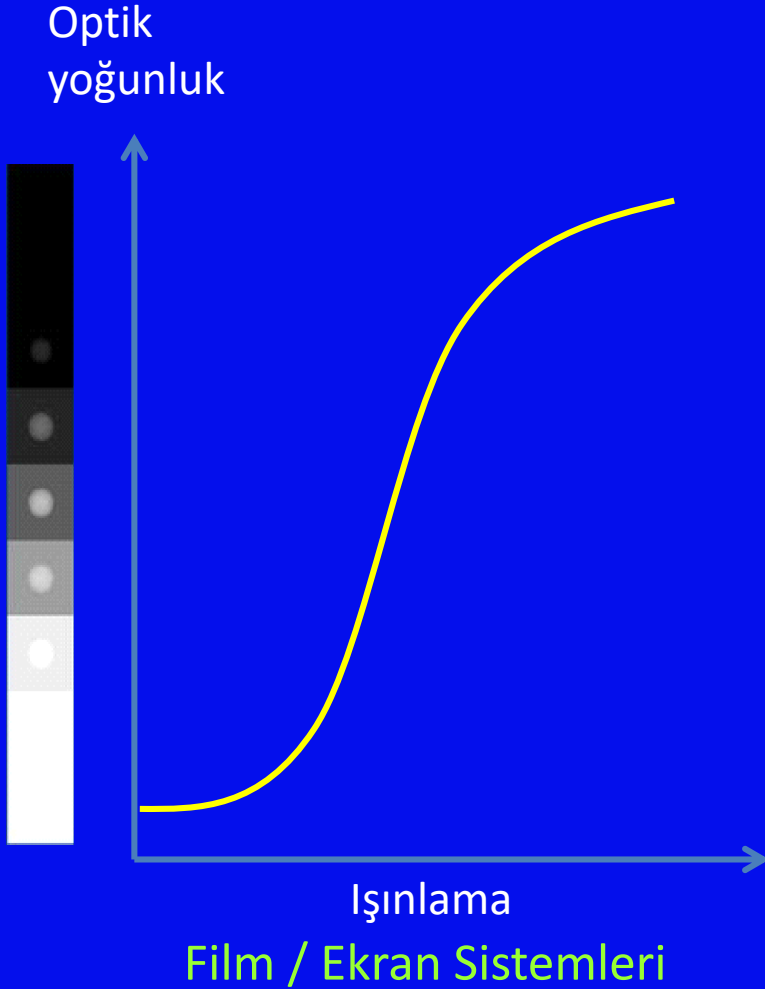
GÜRÜLTÜ



FİZİKSEL ÖLÇÜMLER

GÖRÜNTÜ KONTRASTI

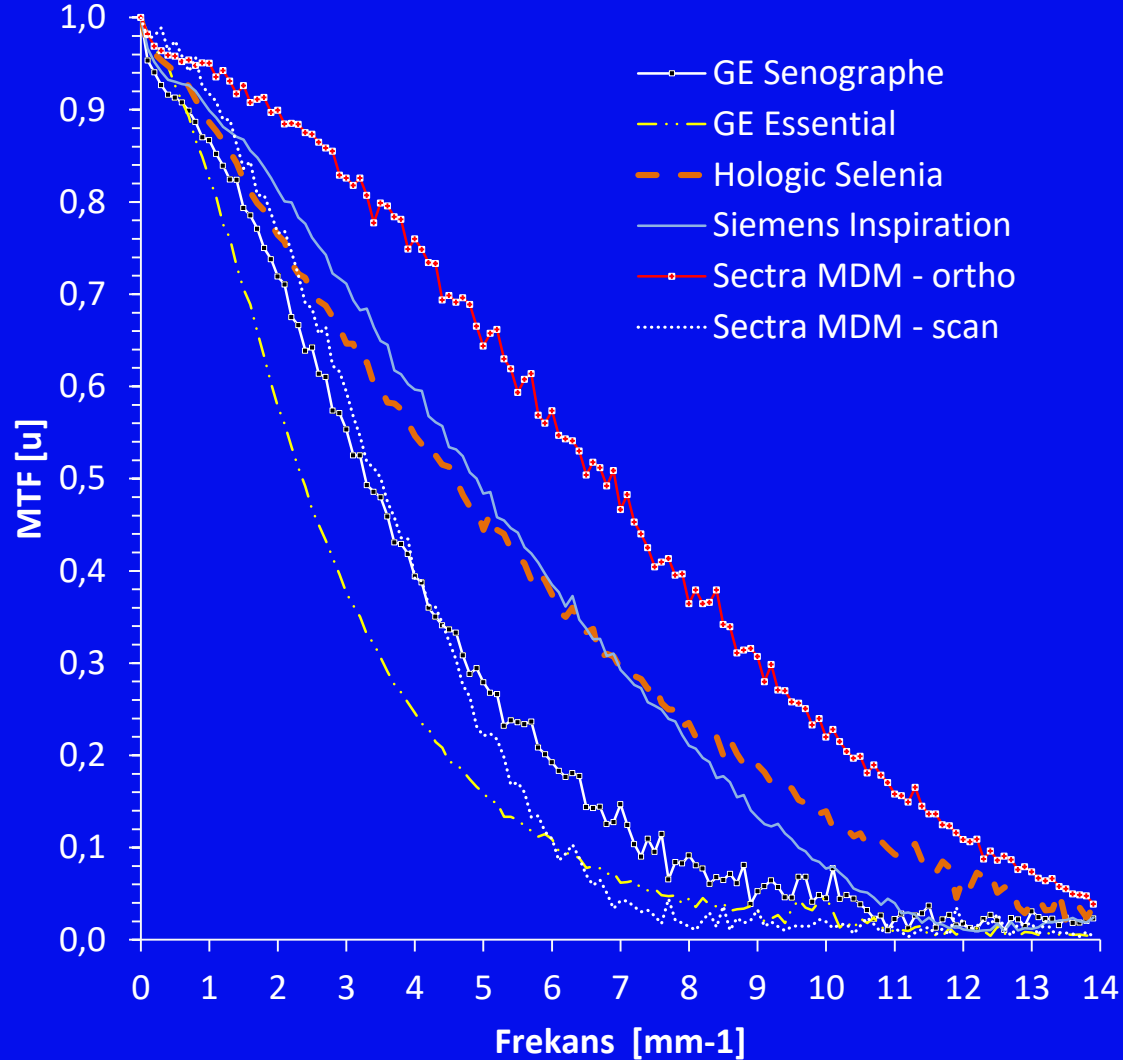
