

GİRİŞİMSEL ANJİYOGRAFİDE OPTİMUM DOZ ÖLÇÜM YÖNTEMLERİNİN GÖRÜNTÜ KALİTESİNE BAĞLI OLARAK GELİŞTİRİLMESİ

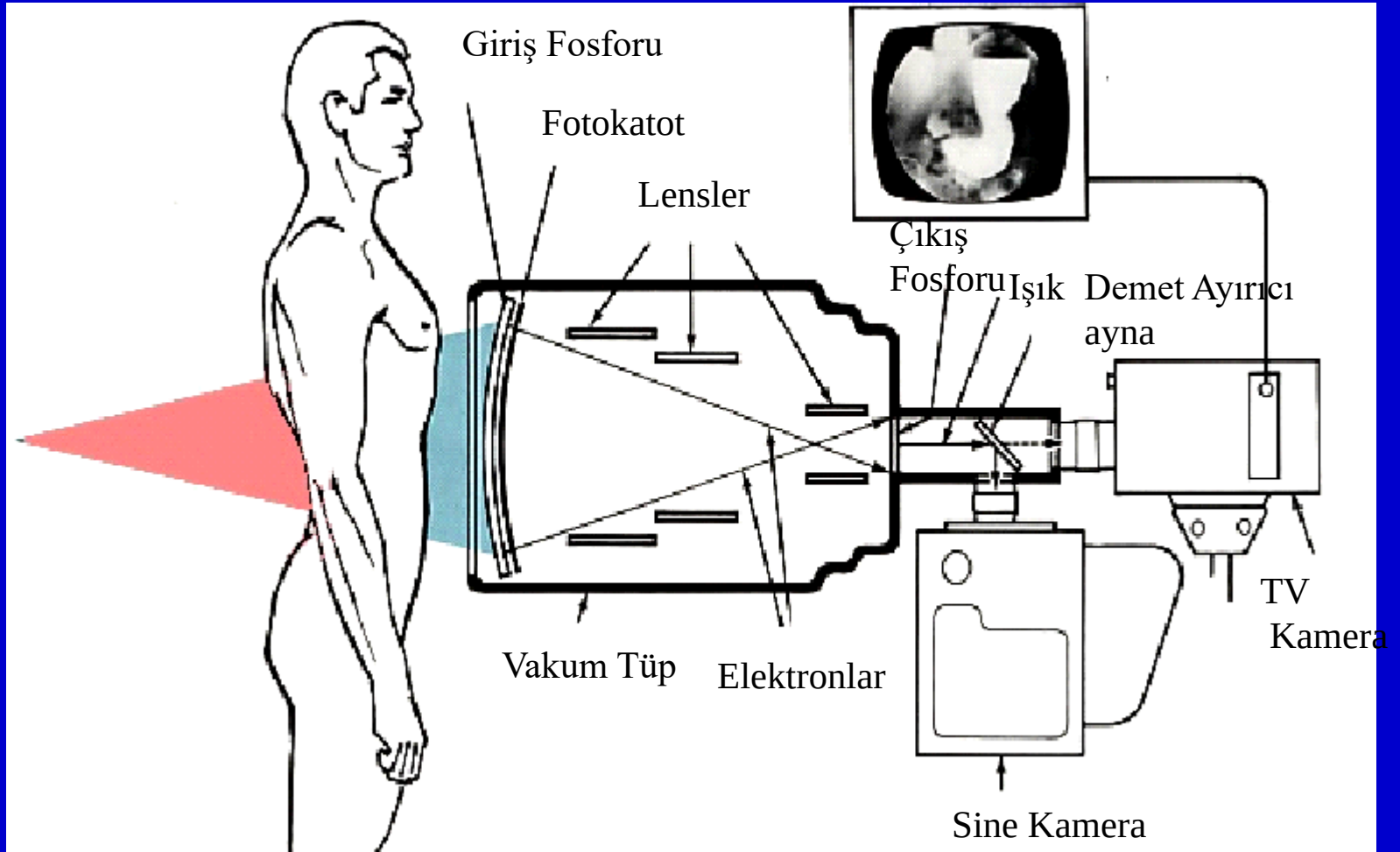
Doğan BOR, Turan OLĞAR

Ankara Üniversitesi
Mühendislik Fakültesi
Fizik Mühendisliği Bölümü

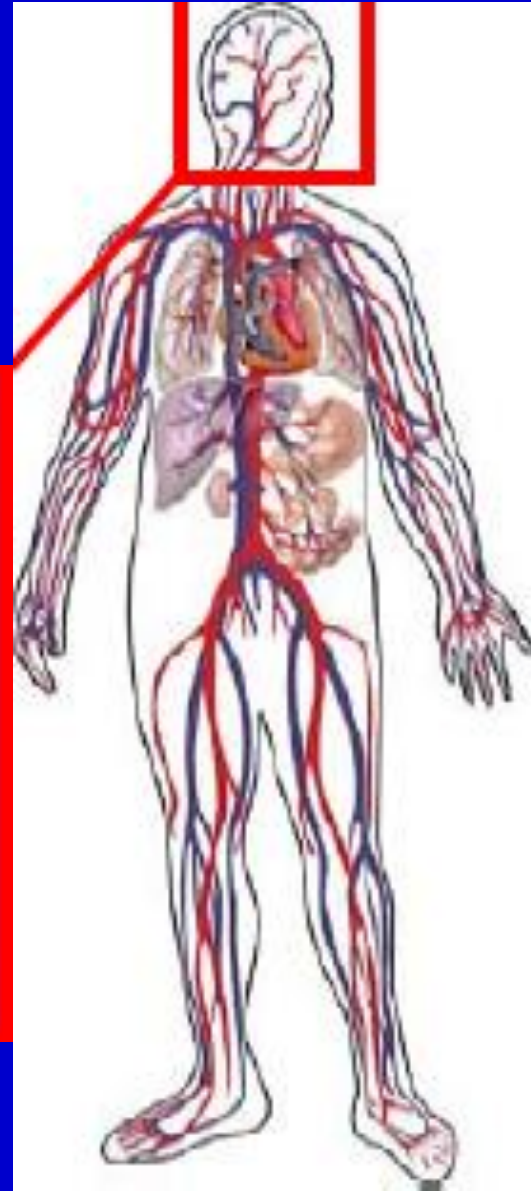
FLOROSKOPİ SİSTEMİ



Floroskopi : Dinamik Görüntüleme



İNSANDA DAMAR SALYAPI



DİGİTAL FLOROSKOPİDE

GÖRÜNTÜ KALİTESİ

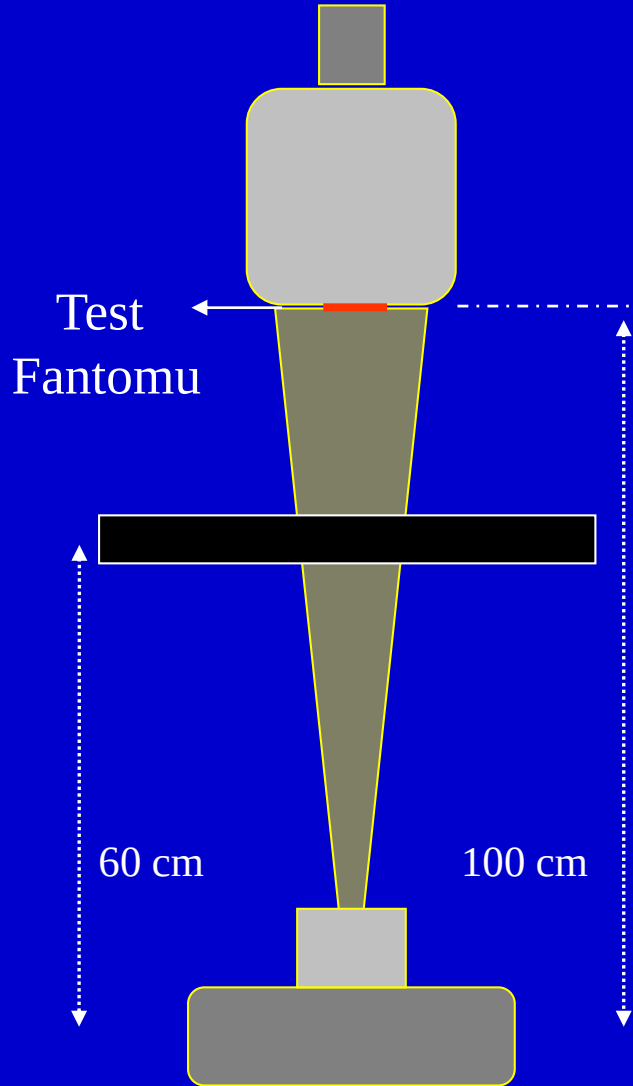
HASTAYA VERİLEN RADYASYON İLE

ARTAR!

