

Nükleer Bilimler Enstitüsü
Medikal Fizik Ana Bilim Dalı



Mühendislik Fakültesi
Fizik Mühendisliği Bölümü

Farklı Radyolojik İnceleme Koşulları için Geniş Alan Dedektörü Kullanılarak DQE ve eDQE Kıyaslaması

Lutfi ERGÜN, Betül YAMAN, Ahmet GÜVEN, Aziz Rasim YUSUF
Özlem BİRGÜL, Turan OLGAR, Asena YALÇIN, Şölen YÜKSEL, Doğan BOR
21.11.2013 XIV. Medikal Fizik Kongresi, Antalya

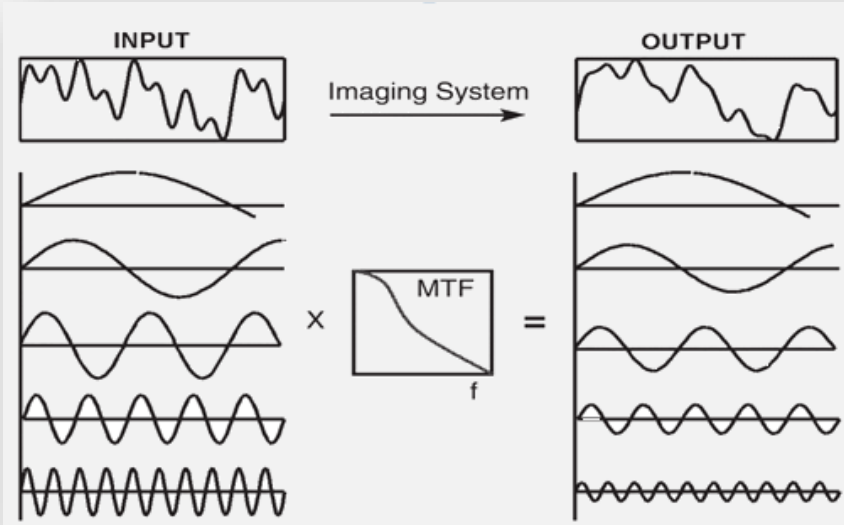
- Amaç
- Tanımlar
- Yöntemler (Ölçüm geometrileri)
- Bulgular
- Değerlendirme
- Sonuç

Sayısal radyolojik görüntüleme sistemlerinde, dedektör performansını belirlemek için detektif kuantum etkinliğinin (DQE) belirlenmesi ve saçılan radyasyonu ve odak nokta boyutu etkilerini (Geometri Etkilerini) dahil eden efektif detektif kuantum etkinliğinin (eDQE) ölçülmesi ve birlikte değerlendirilmesi

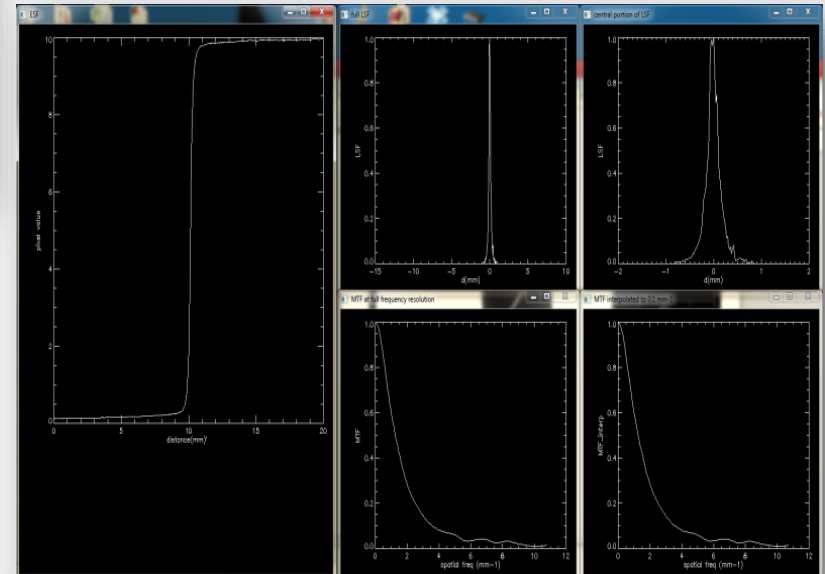
Tanımlar

Modulasyon Transfer Fonksiyonu (Modulation Transfer Function, MTF)

Sistemin ayırma gücü performansı hakkında bilgi verir. Frekans ortamında, çıkıştaki sinyalin girişteki sinyale oranıdır.



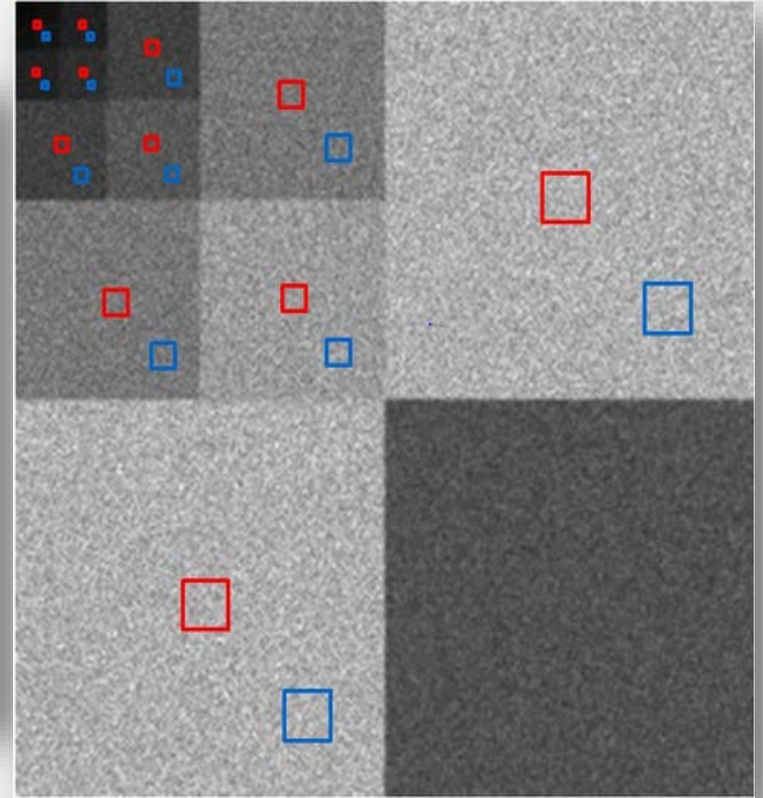
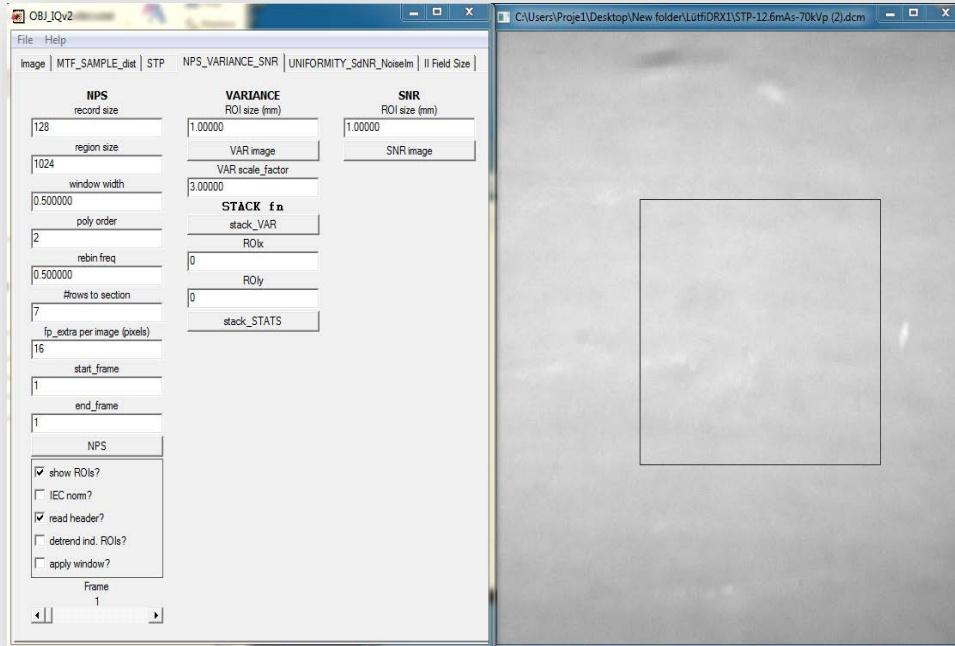
$$MTF(f) = \frac{\text{Sinyal}_{\text{çıkış}}}{\text{Sinyal}_{\text{giriş}}}$$



Tanımlar

Normalize Gürültü Güç Spektrumu (Normalized Noise Power Spectrum, NNPS)

Sistemin gürültü spektrumunun frekans uzayındaki ifadesidir.