Sistem karakteristik eğrileri



FİZİKSEL ÖLÇÜMLER

KESKİNLİK – UZAYSAL AYIRMA GÜCÜ

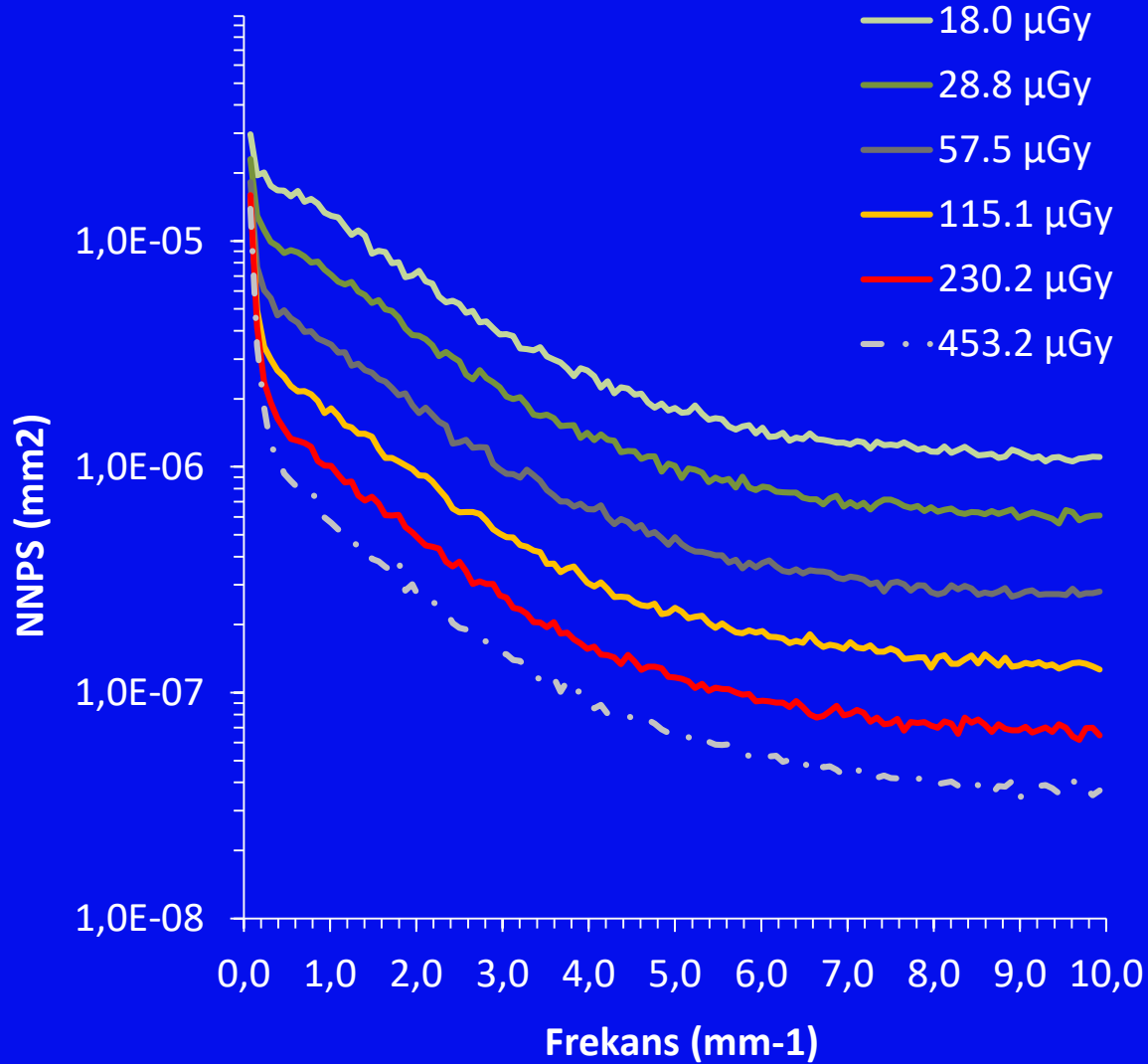
Modülasyon Transfer Fonksiyonu



FİZİKSEL ÖLÇÜMLER

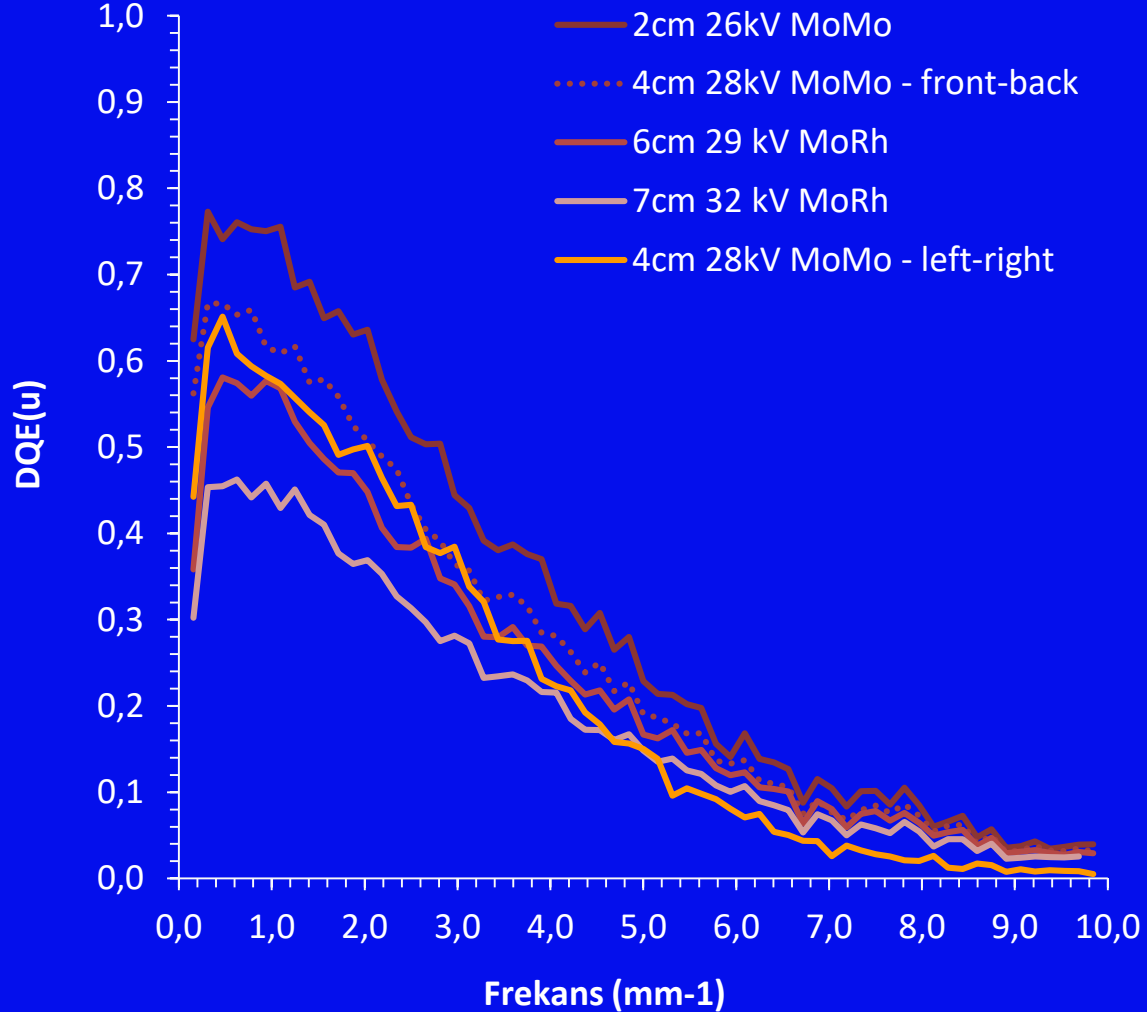