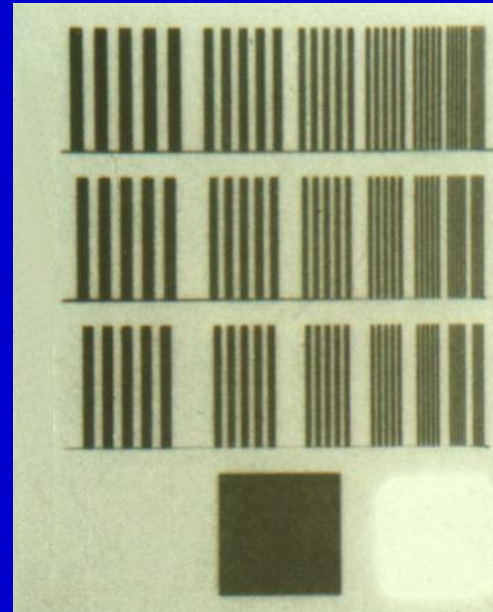
GÖRÜNTÜ KALİTESİNİN GÖRSEL OLARAK ÖLÇÜLMESİ

- Yüksek Kontrast Ayırma Gücü
(Uzaysal Ayırma Gücü)
- Alçak Kontrast Ayırma Gücü
- Kontrast – Ayrıntı Testi

YÜKSEK KONTRAST AYIRMA GÜCÜ



Hüttner Type 18 Test Pattern



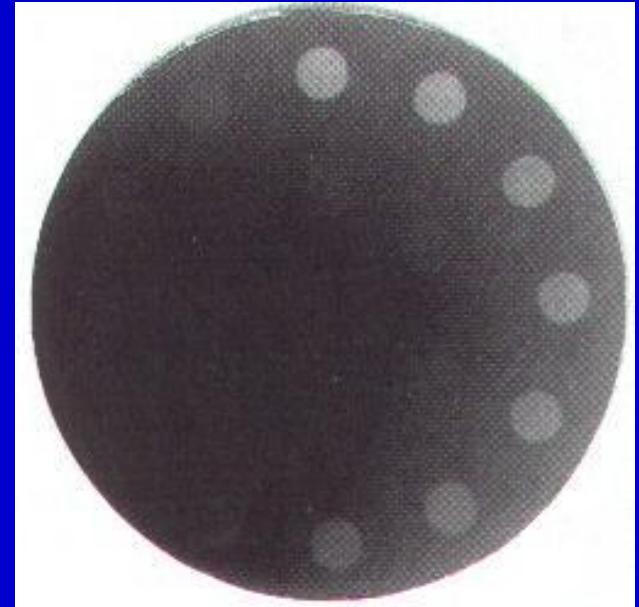
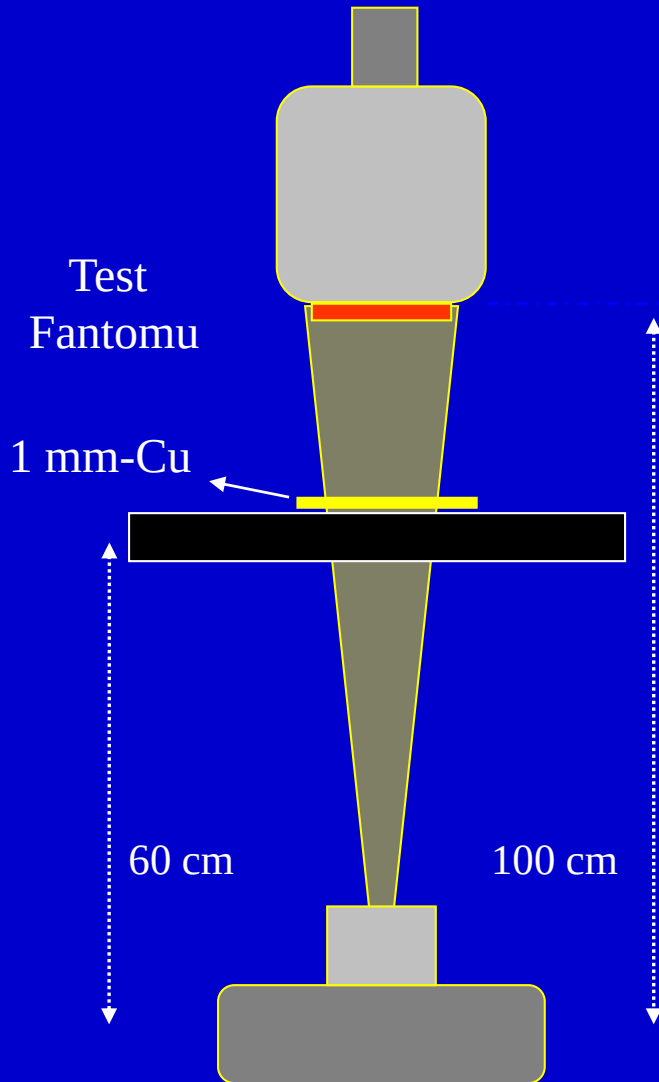
Typ 18 LP/mm		LP/mm	
0,63	0,56	0,5	
0,9	0,8	0,71	
1,25	1,12	1,0	
1,8	1,6	1,4	
2,5	2,24	2,0	
3,55	3,15	2,8	
5,0	4,5	4,0	

ohne Pb

+ 0,5 Pb

- kVp aralığı :40-60kVp

ALÇAK KONTRAST AYIRMA GÜCÜ ÖLÇÜMÜ

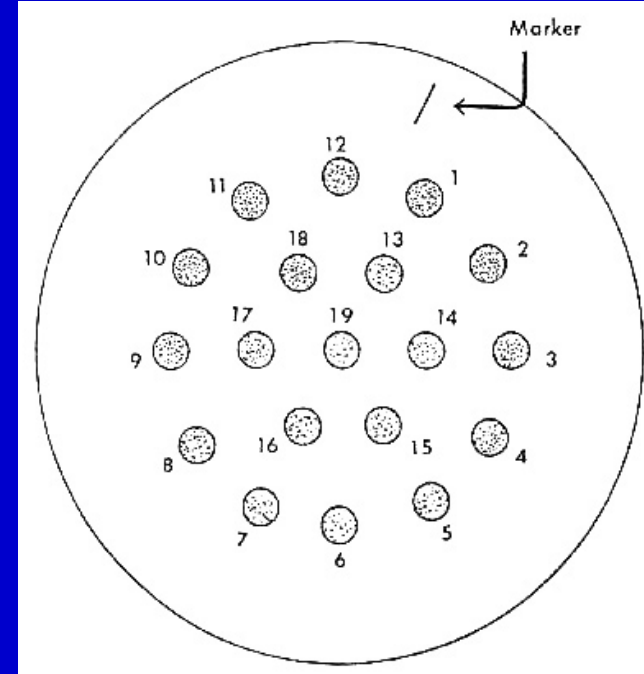


- Demet Kalitesi : 70kVp, 1mm-Cu

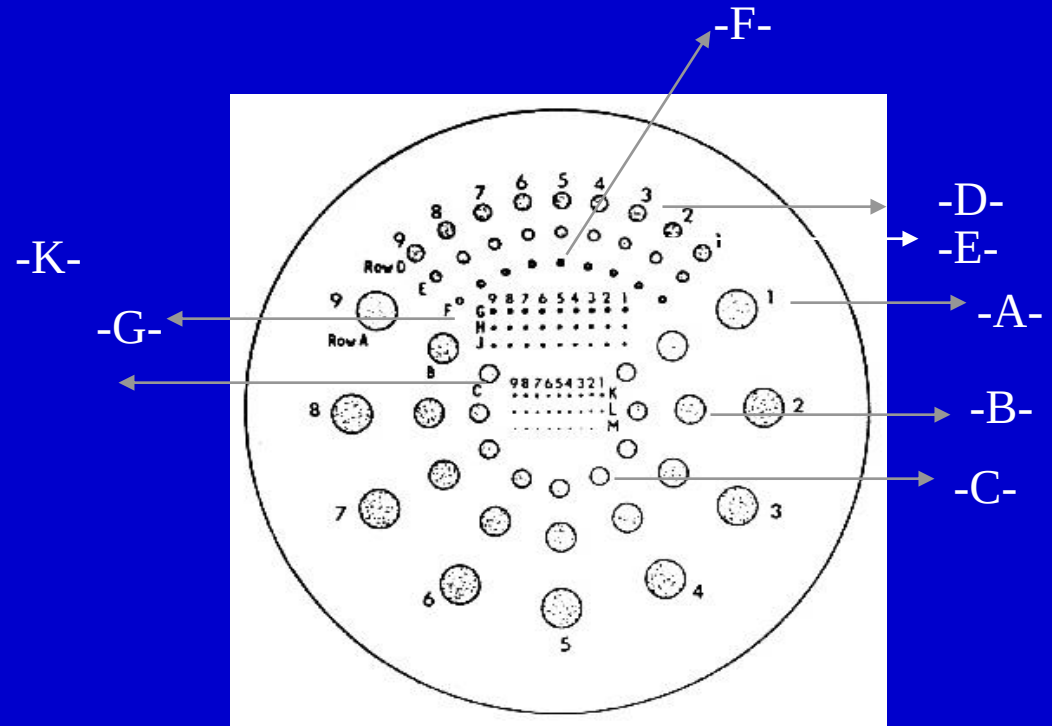
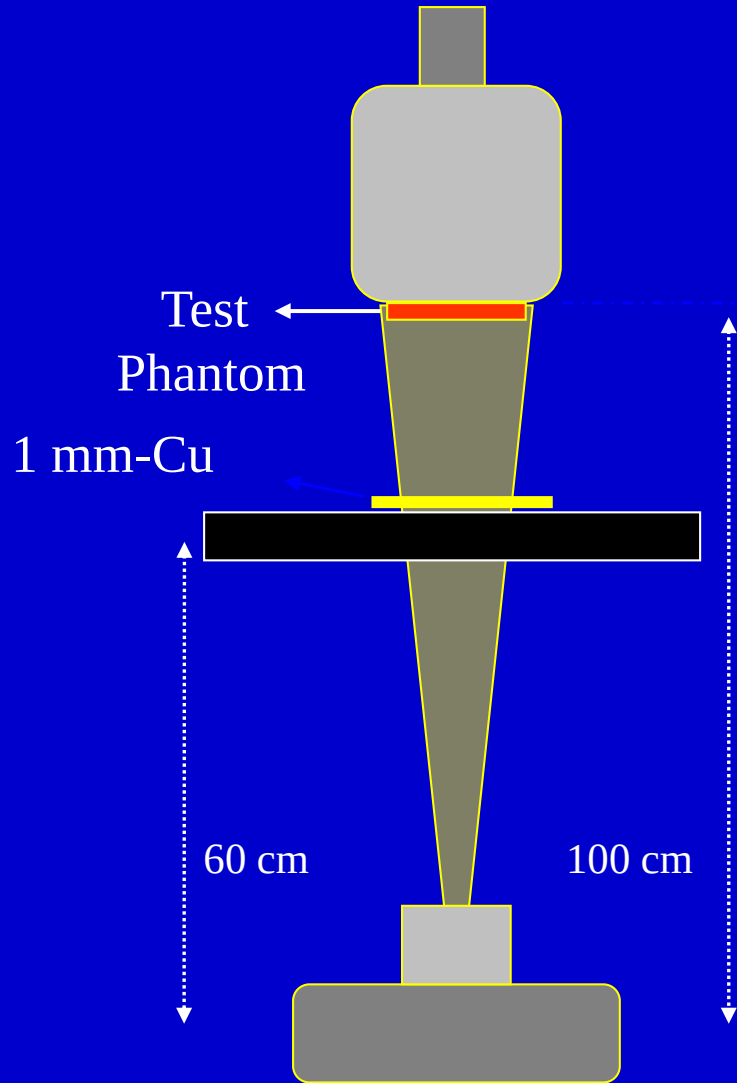
ALÇAK KONTRAST AYIRMA GÜCÜ ÖLÇÜMÜ