Tanımlar

Detektif Kuantum Etkinliği (Detective Quantum Efficiency, DQE)

Sistemin foton kullanma yeteneğidir. Dijital sistemlerin performans ölçümlerinde kullanılmaktadır.

$$DQE(f) = \frac{SNR_{\text{çıkış}}^2}{SNR_{\text{giriş}}^2} \quad DQE(f) = \frac{MTF^2(f)}{NNPS \cdot q \cdot K}$$

Efektif Detektif Kuantum Etkinliği (Effective Detective Quantum Efficiency, eDQE)

Klinik incelemelerde dedektör performansının yanı sıra sistem geometrisi etkilerini de (saçılım, odak noktası bulanıklık etkisi) değerlendiren detektörün foton kullanma etkinliğidir.

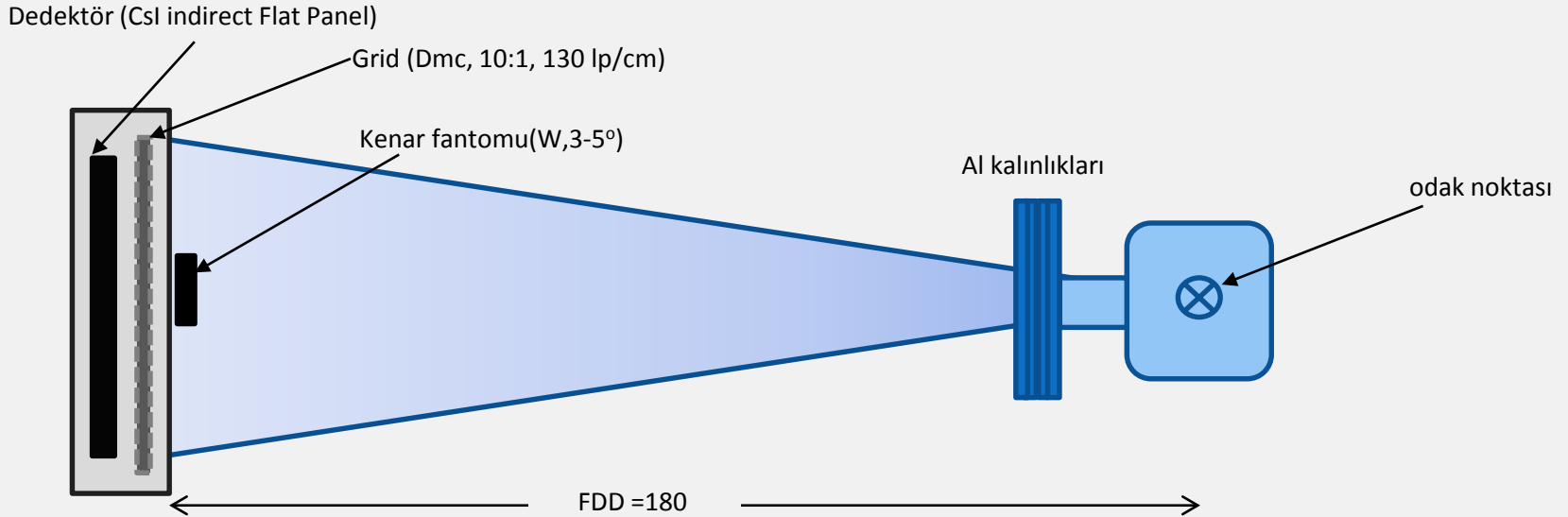
$$eDQE = \frac{\left(MTF(u, v)^2 \cdot (1 - SF)^2 \right)}{NNPS(u, v) \cdot Tf \cdot K \cdot q}$$

q; Birim alan ve doz başına dedektör yüzeyine düşen foton sayısı

K; Dedektör giriş dozu, SF; Saçılım Faktörü, Tf; Geçiş Faktörü

DQE ölçümleri (G1)

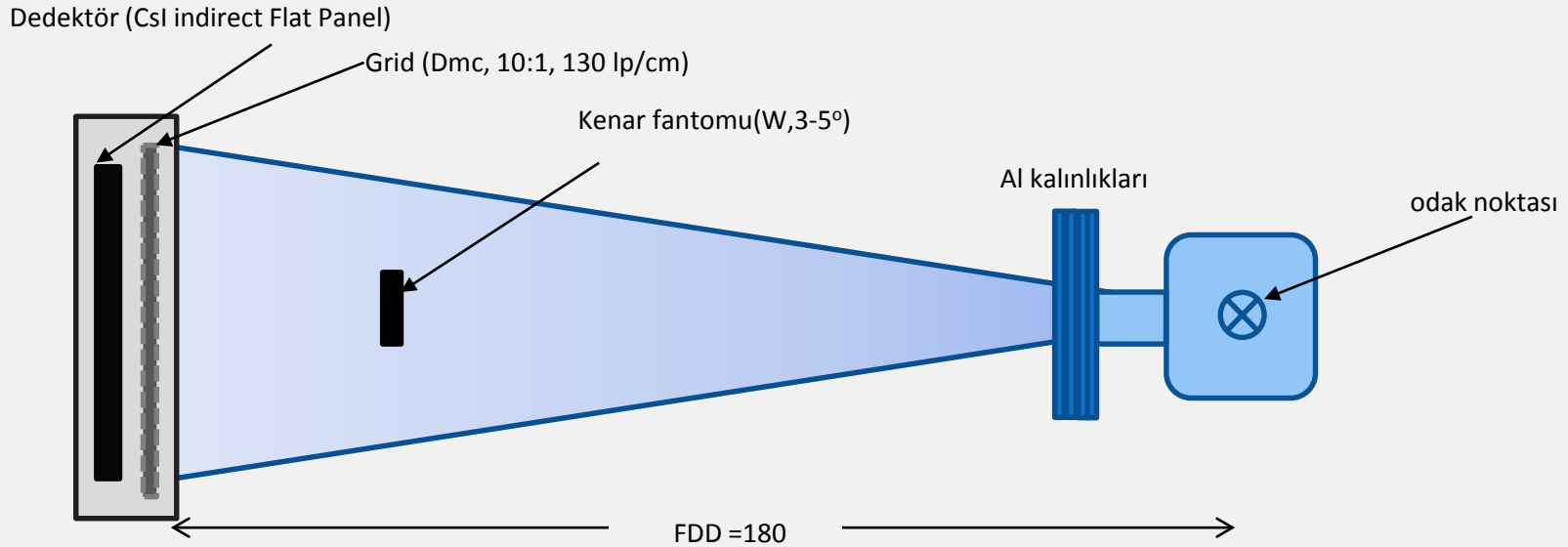
- MTF
- NNPS
- DAK
- Birim doz ve alan başına dedektör yüzeyine düşen foton sayısı (q , foton/(mm^2 , μGy))
- İlgili yazılımlar (Xcom5PR, DQE_tool(MATLAB), OBJ-QC, imageJ)