GÜRÜLTÜ

Gürültü güç spektrumu

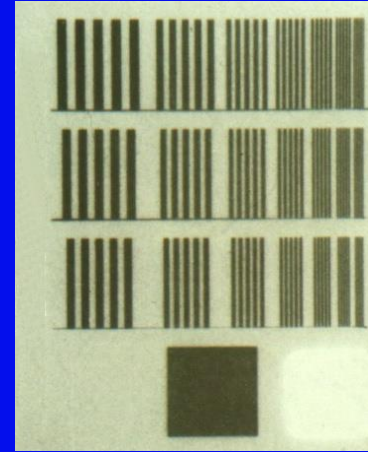
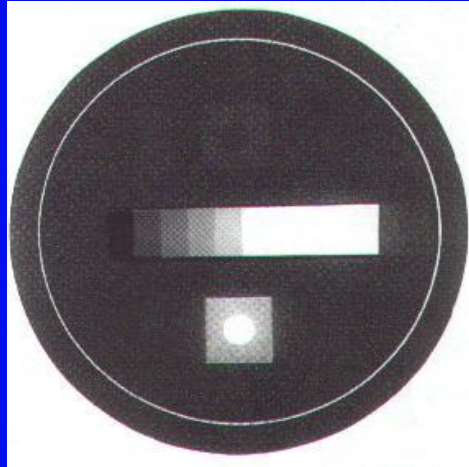