Fantomdaki Obje Kontrastı

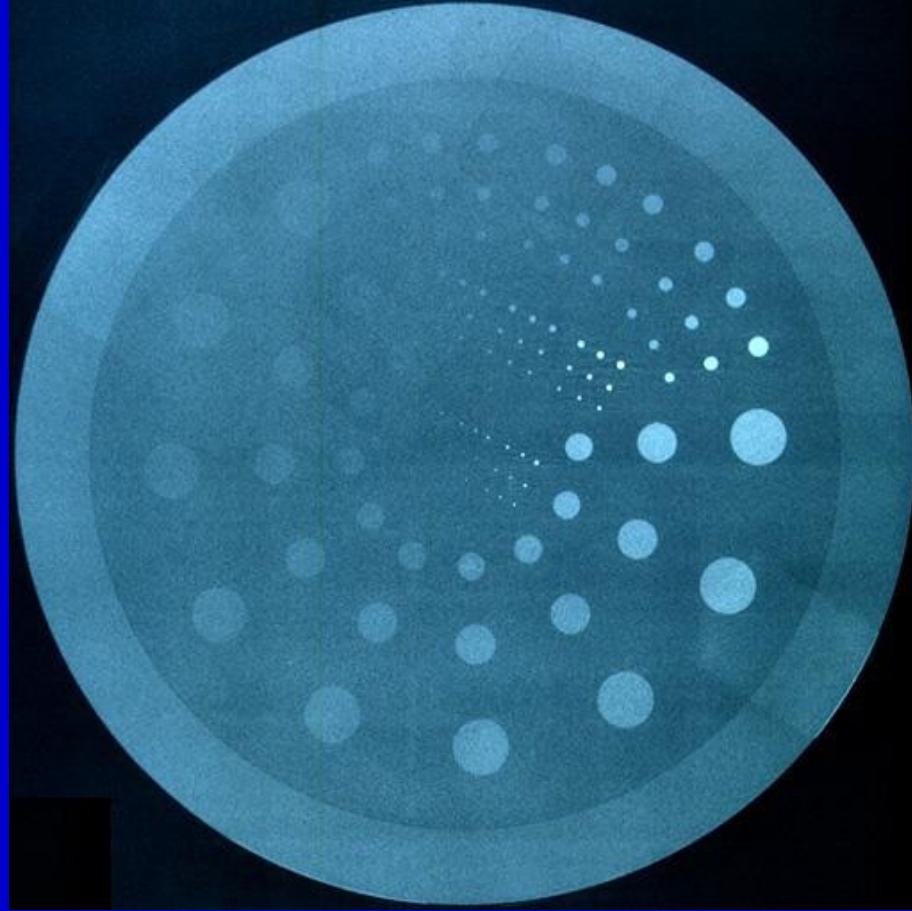
Disk Numarası	Kontrast (%)	Disk Numarası	Kontrast (%)
1	14,8	11	2,49
2	12,8	12	2,15
3	10,9	13	1,72
4	8,76	14	1,55
5	7,49	15	1,30
6	6,74	16	1,10
7	5,25	17	0,86
8	4,50	18	0,66
9	3,71	19	0,42
10	3,22		



KONTRAST-AYRINTI TESTİ

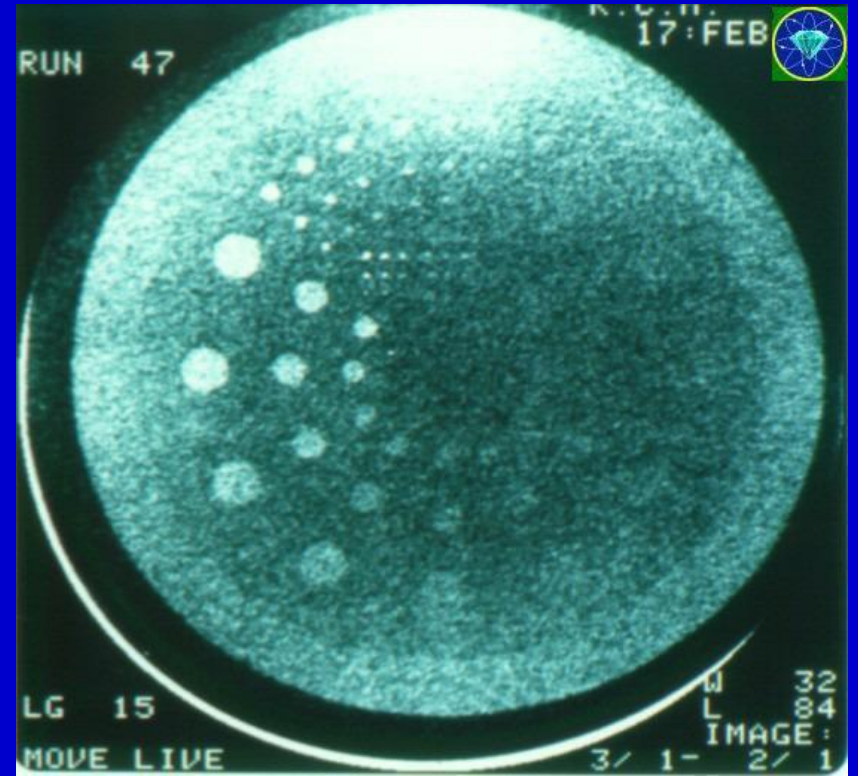
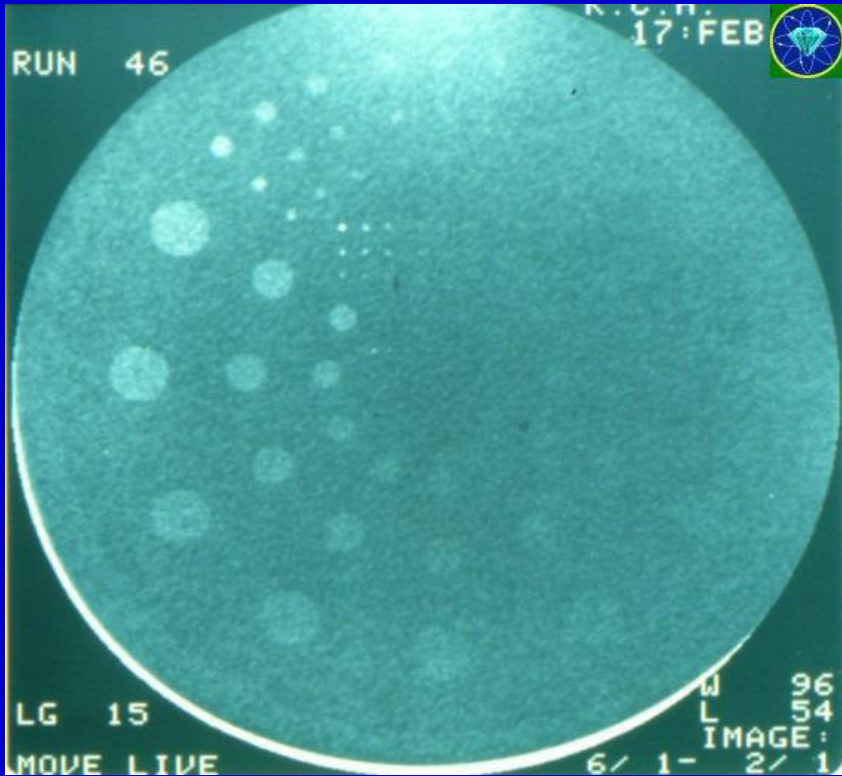


