ANKARA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

SAYISAL ÇIKARMA ANJİOGRAFİSİNDE RADYASYON DOZU-GÖRÜNTÜ KALİTESİ OPTİMİZASYONU

ONUR EDE

FİZİK MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

ANKARA
2007

Her hakkı saklıdır

Prof.Dr. Doğan BOR danışmanlığında, Onur EDE tarafından hazırlanan **'Sayısal Çıkarma Anjiografisinde Radyasyon Dozu-Görüntü Kalitesi Optimizasyonu'** adlı tez çalışması 19 Şubat 2007 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Fizik Mühendisliği Anabilim Dalı'nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Başkan : Prof. Dr. Doğan BOR

Üye : Doç. Dr. Tanzer SANCAK

Üye : Doç. Dr. Mehmet KABAK

Yukarıdaki sonucu onaylarım.

Prof.Dr. Ülkü MEHMETOĞLU
Enstitü Müdürü

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

SAYISAL ÇIKARMA ANJİYGRAFİSİNDE RADYASYON DOZU – GÖRÜNTÜ KALİTESİ OPTİMİZASYONU

Onur EDE

Ankara Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Fizik Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman : Prof. Dr. Doğan BOR

Sayısal çıkarma anjiyografi sistemlerinde hasta dozları düşük tutulurken en iyi görüntü kalitesinin nasıl elde edileceği incelenmiştir. Yapılan ölçümler farklı ışınlama modlarında (floroskopik, DA, DSA), farklı geometrik büyütme faktörlerinde (BF = 1,66 ve BF = 1,4), farklı kalınlıktaki saçıcı fantomlar (göğüs, karın, baş ve ekstremite eş değeri fantomlar) için tekrarlanarak karşılaştırılmıştır. Ölçüm sonuçları görsel (test objeleri yardımıyla) ve matematiksel olarak (MTF, NPS) iki farklı şekilde değerlendirilmiştir. Görsel olarak değerlendirmede yüksek kontrast ayırma gücü, alçak kontrast ayırma gücü ve kontrast ayrıntı testleri yapılmıştır. Sistemin en iyi yüksek kontrast ayırma gücü DA modunda micro odakta ve FOV 14'de 2,2 çç/mm olarak elde edilmiştir. Alçak kontrast ayırma gücü testinde en iyi sonuç DSA modunda, micro odakta, FOV 14 için 0,86 % kontrast olarak bulunmuştur. Kontrast ayrıntı testinin sonucunda tüm ışınlama modlarında birbirine yakın sonuçlar gözlenmiştir. Görüntü kalitesinin nümerik olarak değerlendirilmesinde, MTF için küçük açı ile ($\sim 5^0$) açılandırılmış kenar dağılım yöntemi kullanılmıştır. Elde edilen görüntülerden, Imatest 2.0.7 programı kullanılarak MTF değerleri bulunmuştur. NPS değerleri bulunurken, x-ışını anjiyografi sisteminden elde edilen 1024x1024 piksel boyutlarındaki homojen bir görüntüden 10 tane 128x128 piksel boyutlarında görüntüler alınıp metin dosyası olarak kaydedildi. Kaydedilen görüntülerin MATLAB 7.0.1 matematik programı yardımıyla NPS değerleri bulundu ve bunların ortalaması alınarak sistem için NPS değeri hesaplanmıştır.

2007, 152 sayfa

Anahtar Kelimeler : Radyasyon dozu, görüntü kalitesi, sayısal çıkarma, anjiografi

ABSTRACT

Master Thesis

RADIATION DOSE-IMAGE QUALITY OPTIMISATION
OF DIGITAL SUBSTRACTION ANGIOGRAPHY

Onur EDE

Ankara University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Engineering Physics
Supervisor: Prof. Dr. Doğan BOR

The optimum image quality was determined related to patient and image intensifier input doses. Image quality measurements were carried out for different exposure modes, field of view and different scatter phantom thicknesses and compared to each other. Measurements were determined as visibly and mathematically. High contrast spatial resolution, klow contrast spatial resolution and contrast detail tests were carried as visible measurements. The highest high contrast spatial resolution was achieved at DA mode with micro focus and FOV 14 as 2.2 lp/mm. The best low contrast spatial resolution was achieved at DSA mode with micro focus and FOV as 0.86%. Similar results were obtained for contrast detail test. Numerical spatial resolution measurements was evaluated with small angle edge method . Imatest 2.0.7 computer programme was used for these evaluations and found MTF values. While the NPS determination a Picture of 1024x1024 pixel size was selected from x-ray angiography. 10 images with 128x128 matrix sizes were used for NPS determination. These images converted to text file and processed at MATLAB 7.0.1 and the mean NPS of 10 images calculated as system NPS.

2007, 152 pages

Key Words : Radiation dose, image quality, digital substraction, angiography

TEŞEKKÜR

Çalışmalarım süresince, sabır ve ilgiyle her konuda yardımlarını esirgemeyen danışman hocam sayın Prof. Dr. Doğan BOR'a, uygulamalar sırasında bilgilerini ve tecrübelerini benimle paylaşan ve güler yüzüyle her zaman desteğini hissettiğim sayın Doç. Dr. Tanzer SANCAK'a, çalışmanın her aşamasında benimle çaba sarf eden Dr. Turan OLĞAR'a, arkadaşlarım Ayşenur SOLMAZ, Gökçe BERKMEN, Çiğdem DUMAN, Sinem BAYRAK, Feryal ÇAKIR, Tolga İNAL'a, her zaman maddi manevi yardımlarını ve desteklerini esirgemeyen aileme en derin duygularımla teşekkür ederim.

Onur EDE
Ankara, Şubat 2007

İÇİNDEKİLER

ÖZET i
ABSTRACT ii
TEŞEKKÜR iii
SİMGELER DİZİNİ vi
ŞEKİLLER DİZİNİ vii
ÇİZELGELER DİZİNİ ix
1. GİRİŞ 1
2. KURAMSAL TEMELLER 2
2.1 Floroskopi Sistemi 2
2.1.1 X-ışın jeneratörü ve tüpü 3
2.1.2 Görüntü güçlendirici 3
2.1.3 Kameralar 4
2.2 Görüntülerin Elde Edilmesi 6
2.2.1 Sayısal çıkarma anjiografisinde görüntünün logaritmik işlenmesi 7
2.3 Görüntü Kalitesi Parametreleri 7
2.3.1 Kontrast 7
2.3.2 Ayırma gücü 8
2.3.2.1 Yüksek kontrast ayırma gücü 8
2.3.2.2 Alçak kontrast ayırma gücü 8
2.3.3 Gürültü 8
2.3.4 Bulanıklık 9
2.3.5 Çıkarma kusurları 9
2.4 Görsel Görüntü Kalitesi Testleri 10
2.4.1 Yüksek kontrast ayırma gücü testi 10
2.4.2 Alçak kontrast ayırma gücü testi 11
2.4.3 Kontrast ayrıntı testi 12
2.5 Matematiksel Görüntü Kalitesi Testleri 14
2.5.1 Modülasyon transfer fonksiyonu 14
2.5.2 Gürültü dağılım spektrumu 17
2.6 Geometrik Büyütmenin Etkisi 18
2.7 Saçıcı Ortamların Etkisi 20

2.7.1 Göğüs (Chest) fantomu **21**
2.7.2 Karın (Abdomen) fantomu **21**
2.7.3 Baş (Skull) fantomu **22**
2.7.4 Ekstremite fantomu **22**
3. MATERYAL VE YÖNTEM **23**
3.1 Araştırmada Kullanılan Görüntüleme Sistemi **23**
3.2 Çalışmalarda Kullanılan Test Cihazları Ve Objeleri **23**
3.3 Çalışmalarda Gerçekleştirilen Testler **24**
3.3.1 Yüksek kontrast ayırma gücü **24**
3.3.2 Alçak kontrast ayırma gücü **24**
3.3.3 Kontrast ayrıntı testi **25**
3.3.4 Modülasyon transfer fonksiyonunun bulunması **26**
3.3.5 Gürültü dağılım spektrumunun bulunması **27**
3.3.6 Geometrik büyütmenin etkileri **28**
3.3.7 Saçıcı ortamların etkisi **29**
3.3.7.1 Göğüs fantomu **29**
3.3.7.2 Karın fantomu **30**
3.3.7.3 Baş fantomu **31**
3.3.7.4 Ekstremite fantomu **32**
4. ARAŞTIRMA BULGULARI **33**
5. TARTIŞMA VE SONUÇ **49**
KAYNAKLAR **53**
EKLER **55**
EK 1 Yüksek Kontrast Ayırma Gücü Testi Sonuçları **56**
EK 2 Alçak Kontrast Ayırma Gücü Testi Sonuçları **76**
EK 3 Kontrast Ayrıntı Testi Sonuçları **83**
EK 4 MTF Grafikleri **114**
EK 5 NPS GRAFİKLERİ **129**
ÖZGEÇMİŞ **152**

SİMGELER DİZİNİ

ADC	Anolog to Digital Converter
ANSI	American National Standarts Institute
BF	Büyütme Faktörü
CCD	Charge Coupled Devices
DAC	Digital to Anolog Converter
DICOM	Digital Imaging and Cominication in Medicine
DSA	Digital Subtraction Angiography
FOV	Field Of Interest
GG	Görüntü Güçlendirici
IEC	International Electrotechnical Commission
KK	Kalite Kontrol
LCD4	Alçak kontrast ayırma gücü test fantomu
MTF	Modülasyon Transfer Fonksiyonu
NPS	Gürültü Dağılım Spektrumu
ROI	Region Of Interest
TCD4	Kontrast ayrıntı test fantomu

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1 DSA sisteminin genel şeması 2
Şekil 2.2 Görüntü güçlendirici 3
Şekil 2.3 CCD kameranın yapısı görüntü iletim biçimi 5
Şekil 2.4 CCD kameraların bilgi transfer yöntemleri 5
Şekil 2.5.a.Maske görüntüsü
b. Kontrast madde enjekte edildikten sonraki görüntü
c. Çıkarılmış görüntü
d. Çıkarılmış görüntünün tersi 6
Şekil 2.6.a.Yüksek kontrast ayırma gücü test fantomu görüntüsü
b.Fantom üzerindeki desenlere ait uzaysal ayırma gücü değerleri 10
Şekil 2.7.a. Alçak kontrast ayırma gücü test fantomu görüntüsü
b. Fantom yapısındaki disklerin yer ve numaraları 11
Şekil 2.8.a. Kontrast - ayrıntı test fantomu görüntüsü
b. Ayrıntılarının sırası 12
Şekil 2.9 Örnek kontrast-çap grafiği 13
Şekil 2.10 Örnek [–Log(K)] – [–Log(Ç)] grafiği 13
Şekil 2.11 Bir görüntüleme sisteminin farklı frekanslardaki giriş sinyallerini çıkışa iletme yeteneği 15
Şekil 2.12 Kenar değerlendirme yönteminde kullanılan tungsten bir levhanın görüntüsü 16
Şekil 2.13 Geometrik büyütme faktörünün teorik hesabı 18
Şekil 2.14 Odak noktasının boyutu dahil edildiğinde geometrik büyütme 19
Şekil 2.15 Göğüs fantomunun katman dizilişi 21
Şekil 2.16 Karın fantomunun katmanlarının dizilişi 21
Şekil 2.17 Baş fantomunun katmanlarının dizilişi 22
Şekil 2.18 Ekstremite fantomunun katmanlarının dizilişi 22
Şekil 3.1 MTF ölçüm geometrisi 26
Şekil 3.2 Gürültü dağılım spektrumu ölçüm geometrisi 27
Şekil 3.3 Geometrik büyütme için deney düzenekleri 28
Şekil 3.4 Göğüs fantomu deney düzeneği 29

Şekil 3.5 Karın fantomu deney düzeneği 30
Şekil 3.6 Baş fantomu deney düzeneği 31
Şekil 3.7 Ekstremite fantomu deney düzeneği 32
Şekil 4.1 Fantom görüntü güçlendirici üzerinde, farklı ışınlama modlarında kontrast ayrıntı testi grafiği 39
Şekil 4.2 Fantom görüntü güçlendirici üzerinde, farklı FOV büyüklüklerinde kontrast ayrıntı grafiği 39
Şekil 4.3 Fantom görüntü güçlendirici üzerinde, farklı odak boyutlarında kontrast ayrıntı grafiği 40
Şekil 4.4 Aynı FOV, odak, ışınlama modunda, fantom görüntü güçlendirici üzerinde ve masa üzerinde (fantom –GG mesafesi = 40 cm) kontrast ayrıntı grafiği…...40
Şekil 4.5 Masa üzerinde farklı odak boyutlarında kontrast ayrıntı grafiği 41
Şekil 4.6 Farklı geometrik büyütme faktörlerinde alçak kontrast ayırma gücü değerleri 41
Şekil 4.7 Farklı saçıcı ortamlarda kontrast ayrıntı grafiği 42
Şekil 4.8 Farklı ışınlama modlarında MTF grafiği 43
Şekil 4.9 Farklı FOV büyüklüklerinde MTF değerleri 43
Şekil 4.10 Farklı odak boyutlarında MTF değerleri 44
Şekil 4.11 Görüntü güçlendirici ve masa üzerinde MTF değerleri 44
Şekil 4.12 Farklı geometrik büyütme için MTF değerleri 45
Şekil 4.13 Masa üzerinde farklı odak boyutları için MTF değerleri 45
Şekil 4.14 Masa üzerinde farklı odak boyutları için MTF değerleri 46
Şekil 4.15 Farklı ışınlama modları için NPS grafiği 46
Şekil 4.16 Farklı FOV Büyüklükleri İçin NPS Grafiği 47
Şekil 4.17 Farklı odak boyutları için NPS grafiği 47
Şekil 4.18 Farklı saçıcı ortamlar için NPS grafiği 48

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 2.1 Yüksek kontrast ayırma gücü için tavsiye edilen sınırlar 10
Çizelge 2.2 Alçak kontrast ayırma gücü test objesi kontrast tablosu 11
Çizelge 2.3 Alçak kontrast ayırma gücü testi kabul sınırları 12
Çizelge 2.4 Kontrast-ayrıntı test objesine ait çap ve ayrıntı numarası tablosu 14
Çizelge 3.1 Yüksek kontrast ayırma gücü testi KK çizelgesi 24
Çizelge 3.2 Alçak kontrast ayırma gücü testi KK çizelgesi..... 25
Çizelge 3.3 Kontrast-ayrıntı testi KK çizelgesi..... 25
Çizelge 4.1 Fantom görüntü güçlendirici üzerinde, farklı ışınlama modlarında yüksek kontrast ayırma gücü değerleri..... 33
Çizelge 4.2 Fantom görüntü güçlendirici üzerinde, farklı FOV büyüklüklerinde yüksek kontrast ayırma gücü değerleri..... 33
Çizelge 4.3 Fantom görüntü güçlendirici üzerinde, farklı odak boyutlarında yüksek kontrast ayırma gücü değerleri..... 34
Çizelge 4.4 Fantom görüntü güçlendirici üzerinde, fantomun farklı konumlandırılmasında yüksek kontrast ayırma gücü değerleri 34
Çizelge 4.5 Aynı FOV, odak, ışınlama modunda, fantom görüntü güçlendirici üzerinde ve masa üzerinde (Fantom – GG mesafesi = 40 cm) yüksek kontrast ayırma gücü değerleri…… ..34
Çizelge 4.6 Masa üzerinde farklı odak boyutlarında yüksek kontrast ayırma gücü değerleri 35
Çizelge 4.7 Farklı geometrik büyütme faktörlerinde yüksek kontrast ayırma gücü değerleri 35
Çizelge 4.8 Farklı saçıcı ortamlarda yüksek kontrast ayırma gücü değerleri 35
Çizelge 4.9 Fantom görüntü güçlendirici üzerinde, farklı ışınlama modlarında alçak kontrast ayırma gücü değerleri 36
Çizelge 4.10 Fantom görüntü güçlendirici üzerinde, farklı FOV büyüklüklerinde alçak kontrast ayırma gücü değerleri..... 36
Çizelge 4.11 Fantom görüntü güçlendirici üzerinde, farklı odak boyutlarında alçak kontrast ayırma gücü değerleri..... 37
Çizelge 4.12 Aynı Fov, odak, ışınlama modunda, fantom görüntü güçlendirici üzerinde ve masa üzerinde (Fantom – GG mesafesi = 40 cm) alçak kontrast ayırma gücü değerleri…….37

Çizelge 4.13 Masa üzerinde farklı odak boyutlarında alçak kontrast ayırma gücü değerleri 37
Çizelge 4.14 Farklı geometrik büyütme faktörlerinde alçak kontrast ayırma gücü değerleri 38
Çizelge 4.15 Farklı saçıcı ortamlarda alçak kontrast ayırma gücü değerleri 38

1. GİRİŞ

Bilgisayarlı radyografi sistemleri, konvansiyonel sistemlerde bulunmayan görüntü transferi, görüntü işleme, bilgisayar ortamında görüntüleyebilme gibi bir çok avantajı sağladığından kullanımları giderek artmaktadır. Sayısal sistemlerle birlikte, sistemlerin görüntü kalitelerinin incelenmesinde kullanılan yöntemler ve parametreler de değişmektedir.

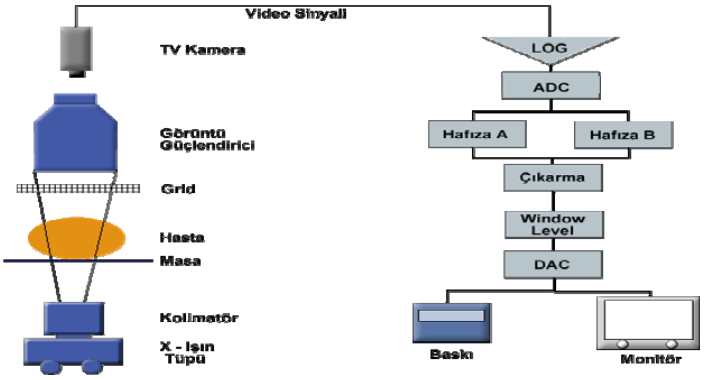
Görüntü kalitesini etkileyen etkenler, ışınlanan alanın genişliği ve kalınlığı, uygulanan geometrik ve elektronik büyütme, kullanılan odağın boyutu ve tüp voltajı, uygulanan kolimasyon, seçilen doz modları ve filtreler olarak sıralanabilir. Optimum görüntü kalitesinin, minimum hasta ve çalışan dozunda elde edilmesini sağlamak amacıyla sistemin performansının etkin olarak ölçülmesi gereklidir. Bu amaçla kantitatif ve kalitatif yöntemler kullanılmaktadır. Kalitatif yöntemler, özel tasarlanmış fantomlar ile kolayca gerçekleştirilebilir, ancak sonuçlar tamamen gözlemciye bağlıdır. Kantitatif ölçüm yöntemleri ise daha karmaşık olmakla beraber sistem performansı hakkında nümerik sonuçlar verirler. Bu da farklı sistemlerin daha kolay karşılaştırılmasına olanak tanır. Sayısal sistemlerin performans değerlendirilmesinde, Modülasyon Transfer Fonksiyonu (MTF) ve Gürültü Dağılım Spektrumu (NPS) sistemin uzaysal ayırma gücü ve gürültü spektrumunu frekans uzayında verirler.

Bu çalışma, bir X – ışını floroskopi sisteminde uzaysal ayırma gücü, düşük kontrast ayırma gücü, kontrast ayrıntı testleri görsel ve nümerik olarak değerlendirilmiştir. Aynı anda hasta giriş dozları ve görüntü güçlendirici giriş dozları da ölçülerek görüntü kalitesi – doz değişimi arasındaki ilişki incelenmiştir. Söz konusu olan ölçümler tüm ışınlama modları, odak boyutları, elektronik büyütme modları, ayrıca bazı geometrik büyütme oranları ve saçıcı ortamlar içinde gerçekleştirilmiştir.

2. KURAMSAL TEMELLER

2.1 Floroskopi Sistemi

Floroskopi uygulamalarında konvansiyonel radyolojide olduğu gibi statik görüntü değil, sürekli görüntü elde edilerek dinamik fonksiyonlar gözlenir. Görüntü gözle izlenebildiği gibi film üzerine kayıt edilebilir yada bir TV kamera yardımıyla monitöre aktarılabilir. Birçok sistem bir görüntü güçlendiriciyi x – ışın detektörü gibi kullanır. Floroskopi sistemleri bilgisayar donanımlarının eklenmesiyle sayısal görüntü elde edebilecek özelliklere sahip olmuşlardır. X – ışın floroskopi sistemleri oldukça benzerlerdir ve TV kameraları yada CCD (Charge Coupled Devices) kameralar sıkça kullanılır. Kameradan gelen video sinyali logaritmik yükseltece gelir, daha sonra Analog-Sayısal Dönüştürücüde (ADC-Analog-Digital Converter) sayısallaştırılır ve bilgisayardaki görüntü hafızasına gönderilir. Gönderilen görüntü veya görüntülere daha sonra bir pencere fonksiyonu uygulanır ve belirli bir gri skala seviyesine ayarlanır. En son olarak Sayısal – Analog Dönüştürücü (DAC- Digital-Analog Converter) tarafından video sinyaline çevirilir ve sonuçta monitöre yollanır. Sayısal Çıkarma Anjiografi (DSA (Digital Subtraction Angiography)) işleminde ise görüntü ADC'de sayısallaştırıldıktan sonra iki görüntü hafızasından birine gönderilir. Bu görüntü kontrast madde enjeksiyonu öncesi alınan maske görüntüdür ve alınan sonraki görüntülerin tümü diğer hafızaya gönderilerek her gelen görüntünün bir öncekinin yerini alması sağlanır. Maske görüntüsü daha sonra diğer hafızadaki her görüntüden çıkarılır ve bu sayede sadece farkı içeren görüntü serisi elde edilmiş olur (Anonymous 1985).



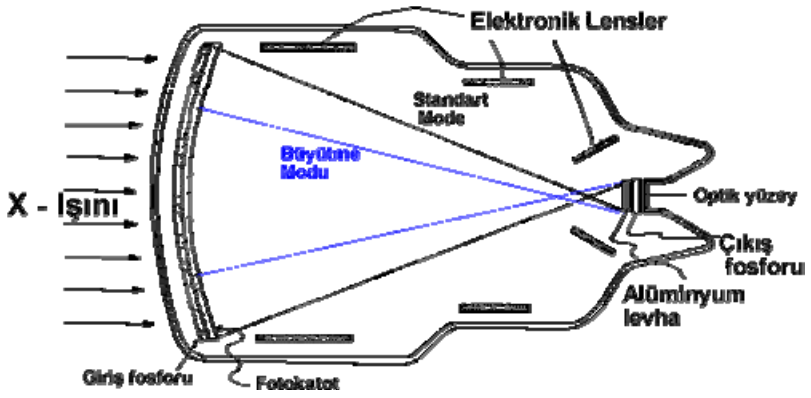
Şekil 2.1 DSA sisteminin genel şeması

2.1.1 X-ışın jeneratörü ve tüpü

Floroskopik incelemelerde kullanılan x-ışın tüp ve jeneratörleri, konvansiyonel uygulamalarda kullanılanlardan çok daha yüksek x-ışın verimi sağlarlar ve ısı kapasiteleri daha fazladır. Jeneratörler, çoklu atım yada yüksek frekans jeneratörleridir. X-ışın tüp potansiyelleri genelde 50 kVp'den başlayarak 125 kVp'ye kadar çıkmaktadır. Anot boyutları büyük olup, yüksek ısı iletkenliği ve dönme hızına sahiptirler (10000 rpm civarında). Sistemler genelde iki veya üç farklı odak nokta boyutuna sahiptirler, bunlar sırasıyla 0.3, 0.6 ve 1 mm. dir.

2.1.2 Görüntü güçlendirici

Hastadan geçen X–ışınları giriş fosforunda ışık fotonlarına dönüştürülür, bu ışık fotonları ise fotokatota çarparak elektron salınmasına neden olurlar. Elektronlar, anota uygulanan yüksek gerilimle çıkış fosforuna doğru hızlandırılırlar ve bu arada elektron lens sistemiyle bu fosfor üzerindeki ince bir noktaya odaklanırlar. Çıkış fosforuna çarpan elektronlar burada ışık görüntüsü oluştururlar. Girişteki görüntünün tersi ve küçüğü elde edilir. Odaklamanın kusursuz olması için her fotoelektronun tüp içinde aynı mesafeyi kat etmesi gerekir, bunun içinde giriş fosforu eğimli yapılır. Çıkış fosforu önündeki alüminyum levha, çıkış fosforundaki ışığın geriye doğru kaçıp fotokatotu aktive etmesini önler (Şekil 2.2).



Şekil 2.2 Görüntü güçlendirici

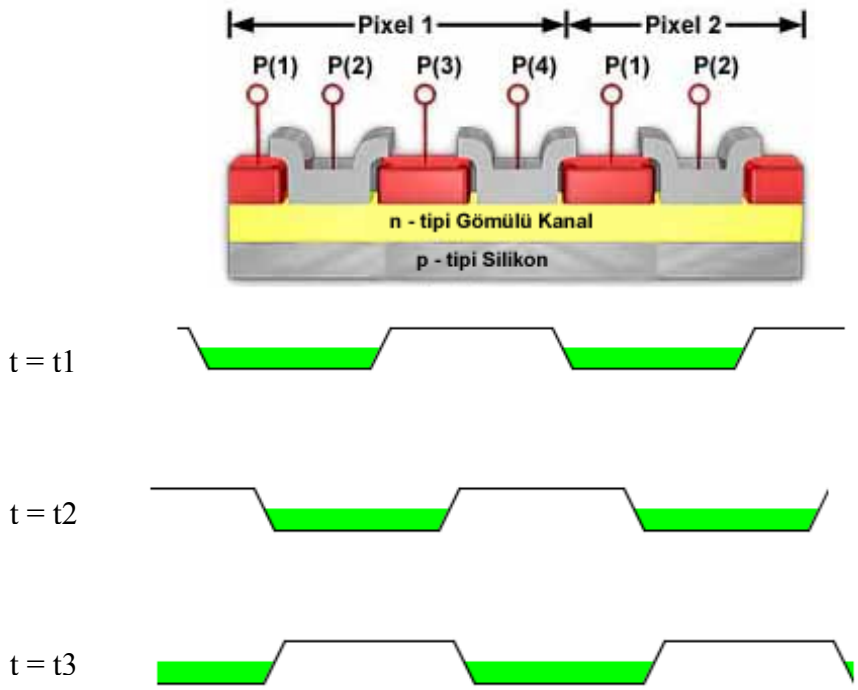
Elektronik lenslere uygulanan voltajın değiştirilmesiyle, elektron demetinin tüp içindeki odak noktası kaydırılarak, görüntü güçlendiricide farklı büyüklükte alan boyutları (FOV– Field of Interest) kullanılabilir. Odaklama lenslerine uygulanan gerilim arttırıldıkça, elektron demeti daha ön kısımda odaklanır. Böylece çıkış fosforu üzerine, giriş fosforundaki görüntünün belirli bir kısmı iletilir ve görüntü büyütülür. Aslında giriş fosforundaki görüntü daha az küçültülerek çıkış fosforuna iletildiği için görüntü büyütülmüş gibi algılanır. Bu işlem ile uzaysal ayırma gücü artar fakat oluşan elektronların daha azının çıkış fosforunda kullanılmasından dolayı görüntünün parlaklığı azalır. X-ışınlarının hastada soğurulması da görüntü güçlendiricinin parlaklığına etki eden faktörlerden olup sistem bu eksikliği ışınlama parametrelerini (kVp, mA, atım süresi veya genliği vb.) yükselterek ortadan kaldırmaya çalışır ve dolayısıyla hasta dozunda artışa neden olur.

2.1.3 Kameralar

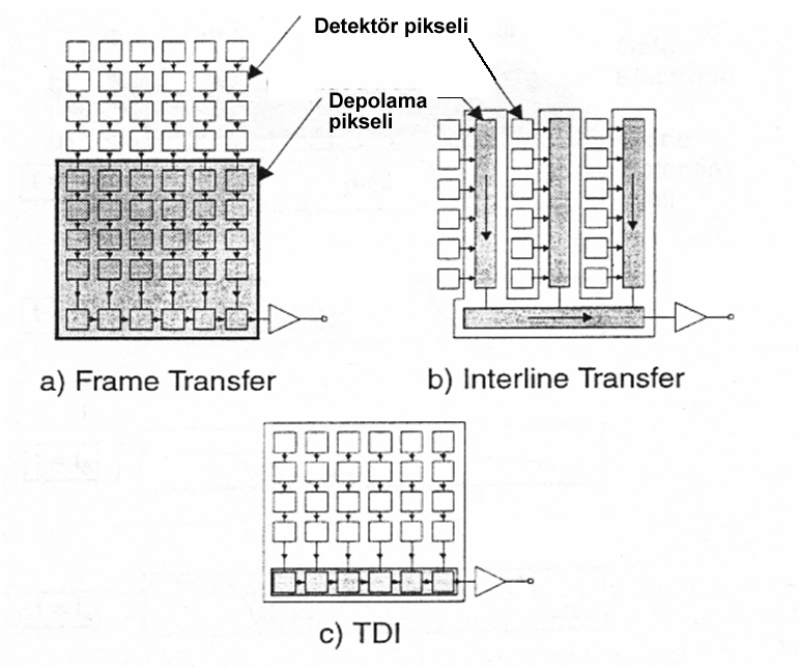
Televizyon kameraları optik sistem yardımıyla görüntü güçlendiricinin çıkış fosforundaki ışık görüntüsünü algılayarak video sinyaline çevirirler, bu sinyaller daha sonra monitörde gri tonlarda yada renkli olarak izlenir. Görüntüleme sisteminde iki tip kamera kullanılmaktadır. Bunlar vidicon ve yüke bağlı sistemlerdir (CCD – Charge Coupled Devices). Günümüzde neredeyse tüm sistemlerde CCD kameralar kullanılmaktadır.

CCD kameralar ışık fotonlarını elektrik yüküne dönüştüren, ışığa duyarlı yarı iletken temelli bir kapasitör gibi düşünülebilir. Bir CCD'nin yüklenmesi yani bilgi depolaması, fotonların yarı iletken maddeye çarpması ve elektronları yerinden sökmesiyle olur. Cihaza daha fazla foton düştükçe, daha çok elektron serbest kalır, böylece ışık yoğunluğuyla orantılı bir şekilde yükleme gerçekleşir. Koparılan elektronlar, yarı iletken üzerindeki elektrotlara uygulanan gerilimle oluşturulan potansiyel kuyularında (yada hücrelerde) depolanır. Hücrelerde biriken yüklerin sayılması için taşıma işlemi elektrotlara uygulanan gerilimin sırayla değiştirilmesiyle gerçekleştirilir (http://astroa.physics.metu.edu.tr/~umk/ccd_wshop_umk/ccd1.html).

Bir CCD kameranın yapısı ve topladığı bilgileri aktarma yöntemleri şekil 2.3 - 2.4 ‘de gösterilmektedir.



Şekil 2.3 CCD kameranın yapısı görüntü iletim biçimi

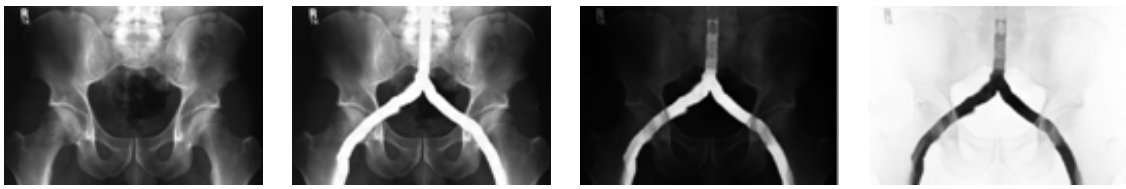


Şekil 2.4 CCD kameraların bilgi transfer yöntemleri

2.2 Görüntülerin Elde Edilmesi

Floroskopik ve radyografik olmak üzere iki tip görüntüleme tekniği vardır. Floroskopik çalışma, sürekli X–ışını veya puls modunda ve düşük tüp akımıyla (0.5 – 5 mA) gerçekleştirilir. Sürekli ışınlama modunda, sabit genlikte ve devamlı x-ışını uygulanarak görüntü elde edilir. Atım modunda ise yine sabit genlikte fakat x-ışını atımlarının seri şekilde gönderilmesiyle görüntüler toplanır. Bu pulslar, saniyede 30 - 15 veya 7,5 defa olacak şekilde gönderilebilir. Elde edilen görüntüler monitörde dinamik olarak izlenebilir. Radyografik görüntülemede ise belirli bir süre boyunca belli aralıklarla statik görüntüler alınır. Radyografik görüntüleme esnasında alınan görüntüler, sayısal çıkarma (Digital Subtraction Angiography, DSA) yapılarak veya yapılmadan (Digital Acqusition, DA) elde edilebilir. Bilgisayarlar analog görüntüleri sayısal hale getirerek hafızalarında saklarlar.

DSA, elde edilen görüntülerde işe yaramayan bilgilerin ortadan kaldırılması için matematiksel olarak çıkarılmış resimlerin kullanıldığı bir yöntemdir. Bu yöntemde öncelikle, kontrast madde bilgisi içermeyen fakat kemik ve yumuşak doku bilgisi içeren bir maske resmi elde edilir ve bilgisayar tarafından kaydedilir. Daha sonra damarlara kontrast madde (iyot v.b.) enjekte edilirken ardışık görüntüler toplanır. Bu ardışık resimler maske görüntüden çıkarılır. Sonuç olarak görüntüler sadece maskede mevcut olmayan bilgiler içerecektir ve bu bilgiler kontrast maddenin damarda ilerleyişi hakkında bilgi verir. Elde edilen görüntüler sadece damarları göstermekte ve diğer anatomik detaylar çıkarma prosedürü tarafından engellenerek görüntüden kaldırılmaktadır (Anonymous 1985).



a) b) c) d)

Şekil 2.5.a. Maske görüntüsü ,b.Kontrast madde enjekte edildikten sonraki görüntü, c.Çıkarılmış görüntü ,d. Çıkarılmış görüntünün tersi

2.2.1 Sayısal çıkarma anjiografisinde görüntünün logaritmik işlenmesi

Görüntü elde edilmede kullanılan X–ışınının tek enerjili ve saçılan radyasyon oluşmadığını varsayarsak, görüntüdeki belirli bir noktadaki radyasyon şiddeti,

$$I_L = I_M . e^{(-\mu_C . q_c . d_c)} \tag{2.1}$$

denklemi ile verilmektedir. I_M aynı noktada maske görüntüdeki yoğunluk, μ_c kütle soğurma katsayısı, q_c konsantrasyon, d_c kalınlığı vermektedir. Eğer I_L, I_M'den doğrudan çıkarılırsa ve I_D çıkarılmış yoğunluk ise,

$$I_D = I_M - I_L = I_M \left(1 - e^{(-\mu_c . q_c . d_c)}\right) \tag{2.2}$$

olarak verilir. Bu çıkarılmış resim hala maske görüntüden bilgiler içermektedir. Bunun sebebi x – ışınları madde içerisinde exponansiyel olarak azalıma uğramasıdır. Çıkarma işlemi buna göre logaritmik olarak yapılırsa,

$$I_{D\log} = \ln I_M - \ln I_L = \ln I_M - \ln I_M + \mu_c . q_c . d_c = \mu_c . q_c . d_c \tag{2.3}$$

Böylece çıkarılmış görüntü çevredeki anatomik bilgilerden bağımsız sadece kontrast madde bağlı bilgileri içerir.

2.3 Görüntü Kalitesi Parametreleri

2.3.1 Kontrast

Kontrastın bozulmasına neden olan faktörler; görüntü güçlendirici giriş fosforundan soğurulamadan geçip çıkış fosforunda soğurulan X–ışınları (Bu fotonlar çıkış fosforundaki parlaklığı, görüntüye bir katkısı olmadığı halde artırılar), çıkış fosforundan geriye kaçan ışık fotonları, ışınlama parametreleri (kVp), filtre, saçılan ışınlar ve görüntülenen objeden kaynaklanan nedenlerdir.

2.3.2 Ayırma gücü

Görüntüleme sisteminin ayırma gücü (birbirine çok yakın objelerin ayrı ayrı görüntülenebilmeleri veya birbirine yakın yoğunluktaki objelerin kontrastının fark edilmesi) her bir elemanının ayırma gücüne dayanır. Bu elemanlar; görüntü güçlendiricinin giriş fosforunun özelliği ve güçlendiricinin çapı, kamera ve optik sistem, kamera kontrol ünitesi ve monitördür (Anonymous 1994). Floroskopik x-ışın sisteminin ayırma gücü yüksek kontrast ve alçak kontrast objeler için ayrı ayrı ölçülür.

2.3.2.1 Yüksek kontrast ayırma gücü

Yüksek kontrast ayırma gücü, odak nokta boyutu, görüntü güçlendirici ve kameranın özelliklerine bağlıdır. Görüntü güçlendiricinin ayırma gücü ise giriş, çıkış fosforları ve elektron optiğinin (elektronik büyütme yeteneği) özelliklerine bağlıdır. Kameranın ayırma gücü tarama çizgilerinin sayısına (CCD kameralar için piksel sayısı ve piksel büyüklüğüne)ve televizyon sisteminin bant genişliğine bağlıdır.

2.3.2.2 Alçak kontrast ayırma gücü

Alçak kontrast ayırma gücünü etkileyen en önemli parametre saçılan radyasyondur. Obje kontrastının sistem gürültü sınırına yaklaşması ile alçak kontrast yapıya sahip objelerin görüntüde ayırt edilebilmeleri zorlaşır.

2.3.3 Gürültü

Görüntü güçlendiricinin giriş fosforunda soğurulan X-ışın foton sayısı, sistemin verdiği görüntünün istatistiksel kalitesini belirler. Gürültü, özellikle küçük sinyal farklılıklarının algılanmasında sorun yaratır. Gürültünün iki kaynağı vardır. İlki, görüntü güçlendiricinin giriş fosforunda soğurulan X-ışın foton sayısına bağlı olan kuantum gürültüsüdür. Diğeri ise video kamera elektroniğinin verdiği elektronik gürültüdür. Sayısal görüntünün oluşturulmasında tercih edilen matris ve piksel boyutu, gürültünün

görüntü üzerindeki etkisinde önemli rol oynamaktadır. Daha büyük piksel boyutu seçimi daha az gürültü fakat daha az uzaysal ayırma gücü sağlar.

2.3.4 Bulanıklık

Görüntü güçlendiricinin giriş ve çıkış fosforlarında ışığın dağılması görüntü bulanıklığının en önemli kaynağıdır. Genelde çıkış ekranındaki bulanıklık, girişe göre daha azdır. Bir çok görüntü güçlendiricide görüntünün küçültülmesi bulanıklık miktarını artırmaktadır. Bu nedenle giriş ekranının boyutu ile bulanıklık artış gösterir. Genelde bulanıklık, ekranın merkezinde en az, kenarlarında ise daha fazladır.

2.3.5 Çıkarma kusurları

Eğer maske görüntü alındıktan sonra yada çıkarma işleminde kullanılacak görüntüler elde edilirken kemik, hava, veya metal gibi yüksek kontrastlı nesnelerin konumu değişirse, maske ve kontrast madde içeren görüntü arasında büyük bir fark olarak görüneceğinden, damarsal yapının görünebilirliğini azalır. Bu konum değişikliği hasta, x-ışın tüpü veya görüntü güçlendirici hareketinden kaynaklıdır. Hareketten kaynaklı bu kusurlar maske değiştirme (remasking) işlemi ile azaltılabilir. Bu teknikte hareket meydana geldikten sonraki görüntülerden biri yeni maske olarak alınır ve sonraki gelen görüntüler bu resimden çıkarılır.

Kusurların ortadan kaldırılmasında ikinci yöntem ise yeniden konumlandırmadır (pixel shift). Maske görüntü diğer görüntü üzerinde hareket ettirilerek kusur azaltılmaya çalışılır. Hareketin büyüklüğü, piksel boyutunun belirli bir kesiri kadardır. Bu yöntem mükemmel bir çıkarma işlemi sağlamaz, ancak ilgi alanı içindeki bir damarın görünürlüğünde iyileşme sağlayabilir.

2.4 Görsel Görüntü Kalitesi Testleri

2.4.1 Yüksek kontrast ayırma gücü testi

Testin amacı, sistemin yüksek obje kontrastına sahip objeleri ayırt edebilme gücünün belirlenmesidir.

Test objesi (Hüttner yüksek kontrast test objesi), 100 µm kalınlığına sahip kurşun plaka üzerinde, uzaysal frekansları 0.5 çç/mm'den 5.0 çç/mm'ye kadar değişen, her biri 4½ çç'ne sahip 21 'kare-dalga' deseninden oluşmaktadır. Obje, hiçbir filtre olmadan düşük kVp'de (40-60 kVp) kullanıldığında %100'e en yakın kontrastı verecek şekilde tasarlanmıştır (Leeds Test Objects 2000). Şekil 2.6'da test fantomuna ait görüntü ve desenlere ait uzaysal frekans değerleri görülmektedir.

a) b)

Şekil 2.6.a.Yüksek kontrast ayırma gücü test fantomu görüntüsü, b.Fantom üzerindeki desenlere ait uzaysal ayırma gücü değerleri

Sonuçlar, görüntülerin GG ve monitörden elde edilmesine göre çizelge 2.1'deki kabul değerlerine göre irdelenebilir.

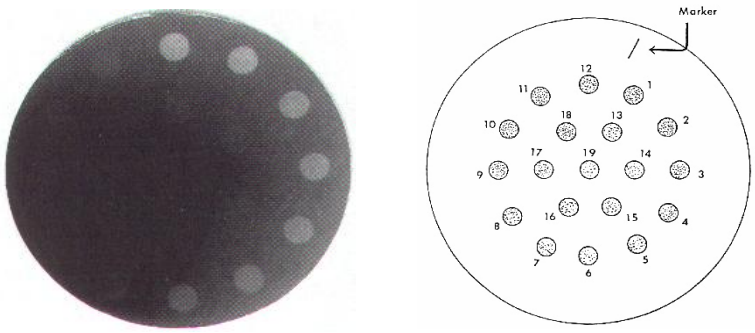
Çizelge 2.1 Yüksek kontrast ayırma gücü için tavsiye edilen sınırlar (Anonymous1994)

SINIR DEĞER TABLOSU	
GG çapı (cm)	**Ayırma Gücü (çç/mm)**
36	0.9-1.0
30	1.12
23	1.2
15	1.6

2.4.2 Alçak kontrast ayırma gücü testi

Testin amacı, sistem ayırma gücü sınırının üzerinde büyük boyuttaki ancak düşük kontrasttaki objeleri ayırma gücünün belirlenmesidir.

Test objesi, sistemin kontrast hassasiyetini veren değerin ölçülmesinde kullanılır. Ayrıca nesne dolaylı olarak geometri, monitörün parlaklığı ve kontrast ayarlarının değerlendirilmesine olanak tanır (Vano *et al.* 2005). Test objesi 11.1 mm çaplı, kontrastları 0.123 ile 0.22 arasında değişen disklerden oluşmuştur (Anonymous 2000). Şekil 2.7'de alçak kontrast ayırma gücü test fantomu görüntüsü ve fantom yapısındaki disklerin yer ve numaraları görülmektedir.



a) b)

Şekil 2.7.a.Alçak kontrast ayırma gücü test fantomu görüntüsü, b.Fantom yapısındaki disklerin yer ve numaraları

Çizelge 2.2 Alçak kontrast ayırma gücü test objesi kontrast tablosu (Leeds Test Objects 2000)

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		

0.3 – 1.0 μGy / sn hava kerma değerlerinde % 4 kontrast sağlanmalıdır. 260 nGy / sn' de iyi bir sistem % 3'den kötü olmamalıdır (11 detay) (Anonymous 2000).

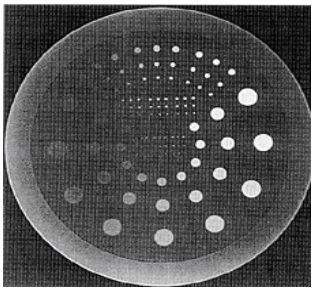
Çizelge 2.3 Alçak kontrast ayırma gücü testi kabul sınırları (Anonymous 1994)

SINIR DEĞER TABLOSU	
GG çapı (cm)	**Kontrast**
36	4.00%
30	3.50%
23	2.70%
15	1.90%

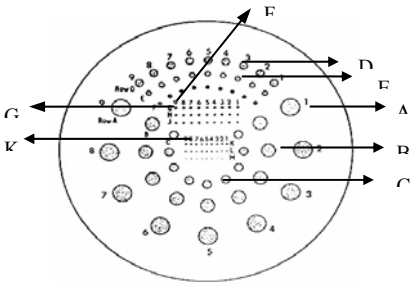
2.4.3 Kontrast ayrıntı testi

Sistemin bir grup farklı boyut ve obje kontrastındaki yapılara olan cevabının belirlenmesi amaçlanmaktadır.

Test objesi, sistemin bir grup farklı kontrast ve büyüklükteki yapıları ayırma gücünü test etmek için tasarlanmıştır. Test objesi, 0.25 mm'den 11.1 mm'e kadar değişen çaplarda, farklı kalınlığa sahip çeşitli maddelerden yapılmış disklerden oluşmaktadır. Test, belirli demet kalitesi (70kVp) ve belirli ışınlama hızı (261 $nGy.s^{-1}$, 30 $\mu R.s^{-1}$) kullanılarak yapılmalıdır (Anonymous 2000). Bu fantom sadece floroskopi ölçümleri için değil diğer ışınlama modları içinde kullanılabilir (Evans *et al.* 2004). Şekil 2.8'de kontrast - ayrıntı test fantomunun görüntüsü ve ayrıntılarının sırası görülmektedir.



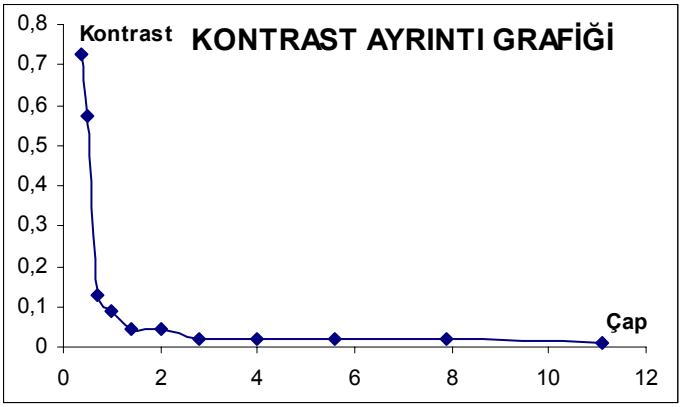
a)



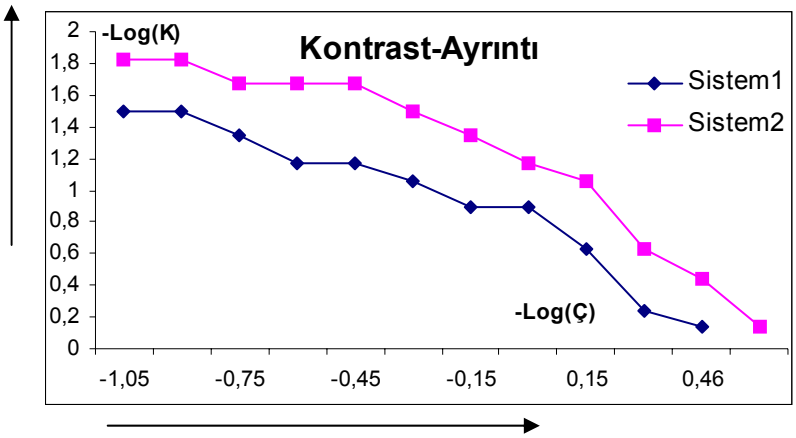
b)

Şekil 2.8.a.Kontrast - ayrıntı test fantomu görüntüsü, b.Ayrıntılarının sırası

Eğer -log (Kontrast) [-log(K)], -log (Çap)'a [-log(Ç)] karşı çizdirilirse, bir sistemin performansının tam bir göstergesi olarak bilinen kontrast ayrıntı diyagramı ortaya çıkar (Anonymous 2000).



Şekil 2.9 Örnek kontrast - çap grafiği



Şekil 2.10 Örnek [–log(K)] – [–log(Ç)] grafiği

[–log(K)] – [–log(Ç)] grafiğinde, kontrast – ayrıntı performansı incelenirken dikkat edilmesi gereken noktalar şunlardır. –log(Ç) ekseni boyunca, ok yönünde çap küçülmektedir. –log(K) ekseni boyunca, ok yönünde obje kontrastı azalmaktadır. İki sistem için kontrast – ayrıntı performansları Şekil 2.10'da verilmiştir. Bu durumda sistem2'nin sistem1'e göre, aynı çapta fakat daha düşük kontrast yapıdaki ayrıntıları ayırabildiği görülmektedir.

Çizelge 2.4 Kontrast-ayrıntı test objesine ait çap ve ayrıntı numarası tablosu (Leeds Test Objects 2000)

		Ayrıntı Numarası								
		I---Yüksek Kontrast----------Düşük Kontrast---I								
Sıra	**Çap(mm)**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**
A	**11.1**	0.067	0.045	0.032	0.021	0.015	0.011	0.008	0.060	0.040
B	**7.9**	0.067	0.045	0.032	0.021	0.015	0.011	0.008	0.060	0.040
C	**5.6**	0.067	0.045	0.032	0.021	0.015	0.011	0.008	0.060	0.040
D	**4**	0.128	0.087	0.067	0.045	0.032	0.021	0.015	0.011	0.008
E	**2.8**	0.128	0.087	0.067	0.045	0.032	0.021	0.015	0.011	0.008
F	**2**	0.128	0.087	0.067	0.045	0.032	0.021	0.015	0.011	0.008
G	**1.4**	0.238	0.167	0.128	0.087	0.067	0.045	0.032	0.021	0.015
H	**1**	0.238	0.167	0.128	0.087	0.067	0.045	0.032	0.021	0.015
J	**0.7**	0.238	0.167	0.128	0.087	0.067	0.045	0.032	0.021	0.015
K	**0.5**	0.954	0.726	0.573	0.360	0.238	0.167	0.128	0.087	0.067
L	**0.35**	0.954	0.726	0.573	0.360	0.238	0.167	0.128	0.087	0.067
M	**0.25**	0.954	0.726	0.573	0.360	0.238	0.167	0.128	0.087	0.067

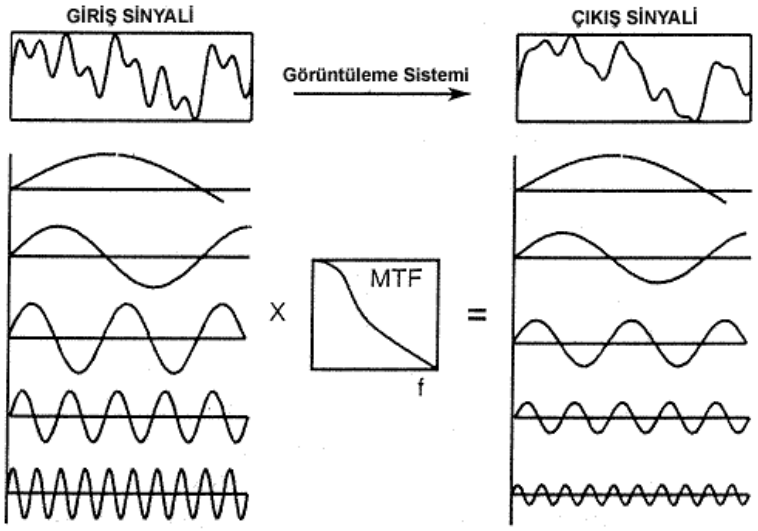
2.5 Matematiksel Görüntü Kalitesi Testleri

Sayısal görüntülemede görüntü kalitesinin analizi, görüntüleme sisteminin uzaysal ayırma gücünü tanımlayan modülasyon transfer fonksiyonu (MTF) ve sistemin frekansa bağlı gürültü boyutunu ifade eden gürültü dağılım spektrumunun (NPS) ölçülmesiyle elde edilebilir (Anonymous 2003).

2.5.1 Modülasyon transfer fonksiyonu

Bir görüntüleme dedektörünün veya görüntüleme sisteminin keskinliği ve uzaysal ayırma gücü en iyi MTF ile ifade edilebilir. MTF, bir görüntüleme dedektörünün çeşitli uzaysal frekanslarda, obje kontrastından görüntü kontrastını üretebilme yeteneğidir. Fourier teoremi, giriş sinyalinin, farklı frekanstaki sinüs ve kosinüs fonksiyonlarının toplamı olarak ifade edilir. Böylece bu fonksiyonlar, orijinal giriş fonksiyonunun uzaysal frekans bileşenleri olarak düşünülebilir. Radyografi sistemleri düşük frekanslı ve uzun dalga boylu sinyalleri çıkışa daha doğru bir şekilde iletirken, yüksek frekanslı sinyalleri genlikleri azalmış bir şekilde iletir (Şekil 2.11). Sistemin bu karakteristiği görüntü detay ve keskinliğinin kaybolmasının başlıca nedenidir. Kısaca MTF, giriş-çıkış

sinyal oranlarının uzaysal frekanslarının bir fonksiyonu olarak grafiğidir. Daha yüksek MTF değeri, bir görüntüdeki keskinliğin ve ayırma gücünün daha iyi olması demektir (Samei 2003).



Şekil 2.11 Bir görüntüleme sisteminin farklı frekanslardaki giriş sinyallerini çıkışa iletme yeteneği

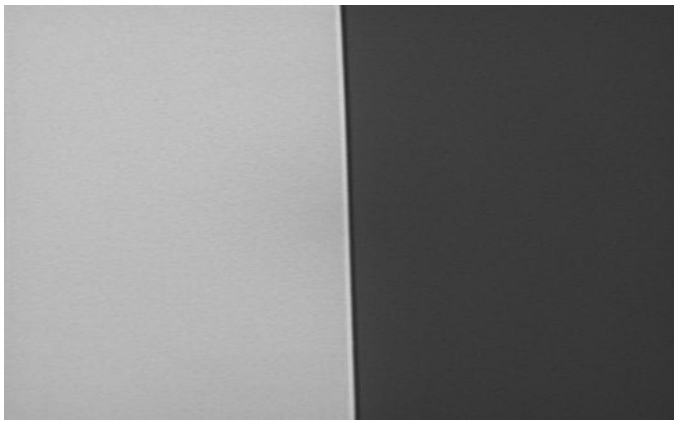
Sistemin ayırma gücünün ölçümü için çeşitli metotlar geliştirilmiştir. Bunlar arasında en çok kullanılanlar yarık fantomu görüntüsü metodu, kenar görüntüleme metodu ve çizgi desen fantomu metodudur (Fujita *et al.* 1985, Fujita *et al.* 1992, Dobbins III *et al.* 1995).

Matematiksel olarak MTF, bir detektöre gönderilen sonsuz keskinlikteki bir sinyale (delta fonksiyonu) detektörün verdiği yanıttır. Tek boyutlu MTF ise çok dar yarık ya da kenar metodunun kullanılması ile bulunabilir.

$$MTF(f_x) = FT\{lsf(x\} = FT\left\{\frac{d}{dx}\left[esf(x)\right]\right\} \tag{2.4}$$

bağıntısı ile bulunur. Burada $lsf(x) = \int_{-\infty}^{+\infty} psf(x,y)dy$ çizgisel dağılım fonksiyonu ve noktasal dağılım fonksiyonunun bir boyuttaki integralidir $esf(x)$ ise kenar dağılım fonksiyonudur (Williams *et al.* 1999). Çizgisel dağılım fonksiyonu, görüntüleme

sistemi dedektörüne hafif açılandırılmış (kusursuz bir açılandırma gerekli değildir, çünkü sonuç açı farklılığından çok etkilenmez) ince bir yarığın görüntüsünden direkt olarak ya da kurşun (tungsten, bakır) levhanın görüntüsünden kenar dağılım fonksiyonunun belirlenmesi aracılığıyla dolaylı yoldan elde edilebilir(Semai et al 1998). Sayısal sistemlerde dedektörün yanıtı piksellerin şekline ve konumuna bağlıdır. Bu sınırlamanın çözümü için ince örneklendirilmiş MTF kavramı ortaya atılmıştır. Levhanın, anot-katot eksenine hafif açılandırılmasının sebebi ince örneklenmiş kenar ya da çizgisel dağılım fonksiyonunun ve dolayısıyla ince örneklenmiş MTF'in elde edilmesidir. İnce örnekleme yapılmadan ölçülen MTF piksel boyutu ile sınırlıdır (Nyquist frekansı). İnce örnekleme yapılarak (piksel boyutunun küçülmesi) Nyquist frekansı üzerinde sistemin davranışı elde edilebilir. Modülasyon transfer fonksiyonu, frekans uzayında örneklenirken, örnekleme sıklığı $\Delta f_x = \frac{1}{N_x \Delta x}$ ile belirlenir. Burada N, kenar dağılım fonksiyonunun yada çizgisel dağılım fonksiyonunun belirlenmesinde kullanılan piksel sayısı ve Δx ise x-ekseni yönündeki mm cinsinden piksel boyutudur. Görüntüleme sisteminin ayırma gücünün doğrulukla ölçülebildiği sınır frekans Nyquist frekansı olarak adlandırılır ve $f_{Nyquist} = \frac{1}{2\Delta x}$ ile verilir.