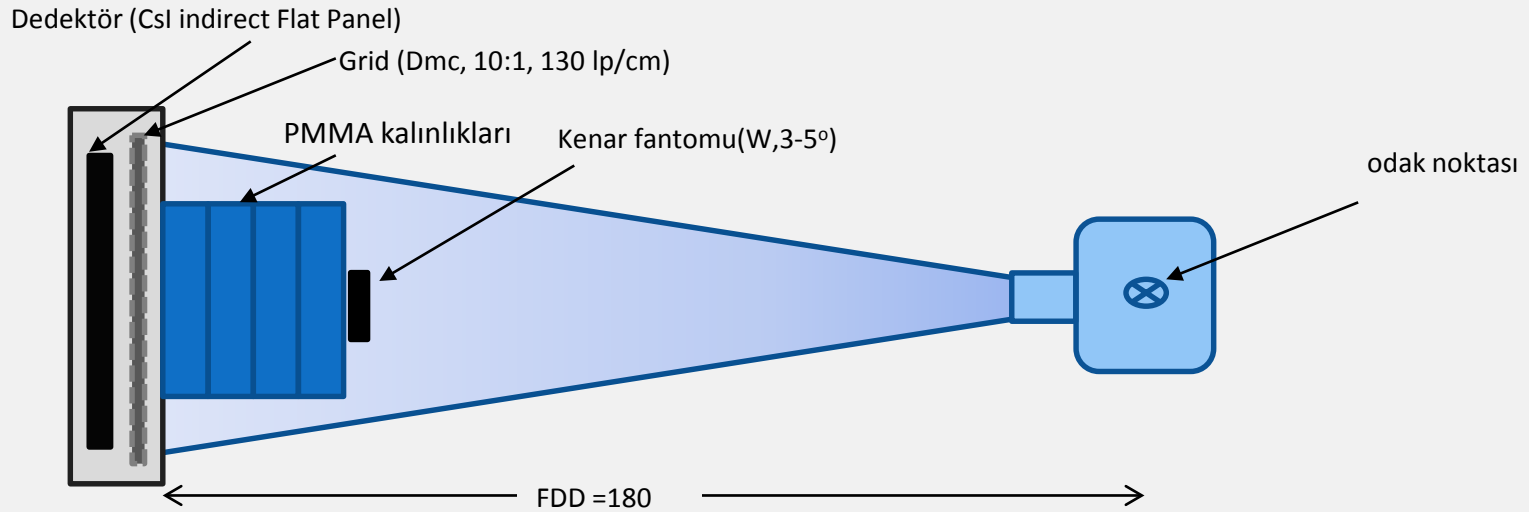
e DQE ölçümleri

eDQE ölçümleri için, iki farklı geometri(G2,G3) kurularak sistem performansına etki edecek odak nokta boyutu ve saçılan radyasyon etkileri incelenmiştir. Bu sayede sistemin klinik incelemelerdeki performans incelemelerine odak nokta boyutu ve saçıcı kalınlık etkilerinde dahil edilmesi mümkün olmaktadır.

1.Odak nokta boyutu (focal spot blurring) etkisinin incelenmesi (G2)



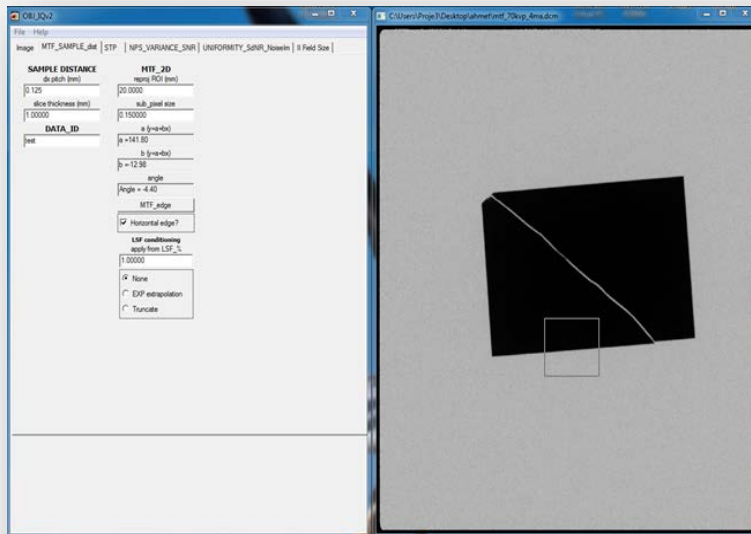
2.Odak nokta boyutu (focal spot blurring) + Saçıcı(Scatter) etkisinin incelenmesi (G3)



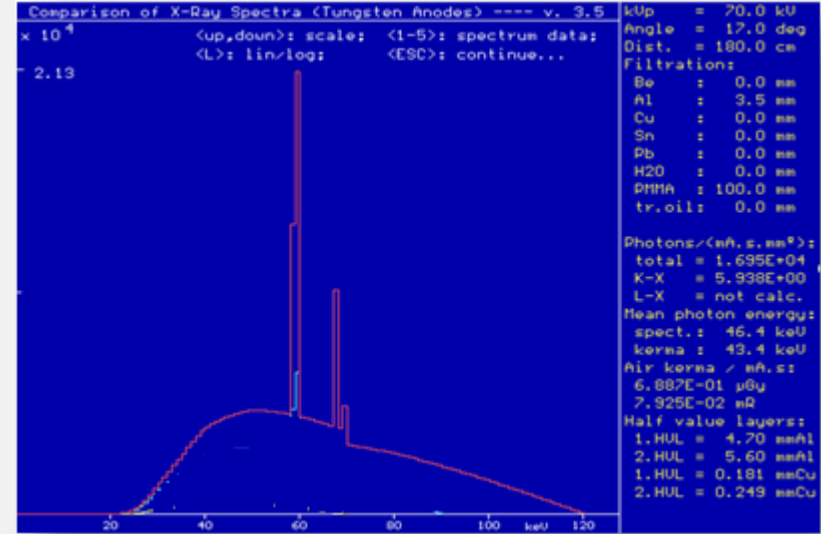
Kullanılan yazılımlar



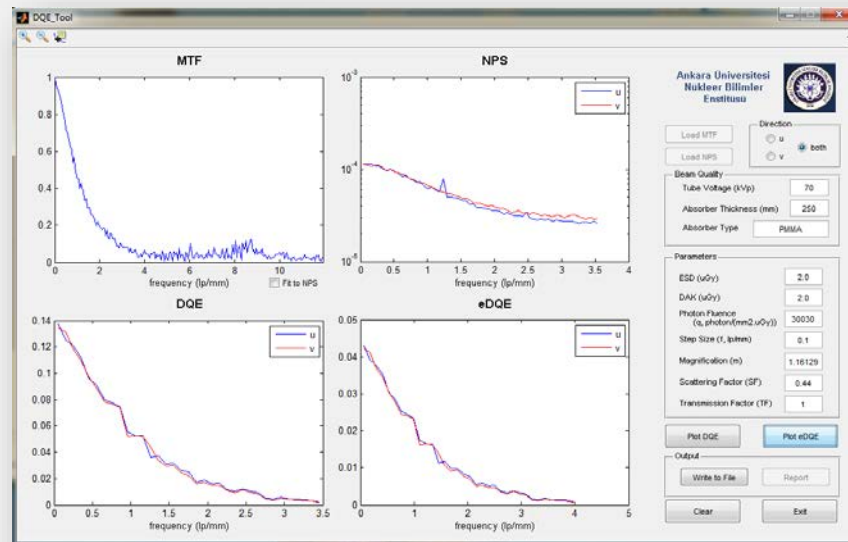
OBJ-QC



Xcom5PR



DQE_Tool(MatLAB)