- Demet Kalitesi: 70kVp, 1mm-Cu



Tipik bir floroskopi görüntüsü

Farklı iki ışınlamada Görüntü Kontrastları



GÖRÜNTÜ KALİTESİNİN NÜMERİK OLARAK ÖLÇÜLMESİ

- Modülasyon Transfer Fonksiyonu (Modulation Transfer Function, MTF)
- Gürültü Dağılım Spektrumu (Noise Power Spectrum, NPS)
- Dedeksiyon Kuantum Etkinliği (Detective Quantum Efficiency, DQE)

Değerlendirmeler frekans uzayında yapılır

GÖRÜNTÜ TRANSFERİ VE İŞLENMESİ

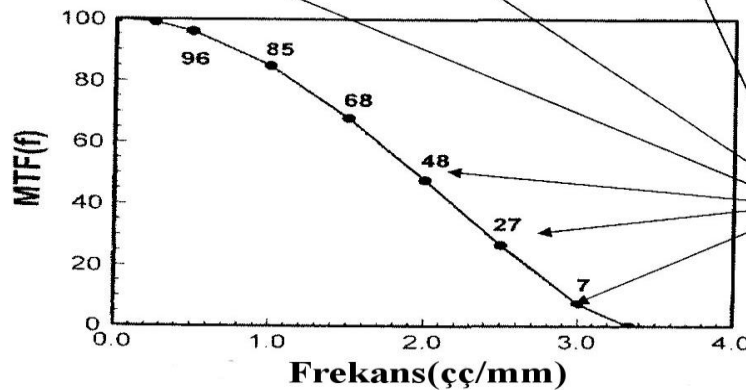
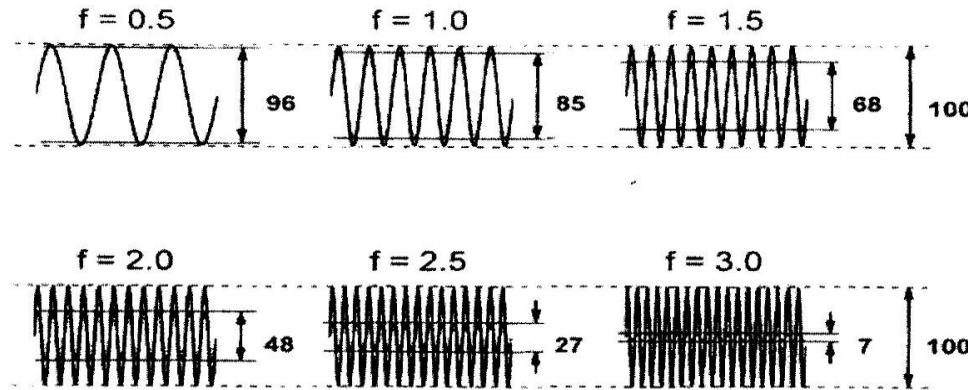
- Görüntülerin Sistem Bilgisayarında Elde Edilmesi
- Görüntülerin bilgisayarda, DICOM formatından bitmap formatına dönüştürülmesi (ezDICOM, DicomWorks)
- ImageJ programı ile görüntülerin (8-bit gri seviye) gri skala değerlerinin bulunması (txt dosyası)
- Görüntülerin MATLAB 6.5 programında işlenmesi

MODÜLASYON TRANSFER FONKSİYONU ÖLÇÜMÜ (MTF)

- Çizgisel fantom ile görüntüleme metodu (Slit Method)
- Kenar fantomu görüntüleme metodu (Edge Method)
- Kare dalga metodu (Square - Wave Method)

MODÜLASYON TRANSFER FONKSİYONU ÖLÇÜMÜ (MTF)

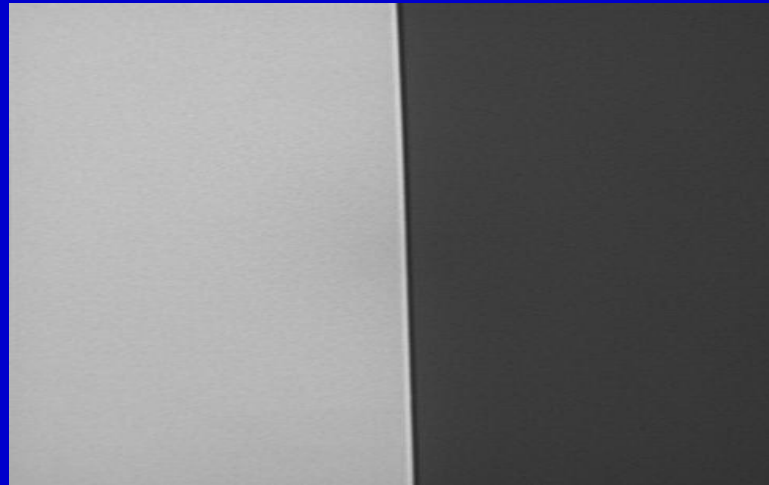
MTF= Kayıt edilen Bilgi / Gelen Bilgi (Her frekansta)



Sinüs Dalgalarının
Çıkış Genliği

MODÜLASYON TRANSFER FONKSİYONU ÖLÇÜMÜ (MTF)

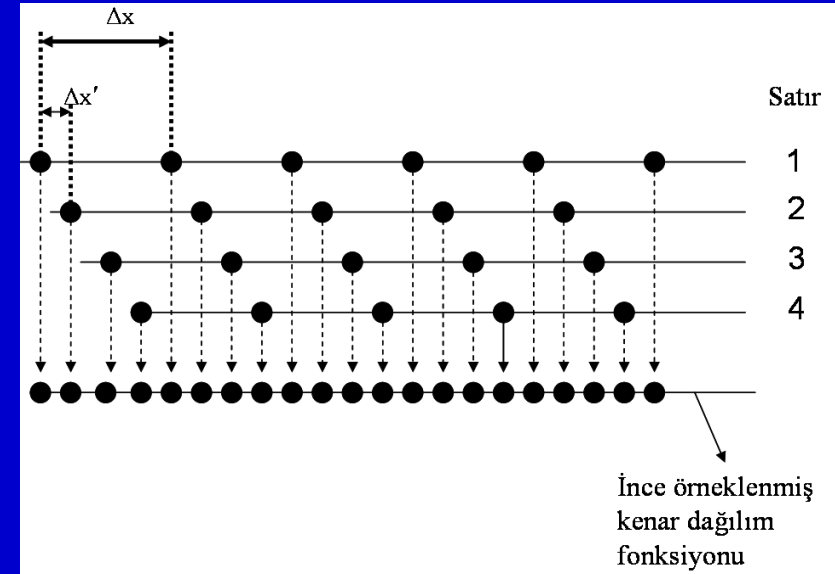
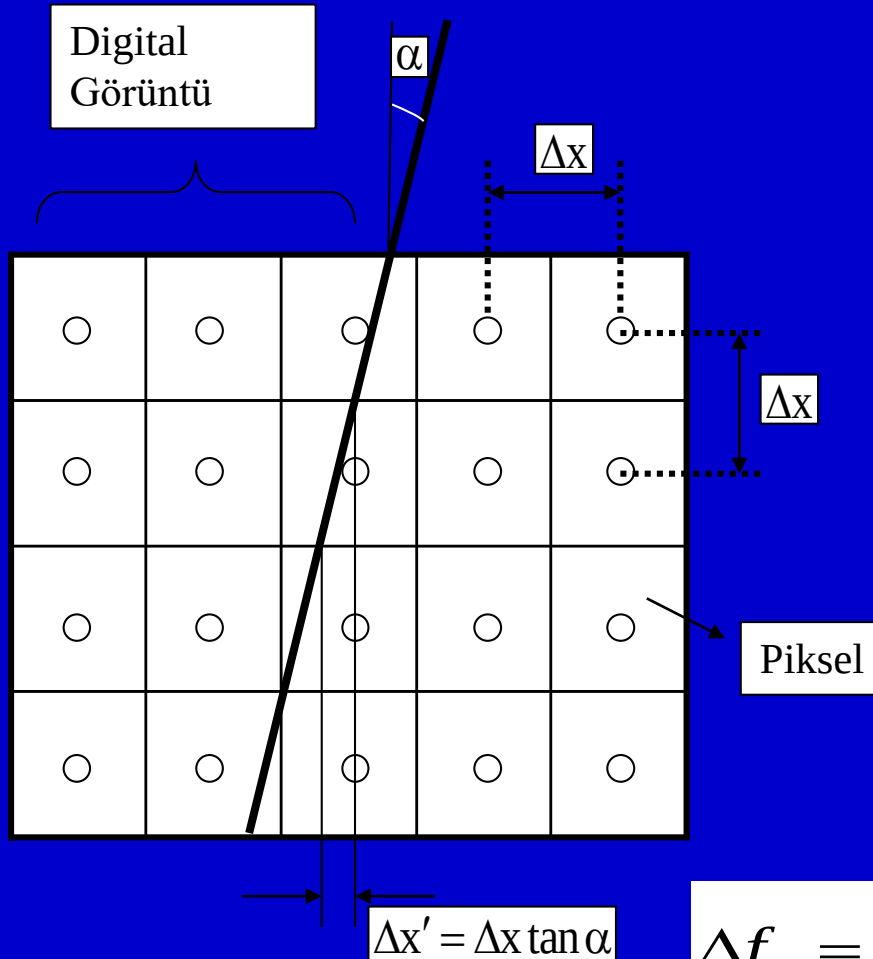
- Kenar Görüntüleme Methodu



$$MTF(f_x) = FT \{ lsf(x) \} = FT \left\{ \frac{d}{dx} [esf(x)] \right\}$$

MODÜLASYON TRANSFER FONKSİYONU ÖLÇÜMÜ (MTF)