Şekil 2.12 Kenar değerlendirme yönteminde kullanılan tungsten bir levhanın görüntüsü

2.5.2 Gürültü dağılım spektrumu

Radyografik görüntülerde gürültü, gerekli bilgi içermeyen ve bu nedenle istenmeyen görüntü detaylarıdır. Homojen bir görüntüde X–ışın demetindeki kuantum gürültüsünden ve görüntüleme sisteminin dedektör, fosfor yapısı gibi elemanlarından kaynaklanan piksel değerlerindeki farklılıktır. Gürültü basit anlamda, pikseller arasındaki bu değer farklılıklarının karekök ortalaması (piksel değerlerinin standart sapması) olup, sinyal değerlerine bağlı görüntüdeki dalgalanmaların büyüklüğünden bahseder (Giger *et al* 1986, Marshall *et al* 1995). Standart sapma veya varyans olarak adlandırılsa da, radyografik gürültü en iyi NPS ile tanımlanır. NPS, bir görüntüdeki gürültü varyansının, frekans uzayındaki değişimini gösteren fonksiyondur. Homojen ışınlama sonucu elde edilen radyografik görüntü daha küçük ilgili alanlara bölünerek sayısal hale getirilir ve her bir bölgenin iki boyutlu gürültü dağılım spektrumu, frekans uzayında iki boyutlu fourier dönüşümü ile elde edilir. Gürültü dağılım spektrumu bu ilgili bölgelerden elde edilen gürültü dağılım spektrumlarının ortalamasıdır. İki boyutlu gürültü dağılım spektrumu,

$$NPS\left(f_x, f_y\right) = \frac{\left\langle \left| FT\left\{\delta_s\left(x_i, y_j\right)\right\}\right|^2 \right\rangle}{N_x N_y} \Delta_x \Delta_y \tag{2.5}$$

bağıntısı ile verilir. (Dobbins III *et al* 1995, Williams et 1999, Bath 2003). Burada $\delta_s\left(x_i, y_j\right)$, $\delta_s\left(x_i, y_j\right) = \left[I\left(x_i, y_j\right) - S\left(x_i, y_j\right)\right]$ olarak verilmiştir. $I\left(x_i, y_j\right)$, sayısal hale getirilen gerçek görüntünün x_i, y_j noktasındaki pikselinin sayısal olarak değeri ve $S\left(x_i, y_j\right)$, görüntüdeki düşük frekanslı yada homojen olmayan gürültünün (heel etkisi gibi.) gerçek görüntüden kaldırılması için görüntüye uygulanan iki boyutlu alçak frekans geçirgen filtrenin x_i, y_j noktasındaki değeri yada sayısal görüntünün ortlama değeridir. N_x, N_y görüntünün yatay ve dikey yöndeki piksel sayısıdır. Δ_x, Δ_y ise yatay ve dikey yönde piksel boyutunu ifade etmektedir. M, gürültü dağılım spektrumunun kaç tane ilgili alan üzerinden hesaplanıp ortalandığını göstermektedir. Bu tanımlama,

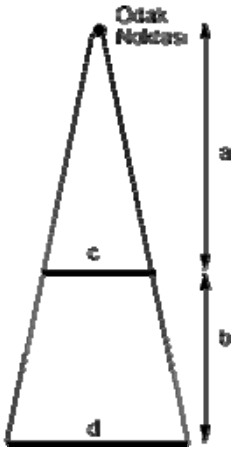
NPS'in integralinin, toplam gürültü varyansına eşit olduğu tanımlamasını da içermektedir (Flynn *et al.* 1999). Gürültü dağılım spektrumu frekans uzayında örneklenirken, örnekleme sıklığı modülasyon transfer fonksiyonunda olduğu gibi $\Delta f_x = \frac{1}{N_x \Delta x}$ ile verilir.

2.6 Geometrik Büyütmenin Etkisi

Görüntülemede işlemi sırasında obje ile görüntü güçlendirici arasında belirli bir mesafe olduğu için görüntü boyutu obje boyutundan büyüktür, bu büyümenin derecesine ise Büyütme Faktörü (BF)denir.

$$\mathrm{BF} = \frac{\text{Görüntü boyutu}}{\text{Obje boyutu}} \qquad (2.6)$$

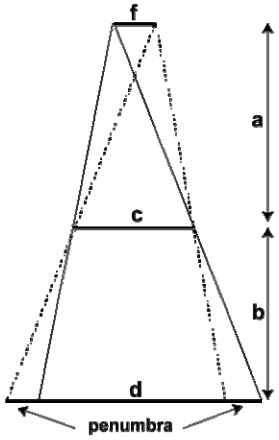
Klinik uygulamalarda obje boyutunun genelde ölçülmesi mümkün değildir, ancak odak-görüntü güçlendirici ve odak-obje uzaklıklarının ölçülebilmesiyle teorik olarak hesaplanabilir. Eğer odak noktasının sonsuz küçük olduğunu varsayarsak,



Şekil 2.13 Geometrik büyütme faktörünün teorik hesabı

$$\mathrm{BF} = \frac{d}{c} = \frac{(a+b)}{a} \qquad (2.7)$$

Burada d görüntü boyutu, c obje boyutu, a odak-obje uzaklığı, b obje-görüntü güçlendirici uzaklığıdır. Ancak gerçekte odak noktası sonlu bir büyüklüğe sahiptir ve oluşan geometri daha farklıdır. Görüntü biraz daha büyük oluşur ve kenarlar penumbra etkisinden dolayı bulanıklaşır.



Şekil 2.14 Odak noktasının boyutu dahil edildiğinde geometrik büyütme

Bu durumda gerçek büyütme faktörü,

$$BF = \left\{ \frac{(a+b)}{a} + \left[\frac{(a+b)}{a} - 1 \right] \right\} \left(\frac{f}{c} \right) \qquad (2.8)$$

Burada f odak noktasının fiziksel büyüklüğüdür (http://www.e-radiography.net/radtech/u/unsharpness.htm). Tüm DSA sistemleri çok büyük geometrik büyütme yeteneğine sahiptir. Geometrik büyütme, görüntü güçlendirici üzerinde daha geniş bir alanda, hastadaki daha küçük bir alanı görüntüleyerek avantaj sağlar. Bir çok sistemde odak-görüntü güçlendirici mesafesi sabit değildir ve konumları bağımsız olarak değiştirilebilir. Böylece odak hastaya yaklaştırılarak veya görüntü güçlendirici uzaklaştırılarak görüntüler büyütülebilir. Genelde geometrik büyütme küçük boyutlu ve düşük kontrastlı nesnelerin görünebilirliğini arttırır. Fakat yüksek büyütme faktörü ile elde edilen görüntülerde, odak noktasının büyüklüğünden dolayı oluşan yarı gölge etkisi artar ve görüntünün keskinliği azalır. Büyütülmüş görüntüler oluşturabilme yeteneği klinik olarak çok kullanışlıysa da hastanın odak noktasına yaklaştırılmasından dolayı

daha yüksek hasta dozuna sebep olmaktadır. Uzun süreli görüntüleme işlemleri sırasında, hastayı görüntü güçlendiriciye daha yakın, odak noktasından uzak tutularak en az geometrik büyütme uygulanması en iyi seçenektir.

Geometrik büyütmenin etkileri incelenirken, kalite kontrol testlerinde kullanılan test fantomları kullanabilir.

2.7 Saçıcı Ortamların Etkisi

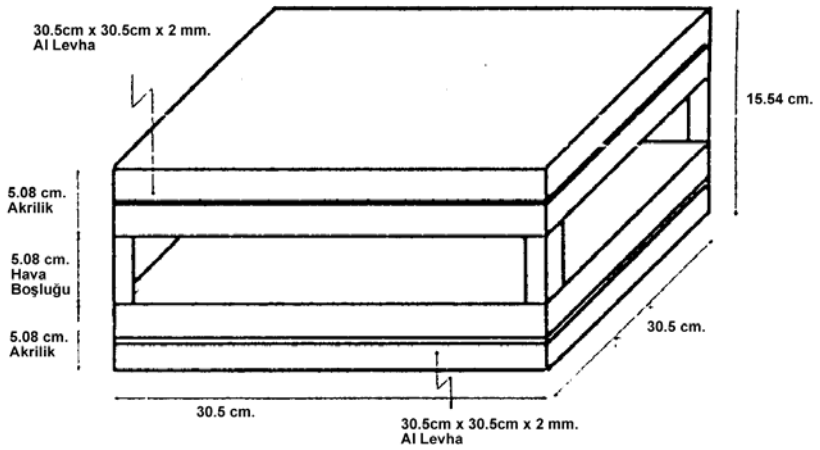
Bir X–ışını demeti insan vücuduna girdiği zaman foton etkileşmelerinin büyük bir kısmı, saçılan radyasyonun nedeni olan Compton etkileşmeleridir. Yolundan sapmamış esas ışınlar görüntüyü oluşturacak bilgigiyi taşırken, saçılmış olan olan ışınlar hiçbir yararlı bilgi taşımayıp görüntü kalitesini bozarlar. Saçılan ışınlar herhangi bir yöne doğru gidebilirler ve saçılan fotonun yönünü önceden tahmin etmek mümkün değildir, ancak gelen fotonun doğrultusunda saçılma olasılığı daha fazladır. X–ışın tüpüne uygulanan kVp, ışınlanan sahanın genişliği ve kalınlığı saçılan ışın miktarını etkileyen önemli faktörlerdir.

Saçılan ışınlar, görüntüdeki gürültü miktarını arttırarak düşük kontrastlı cisimlerin görünebilirliğini azaltır. Bununla birlikte keskinkinliğin de azalmasıyla ayırma gücü düşer ve küçük boyutlu nesnelerin fark edilebilirliğinde azalma olur. DSA sistemleri otomatik parlaklık kontrol sistemlerine sahip olduklarından, odak ile görüntü güçlendirici arasındaki saçıcı ortam kalınlığı arttıkça cilt giriş dozu miktarıda artacaktır. Bu artış, aynı görüntü güçlendirici boyutunda farklı iki kalınlıktaki akrilik için (16 cm. ve 28 cm.) için 10 kattan fazladır (Vano *et al.* 2005).

Bu bölümde American National Standarts Institute (ANSI) tarafından geliştirilmiş, hasta giriş dozunun belirlenmesi için tasarlanmış insan eşdeğeri fantomlar kullanılmıştır.

2.7.1 Göğüs (Chest) fantomu

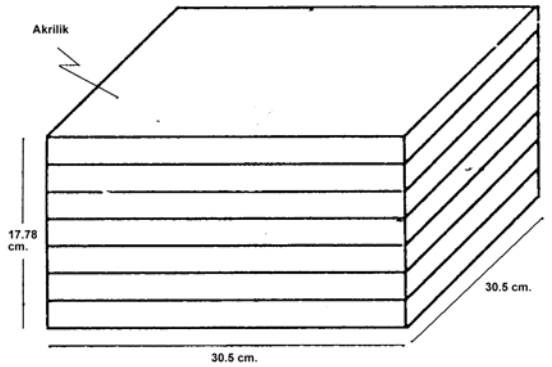
Göğüs fantomu 30.5 cm. x 30. 5 cm x 2.54 cm. ebatlarında akrilik, 3 mm. kalınlığında alüminyum levha ve 5.08 cm. hava boşluğundan oluşmaktadır (Anonymous 1990). Bu katmanların tam dizlişi şekil 2.15'de gösterilmiştir.



Şekil 2.15 Göğüs fantomunun katman dizilişi

2.7.2 Karın (Abdomen) fantomu

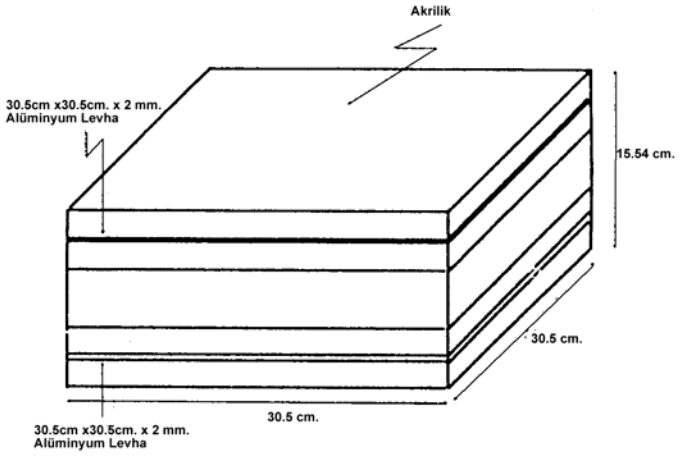
Karın fantomu 30.5 cm. x 30. 5 cm x 2.54 cm. ebatlarında akrilikten oluşmaktadır (Anonymous 1990). Bu katmanların tam dizlişi şekil 2.16'da gösterilmiştir.



Şekil 2.16 Karın fantomunun katmanlarının dizilişi

2.7.3 Baş (Skull) fantomu

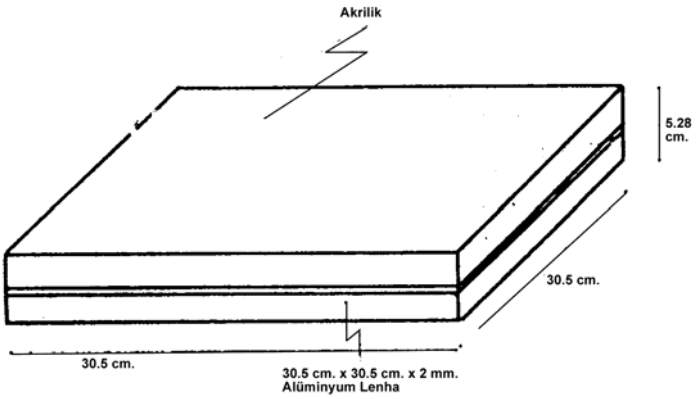
Baş fantomu, göğüs fantomu ile benzer bir dizilime sahiptir. Baş fantomu 30.5 cm. x 30.5 cm x 2.54 cm. ebatlarında akrilik, 3 mm. kalınlığında alüminyum levha ve 5.08 cm. akrilikten oluşmaktadır (Anonymous 1990). Bu katmanların tam dizlişi şekil 2.17'de gösterilmiştir.



Şekil 2.17 Baş fantomunun katmanlarının dizilişi

2.7.4 Ekstremite fantomu

Ekstremite fantomu 30.5 cm x 30.5 cm. x 2.54 cm. boyutlarındaki iki akrilik levha arasına yerleştirilmiş 30.5 cm x 30.5 cm. x 2 mm. ebatlarındaki alüminyum levhadan oluşmaktadır (Anonymous 1990). Bu katmanların tam dizlişi şekil 2.18'de gösterilmiştir.



Şekil 2.18 Ekstremite fantomunun katmanlarının dizilişi

3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1 Araştırmada Kullanılan Görüntüleme Sistemi

Kurulum tarihi:	1998
X-ışın jeneratörü:	Polydoros IS-A Multipulse jeneratör, 50-125 kV (Floroskopi)
	Güç: 1000 mA, 100 kV / 100 kW
X-ışın tüpü:	Megalix CM – 120 GW
	Odak nokta boyutu (mm): 0.3 / 0.6 / 1.0 (15 / 40 / 80 kW)
	Doğal filtrasyon > 2.5 mmAl / 80 kV
	0.1 ve 0.2 mmCu ek filtre
Görüntü güçlendirici:	Siceron 40-4 HDR (40, 28, 20, 14 cm)

3.2 Çalışmalarda Kullanılan Test Cihazları ve Objeleri

İyon odaları:	Radcal 10X- 6, 6cc; Radcal 10X-60, 60cc
kVp ölçme cihazı:	Radcal W (40 – 150 kV)
İyon odası elektrometresi:	Radcal, Model 9010
kVp elektrometresi:	Radcal, Model 4082
Test Objeleri:	Leeds Test Objects for Performance Evaluation of X-ray Image Intensifier Television Fluoroscopy; Hüttner Type 18 (yüksek kontrast ayırma gücü test objesi), LCD4 (alçak kontrast ayırma gücü test objesi), TCD4 (kontrast-ayrıntı test objesi). American National Standarts Institute (ANSI); Hasta eşdeğeri akrilik fantomlar (göğüs, karın, baş ve ekstremite)

3.3 Çalışmalarda Gerçekleştirilen Testler

3.3.1 Yüksek kontrast ayırma gücü

Yüksek kontrast ayırma gücü ölçümünde, Leeds Test Objects Hüttner Type 18 test fantomu kullanılmıştır. Görüntüler bakır filtre eklemeden floroskopik ışınlama modlarında ve ayrıca tüm görüntü güçlendirici büyütme modları kullanılarak ve üç farklı odak boyutunda alınır. Aynı şekilde radyografi modunda ve ayrıca tüm görüntü güçlendirici büyütme modlarında fantom görüntüsü alınır. Elde edilen sonuçlar Çizelge 3.1'de gösterilen yüksek kontrast ayırma gücü kalite kontrol çizelgesine kaydedilir.

Çizelge 3.1 Yüksek kontrast ayırma gücü testi KK çizelgesi

Odak-GG mesafesi:				
Grid:				
GG giriş doz hızı: (µGy/sn)				
Işınlama Tipi	**GG Büyütme Modu**	**mA**	**kVp**	**(çç/mm)**
	Normal			
	Mag 1 ( )			
	Mag 2 ( )			
	Mag 3 ( )			

3.3.2 Alçak kontrast ayırma gücü

Alçak kontrast ayırma gücü ölçümünde, Leeds Test Objects LCD4 gürültü test fantomu kullanılmıştır. Görüntüler, 70 kVp'yi sağlayacak bakır filtre eklenerek floroskopik ışınlama modlarında ve ayrıca tüm görüntü güçlendirici büyütme modları kullanılarak ve üç farklı odak boyutunda alınır. Aynı şekilde radyografi modunda ve ayrıca tüm görüntü güçlendirici büyütme modlarında fantom görüntüsü alınır. Elde edilen sonuçlar Çizelge 3.2'de gösterilen alçak kontrast ayırma gücü kalite kontrol çizelgesine kaydedilir.

Çizelge 3.2 Alçak kontrast ayırma gücü testi KK çizelgesi

Odak-GG mesafesi:				
Grid:				
GG giriş doz hızı: (µGy/sn)				
Işınlama Tipi	**GG Büyütme Modu**	**mA**	**kVp**	**% Kontrast**
	Normal			
	Mag 1 ( )			
	Mag 2 ( )			
	Mag 3 ( )			

3.3.3 Kontrast ayrıntı testi

Kontrast-ayrıntı testinde, Leeds Test Objects TCD4 kontrast-ayrıntı test fantomu kullanılmıştır. Görüntüler, 70 kVp'yi sağlayacak bakır filtre eklenerek floroskopik ışınlama modlarında ve ayrıca tüm görüntü güçlendirici büyütme modları kullanılarak ve üç farklı odak boyutunda alınır. Aynı şekilde radyografi modunda ve ayrıca tüm görüntü güçlendirici büyütme modlarında fantom görüntüsü alınır. Elde edilen sonuçlar Çizelge 3.3'de gösterilen kontrast ayrıntı testi kalite kontrol çizelgesine kaydedilir.

Çizelge 3.3 Kontrast-ayrıntı testi KK çizelgesi

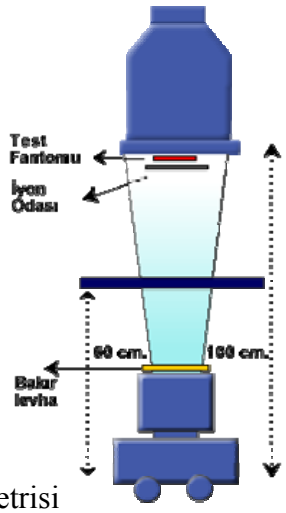
Odak-GG mesafesi:									
Grid:									
GG giriş doz hızı: (µGy/sn)									
Işınlama Tipi	**GG Büyütme Modu**	**%Kontrast**						**mA**	**kVp**
	Normal	A=	B=	C=	D=	E=	F=		
		G=	H=	J=	K=	L=	M=		
	Mag 1 ( )	A=	B=	C=	D=	E=	F=		
		G=	H=	J=	K=	L=	M=		
	Mag 2 ( )	A=	B=	C=	D=	E=	F=		
		G=	H=	J=	K=	L=	M=		
	Mag 3 ( )	A=	B=	C=	D=	E=	F=		
		G=	H=	J=	K=	L=	M=		

3.3.4 Modülasyon transfer fonksiyonunun bulunması

Modülasyon transfer fonksiyonunun bulunmasında kenar yöntemi uygulanmıştır. Ölçümde kullanılan 0,1 mm. kalınlığındaki tungsten levha görüntü güçlendirici girişine ve anot–katot ekseniyle çok küçük açı yapacak şekilde (yaklaşık 5 derece) yerleştirilmiştir. Görüntü elde etme işlemi floroskopi, radyografi modlarında, üç farklı odak boyutunda ve 4 farklı FOV büyüklüğünde (14, 20, 28 ve 40 cm) yapılmıştır. Deney geometrisi şekil 3.1 'de gösterilmektedir.

Elde edilen görüntülerin MTF'i, Imatest 2.0.7 programı ile hesaplanmıştır. Program hesaplama sırasında aşağıdaki algoritmayı kullanmaktadır.

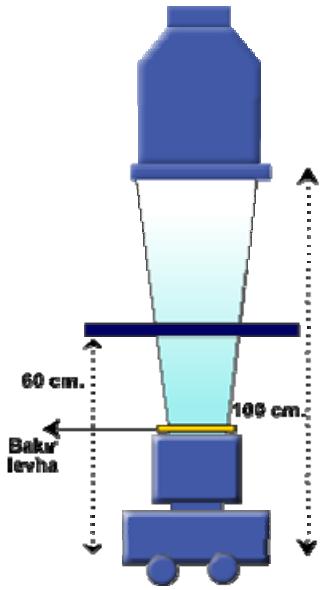
- Bir pikselin boyutu girilir.
- İlgi alanı (ROI) belirlenir.
- Her bir satırda kenar noktasını bulur.
- Bu noktalar yardımıyla kenarın eğimini hesaplar.
- Görüntüye ince örnekleme uygulayarak, ince örneklenmiş kenar dağılım fonksiyonunu elde eder.
- Türevini alarak çizgi dağılım fonksiyonunu bulur.
- Hamming window uygular.
- Son olarak fonksiyona Fourier dönüşümü uygulayarak MTF'i elde eder.



Şekil 3.1 MTF ölçüm geometrisi

3.3.5 Gürültü dağılım spektrumunun bulunması

Gürültü dağılım spektrumunun ölçülmesinde kullanılan deney geometrisi şekil 3.2'de gösterilmektedir. Daha önceki deneylerdeki demet kalitesini elde etmek için aynı FOV ve aynı odak boyutları için, aynı kalınlıklardaki bakır levha x-ışın tüpünün önüne yerleştirilir. Görüntü toplama işlemi floroskopik, radyografik modlarında, üç farklı odak boyutunda ve dört farklı FOV büyüklüğünde yapılır. Işınlama sonucu elde edilen homojen görüntüler resim programı yardımıyla (ImageJ) DICOM formatından Bitmap formatına dönüştürülmüştür. Aynı programla görüntü, 10 tane 128x128 boyutunda parçalara bölünerek metin (text) dosyası olarak kayıt edilir. Bir matematik programı yardımıyla (MATLAB 7.0) seçilen görüntüye iki boyutlu alçak geçirgen filtre uygulanır. Daha sonra iki boyutlu hızlı Fourier dönüşümü uygulanır. Fourier dönüşümünün mutlak değerinin karesi alınır. Tek boyutlu gürültü dağılım spekturumunu elde etmek için, iki boyutlu gürültü dağılım spektrumunun bir yöndeki eksenin 7 satır üstünde ve 7 satır altında dilimler alınarak toplanır ve ortalaması alınır. Bu işlemler diğer 9 görüntüyede uygulanır ve bunlardan ortalama gürültü dağılım spektrumu elde edilir.

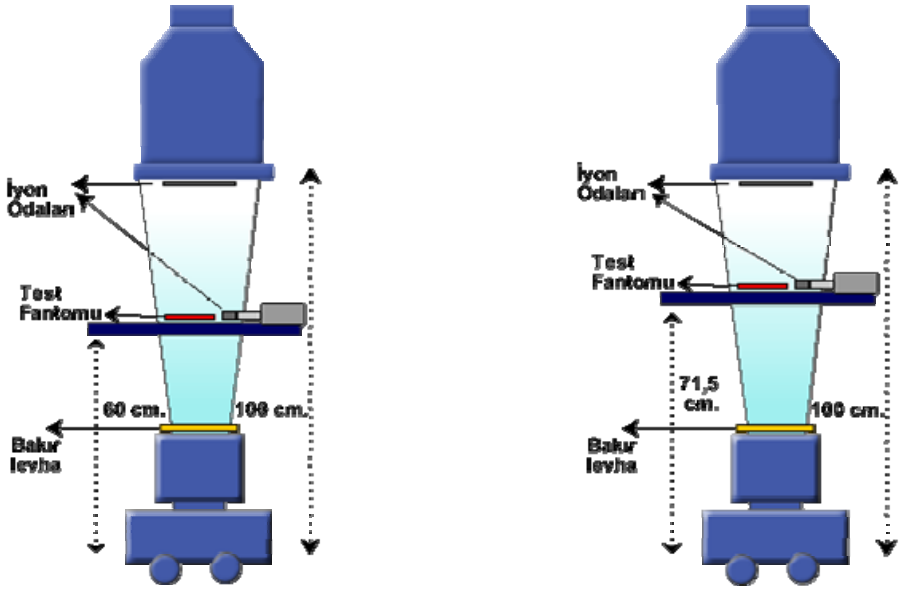


Şekil 3.2 Gürültü dağılım spektrumu ölçüm geometrisi

3.3.6 Geometrik büyütmenin etkileri

Test için aşağıdaki adımlar izlenmelidir.

1- Test fantomu masa üzerine yerleştirilir.
2- 70 kVp sağlayacak bakır plaka tüp çıkışına yerleştirilir (Yüksek kontrast testi hariç).
3- Odak-GG mesafesi 100 cm olacak şekilde ayarlanır. Test geometrileri şekil 3.3'de görülmektedir.
4- Masa odak mesafesi ilk büyütme faktörü için 60 cm. (BF = 1,66), ikinci büyütme faktörü için 71,5 cm (BF = 1,4) olarak ayarlanır.
5- Fantomların görüntüsü, sürekli ve radyografi ışınlama modlarında, ayrıca tüm odak boyutları kullanılarak alınır. Işınlamaların tamamı en büyük görüntü güçlendirici boyutunda yapılır.
6- Hasta giriş dozunun ölçülebilmesi için görüntü güçlendiriciyle beraber masa üzerine de iyon odası yerleştirilir.



a) BF=1,66 b) BF = 1,4

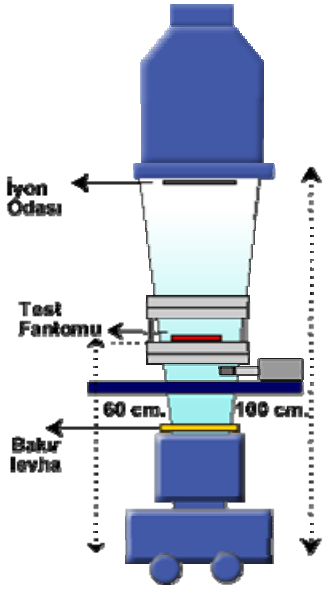
Şekil 3.3 Geometrik büyütme için deney düzenekleri

3.3.7 Saçıcı ortamların etkisi

3.3.7.1 Göğüs fantomu

Test için aşağıdaki adımlar izlenmelidir.

1- Test fantomları masa üzerine yerleştirilir.
2- Saçıcı ortam içine yerleştirilecek Leeds Test Object Fantomlarının (TCD4, LCD4, Hüttner Type 18) görüntü güçlendiriciden olan uzaklığı, saçıcı olmadan yapılan testlerdeki mesafe ile aynı olacak şekilde ayarlanır (40 cm)
3- Daha önceki testlerdekine eşit kalınlıktaki bakır (demet kalitesinin değişmemesi için) plaka tüp çıkışına yerleştirilir (yüksek kontrast testi hariç).
4- Odak-GG mesafesi 100 cm olacak şekilde ayarlanır. Test geometrileri şekil 3.4'de görülmektedir.
5- Fantomların (alçak kontrast, yüksek kontrast ve kontrast ayrıntı) görüntüsü, sürekli ve radyografi ışınlama modlarında, ayrıca tüm odak boyutları kullanılarak alınır. Işınlamalar 28 ve 40 cm görüntü güçlendirici boyutlarında yapılır.
6- Hasta giriş dozunun ölçülebilmesi için görüntü güçlendiriciyle beraber masa üzerine de iyon odası yerleştirilir.

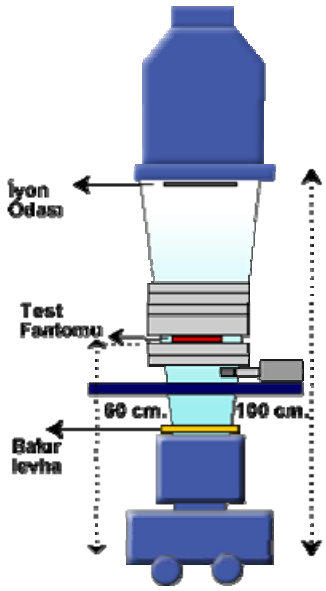


Şekil 3.4 Göğüs fantomu deney düzeneği

3.3.7.2 Karın fantomu

Test için aşağıdaki adımlar izlenmelidir.

1- Test fantomları masa üzerine yerleştirilir.
2- Saçıcı ortam içine yerleştirilecek Leeds Test Object Fantomlarının (TCD4, LCD4, Hüttner Type 18) görüntü güçlendiriciye olan uzaklığı 40 cm olacak şekilde yerleştirilir.
3- Daha önceki testlerdekine eşit kalınlıktaki bakır (demet kalitesinin değişmemesi için) plaka tüp çıkışına yerleştirilir (Yüksek kontrast testi hariç).
4- Odak-GG mesafesi 100 cm olacak şekilde ayarlanır. Test geometrileri şekil 3.5'de görülmektedir.
5- Fantomların (alçak kontrast, yüksek kontrast ve kontrast ayrıntı)görüntüsü, sürekli ve radyografi ışınlama modlarında, ayrıca tüm odak boyutları kullanılarak alınır. Işınlamalar 28 ve 40 cm görüntü güçlendirici boyutlarında yapılır.
6- Hasta giriş dozunun ölçülebilmesi için görüntü güçlendiriciyle beraber masa üzerine de iyon odası yerleştirilir.

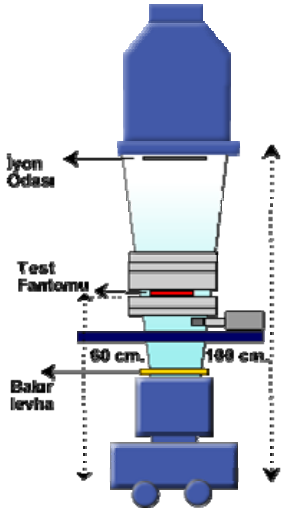


Şekil 3.5 Karın fantomu deney düzeneği

3.3.7.3 Baş fantomu

Test için aşağıdaki adımlar izlenmelidir.

1- Test fantomları masa üzerine yerleştirilir.
2- Saçıcı ortam içine yerleştirilecek Leeds Test Object Fantomlarının (TCD4, LCD4, Hüttner Type 18) görüntü güçlendiriciye olan uzaklığı 40 cm olacak şekilde yerleştirilir.
3- Daha önceki testlerdekine eşit kalınlıktaki bakır (demet kalitesinin değişmemesi için) plaka tüp çıkışına yerleştirilir (Yüksek kontrast testi hariç).
4- Odak-GG mesafesi 100 cm olacak şekilde ayarlanır. Test geometrileri şekil 3.6'da görülmektedir.
5- Fantomların (alçak kontrast, yüksek kontrast ve kontrast ayrıntı)görüntüsü, sürekli ve radyografi ışınlama modlarında, ayrıca tüm odak boyutları kullanılarak alınır. Işınlamalar 28 ve 40 cm görüntü güçlendirici boyutlarında yapılır.
6- Hasta giriş dozunun ölçülebilmesi için görüntü güçlendiriciyle beraber masa üzerine de iyon odası yerleştirilir.

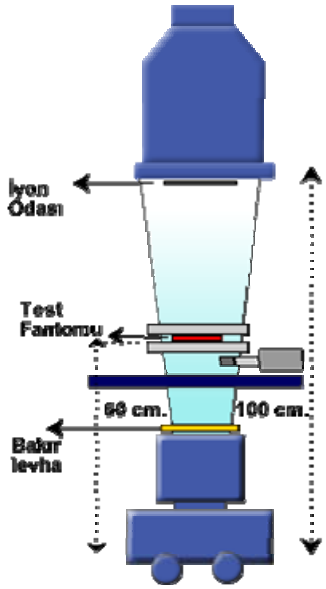


Şekil 3.6 Baş fantomu deney düzeneği

3.3.7.4 Ekstremite fantomu

Test için aşağıdaki adımlar izlenmelidir.

1- Test fantomları masa üzerine yerleştirilir.
2- Saçıcı ortam içine yerleştirilecek Leeds Test Object Fantomlarının (TCD4, LCD4, Hüttner Type 18) görüntü güçlendiriciye olan uzaklığı 40 cm olacak şekilde yerleştirilir.
3- Daha önceki testlerdekine eşit kalınlıktaki bakır (demet kalitesinin değişmemesi için) plaka tüp çıkışına yerleştirilir (Yüksek kontrast testi hariç).
4- Odak-GG mesafesi 100 cm olacak şekilde ayarlanır. Test geometrileri şekil 3.7'de görülmektedir.
5- Fantomların (alçak kontrast, yüksek kontrast ve kontrast ayrıntı)görüntüsü, sürekli ve radyografi ışınlama modlarında, ayrıca tüm odak boyutları kullanılarak alınır. Işınlamalar 28 ve 40 cm görüntü güçlendirici boyutlarında yapılır.
6- Hasta giriş dozunun ölçülebilmesi için görüntü güçlendiriciyle beraber masa üzerine de iyon odası yerleştirilir.



Şekil 3.7 Ekstremite fantomu deney düzeneği

4. ARAŞTIRMA BULGULARI

Görüntü kalitesinin görsel olarak değerlendirilmesinde üç farklı fantom (Hüttner Type 18, TCD4, LCD4) kullanılmıştır. Yüksek kontrast ayırma gücü testinde uygun kVp değeri (50 kVp) ve maksimum kontrast elde etme amacıyla ek bakır filtre olmadan ışınlama yapılmıştır. Işınlamalar, floroskopik ve radyografik modlarda, üç farklı odak boyutu ve dört farklı görüntü güçlendirici boyutlarında, test fantomu, TV tarama çizgilerine dik, paralel ve 45^0 olacak şekilde konumlandırılıp gerçekleştirilmiştir. Ayrıca fantom masa üzerinde farklı geometrik büyütme durumlarında ve farklı saçıcı kalınlıkları arasına yerleştirilerek ışınlamalar tekrarlanmıştır. Işınlamalar esnasında görüntü güçlendirici giriş dozu ve masa üzerindeki dozlar ölçülmüştür.

Çizelge 4.1 Fantom görüntü güçlendirici üzerinde, farklı ışınlama modlarında yüksek kontrast ayırma gücü değerleri

Odak Boyutu	Small		
FOV	40		
Işınlama modu	Floroskopi	DA	DSA
kVp	53	50	50
mA	1,1	295	300
Süre	-	38,1	31,9
GGGD	179,6 µGy/sn	27,18 µGy/fr	24,32 µGy/fr
çç/mm	0,7	1	0,7

Çizelge 4.2 Fantom görüntü güçlendirici üzerinde, farklı FOV büyüklüklerinde yüksek kontrast ayırma gücü değerleri

Odak Boyutu	Small			
Işınlama modu	DA			
FOV	40	28	20	14
kVp	50	50	50	50
mA	295	335	298	335
Süre (sn)	38,1	50,4	39,2	50,5
GGGD (µGy/fr)	27,18	40,31	134,2	194
çç/mm	1	1,2	1,6	2

Çizelge 4.3 Fantom görüntü güçlendirici üzerinde, farklı odak boyutlarında yüksek kontrast ayırma gücü değerleri

Işınlama Modu	DA		
FOV	40		
Odak Boyutu	Micro	Small	Large
kVp	50	50	50
mA	108	295	358
Süre	32,4	38,1	31
GGGD (µGy/fr)	40,31	27,18	27,33
çç/mm	1	1	1

Çizelge 4.4 Fantom görüntü güçlendirici üzerinde, fantomun farklı konumlandırılmasında yüksek kontrast ayırma gücü değerleri

Işınlama Modu	DA		
Odak Boyutu	Small		
FOV	40		
Konum	Dik	Paralel	45
kVp	50	50	50
mA	295	320	298
Süre	38,1	45,8	80
GGGD (µGy/fr)	27,18	35,15	28,7
çç/mm	1	0,9	0,8

Çizelge 4.5 Aynı FOV, odak, ışınlama modunda, fantom görüntü güçlendirici üzerinde ve masa üzerinde (Fantom – GG mesafesi = 40 cm) yüksek kontrast ayırma gücü değerleri

Işınlama Modu	DA	
Odak Boyutu	Small	
FOV	40	
Konum	G.G.	Masa
kVp	50	50
mA	295	297
Süre	38,1	22,7
GGGD (µGy/fr)	27,18	7,91
çç/mm	1	1,2

Çizelge 4.6 Masa üzerinde farklı odak boyutlarında yüksek kontrast ayırma gücü değerleri

Işınlama Modu	DA		
FOV	40		
Odak Boyutu	Micro	Small	Large
kVp	50	50	50
mA	110	252	297
Süre	61	27,2	22,7
GGGD (µGy/fr)	7,75	7,88	7,91
çç/mm	1,4	1,2	1

Çizelge 4.7 Farklı geometrik büyütme faktörlerinde yüksek kontrast ayırma gücü değerleri

Işınlama Modu	DA	
Odak Boyutu	Micro	
FOV	40	
Büyütme Faktörü	1,66	1,4
kVp	50	50
mA	108	110
Süre	32,4	48,2
GGGD (µGy/fr)	40,31	8,34
çç/mm	1	1,4

Çizelge 4.8 Farklı saçıcı ortamlarda yüksek kontrast ayırma gücü değerleri

Odak Boyutu	Small			
Işınlama modu	DA			
FOV	40			
Saçıcı	Göğüs	Karın	Baş	Ekstremite
kVp	53	70	67	50
mA	401	351	360	411
Süre (sn)	80	80	80	78,5
GGGD (µGy/fr)	8,11	8,17	6,91	10,06
çç/mm	1,2	1,2	1,4	1,4

Alçak kontrast ayırma gücü testinde uygun kVp değeri (70 kVp) elde etme amacıyla ek bakır filtre kullanılarak ışınlama yapılmıştır. Işınlamalar, floroskopik ve radyografik modlarda, üç farklı odak boyutu ve dört farklı görüntü güçlendirici boyutlarında

gerçekleştirilmiştir. Ayrıca fantom masa üzerinde farklı geometrik büyütme durumlarında ve farklı saçıcı kalınlıkları arasına yerleştirilerek ışınlamalar tekrarlanmıştır. Işınlamalar esnasında görüntü güçlendirici giriş dozu ve masa üzerindeki dozlar ölçülmüştür.

Çizelge 4.9 Fantom görüntü güçlendirici üzerinde, farklı ışınlama modlarında alçak kontrast ayırma gücü değerleri

Odak Boyutu	Small		
FOV	40		
Işınlama modu	Floroskopi	DA	DSA
kVp	69	72	73
mA	3,8	346	361
Cu (mm)	2	2,5	2,5
Süre	-	80	61,6
GGGD	41,5 µGy/sn	4,45 µGy/fr	3,74 µGy/fr
% Kontrast	6,74	5,25	2,15

Çizelge 4.10 Fantom görüntü güçlendirici üzerinde, farklı FOV büyüklüklerinde alçak kontrast ayırma gücü değerleri

Odak Boyutu	Small			
Işınlama modu	DA			
FOV	40	28	20	14
kVp	72	71	71	70
mA	346	349	350	353
Cu (mm)	2,5	2	1,5	1
Süre (sn)	80	80	80	80
GGGD (µGy/fr)	4,45	8,11	16,38	35,03
% Kontarst	5,25	5,25	4,5	3,71

Çizelge 4.11 Fantom görüntü güçlendirici üzerinde, farklı odak boyutlarında alçak kontrast ayırma gücü değerleri

Işınlama modu	DA		
FOV	40		
Odak Boyutu	Micro	Small	Large
kVp	69	72	69
mA	111	346	582
Cu (mm)	1,5	2,5	2,5
Süre	80	80	80
GGGD (µGy/fr)	4,8	4,45	4,42
% Kontrast	5,25	5,25	5,25

Çizelge 4.12 Aynı FOV, odak, ışınlama modunda, fantom görüntü güçlendirici üzerinde ve masa üzerinde (Fantom – GG mesafesi = 40 cm) alçak kontrast ayırma gücü değerleri

Işınlama Modu	DA	
Odak Boyutu	Small	
FOV	40	
Konum	G.G.	Masa
kVp	72	70
mA	346	362
Süre	80	64
Cu (mm)	2,5	2,5
GGGD (µGy/fr)	4,45	3,84
% Kontarst	5,25	2,49

Çizelge 4.13 Masa üzerinde farklı odak boyutlarında alçak kontrast ayırma gücü değerleri

Işınlama Modu	DA		
FOV	40		
Odak Boyutu	Micro	Small	Large
kVp	70	70	70
mA	110	362	581
Süre	80	80	80
Cu (mm)	1,5	2,5	2,5
GGGD (µGy/fr)	4,15	7,37	6,62
% Kontrast	3,22	2,15	3,22

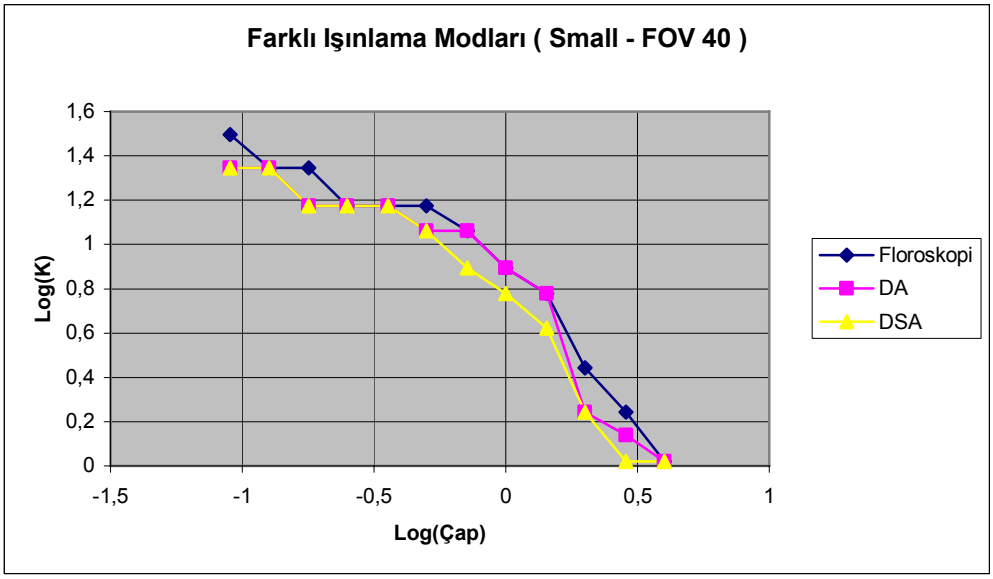
Çizelge 4.14 Farklı geometrik büyütme faktörlerinde alçak kontrast ayırma gücü değerleri

Işınlama Modu	DA	
Odak Boyutu	Large	
FOV	40	
Büyütme Faktörü	1,66	1,4
kVp	70	69
mA	581	583
Süre	80	80
Cu (mm)	2,5	2,5
GGGD (µGy/fr)	6,62	3,46
% Kontrast	3,22	3,22

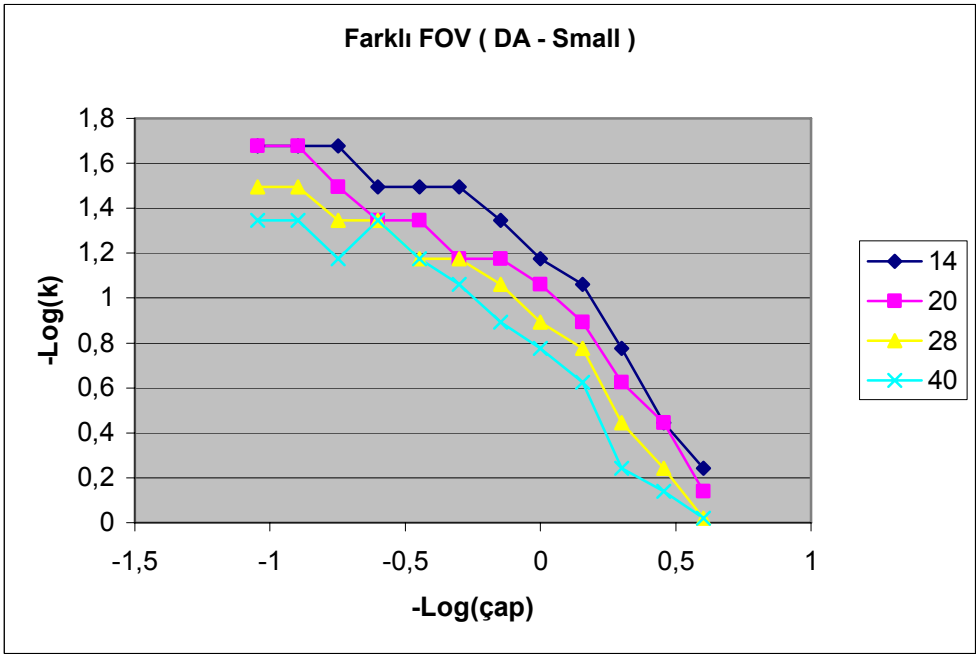
Çizelge 4.15 Farklı saçıcı ortamlarda alçak kontrast ayırma gücü değerleri

Odak Boyutu	Large			
Işınlama modu	DA			
FOV	40			
Saçıcı	Göğüs	Karın	Baş	Ekstremite
kVp	87	96	96	77
mA	546	529	529	566
Süre (sn)	80	80	80	80
Cu (mm)	2,5	2,5	2,5	2,5
GGGD (µGy/fr)	8,02	5,2	5,08	3,98
%Kontrast	5,25	7,49	5,25	3,22

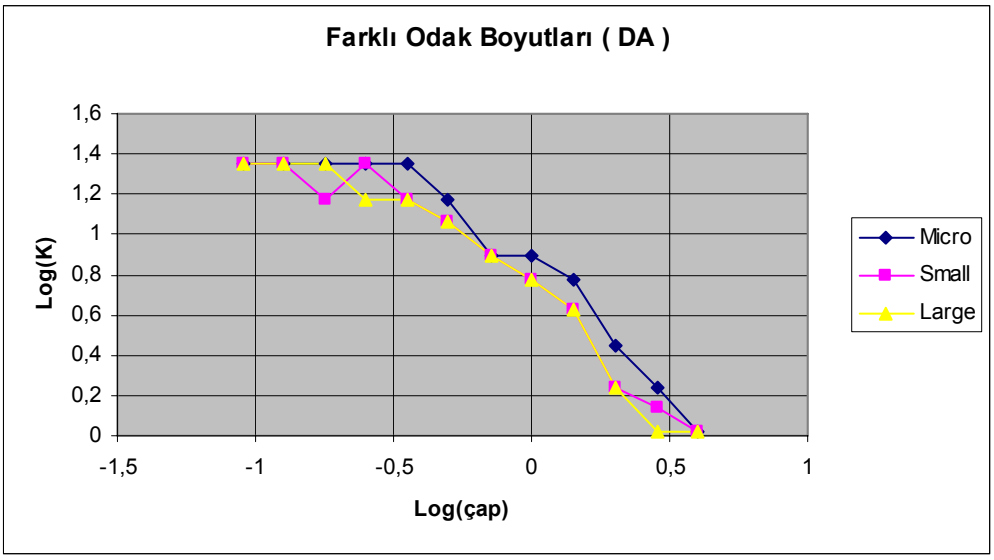
Kontarst ayrıntı testinde uygun kVp değeri (70 kVp) elde etme amacıyla ek bakır filtre kullanılarak ışınlama yapılmıştır. Işınlamalar, floroskopik ve radyografik modlarda, üç farklı odak boyutu ve dört farklı görüntü güçlendirici boyutlarında gerçekleştirilmiştir. Ayrıca fantom masa üzerinde farklı geometrik büyütme durumlarında ve farklı saçıcı kalınlıkları arasına yerleştirilerek ışınlamalar tekrarlanmıştır. Işınlamalar esnasında görüntü güçlendirici giriş dozu ve masa üzerindeki dozlar ölçülmüştür.