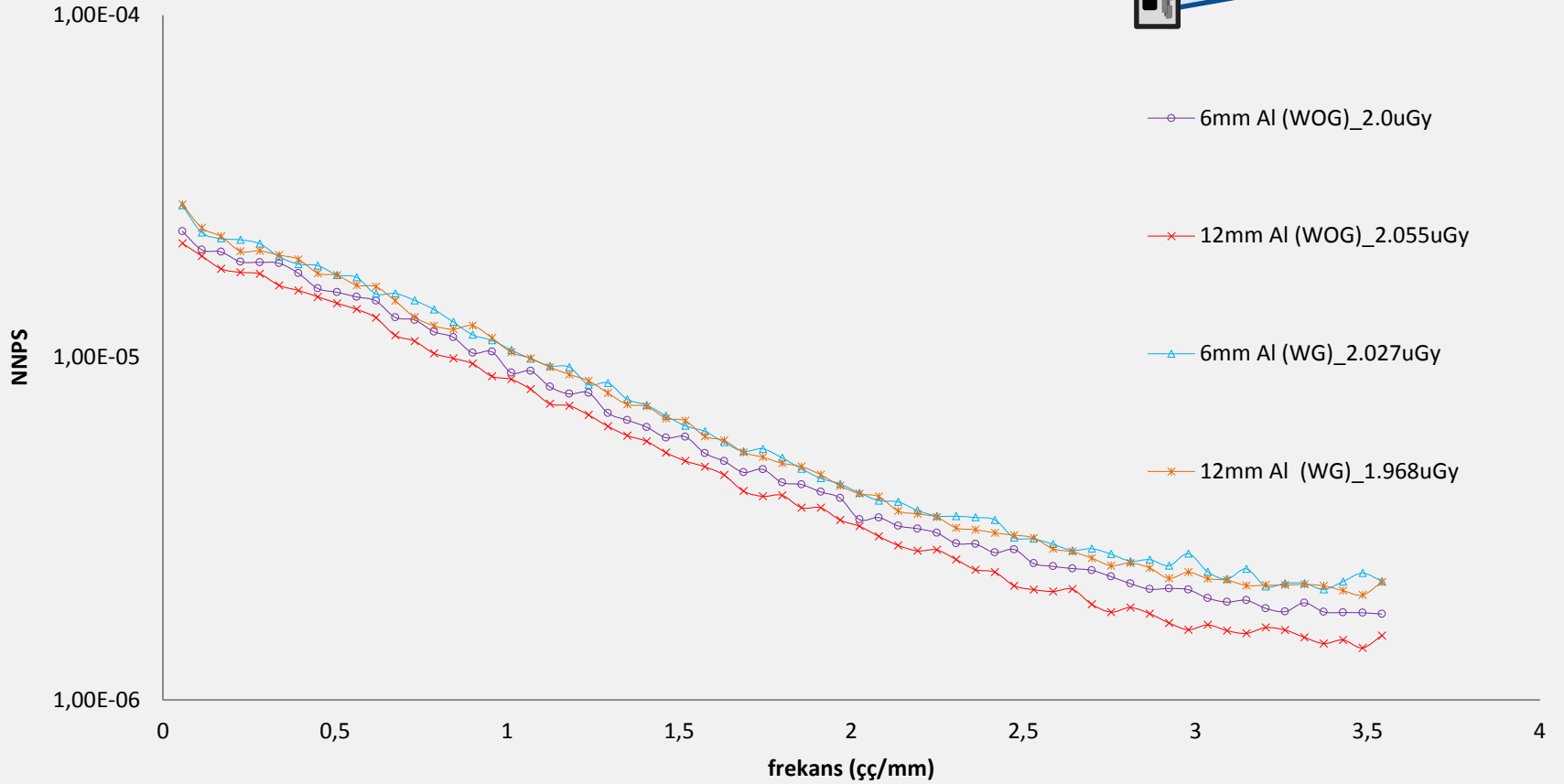
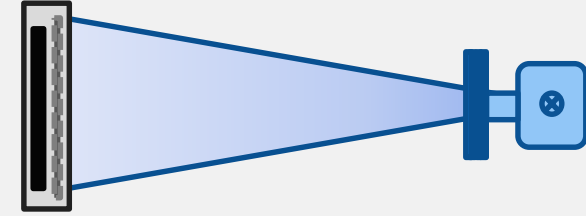


Bulgular

NNPS Ölçümleri

G1 Geometrisi

70kVp

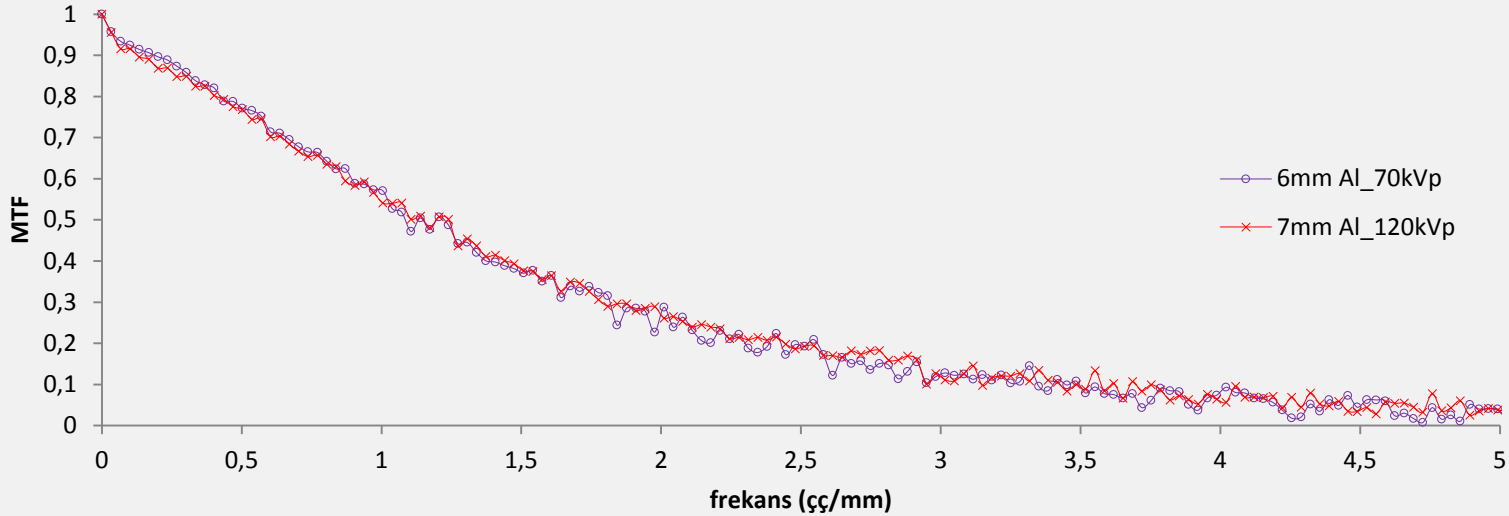
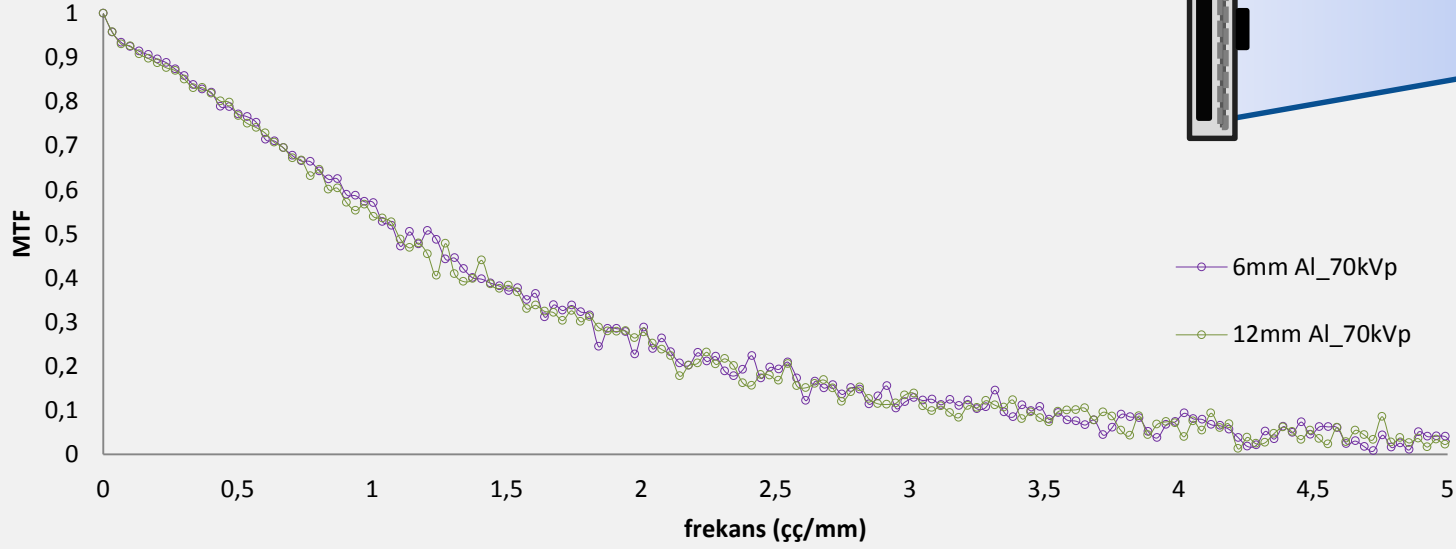
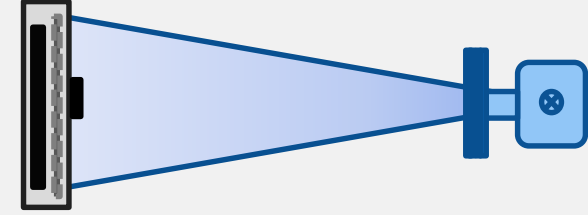


*70kVp'de 6mm Al=10cm PMMA, 12mm Al=20cm PMMA eşdeğeridir.