İnce Örnekleme



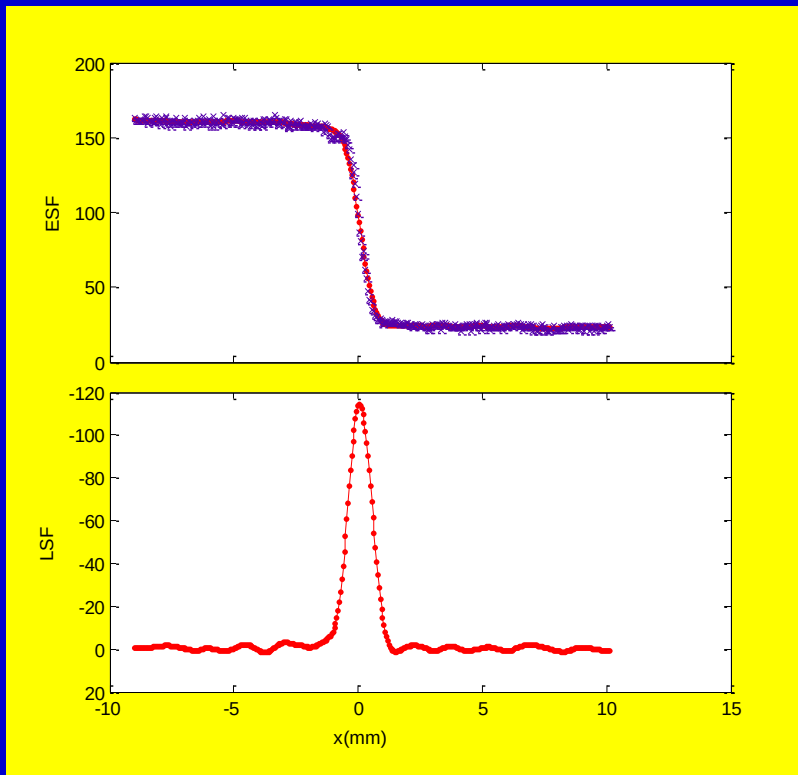
$$\Delta f_x = \frac{1}{N_x \Delta x'}$$

$$N_{satır} = \frac{\Delta x}{\Delta x'} = \frac{1}{\tan \alpha}$$

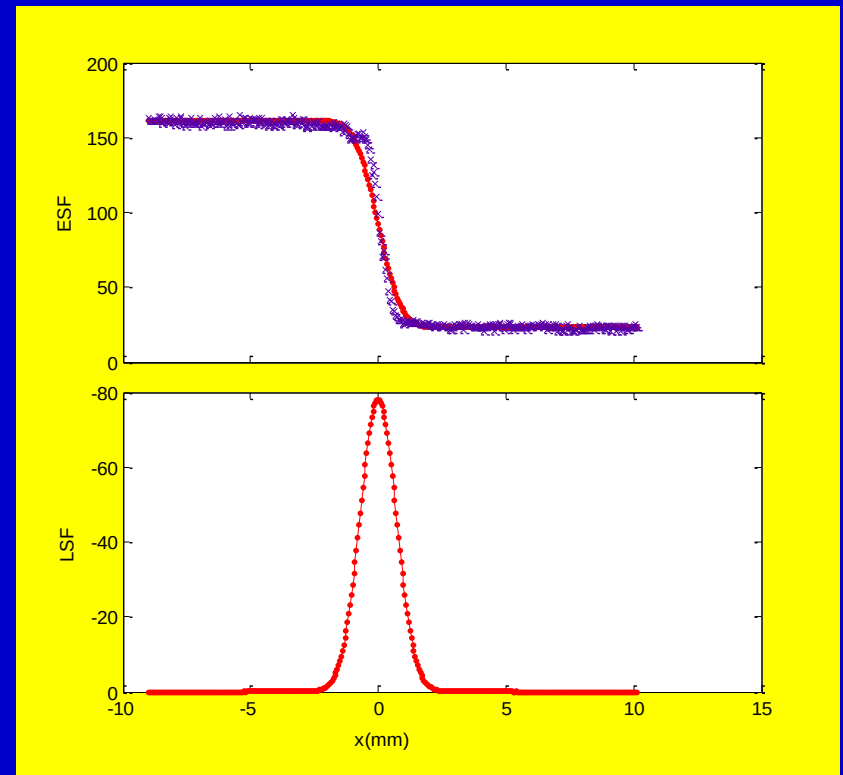
MODÜLASYON TRANSFER FONKSİYONU ÖLÇÜMÜ (MTF)

Kenar ve Çizgi Dağılım Fonksiyonlarının Elde Edilmesi

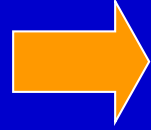
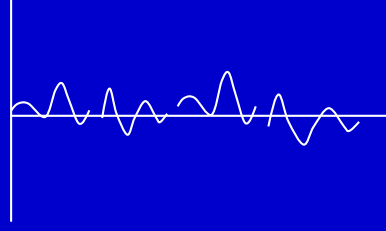
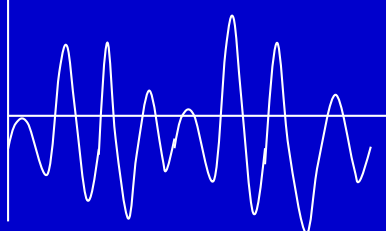
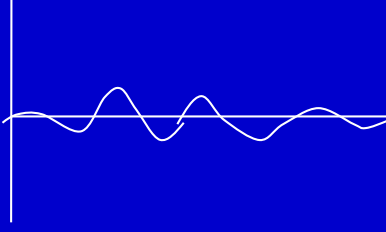
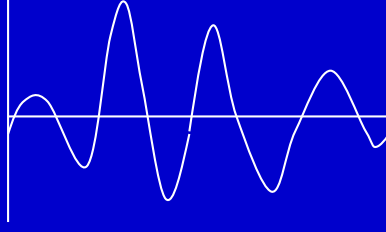
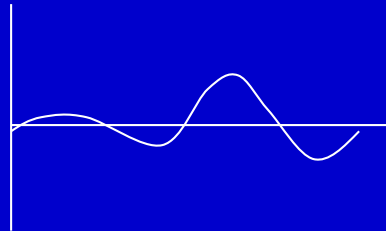
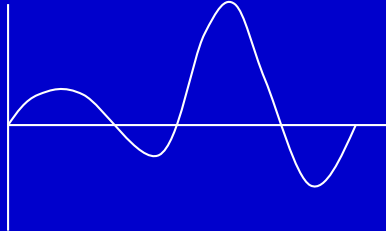
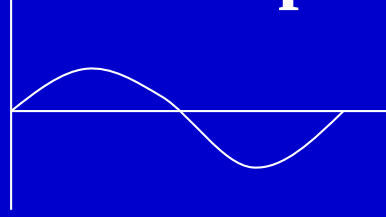
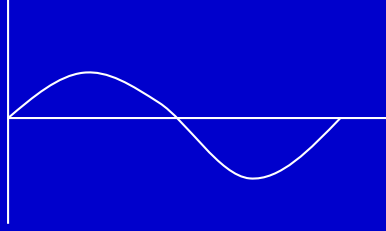
Smoothing Spline
Fit



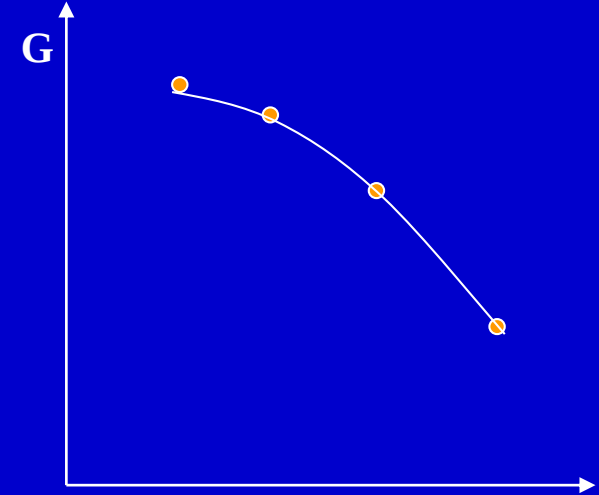
ERF Fonksiyonuna
Fit



GÜRÜLTÜ DAĞILIM SPEKTRUMU (Noise Power Spectrum)



Görüntüleme
Sistemi



F (çç/mm)

Sinüs dalgalarının genlik değişimleri ölçülür

GÜRÜLTÜ DAĞILIM SPEKTRUMU (NPS) ÖLÇÜMÜ



Homojen X-ışın Görüntüsü
(tüm frekanslar içerilir)