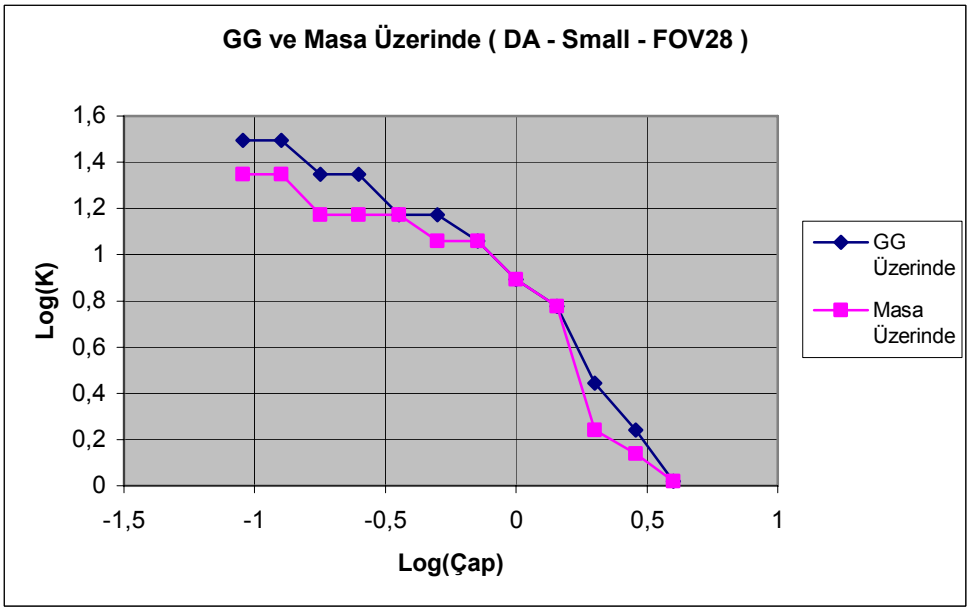
Şekil 4.1 Fantom görüntü güçlendirici üzerinde, farklı ışınlama modlarında kontrast ayrıntı testi grafiği



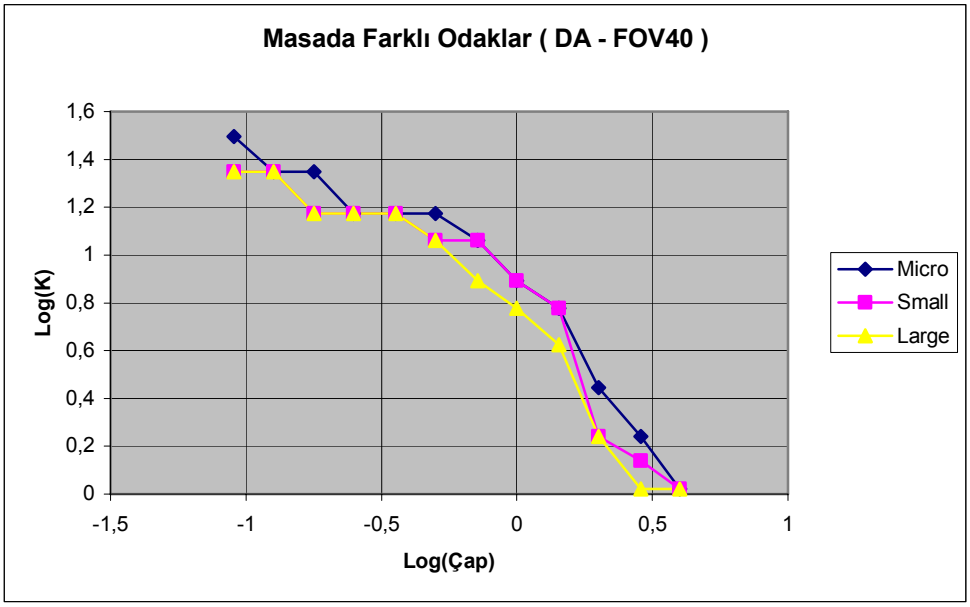
Şekil 4.2 Fantom görüntü güçlendirici üzerinde, farklı FOV büyüklüklerinde kontrast ayrıntı grafiği



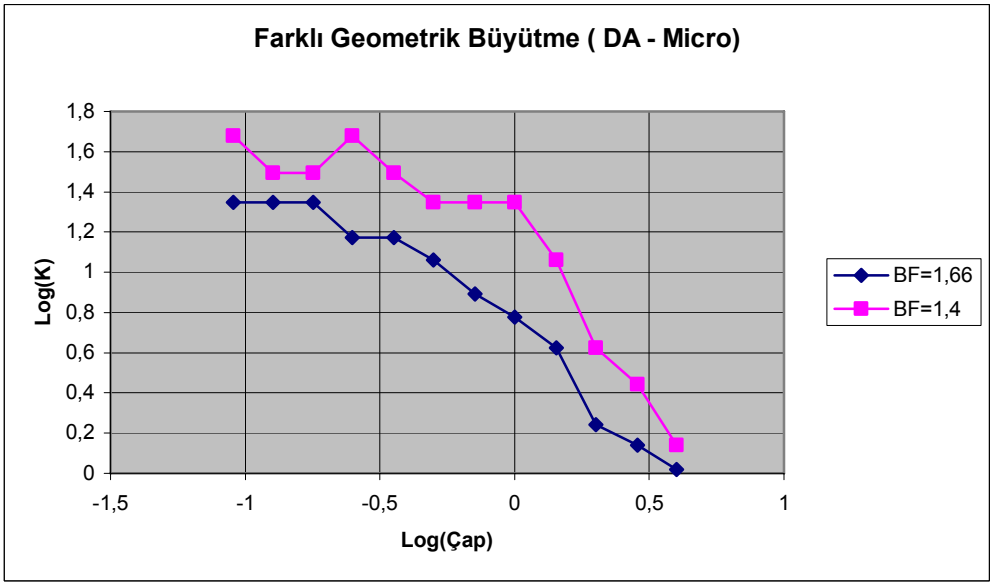
Şekil 4.3 Fantom görüntü güçlendirici üzerinde, farklı odak boyutlarında kontrast ayrıntı grafiği



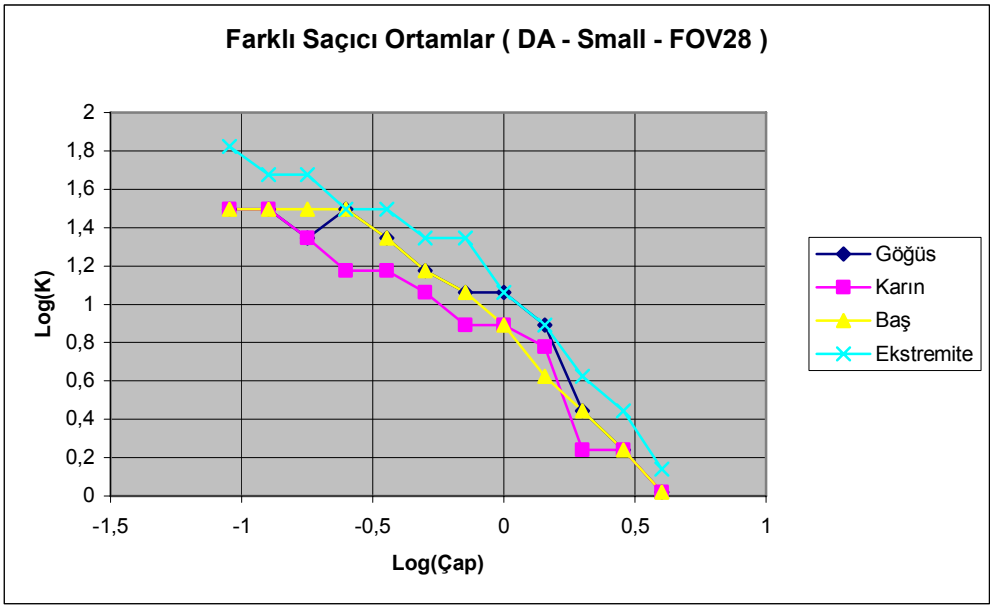
Şekil 4.4 Aynı FOV, odak, ışınlama modunda, fantom görüntü güçlendirici üzerinde ve masa üzerinde (Fantom – GG mesafesi = 40 cm) kontrast ayrıntı grafiği



Şekil 4.5 Masa üzerinde farklı odak boyutlarında kontrast ayrıntı grafiği

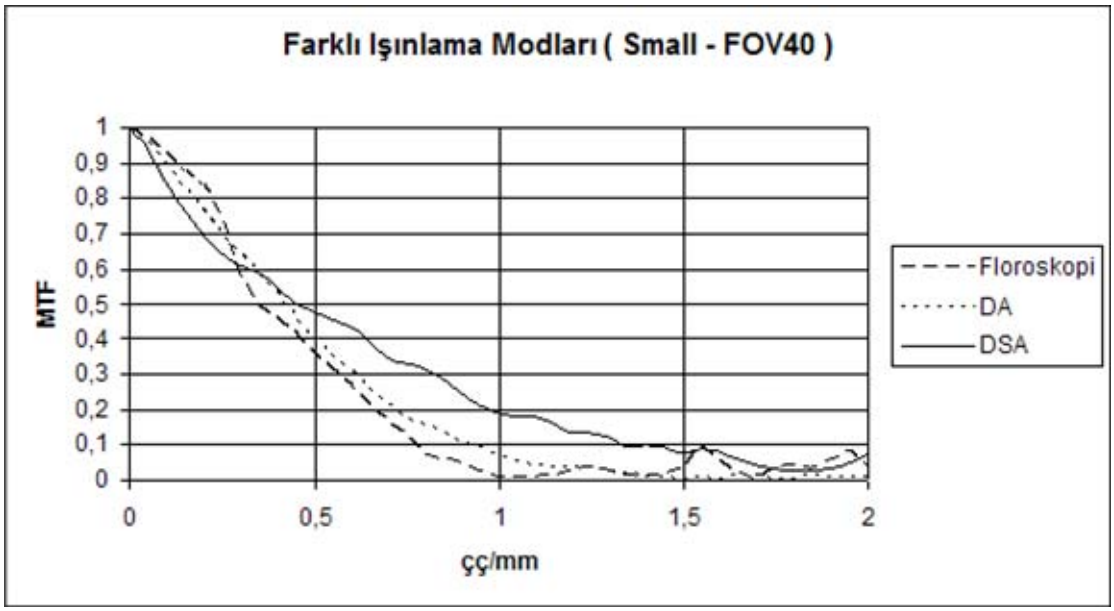


Şekil 4.6 Farklı geometrik büyütme faktörlerinde alçak kontrast ayırma gücü değerleri



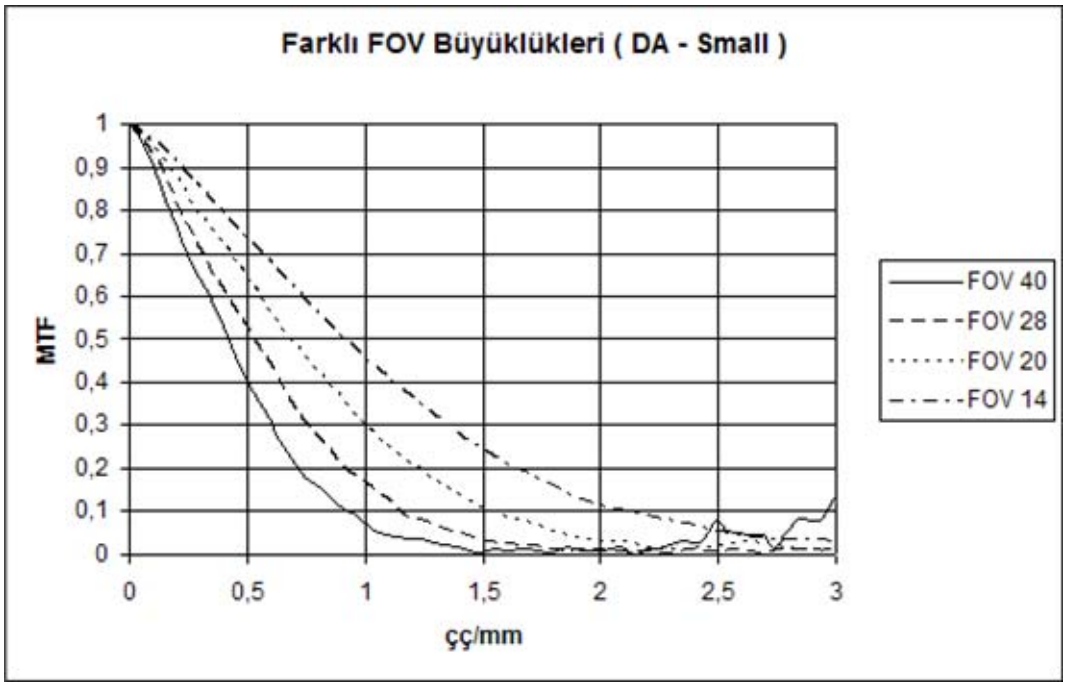
Şekil 4.7 Farklı saçıcı ortamlarda kontrast ayrıntı grafiği

Görüntü kalitesinin matematiksel değerlendirilmesinde MTF ve NPS değerleri hesaplanmıştır. MTF bulunurken, 0,1 mm kalınlığındaki tungsten levha görüntü güçlendirici üzerine anot katot ekseniyle küçük bir açı (yaklaşık 5^0) yapacak şekilde yerleştirilmiştir. Tüp çıkışına 70 kVp'yi sağlayacak bakır levha konularak, floroskopi, DA ve DSA ışınlama modlarında, üç farklı odakta, dört farklı FOV büyüklüğünde ışınlamalar gerçekleştirilmiştir. Daha sonra aynı işlemler fantom masa üzerine konularak, farklı geometrik büyütmelerde ve farklı saçıcı ortamlar arasına konularak tekrarlanmıştır. Elde edilen kenar görüntülerinin MTF değerleri Imatest 2.0.7 programı yardımıyla hesaplanmıştır.



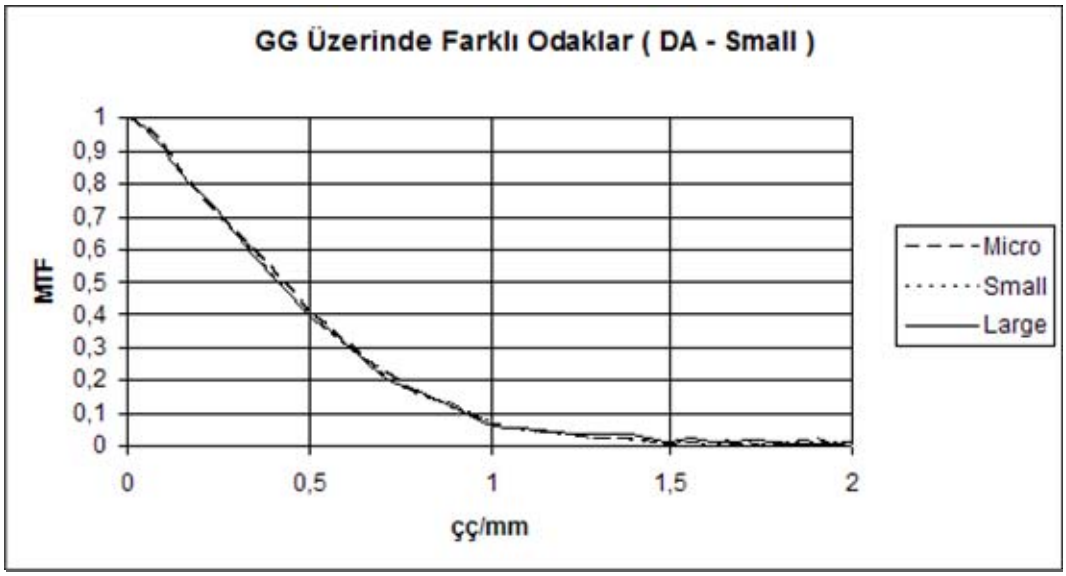
Şekil 4.8 Farklı ışınlama modlarında MTF grafiği

(Tüm modlardaki Nyuqist frekansı 1,5 çç/mm. % 50 MTF değerleri sırasıyla Floroskopi = 0.344, DA = 0,421, DSA = 0,458)



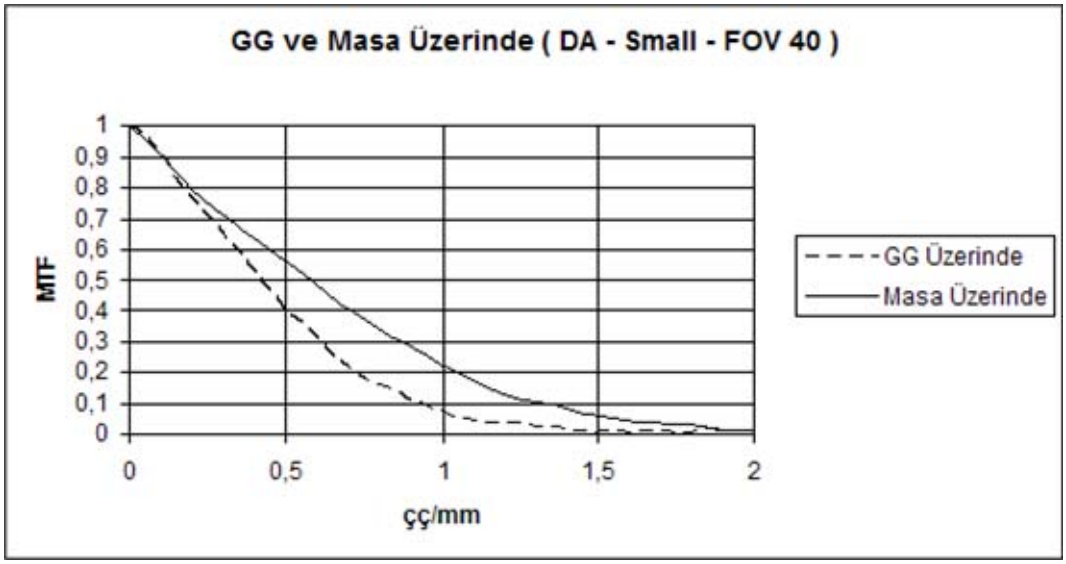
Şekil 4.9 Farklı FOV büyüklüklerinde MTF değerleri

(FOV'lar için Nyquist frekansları ve %50 MTF değerleri sırasıyla, FOV 40 için f_n = 1,5, %50MTF=0,421, FOV 28 için f_n = 2,05, %50 MTF = 0,525, FOV 20 için f_n = 2,84, %50 MTF = 0,686, FOV 14 için f_n = 4.1, % 50 MTF = 0,908)



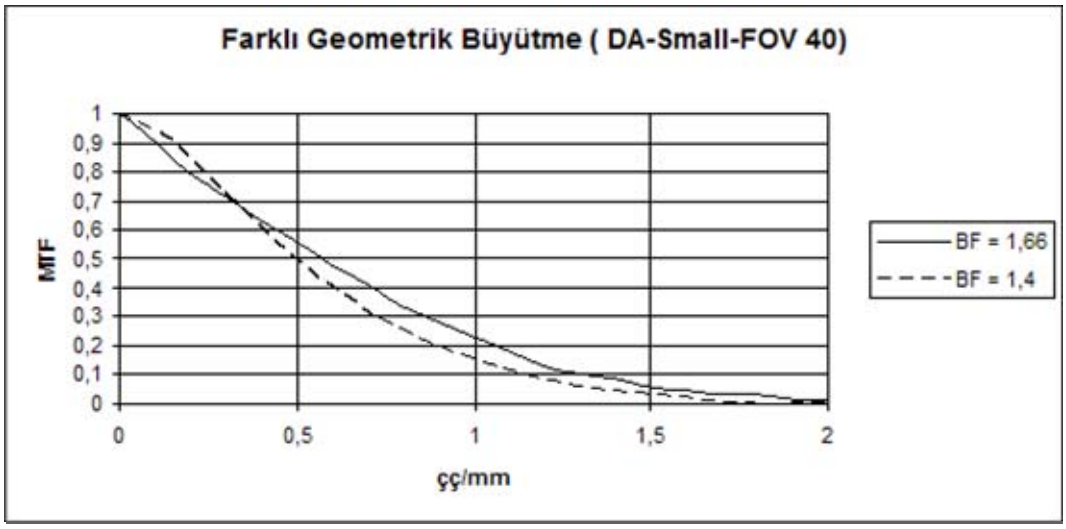
Şekil 4.10 Farklı odak boyutlarında MTF değerleri

(FOV'lar için Nyquist frekansları f_n = 1,5. %50 MTF değerleri sırasıyla, micro odak için %50MTF=0,432, small odak için %50 MTF = 0,421, large %50 MTF = 0,419)



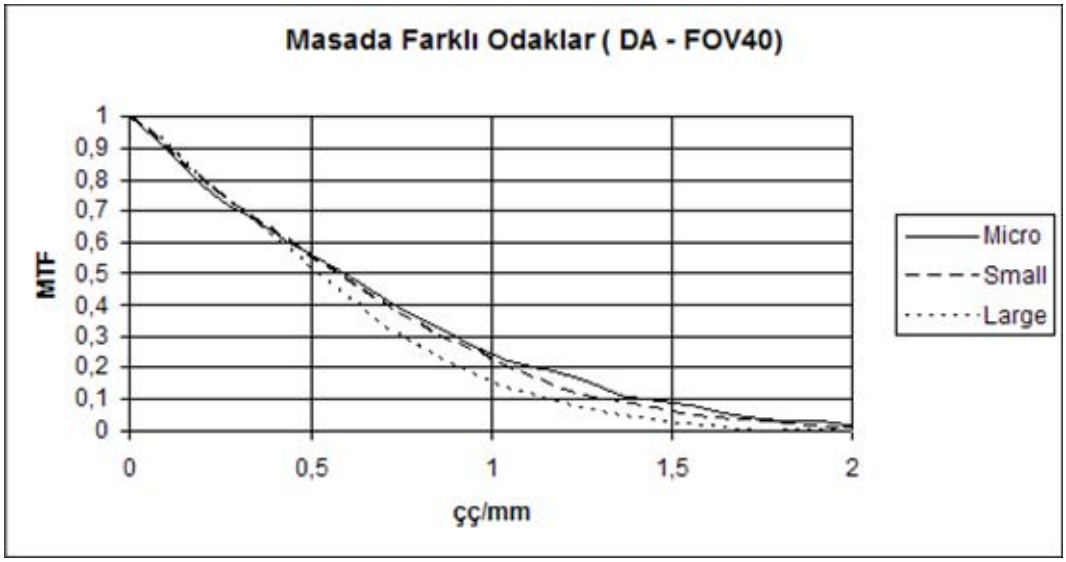
Şekil 4.11 Görüntü güçlendirici ve masa üzerinde MTF değerleri

(G.G. üzerinde f_n = 1,5, %50 MTF = 0,421, masada f_n = 2,4, %50 MTF = 0,578)



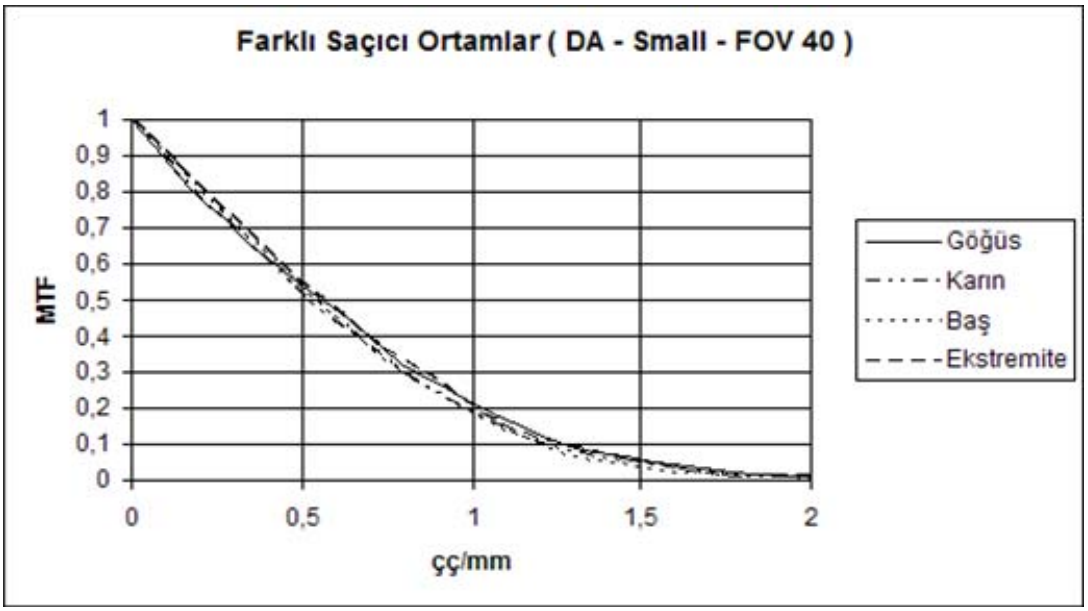
Şekil 4.12 Farklı geometrik büyütme için MTF değerleri

(BF = 1,66 için f_n = 1,5, %50 MTF = 0,578, BF = 1,4 için f_n = 2,06, %50 MTF = 0,433)



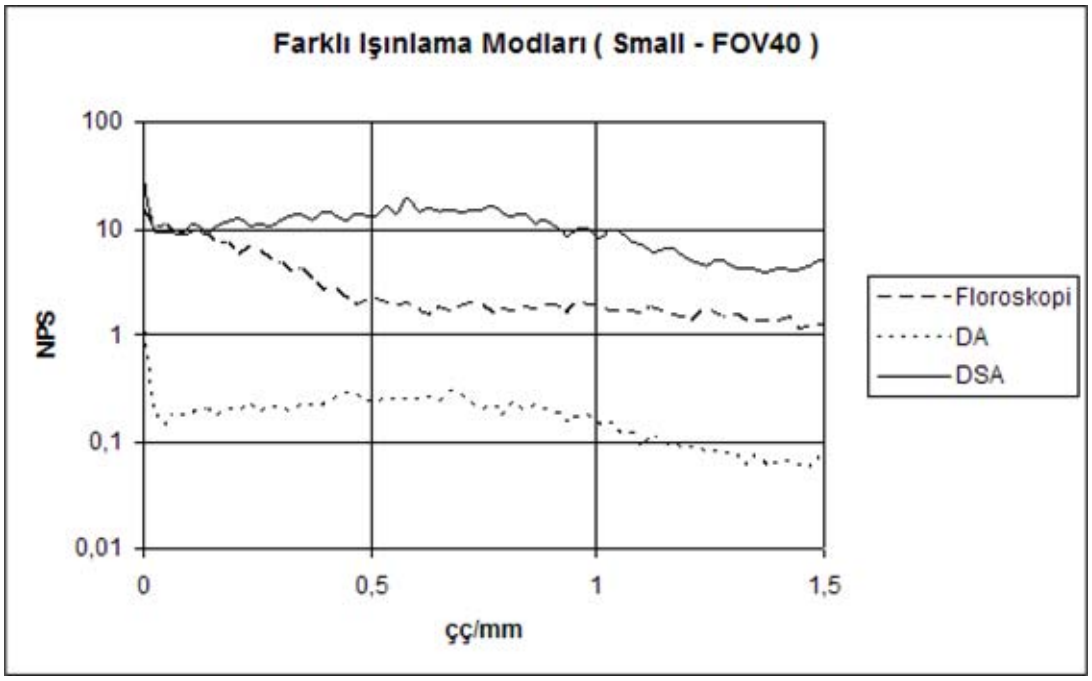
Şekil 4.13 Masa üzerinde farklı odak boyutları için MTF değerleri

(Tüm odaklar için f_n = 2,4, %50 MTF değerleri sırasıyla, micro odak için 0,593, small odak için 0,578, large odak için 0,520)

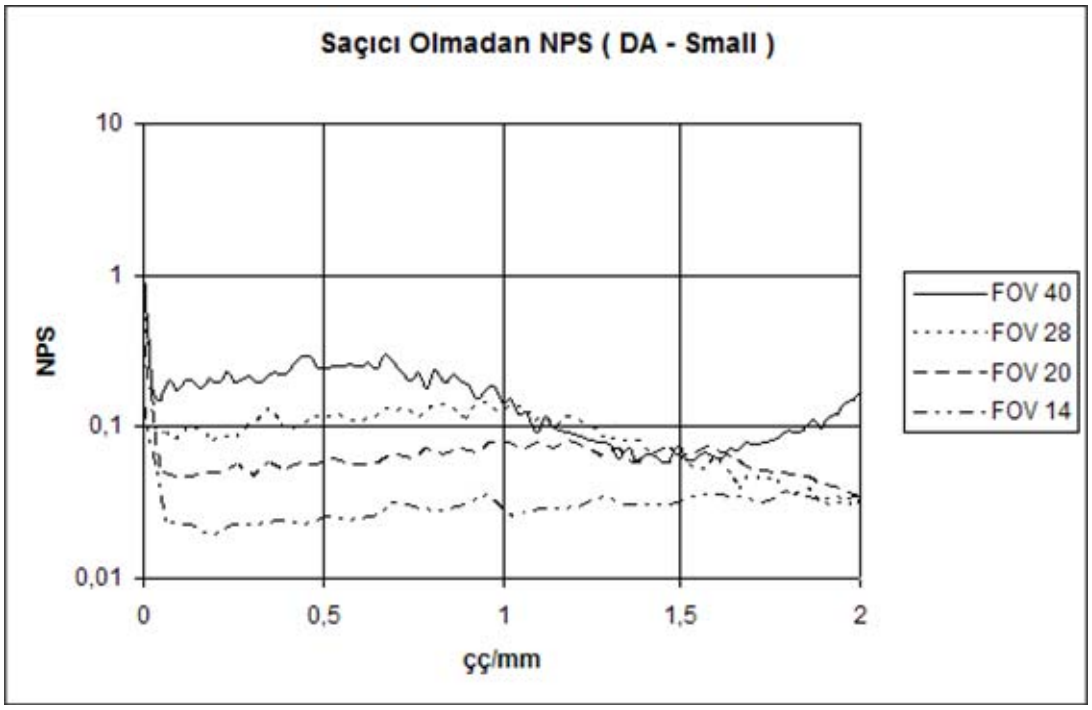


Şekil 4.14 Masa üzerinde farklı odak boyutları için MTF değerleri

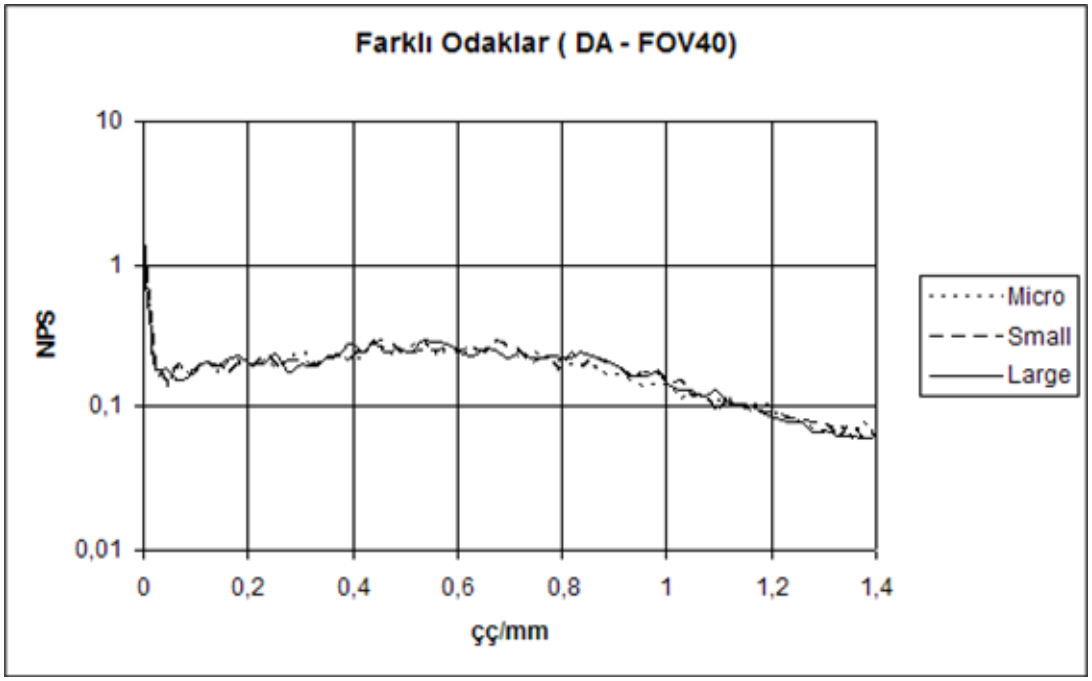
(Tüm saçıcılar için f_n = 2,4, %50 MTF değerleri sırasıyla, göğüs için 0,559, karın için 0,488, baş için 0,540, ekstremite için 0,564)



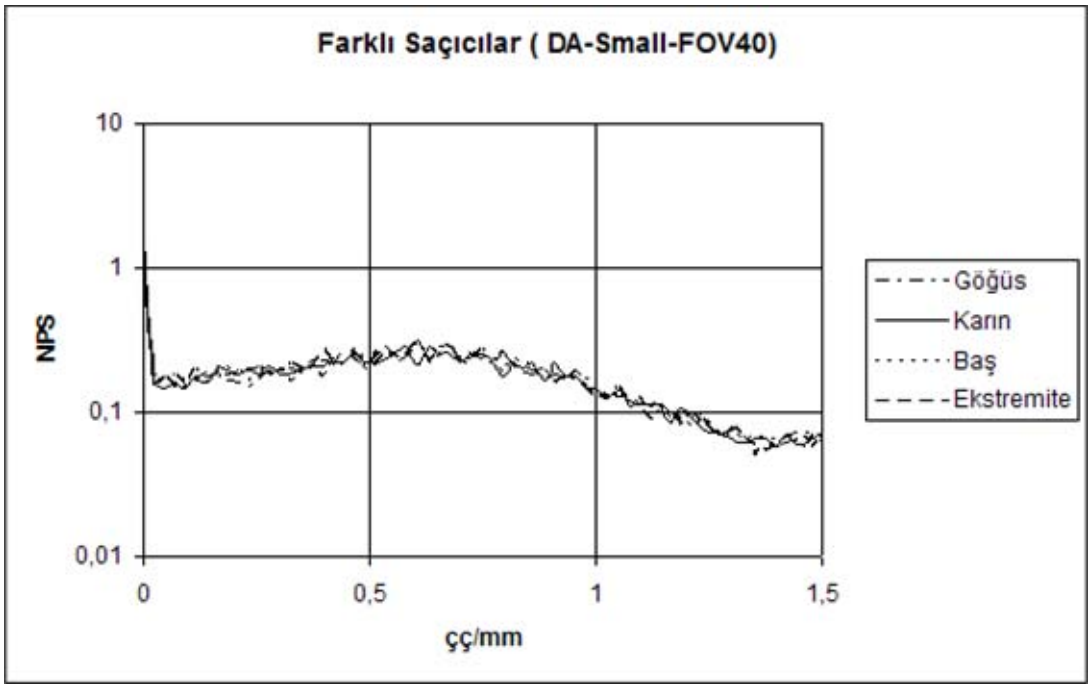
Şekil 4.15 Farklı ışınlama modları için NPS grafiği



Şekil 4.16 Farklı FOV büyüklükleri için NPS grafiği



Şekil 4.17 Farklı odak boyutları için NPS grafiği



Şekil 4.18 Farklı saçıcı ortamlar için NPS grafiği

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Sistemin görüntü kalite değerlendirilmesinde, yüksek kontrast ayırma gücü testinde en iyi sonuç DA ışınlama modunda elde edilmiştir. Bu modda fantom görüntü güçlendirici üzerindeyken en yüksek ve en düşük ayırma gücü 2 çç/mm. ve 1 çç/mm.'dir. Floroskopi ve DSA modların da ise bu değerler 1,8 çç/mm. ve 0,7 çç/mm.'dir ve DA'daki değerlere çok yakın olmakla beraber farklılık floroskopi ve DSA modlarında elde edilen görüntülerde gürültünün daha fazla olması nedeniyledir. Bu benzer sonuçlar, farklı odak boyutları ve farklı FOV büyüklükleri içinde geçerlidir. Fantomun, TV tarama çizgilerine dik ve paralel yerleştirilmesiyle sonuçlarda değişiklik gözlenmemiştir. Farklı konumlandırmada sonuçların birbirine yakın çıkması, fantom görüntü güçlendirici üzerindeyken, sonuçlar sistemin sınır değerlerine yakın olmasından kaynaklanmaktadır. Fantom masa üzerine yerleştirilip (BF = 1,66) FOV 28 ve FOV 40 da gerçekleştirilen ölçümlerde, daha öncekine benzer olarak en iyi sonuçlar DA modunda gözlenmiştir. Görüntü güçlendirici üzerinde FOV 28'de farklı odaklar için en yüksek 1,2 çç/mm gözlenmişken, bu değer masada 1,8 çç/mm dir. Sonuçlarda yarı gölge etkisi nedeniyle bir miktar azalma beklense de, fantomun masaya yerleştirilmesiyle, geometrik büyütme ayırma gücünü iyileştirmektedir. Daha küçük büyütme faktöründe (BF = 1,4) alınan ölçümlerde, beklenildiği ayırma gücünde tüm ışınlama modlarında, daha büyük büyütme faktörüne göre bir miktar azalma (DA modunda en yüksek 1,4 çç/mm, en düşük 1,2 çç/mm) gözlenmiştir. Yüksek kontrast fantomu saçıcı ortamlar arasına yerleştirildiğinde, saçılan ışınların görüntünün keskinliğini azaltması nedeniyle ayırma gücü daha düşük ölçülmüştür. İyi ayırma gücü sırasıyla, en ince fantom olan ekstremite, baş, göğüs ve abdomen olarak belirlenmiştir. Elde edilen ölçüm sonuçlarının tamamı Ek 1'de verilmiştir.

Alçak kontrast ayırma gücü testinde, fantom görüntü güçlendirici üzerine yerleştirildiğinde en iyi ayırma DSA ışınlama modunda gözlenmiştir (0,86 – 2,15 % kontrast). DA ışınlama modunda ise sonuçlar DSA'dan kötü (3,71 – 5,25 % kontrast), floroskopi modundan (3,71 – 6,74 % kontrast) daha iyi olarak ölçülmüştür. DSA modunda uygulanan çıkarma işlemi dolayısıyla kontrast farlılığına duyarlıdır ve bu nedenle en iyi kontrast ayırma gücü bu ışınlama modundadır. Fantom masa üzerine

yerleştirildiğinde geometrik büyütmenin etkisiyle daha iyi bir ayırma gücü belirlenmiştir. Örnek olarak DSA modunda, small odakta ve FOV 40 için, görüntü güçlendirici üzerinde iken %kontrast 2,15 iken, masa üzerinde (BF = 1,66) % 1,72 olarak ölçülmüştür. Daha küçük geometrik büyütme faktöründe sonuçların fazla değişmediği görülmüştür. Test fantomu saçıcı ortamların arasına yerleştirildiğinde beklendiği gibi kontrastlarda azalma olmuştur. En az değişim kontrast hassasiyeti nedeniyle DSA modunda olmuştur. Floroskopi ve DA modunda saçıcı ışınların keskinliği azaltması nedeniyle azalma daha fazla görülmüştür. Ayrıca saçıcı ortamların dahil olmasıyla birlikte fantom giriş dozu (yada hasta giriş dozu) artığı için kontrastta azalma meydana gelmektedir. Bu azalma, beklenildiği gibi en kalın saçıcı ortam olan karın fantomunda, göğüs,baş ve ekstremite de olan miktardan daha fazladır. Alçak kontrast ayırma gücü testinde elde edilen tüm sonuçlar Ek 2 ‘de verilmiştir.

Kontrast ayrıntı testi, yüksek kontrast ayırma gücü ve alçak kontrast ayırma gücü testlerinin birleşimi olarak düşünülebilir. Fantom görüntü güçlendirici girişine yerleştirilerek yapılan testlerde, farklı ışınlama modları arasında farklılık fazla değildir. DSA modunun kontrast ayırt etme yeteneğine karşın, yüksek gürültü nedeniyle küçük boyutlu nesnelerin görünebilirliği azalmaktadır. Aynı ışınlama modu ve odak boyutu için, detay ve farklı kontrast ayırt edebilirliği tamamen FOV büyüklüğüne (elektronik büyütme) bağlıdır. Daha küçük FOV büyüklüklerinde (daha büyük elektronik büyütme) daha iyi kontrast ve ayrıntı elde edilmiştir. Fantom görüntü güçlendirici girişindeyken, kontrast ayrıntı yarı gölge etkisi minimum olduğundan, sonuçlar farklı odaklar için birbirine yakın çıkmıştır. Ancak fantom masa üzerine yerleştirilip alınan ölçümlerde, sonuçlar odak boyutuyla değişmektedir. Daha küçük odak boyutları daha iyi kontrast ayrıntı değerleri vermiştir. Geometrik büyütme faktörü arttırıldığı zaman, ölçüm sonuçları belirgin bir şekilde iyileşme tespit edilmiştir. Fantom saçıcı ortamlarla kullanıldığı zaman, saçıcı olmadığı durumlara göre ölçüm sonuçları azalmıştır. Daha kalın saçıcı içeren ölçümlerde, kontrast ayrıntı değerleri daha düşük çıkmıştır. Bu durum, saçılan ışınların gürültüyü arttırarak değerlerin düşmesine neden olmasıyla açıklanabilir. Kontrast ayrıntı testinin tüm sonuçları Ek 3’de verilmiştir.

X-ışın sisteminin görüntü kalitesinin nümerik olarak değerlendirilmesinde ilk önce MTF değerleri ölçülmüştür. MTF değerleri en yüksek DSA ışınlama modunda belirlenmiştir (%50 MTF = 0,458), daha sonra DA (%50 MTF = 0,421) ve floroskopi (%50 MTF = 0,344) modları gelmektedir. DSA da gürültünün fazla olmasına rağmen, keskinliğinde fazla olması sebebiyle daha iyi bir MTF gözlenmiştir. Görüntü güçlendirici girişinde, farklı FOV büyüklüklerinde, en iyi MTF FOV 14'de bulunmuştur (%50 MTF = 0,908), en düşük MTF değeri ise FOV 40'da (%50 MTF = 0,421) belirlenmiştir. Daha küçük FOV değerleri (yada daha büyük elektronik büyütme) için piksel boyutu daha küçüktür ve dolayısıyla örnekleme sıklığı daha fazladır. Bu durum uzaysal ayırma gücünü arttırdığı için az önceki sonuçlar beklenen değerlerdedir. Farklı odakların MTF değerlerinin karşılaştırılmasında, fark gözlenmemiştir (micro odak için %50 MTF = 0,432, small odak için %50 MTF = 0,421, large odak için %50 MTF = 0,419). Bunun sebebi kenar görüntüsünün, görüntü güçlendiricinin girişin olması ve odak büyüklüğünden kaynaklanan yarı gölge etkisinin bulunmamasıdır. Fantomu masa üzerinde konumlandırdığımızda, geometrik büyütmenin etkisiyle ayırma gücünde belirgin bir iyileşme olmuştur (G.G. girişinde %50 MTF = 0,421, masa üzerinde %50 MTF = 0,578). Masada fakat daha küçük geometrik büyütme faktörü için değerlerde bir miktar azalma belirlenmiştir (BF = 1,66 için %50 MTF = 0,578, BF = 1,4 için %50 MTF = 0,433). Görüntü güçlendirici girişindeki sonuçların aksine, masa üzerindeki MTF değerleri odak boyutuyla değişiklik göstermektedir. En iyi MTF micro odakta ölçülmüş olup %50 MTF = 0,593, daha sonra small için %50 MTF = 0,578, en son large için %50 MTF = 0,520 olarak ölçülmüştür. Farklı kalınlıktaki saçıcı ortamlarla gerçekleştirilen testlerde göğüs fantomu için %50 MTF = 0,559, karın fantomu için %50 MTF = 0,488, baş fantomu için %50 MTF = 0,540 ve son olarak ekstremite fantomu için %50 MTF = 0,564 olarak belirlenmiştir. Ayrıca bu testte örnek olarak karın fantomunda, micro odak FOV 40 için ve large odak FOV 28 için yüksek frekanslarda MTF üst üste gelmektedir (Ek 4). Bu durumda micro odak kullanılıp daha az hasta giriş dozuyla (micro odak FOV 40 için hasta giriş dozu 0,72 mGy/fr, large odak FOV 28 için 1,06 mGy/fr) aynı görüntü kalitesini elde etmek mümkündür. Elde edilen tüm MTF değerleri Ek 4'de verilmiştir.

Sistemin görüntü kalitesinin nümerik olarak değerlendirilmesinde ikinci olarak NPS (Gürültü Dağılım Spektrumu) incelenmiştir. Işınlama modlarının karşılaştırılmasında en yüksek gürültü DSA modunda, daha sonra floroskopi modunda ve en düşük gürültü ise DA modunda gözlenmiştir. Farklı FOV değerlerinde, FOV büyüdükçe piksel başına düşen foton sayısı azaldığı için gürültü miktarının da arttığı gözlenmiştir. Aynı FOV büyüklüğü ve farklı odak boyutları için gürültü miktarı yaklaşık olarak aynı miktarda ölçülmüştür. Aynı durum saçıcı ortamlar ile gerçekleştirilen testlerde de gözlenmiştir. NPS ölçümlerinin tüm sonuçları Ek 5'de verilmiştir.

KAYNAKLAR

Anonymous. 1985. Performance Evaluation and Quality Assurance in Digital Subtraction Angiography (Report No 15).AAPM (American Association of Physics in Medicine)

Anonymous. 1990. Standardized Methods For Measuring Diagnostic X- Ray Exposures (Report No 31). AAPM (American Association of Physics in Medicine)

Anonymous. 1994. X-ray image intensifier television systems. IPEM (Institution of Physics and Engineering in Medicine and Biology), Report No. 32 Part II, 2nd edition.

Anonymous. 2000. Leeds Test Objects for Performance Evaluation of X-ray Image Intensifier Television Fluoroscopy.

Anonymous. 2003. International Electrotechnical Commission, International Standart IEC 62220-1. " Medical electrical Equipment-Characteristics of digital imaging devices-Part 1: Determination of the detective quantum efficiency,"

Bath, M. 2003. Imaging Properties of Digital Radiographic Systems. 94p. Sweden.

Dobbins III, J. T., Ergun, D.L., Rutz, L., Hinshaw, D.A., Blume, H. and Clark, C.D. 1995. DQE (f) of Four Generations of Computed Radiography Acquisition Devices. Med. Phys., 2(10),1581-1593.

Evans, D., Mackenzie, A., Lawwinski, C., and Smith, D. 2004. Threshold contrast detail detectability curves for fluoroscopy and digital acquisition using modern image intensifier systems. Br J Radiol., 77, 751-758.

Flynn, M J. and Samei, E. 1999. Experimental Comparison of Noise and Resolution for 2k and 4k Storage Phosphor Radiography Systems. Med. Phys., 26(8),1612-1623.

Fujita, H., Doi, K. and Giger, M.L. 1985. Investigation of Basic Imaging Properties in Digital Radiography. 6. MTFs of II-TV Digital Imaging System. Med. Phys., 12(6),713-720.

Fujita, H., Tsai, D.Y., Takumi, I., Kunio, D., Morishita, J., Ueda, K. and Ohtsuka, A. 1992. A Simple Method for Determining the Modulation Transfer

Function in Digital Radiography. IEEE Transactions On Medical Imaging., 11, 34-39.

Giger, M. L., Doi, K. and Fujita, H. 1986. Investigation of Basic Imaging Properties in Digital Radiography.7.Noise Wiener Spectra of II-TV Digital Imaging Systems. Med. Phys., 13(2),131-138

IMATEST, 2006. Web Sayfası. http://www.imatest.com/docs/imatest_instructions.html. Erişim Tarihi: 29.12.2006.

Marshall N.W., Faulkner K., Busch H.P., Marsh D.M., Pfenning H. 1995. A comparison of two methods for estimating effective dose in abdominal radiology. Radiat Prot Dosim., 57, 367-369.

ODTÜ (Ortadoğu Teknik Üniversitesi), 2006. Web sitesi http://astroa.physics.metu.edu.tr /~umk/ccd_wshop_umk/ccd1.html. Erişim Tarihi: 05.01.2007.

Samei, E. 2003. Performance of digital radiographic detectors:Quantification and assessment methods.RSNA Categorical Course in Diagnostic Radiology Physics.pp 37-47.

Skeletal Radiography, 2006. Web sayfası. http://www.e-radiography.net/radtech/u/ unsharpness.htm. Erişim Tarihi: 17.11.2006.

Vano, E., Geiger, B., Schreiner, A., Back, C. and Beissel, J. 2005.Dynamic flat panel detector versus image intensifier in cardiac imaging:dose and image quality. Phys. Med. Biol., 50, 5731 - 5742.

Williams, M.B., Mangiafico, P.A. and Simoni, P.U. 1999. Noise Power Spectra of Images from Digital Mammography Detectors. Med. Phys., 26(7),1279-1293.

E K L E R

EK 1 Yüksek kontrast ayırma gücü testi sonuçları ……56
EK 2 Alçak kontrast ayırma gücü testi sonuçları ...……76
EK 3 Kontarst ayrıntı testi sonuçları ……..……83
EK 4 MTF Ölçümleri ……..……..114
EK 5 NPS Ölçümleri ……..……..129

EK 1 Yüksek kontrast ayırma gücü testi sonuçları

	Sistem Performansı Bar Fantom (DİK)								
	Odak	**FOV**	**kVp**	**mA**	**sn.**	**Cu (mm)**	**Doz (Masa)**	**Doz (GG)**	**LP/mm.**
Floroskopi (µGy/dak.)	Micro	14	61	2	-	-	-	624,2	1,8
		20	59	1,7	-	-	-	467,5	1,4
		28	55	1,2	-	-	-	242,8	1
		40	53	1,1	-	-	-	180,00	0,8
	Small	14	61	2	-	-	-	620,10	1,8
		20	59	1,7	-	-	-	464,30	1,4
		28	55	1,2	-	-	-	242,80	1
		40	53	1,1	-	-	-	179,60	0,7
	Large	14	61	2	-	-	-	622,70	1,8
		20	59	1,7	-	-	-	466,40	1,4
		28	55	1,2	-	-	-	240,20	1
		40	53	1,1	-	-	-	179,40	0,7
DA (µGy/fr)	Micro	14	57	111	80	-	-	139,30	2
		20	59	112	80	-	-	115,50	1,6
		28	50	109	47,9	-	-	59,96	1,2
		40	50	108	32,4	-	-	40,31	1
	Small	14	50	335	50,5	-	-	194,00	2
		20	50	298	39,2	-	-	134,20	1,6
		28	50	335	50,4	-	-	40,31	1,2
		40	50	295	38,1	-	-	27,18	1
	Large	14	50	626	79,3	-	-	195,60	2,2
		20	50	562	65,8	-	-	90,68	1,6
		28	50	417	40	-	-	40,63	1,2
		40	50	358	31	-	-	27,33	1
DSA (µGy/fr)	Micro	14	59	112	64	-	-	127,60	1,8
		20	50	111	53,5	-	-	89,46	1,2
		28	50	110	45,4	-	-	55,85	0,9
		40	50	108	29,9	-	-	35,75	0,7
	Small	14	50	361	43,7	-	-	190,40	1,8
		20	50	303	32,8	-	-	120,80	1,2
		28	50	346	43,4	-	-	38,14	0,9
		40	50	300	31,9	-	-	24,32	0,7
	Large	14	50	455	34,6	-	-	194,40	1,8
		20	50	376	25,9	-	-	120,30	1,2
		28	50	433	34,3	-	-	38,36	0,9
		40	50	363	26,2	-	-	24,56	0,7

EK 1 Yüksek kontrast ayırma gücü testi sonuçları (devam)

	Sistem Performansı Bar Fantom (PARALEL)								
	Odak	**FOV**	**kVp**	**mA**	**sn.**	**Cu (mm)**	**Doz (Masa)**	**Doz (GG)**	**LP/mm.**
Floroskopi (µGy/dak.)	Micro	14	62	2,1	-	-	-	671,7	1,8
		20	60	1,9	-	-	-	553,3	1,4
		28	55	1,3	-	-	-	263,3	1
		40	54	1,2	-	-	-	216,00	0,8
	Small	14	62	2,1	-	-	-	679,40	1,8
		20	60	1,9	-	-	-	555,90	1,6
		28	55	1,3	-	-	-	265,70	1
		40	54	1,2	-	-	-	216,60	0,8
	Large	14	62	2,1	-	-	-	682,00	1,8
		20	60	1,9	-	-	-	557,10	1,4
		28	56	1,3	-	-	-	264,40	1
		40	54	1,2	-	-	-	217,00	0,8
DA (µGy/fr)	Micro	14	58	111	80	-	-	148,30	2
		20	55	111	80	-	-	130,10	1,6
		28	50	110	55,1	-	-	68,70	1,2
		40	50	109	42	-	-	52,18	0,9
	Small	14	50	350	55,6	-	-	220,60	2
		20	50	323	46,6	-	-	170,80	1,6
		28	50	350	55,5	-	-	46,16	1,2
		40	50	320	45,8	-	-	35,15	0,9
	Large	14	50	626	43,9	-	-	222,00	2
		20	50	562	59,8	-	-	172,00	1,4
		28	50	417	43,9	-	-	46,41	1
		40	50	358	39,6	-	-	35,48	0,9
DSA (µGy/fr)	Micro	14	62	113	64,6	-	-	126,80	1,8
		20	60	112	65,6	-	-	116,00	1,6
		28	51	112	68	-	-	68,24	1
		40	50	111	50,6	-	-	54,35	0,8
	Small	14	50	392	52,5	-	-	216,10	2
		20	50	371	46,2	-	-	179,20	1,6
		28	50	393	55,1	-	-	47,30	1
		40	50	361	46,2	-	-	36,56	0,8
	Large	14	50	503	40,8	-	-	218,20	1,8
		20	50	466	36,2	-	-	180,10	1,4
		28	50	498	43,2	-	-	47,98	0,9
		40	50	455	36,6	-	-	37,23	0,7

EK 1 Yüksek kontrast ayırma gücü testi sonuçları (Devam)

	Sistem Performansı Bar Fantom (45)								
	Odak	**FOV**	**kVp**	**mA**	**sn.**	**Cu (mm)**	**Doz (Masa)**	**Doz (GG)**	**LP/mm.**
Floroskopi (µGy/dak.)	Micro	14	61	2,1	-	-	-	655,7	1,8
		20	60	1,8	-	-	-	515,4	1,4
		28	55	1,3	-	-	-	258,6	1
		40	53	1,1	-	-	-	199,60	0,8
	Small	14	61	2,1	-	-	-	660,90	1,8
		20	60	1,8	-	-	-	522,00	1,4
		28	55	1,3	-	-	-	259,70	1
		40	53	1,1	-	-	-	200,10	0,8
	Large	14	61	2,1	-	-	-	660,90	1,8
		20	60	1,8	-	-	-	517,40	1,4
		28	55	1,3	-	-	-	261,00	1
		40	53	1,1	-	-	-	200,20	0,8
DA (µGy/fr)	Micro	14	57	111	80	-	-	145,40	1,8
		20	53	112	80	-	-	121,00	1,4
		28	50	109	80	-	-	59,68	1
		40	50	108	80	-	-	41,76	0,8
	Small	14	50	340	80	-	-	189,50	1,8
		20	50	304	80	-	-	144,20	1,4
		28	50	332	80	-	-	40,05	1
		40	50	298	80	-	-	28,70	0,8
	Large	14	50	424	41,1	-	-	207,30	1,8
		20	50	557	64,9	-	-	144,40	1,4
		28	50	413	39,4	-	-	40,28	1
		40	50	364	31,7	-	-	28,81	0,8
DSA (µGy/fr)	Micro	14	62	113	66	-	-	130,80	1,6
		20	60	112	64,4	-	-	114,10	1,2
		28	50	110	43	-	-	69,78	0,9
		40	50	110	51,5	-	-	52,92	0,7
	Small	14	50	395	53,6	-	-	218,00	1,6
		20	50	371	46,5	-	-	176,20	1,2
		28	50	389	54,3	-	-	45,25	0,9
		40	50	361	46,3	-	-	35,83	0,7
	Large	14	50	512	41,7	-	-	223,1,	1,6
		20	50	464	35,7	-	-	172,20	1,2
		28	50	490	44,1	-	-	45,91	0,9
		40	50	453	36,5	-	-	35,87	0,7

EK 1 Yüksek kontrast ayırma gücü testi sonuçları (Devamı)

	Sistem Performansı Bar Fantom (MASA - DİK)								
	Odak	**FOV**	**kVp**	**mA**	**sn.**	**Cu (mm)**	**Doz (Masa)**	**Doz (GG)**	**LP/mm.**
Floroskopi (µGy/dak.)	Micro	14	-	-	-	-	-	-	-
		20	-	-	-	-	-	-	-
		28	53	1,1	-	-	631	98,3	1,6
		40	51	0,9	-	-	394	58,90	1,2
	Small	14	-	-	-	-	-	-	-
		20	-	-	-	-	-	-	-
		28	53	1,1	-	-	636	96,30	1,4
		40	51	0,9	-	-	395	58,60	1,2
	Large	14	-	-	-	-	-	-	-
		20	-	-	-	-	-	-	-
		28	53	1,1	-	-	626	94,40	1,6
		40	51	0,9	-	-	395	57,90	1,2
DA (µGy/fr)	Micro	14	-	-	-	-	-	-	-
		20	-	-	-	-	-	-	-
		28	50	108	36,6	-	137	19,56	1,8
		40	50	110	61	-	48	7,75	1,4
	Small	14	-	-	-	-	-	-	-
		20	-	-	-	-	-	-	-
		28	50	306	41,4	-	89	14,42	1,6
		40	50	252	27,2	-	49	7,88	1,2
	Large	14	-	-	-	-	-	-	-
		20	-	-	-	-	-	-	-
		28	50	374	33,3	-	90	14,42	1,4
		40	50	297	22,7	-	49	7,91	1,2
DSA (µGy/fr)	Micro	14	-	-	-	-	-	-	-
		20	-	-	-	-	-	-	-
		28	50	109	43,6	-	136	9,61	1,2
		40	50	107	25,6	-	74	5,27	1
	Small	14	-	-	-	-	-	-	-
		20	-	-	-	-	-	-	-
		28	50	336	43,4	-	148	38,35	1,2
		40	50	269	31,9	-	97	20,86	1
	Large	14	-	-	-	-	-	-	-
		20	-	-	-	-	-	-	-
		28	50	421	33,2	-	100	42,07	1
		40	50	319	21,3	-	49	27,30	0,9

EK 1 Yüksek kontrast ayırma gücü testi sonuçları (Devam)

	Sistem Performansı Bar Fantom (MASA - PARALEL)								
	Odak	**FOV**	**kVp**	**mA**	**sn.**	**Cu (mm)**	**Doz (Masa)**	**Doz (GG)**	**LP/mm.**
Floroskopi (µGy/dak.)	Micro	14	-	-	-	-	-	-	-
		20	-	-	-	-	-	-	-
		28	54	1,2	-	-	638	94,2	1,6
		40	51	0,9	-	-	388	54,30	1,2
	Small	14	-	-	-	-	-	-	-
		20	-	-	-	-	-	-	-
		28	54	1,1	-	-	630	94,30	1,6
		40	51	0,9	-	-	382	54,50	1,4
	Large	14	-	-	-	-	-	-	-
		20	-	-	-	-	-	-	-
		28	54	1,1	-	-	634	94,20	1,8
		40	51	0,9	-	-	387	54,30	1,4
DA (µGy/fr)	Micro	14	-	-	-	-	-	-	-
		20	-	-	-	-	-	-	-
		28	50	111	72,8	-	162	18,75	2,2
		40	50	111	63,2	-	82	9,50	1,8
	Small	14	-	-	-	-	-	-	-
		20	-	-	-	-	-	-	-
		28	50	317	44,8	-	101	14,09	1,6
		40	50	260	29	-	54	7,49	1,4
	Large	14	-	-	-	-	-	-	-
		20	-	-	-	-	-	-	-
		28	50	396	26,1	-	105	14,50	1,2
		40	50	309	24,1	-	54	7,51	1
DSA (µGy/fr)	Micro	14	-	-	-	-	-	-	-
		20	-	-	-	-	-	-	-
		28	50	110	49,1	-	148	40,40	1,8
		40	50	107	27,5	-	79	21,41	1,4
	Small	14	-	-	-	-	-	-	-
		20	-	-	-	-	-	-	-
		28	50	334	40,3	-	96	27,32	1,4
		40	50	279	27,3	-	55	15,44	1,4
	Large	14	-	-	-	-	-	-	-
		20	-	-	-	-	-	-	-
		28	50	421	33,1	-	100	28,18	0,9
		40	50	330	21,9	-	52	14,72	0,8

EK 1 Yüksek kontrast ayırma gücü testi sonuçları (Devam)

	Sistem Performansı Bar Fantom (MASA - 45)								
	Odak	**FOV**	**kVp**	**mA**	**sn.**	**Cu (mm)**	**Doz (Masa)**	**Doz (GG)**	**LP/mm.**
Floroskopi (µGy/dak.)	Micro	14	-	-	-	-	-	-	-
		20	-	-	-	-	-	-	-
		28	53	1,1	-	-	705	92,4	1,6
		40	51	0,9	-	-	430	53,50	1,2
	Small	14	-	-	-	-	-	-	-
		20	-	-	-	-	-	-	-
		28	53	1,1	-	-	712	93,30	1,4
		40	51	0,9	-	-	429	54,30	1,2
	Large	14	-	-	-	-	-	-	-
		20	-	-	-	-	-	-	-
		28	53	1,1	-	-	703	91,70	1,4
		40	51	0,9	-	-	433	54,00	1,2
DA (µGy/fr)	Micro	14	-	-	-	-	-	-	-
		20	-	-	-	-	-	-	-
		28	50	109	42,6	-	158	18,20	1,8
		40	50	111	67,2	-	52	7,29	1,6
	Small	14	-	-	-	-	-	-	-
		20	-	-	-	-	-	-	-
		28	50	332	-	-	221	57,53	1,6
		40	50	298	-	-	145	31,30	1,2
	Large	14	-	-	-	-	-	-	-
		20	-	-	-	-	-	-	-
		28	50	413	39,4	-	150	63,11	1,2
		40	50	364	31,7	-	73	40,95	1
DSA (µGy/fr)	Micro	14	-	-	-	-	-	-	-
		20	-	-	-	-	-	-	-
		28	50	110	50,2	-	154	41,86	1,2
		40	50	110	29,1	-	79	21,27	1
	Small	14	-	-	-	-	-	-	-
		20	-	-	-	-	-	-	-
		28	50	341	41,8	-	100	28,25	1
		40	50	246	26,7	-	52	14,80	0,9
	Large	14	-	-	-	-	-	-	-
		20	-	-	-	-	-	-	-
		28	50	424	33,3	-	100	28,31	0,9
		40	50	332	22,4	-	53	14,93	0,8

EK 1 Yüksek kontrast ayırma gücü testi sonuçları (Devam)