Bulgular

MTF Ölçümleri

G1 Geometrisi

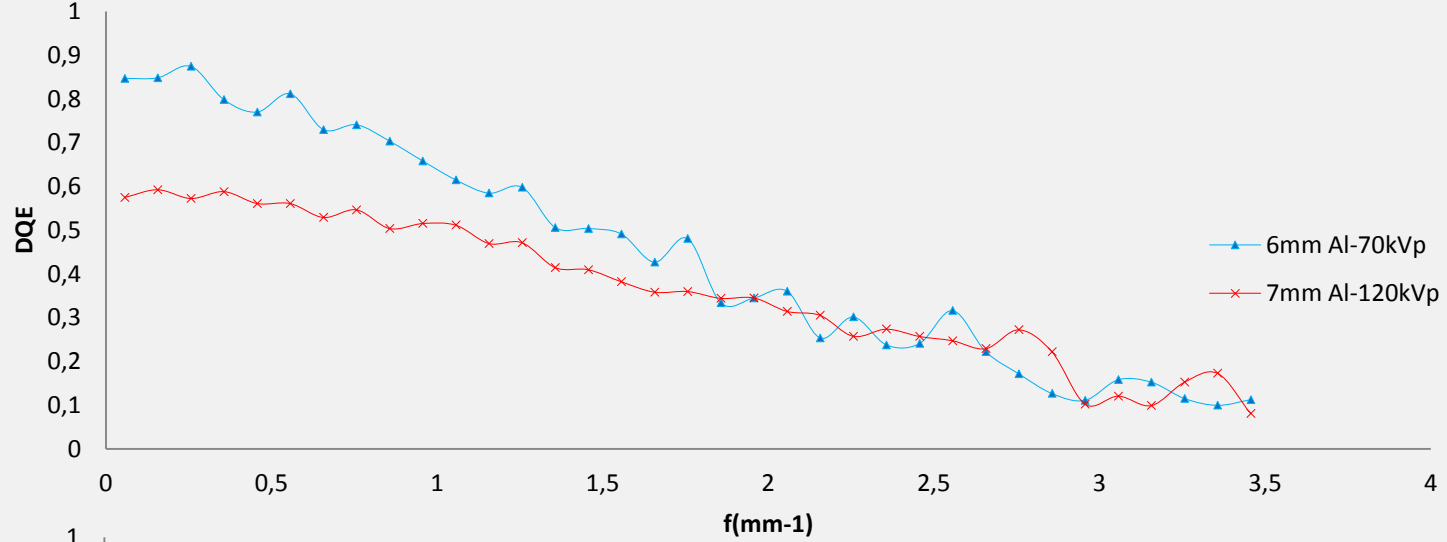


*120kVp'de 7mm Al=10cm PMMA eşdeğeridir.

Bulgular

DQE ölçümleri

G1 Geometrisi



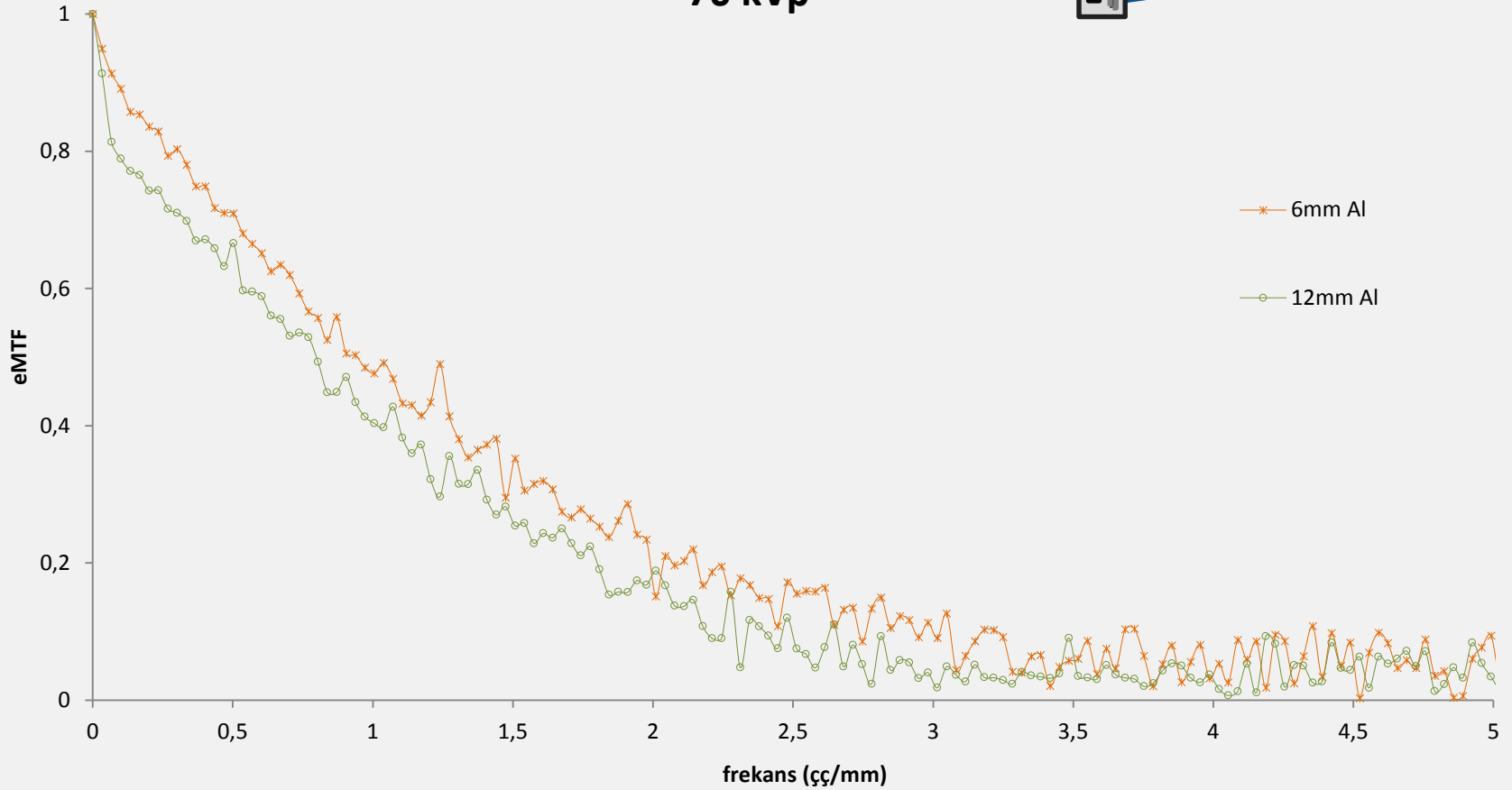
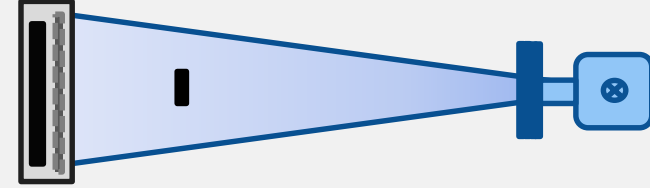
120kVp'de 15mm Al=20cm PMMA eşdeğeridir.