FİZİKSEL ÖLÇÜMLER

Deteksiyon Kuantum Etkinliği - DQE



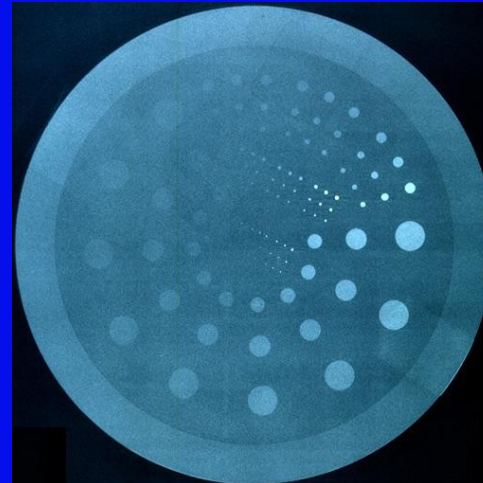
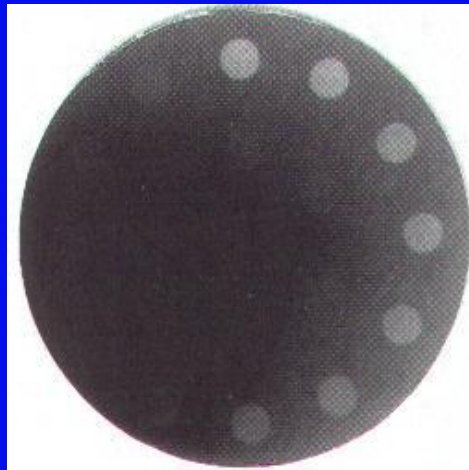
KALİTE KONTROLLERİNDE KULLANILAN TEST OBJELERİ



Typ 18 LP/mm

0,63	0,56	0,5
0,9	0,8	0,71
1,25	1,12	1,0
1,8	1,6	1,4
2,5	2,24	2,0
3,55	3,15	2,8
5,0	4,5	4,0