	Geometrik Büyütme Bar Fantom (MASA - DİK)								
	Odak	**FOV**	**kVp**	**mA**	**sn.**	**Cu (mm)**	**Doz (Masa)**	**Doz (GG)**	**LP/mm.**
Floroskopi (µGy/dak.)	Micro	14	-	-	-	-	-	-	-
		20	-	-	-	-	-	-	-
		28	-	-	-	-	-	-	-
		40	50	0,8	-	-	252,96	74,10	1
	Small	14	-	-	-	-	-	-	-
		20	-	-	-	-	-	-	-
		28	-	-	-	-	-	-	-
		40	50	0,8	-	-	257,31	65,10	1
	Large	14	-	-	-	-	-	-	-
		20	-	-	-	-	-	-	-
		28	-	-	-	-	-	-	-
		40	50	0,8	-	-	259,48	64,50	1
DA (µGy/fr)	Micro	14	-	-	-	-	-	-	-
		20	-	-	-	-	-	-	-
		28	-	-	-	-	-	-	-
		40	50	110	-	-	33,10	8,34	1,4
	Small	14	-	-	-	-	-	-	-
		20	-	-	-	-	-	-	-
		28	-	-	-	-	-	-	-
		40	50	233	-	-	33,24	8,25	1,2
	Large	14	-	-	-	-	-	-	-
		20	-	-	-	-	-	-	-
		28	-	-	-	-	-	-	-
		40	50	274	-	-	34,07	8,50	1
DSA (µGy/fr)	Micro	14	-	-	-	-	-	-	-
		20	-	-	-	-	-	-	-
		28	-	-	-	-	-	-	-
		40	50	111	48,2	-	33,34	14,08	0,9
	Small	14	-	-	-	-	-	-	-
		20	-	-	-	-	-	-	-
		28	-	-	-	-	-	-	-
		40	50	249	22,7	-	34,20	14,33	0,8
	Large	14	-	-	-	-	-	-	-
		20	-	-	-	-	-	-	-
		28	-	-	-	-	-	-	-
		40	50	290	19,5	-	34,45	14,48	0,7

EK 1 Yüksek kontrast ayırma gücü testi sonuçları (Devam)

	Geometrik Büyütme Bar Fantom (MASA - PARALEL)								
	Odak	**FOV**	**kVp**	**mA**	**sn.**	**Cu (mm)**	**Doz (Masa)**	**Doz (GG)**	**LP/mm.**
Floroskopi (µGy/dak.)	Micro	14	-	-	-	-	-	-	-
		20	-	-	-	-	-	-	-
		28	-	-	-	-	-	-	-
		40	50	0,8	-	-	256,22	64,20	1
	Small	14	-	-	-	-	-	-	-
		20	-	-	-	-	-	-	-
		28	-	-	-	-	-	-	-
		40	50	0,8	-	-	254,05	65,20	1
	Large	14	-	-	-	-	-	-	-
		20	-	-	-	-	-	-	-
		28	-	-	-	-	-	-	-
		40	50	0,8	-	-	256,22	64,60	1
DA (µGy/fr)	Micro	14	-	-	-	-	-	-	-
		20	-	-	-	-	-	-	-
		28	-	-	-	-	-	-	-
		40	50	109	44,6	-	48,19	10,85	1,4
	Small	14	-	-	-	-	-	-	-
		20	-	-	-	-	-	-	-
		28	-	-	-	-	-	-	-
		40	50	227	21,5	-	51,28	11,37	1,2
	Large	14	-	-	-	-	-	-	-
		20	-	-	-	-	-	-	-
		28	-	-	-	-	-	-	-
		40	50	264	18,5	-	53,32	11,76	1
DSA (µGy/fr)	Micro	14	-	-	-	-	-	-	-
		20	-	-	-	-	-	-	-
		28	-	-	-	-	-	-	-
		40	50	110	46,3	-	31,93	13,50	1,2
	Small	14	-	-	-	-	-	-	-
		20	-	-	-	-	-	-	-
		28	-	-	-	-	-	-	-
		40	50	244	22,5	-	33,55	13,93	1
	Large	14	-	-	-	-	-	-	-
		20	-	-	-	-	-	-	-
		28	-	-	-	-	-	-	-
		40	50	288	19,1	-	33,23	14,02	0,9

EK 1 Yüksek kontrast ayırma gücü testi sonuçları (Devam)

	Geometrik Büyütme Bar Fantom (MASA - 45)								
	Odak	**FOV**	**kVp**	**mA**	**sn.**	**Cu (mm)**	**Doz (Masa)**	**Doz (GG)**	**LP/mm.**
Floroskopi (µGy/dak.)	Micro	14	-	-	-	-	-	-	-
		20	-	-	-	-	-	-	-
		28	-	-	-	-	-	-	-
		40	50	0,8	-	-	257,31	65,40	1
	Small	14	-	-	-	-	-	-	-
		20	-	-	-	-	-	-	-
		28	-	-	-	-	-	-	-
		40	50	0,8	-	-	257,31	65,40	1
	Large	14	-	-	-	-	-	-	-
		20	-	-	-	-	-	-	-
		28	-	-	-	-	-	-	-
		40	50	0,8	-	-	261,65	65,40	1
DA (µGy/fr)	Micro	14	-	-	-	-	-	-	-
		20	-	-	-	-	-	-	-
		28	-	-	-	-	-	-	-
		40	50	109	45,2	-	48,55	10,84	1,2
	Small	14	-	-	-	-	-	-	-
		20	-	-	-	-	-	-	-
		28	-	-	-	-	-	-	-
		40	50	235	23,3	-	33,60	8,40	1,2
	Large	14	-	-	-	-	-	-	-
		20	-	-	-	-	-	-	-
		28	-	-	-	-	-	-	-
		40	50	274	19,8	-	33,82	8,44	1
DSA (µGy/fr)	Micro	14	-	-	-	-	-	-	-
		20	-	-	-	-	-	-	-
		28	-	-	-	-	-	-	-
		40	50	110	46,8	-	32,38	13,62	0,9
	Small	14	-	-	-	-	-	-	-
		20	-	-	-	-	-	-	-
		28	-	-	-	-	-	-	-
		40	50	246	22,5	-	33,68	14,07	0,8
	Large	14	-	-	-	-	-	-	-
		20	-	-	-	-	-	-	-
		28	-	-	-	-	-	-	-
		40	50	296	19,5	-	35,15	14,67	0,7

EK 1 Yüksek kontrast ayırma gücü testi sonuçları (Devam)

	Göğüs (Chest) Bar Fantom (DİK)								
	Odak	**FOV**	**kVp**	**mA**	**sn.**	**Cu (mm)**	**Doz (Masa)**	**Doz (GG)**	**LP/mm.**
Floroskopi (µGy/dak.)	Micro	14	-	-	-	-	-	-	-
		20	-	-	-	-	-	-	-
		28	68	3,5	-	-	8992,00	84,5	1,4
		40	64	2,7	-	-	5612,00	47,50	1,2
	Small	14	-	-	-	-	-	-	-
		20	-	-	-	-	-	-	-
		28	68	3,5	-	-	8996,00	84,60	1,4
		40	64	2,7	-	-	5625,00	47,80	1,2
	Large	14	-	-	-	-	-	-	-
		20	-	-	-	-	-	-	-
		28	68	3,5	-	-	8998,00	84,50	1,4
		40	64	2,7	-	-	5622,00	47,10	1,2
DA (µGy/fr)	Micro	14	-	-	-	-	-	-	-
		20	-	-	-	-	-	-	-
		28	75	110	80	-	1499,67	9,84	1,8
		40	66	111	80	-	1107,50	5,78	1,4
	Small	14	-	-	-	-	-	-	-
		20	-	-	-	-	-	-	-
		28	59	382	80	-	3081,67	12,85	1,6
		40	53	401	80	-	2491,67	8,11	1,2
	Large	14	-	-	-	-	-	-	-
		20	-	-	-	-	-	-	-
		28	56	614	80	-	4351,67	15,28	1,4
		40	50	629	80	-	3348,33	9,31	1
DSA (µGy/fr)	Micro	14	-	-	-	-	-	-	-
		20	-	-	-	-	-	-	-
		28	70	112	101	-	1647,78	14,20	1,6
		40	65	112	84,4	-	1195,56	9,06	1,2
	Small	14	-	-	-	-	-	-	-
		20	-	-	-	-	-	-	-
		28	59	388	80,8	-	3108,89	19,89	1,2
		40	53	404	86,1	-	2651,11	13,70	0,9
	Large	14	-	-	-	-	-	-	-
		20	-	-	-	-	-	-	-
		28	55	619	80,1	-	4152,22	23,30	1
		40	50	610	88,5	-	3527,78	16,16	0,8

EK 1 Yüksek kontrast ayırma gücü testi sonuçları (Devam)

	Göğüs (Chest) Bar Fantom (PARALEL)								
	Odak	**FOV**	**kVp**	**mA**	**sn.**	**Cu (mm)**	**Doz (Masa)**	**Doz (GG)**	**LP/mm.**
Floroskopi (µGy/dak.)	Micro	14	-	-	-	-	-	-	-
		20	-	-	-	-	-	-	-
		28	68	3,5	-	-	8889,00	82,9	1,4
		40	65	2,7	-	-	5712,00	49,20	1
	Small	14	-	-	-	-	-	-	-
		20	-	-	-	-	-	-	-
		28	68	3,5	-	-	8925,00	62,70	1,4
		40	65	2,7	-	-	5672,00	48,50	1
	Large	14	-	-	-	-	-	-	-
		20	-	-	-	-	-	-	-
		28	68	3,5	-	-	8961,00	83,60	1,4
		40	65	2,7	-	-	5739,00	48,50	1
DA (µGy/fr)	Micro	14	-	-	-	-	-	-	-
		20	-	-	-	-	-	-	-
		28	75	110	80	-	1496,33	9,82	1,6
		40	66	111	80	-	1123,50	5,92	1,4
	Small	14	-	-	-	-	-	-	-
		20	-	-	-	-	-	-	-
		28	59	382	80	-	3018,33	12,73	1,4
		40	54	400	80	-	2526,67	8,32	1,2
	Large	14	-	-	-	-	-	-	-
		20	-	-	-	-	-	-	-
		28	55	615	80	-	4126,67	14,68	1
		40	50	629	80	-	3410,00	9,57	0,9
DSA (µGy/fr)	Micro	14	-	-	-	-	-	-	-
		20	-	-	-	-	-	-	-
		28	74	112	78,3	-	1471,11	13,58	1,8
		40	65	112	83,9	-	1195,56	9,02	1,6
	Small	14	-	-	-	-	-	-	-
		20	-	-	-	-	-	-	-
		28	58	389	86,5	-	3265,56	20,28	1,4
		40	54	402	78,7	-	2508,89	13,49	1,2
	Large	14	-	-	-	-	-	-	-
		20	-	-	-	-	-	-	-
		28	55	619	79,7	-	4173,33	23,49	0,9
		40	57	621	79,9	-	3548,89	16,21	0,7

EK 1 Yüksek kontrast ayırma gücü testi sonuçları (Devam)

	Karın (Abdomen) Bar Fantom (DİK)								
	Odak	**FOV**	**kVp**	**mA**	**sn.**	**Cu (mm)**	**Doz (Masa)**	**Doz (GG)**	**LP/mm.**
Floroskopi (µGy/dak.)	Micro	14	-	-	-	-	-	-	-
		20	-	-	-	-	-	-	-
		28	77	7	-	-	27090,00	109,3	1,4
		40	70	5,2	-	-	17290,00	63,09	1,2
	Small	14	-	-	-	-	-	-	-
		20	-	-	-	-	-	-	-
		28	77	7	-	-	27300,00	109,60	1,4
		40	74	5,2	-	-	17220,00	64,00	1,2
	Large	14	-	-	-	-	-	-	-
		20	-	-	-	-	-	-	-
		28	77	6,9	-	-	27160,00	109,50	1,4
		40	73	5,1	-	-	17250,00	64,30	1,2
DA (µGy/fr)	Micro	14	-	-	-	-	-	-	-
		20	-	-	-	-	-	-	-
		28	96	109	80	-	3135,00	10,55	1,8
		40	90	110	80	-	2050,00	6,63	1,4
	Small	14	-	-	-	-	-	-	-
		20	-	-	-	-	-	-	-
		28	80	327	80	-	5460,00	12,42	1,6
		40	70	351	80	-	4023,33	8,17	1,2
	Large	14	-	-	-	-	-	-	-
		20	-	-	-	-	-	-	-
		28	72	577	80	-	7360,00	13,92	1,4
		40	64	593	80	-	5628,33	9,32	1
DSA (µGy/fr)	Micro	14	-	-	-	-	-	-	-
		20	-	-	-	-	-	-	-
		28	99	113	97,6	-	3221,11	14,44	1,8
		40	88	112	87,3	-	2271,11	8,63	1,4
	Small	14	-	-	-	-	-	-	-
		20	-	-	-	-	-	-	-
		28	74	351	101	-	5753,33	17,04	1,6
		40	69	363	86	-	4375,56	11,31	1,2
	Large	14	-	-	-	-	-	-	-
		20	-	-	-	-	-	-	-
		28	72	593	81,7	-	7310,00	20,19	1,4
		40	64	604	80	-	5747,78	13,07	1

EK 1 Yüksek kontrast ayırma gücü testi sonuçları (Devam)

	Karın (Abdomen) Bar Fantom (PARALEL)								
	Odak	**FOV**	**kVp**	**mA**	**sn.**	**Cu (mm)**	**Doz (Masa)**	**Doz (GG)**	**LP/mm.**
Floroskopi (µGy/dak.)	Micro	14	-	-	-	-	-	-	-
		20	-	-	-	-	-	-	-
		28	77	6,9	-	-	27360	110,5	1,4
		40	74	5,2	-	-	17290	62,20	1
	Small	14	-	-	-	-	-	-	-
		20	-	-	-	-	-	-	-
		28	77	6,9	-	-	27110	109,7	1,4
		40	74	5,2	-	-	17320	65,3	1
	Large	14	-	-	-	-	-	-	-
		20	-	-	-	-	-	-	-
		28	77	6,9	-	-	27250	110,9	1,4
		40	74	5,2	-	-	17390	63,6	1
DA (µGy/fr)	Micro	14	-	-	-	-	-	-	-
		20	-	-	-	-	-	-	-
		28	96	109	80	-	3142	10,63	1,6
		40	90	110	80	-	2063	6,72	1,4
	Small	14	-	-	-	-	-	-	-
		20	-	-	-	-	-	-	-
		28	80	327	80	-	5477	12,57	1,6
		40	70	351	80	-	4042	8,31	1,2
	Large	14	-	-	-	-	-	-	-
		20	-	-	-	-	-	-	-
		28	72	577	80	-	7383	14,08	1
		40	64	593	80	-	5652	9,48	0,9
DSA (µGy/fr)	Micro	14	-	-	-	-	-	-	-
		20	-	-	-	-	-	-	-
		28	96	113	79,4	-	3839	14,71	1,8
		40	88	112	85,1	-	2249	8,54	1,4
	Small	14	-	-	-	-	-	-	-
		20	-	-	-	-	-	-	-
		28	74	351	101	-	5810	17,18	1,6
		40	69	363	85,9	-	4407	11,38	1,4
	Large	14	-	-	-	-	-	-	-
		20	-	-	-	-	-	-	-
		28	68	597	94,6	-	7680	19,63	1,4
		40	63	606	87,2	-	6096	13,27	1

EK 1 Yüksek kontrast ayırma gücü testi sonuçları (Devam)

	Karın (Abdomen) Bar Fantom (45)								
	Odak	**FOV**	**kVp**	**mA**	**sn.**	**Cu (mm)**	**Doz (Masa)**	**Doz (GG)**	**LP/mm.**
Floroskopi (µGy/dak.)	Micro	14	-	-	-	-	-	-	-
		20	-	-	-	-	-	-	-
		28	74	5,3	-	-	27960	114,2	1,4
		40	75	5,9	-	-	17590	66,10	1,2
	Small	14	-	-	-	-	-	-	-
		20	-	-	-	-	-	-	-
		28	78	7	-	-	27930	113,4	1,4
		40	74	5,3	-	-	17630	66,1	1,2
	Large	14	-	-	-	-	-	-	-
		20	-	-	-	-	-	-	-
		28	78	7,1	-	-	28030	109,1	1,4
		40	74	5,3	-	-	17740	65,7	1,2
DA (µGy/fr)	Micro	14	-	-	-	-	-	-	-
		20	-	-	-	-	-	-	-
		28	96	109	80	-	3193	10,88	1,4
		40	90	110	80	-	2067	6,76	1,2
	Small	14	-	-	-	-	-	-	-
		20	-	-	-	-	-	-	-
		28	81	325	80	-	5552	12,90	1,6
		40	71	351	80	-	4067	8,44	1,2
	Large	14	-	-	-	-	-	-	-
		20	-	-	-	-	-	-	-
		28	72	577	80	-	7482	14,50	1,4
		40	64	593	80	-	5692	9,67	1
DSA (µGy/fr)	Micro	14	-	-	-	-	-	-	-
		20	-	-	-	-	-	-	-
		28	95	113	79,3	-	2431	10,44	1,8
		40	88	112	85,8	-	2253	8,63	1,4
	Small	14	-	-	-	-	-	-	-
		20	-	-	-	-	-	-	-
		28	75	350	101	-	5821	17,50	1,6
		40	69	362	85,8	-	4393	11,50	1,2
	Large	14	-	-	-	-	-	-	-
		20	-	-	-	-	-	-	-
		28	69	597	95,3	-	7741	20,09	1,4
		40	63	605	87,1	-	6077	13,40	1

EK 1 Yüksek kontrast ayırma gücü testi sonuçları (Devam)

	Baş (Skull) Bar Fantom (PARALEL)								
	Odak	**FOV**	**kVp**	**mA**	**sn.**	**Cu (mm)**	**Doz (Masa)**	**Doz (GG)**	**LP/mm.**
Floroskopi (µGy/dak.)	Micro	14	-	-	-	-	-	-	-
		20	-	-	-	-	-	-	-
		28	76	6,1	-	-	21730	93,6	1,6
		40	72	4,6	-	-	13640	53,40	1,2
	Small	14	-	-	-	-	-	-	-
		20	-	-	-	-	-	-	-
		28	76	6,1	-	-	21520	91,3	1,6
		40	72	4,6	-	-	13720	53,7	1,2
	Large	14	-	-	-	-	-	-	-
		20	-	-	-	-	-	-	-
		28	76	6,1	-	-	21620	93	1,6
		40	72	4,6	-	-	13820	53,4	1,2
DA (µGy/fr)	Micro	14	-	-	-	-	-	-	-
		20	-	-	-	-	-	-	-
		28	96	109	80	-	2668	10,08	2
		40	84	110	80	-	1785	5,60	1,6
	Small	14	-	-	-	-	-	-	-
		20	-	-	-	-	-	-	-
		28	76	338	80	-	4907	10,72	1,6
		40	67	360	80	-	3687	6,91	1,4
	Large	14	-	-	-	-	-	-	-
		20	-	-	-	-	-	-	-
		28	69	583	80	-	6685	11,94	1,2
		40	61	600	80	-	5160	7,82	1
DSA (µGy/fr)	Micro	14	-	-	-	-	-	-	-
		20	-	-	-	-	-	-	-
		28	96	113	82,6	-	2563	12,18	2,2
		40	83	112	85,6	-	1979	7,47	1,8
	Small	14	-	-	-	-	-	-	-
		20	-	-	-	-	-	-	-
		28	75	348	83,1	-	4856	15,56	1,6
		40	67	368	80,1	-	3834	9,75	1,4
	Large	14	-	-	-	-	-	-	-
		20	-	-	-	-	-	-	-
		28	68	597	82,6	-	6754	17,80	1,4
		40	61	609	80,2	-	5273	11,21	1

EK 1 Yüksek kontrast ayırma gücü testi sonuçları (Devam)

	Baş (Skull) Bar Fantom (DİK)								
	Odak	**FOV**	**kVp**	**mA**	**sn.**	**Cu (mm)**	**Doz (Masa)**	**Doz (GG)**	**LP/mm.**
Floroskopi (µGy/dak.)	Micro	14	-	-	-	-	-	-	-
		20	-	-	-	-	-	-	-
		28	76	6,2	-	-	21690	85,8	1,4
		40	72	4,7	-	-	13960	50,00	1,2
	Small	14	-	-	-	-	-	-	-
		20	-	-	-	-	-	-	-
		28	76	6,2	-	-	21760	85,5	1,4
		40	72	4,7	-	-	14030	51,2	1,2
	Large	14	-	-	-	-	-	-	-
		20	-	-	-	-	-	-	-
		28	76	6,2	-	-	21830	86,2	1,4
		40	72	4,7	-	-	14030	50,1	1,2
DA (µGy/fr)	Micro	14	-	-	-	-	-	-	-
		20	-	-	-	-	-	-	-
		28	96	109	80	-	2682	8,60	1,6
		40	86	110	80	-	1792	5,34	1,4
	Small	14	-	-	-	-	-	-	-
		20	-	-	-	-	-	-	-
		28	77	334	80	-	4590	10,53	1,4
		40	68	358	80	-	3637	6,44	1,2
	Large	14	-	-	-	-	-	-	-
		20	-	-	-	-	-	-	-
		28	69	583	80	-	6548	10,84	1,2
		40	62	598	80	-	5132	7,26	1
DSA (µGy/fr)	Micro	14	-	-	-	-	-	-	-
		20	-	-	-	-	-	-	-
		28	97	113	82	-	2476	11,33	1,6
		40	84	112	85,1	-	1967	7,26	1,4
	Small	14	-	-	-	-	-	-	-
		20	-	-	-	-	-	-	-
		28	76	348	84	-	4744	14,47	1,4
		40	68	366	80,6	-	3826	9,42	1,2
	Large	14	-	-	-	-	-	-	-
		20	-	-	-	-	-	-	-
		28	69	597	82,3	-	6581	16,73	1,4
		40	62	607	81,6	-	5341	10,90	1

EK 1 Yüksek kontrast ayırma gücü testi sonuçları (Devam)

	Baş (Skull) Bar Fantom (45)								
	Odak	**FOV**	**kVp**	**mA**	**sn.**	**Cu (mm)**	**Doz (Masa)**	**Doz (GG)**	**LP/mm.**
Floroskopi (µGy/dak.)	Micro	14	-	-	-	-	-	-	-
		20	-	-	-	-	-	-	-
		28	76	6,1	-	-	21670	85,9	1,4
		40	72	4,7	-	-	14270	51,30	1
	Small	14	-	-	-	-	-	-	-
		20	-	-	-	-	-	-	-
		28	76	6,1	-	-	21950	87,1	1,4
		40	72	4,7	-	-	14230	51,9	1
	Large	14	-	-	-	-	-	-	-
		20	-	-	-	-	-	-	-
		28	76	6,1	-	-	22060	87,4	1,4
		40	72	4,7	-	-	14370	51,7	1
DA (µGy/fr)	Micro	14	-	-	-	-	-	-	-
		20	-	-	-	-	-	-	-
		28	96	109	80	-	2695	8,65	1,6
		40	86	110	80	-	1835	5,52	1,4
	Small	14	-	-	-	-	-	-	-
		20	-	-	-	-	-	-	-
		28	76	337	80	-	4833	9,86	1,4
		40	68	358	80	-	3738	6,68	1,2
	Large	14	-	-	-	-	-	-	-
		20	-	-	-	-	-	-	-
		28	69	583	80	-	6567	10,91	1,2
		40	62	598	80	-	5247	7,54	1
DSA (µGy/fr)	Micro	14	-	-	-	-	-	-	-
		20	-	-	-	-	-	-	-
		28	96	113	82,6	-	2519	11,39	1,6
		40	83	112	86,5	-	1944	7,26	1,4
	Small	14	-	-	-	-	-	-	-
		20	-	-	-	-	-	-	-
		28	75	349	84,5	-	4729	14,33	1,4
		40	67	366	82,2	-	3867	9,44	1,2
	Large	14	-	-	-	-	-	-	-
		20	-	-	-	-	-	-	-
		28	71	600	66,6	-	5720	15,48	1,2
		40	64	609	64,9	-	4566	10,12	1

EK 1 Yüksek kontrast ayırma gücü testi sonuçları (Devam)

	Ekstremite Bar Fantom (DİK)								
	Odak	**FOV**	**kVp**	**mA**	**sn.**	**Cu (mm)**	**Doz (Masa)**	**Doz (GG)**	**LP/mm.**
Floroskopi (µGy/dak.)	Micro	14	-	-	-	-	-	-	-
		20	-	-	-	-	-	-	-
		28	61	2	-	-	2880	90,4	1,4
		40	58	1,5	-	-	1864	56,50	1
	Small	14	-	-	-	-	-	-	-
		20	-	-	-	-	-	-	-
		28	61	2	-	-	2924	92,4	1,4
		40	58	1,5	-	-	1861	55,1	1
	Large	14	-	-	-	-	-	-	-
		20	-	-	-	-	-	-	-
		28	61	2	-	-	2890	90,6	1,4
		40	58	1,5	-	-	1825	54,6	1
DA (µGy/fr)	Micro	14	-	-	-	-	-	-	-
		20	-	-	-	-	-	-	-
		28	57	111	80	-	723	13,96	1,8
		40	52	112	80	-	560	9,33	1,4
	Small	14	-	-	-	-	-	-	-
		20	-	-	-	-	-	-	-
		28	50	355	57,3	-	1089	17,63	1,6
		40	50	411	78,5	-	641	10,06	1,2
	Large	14	-	-	-	-	-	-	-
		20	-	-	-	-	-	-	-
		28	50	449	45,4	-	1124	18,03	1,2
		40	50	528	59,6	-	377	9,21	1
DSA (µGy/fr)	Micro	14	-	-	-	-	-	-	-
		20	-	-	-	-	-	-	-
		28	57	112	80,3	-	732	25,38	1,2
		40	51	112	85,6	-	573	17,39	0,9
	Small	14	-	-	-	-	-	-	-
		20	-	-	-	-	-	-	-
		28	51	377	49,4	-	1093	33,86	0,9
		40	50	386	77,8	-	357	15,36	0,8
	Large	14	-	-	-	-	-	-	-
		20	-	-	-	-	-	-	-
		28	51	502	39	-	1128	34,52	0,8
		40	50	520	36	-	357	15,39	0,7

EK 1 Yüksek kontrast ayırma gücü testi sonuçları (Devam)

	Ekstremite Bar Fantom (PARALEL)								
	Odak	**FOV**	**kVp**	**mA**	**sn.**	**Cu (mm)**	**Doz (Masa)**	**Doz (GG)**	**LP/mm.**
Floroskopi (µGy/dak.)	Micro	14	-	-	-	-	-	-	-
		20	-	-	-	-	-	-	-
		28	60	2	-	-	2872	87,7	1,4
		40	57	1,5	-	-	1765	51,50	1
	Small	14	-	-	-	-	-	-	-
		20	-	-	-	-	-	-	-
		28	59	1,8	-	-	2912	89,4	1,4
		40	57	1,5	-	-	1793	51,3	1
	Large	14	-	-	-	-	-	-	-
		20	-	-	-	-	-	-	-
		28	60	2	-	-	2862	88,8	1,4
		40	57	1,5	-	-	1790	51,2	1
DA (µGy/fr)	Micro	14	-	-	-	-	-	-	-
		20	-	-	-	-	-	-	-
		28	58	111	80	-	731	13,91	1,8
		40	51	112	80	-	538	8,69	1,4
	Small	14	-	-	-	-	-	-	-
		20	-	-	-	-	-	-	-
		28	50	354	56,9	-	1069	16,93	1,6
		40	50	404	75,9	-	604	9,28	1,2
	Large	14	-	-	-	-	-	-	-
		20	-	-	-	-	-	-	-
		28	50	447	45	-	1100	17,25	1
		40	50	516	57,3	-	356	8,46	0,9
DSA (µGy/fr)	Micro	14	-	-	-	-	-	-	-
		20	-	-	-	-	-	-	-
		28	62	112	57,2	-	594	22,23	1,6
		40	51	112	84,7	-	569	17,26	1,2
	Small	14	-	-	-	-	-	-	-
		20	-	-	-	-	-	-	-
		28	51	377	49,4	-	1097	33,71	1
		40	50	386	77,8	-	358	15,22	0,9
	Large	14	-	-	-	-	-	-	-
		20	-	-	-	-	-	-	-
		28	51	501	38,9	-	1124	34,14	0,7
		40	50	495	60,3	-	356	15,16	0,6

EK 1 Yüksek kontrast ayırma gücü testi sonuçları (Devam)

	Ekstremite Bar Fantom (45)								
	Odak	**FOV**	**kVp**	**mA**	**sn.**	**Cu (mm)**	**Doz (Masa)**	**Doz (GG)**	**LP/mm.**
Floroskopi (µGy/dak.)	Micro	14	-	-	-	-	-	-	-
		20	-	-	-	-	-	-	-
		28	61	2	-	-	2898	91,2	1,2
		40	57	1,5	-	-	1793	53,00	1
	Small	14	-	-	-	-	-	-	-
		20	-	-	-	-	-	-	-
		28	60	2	-	-	2922	92	1,2
		40	57	1,5	-	-	1791	52,6	1
	Large	14	-	-	-	-	-	-	-
		20	-	-	-	-	-	-	-
		28	60	2	-	-	2922	91,08	1,2
		40	57	1,5	-	-	1791	53,1	1
DA (µGy/fr)	Micro	14	-	-	-	-	-	-	-
		20	-	-	-	-	-	-	-
		28	58	111	80	-	623	13,19	1,6
		40	51	112	80	-	538	8,95	1,2
	Small	14	-	-	-	-	-	-	-
		20	-	-	-	-	-	-	-
		28	50	359	58,8	-	1102	17,98	1,4
		40	50	407	76,9	-	608	9,59	1,2
	Large	14	-	-	-	-	-	-	-
		20	-	-	-	-	-	-	-
		28	50	457	46,5	-	1139	18,37	1,2
		40	50	521	57,9	-	358	8,77	1
DSA (µGy/fr)	Micro	14	-	-	-	-	-	-	-
		20	-	-	-	-	-	-	-
		28	62	112	57,4	-	596	22,77	1,4
		40	51	112	85,8	-	570	17,53	1
	Small	14	-	-	-	-	-	-	-
		20	-	-	-	-	-	-	-
		28	51	381	51,7	-	1146	35,99	1
		40	50	387	79,1	-	360	15,69	0,9
	Large	14	-	-	-	-	-	-	-
		20	-	-	-	-	-	-	-
		28	51	508	40,7	-	1174	36,46	0,8
		40	50	498	61,3	-	358	15,66	0,7

EK 2 Alçak kontrast ayırma gücü testi sonuçları

	Sistem Performansı LCD4 Testleri								
	Odak	**FOV**	**kVp**	**mA**	**sn.**	**Cu (mm)**	**Doz (Masa)**	**Doz (GG)**	**% Kontrast**
Floroskopi (µGy/dak.)	Micro	14	72	4,6	-	1	-	300,3	3,71
		20	72	4,7	-	1,5	-	140,5	4,5
		28	69	3,6	-	1,5	-	72,9	5,25
		40	69	3,8	-	2	-	40,50	6,74
	Small	14	72	4,6	-	1	-	301,20	4,5
		20	72	4,7	-	1,5	-	142,20	5,25
		28	69	3,6	-	1,5	-	74,00	5,25
		40	69	3,8	-	2	-	41,50	6,74
	Large	14	72	4,6	-	1	-	303,70	4,5
		20	72	4,7	-	1,5	-	141,60	5,25
		28	69	3,6	-	1,5	-	73,60	6,74
		40	69	3,9	-	2	-	41,60	6,74
DA (µGy/fr)	Micro	14	72	110	80	0,5	-	40,67	3,71
		20	74	110	80	1	-	17,08	4,5
		28	67	111	80	1	-	9,06	3,71
		40	69	111	80	1,5	-	4,80	5,25
	Small	14	70	353	80	1	-	35,03	3,71
		20	71	350	80	1,5	-	16,38	4,5
		28	71	349	80	2	-	8,11	5,25
		40	72	346	80	2,5	-	4,46	5,25
	Large	14	73	574	80	1,5	-	32,50	3,71
		20	73	573	80	2	-	15,33	5,25
		28	68	583	80	2	-	8,05	5,25
		40	69	582	80	2,5	-	4,42	5,25
DSA(µGy/fr)	Micro	14	74	114	66,4	0,5	-	39,32	1,55
		20	76	114	61,7	1	-	13,77	1,3
		28	68	113	62,3	1	-	7,69	1,55
		40	72	113	61	1,5	-	3,93	1,72
	Small	14	71	366	62	1	-	29,37	0,86
		20	72	365	61,8	1,5	-	13,35	1,55
		28	72	364	63,5	2	-	6,75	1,55
		40	73	361	61,6	2,5	-	3,74	2,15
	Large	14	74	599	64,6	1,5	-	27,02	1,3
		20	68	605	60,9	1,5	-	14,35	1,55
		28	69	603	55,8	2	-	6,29	1,72
		40	70	602	58,7	2,5	-	3,84	1,72

EK 2 Alçak kontrast ayırma gücü testi sonuçları (Devam)

	Masada Sistem Performansı LCD4 Testleri								
	Odak	**FOV**	**kVp**	**mA**	**sn.**	**Cu (mm)**	**Doz (Masa)**	**Doz (GG)**	**% Kontrast**
Floroskopi (µGy/dak.)	Micro	14	-	-	-	-	-	-	-
		20	-	-	-	-	-	-	-
		28	69	4,4	-	1,5	313,8	57,6	4,5
		40	70	4,9	-	2	178,2	32,4	5,25
	Small	14	-	-	-	-	-	-	-
		20	-	-	-	-	-	-	-
		28	69	3,7	-	1,5	232,8	54,6	4,5
		40	71	4,3	-	2	140,4	33	5,25
	Large	14	-	-	-	-	-	-	-
		20	-	-	-	-	-	-	-
		28	69	3,7	-	1,5	231,6	55,2	3,71
		40	71	4,2	-	2	141	32,4	6,74
DA (µGy/fr)	Micro	14	-	-	-	-	-	-	-
		20	-	-	-	-	-	-	-
		28	68	111	80	1	33,88	7,461	3,22
		40	70	110	80	1,5	18,36	4,156	3,22
	Small	14	-	-	-	-	-	-	-
		20	-	-	-	-	-	-	-
		28	68	365	64	1,5	34,51	7,376	2,15
		40	70	362	64	2	20,1	3,841	2,49
	Large	14	-	-	-	-	-	-	-
		20	-	-	-	-	-	-	-
		28	69	582	80	2	28,68	6,626	3,22
		40	70	581	80	2,5	19,09	3,832	3,22
DSA	Micro	14	-	-	-	-	-	-	-
		20	-	-	-	-	-	-	-
		28	70	113	70,1	1	24,11	7,23	1,1
		40	72	113	68,8	1,5	13,1	3,77	1,3
	Small	14	-	-	-	-	-	-	-
		20	-	-	-	-	-	-	-
		28	71	358	81,8	2	30,12	8,49	1,55
		40	72	356	86	2,5	12,85	3,61	1,72
	Large	14	-	-	-	-	-	-	-
		20	-	-	-	-	-	-	-
		28	73	590	81	2,5	30,54	8,54	1,72
		40	73	590	88,3	3	12,65	3,51	1,72

EK 2 Alçak kontrast ayırma gücü testi sonuçları (Devam)

	Geometrik Büyütme LCD4 Testleri								
	Odak	**FOV**	**kVp**	**mA**	**sn.**	**Cu (mm)**	**Doz (Masa)**	**Doz (GG)**	**% Kontrast**
Floroskopi (µGy/dak.)	Micro	14	-	-	-	-	-	-	-
		20	-	-	-	-	-	-	-
		28	-	-	-	-	-	-	-
		40	69	3,8	-	2	68,40	33,60	4,5
	Small	14	-	-	-	-	-	-	-
		20	-	-	-	-	-	-	-
		28	-	-	-	-	-	-	-
		40	69	3,8	-	2	68,40	33,20	6,74
	Large	14	-	-	-	-	-	-	-
		20	-	-	-	-	-	-	-
		28	-	-	-	-	-	-	-
		40	69	3,8	-	2	69,48	34,00	6,74
DA (µGy/fr)	Micro	14	-	-	-	-	-	-	-
		20	-	-	-	-	-	-	-
		28	-	-	-	-	-	-	-
		40	69	111	80	1,5	7,05	3,85	2,49
	Small	14	-	-	-	-	-	-	-
		20	-	-	-	-	-	-	-
		28	-	-	-	-	-	-	-
		40	69	364	80	2	7,02	3,77	3,22
	Large	14	-	-	-	-	-	-	-
		20	-	-	-	-	-	-	-
		28	-	-	-	-	-	-	-
		40	69	583	80	2,5	6,27	3,46	3,22
DSA (µGy/fr)	Micro	14	-	-	-	-	-	-	-
		20	-	-	-	-	-	-	-
		28	-	-	-	-	-	-	-
		40	69	112	81	1,5	7,53	3,66	1,3
	Small	14	-	-	-	-	-	-	-
		20	-	-	-	-	-	-	-
		28	-	-	-	-	-	-	-
		40	69	366	80	2,5	7,26	3,93	1,72
	Large	14	-	-	-	-	-	-	-
		20	-	-	-	-	-	-	-
		28	-	-	-	-	-	-	-
		40	71	593	93,9	3	6,95	6,05	1,72

EK 2 Alçak kontrast ayırma gücü testi sonuçları (Devam)

	Göğüs (Chest) Fantomu LCD4 Testleri								
	Odak	**FOV**	**kVp**	**mA**	**sn.**	**Cu (mm)**	**Doz (Masa)**	**Doz (GG)**	**% Kontrast**
Floroskopi (µGy/dak.)	Micro	14	-	-	-	-	-	-	-
		20	-	-	-	-	-	-	-
		28	80	9,1	-	1,5	2843	74,4	5,25
		40	80	11	-	2	1626	47,16	6,74
	Small	14	-	-	-	-	-	-	-
		20	-	-	-	-	-	-	-
		28	80	9,1	-	1,5	2832	74,90	5,25
		40	80	9,4	-	2	1640	46,80	6,74
	Large	14	-	-	-	-	-	-	-
		20	-	-	-	-	-	-	-
		28	80	9,1	-	1,5	2855	72,30	5,25
		40	80	9,3	-	2	1626	47,20	6,74
DA (µGy/fr)	Micro	14	-	-	-	-	-	-	-
		20	-	-	-	-	-	-	-
		28	96	109	80	1	303	12,05	3,71
		40	95	109	80	1,5	167	7,87	5,25
	Small	14	-	-	-	-	-	-	-
		20	-	-	-	-	-	-	-
		28	88	309	80	1,5	291	8,07	3,71
		40	87	310	80	2	161	4,95	5,25
	Large	14	-	-	-	-	-	-	-
		20	-	-	-	-	-	-	-
		28	88	543	80	2	272	8,02	3,22
		40	87	546	80	2,5	165	5,20	3,22
DSA (µGy/fr)	Micro	14	-	-	-	-	-	-	-
		20	-	-	-	-	-	-	-
		28	97	115	68,7	1	271	8,50	1,3
		40	95	115	64	1,5	145	4,99	1,3
	Small	14	-	-	-	-	-	-	-
		20	-	-	-	-	-	-	-
		28	97	320	68,7	1	212	6,89	1,55
		40	95	313	64	1,5	161	5,59	1,55
	Large	14	-	-	-	-	-	-	-
		20	-	-	-	-	-	-	-
		28	94	559	79,8	2,5	272	9,08	1,72
		40	92	563	78	3	160	5,60	1,72

EK 2 Alçak kontrast ayırma gücü testi sonuçları (Devam)

	Karın (Abdomen) Fantomu LCD4 Testleri								
	Odak	**FOV**	**kVp**	**mA**	**sn.**	**Cu (mm)**	**Doz (Masa)**	**Doz (GG)**	**% Kontrast**
Floroskopi (µGy/dak.)	Micro	14	-	-	-	-	-	-	-
		20	-	-	-	-	-	-	-
		28	85	22,4	-	1,5	10530	111,8	6,74
		40	84	22,9	-	2	5902	75,70	7,49
	Small	14	-	-	-	-	-	-	-
		20	-	-	-	-	-	-	-
		28	85	22,4	-	1,5	10570	111,10	6,74
		40	84	22,9	-	2	5916	74,60	7,49
	Large	14	-	-	-	-	-	-	-
		20	-	-	-	-	-	-	-
		28	85	22,3	-	1,5	10640	112,10	6,74
		40	85	22,1	-	2	5849	74,90	7,49
DA (µGy/fr)	Micro	14	-	-	-	-	-	-	-
		20	-	-	-	-	-	-	-
		28	112	109	80	1	564	6,62	4,5
		40	105	109	80	1,5	296	4,21	5,25
	Small	14	-	-	-	-	-	-	-
		20	-	-	-	-	-	-	-
		28	100	287	80	1,5	548	5,47	5,25
		40	96	293	80	2	297	4,11	6,74
	Large	14	-	-	-	-	-	-	-
		20	-	-	-	-	-	-	-
		28	98	527	80	2	562	6,74	6,74
		40	96	529	80	2,5	363	5,20	7,49
DSA (µGy/fr)	Micro	14	-	-	-	-	-	-	-
		20	-	-	-	-	-	-	-
		28	108	113	88,9	1	566	7,06	1,55
		40	105	113	80,7	1,5	296	4,46	1,72
	Small	14	-	-	-	-	-	-	-
		20	-	-	-	-	-	-	-
		28	108	292	84,6	2	519	7,02	1,3
		40	102	300	80,5	2,5	284	4,42	1,55
	Large	14	-	-	-	-	-	-	-
		20	-	-	-	-	-	-	-
		28	103	550	85,3	2,5	511	6,91	1,3
		40	98	554	79,6	3	503	7,32	1,55

EK 2 Alçak kontrast ayırma gücü testi sonuçları (Devam)

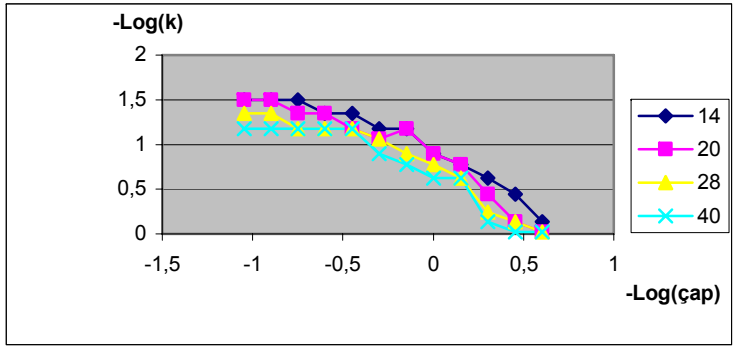
	Baş (Skull) Fantomu LCD4 Testleri								
	Odak	**FOV**	**kVp**	**mA**	**sn.**	**Cu (mm)**	**Doz (Masa)**	**Doz (GG)**	**% Kontrast**
Floroskopi (µGy/dak.)	Micro	14	-	-	-	-	-	-	-
		20	-	-	-	-	-	-	-
		28	81	24,6	-	1,5	7850	95,5	5,25
		40	80	24,8	-	2	4429	63,40	6,74
	Small	14	-	-	-	-	-	-	-
		20	-	-	-	-	-	-	-
		28	80	24,7	-	1,5	7814	94,10	5,25
		40	83	23,6	-	2	4365	63,10	6,74
	Large	14	-	-	-	-	-	-	-
		20	-	-	-	-	-	-	-
		28	80	24,8	-	1,5	7850	90,30	5,25
		40	80	24,8	-	2	4425	63,20	6,74
DA (µGy/fr)	Micro	14	-	-	-	-	-	-	-
		20	-	-	-	-	-	-	-
		28	105	109	80	1	409	5,56	3,22
		40	100	109	80	1,5	219	3,51	4,5
	Small	14	-	-	-	-	-	-	-
		20	-	-	-	-	-	-	-
		28	96	293	80	1,5	467	6,28	3,71
		40	96	293	80	2	259	4,03	4,5
	Large	14	-	-	-	-	-	-	-
		20	-	-	-	-	-	-	-
		28	96	529	80	2	450	6,21	4,5
		40	96	529	80	2,5	315	5,08	5,25
DSA (µGy/fr)	Micro	14	-	-	-	-	-	-	-
		20	-	-	-	-	-	-	-
		28	102	113	86,6	1	415	5,98	1,3
		40	100	113	80,8	1,5	223	3,73	1,55
	Small	14	-	-	-	-	-	-	-
		20	-	-	-	-	-	-	-
		28	102	300	83,1	2	380	5,95	1,55
		40	98	306	79,6	2,5	211	3,71	1,72
	Large	14	-	-	-	-	-	-	-
		20	-	-	-	-	-	-	-
		28	98	555	85,3	2,5	373	5,86	1,55
		40	95	558	82,6	3	326	5,66	2,15

EK 2 Alçak kontrast ayırma gücü testi sonuçları (Devam)

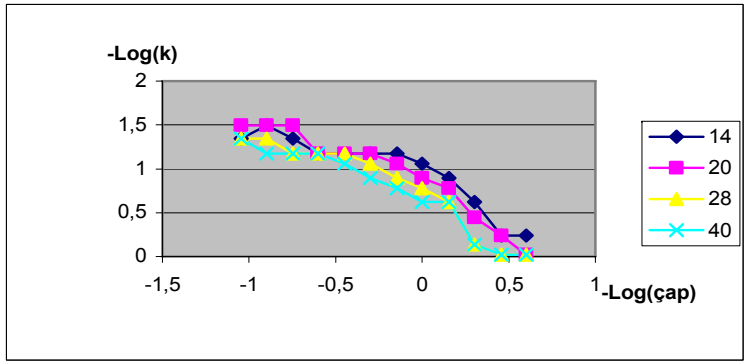
	Ekstremite Fantomu LCD4 Testleri								
	Odak	**FOV**	**kVp**	**mA**	**sn.**	**Cu (mm)**	**Doz (Masa)**	**Doz (GG)**	**% Kontrast**
Floroskopi (µGy/dak.)	Micro	14	-	-	-	-	-	-	-
		20	-	-	-	-	-	-	-
		28	74	5,5	-	1,5	898	65,6	3,7
		40	75	5,8	-	2	526	38,90	4,5
	Small	14	-	-	-	-	-	-	-
		20	-	-	-	-	-	-	-
		28	74	5,5	-	1,5	901	65,80	3,71
		40	75	5,8	-	2	528	39,30	4,5
	Large	14	-	-	-	-	-	-	-
		20	-	-	-	-	-	-	-
		28	74	5,4	-	1,5	895	65,60	3,71
		40	79	6,4	-	2	526	39,00	4,5
DA (µGy/fr)	Micro	14	-	-	-	-	-	-	-
		20	-	-	-	-	-	-	-
		28	79	110	80	1	105	7,66	2,15
		40	79	110	80	1,5	55	4,14	2,49
	Small	14	-	-	-	-	-	-	-
		20	-	-	-	-	-	-	-
		28	74	341	80	1,5	89	6,41	2,15
		40	76	338	80	2	53	3,60	3,22
	Large	14	-	-	-	-	-	-	-
		20	-	-	-	-	-	-	-
		28	76	566	80	2	78	5,88	2,49
		40	77	566	80	2,5	53	3,98	3,22
DSA (µGy/fr)	Micro	14	-	-	-	-	-	-	-
		20	-	-	-	-	-	-	-
		28	77	112	85,1	1	102	8,09	0,86
		40	78	112	87,1	1,5	47	4,50	1,3
	Small	14	-	-	-	-	-	-	-
		20	-	-	-	-	-	-	-
		28	81	337	75,3	2	82	6,86	1,1
		40	80	338	83,6	2,5	52	4,30	1,55
	Large	14	-	-	-	-	-	-	-
		20	-	-	-	-	-	-	-
		28	81	577	80,3	2,5	89	7,45	1,3
		40	80	579	83,7	3	52	4,35	1,55

EK 3 Kontarst ayrıntı testi sonuçları

Test: Sistem Performansı TCD4					**ID :**02	**Tarih:**05-06-06
Odak - II	**:**100 cm.			**Fantom - II**	**:**0 cm.	
Saçıcı Kalınlığı	**:----------**			**Doz Modu**	**:**4,8	
Işınlama Tipi	**:**Floroskopik			**Işınlama Hızı**	**:----------**	
Odak Boyu	**:**Micro			**Geometrik Mag. :**		
Odak -İyon odası :					**Doz (µGy/dak.)**	
FOV	**kVp**	**mA**	**sn**	**Cu**	**Masada**	**II girişinde**
14	72	4,8	-	1	-	307,8
20	68	3,5	-	1	-	156
28	69	3,5	-	1,5	-	74,9
40	70	3,9	-	2	-	36,1

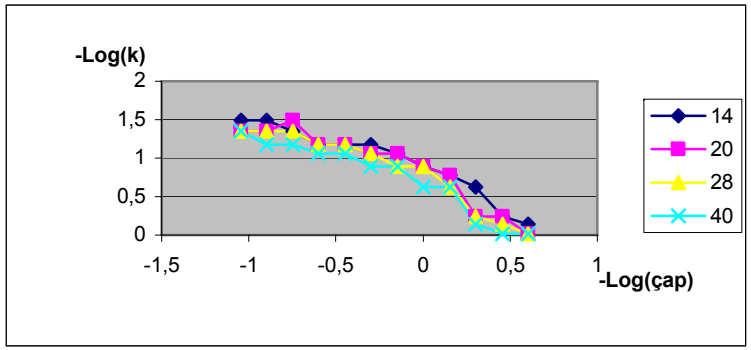


Test: Sistem Performansı TCD4 ile					**ID :**01	**Tarih:**05-06-06
Odak - II	**:**100 cm.			**Fantom - II**	**:**0 cm.	
Saçıcı Kalınlığı	**:----------**			**Doz Modu**	**:**4,8	
Işınlama Tipi	**:**Floroskopik			**Işınlama Hızı**	**:----------**	
Odak Boyu	**:**Small			**Geometrik Mag. :**		
Odak -İyon odası :					**Doz (µGy/dak.)**	
FOV	**kVp**	**mA**	**sn**	**Cu**	**Masada**	**II girişinde**
14	72	4,8	-	1	-	306,3
20	68	3,5	-	1	-	155,9
28	69	3,7	-	1,5	-	74,3
40	70	3,9	-	2	-	34,6

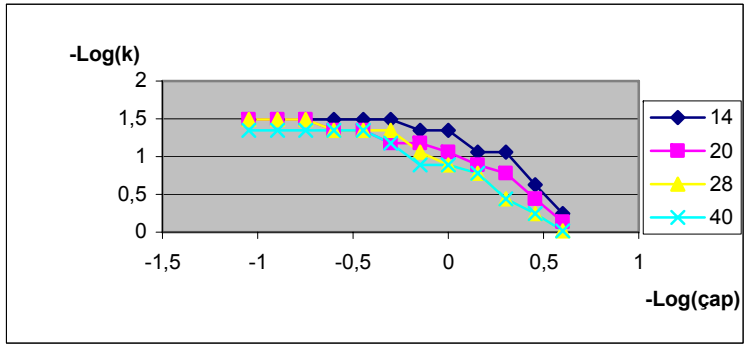


EK 3 Kontarst ayrıntı testi sonuçları (Devam)

Test: Sistem Performansı TCD4 ile					**ID :**03	**Tarih:**05-06-06
Odak - II	**:**100 cm.			**Fantom - II**	**:**0 cm.	
Saçıcı Kalınlığı	**:----------**			**Doz Modu**	**:**4,8	
Işınlama Tipi	**:**Floroskopik			**Işınlama Hızı**	**:----------**	
Odak Boyu	**:**Large			**Geometrik Mag. :**		
Odak -İyon odası :					**Doz (µGy/dak.)**	
FOV	**kVp**	**mA**	**sn**	**Cu**	**Masada**	**II girişinde**
14	72	4,8	-	1	-	307,9
20	68	3,5	-	1	-	155,4
28	69	3,7	-	1,5	-	74,2
40	70	3,9	-	2	-	37,6

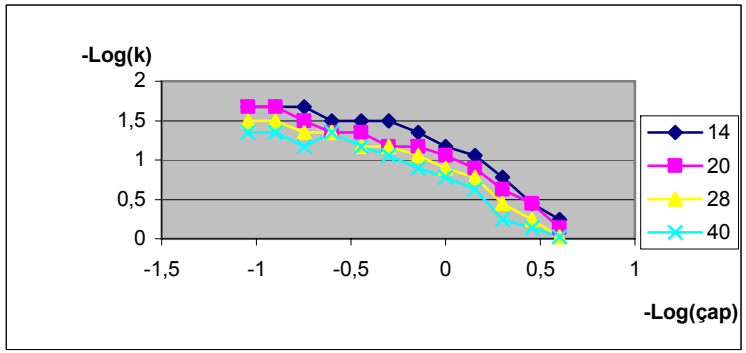


Test: Sistem Performansı TCD4 ile					**ID :**04	**Tarih:**05-06-06
Odak - II	**:**100 cm.			**Fantom - II**	**:**0 cm.	
Saçıcı Kalınlığı	**:----------**			**Doz Modu**	**:**4,8	
Işınlama Tipi	**:**DA			**Işınlama Hızı**	**:** 2 fr/ sn	
Odak Boyu	**:** Micro			**Geometrik Mag. :**		
Odak -İyon odası :					**Doz (µGy/fr)**	
FOV	**kVp**	**mA**	**sn**	**Cu**	**Masada**	**II girişinde**
14	73	110	80	0,5	-	40,96
20	74	110	80	1	-	19,63
28	68	111	80	1	-	9,749
40	70	111	80	1,5	-	4,905

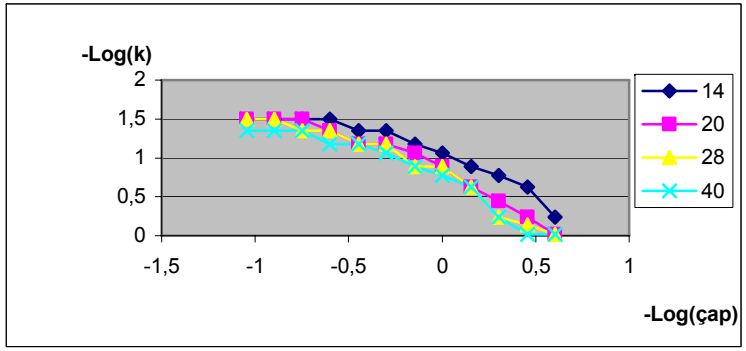


EK 3 Kontarst ayrıntı testi sonuçları (Devam)

Test: Sistem Performansı TCD4 ile				**ID :**05		**Tarih:**05-06-06
Odak - II	**:**100 cm.			**Fantom - II**	**:**0 cm.	
Saçıcı Kalınlığı	**:----------**			**Doz Modu**	**:**4,8	
Işınlama Tipi	**:**DA			**Işınlama Hızı**	**:** 2 fr/ sn	
Odak Boyu	**:** Small			**Geometrik Mag. :**		
Odak -İyon odası :					**Doz (µGy/fr)**	
FOV	**kVp**	**mA**	**sn**	**Cu**	**Masada**	**II girişinde**
14	70	351	80	1	-	36,67
20	71	349	80	1,5	-	16,77
28	72	348	80	2	-	8,384
40	72	347	80	2,5	-	4,592

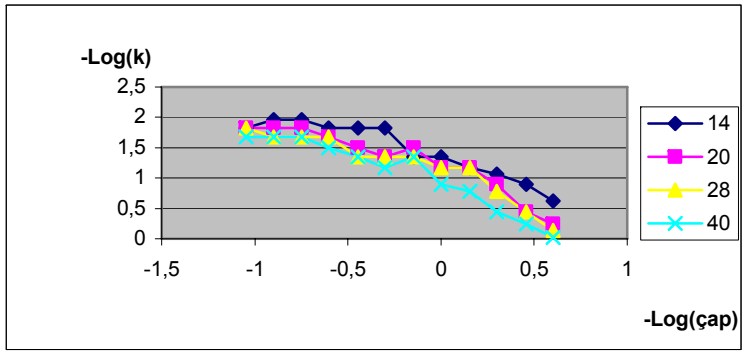


Test: Sistem Performansı TCD4 ile				**ID :**06		**Tarih:**05-06-06
Odak - II	**:**100 cm.			**Fantom - II**	**:**0 cm.	
Saçıcı Kalınlığı	**:----------**			**Doz Modu**	**:**4,8	
Işınlama Tipi	**:**DA			**Işınlama Hızı**	**:** 2 fr/ sn	
Odak Boyu	**:** Large			**Geometrik Mag. :**		
Odak -İyon odası :					**Doz (µGy/fr)**	
FOV	**kVp**	**mA**	**sn**	**Cu**	**Masada**	**II girişinde**
14	73	574	80	1,5	-	31,31
20	73	575	80	2	-	15
28	68	586	80	2	-	8,042
40	69	583	80	2,5	-	4,528