Bulgular

eMTF ölçümleri

G2 Geometrisi

70 kVp

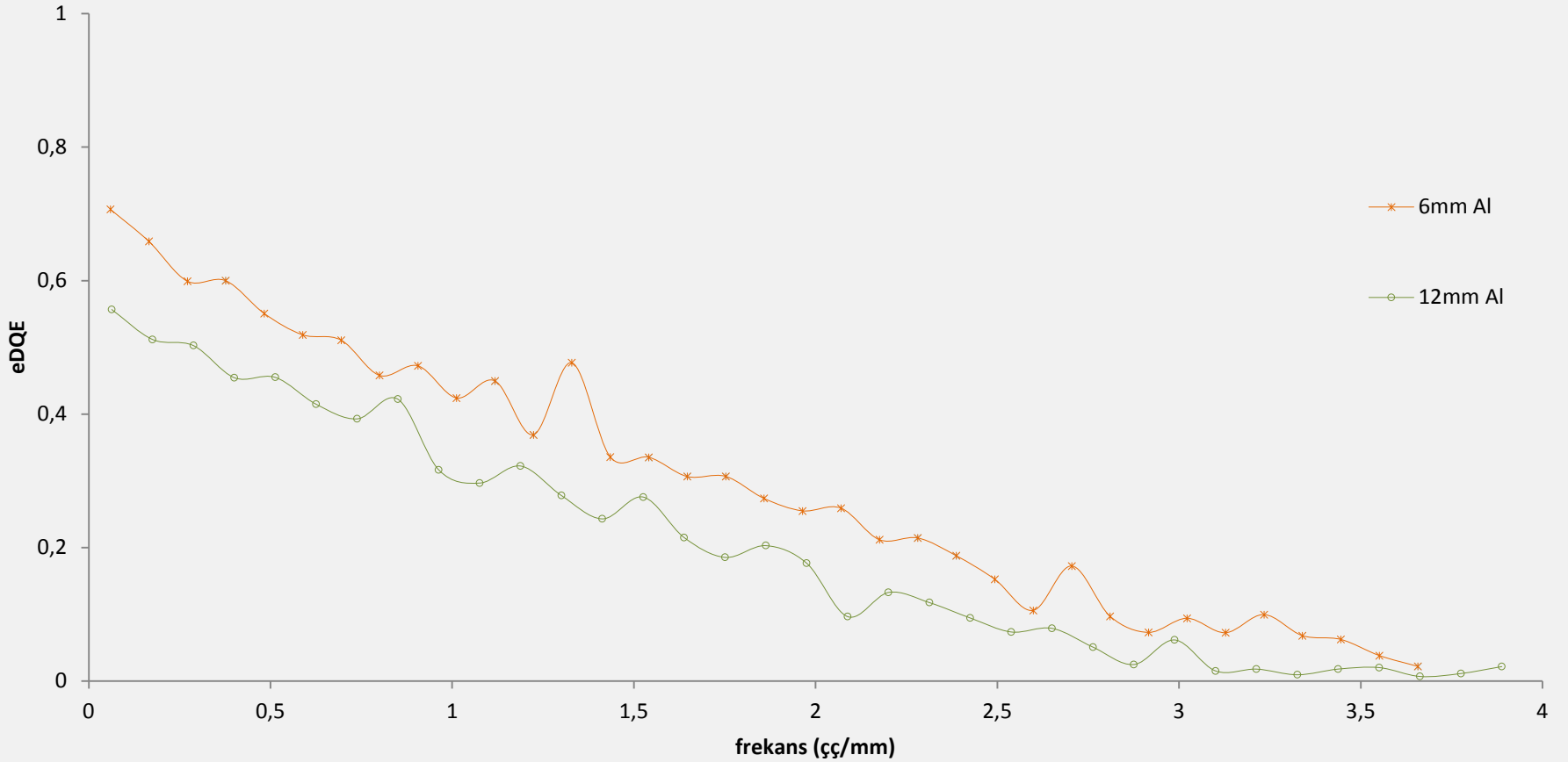


Bulgular

eDQE Ölçümleri

G2 Geometrisi

70 kVp

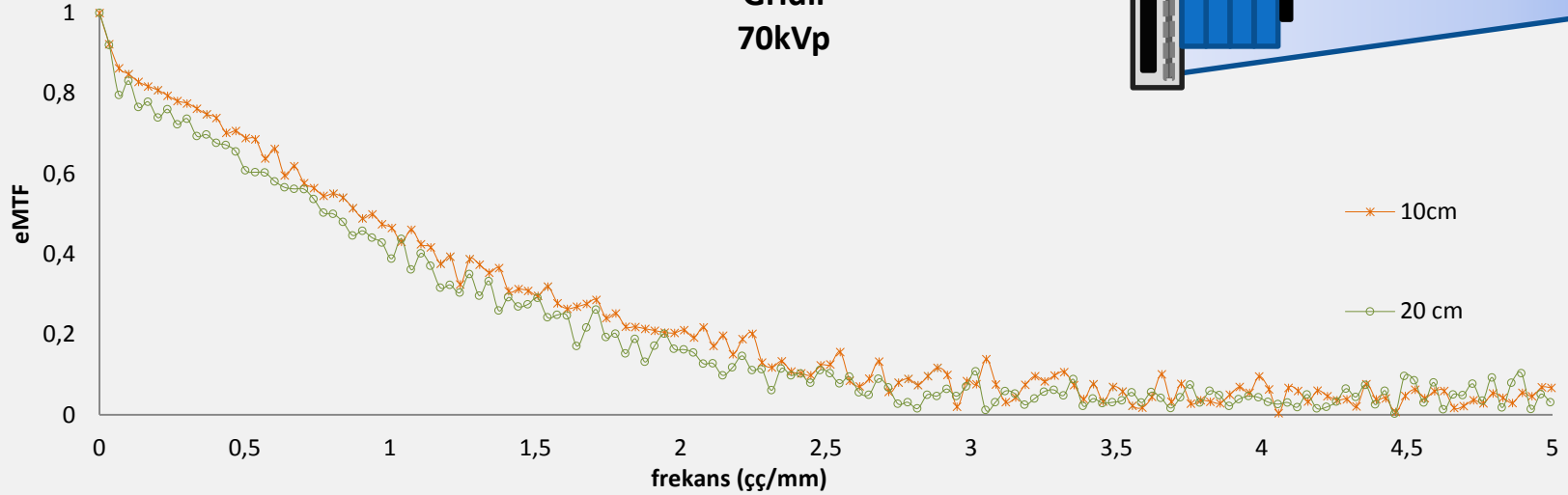
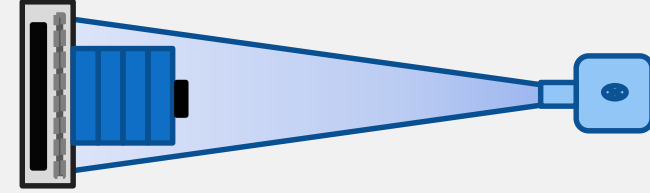