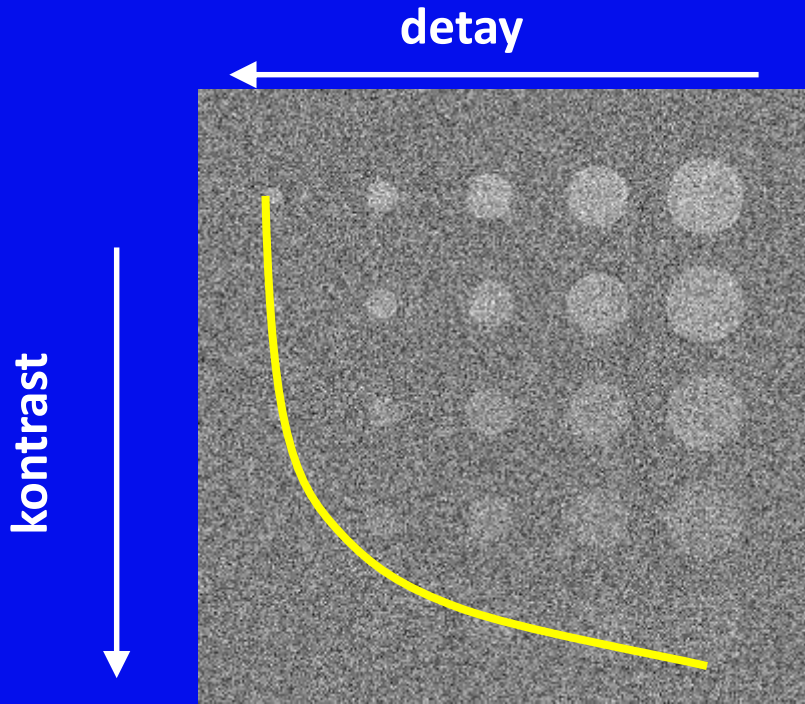
ohne Pb
+ 0,5 Pb



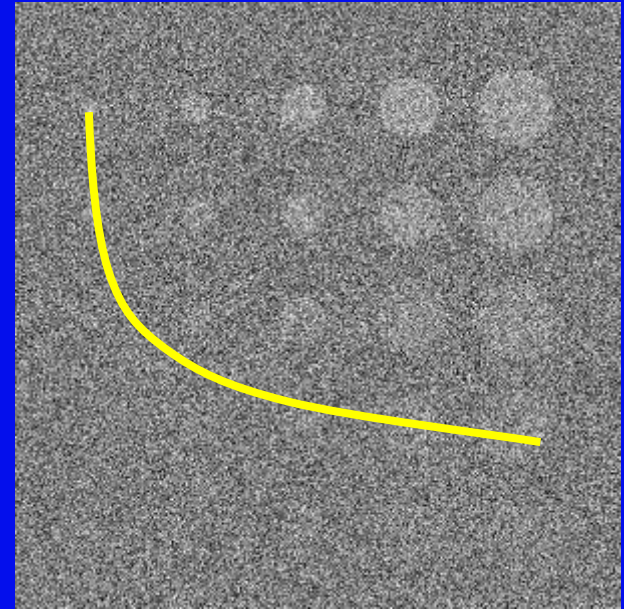
PİSİKOFİZİKSEL ÖLÇÜMLER

- Kontrast
- Ayırma gücü
- Gürültü

Eşik kontrast detay deteksiyonu

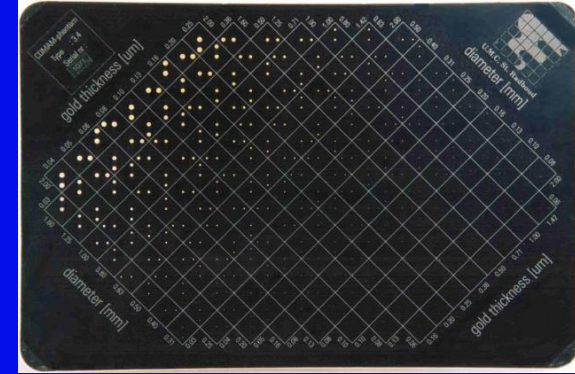
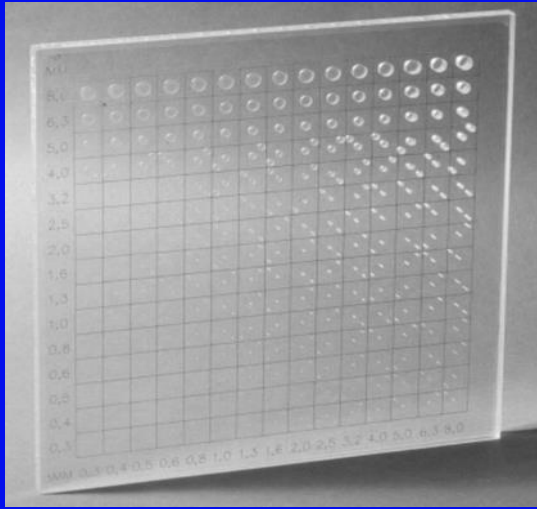