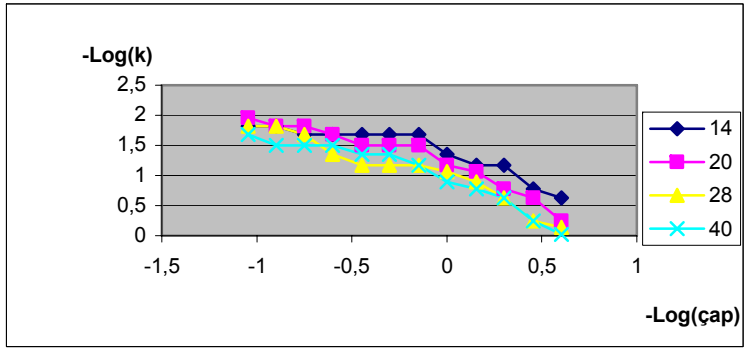


EK 3 Kontarst ayrıntı testi sonuçları (Devam)

Test: Sistem Performansı TCD4 ile				**ID :**07		**Tarih:**06-06-06
Odak - II	**:**100 cm.			**Fantom - II**	**:**0 cm.	
Saçıcı Kalınlığı	**:----------**			**Doz Modu**	**:**4,8	
Işınlama Tipi	**:**DSA			**Işınlama Hızı**	**:** 2 fr/ sn	
Odak Boyu	**:** Micro			**Geometrik Mag. :**		
Odak -İyon odası :					**Doz (µGy/fr)**	
FOV	**kVp**	**mA**	**sn**	**Cu**	**Masada**	**II girişinde**
14	74	115	65	0,5	-	33,32
20	73	115	63	1	-	13,83
28	68	114	63	1	-	7,62
40	71	114	63	1,5	-	3,936

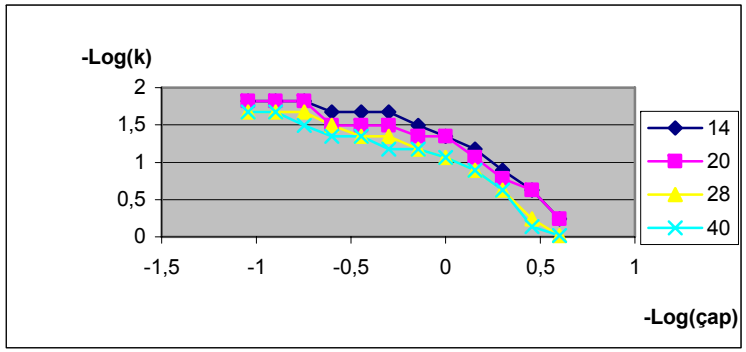


Test: Sistem Performansı TCD4 ile				**ID :**08		**Tarih:**06-06-06
Odak - II	**:**100 cm.			**Fantom - II**	**:**0 cm.	
Saçıcı Kalınlığı	**:----------**			**Doz Modu**	**:**4,8	
Işınlama Tipi	**:**DSA			**Işınlama Hızı**	**:** 2 fr/ sn	
Odak Boyu	**:** Small			**Geometrik Mag. :**		
Odak -İyon odası :					**Doz (µGy/fr)**	
FOV	**kVp**	**mA**	**sn**	**Cu**	**Masada**	**II girişinde**
14	71	375	64	1	-	29,82
20	71	373	64	1,5	-	24,87
28	72	373	66	2	-	6,813
40	72	371	65	2,5	-	3,8

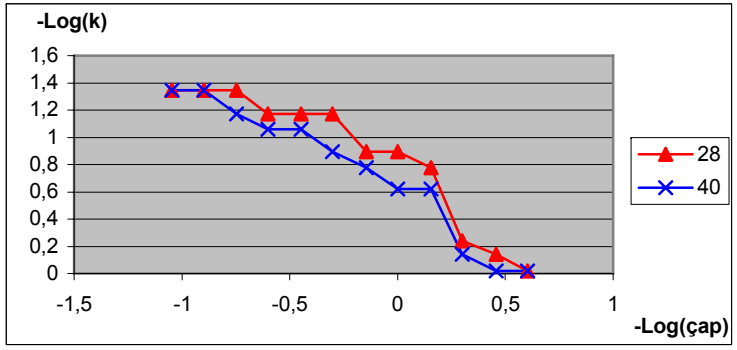


EK 3 Kontarst ayrıntı testi sonuçları (Devam)

Test: Sistem Performansı TCD4 ile				**ID :**09		**Tarih:**06-06-06
Odak - II	**:**100 cm.			**Fantom - II**	**:**0 cm.	
Saçıcı Kalınlığı	**:----------**			**Doz Modu**	**:**4,8	
Işınlama Tipi	**:**DSA			**Işınlama Hızı**	**:** 2 fr/ sn	
Odak Boyu	**:** Large			**Geometrik Mag. :**		
Odak -İyon odası :					**Doz (µGy/fr)**	
FOV	**kVp**	**mA**	**sn**	**Cu**	**Masada**	**II girişinde**
14	73	614	66	1,5	-	27,44
20	73	614	68	2	-	13,07
28	73	614	68	2,5	-	6,47
40	70	615	56	2,5	-	3,456

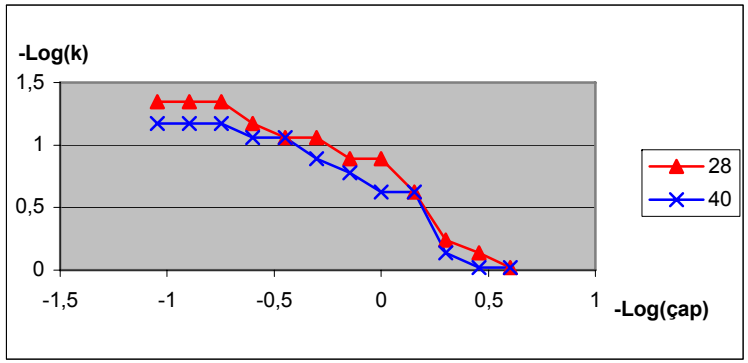


Test: Sistem Performansı TCD4 (Masa)				**ID** :73		**Tarih:** 08-07-06
Odak - II	**:**100 cm.			**Fantom - II**	**:** 40 cm.	
Saçıcı Kalınlığı	**:----------**			**Doz Modu**	**:**4,8	
Işınlama Tipi	**:**Floroskopik			**Işınlama Hızı**	**:----------**	
Odak Boyu	**:**Micro			**Geometrik Mag. :** 1,5		
Odak -İyon odası :					**Doz (µGy/dak.)**	
FOV	**kVp**	**mA**	**sn**	**Cu**	**Masada**	**II girişinde**
14	-	-	-	-	-	-
20	-	-	-	-	-	-
28	69	3,7	-	1,5	3,377	0,97
40	70	4	-	2	1,4	0,54

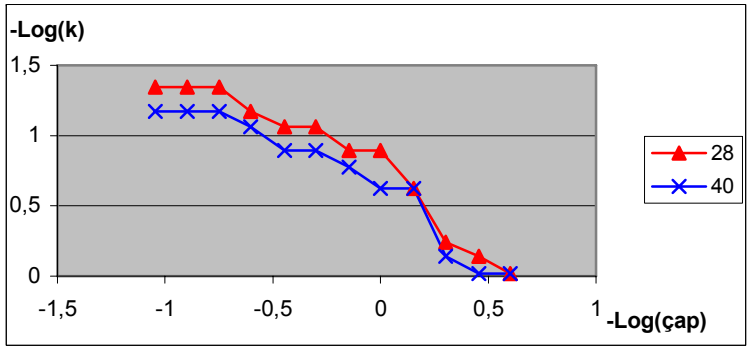


EK 3 Kontarst ayrıntı testi sonuçları (Devam)

Test: Sistem Performansı TCD4 ile (Masa)					**ID :** 74	**Tarih:**08-07-06
Odak - II	**:**100 cm.			**Fantom - II**	**:** 40 cm.	
Saçıcı Kalınlığı	**:----------**			**Doz Modu**	**:**4,8	
Işınlama Tipi	**:**Floroskopik			**Işınlama Hızı**	**:----------**	
Odak Boyu	**:**Small			**Geometrik Mag. :** 1,5		
Odak -İyon odası :					**Doz (µGy/dak.)**	
FOV	**kVp**	**mA**	**sn**	**Cu**	**Masada**	**II girişinde**
14	-	-	-	-	-	-
20	-	-	-	-	-	-
28	69	3,7	-	1,5	3,36	0,97
40	70	4	-	2	1,88	0,55

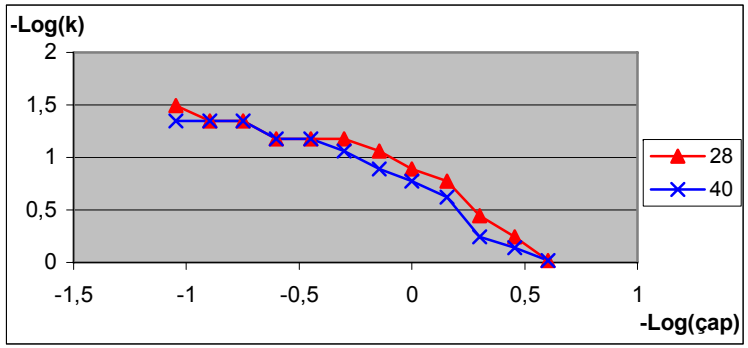


Test: Sistem Performansı TCD4 ile (Masa)					**ID :** 75	**Tarih:**08-07-06
Odak - II	**:**100 cm.			**Fantom - II**	**:** 40 cm.	
Saçıcı Kalınlığı	**:----------**			**Doz Modu**	**:**4,8	
Işınlama Tipi	**:**Floroskopik			**Işınlama Hızı**	**:----------**	
Odak Boyu	**:**Large			**Geometrik Mag. :** 1,5		
Odak -İyon odası :					**Doz (µGy/dak.)**	
FOV	**kVp**	**mA**	**sn**	**Cu**	**Masada**	**II girişinde**
14	-	-	-	-	-	-
20	-	-	-	-	-	-
28	69	3,7	-	1,5	3,37	0,98
40	70	4	-	2	1,88	0,55

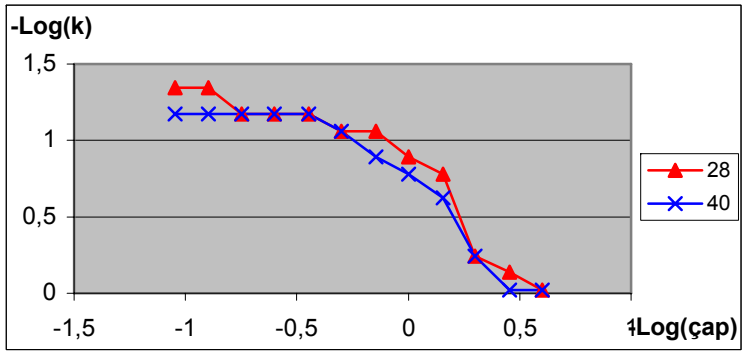


EK 3 Kontarst ayrıntı testi sonuçları (Devam)

Test: Sistem Performansı TCD4 ile (Masa)				**ID :** 76		**Tarih:**08-07-06
Odak - II	**:**100 cm.			**Fantom - II**	**:** 40 cm.	
Saçıcı Kalınlığı	**:**----------			**Doz Modu**	**:**4,8	
Işınlama Tipi	**:**DA			**Işınlama Hızı**	**:** 2 fr/ sn	
Odak Boyu	**:** Micro			**Geometrik Mag. :** 1,5		
Odak -İyon odası :					**Doz (µGy/fr)**	
FOV	**kVp**	**mA**	**sn**	**Cu**	**Masada**	**II girişinde**
14	-	-	-	-	-	-
20	-	-	-	-	-	-
28	69	112	64	1	25,61	6,785
40	71	112	64	1	5,186	3,593

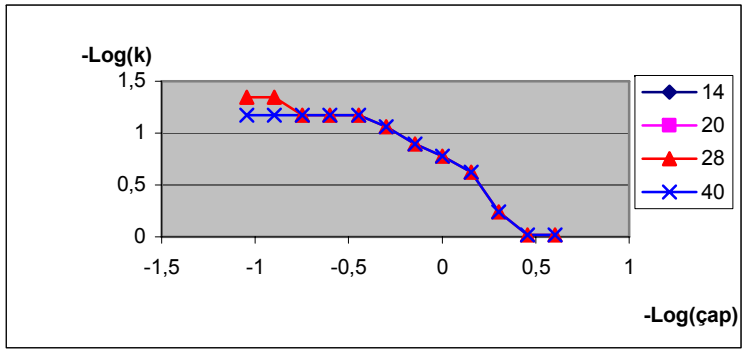


Test: Sistem Performansı TCD4 ile (Masa)				**ID :** 77		**Tarih:**08-07-06
Odak - II	**:**100 cm.			**Fantom - II**	**:** 40 cm.	
Saçıcı Kalınlığı	**:**----------			**Doz Modu**	**:**4,8	
Işınlama Tipi	**:**DA			**Işınlama Hızı**	**:** 2 fr/ sn	
Odak Boyu	**:** Small			**Geometrik Mag. :** 1,5		
Odak -İyon odası :					**Doz (µGy/fr)**	
FOV	**kVp**	**mA**	**sn**	**Cu**	**Masada**	**II girişinde**
14	-	-	-	-	-	-
20	-	-	-	-	-	-
28	70	369	99,8	2	8,541	6,146
40	71	367	99,8	2,5	7,068	3,371

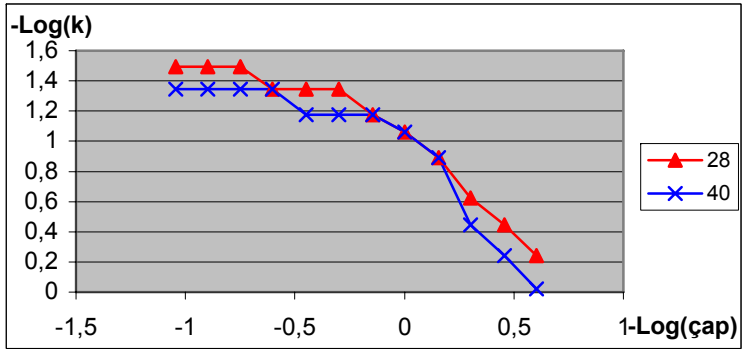


EK 3 Kontarst ayrıntı testi sonuçları (Devam)

Test: Sistem Performansı TCD4 (Masa)					**ID :** 78	**Tarih:**08-07-06
Odak - II :100 cm.				**Fantom - II** : 40 cm.		
Saçıcı Kalınlığı :----------				**Doz Modu** :4,8		
Işınlama Tipi :DA				**Işınlama Hızı** : 2 fr/ sn		
Odak Boyu : Large				**Geometrik Mag. :** 1,5		
Odak -İyon odası :					**Doz (µGy/fr)**	
FOV	**kVp**	**mA**	**sn**	**Cu**	**Masada**	**II girişinde**
14	-	-	-	-	-	-
20	-	-	-	-	-	-
28	69	605	80	2	8,223	6,253
40	69	605	80	2,5	5,766	3,606

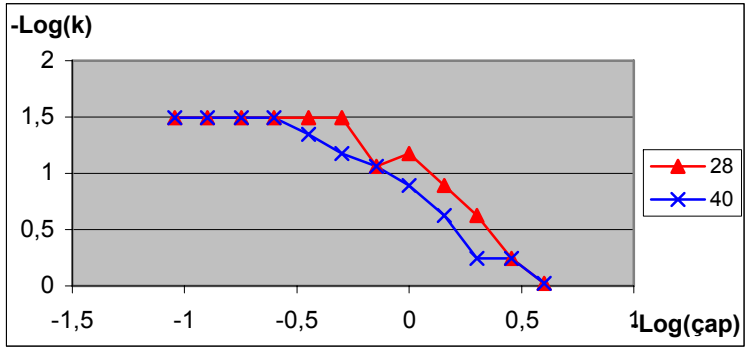


Test: Sistem Performansı TCD4 (Masa)					**ID :** 79	**Tarih:**08-07-06
Odak - II :100 cm.				**Fantom - II** : 40 cm.		
Saçıcı Kalınlığı :----------				**Doz Modu** :4,8		
Işınlama Tipi :DSA				**Işınlama Hızı** : 2 fr/ sn		
Odak Boyu : Micro				**Geometrik Mag. :** 1,5		
Odak -İyon odası :					**Doz (µGy/fr)**	
FOV	**kVp**	**mA**	**sn**	**Cu**	**Masada**	**II girişinde**
14	-	-	-	-	-	-
20	-	-	-	-	-	-
28	69	113	68,2	1	25,93	7,948
40	71	113	67,1	1,5	4,766	3,99

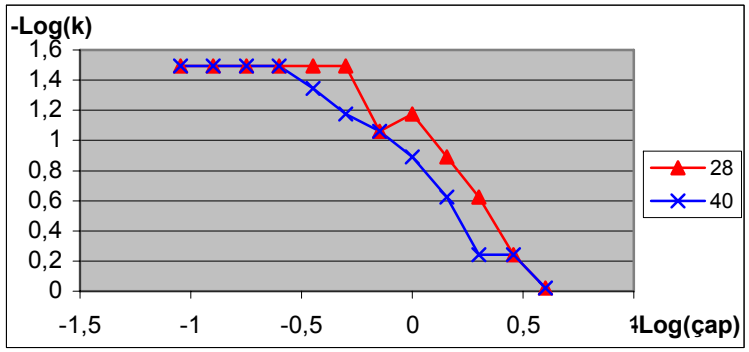


EK 3 Kontarst ayrıntı testi sonuçları (Devam)

Test: Sistem Performansı TCD4 (Masa)				**ID :** 80		**Tarih:**08-07-06
Odak - II	**:**100 cm.			**Fantom - II**	**:** 40 cm.	
Saçıcı Kalınlığı	**:----------**			**Doz Modu**	**:**4,8	
Işınlama Tipi	**:**DSA			**Işınlama Hızı**	**:** 2 fr/ sn	
Odak Boyu	**:** Small			**Geometrik Mag. :**	1,5	
Odak -İyon odası :					**Doz (µGy/fr)**	
FOV	**kVp**	**mA**	**sn**	**Cu**	**Masada**	**II girişinde**
14	-	-	-	-	-	-
20	-	-	-	-	-	-
28	71	358	85,9	2	14,53	6,88
40	72	356	85,2	2,5	5,501	4,313

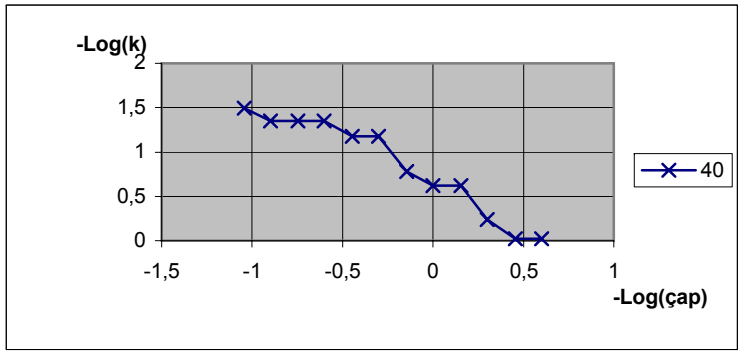


Test: Sistem Performansı TCD4(Masa)				**ID :** 81		**Tarih:**06-06-06
Odak - II	**:**100 cm.			**Fantom - II**	**:** 40 cm.	
Saçıcı Kalınlığı	**:----------**			**Doz Modu**	**:**4,8	
Işınlama Tipi	**:**DSA			**Işınlama Hızı**	**:** 2 fr/ sn	
Odak Boyu	**:** Large			**Geometrik Mag. :**	1,5	
Odak -İyon odası :					**Doz (µGy/fr)**	
FOV	**kVp**	**mA**	**sn**	**Cu**	**Masada**	**II girişinde**
14	-	-	-	-	-	-
20	-	-	-	-	-	-
28	69	603	71,7	2	14,27	6,718
40	70	601	72,9	2,5	5,287	3,751

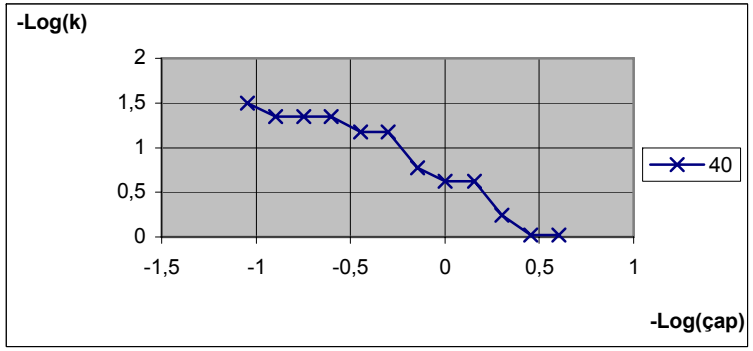


EK 3 Kontarst ayrıntı testi sonuçları (Devam)

Test: Geometrik büyütme TCD4 (Masa)					**ID** :0001	**Tarih:** 25-12-06
Odak - II	**:**100 cm.			**Fantom - II**	**:** 28,5 cm.	
Saçıcı Kalınlığı	**:----------**			**Doz Modu**	**:**4,8	
Işınlama Tipi	**:**Floroskopik			**Işınlama Hızı**	**:----------**	
Odak Boyu	**:**Micro			**Geometrik Mag. :** 1,4		
Odak -İyon odası : 74.5 cm.					**Doz (µGy/dak.)**	
FOV	**kVp**	**mA**	**sn**	**Cu**	**Masada**	**II girişinde**
14	-	-	-	-	-	-
20	-	-	-	-	-	-
28	-	-	-	-	-	-
40	69	3,8	-	2	67	33,5

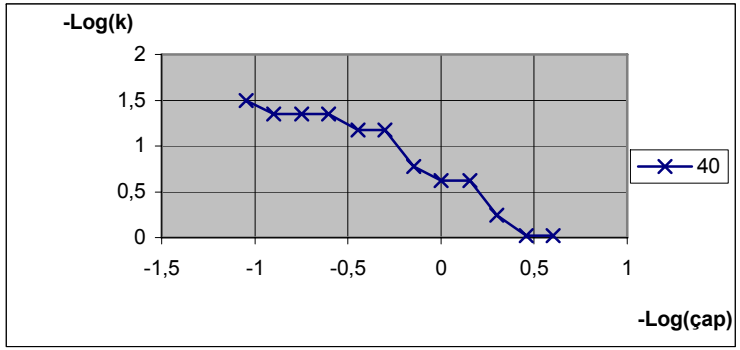


Test: Geometrik büyütme TCD4 (Masa)					**ID :** 0002	**Tarih:** 25-12-06
Odak - II	**:**100 cm.			**Fantom - II**	**:** 28,5 cm.	
Saçıcı Kalınlığı	**:----------**			**Doz Modu**	**:**4,8	
Işınlama Tipi	**:**Floroskopik			**Işınlama Hızı**	**:----------**	
Odak Boyu	**:**Small			**Geometrik Mag. :** 1,4		
Odak -İyon odası : 74.5 cm.					**Doz (µGy/dak.)**	
FOV	**kVp**	**mA**	**sn**	**Cu**	**Masada**	**II girişinde**
14	-	-	-	-	-	-
20	-	-	-	-	-	-
28	-	-		-	-	-
40	69	3,80	-	2	68	33,5

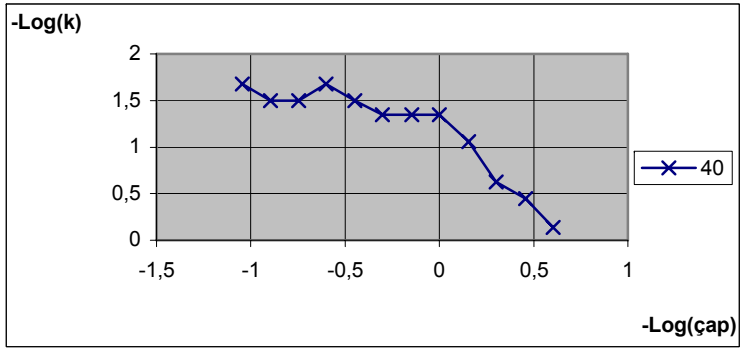


EK 3 Kontarst ayrıntı testi sonuçları (Deavam)

Test: Geometrik büyütme TCD4 (Masa)					**ID :** 0003	**Tarih:** 25-12-06
Odak - II	**:**100 cm.			**Fantom - II**	**:** 28,5 cm.	
Saçıcı Kalınlığı	**:----------**			**Doz Modu**	**:**4,8	
Işınlama Tipi	**:**Floroskopik			**Işınlama Hızı**	**:----------**	
Odak Boyu	**:** Large			**Geometrik Mag. :** 1,4		
Odak -İyon odası : 74,5 cm.					**Doz (µGy/dak.)**	
FOV	**kVp**	**mA**	**sn**	**Cu**	**Masada**	**II girişinde**
14	-	-	-	-	-	-
20	-	-	-	-	-	-
28	-	-	-	-	-	-
40	69	3,80	-	2	68	33.5

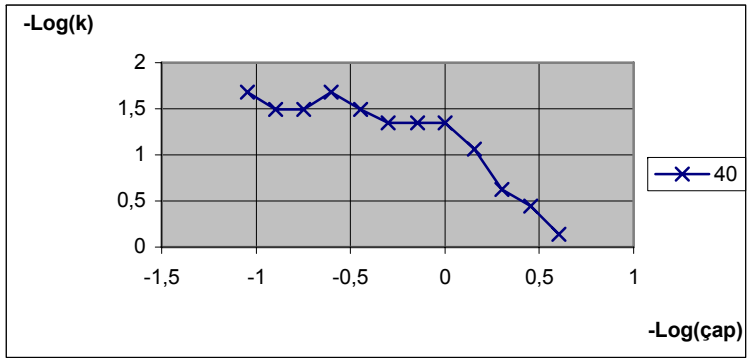


Test: Geometrik büyütme TCD4 ile (Masa)					**ID :** 0004	**Tarih:** 25-12-06
Odak - II	**:**100 cm.			**Fantom - II**	**:** 28,5 cm.	
Saçıcı Kalınlığı	**:----------**			**Doz Modu**	**:**4,8	
Işınlama Tipi	**:**DA			**Işınlama Hızı**	**:** 2 fr/ sn	
Odak Boyu	**:** Micro			**Geometrik Mag. :** 1,4		
Odak -İyon odası : 74,5 cm.					**Doz (µGy/fr)**	
FOV	**kVp**	**mA**	**sn**	**Cu**	**Masada**	**II girişinde**
14	-	-	-	-	-	-
20	-	-	-	-	-	-
28	-	-	-	-	-	-
40	72	111	80	1	8,66	4,64

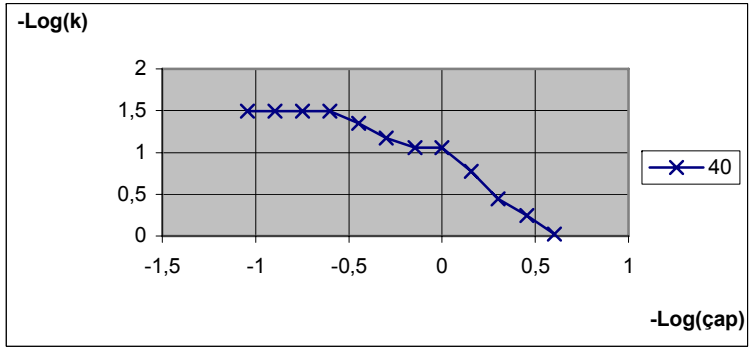


EK 3 Kontarst ayrıntı testi sonuçları (Devam)

Test: Geometrik büyütme TCD4 ile (Masa)				**ID :** 0005	**Tarih:** 25-12-06	
Odak - II	**:**100 cm.			**Fantom - II**	**:** 28,5 cm.	
Saçıcı Kalınlığı	**:**----------			**Doz Modu**	**:**4,8	
Işınlama Tipi	**:**DA			**Işınlama Hızı**	**:** 2 fr/ sn	
Odak Boyu	**:** Small			**Geometrik Mag. :** 1,4		
Odak -İyon odası : 74,5 cm.					**Doz (µGy/fr)**	
FOV	**kVp**	**mA**	**sn**	**Cu**	**Masada**	**II girişinde**
14	-	-	-	-	-	-
20	-	-	-	-	-	-
28	-	-	-	-	-	-
40	71	349	80	2,5	6,65	3,57

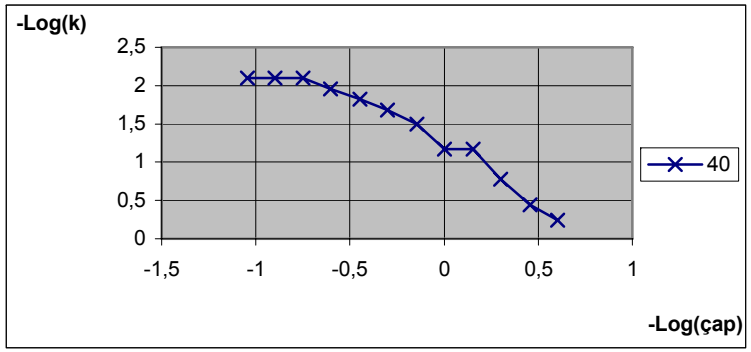


Test: Geometrik büyütme TCD4 ile (Masa)				**ID :** 0006	**Tarih:** 25-12-06	
Odak - II	**:**100 cm.			**Fantom - II**	**:** 28,5 cm.	
Saçıcı Kalınlığı	**:**----------			**Doz Modu**	**:**4,8	
Işınlama Tipi	**:**DA			**Işınlama Hızı**	**:** 2 fr/ sn	
Odak Boyu	**:** Large			**Geometrik Mag. :** 1,4		
Odak -İyon odası : 74,5 cm.					**Doz (µGy/fr)**	
FOV	**kVp**	**mA**	**sn**	**Cu**	**Masada**	**II girişinde**
14	-	-	-	-	-	-
20	-	-	-	-	-	-
28	-	-	-	-	-	-
40	68	585	80	2,5	6,25	3,43

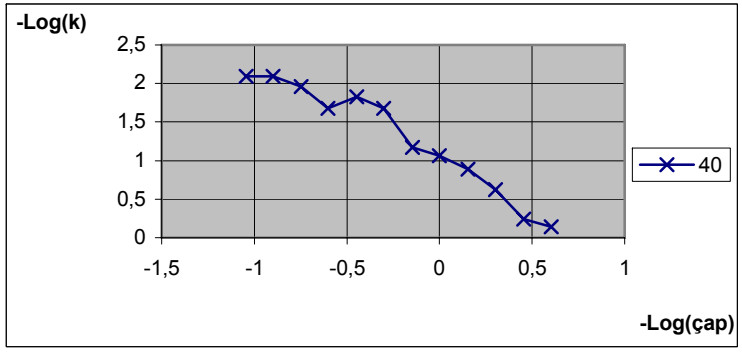


EK 3 Kontarst ayrıntı testi sonuçları (Devam)

Test: Geometrik büyütme TCD4 ile (Masa)				**ID :** 0007		**Tarih:** 25-12-06
Odak - II	**:**100 cm.			**Fantom - II**	**:** 28,5 cm.	
Saçıcı Kalınlığı	**:----------**			**Doz Modu**	**:**4,8	
Işınlama Tipi	**:** DSA			**Işınlama Hızı**	**:** 2 fr/ sn	
Odak Boyu	**:** Micro			**Geometrik Mag. :** 1,4		
Odak -İyon odası : 74,5 cm.					**Doz (µGy/fr)**	
FOV	**kVp**	**mA**	**sn**	**Cu**	**Masada**	**II girişinde**
14	-	-	-	-	-	-
20	-	-	-	-	-	-
28	-	-	-	-	-	-
40	71	113	64	1,5	6,82	4,11

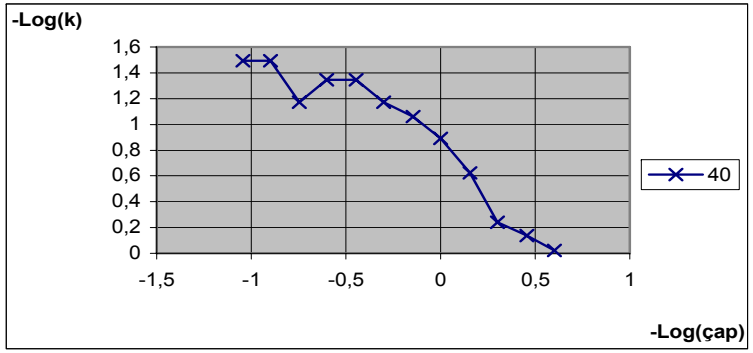


Test: Geometrik büyütme TCD4 ile (Masa)				**ID :** 0008		**Tarih:** 25-12-06
Odak - II	**:**100 cm.			**Fantom - II**	**:** 28,5 cm.	
Saçıcı Kalınlığı	**:----------**			**Doz Modu**	**:**4,8	
Işınlama Tipi	**:** DSA			**Işınlama Hızı**	**:** 2 fr/ sn	
Odak Boyu	**:** Small			**Geometrik Mag. :** 1,4		
Odak -İyon odası : 74,5 cm.					**Doz (µGy/fr)**	
FOV	**kVp**	**mA**	**sn**	**Cu**	**Masada**	**II girişinde**
14	-	-	-	-	-	-
20	-	-	-	-	-	-
28	-	-	-	-	-	-
40	72	361	67,5	2,5	6,34	3,83

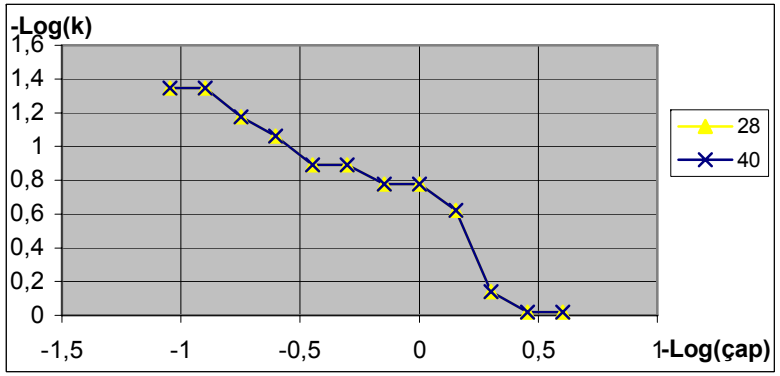


EK 3 Kontarst ayrıntı testi sonuçları (Devam)

Test: Geometrik büyütme TCD4 ile (Masa)				**ID :** 0009	**Tarih:** 25-12-06	
Odak - II	**:**100 cm.			**Fantom - II**	**:** 28,5 cm.	
Saçıcı Kalınlığı	**:----------**			**Doz Modu**	**:**4,8	
Işınlama Tipi	**:** DSA			**Işınlama Hızı**	**:** 2 fr/ sn	
Odak Boyu	**:** Large			**Geometrik Mag. :** 1,4		
Odak -İyon odası : 74,5 cm.					**Doz (µGy/fr)**	
FOV	**kVp**	**mA**	**sn**	**Cu**	**Masada**	**II girişinde**
14	-	-	-	-	-	-
20	-	-	-	-	-	-
28	-	-	-	-	-	-
40	68	604	77	2,5	6,10	3,85

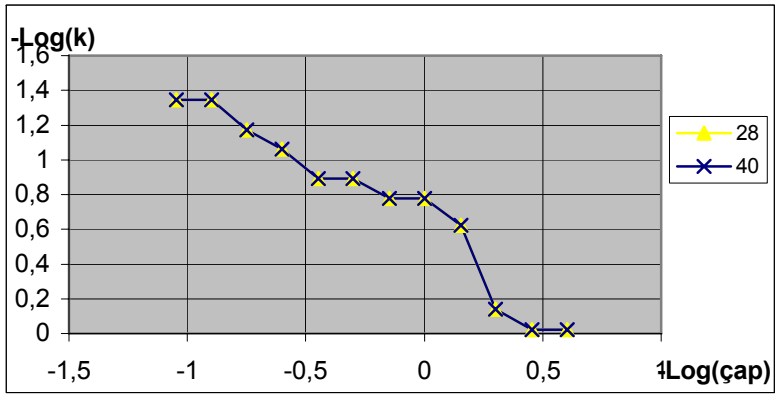


Test: Saçıcı Ortam (Chest)				**ID** : 0055	**Tarih:** 30-12-06	
Odak - II	**:**100 cm.			**Fantom - II**	**:** 40 cm.	
Saçıcı Kalınlığı	**:----------**			**Doz Modu**	**:**4,8	
Işınlama Tipi	**:**Floroskopik			**Işınlama Hızı**	**:----------**	
Odak Boyu	**:**Micro			**Geometrik Mag. :** 1,66		
Odak -İyon odası :					**Doz (µGy/dak.)**	
FOV	**kVp**	**mA**	**sn**	**Cu**	**Masada**	**II girişinde**
14			-			
20			-			
28	80	9	-	1,5	2862	74,3
40	80	9,3	-	2	1650	47,7

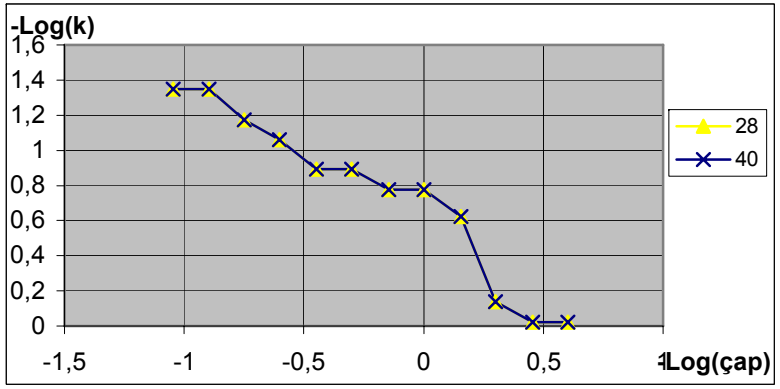


EK 3 Kontarst ayrıntı testi sonuçları (Devam)

Test: Saçıcı Ortam (Chest)				**ID** : 0056	**Tarih:** 30-12-06	
Odak - II :100 cm.				**Fantom - II** : 40 cm.		
Saçıcı Kalınlığı :----------				**Doz Modu** :4,8		
Işınlama Tipi :Floroskopik				**Işınlama Hızı** :----------		
Odak Boyu : Small				**Geometrik Mag.** : 1,66		
Odak -İyon odası :					**Doz (µGy/dak.)**	
FOV	**kVp**	**mA**	**sn**	**Cu**	**Masada**	**II girişinde**
14			-			
20			-			
28	80	9,1	-	1,5	2878	74,5
40	80	9,3	-	2	1661	47,6

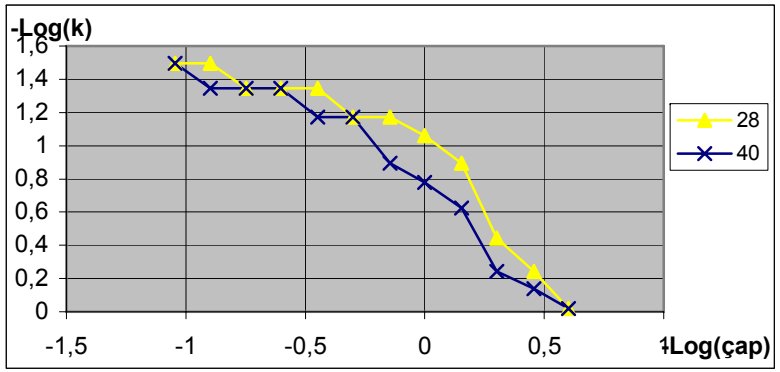


Test: Saçıcı Ortam (Chest)				**ID** : 0057	**Tarih:** 30-12-06	
Odak - II :100 cm.				**Fantom - II** : 40 cm.		
Saçıcı Kalınlığı :----------				**Doz Modu** :4,8		
Işınlama Tipi :Floroskopik				**Işınlama Hızı** :----------		
Odak Boyu : Large				**Geometrik Mag.** : 1,66		
Odak -İyon odası :					**Doz (µGy/dak.)**	
FOV	**kVp**	**mA**	**sn**	**Cu**	**Masada**	**II girişinde**
14			-			
20			-			
28	80	9	-	1,5	2899	58,8
40	80	9,3	-	2	1664	33

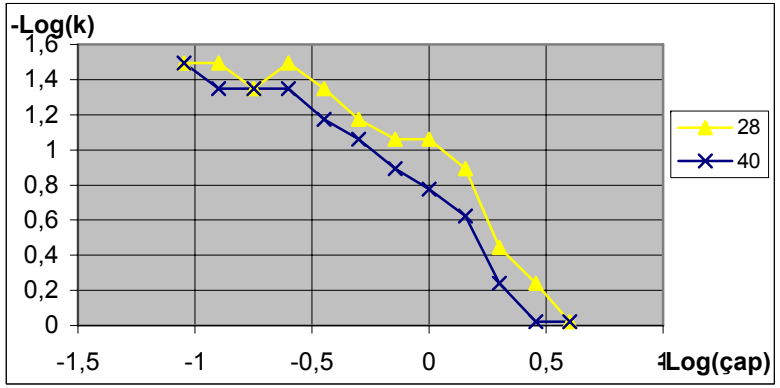


EK 3 Kontarst ayrıntı testi sonuçları (Devam)

Test: Saçıcı Ortam (Chest)					**ID** : 0058	**Tarih:** 30-12-06
Odak - II :100 cm.				**Fantom - II** : 40 cm.		
Saçıcı Kalınlığı :----------				**Doz Modu** :4,8		
Işınlama Tipi : DA				**Işınlama Hızı** :----------		
Odak Boyu : Micro				**Geometrik Mag.** : 1,66		
Odak -İyon odası :					**Doz (µGy/fr)**	
FOV	**kVp**	**mA**	**sn**	**Cu**	**Masada**	**II girişinde**
14			-			
20			-			
28	96	109	80	1	304,67	8,54
40	94	109	80	1,5	167,50	5,23

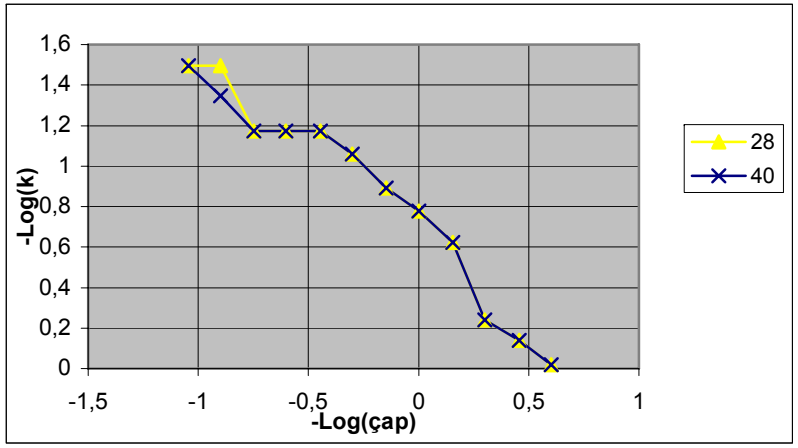


Test: Saçıcı Ortam (Chest)					**ID** : 0059	**Tarih:** 30-12-06
Odak - II :100 cm.				**Fantom - II** : 40 cm.		
Saçıcı Kalınlığı :----------				**Doz Modu** :4,8		
Işınlama Tipi : DA				**Işınlama Hızı** :----------		
Odak Boyu : Small				**Geometrik Mag.** : 1,66		
Odak -İyon odası :					**Doz (µGy/fr)**	
FOV	**kVp**	**mA**	**sn**	**Cu**	**Masada**	**II girişinde**
14						
20						
28	89	308	80	1,5	302,17	8,23
40	88	310	80	2	169,17	5,15

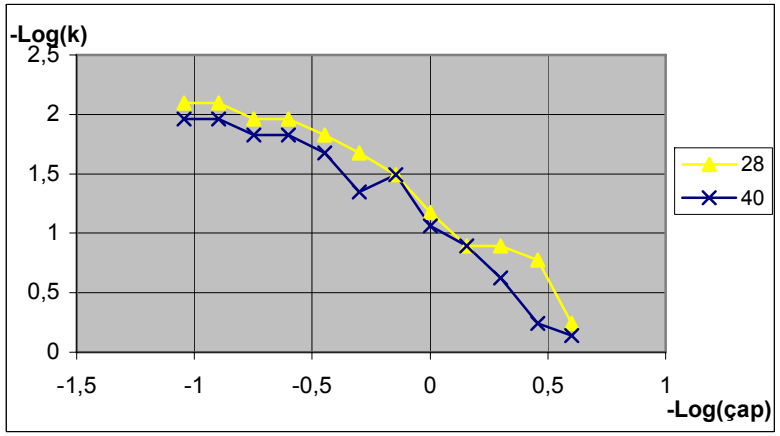


EK 3 Kontarst ayrıntı testi sonuçları (Devam)

Test: Saçıcı Ortam (Chest)					**ID** : 0060	**Tarih:** 30-12-06
Odak - II :100 cm.				**Fantom - II** : 40 cm.		
Saçıcı Kalınlığı :----------				**Doz Modu** :4,8		
Işınlama Tipi : DA				**Işınlama Hızı** :----------		
Odak Boyu : Large				**Geometrik Mag.** : 1,66		
Odak -İyon odası :					**Doz (µGy/fr)**	
FOV	**kVp**	**mA**	**sn**	**Cu**	**Masada**	**II girişinde**
14						
20						
28	89	542	80	2	287,83	8,25
40	87	546	80	2,5	167,67	5,18

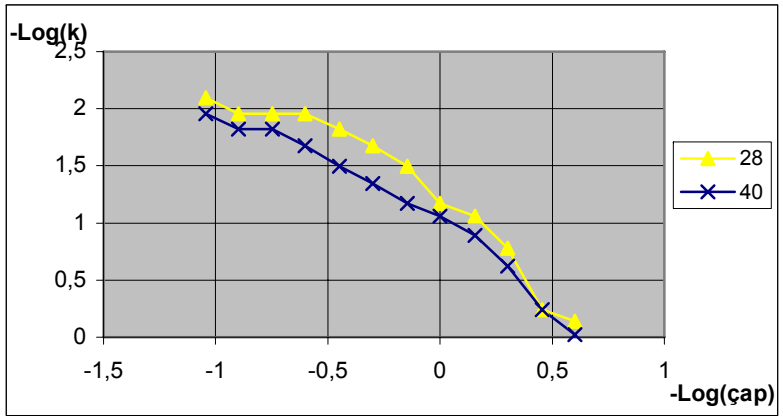


Test: Saçıcı Ortam (Chest)					**ID** : 0061	**Tarih:** 30-12-06
Odak - II :100 cm.				**Fantom - II** : 40 cm.		
Saçıcı Kalınlığı :----------				**Doz Modu** :4,8		
Işınlama Tipi : DSA				**Işınlama Hızı** :----------		
Odak Boyu : Micro				**Geometrik Mag.** : 1,66		
Odak -İyon odası :					**Doz (µGy/fr)**	
FOV	**kVp**	**mA**	**sn**	**Cu**	**Masada**	**II girişinde**
14						
20						
28	95	113	84,3	1	301,56	9,22
40	94	113	79,5	1,5	166,22	5,57

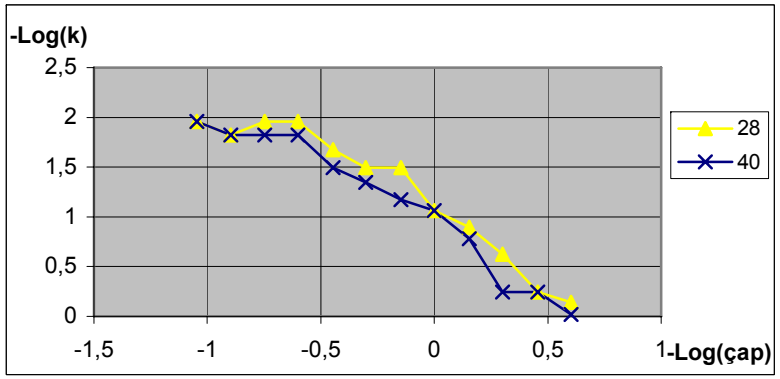


EK 3 Kontarst ayrıntı testi sonuçları (Devam)

Test: Saçıcı Ortam (Chest)				**ID** : 0062	**Tarih:** 30-12-06	
Odak - II	**:**100 cm.			**Fantom - II**	**:** 40 cm.	
Saçıcı Kalınlığı	**:----------**			**Doz Modu**	**:**4,8	
Işınlama Tipi	**:** DSA			**Işınlama Hızı**	**:----------**	
Odak Boyu	**:** Small			**Geometrik Mag. :** 1,66		
Odak -İyon odası :					**Doz (µGy/fr)**	
FOV	**kVp**	**mA**	**sn**	**Cu**	**Masada**	**II girişinde**
14						
20						
28	96	320	65,2	2	216,56	7,12
40	94	313	77,7	2,5	155,89	5,41

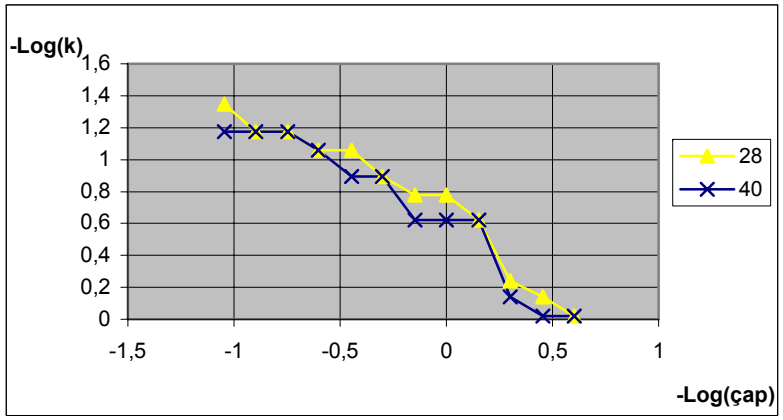


Test: Saçıcı Ortam (Chest)				**ID** : 0063	**Tarih:** 30-12-06	
Odak - II	**:**100 cm.			**Fantom - II**	**:** 40 cm.	
Saçıcı Kalınlığı	**:----------**			**Doz Modu**	**:**4,8	
Işınlama Tipi	**:** DSA			**Işınlama Hızı**	**:----------**	
Odak Boyu	**:** Large			**Geometrik Mag. :** 1,66		
Odak -İyon odası :					**Doz (µGy/fr)**	
FOV	**kVp**	**mA**	**sn**	**Cu**	**Masada**	**II girişinde**
14						
20						
28	94	560	81,1	2,5	264,56	8,73
40	92	563	78,1	3	160,67	5,56

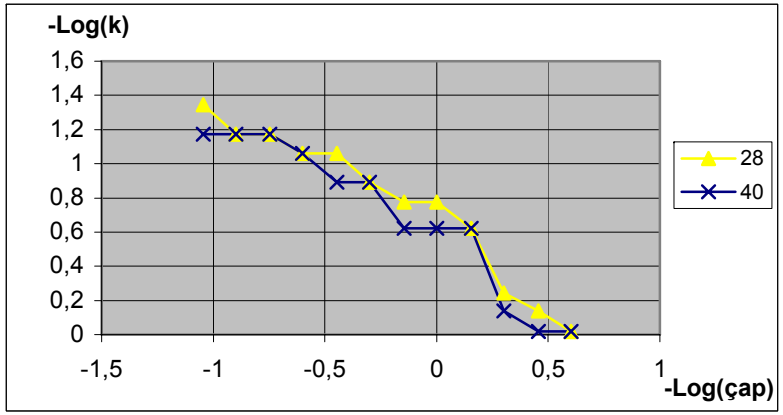


EK 3 Kontarst ayrıntı testi sonuçları (Devam)

Test: Saçıcı Ortam (Abdomen)					**ID** : 0100	**Tarih:** 30-12-06
Odak - II	**:**100 cm.			**Fantom - II**	**:** 40 cm.	
Saçıcı Kalınlığı	**:**----------			**Doz Modu**	**:**4,8	
Işınlama Tipi	**:**Floroskopik			**Işınlama Hızı**	**:**----------	
Odak Boyu	**:**Micro			**Geometrik Mag. :** 1,66		
Odak -İyon odası :					**Doz (µGy/dak.)**	
FOV	**kVp**	**mA**	**sn**	**Cu**	**Masada**	**II girişinde**
14			-			
20			-			
28	84	22,5	-	1,5	9882	107,6
40	84	22,7	-	2	5558	73,4

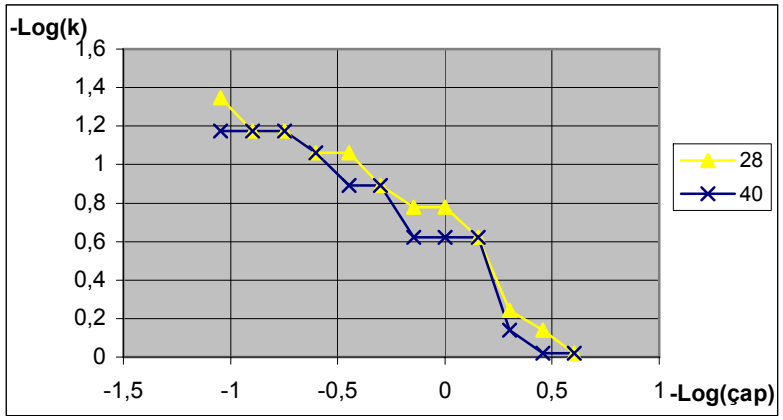


Test: Saçıcı Ortam (Abdomen)					**ID** : 0101	**Tarih:** 30-12-06
Odak - II	**:**100 cm.			**Fantom - II**	**:** 40 cm.	
Saçıcı Kalınlığı	**:**----------			**Doz Modu**	**:**4,8	
Işınlama Tipi	**:**Floroskopik			**Işınlama Hızı**	**:**----------	
Odak Boyu	**:** small			**Geometrik Mag. :** 1,66		
Odak -İyon odası :					**Doz (µGy/dak.)**	
FOV	**kVp**	**mA**	**sn**	**Cu**	**Masada**	**II girişinde**
14			-			
20			-			
28	83	22,7	-	1,5	10100	115,4
40	84	23,1	-	2	5690	72,8

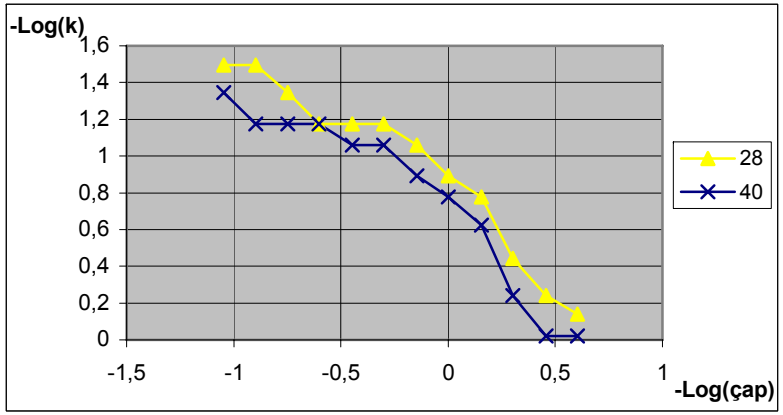


EK 3 Kontarst ayrıntı testi sonuçları (Devam)

Test: Saçıcı Ortam (Abdomen)				**ID** : 0102	**Tarih:** 30-12-06	
Odak - II	**:**100 cm.			**Fantom - II**	**:** 40 cm.	
Saçıcı Kalınlığı	**:**----------			**Doz Modu**	**:**4,8	
Işınlama Tipi	**:**Floroskopik			**Işınlama Hızı**	**:**----------	
Odak Boyu	**:** Large			**Geometrik Mag. :** 1,66		
Odak -İyon odası :					**Doz (µGy/dak.)**	
FOV	**kVp**	**mA**	**sn**	**Cu**	**Masada**	**II girişinde**
14			-			
20			-			
28	84	22,5	-	1,5	10020	109,6
40	83	22,9	-	2	5691	73,3