Bulgular

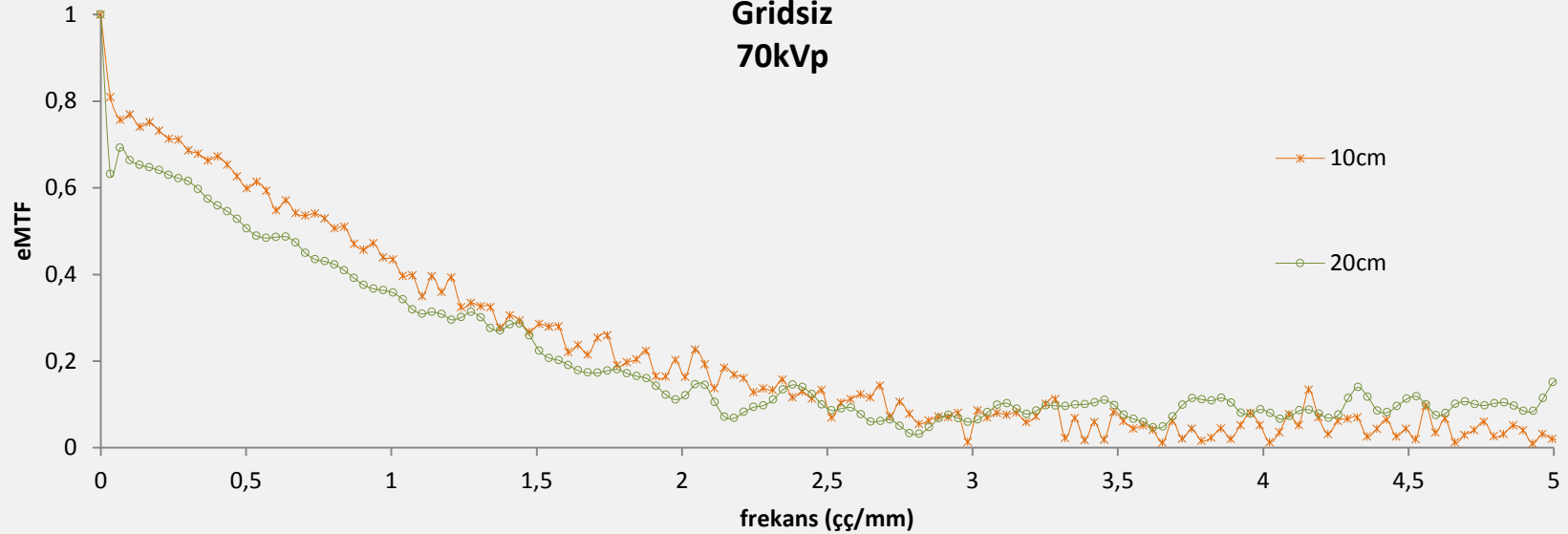
eMTF Ölçümleri

G3 Geometrisi

Gridli
70kVp



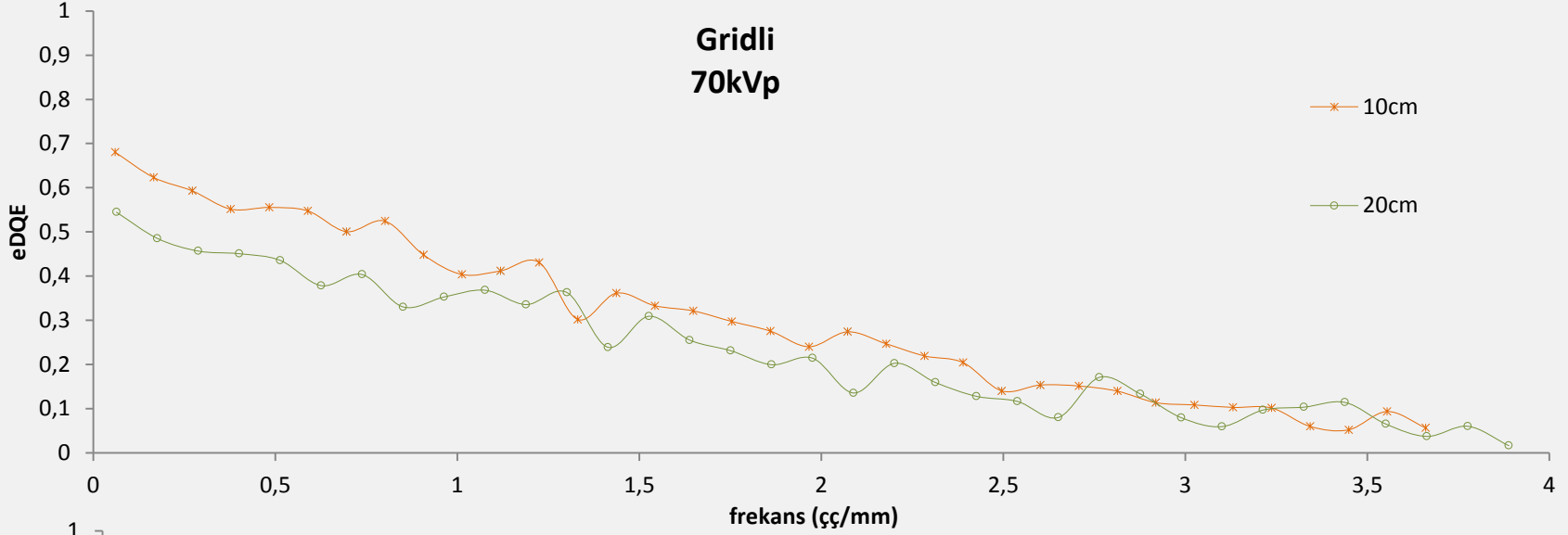
Gridsiz
70kVp



Bulgular

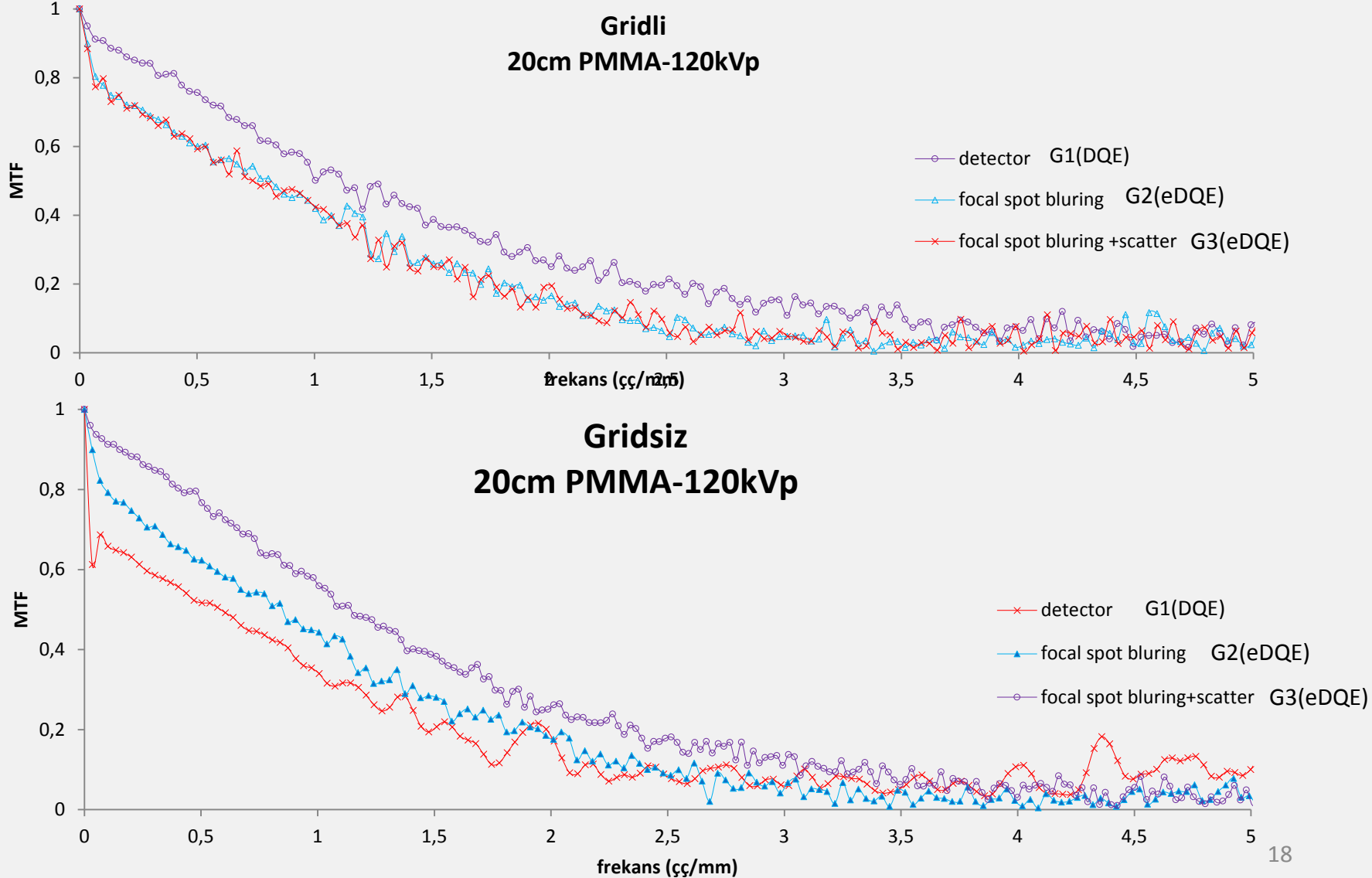
eDQE Ölçümleri

G3 Geometrisi



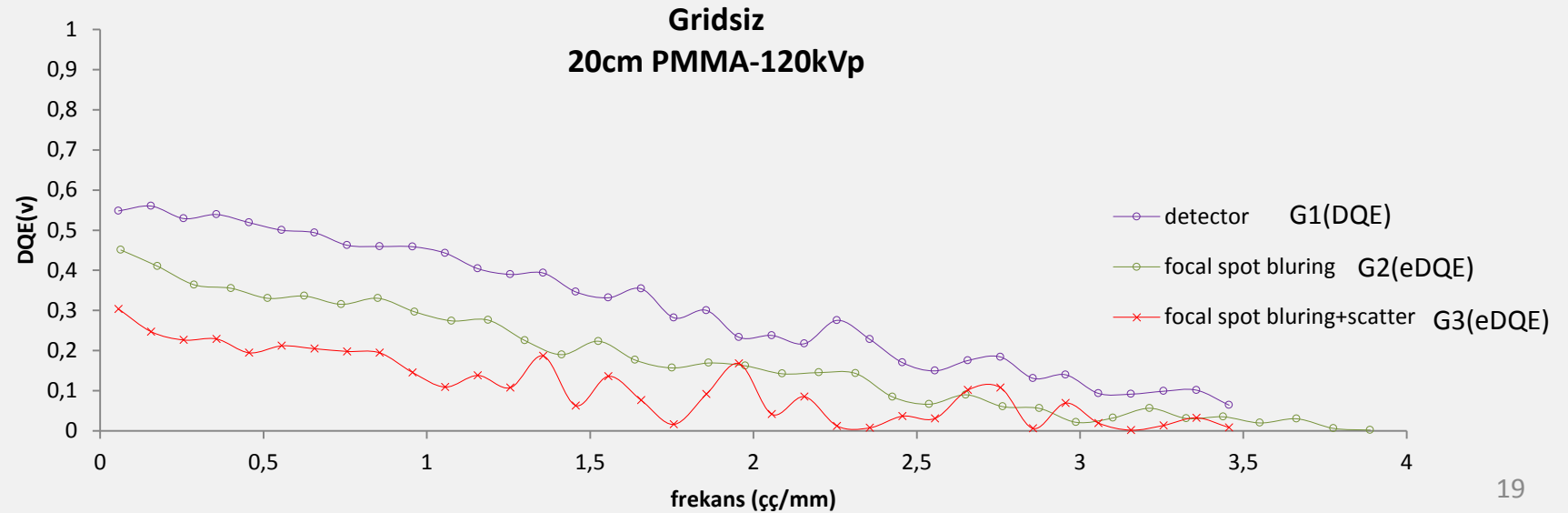
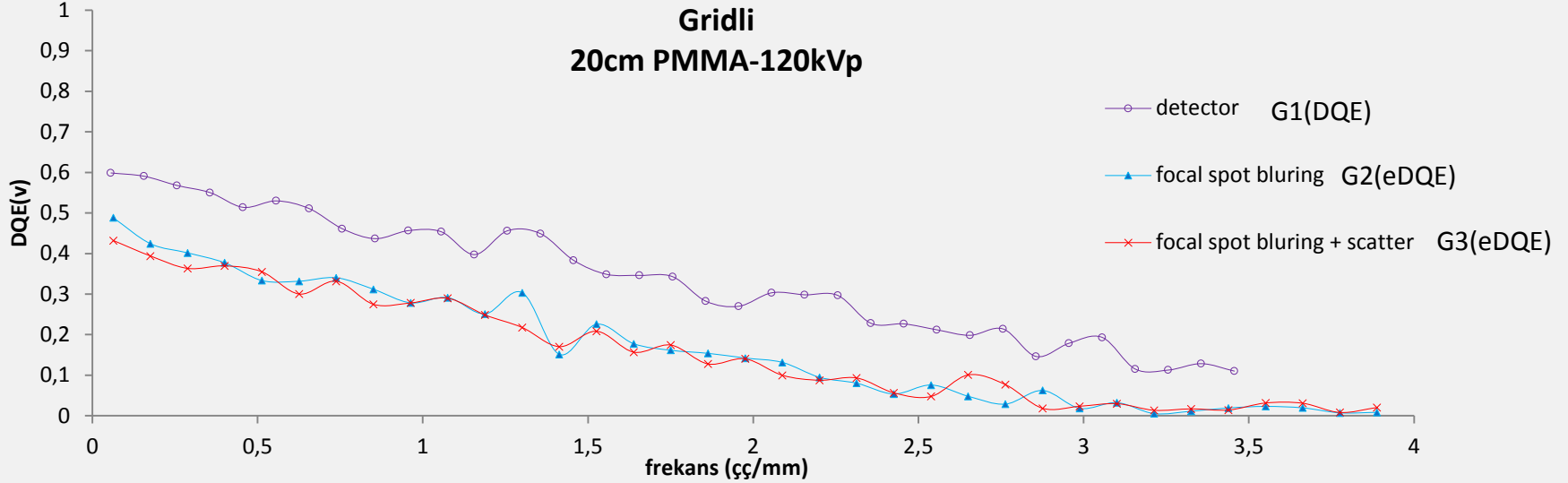
Bulgular

Farklı geometride MTF-eMTF ölçümleri



Bulgular

Farklı geometride DQE-eDQE ölçümleri



Değerlendirme

RQA5 demet kalitesi(21mmAl (ek filtre), 70kV, HVL=7.1mmAl), DAK: 2.5uGy

	Firma ölçümü	Laboratuvar ölçümü
f(çç/mm)	MTF(%)	MTF(%)
0.5	82	78
1	59	54
2	29	23
3	15	10
f(çç/mm)	DQE(%)	DQE(%)
0.5	59	68
1	51	51
2	35	28
3	18	11

Değerlendirme

- Tüm ölçüm geometrilerinde 70 kVp'de 10 cm PMMA ve 10cm PMMA eşdeğeri Al* kalınlığında MTF ve eDQE eğrilerinin sayısal değerlendirilmesi

	G1	G2	G3
<i>f</i> (çç/mm)	MTF(%)	MTF(%)	MTF(%)
0.5	77.2	70.9	68.9
1.0	57.1	47.7	46.5
2.0	28.8	15.1	21.1
3.0	12.8	9.1	7.6
<i>f</i> (çç/mm)	DQE(%)	eDQE(%)	eDQE(%)
0	84.7	81.7	70.4
0.5	81.2	63.7	56.5
1.0	61.5	51.6	42.6
2.0	36.1	24.6	20.9
3.0	15.8	12.2	8.6

70 kVp' de 6mm Al,10 cm PMMA eşdeğeridir.

Ölçümler sonucu,