GÜRÜLTÜ DAĞILIM SPEKTRUMU (NPS)

$$NPS(f_x, f_y) = \lim_{N_x, N_y, M \rightarrow \infty} \frac{\Delta_x \Delta_y}{N_x N_y} \sum_{s=1}^M \left| \sum_{i=1}^{N_x} \sum_{j=1}^{N_y} \left[I(x_i, y_j) - S(x_i, y_j) \right] e^{-2\pi i(f_x x_i + f_y y_j)} \right|^2$$

$NPS(f_x, f_y)$: İki boyutlu gürültü dağılım spektrumu

$\Delta_{x,y}$: x ve y yönündeki piksel boyutları

$N_{x,y}$: x ve y yönündeki piksel sayıları

$I(x_i, y_j)$: Sayısal hale getirilen görüntünün x_i ve y_j noktasındaki pikselinin sayısal olarak değeri

$S(x_i, y_j)$: iki boyutlu alçak frekans geçirgen filtrenin x_i ve y_j noktasındaki değeri

$f_{x,y}$: x ve y yönündeki uzaysal frekans

GÜRÜLTÜ DAĞILIM SPEKTRUMU (NPS) ÖLÇÜMÜ

$$NNPS(f) = \frac{NPS(f)}{G^2 (\log_{10} e)^2 (1 - k^2)}$$

$$NNPS(f) = \frac{NPS(f)}{(GX)^2}$$

DEDEKSİYON KUANTUM ETKİNLİĞİ (DQE)

$$DQE(f) = \frac{SNR_{\text{çıkış}}^2}{SNR_{\text{giriş}}^2}$$

$$DQE(f) = \frac{MTF^2(f)}{NNPS(f)qX}$$

$$SNR_{\text{giriş}}^2 = q$$

Spektrum Kalitesi No.	Yaklaşık kVp değeri	Yarı Değer Kalınlığı (HVL, mm Al)	Ek Filtrasyon (mm Al)
RQA3	50	4,0	10,0
RQA5	70	7,1	21,0
RQA7	90	9,1	30,0
RQA9	120	11,5	40,0

Sistem girişindeki bir fotonun ne kadar etkin kullanıldığını ifade eder.

Sistemi ideal detektör karşılaştırır

GÖRÜNTÜ KALİTESİNİN ÖLÇÜMÜNDE KULLANILAN SİSTEMLER

- KARDİYAK AMAÇLI ANJİYOGRAFİK SİSTEMLER
S1 - GE Advantx LC + DLX
S2 - Siemens Bicor Plus / T.O.P.

GÖRÜNTÜ KALİTESİNİN GÖRSEL ÖLÇÜM SONUÇLARI

YÜKSEK KONTRAST AYIRMA GÜCÜ ÖLÇÜM SONUÇLARI

Sistem	Görüntü Güçlendirici Çapı(cm)	Yüksek Kontrast Ayırma Gücü(çç/mm)
S1	22	1
	16	1.4
	11	1.8
S2	23	1.12
	17	1.4
	13	1.8

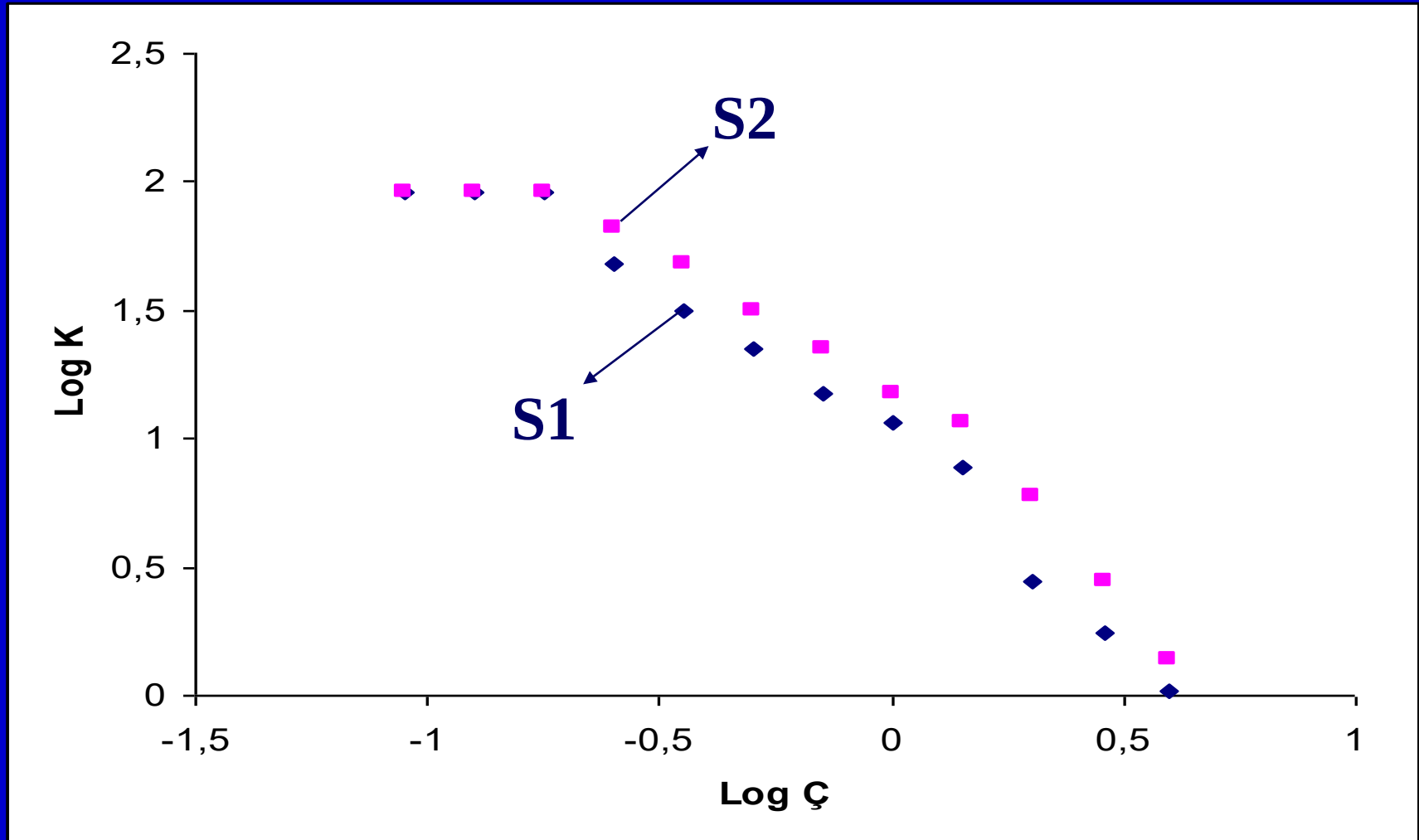
GÖRÜNTÜ KALİTESİNİN GÖRSEL ÖLÇÜM SONUÇLARI

ALÇAK KONTRAST AYIRMA GÜCÜ ÖLÇÜM SONUÇLARI

Sistem	Görüntü Güçlendirici Çapı(cm)	Alçak Kontrast Ayırma Gücü (% Kontrast)
S1	22	1.3
	16	1.3
	11	1.1
S2	23	1.3
	17	1.1
	13	1.1