10 μ Gy

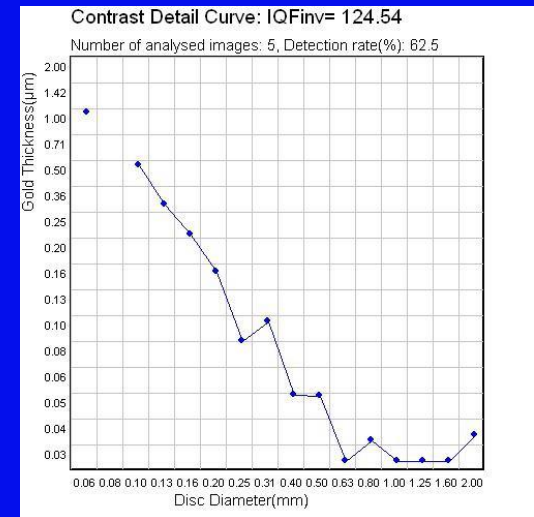
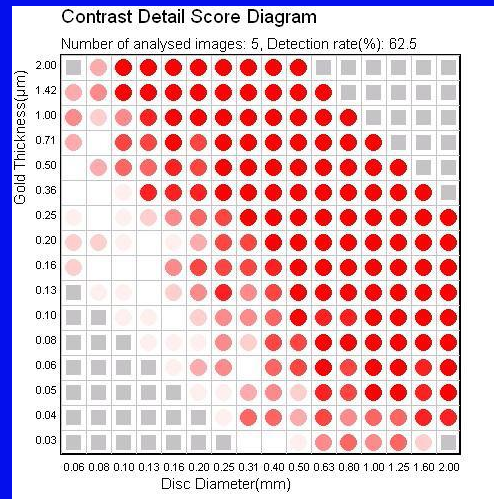
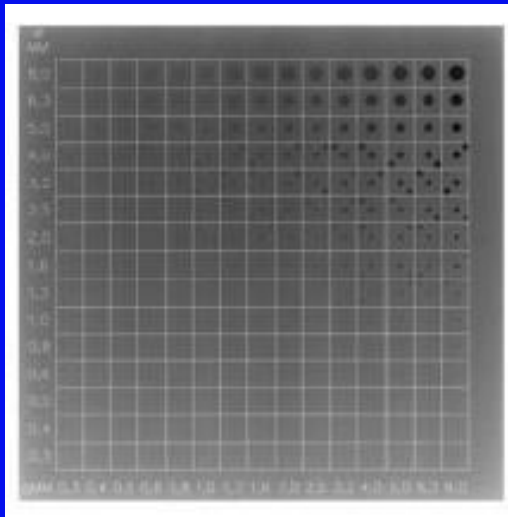