- Gürültü güç spektrumunun yani dedektörün gürültü yanıtının dedektör üzerine düşen artan doz ile azaldığı gözlenmiştir.
- Modülasyon transfer fonksiyonu yani dedektörün çözünürlük yanıtının demet kalitesi ile değişmediği gözlenmiştir.
- Yüksek frekanslara gidildikçe DQE ve eDQE geometrileri MTF ölçümlerinde farklılık gözlenmemiştir.
- MTF ölçümlerinde, odak nokta boyutu ve saçılımların etkili olduğu görülmüştür.
- Sabit tüp potansiyelinde artan PMMA kalınlığına bağlı olarak odak nokta boyutunun etkisi artmaktadır.
- eDQE geometrileri ayrı ayrı kıyaslandığında düşük frekanslardaki azalmanın sebebinin odak nokta boyutu olduğu gözlenmiştir.

Sonuç

Tüm veriler değerlendirildiğinde, dedektörün ayırma gücü ve gürültü performansını birlikte göstergesi olan DQE parametresinin dedektörün gerçek klinik performansını yansıtmadığı , hasta kalınlığına bağlı saçıcı ve magnifikasyon etkilerinin dedektörün foton kullanma etkinliğini düşürdüğü gözlenmiştir.

Teşekkür

Bu çalışma kısmi olarak TÜBİTAK 112T965 numaralı proje tarafından desteklenmektedir.



Nükleer Bilimler Enstitüsü – Medikal Fizik ABD

<http://www.nukbilimler.ankara.edu.tr/>

Mühendislik Fakültesi – Fizik Mühendisliği Bölümü

<http://phys.eng.ankara.edu.tr/>