GÖRÜNTÜ KALİTESİNİN GÖRSEL ÖLÇÜM SONUÇLARI

KONTRAST-AYRINTI ÖLÇÜMÜ SONUÇLARI

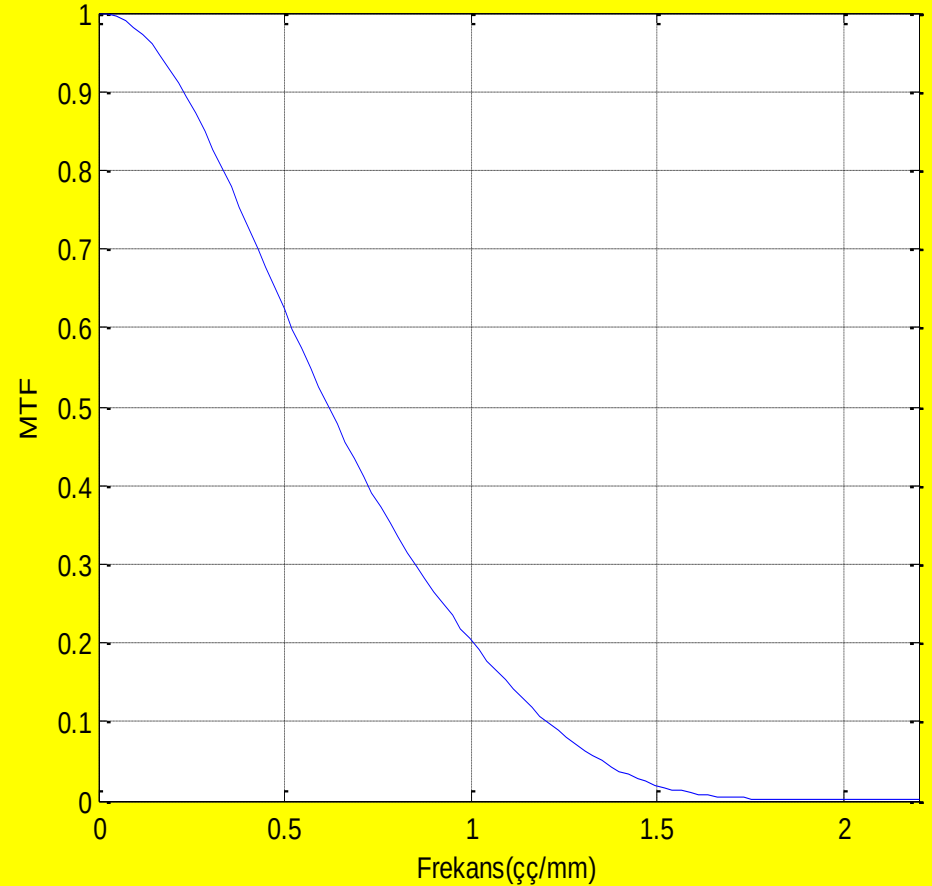
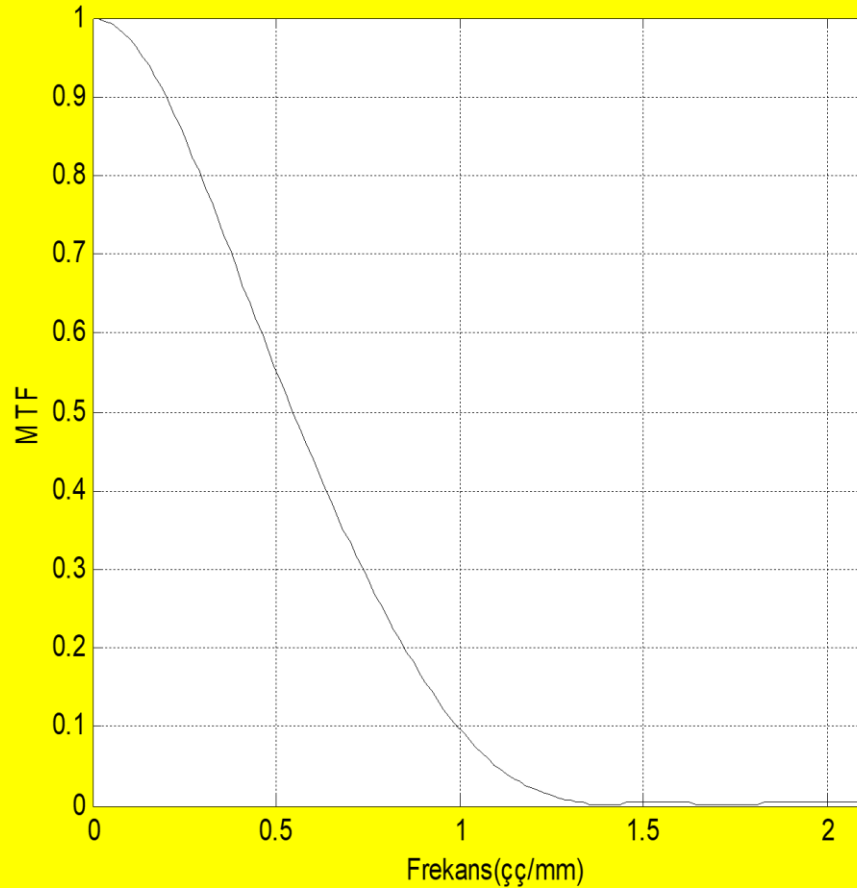