5 μ Gy

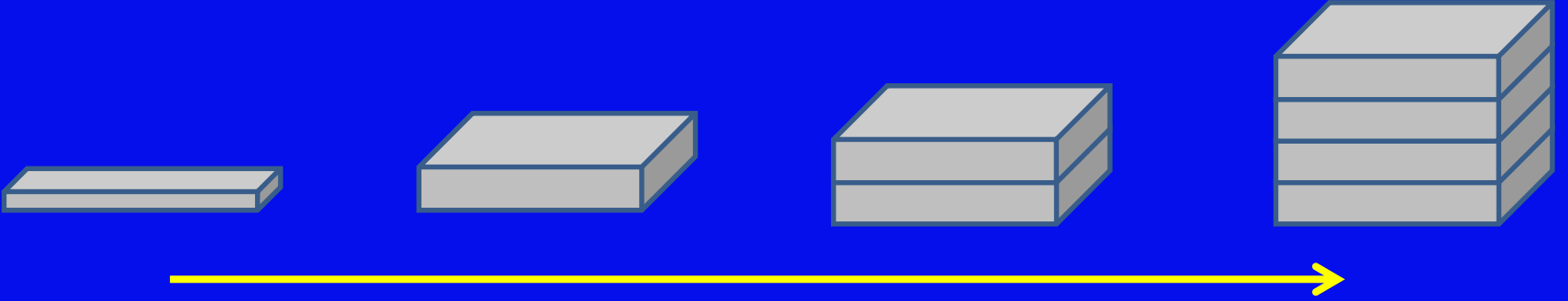
PİSİKOFİZİKSEL ÖLÇÜMLER



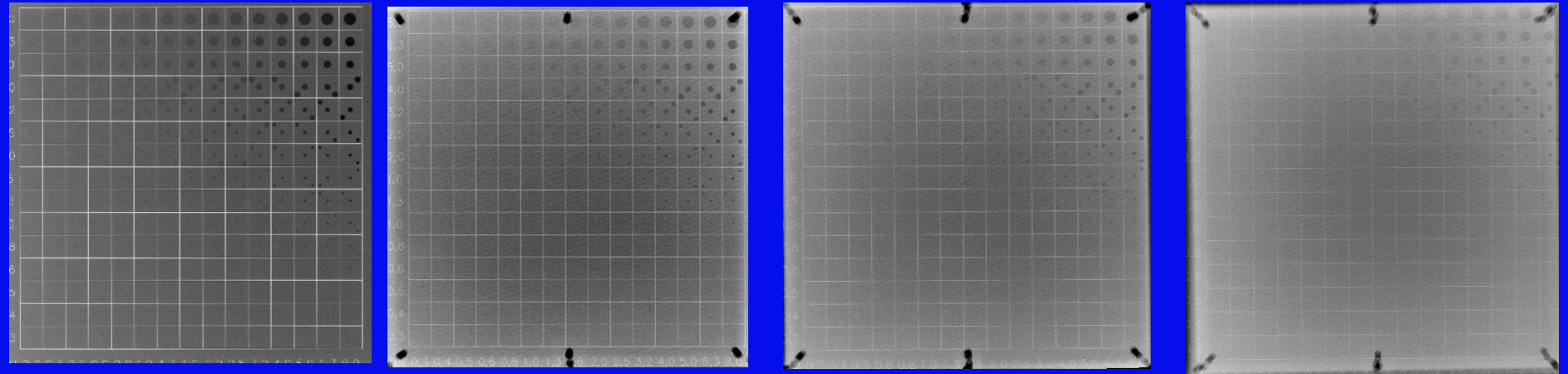
CDRAD CDMAM görüntüleri



PİSİKOFİZİKSEL ÖLÇÜMLER



Saçılan foton miktarının artması



DIĞER NÜMERİK DEĞERLENDİRMELER

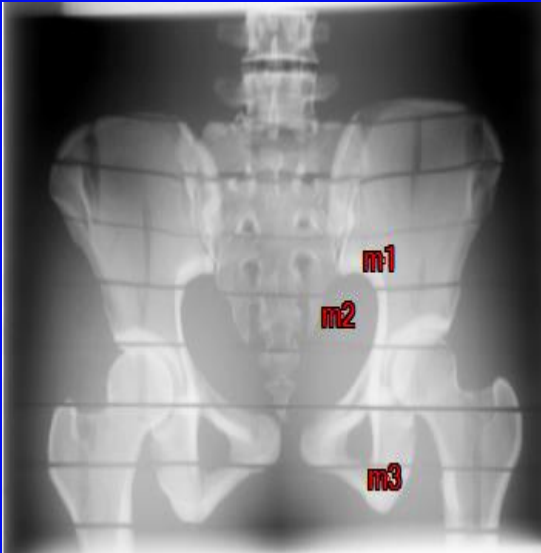
Kontrast ölçümleri

$$\frac{M_1 - M_2}{M_1}$$

Sinyal-gürültü oranı (SNR) ölçümleri

$$\frac{M_1 - M_2}{(M_1 + M_2)^{0.5}}$$

.....



DİĞER SİSTEM SPESİFİK TESTLER

- Artefaklar
- Homojenite
- Görüntü bozuklukları
- Temporal lag
-
-

Teşekkürler..

bor@eng.ankara.edu.tr