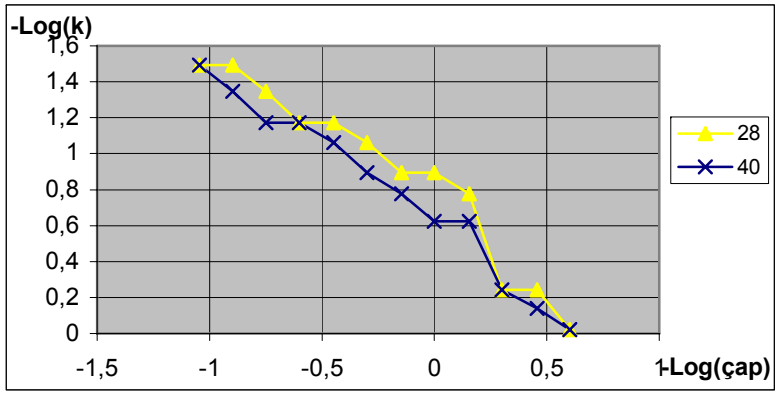


Test: Saçıcı Ortam (Abdomen)				**ID** : 00103	**Tarih:** 30-12-06	
Odak - II	**:**100 cm.			**Fantom - II**	**:** 40 cm.	
Saçıcı Kalınlığı	**:**----------			**Doz Modu**	**:**4,8	
Işınlama Tipi	**:** DA			**Işınlama Hızı**	**:**----------	
Odak Boyu	**:** Micro			**Geometrik Mag. :** 1,66		
Odak -İyon odası :					**Doz (µGy/fr)**	
FOV	**kVp**	**mA**	**sn**	**Cu**	**Masada**	**II girişinde**
14			-			
20			-			
28	111	109	80	1	544,00	6,49
40	105	109	80	1,5	287,33	4,15

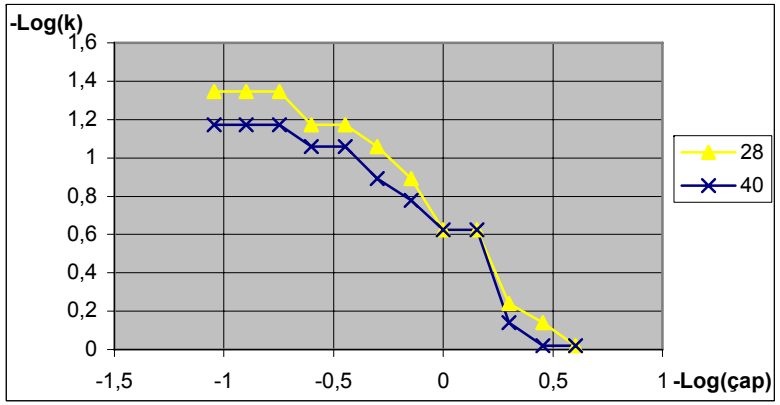


EK 3 Kontarst ayrıntı testi sonuçları (Devam)

Test: Saçıcı Ortam (Abdomen)					**ID** : 00104	**Tarih:** 30-12-06
Odak - II :100 cm.				**Fantom - II** : 40 cm.		
Saçıcı Kalınlığı :----------				**Doz Modu** :4,8		
Işınlama Tipi : DA				**Işınlama Hızı** :----------		
Odak Boyu : Small				**Geometrik Mag.** : 1,66		
Odak -İyon odası :					**Doz (µGy/fr)**	
FOV	**kVp**	**mA**	**sn**	**Cu**	**Masada**	**II girişinde**
14			-			
20			-			
28	100	287	80	1	530,00	6,29
40	96	293	80	1,5	289,17	4,04

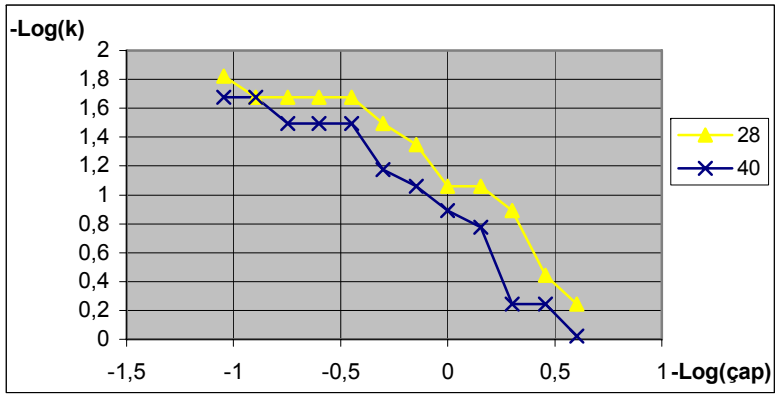


Test: Saçıcı Ortam (Abdomen)					**ID** : 0105	**Tarih:** 30-12-06
Odak - II :100 cm.				**Fantom - II** : 40 cm.		
Saçıcı Kalınlığı :----------				**Doz Modu** :4,8		
Işınlama Tipi : DA				**Işınlama Hızı** :----------		
Odak Boyu : Large				**Geometrik Mag.** : 1,66		
Odak -İyon odası :					**Doz (µGy/fr)**	
FOV	**kVp**	**mA**	**sn**	**Cu**	**Masada**	**II girişinde**
14						
20						
28	97	524	80	2	552,50	6,78
40	96	529	80	2,5	353,50	5,10

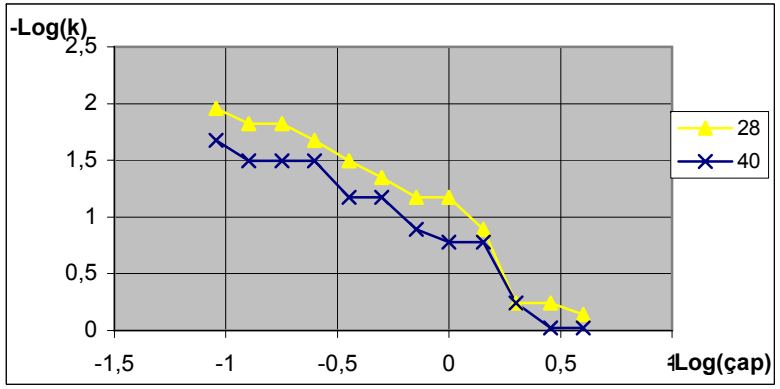


EK 3 Kontarst ayrıntı testi sonuçları (Devam)

Test: Saçıcı Ortam (Abdomen)				**ID** : 0061	**Tarih:** 30-12-06	
Odak - II :100 cm.				**Fantom - II** : 40 cm.		
Saçıcı Kalınlığı :----------				**Doz Modu** :4,8		
Işınlama Tipi : DSA				**Işınlama Hızı** :----------		
Odak Boyu : Micro				**Geometrik Mag.** : 1,66		
Odak -İyon odası :					**Doz (µGy/fr)**	
FOV	**kVp**	**mA**	**sn**	**Cu**	**Masada**	**II girişinde**
14						
20						
28	108	113	88,9	1	557,78	6,96
40	104	113	80,5	1,5	293,56	4,42

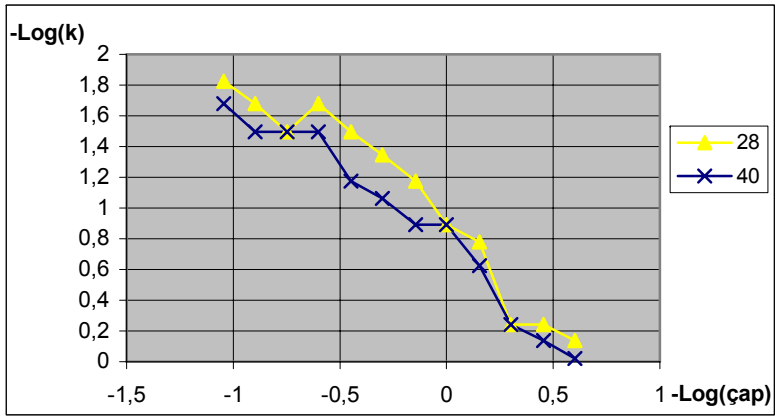


Test: Saçıcı Ortam (Abdomen)				**ID** : 0062	**Tarih:** 30-12-06	
Odak - II :100 cm.				**Fantom - II** : 40 cm.		
Saçıcı Kalınlığı :----------				**Doz Modu** :4,8		
Işınlama Tipi : DSA				**Işınlama Hızı** :----------		
Odak Boyu : Small				**Geometrik Mag.** : 1,66		
Odak -İyon odası :					**Doz (µGy/fr)**	
FOV	**kVp**	**mA**	**sn**	**Cu**	**Masada**	**II girişinde**
14						
20						
28	108	292	83,4	2	515,33	6,98
40	102	300	80,3	2,5	281,89	4,39

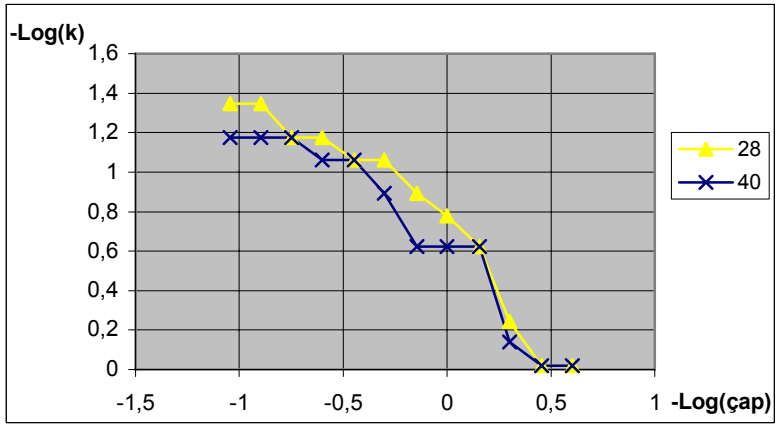


EK 3 Kontarst ayrıntı testi sonuçları (Devam)

Test: Saçıcı Ortam (Abdomen)				**ID** : 00108	**Tarih:** 30-12-06	
Odak - II :100 cm.				**Fantom - II** : 40 cm.		
Saçıcı Kalınlığı :----------				**Doz Modu** :4,8		
Işınlama Tipi : DSA				**Işınlama Hızı** :----------		
Odak Boyu : Large				**Geometrik Mag.** : 1,66		
Odak -İyon odası :					**Doz (µGy/fr)**	
FOV	**kVp**	**mA**	**sn**	**Cu**	**Masada**	**II girişinde**
14						
20						
28	103	550	81,1	2,5	505,78	6,87
40	98	555	78,1	3	286,89	4,46

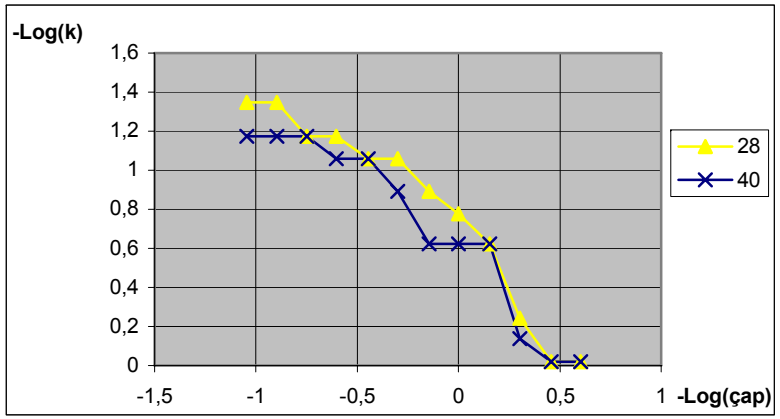


Test: Saçıcı Ortam (Skull)				**ID** : 0154	**Tarih:** 09-01-06	
Odak - II :100 cm.				**Fantom - II** : 40 cm.		
Saçıcı Kalınlığı :----------				**Doz Modu** :4,8		
Işınlama Tipi :Floroskopik				**Işınlama Hızı** :----------		
Odak Boyu :Micro				**Geometrik Mag.** : 1,66		
Odak -İyon odası :					**Doz (µGy/dak.)**	
FOV	**kVp**	**mA**	**sn**	**Cu**	**Masada**	**II girişinde**
14			-			
20			-			
28	80	24,7	-	1,5	7970	94,7
40	80	24,7	-	2	4462	63,2

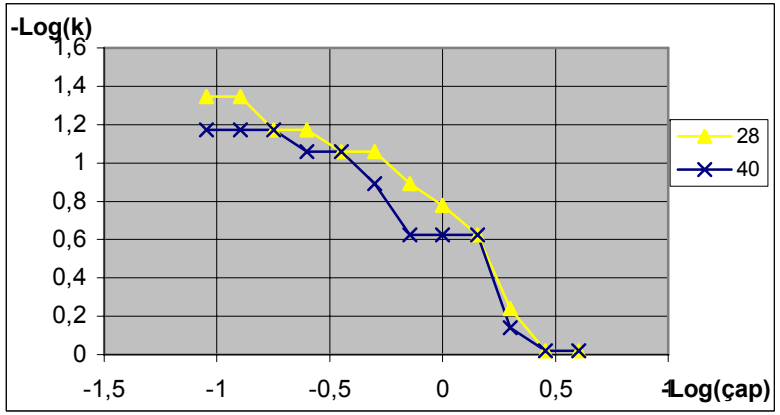


EK 3 Kontarst ayrıntı testi sonuçları (Devam)

Test: Saçıcı Ortam (Skull)				**ID** : 0155	**Tarih:** 09-01-06	
Odak - II	**:**100 cm.			**Fantom - II**	**:** 40 cm.	
Saçıcı Kalınlığı	**:----------**			**Doz Modu**	**:**4,8	
Işınlama Tipi	**:**Floroskopik			**Işınlama Hızı**	**:----------**	
Odak Boyu	**:** small			**Geometrik Mag. :** 1,66		
Odak -İyon odası :					**Doz (µGy/dak.)**	
FOV	**kVp**	**mA**	**sn**	**Cu**	**Masada**	**II girişinde**
14			-			
20			-			
28	81	23,5	-	1,5	8077	96,1
40	80	24,7	-	2	4466	63,8

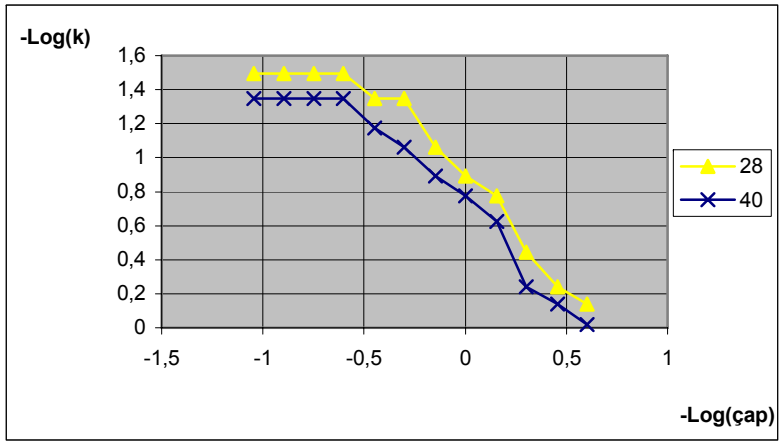


Test: Saçıcı Ortam (Skull)				**ID** : 0156	**Tarih:** 09-01-06	
Odak - II	**:**100 cm.			**Fantom - II**	**:** 40 cm.	
Saçıcı Kalınlığı	**:----------**			**Doz Modu**	**:**4,8	
Işınlama Tipi	**:**Floroskopik			**Işınlama Hızı**	**:----------**	
Odak Boyu	**:** Large			**Geometrik Mag. :** 1,66		
Odak -İyon odası :					**Doz (µGy/dak.)**	
FOV	**kVp**	**mA**	**sn**	**Cu**	**Masada**	**II girişinde**
14			-			
20			-			
28	80	23,9	-	1,5	7944	94,9
40	81	24,7	-	2	4462	63,7

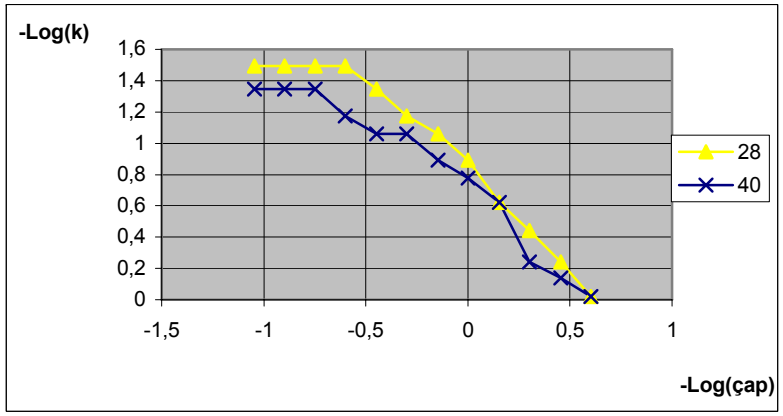


EK 3 Kontarst ayrıntı testi sonuçları (Devam)

Test: Saçıcı Ortam (Skull)				**ID** : 0157	**Tarih:** 09-01-06	
Odak - II	**:**100 cm.			**Fantom - II**	**:** 40 cm.	
Saçıcı Kalınlığı	**:----------**			**Doz Modu**	**:**4,8	
Işınlama Tipi	**:** DA			**Işınlama Hızı**	**:----------**	
Odak Boyu	**:** Micro			**Geometrik Mag. :** 1,66		
Odak -İyon odası :					**Doz (µGy/fr)**	
FOV	**kVp**	**mA**	**sn**	**Cu**	**Masada**	**II girişinde**
14			-			
20			-			
28	105	109	80	1	413,83	5,55
40	100	109	80	1,5	221,00	3,51

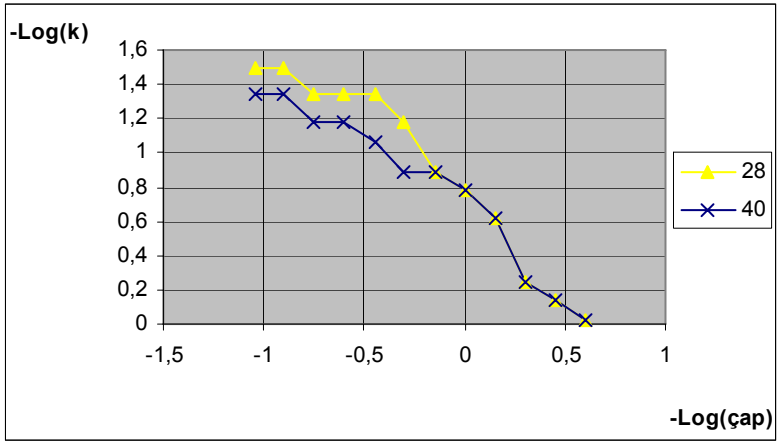


Test: Saçıcı Ortam (Skull)				**ID** : 0158	**Tarih:** 09-01-06	
Odak - II	**:**100 cm.			**Fantom - II**	**:** 40 cm.	
Saçıcı Kalınlığı	**:----------**			**Doz Modu**	**:**4,8	
Işınlama Tipi	**:** DA			**Işınlama Hızı**	**:----------**	
Odak Boyu	**:** Small			**Geometrik Mag. :** 1,66		
Odak -İyon odası :					**Doz (µGy/fr)**	
FOV	**kVp**	**mA**	**sn**	**Cu**	**Masada**	**II girişinde**
14			-			
20			-			
28	96	293	80	1	467,50	6,33
40	96	293	80	1,5	256,17	4,03

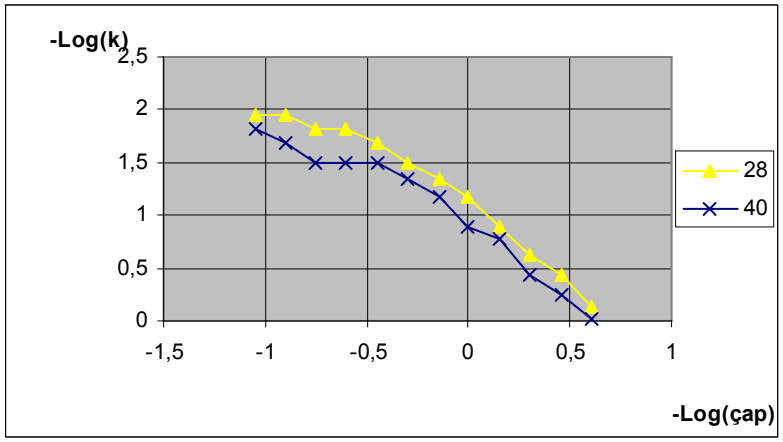


EK 3 Kontarst ayrıntı testi sonuçları (Devam)

Test: Saçıcı Ortam (Skull)				**ID** : 0159	**Tarih:** 09-01-06	
Odak - II	**:**100 cm.			**Fantom - II**	**:** 40 cm.	
Saçıcı Kalınlığı	**:----------**			**Doz Modu**	**:**4,8	
Işınlama Tipi	**:** DA			**Işınlama Hızı**	**:----------**	
Odak Boyu	**:** Large			**Geometrik Mag. :** 1,66		
Odak -İyon odası :					**Doz (µGy/fr)**	
FOV	**kVp**	**mA**	**sn**	**Cu**	**Masada**	**II girişinde**
14						
20						
28	96	529	80	2	493,00	7,02
40	96	529	80	2,5	310,33	5,09

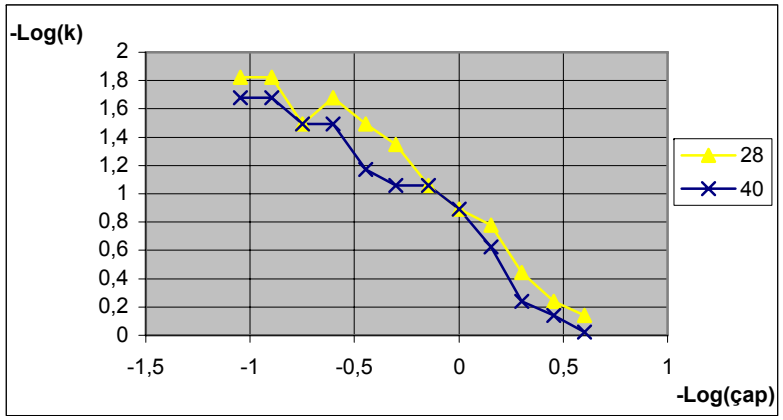


Test: Saçıcı Ortam (Skull)				**ID** : 0160	**Tarih:** 09-01-06	
Odak - II	**:**100 cm.			**Fantom - II**	**:** 40 cm.	
Saçıcı Kalınlığı	**:----------**			**Doz Modu**	**:**4,8	
Işınlama Tipi	**:** DSA			**Işınlama Hızı**	**:----------**	
Odak Boyu	**:** Micro			**Geometrik Mag. :** 1,66		
Odak -İyon odası :					**Doz (µGy/fr)**	
FOV	**kVp**	**mA**	**sn**	**Cu**	**Masada**	**II girişinde**
14						
20						
28	102	113	87,3	1	417,89	5,95
40	99	113	80,7	1,5	221,33	3,71

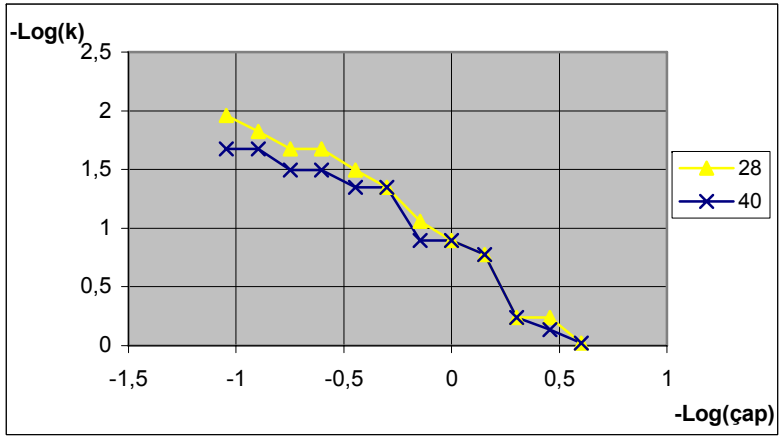


EK 3 Kontarst ayrıntı testi sonuçları (Devam)

Test: Saçıcı Ortam (Skull)				**ID** : 0161	**Tarih:** 09-01-06	
Odak - II	**:**100 cm.			**Fantom - II**	**:** 40 cm.	
Saçıcı Kalınlığı	**:**----------			**Doz Modu**	**:**4,8	
Işınlama Tipi	**:** DSA			**Işınlama Hızı**	**:**----------	
Odak Boyu	**:** Small			**Geometrik Mag. :** 1,66		
Odak -İyon odası :					**Doz (µGy/fr)**	
FOV	**kVp**	**mA**	**sn**	**Cu**	**Masada**	**II girişinde**
14						
20						
28	102	300	83,5	2	380,22	5,92
40	98	306	79,7	2,5	212,56	3,71

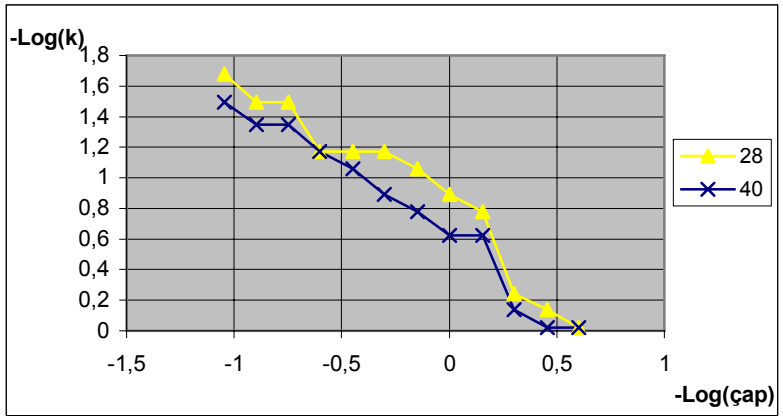


Test: Saçıcı Ortam (Skull)				**ID** : 0162	**Tarih:** 09-01-06	
Odak - II	**:**100 cm.			**Fantom - II**	**:** 40 cm.	
Saçıcı Kalınlığı	**:**----------			**Doz Modu**	**:**4,8	
Işınlama Tipi	**:** DSA			**Işınlama Hızı**	**:**----------	
Odak Boyu	**:** Large			**Geometrik Mag. :** 1,66		
Odak -İyon odası :					**Doz (µGy/fr)**	
FOV	**kVp**	**mA**	**sn**	**Cu**	**Masada**	**II girişinde**
14						
20						
28	98	555	83,3	2,5	361,89	5,65
40	97	556	82,5	3	251,56	4,45

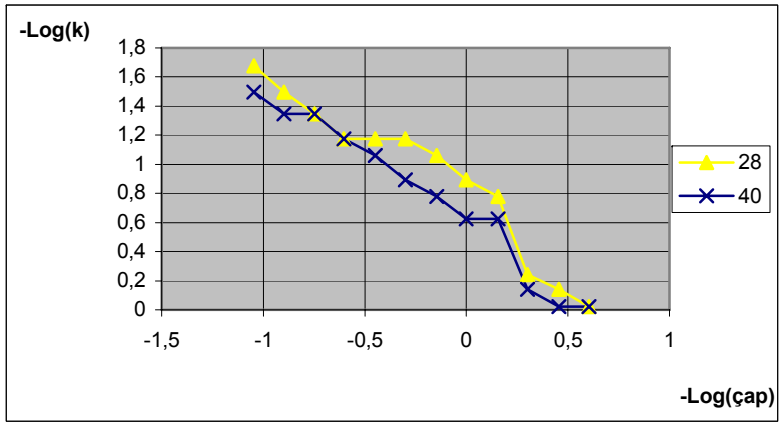


EK 3 Kontarst ayrıntı testi sonuçları (Devam)

Test: Saçıcı Ortam (Ekstremite)				**ID** : 0217	**Tarih:** 16-01-07	
Odak - II	**:**100 cm.			**Fantom - II**	**:** 40 cm.	
Saçıcı Kalınlığı	**:----------**			**Doz Modu**	**:**4,8	
Işınlama Tipi	**:**Floroskopik			**Işınlama Hızı**	**:----------**	
Odak Boyu	**:**Micro			**Geometrik Mag. :** 1,66		
Odak -İyon odası :					**Doz (µGy/dak.)**	
FOV	**kVp**	**mA**	**sn**	**Cu**	**Masada**	**II girişinde**
14			-			
20			-			
28	70	4	-	1,5	1077	64,8
40	75	5,8	-	2	568	38

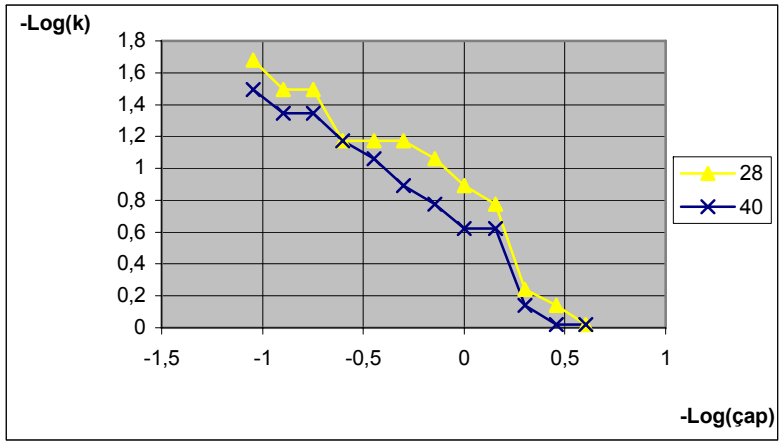


Test: Saçıcı Ortam (Ekstremite)				**ID** : 0218	**Tarih:** 16-01-07	
Odak - II	**:**100 cm.			**Fantom - II**	**:** 40 cm.	
Saçıcı Kalınlığı	**:----------**			**Doz Modu**	**:**4,8	
Işınlama Tipi	**:**Floroskopik			**Işınlama Hızı**	**:----------**	
Odak Boyu	**:** small			**Geometrik Mag. :** 1,66		
Odak -İyon odası :					**Doz (µGy/dak.)**	
FOV	**kVp**	**mA**	**sn**	**Cu**	**Masada**	**II girişinde**
14			-			
20			-			
28	70	4	-	1,5	1106	69,3
40	74	5,8	-	2	566	38,2

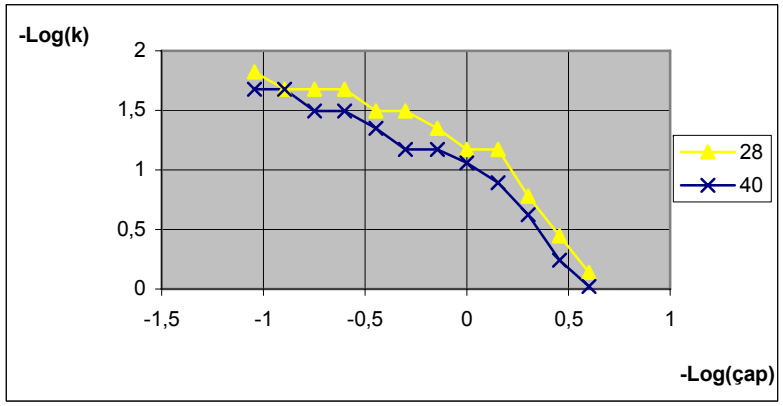


EK 3 Kontarst ayrıntı testi sonuçları (Devam)

Test: Saçıcı Ortam (Ekstremite)					**ID** : 0219	**Tarih:** 16-01-07
Odak - II	**:**100 cm.			**Fantom - II**	**:** 40 cm.	
Saçıcı Kalınlığı	**:----------**			**Doz Modu**	**:**4,8	
Işınlama Tipi	**:**Floroskopik			**Işınlama Hızı**	**:----------**	
Odak Boyu	**:** Large			**Geometrik Mag. :** 1,66		
Odak -İyon odası :					**Doz (µGy/dak.)**	
FOV	**kVp**	**mA**	**sn**	**Cu**	**Masada**	**II girişinde**
14			-			
20			-			
28	70	4	-	1,5	1082	69,7
40	75	5,8	-	2	555	37,8

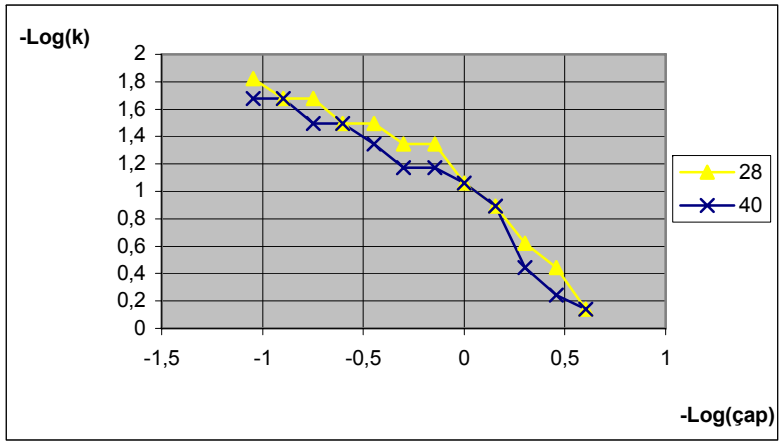


Test: Saçıcı Ortam (Ekstremite)					**ID** : 0220	**Tarih:** 16-01-07
Odak - II	**:**100 cm.			**Fantom - II**	**:** 40 cm.	
Saçıcı Kalınlığı	**:----------**			**Doz Modu**	**:**4,8	
Işınlama Tipi	**:** DA			**Işınlama Hızı**	**:----------**	
Odak Boyu	**:** Micro			**Geometrik Mag. :** 1,66		
Odak -İyon odası :					**Doz (µGy/fr)**	
FOV	**kVp**	**mA**	**sn**	**Cu**	**Masada**	**II girişinde**
14			-			
20			-			
28	79	110	80	1	112,73	7,43
40	79	110	80	1,5	59,38	4,02

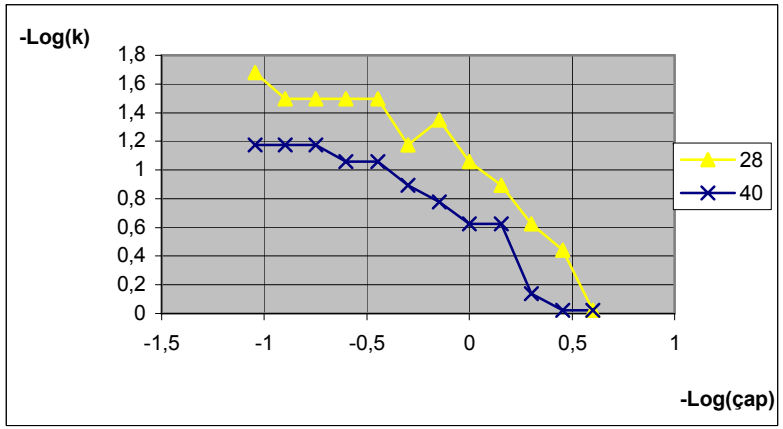


EK 3 Kontarst ayrıntı testi sonuçları (Devam)

Test: Saçıcı Ortam (Ekstremite)				**ID** : 0221	**Tarih:** 16-01-07	
Odak - II :100 cm.				**Fantom - II** : 40 cm.		
Saçıcı Kalınlığı :----------				**Doz Modu** :4,8		
Işınlama Tipi : DA				**Işınlama Hızı** :----------		
Odak Boyu : Small				**Geometrik Mag.** : 1,66		
Odak -İyon odası :					**Doz (µGy/fr)**	
FOV	**kVp**	**mA**	**sn**	**Cu**	**Masada**	**II girişinde**
14			-			
20			-			
28	74	342	80	1	95,78	6,21
40	76	338	80	1,5	57,80	3,84

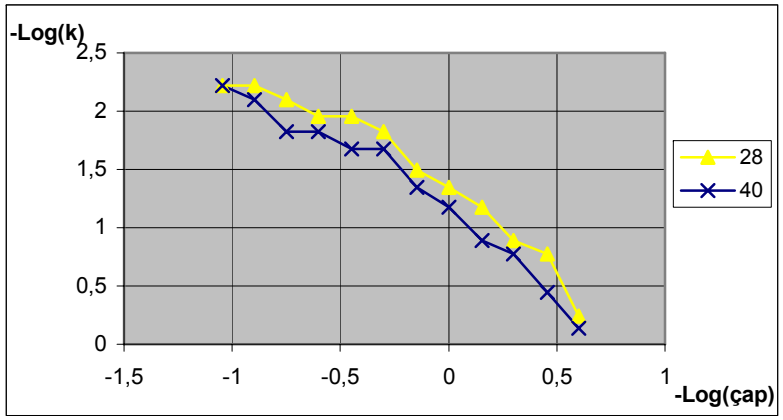


Test: Saçıcı Ortam (Ekstremite)				**ID** : 0222	**Tarih:** 16-01-07	
Odak - II :100 cm.				**Fantom - II** : 40 cm.		
Saçıcı Kalınlığı :----------				**Doz Modu** :4,8		
Işınlama Tipi : DA				**Işınlama Hızı** :----------		
Odak Boyu : Large				**Geometrik Mag.** : 1,66		
Odak -İyon odası :					**Doz (µGy/fr)**	
FOV	**kVp**	**mA**	**sn**	**Cu**	**Masada**	**II girişinde**
14						
20						
28	76	566	80	2	85,63	5,73
40	72	557	80	2,5	57,83	3,87

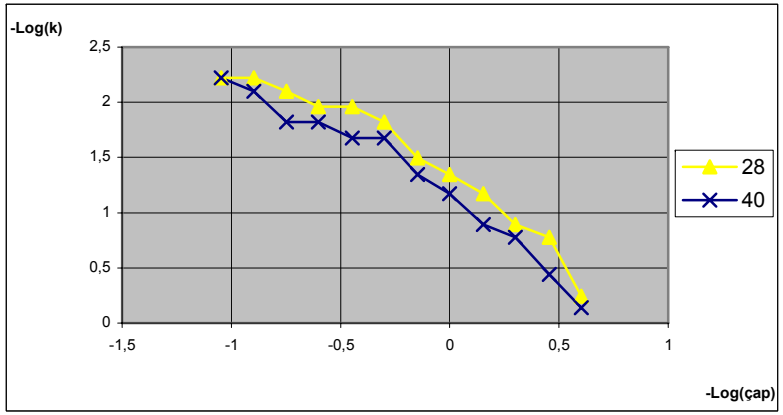


EK 3 Kontarst ayrıntı testi sonuçları (Devam)

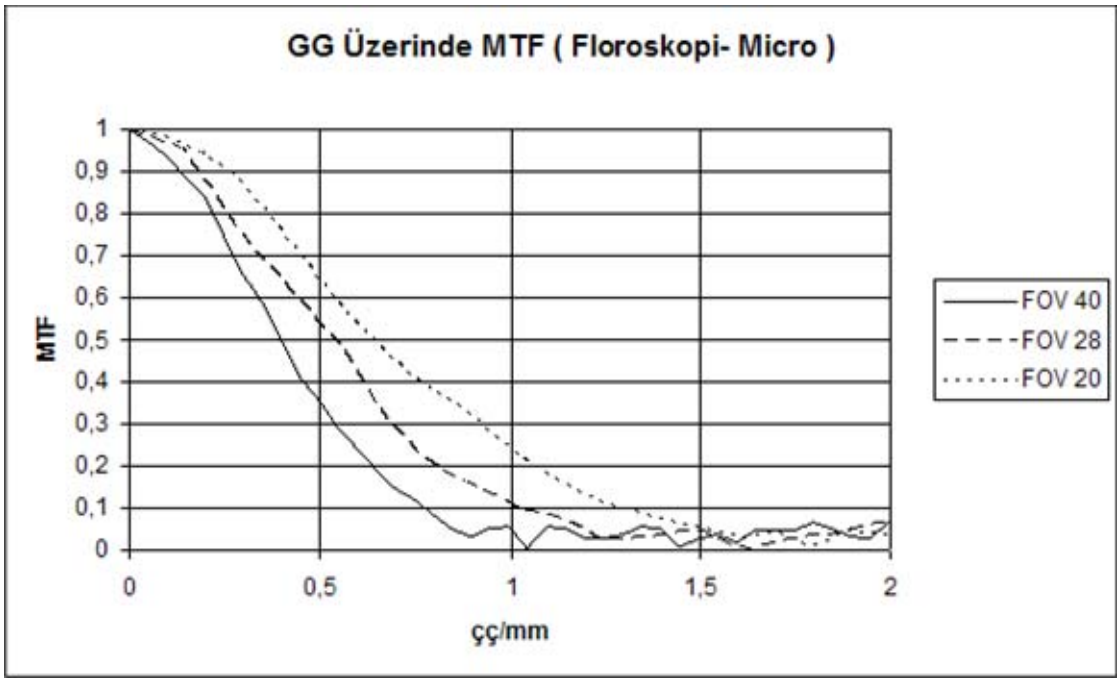
Test: Saçıcı Ortam (Ekstremite)				**ID** : 0223	**Tarih:** 16-01-07	
Odak - II	**:**100 cm.			**Fantom - II**	**:** 40 cm.	
Saçıcı Kalınlığı	**:----------**			**Doz Modu**	**:**4,8	
Işınlama Tipi	**:** DSA			**Işınlama Hızı**	**:----------**	
Odak Boyu	**:** Micro			**Geometrik Mag. :** 1,66		
Odak -İyon odası :					**Doz (µGy/fr)**	
FOV	**kVp**	**mA**	**sn**	**Cu**	**Masada**	**II girişinde**
14						
20						
28	76	112	81,9	1	88,52	7,49
40	79	112	79,5	1,5	56,09	4,65

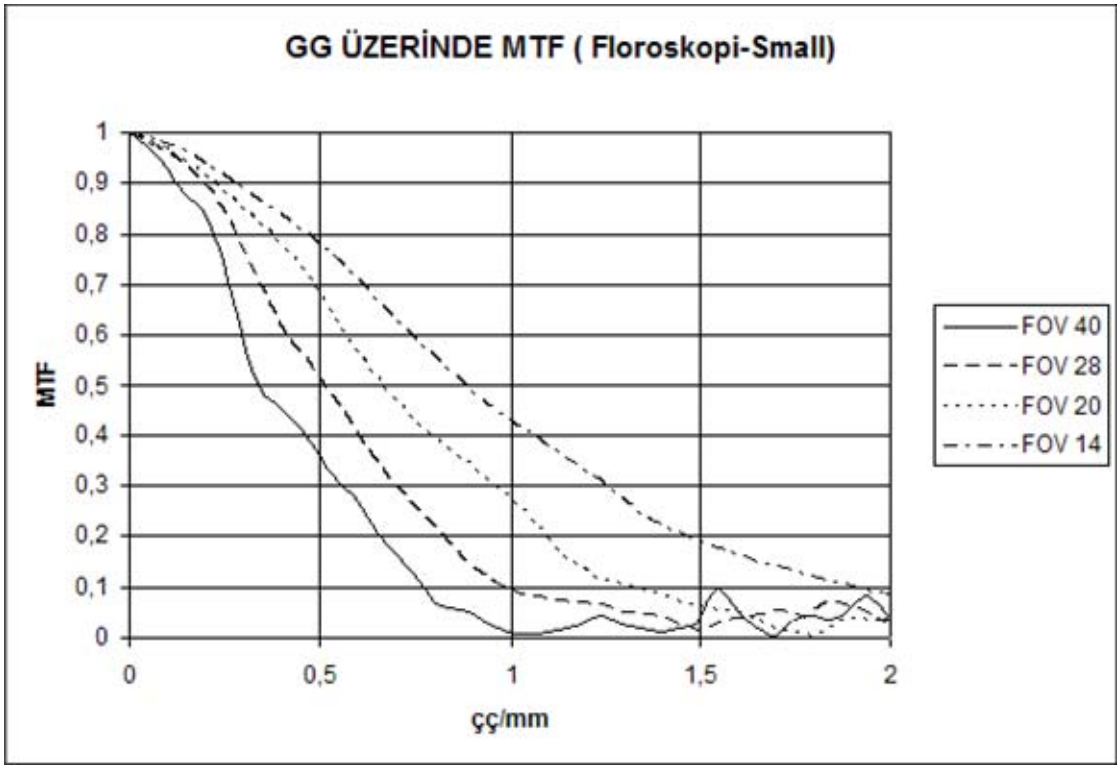


Test: Saçıcı Ortam (Ekstremite)				**ID** : 0224	**Tarih:** 16-01-07	
Odak - II	**:**100 cm.			**Fantom - II**	**:** 40 cm.	
Saçıcı Kalınlığı	**:----------**			**Doz Modu**	**:**4,8	
Işınlama Tipi	**:** DSA			**Işınlama Hızı**	**:----------**	
Odak Boyu	**:** Small			**Geometrik Mag. :** 1,66		
Odak -İyon odası :					**Doz (µGy/fr)**	
FOV	**kVp**	**mA**	**sn**	**Cu**	**Masada**	**II girişinde**
14						
20						
28	81	336	83,7	2	91,58	7,73
40	81	337	82,2	2,5	54,37	4,54

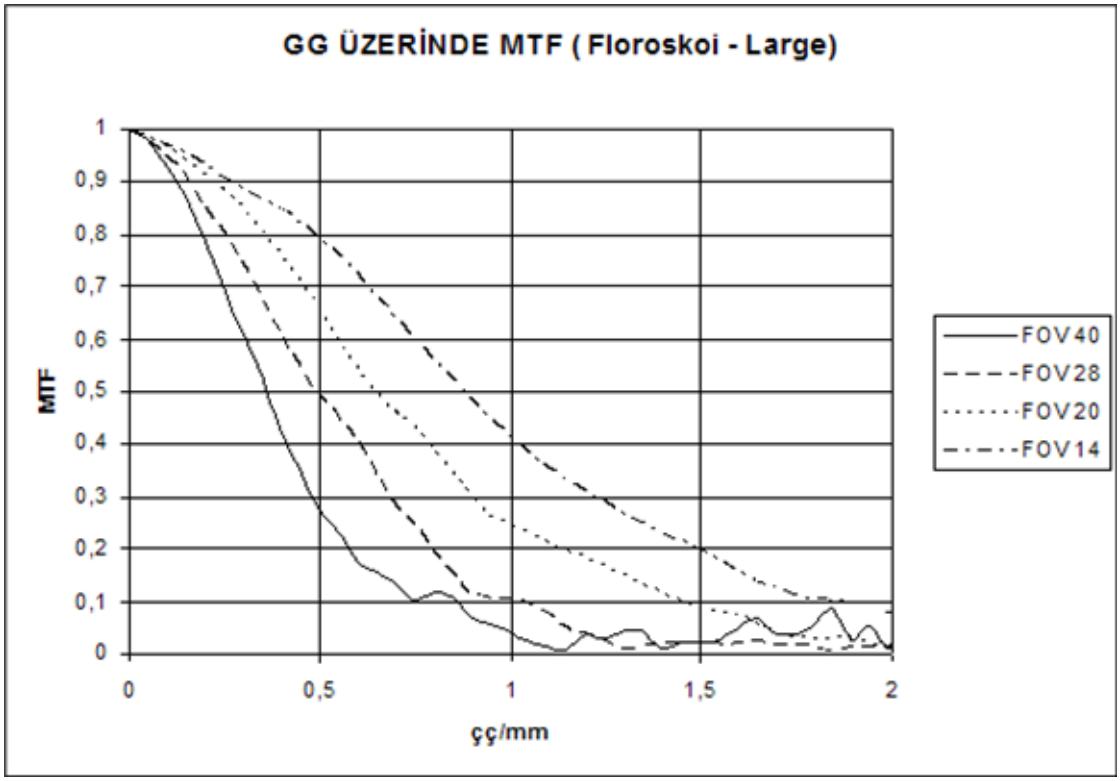


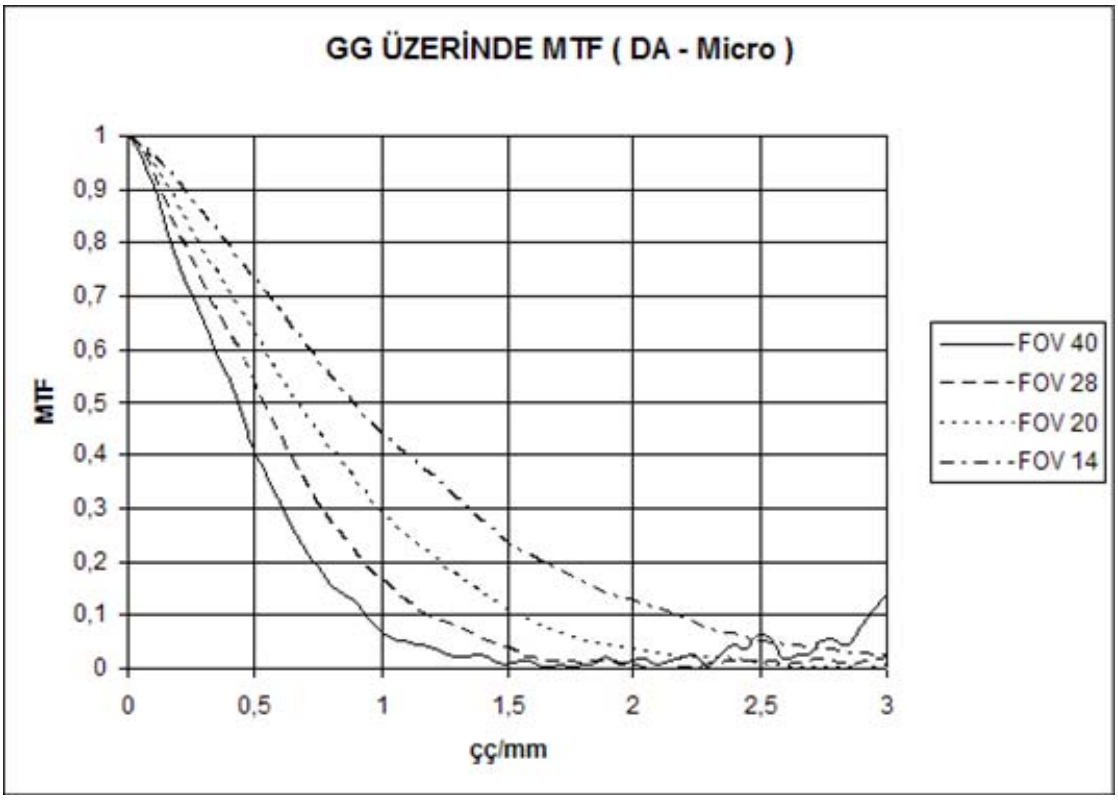
EK 4 MTF Ölçümleri



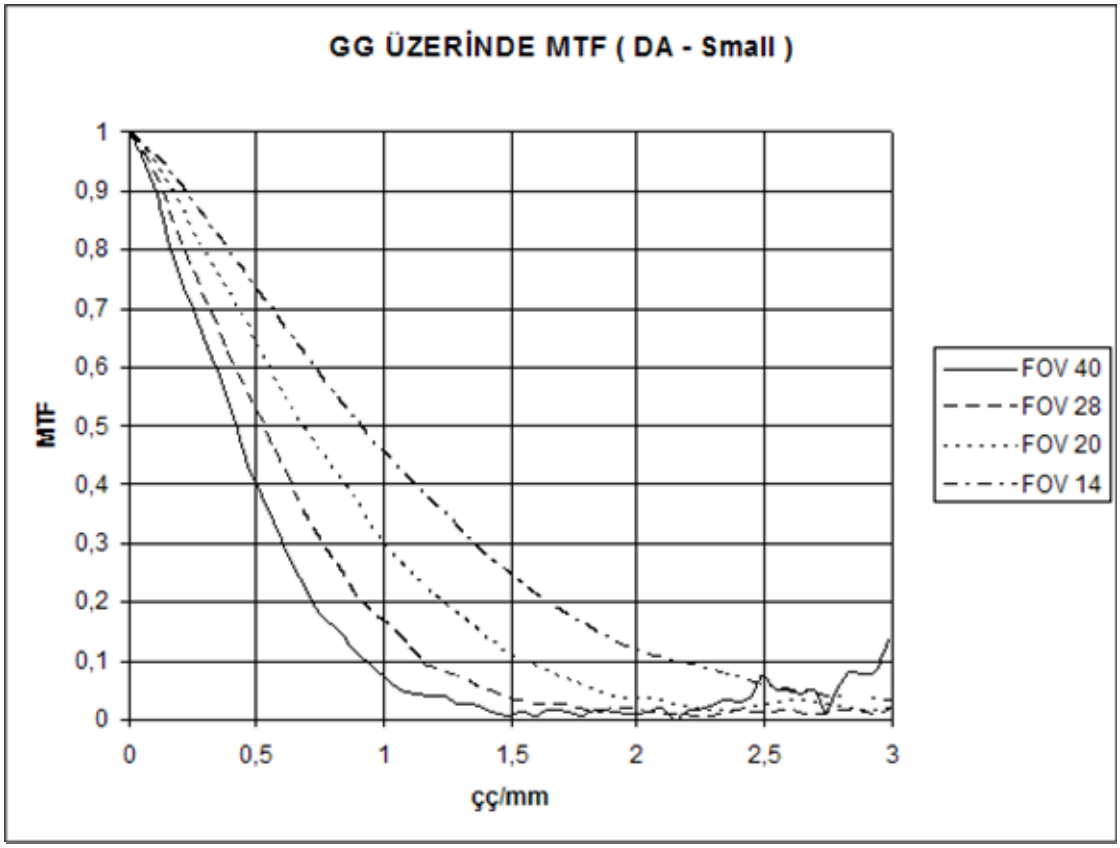


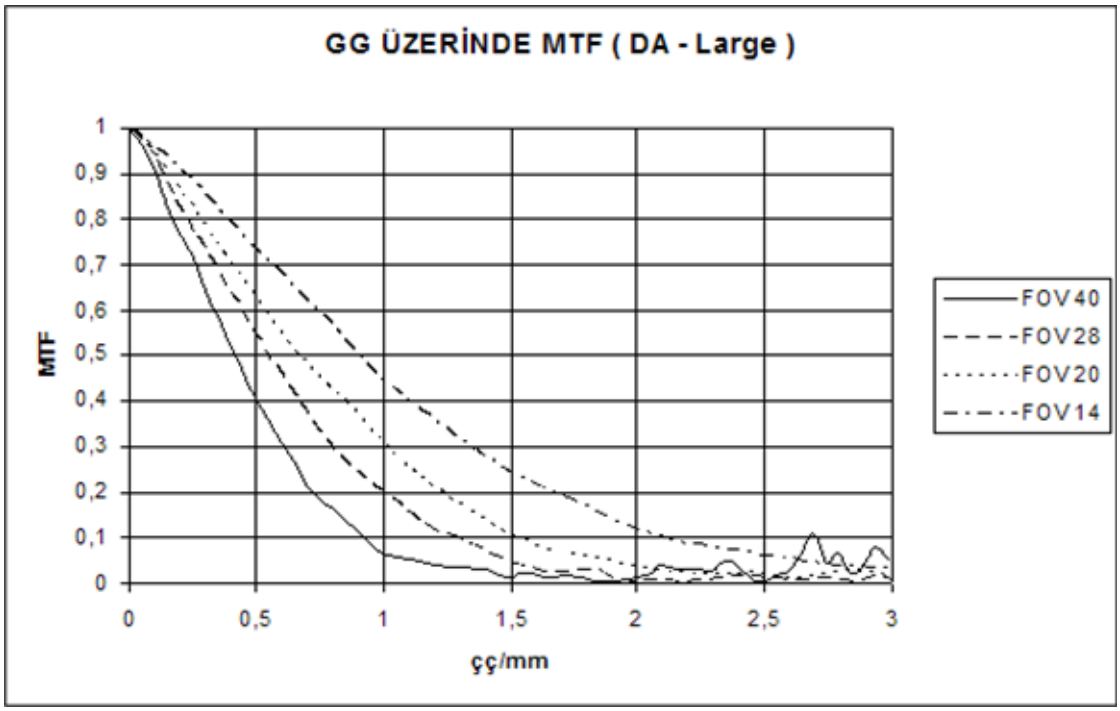
EK 4 MTF Ölçümleri (Devam)