GÖRÜNTÜ KALİTESİNİN MATEMATİKSEL ÖLÇÜM SONUÇLARI

S1 SİSTEMİ İÇİN MTF ÖLÇÜM SONUÇLARI

FOV22

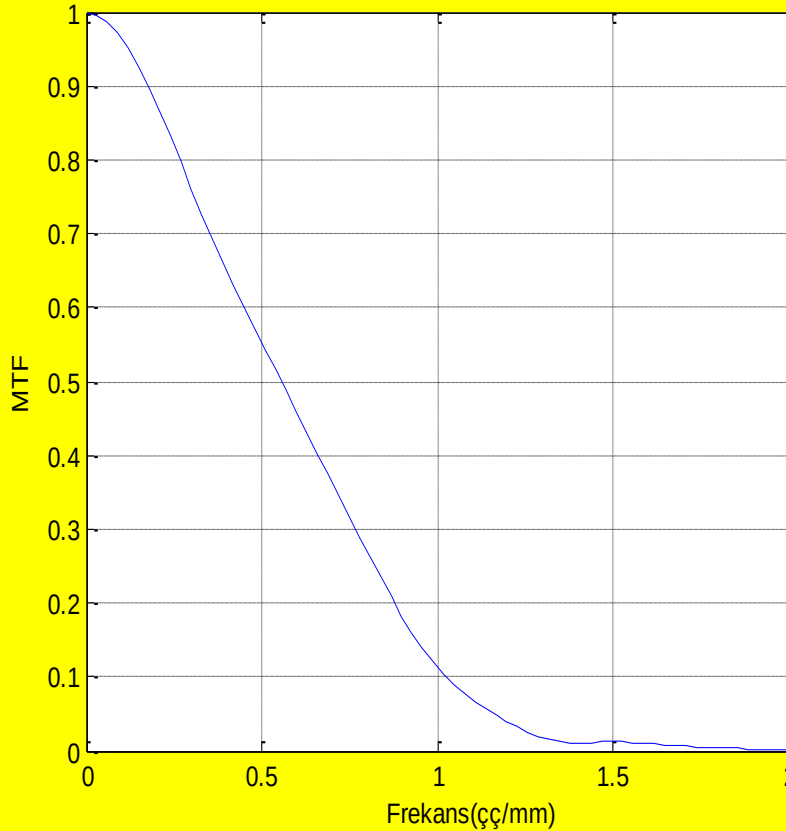
FOV16



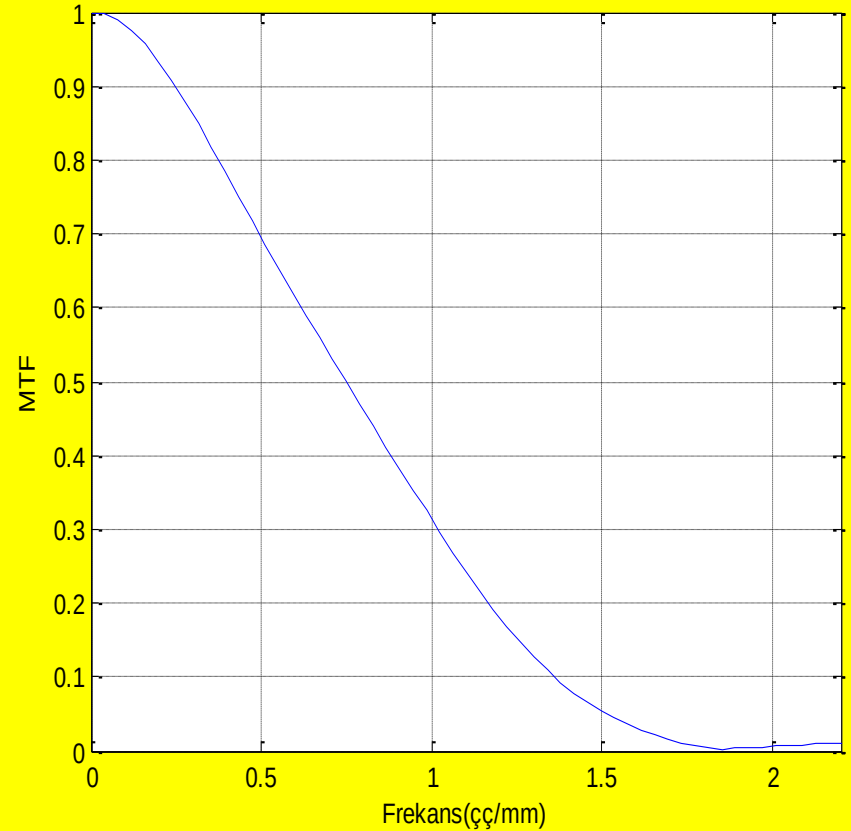
GÖRÜNTÜ KALİTESİNİN MATEMATİKSEL ÖLÇÜM SONUÇLARI

S2 SİSTEMİ İÇİN MTF ÖLÇÜM SONUÇLARI

FOV23



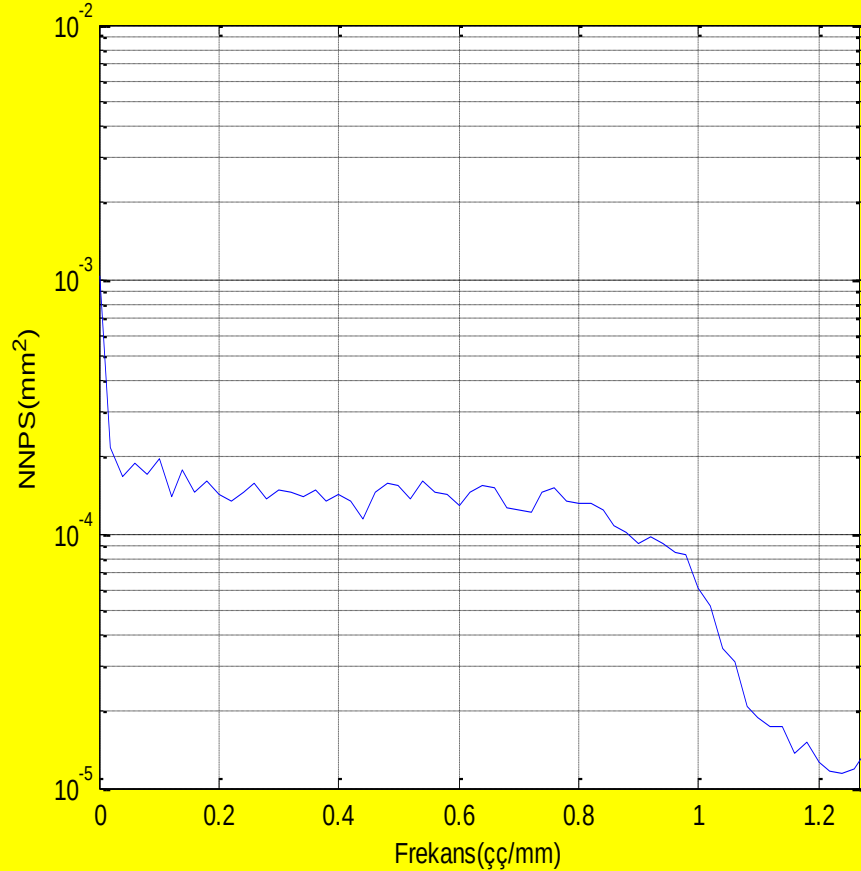
FOV17



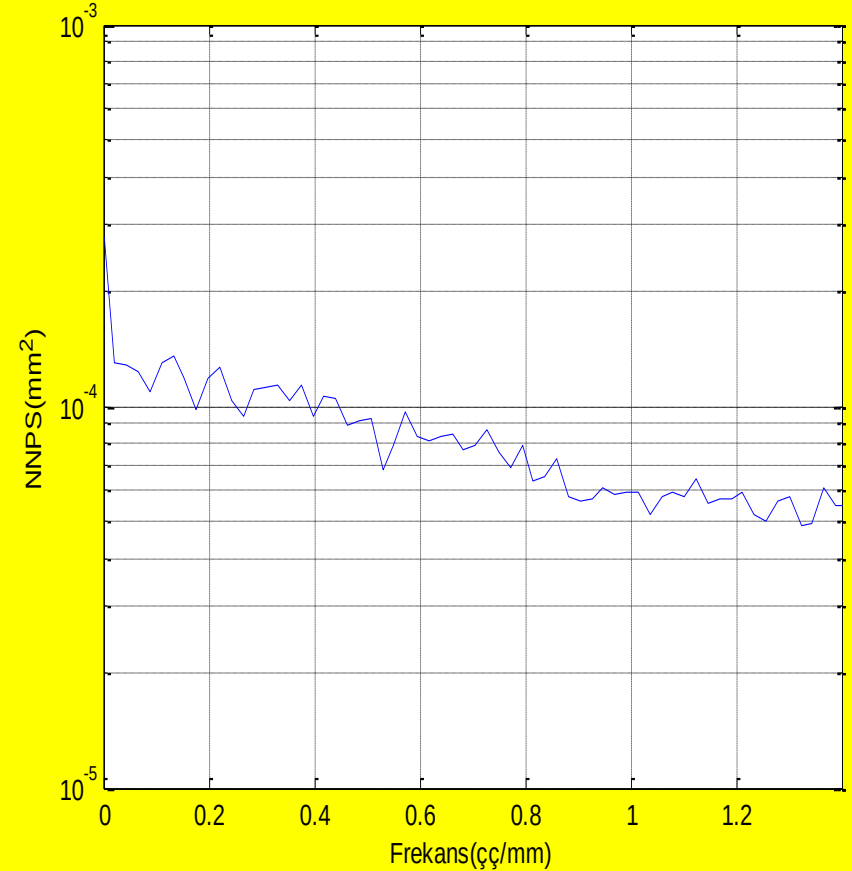
GÖRÜNTÜ KALİTESİNİN MATEMATİKSEL ÖLÇÜM SONUÇLARI

NPS ÖLÇÜM SONUÇLARI

S1 Sistemi, FOV22



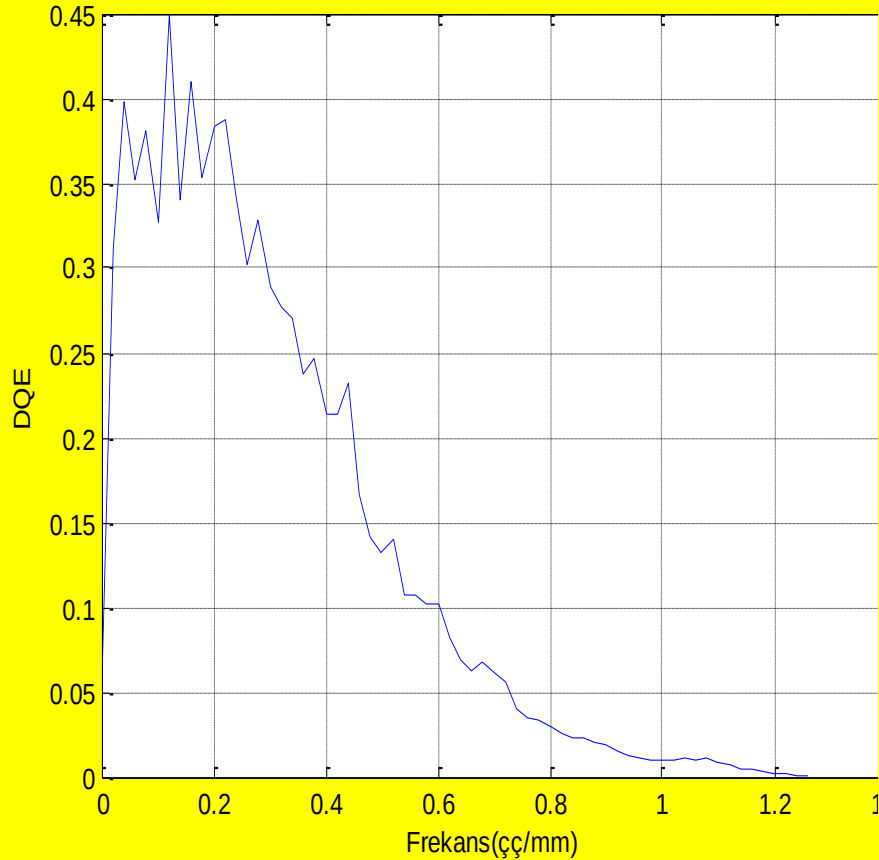
S2 Sistemi, FOV23



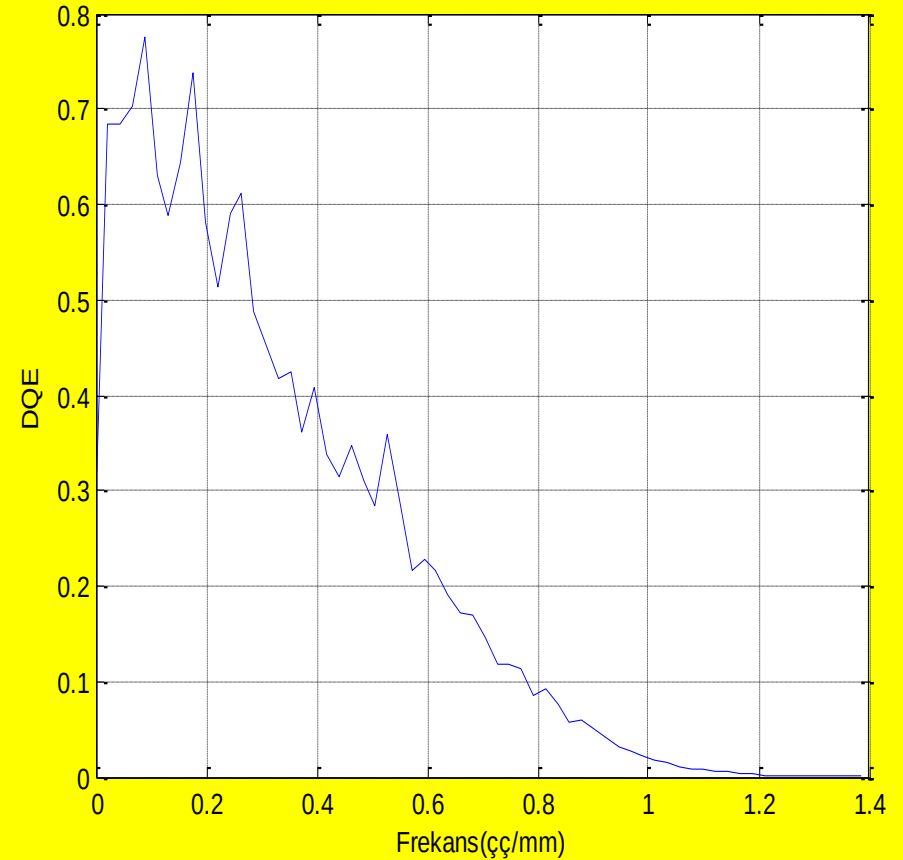
GÖRÜNTÜ KALİTESİNİN MATEMATİKSEL ÖLÇÜM SONUÇLARI

DQE ÖLÇÜM SONUÇLARI

S1 Sistemi, FOV22



S2 Sistemi, FOV23



SONUÇLAR

- Görüntü Kalitesinin Görsel Olarak Ölçülmesi
Sınırlı bilgi vermekte ve gözlemciye bağlıdır.
- Görüntü Kalitesinin Matematiksel Olarak Ölçülmesi
Nümerik sonuç elde edilmekte ve sistemin tüm frekanslardaki davranışını vermektedir.
DQE en etkin yöntemdir.