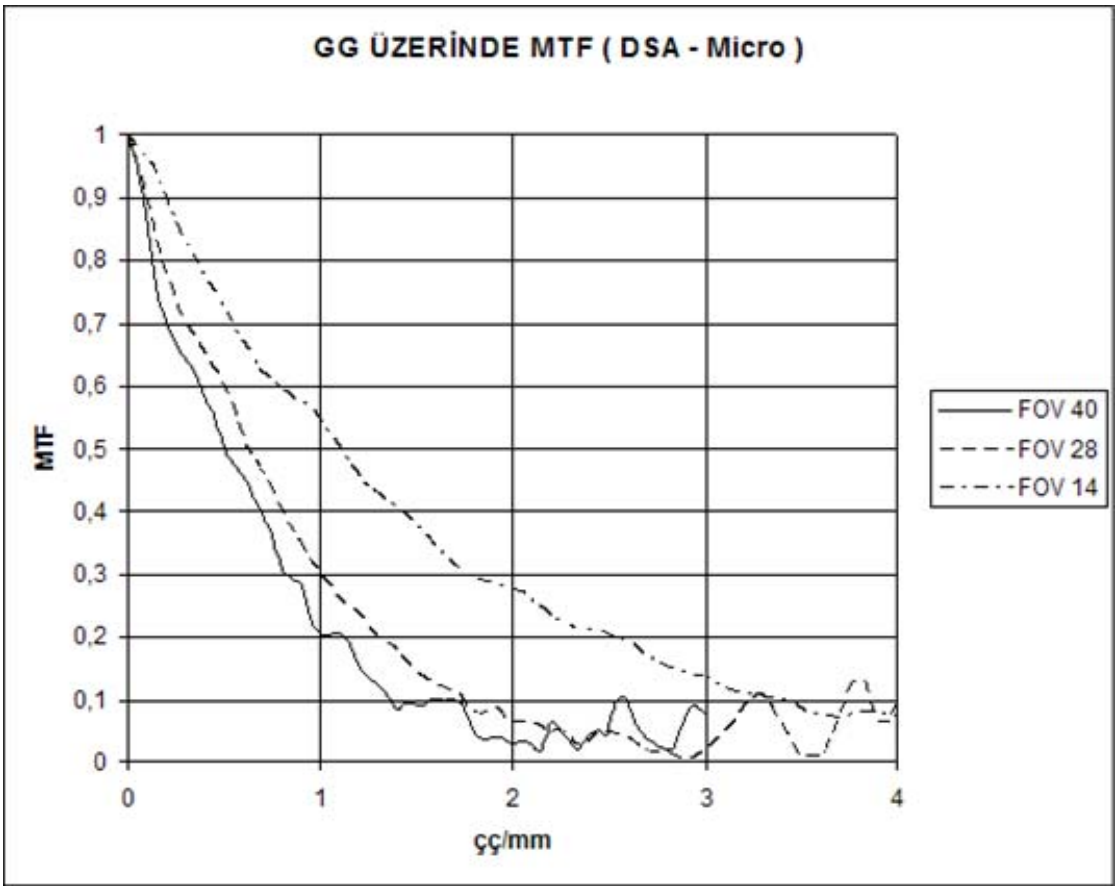


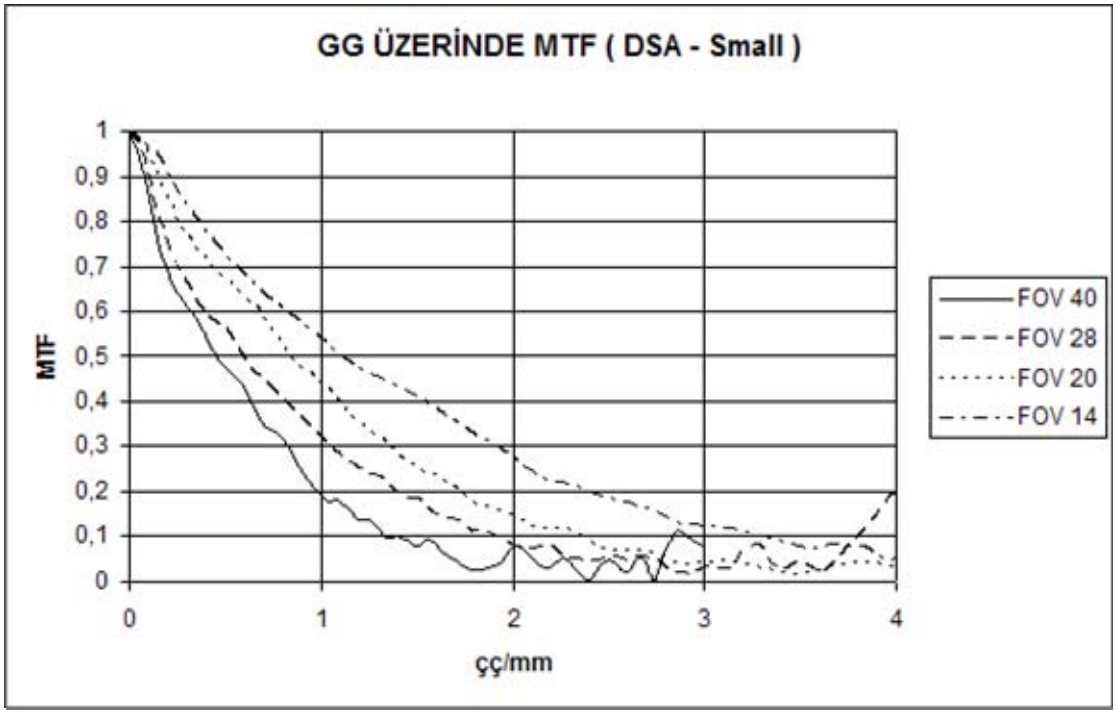
EK 4 MTF Ölçümleri (Devam)



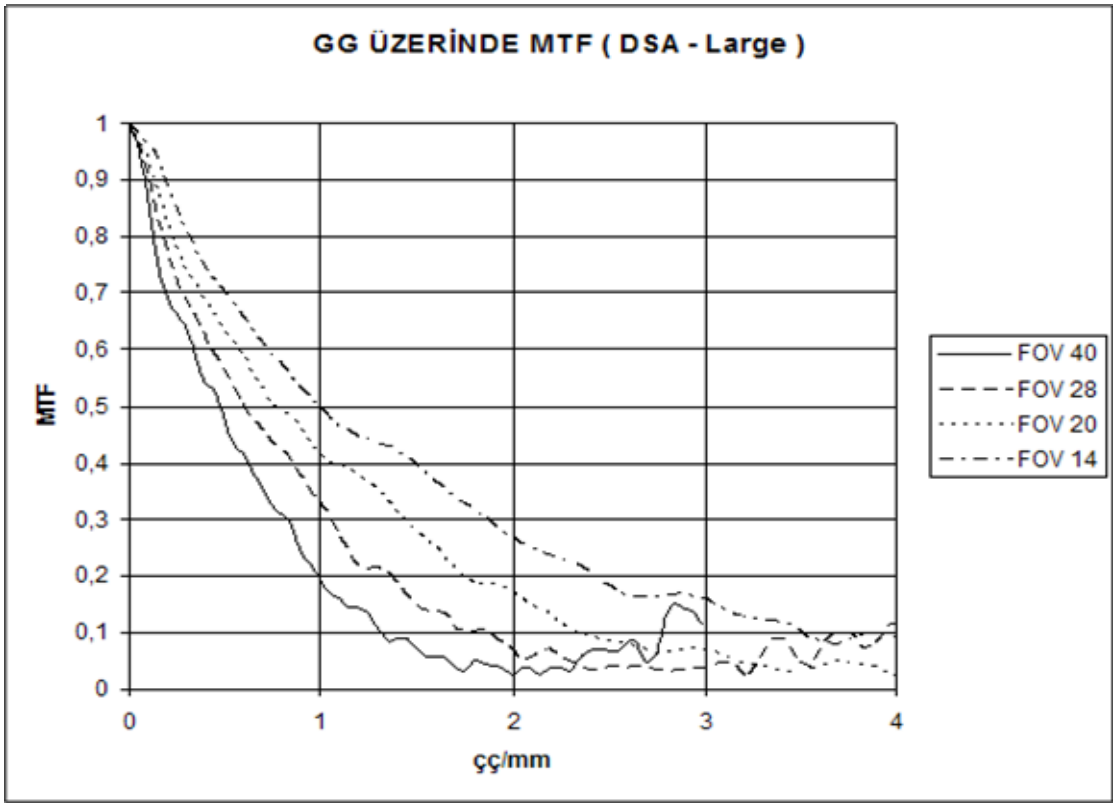


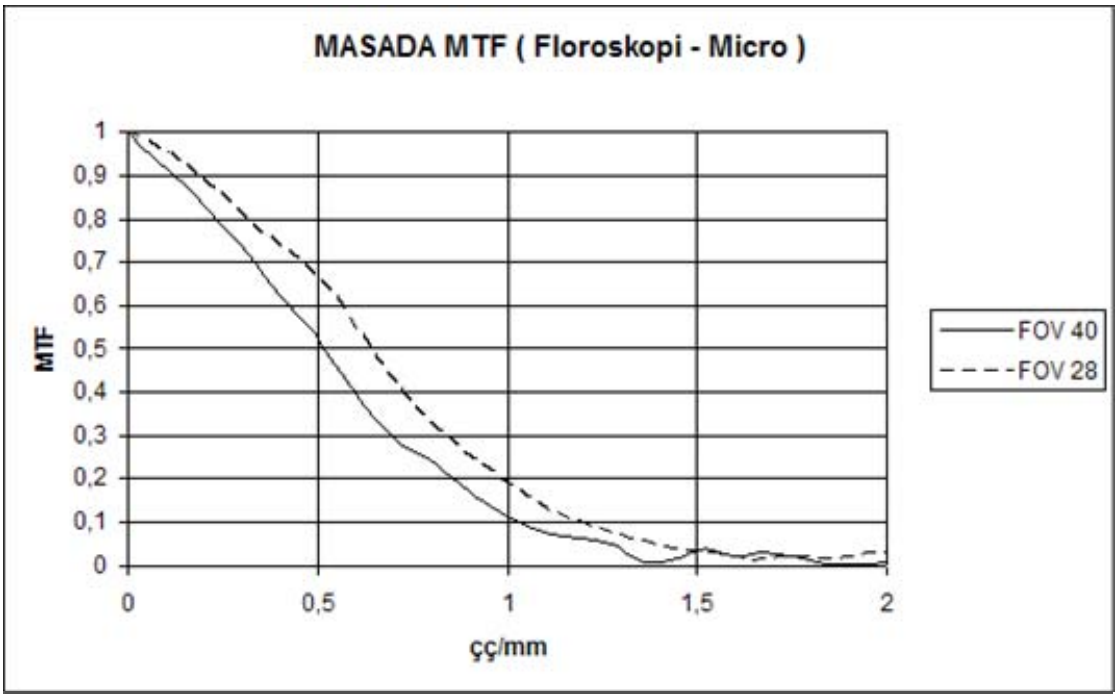
EK 4 MTF Ölçümleri (Devam)



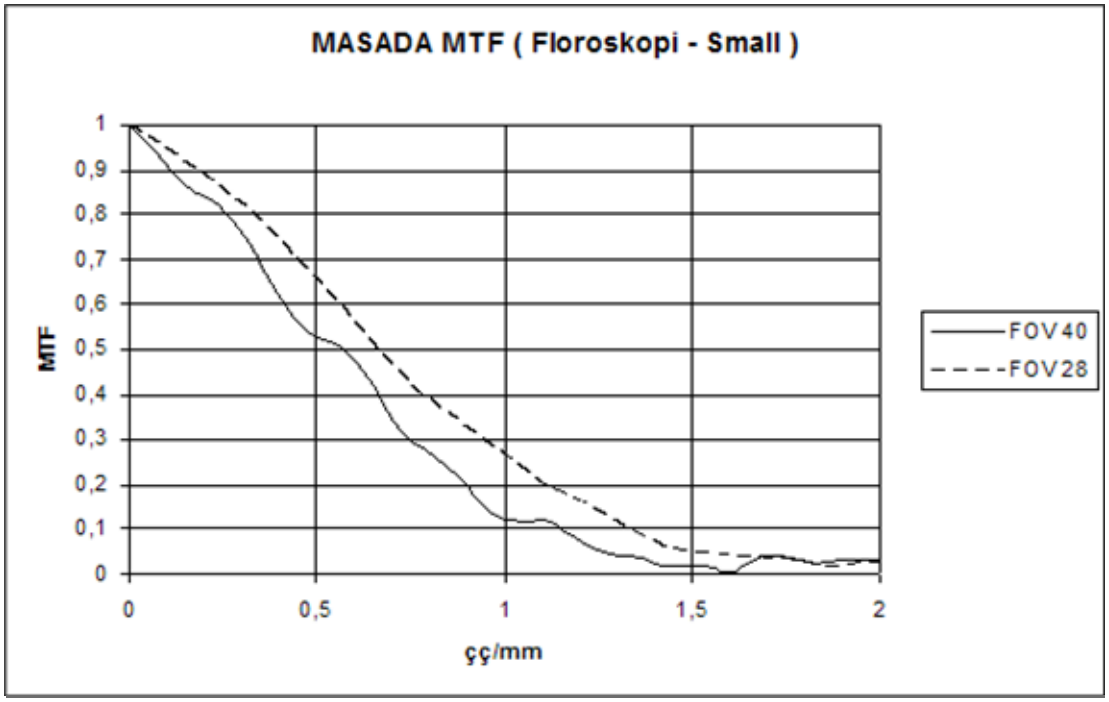


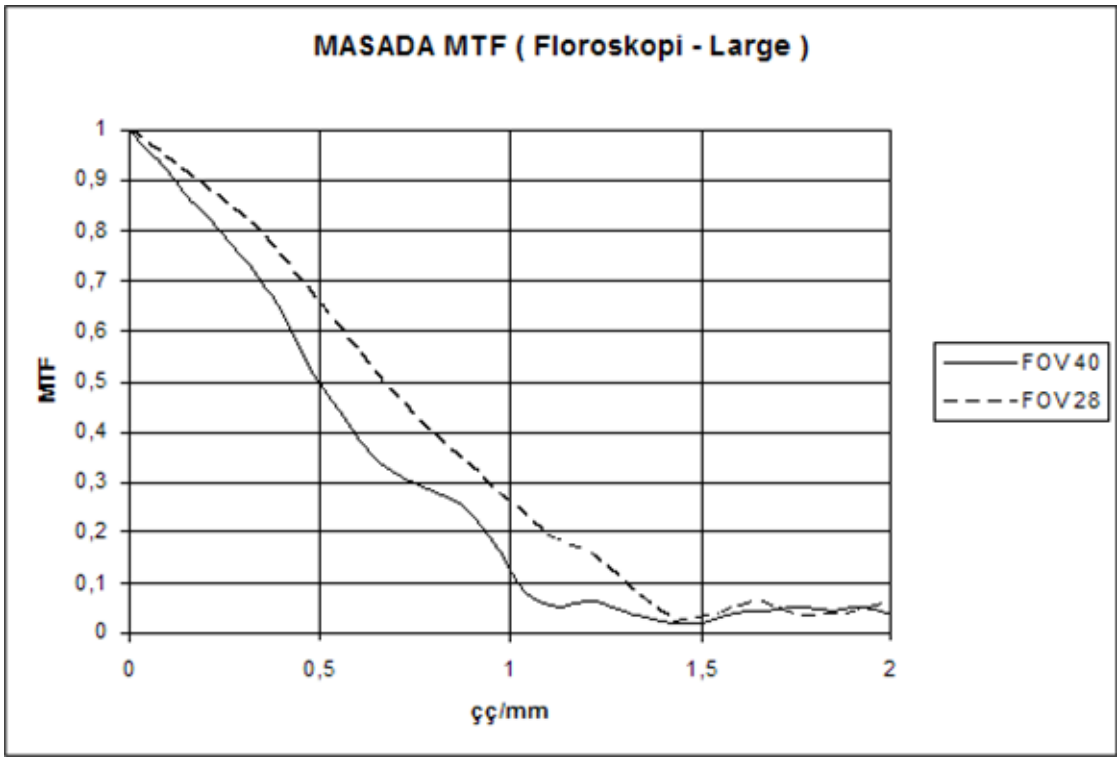
EK 4 MTF Ölçümleri (Devam)



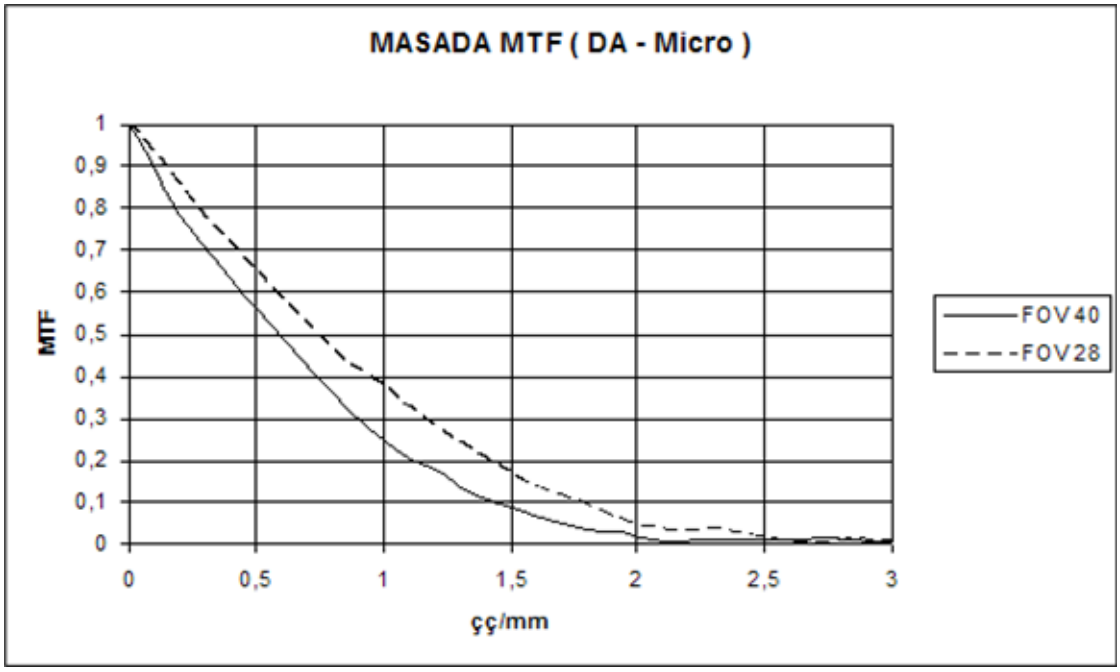


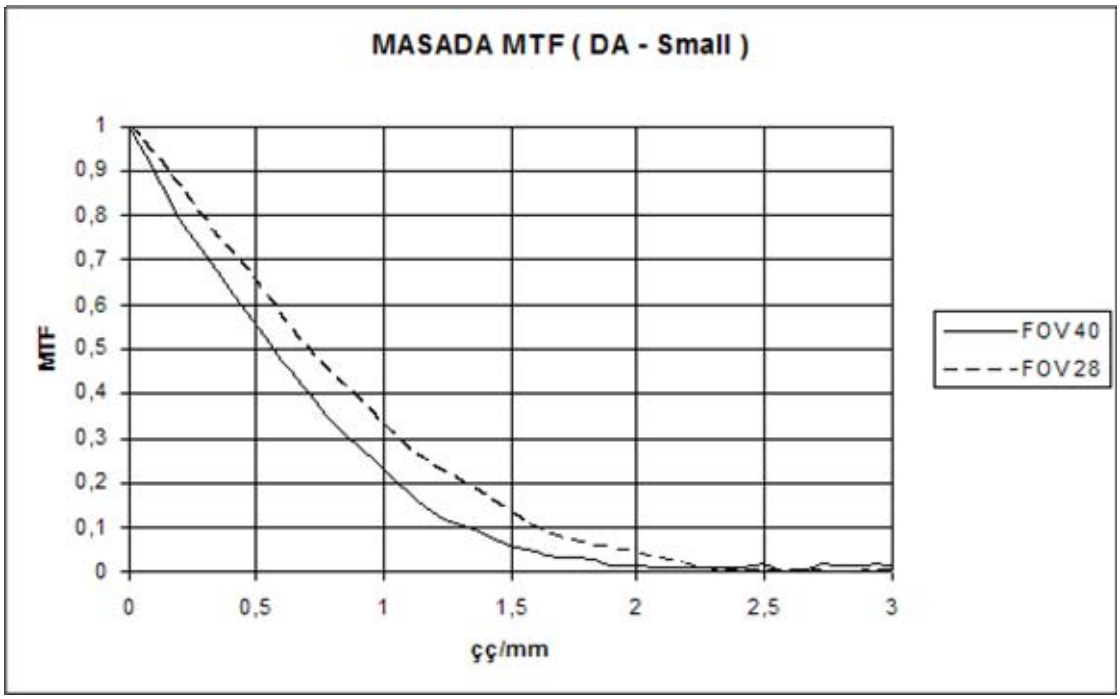
EK 4 MTF Ölçümleri (Devam)



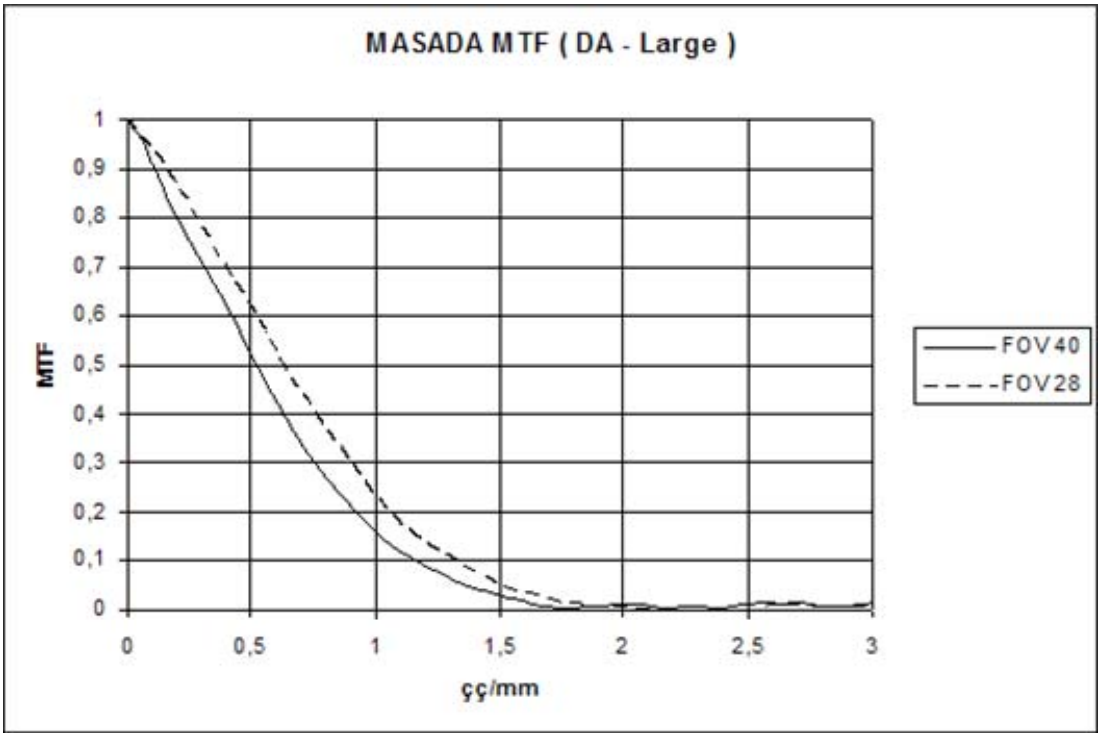


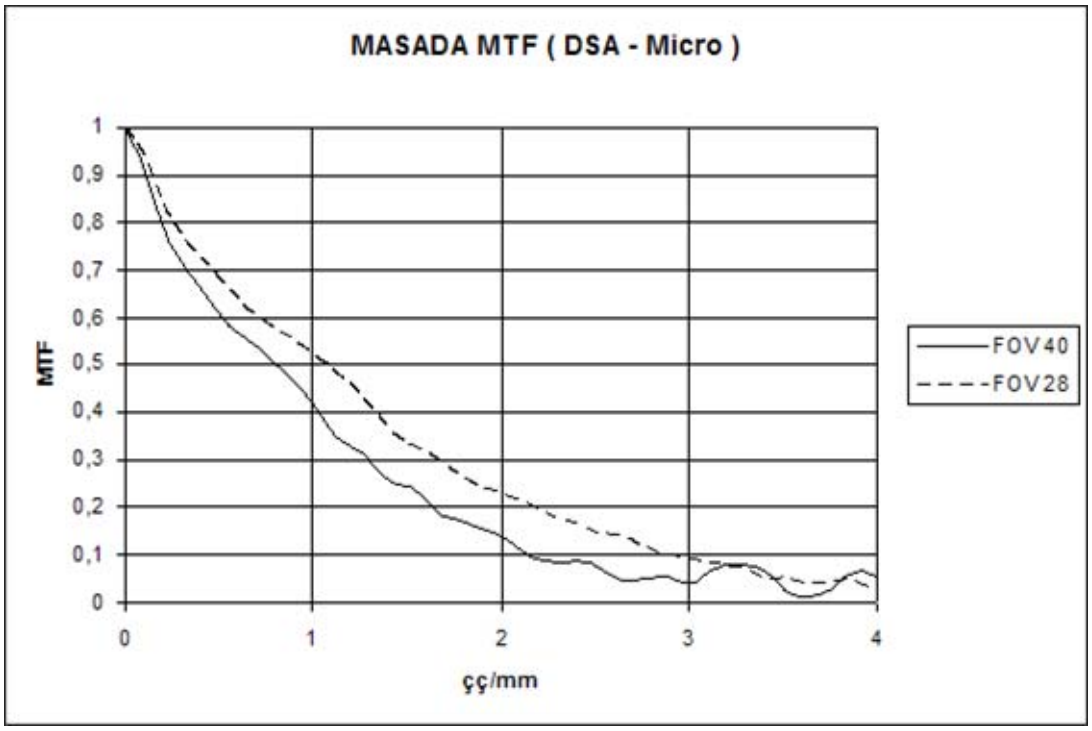
EK 4 MTF Ölçümleri (Devam)



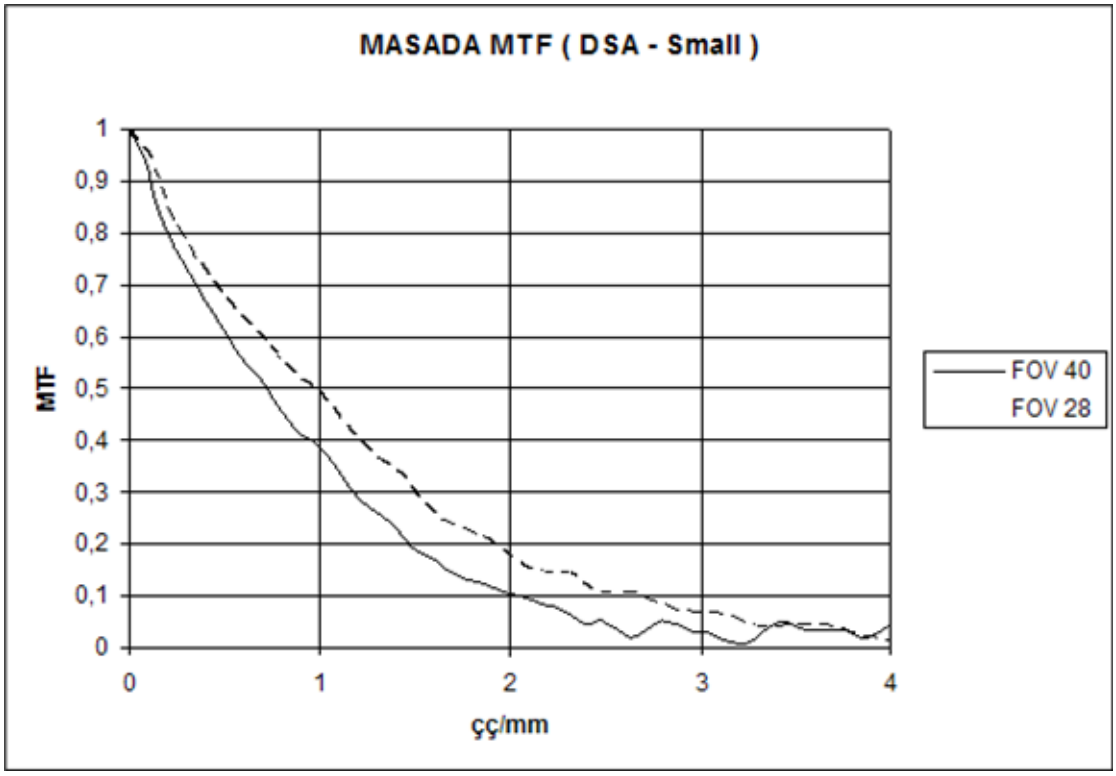


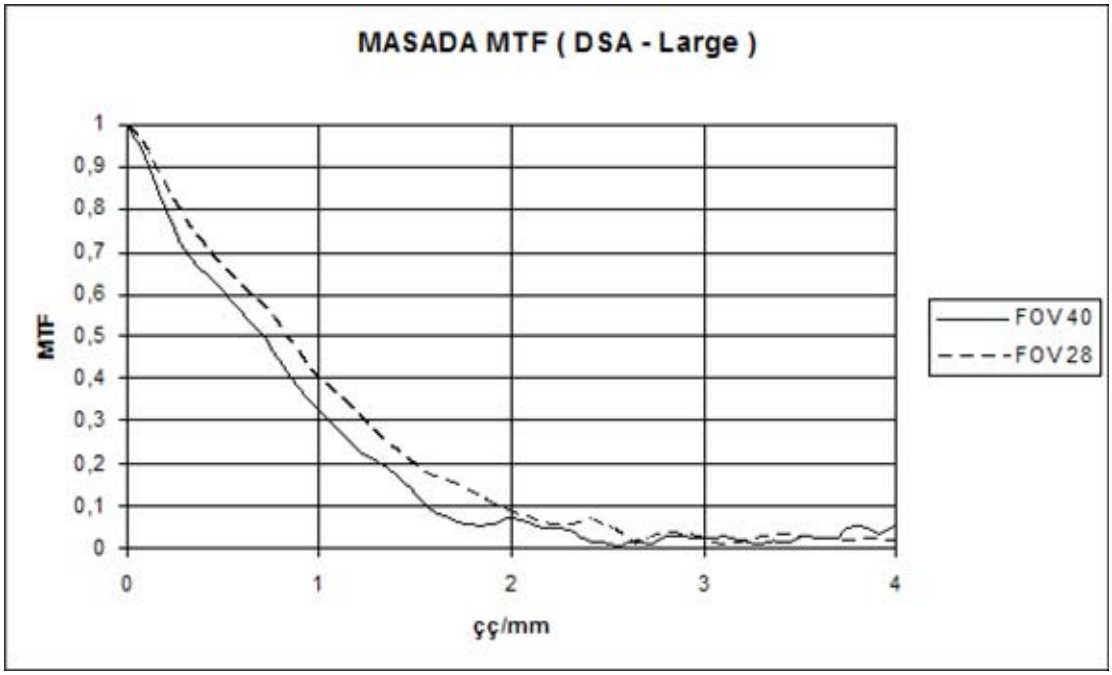
EK 4 MTF Ölçümleri (Devam)



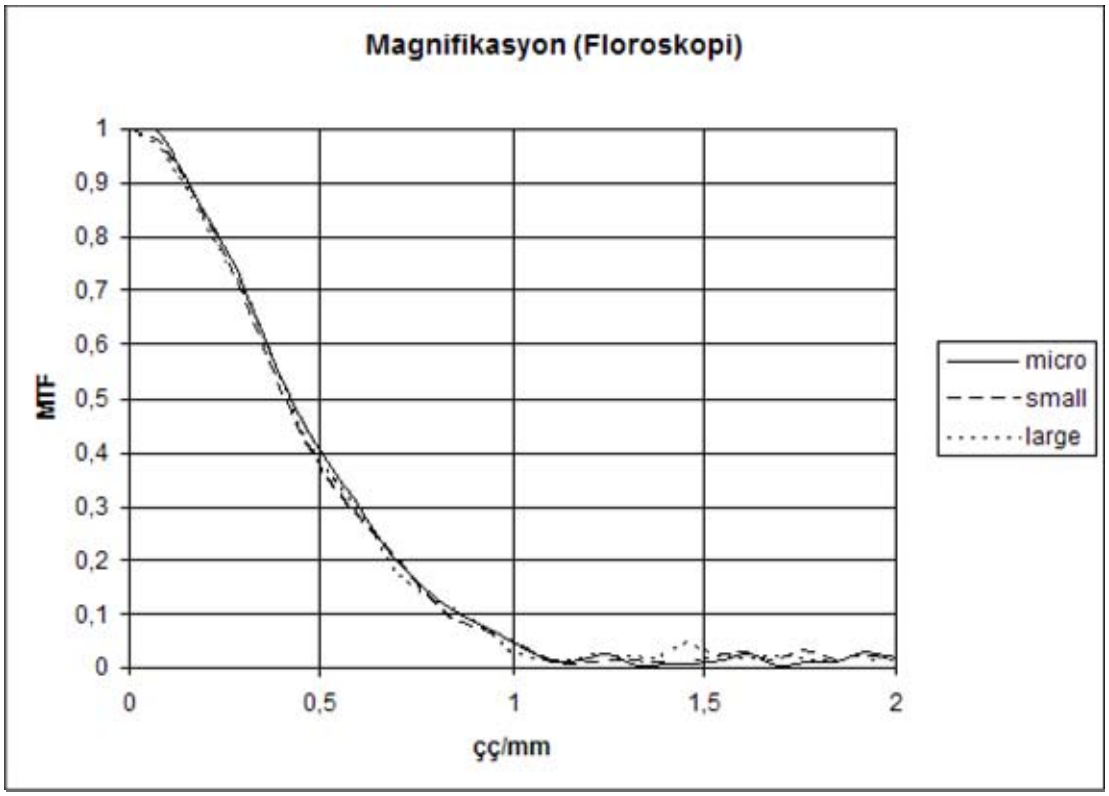


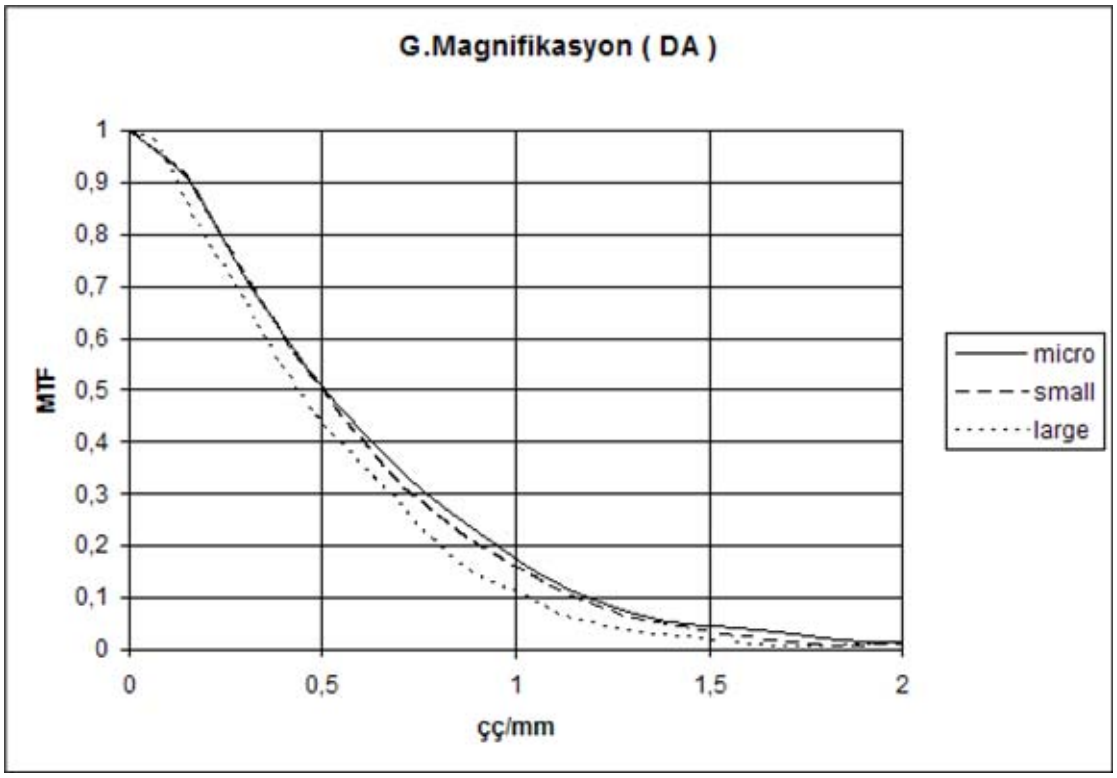
EK 4 MTF Ölçümleri (Devam)



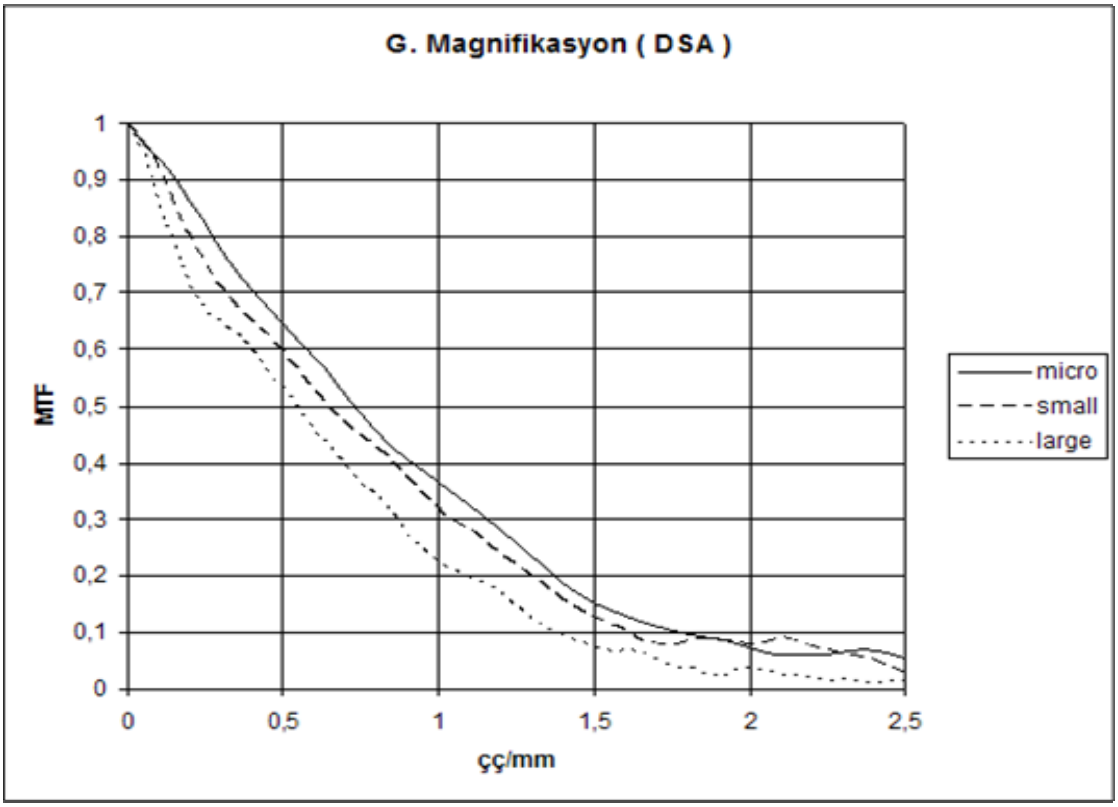


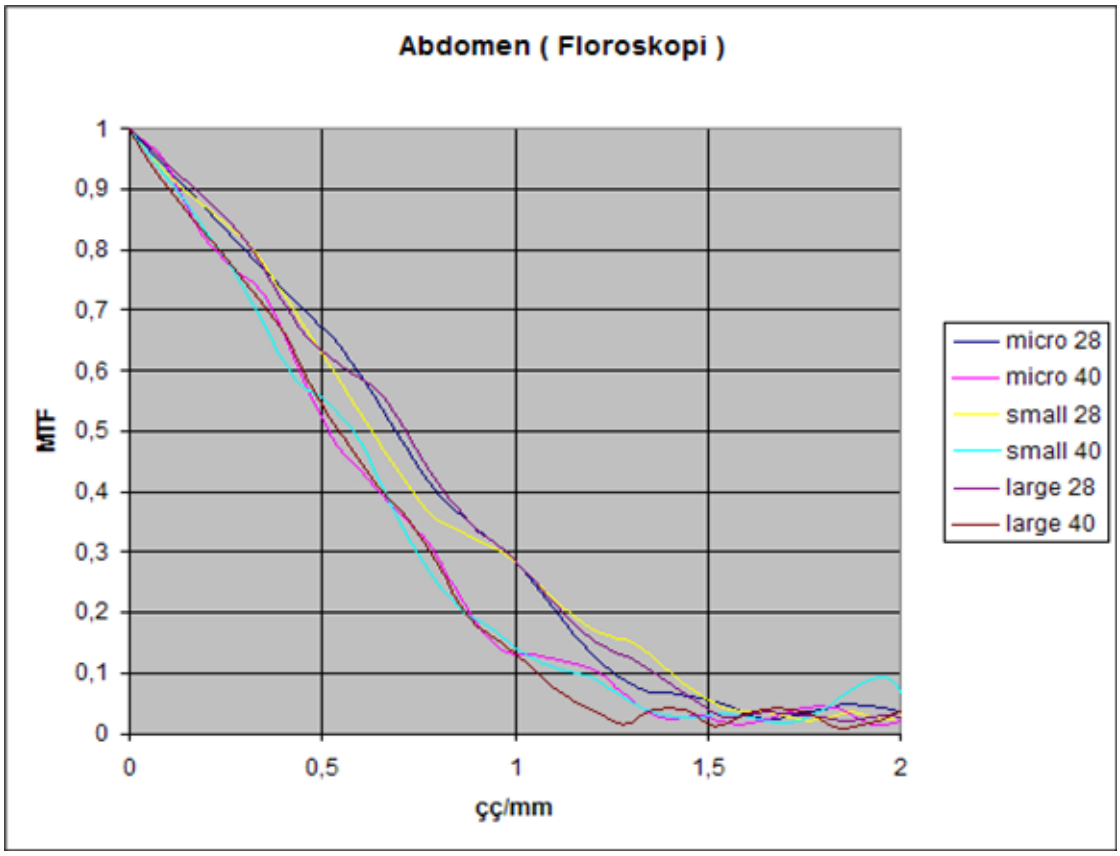
EK 4 MTF Ölçümleri (Devam)



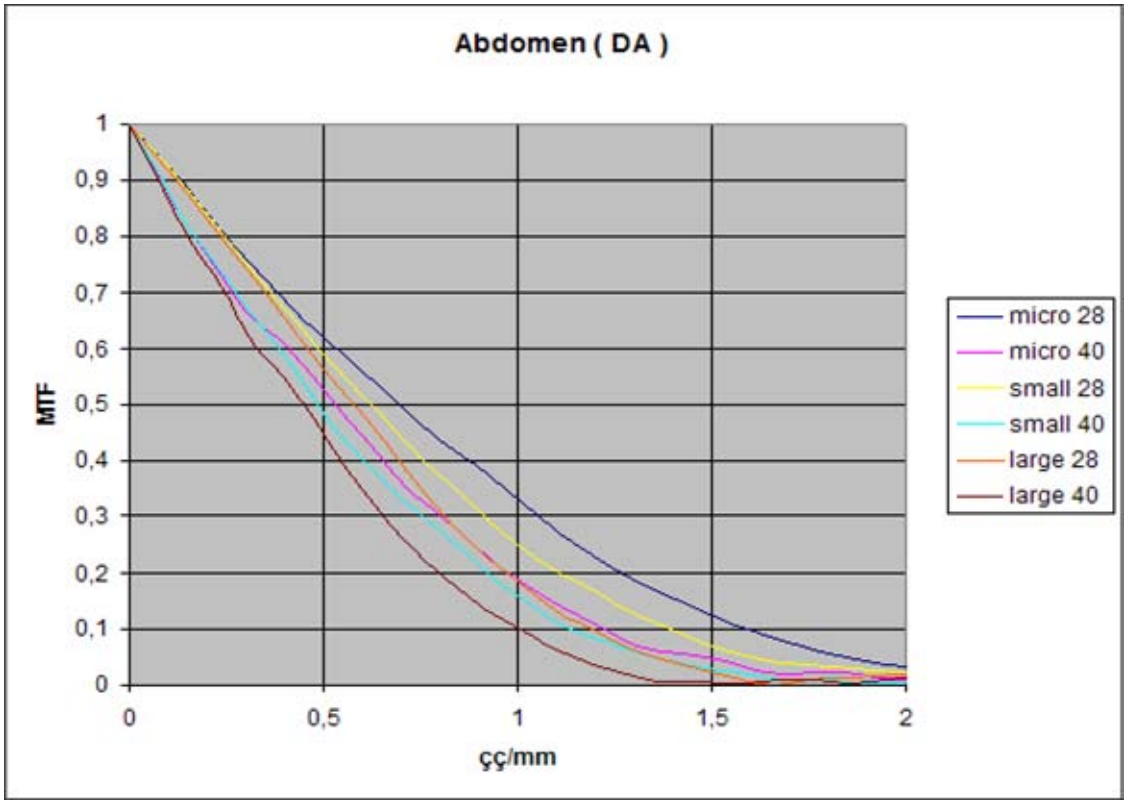


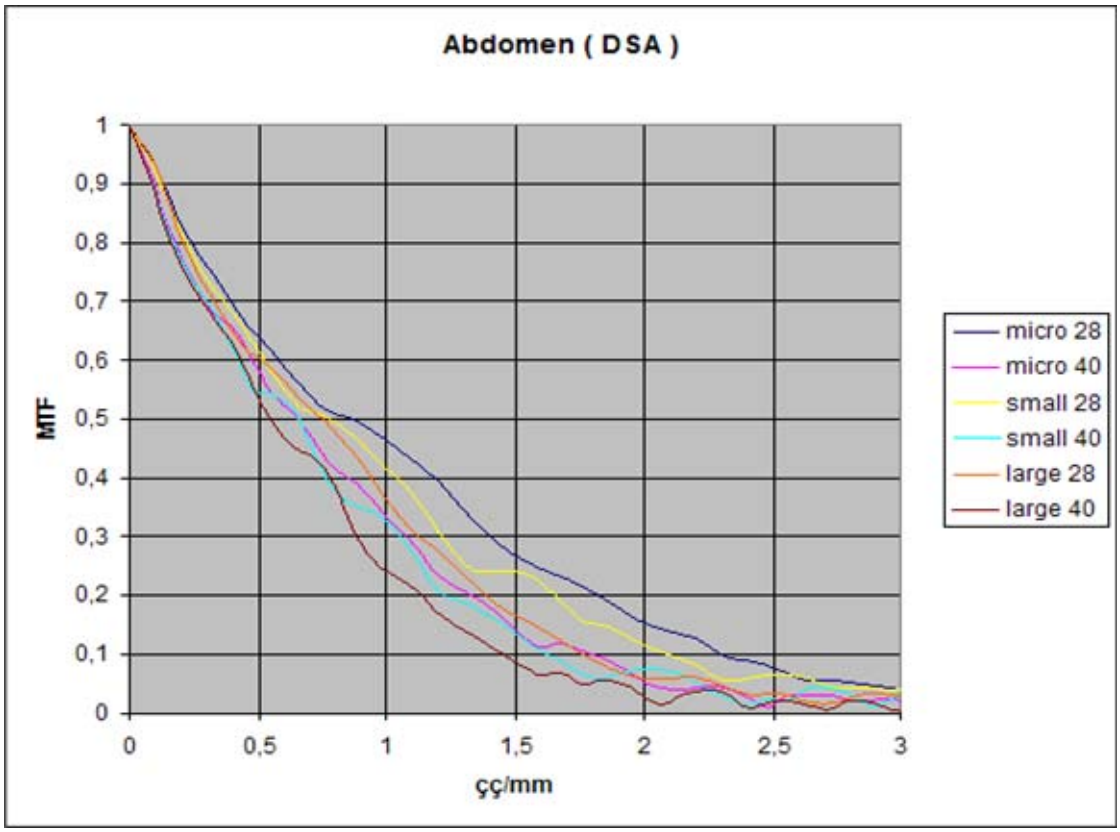
EK 4 MTF Ölçümleri (Devam)



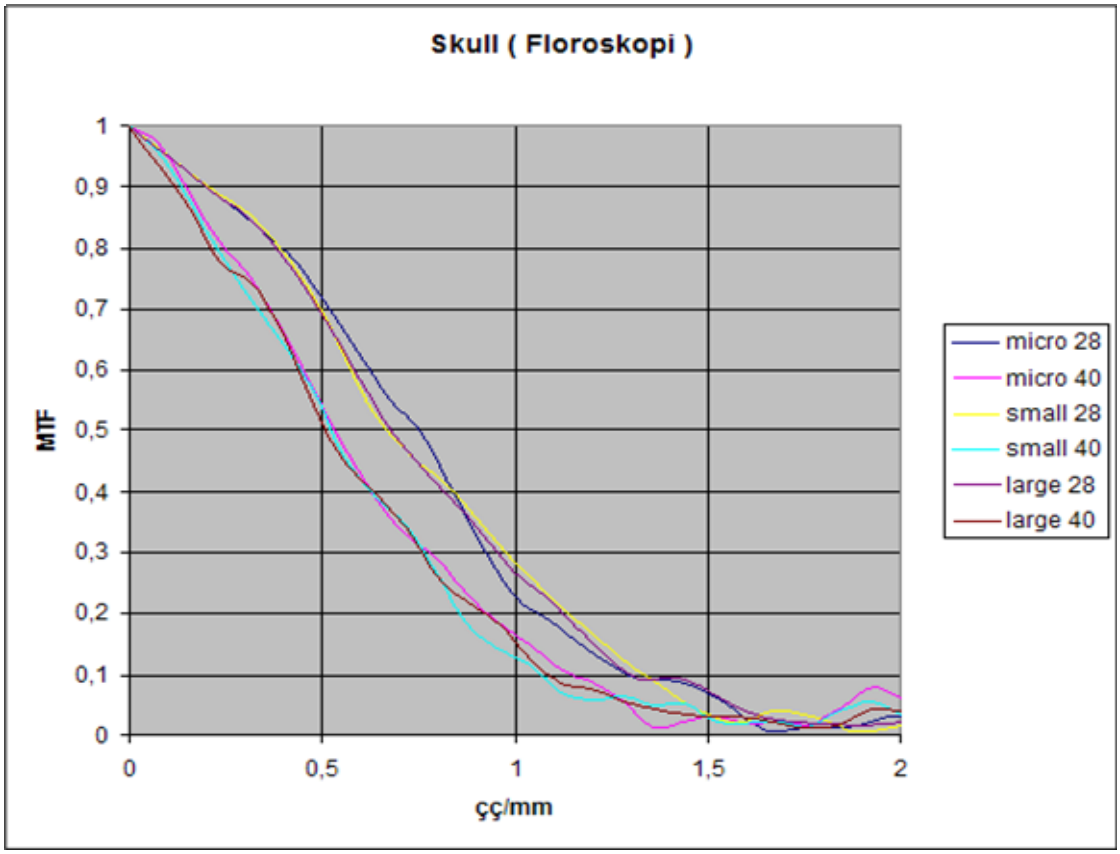


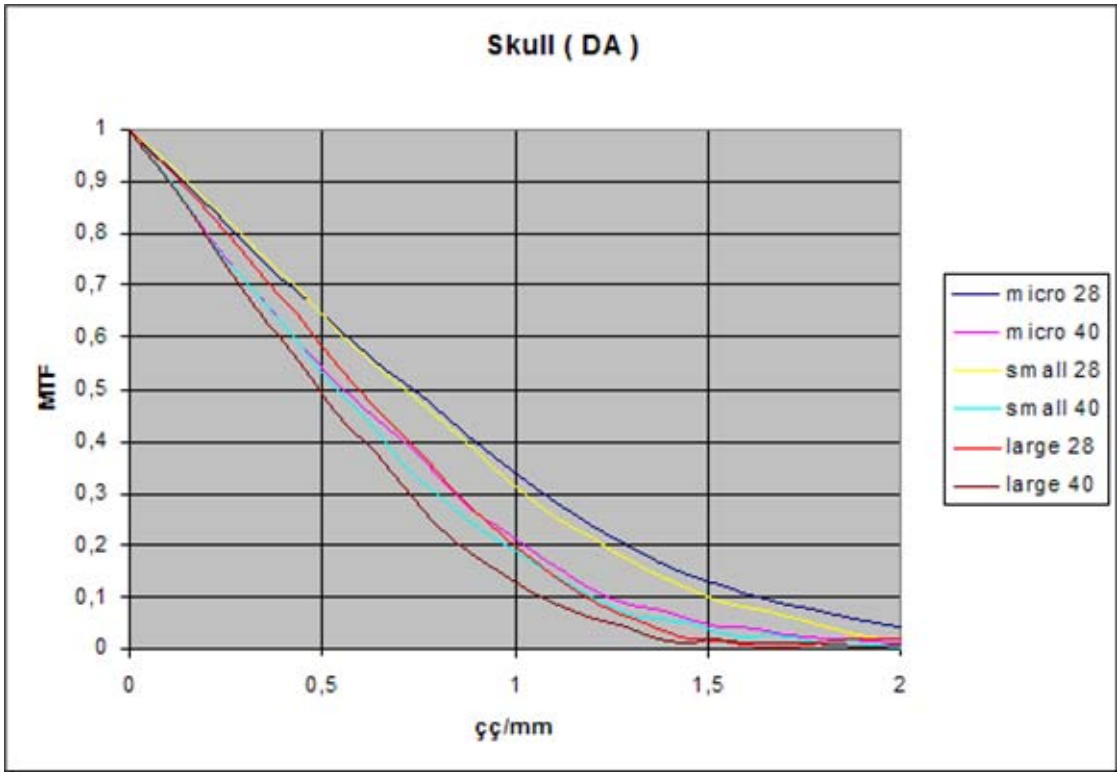
EK 4 MTF Ölçümleri (Devam)



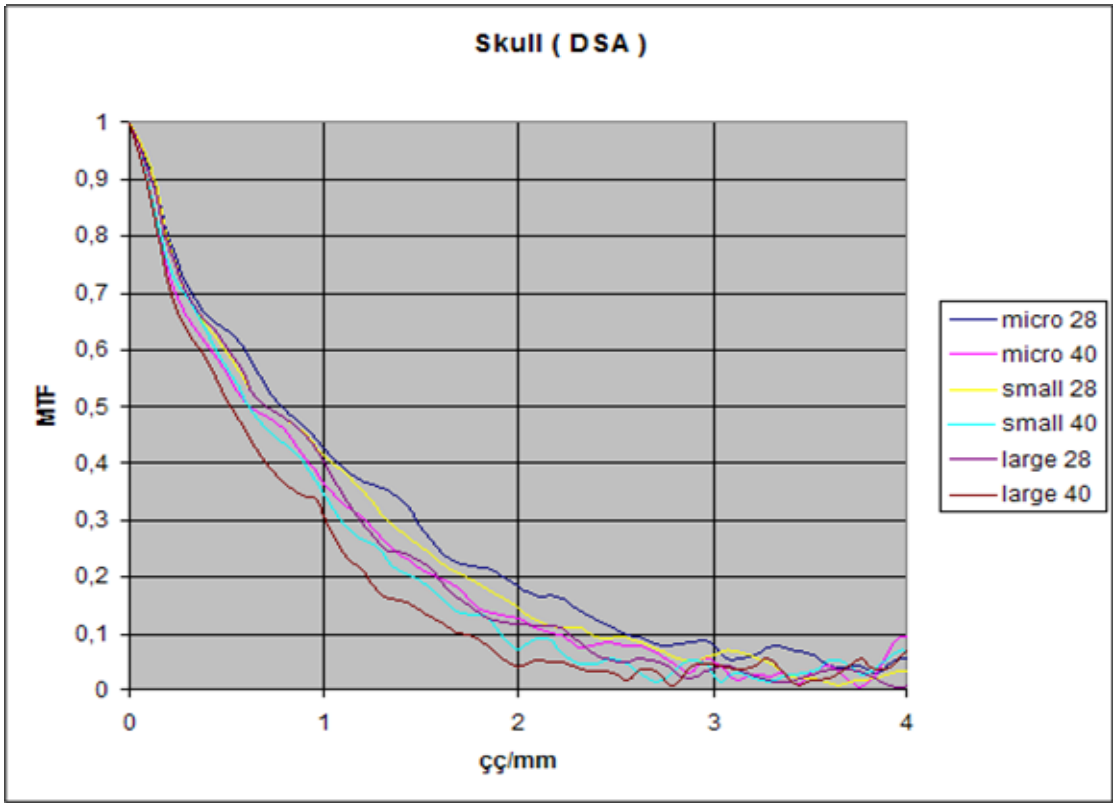


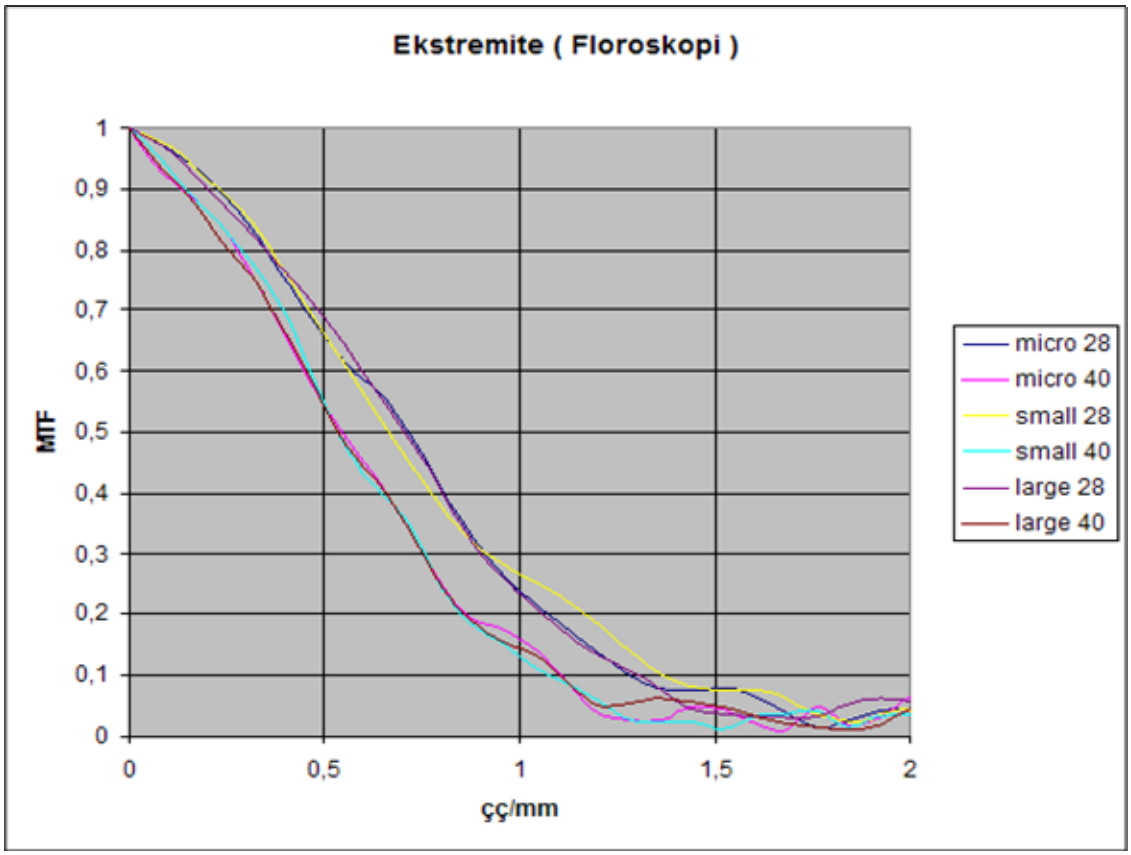
EK 4 MTF Ölçümleri (Devam)



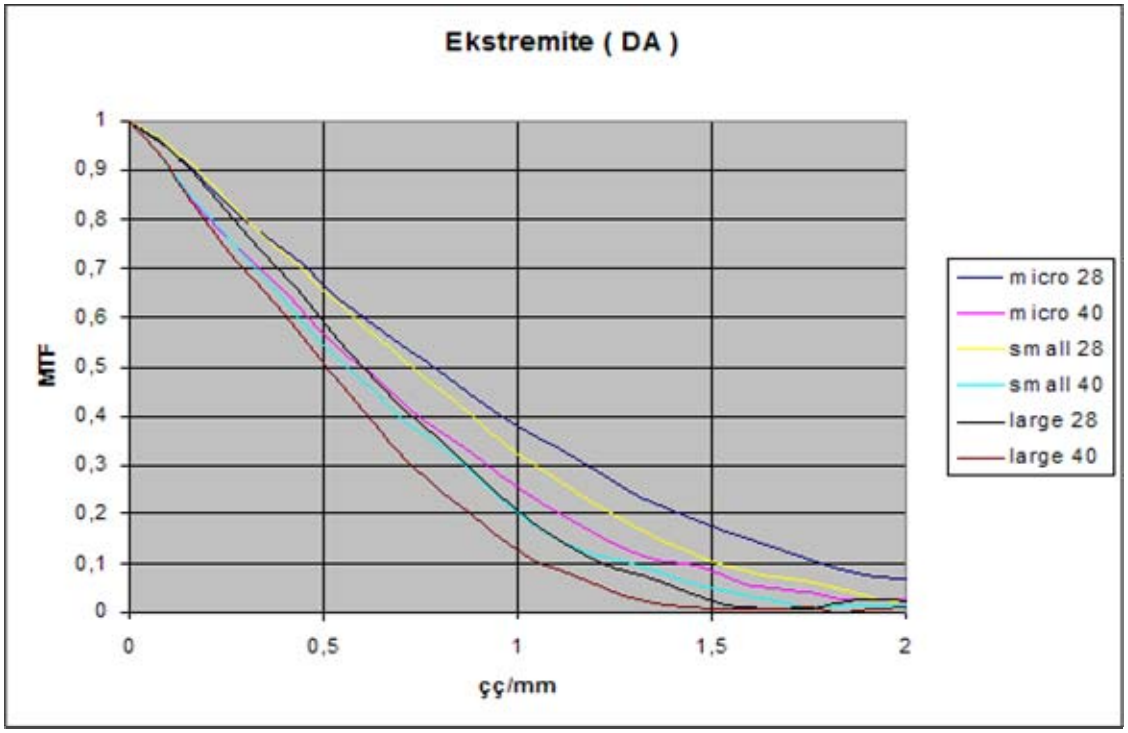


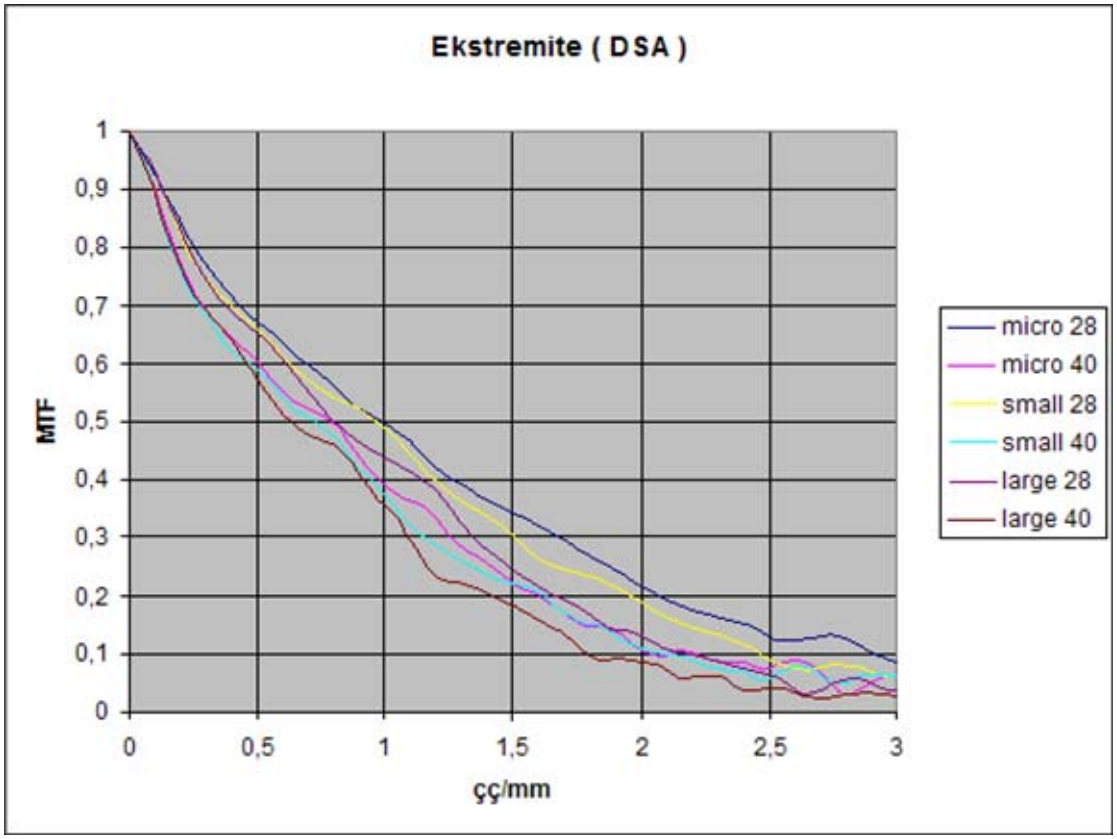
EK 4 MTF Ölçümleri (Devam)



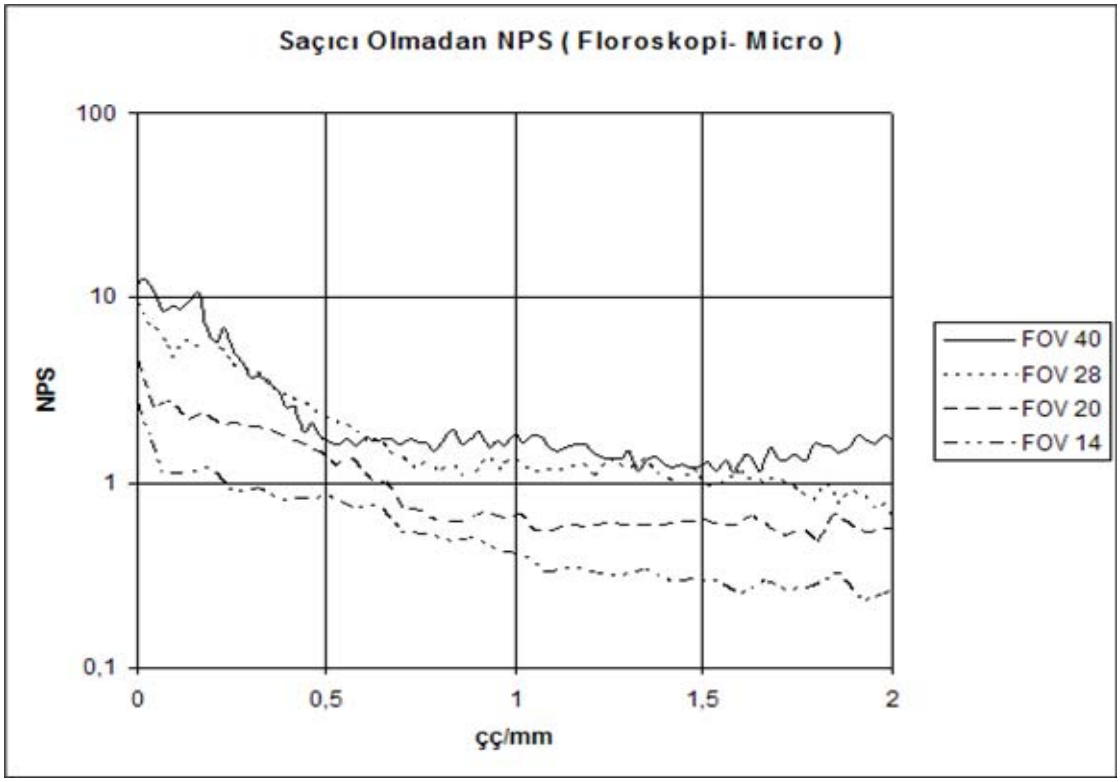


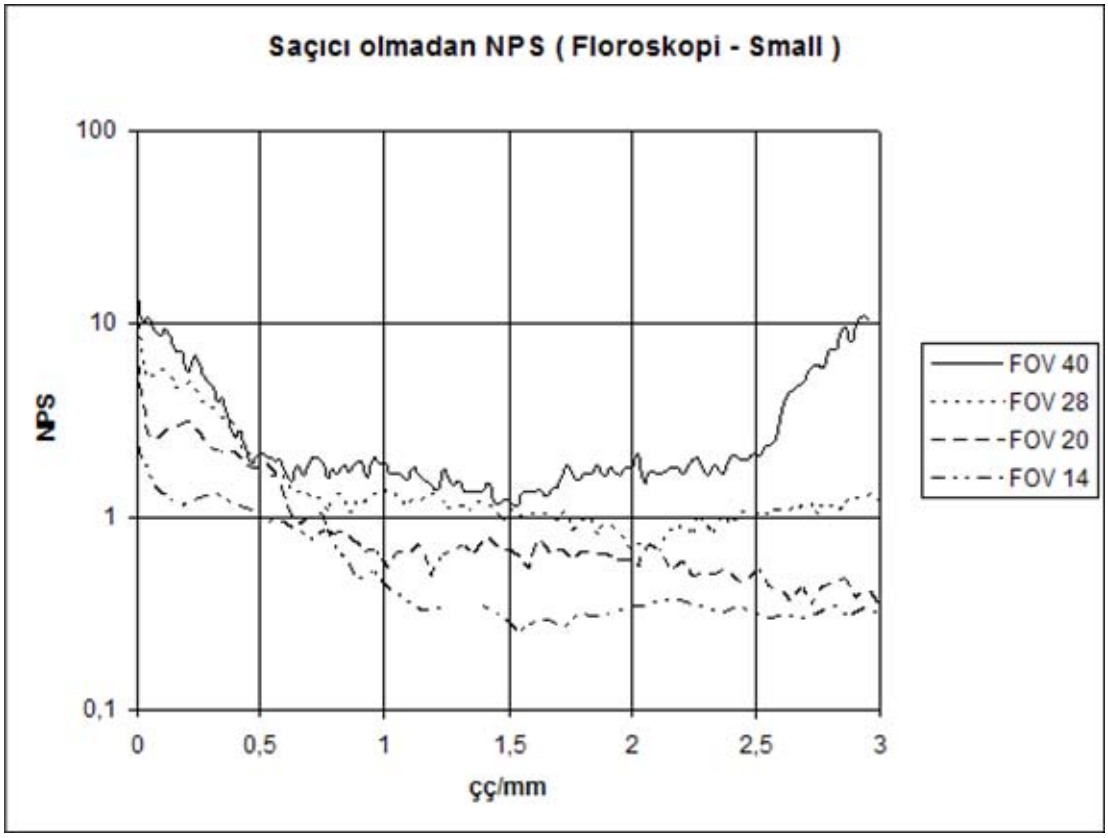
EK 4 MTF Ölçümleri (Devam)



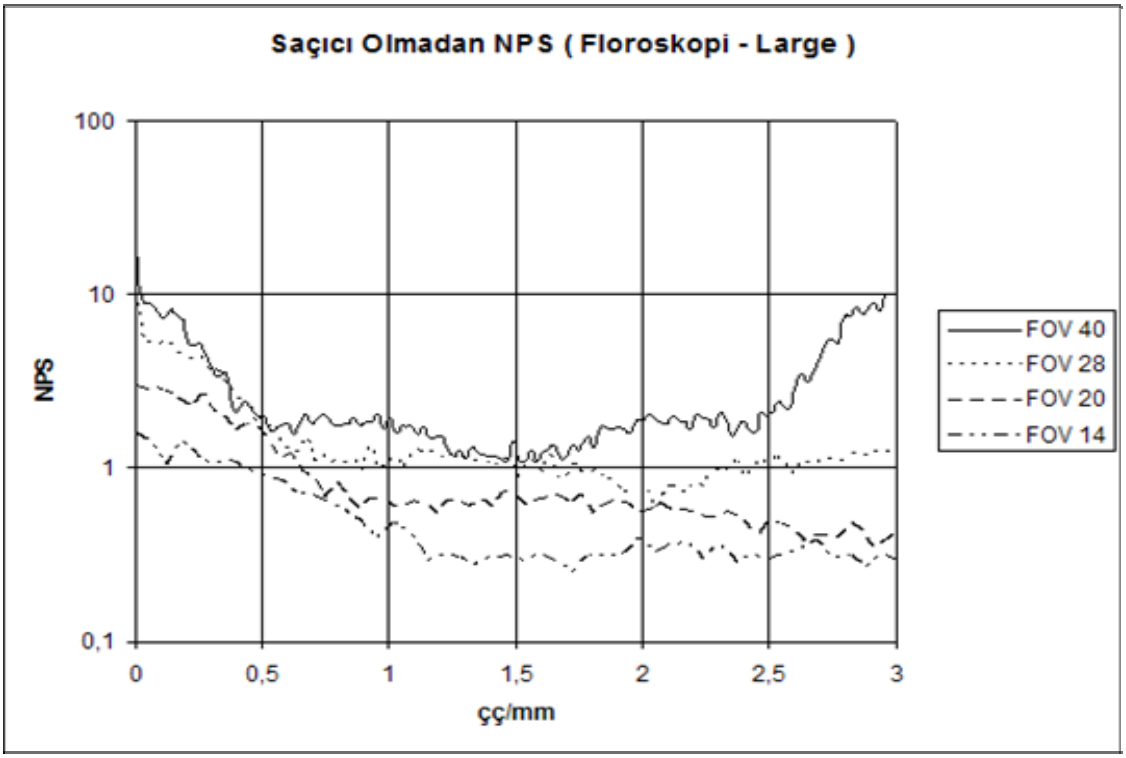


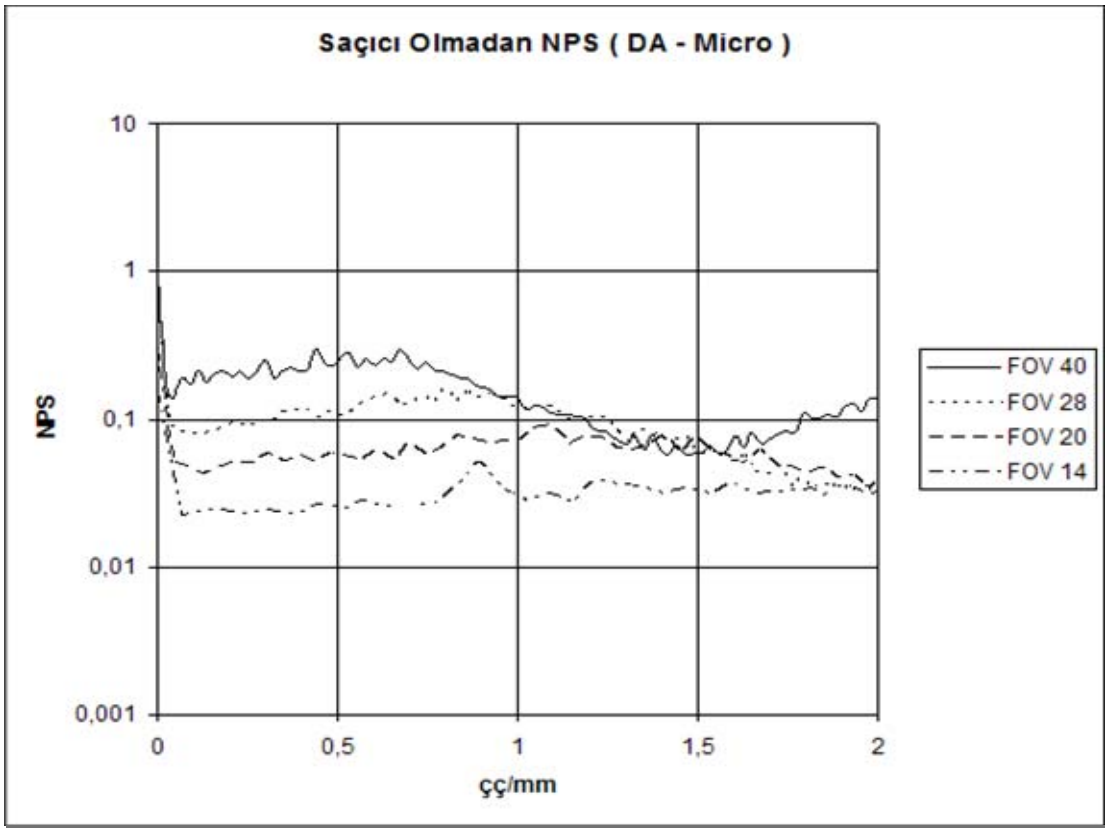
EK 5 NPS Ölçümleri



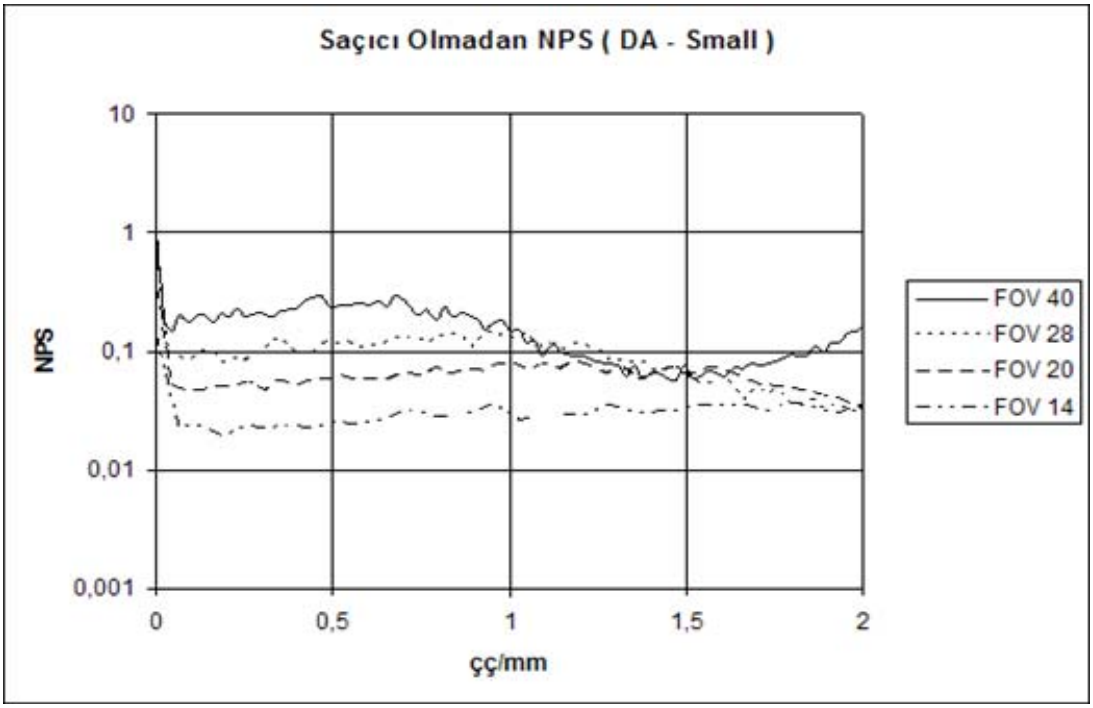


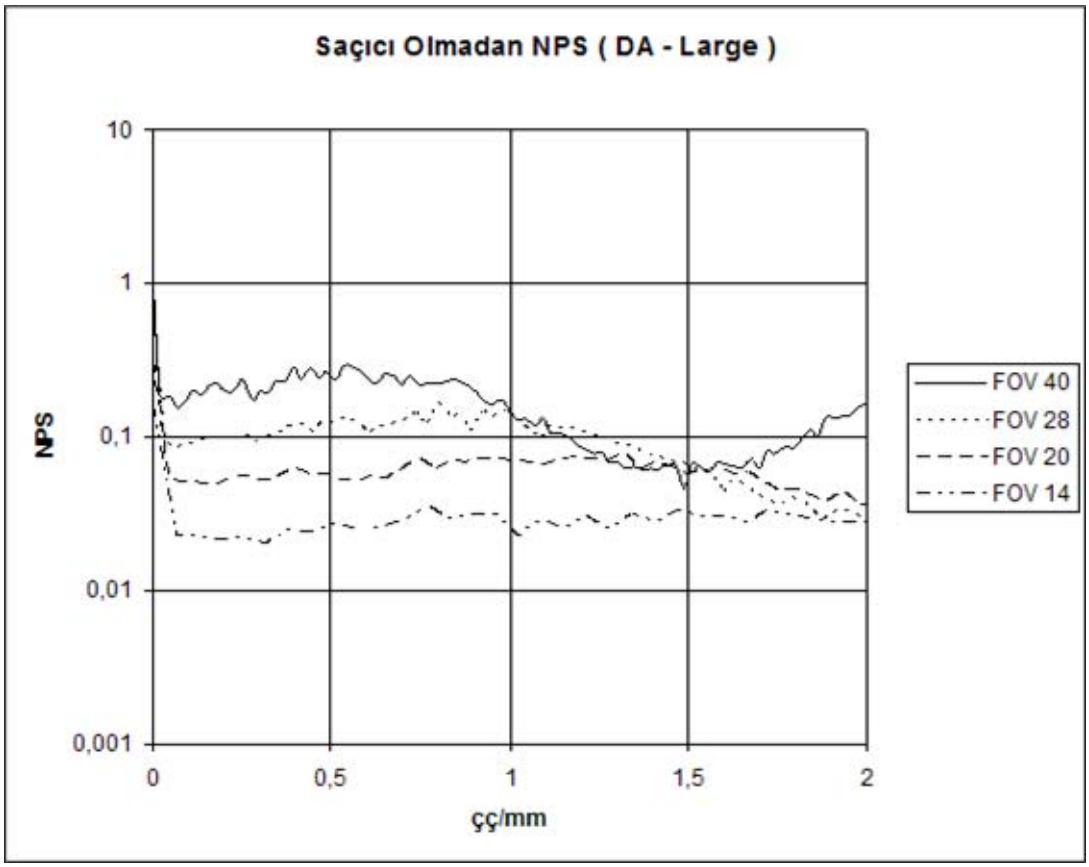
EK 5 NPS Ölçümleri (Devam)



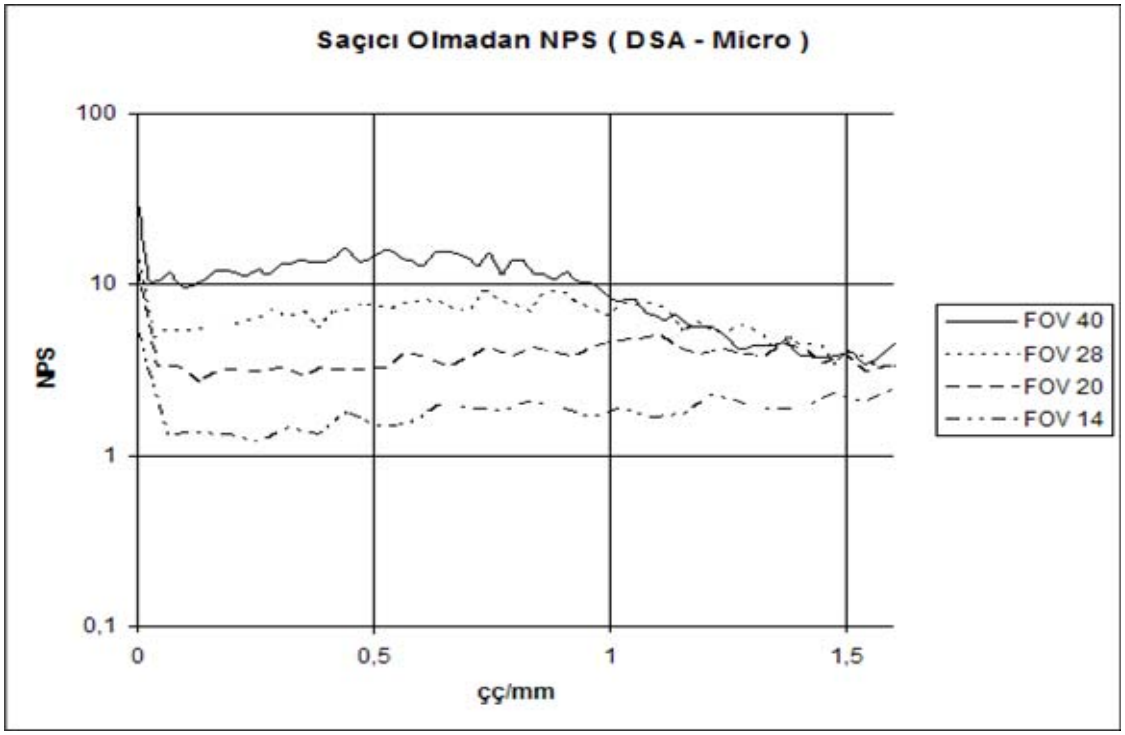


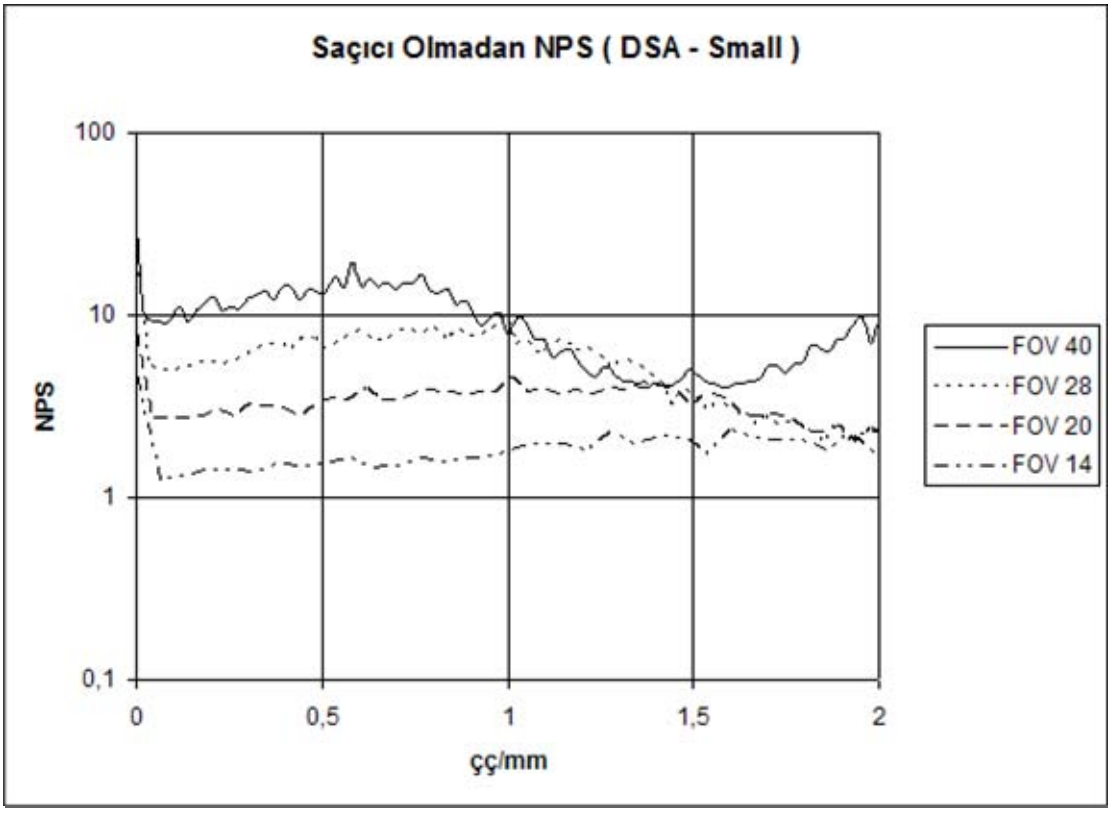
EK 5 NPS Ölçümleri (Devam)



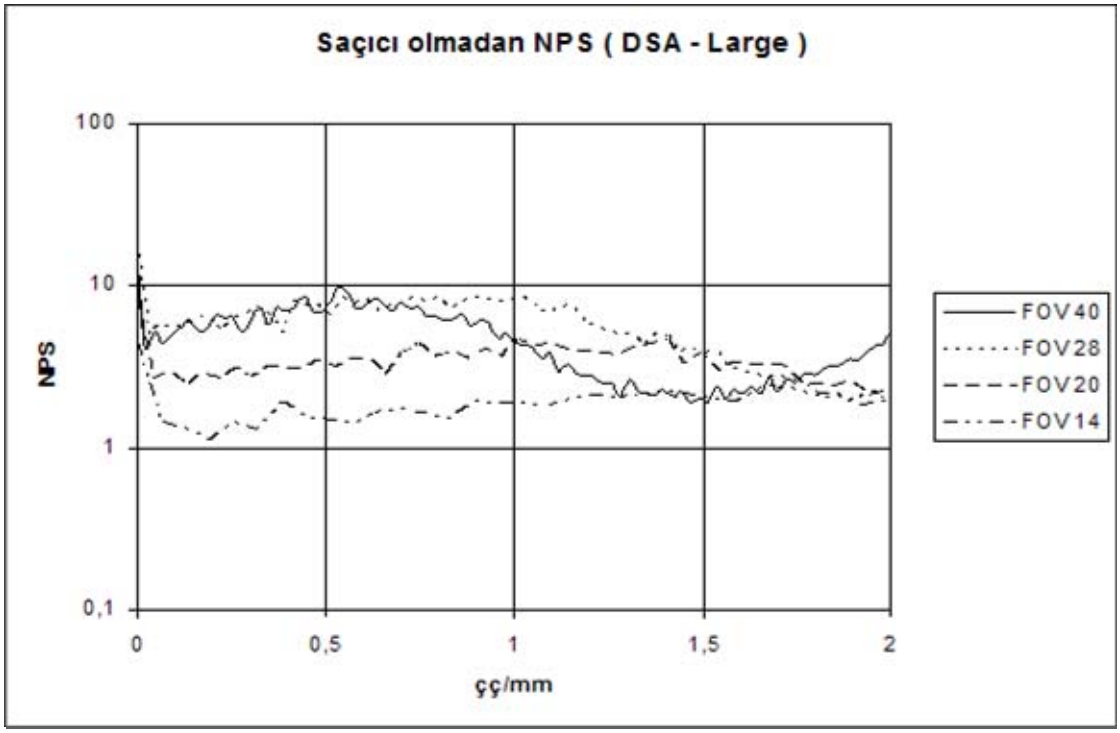


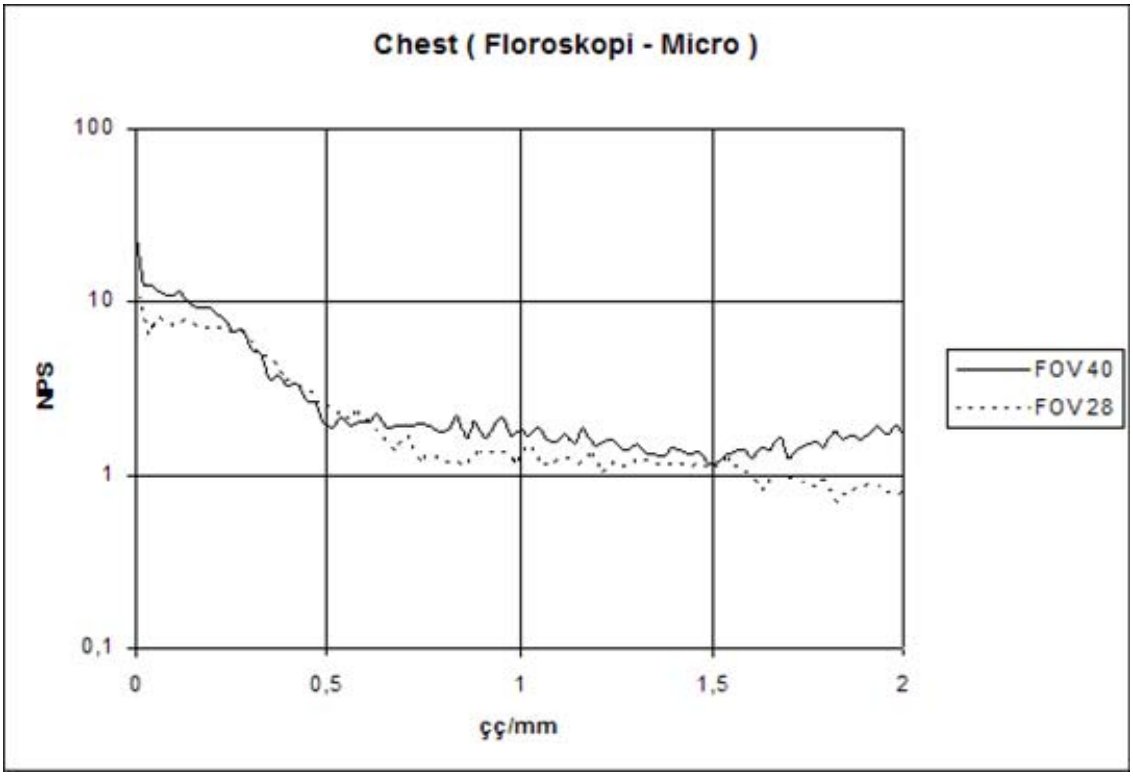
EK 5 NPS Ölçümleri (Devam)



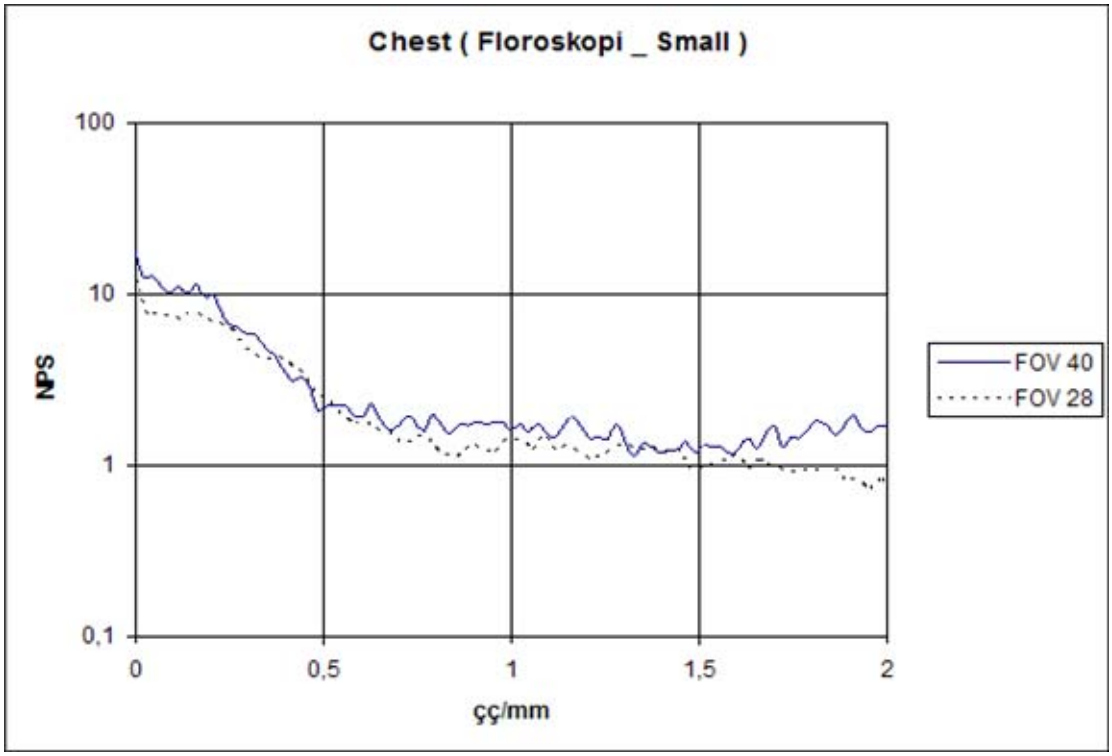


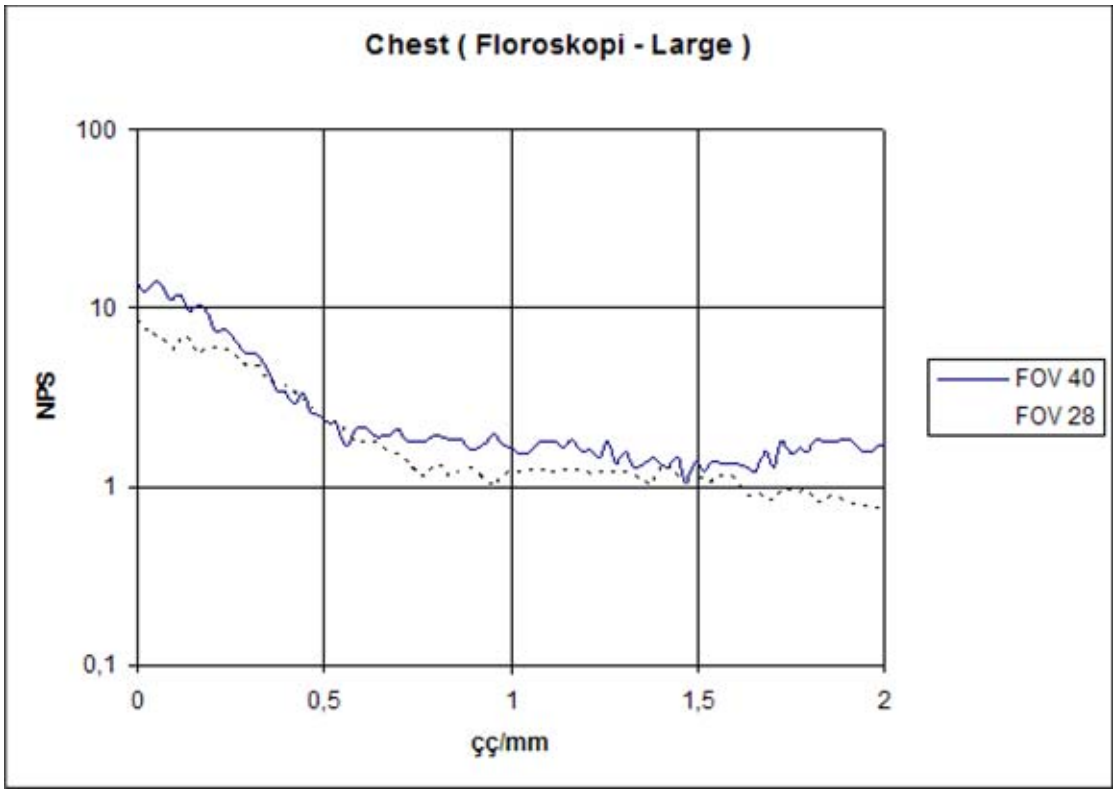
EK 5 NPS Ölçümleri (Devam)



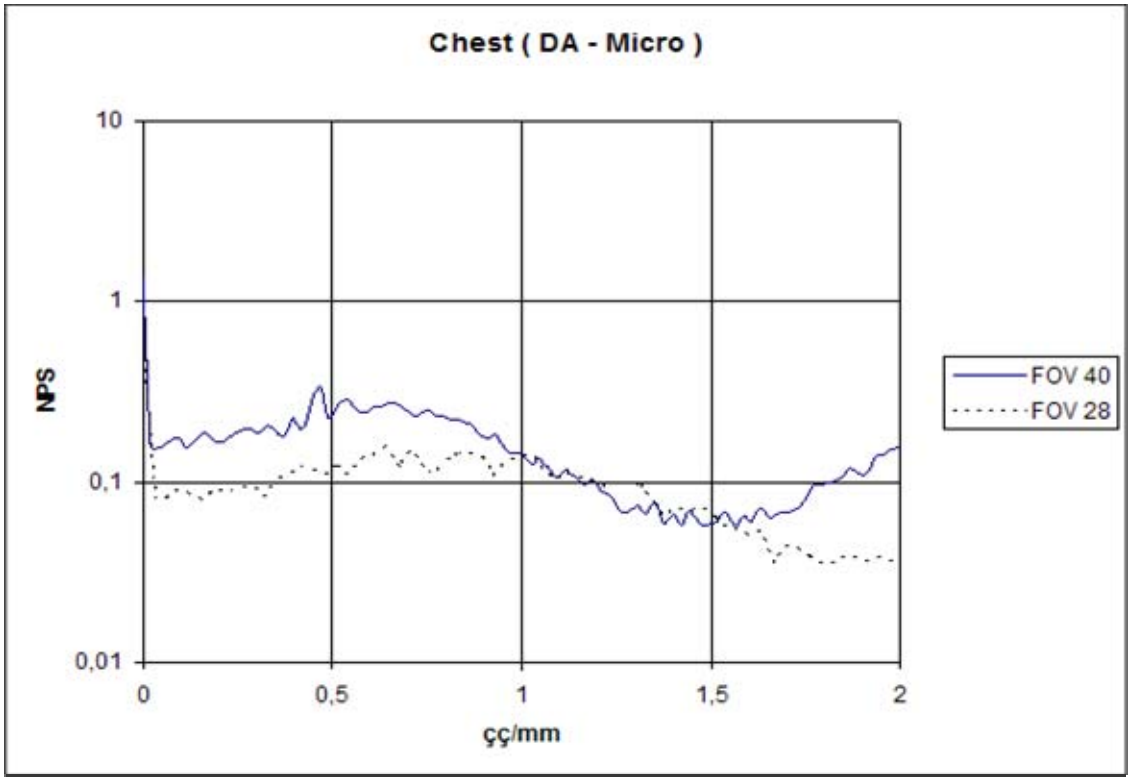


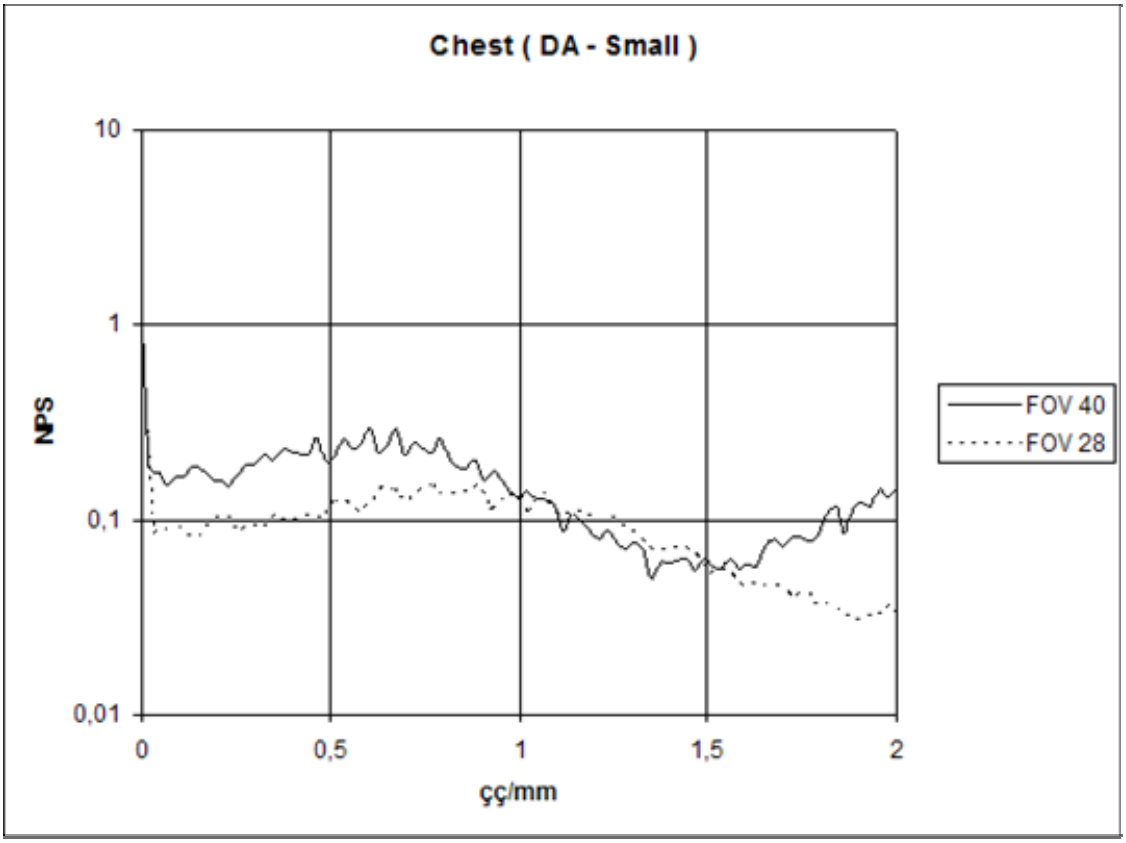
EK 5 NPS Ölçümleri (Devam)



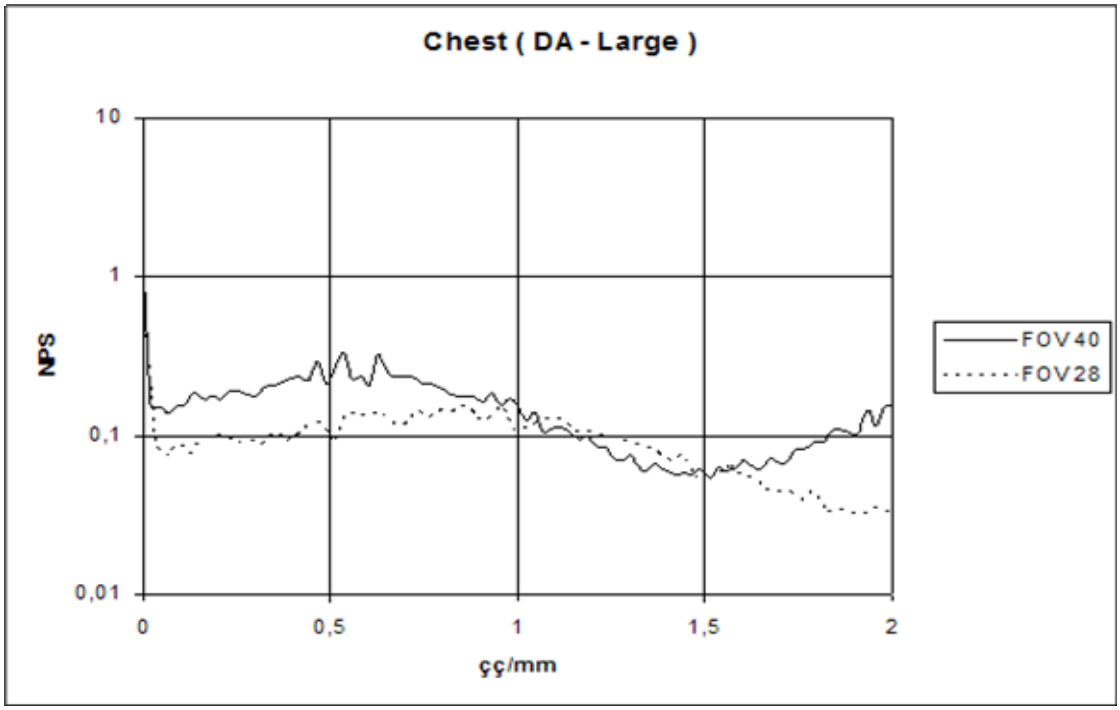


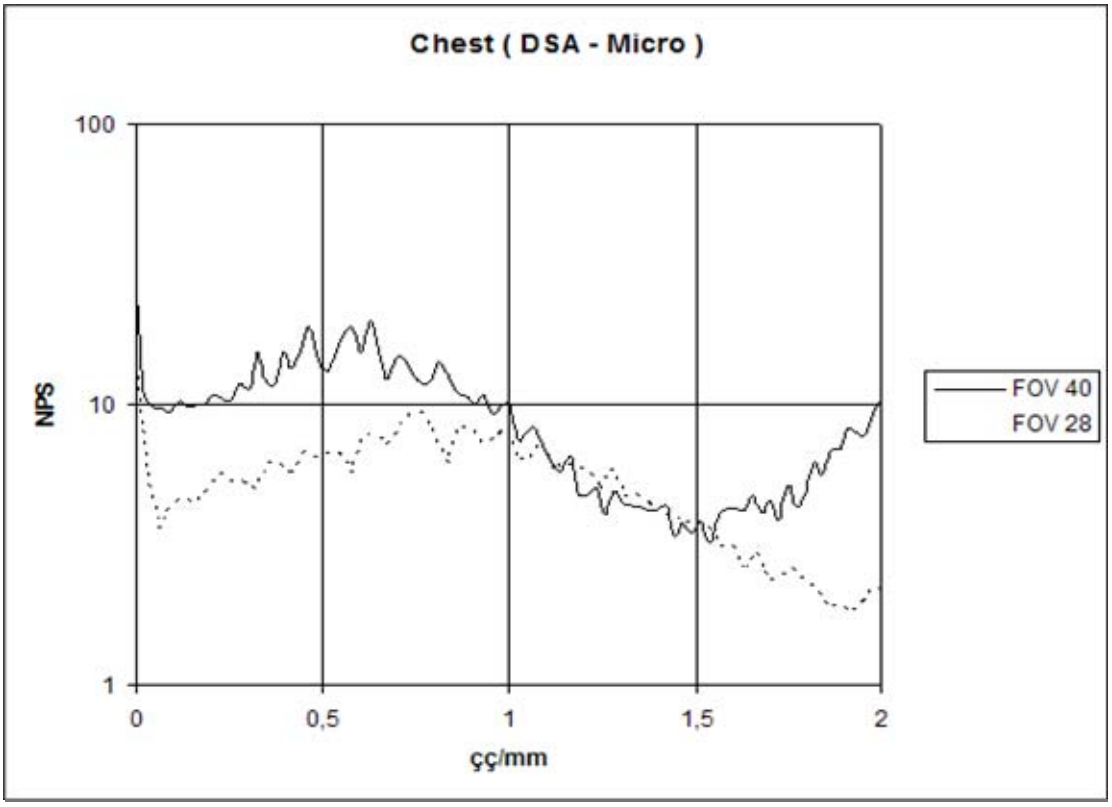
EK 5 NPS Ölçümleri (Devam)



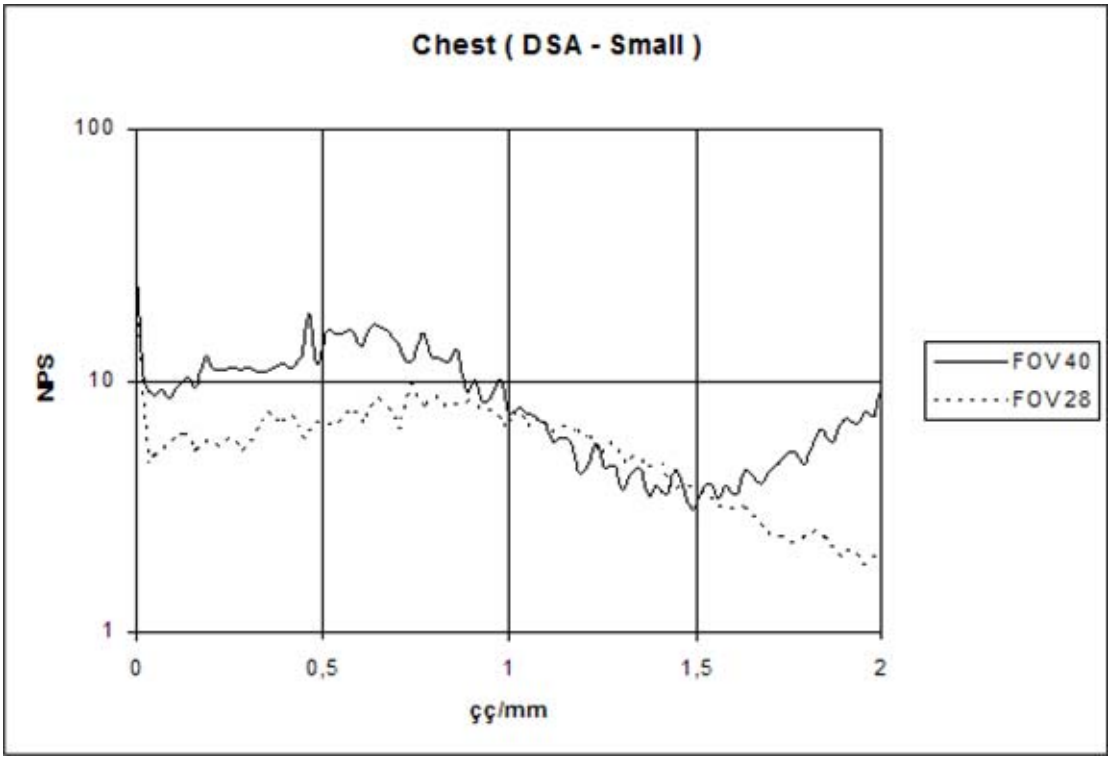


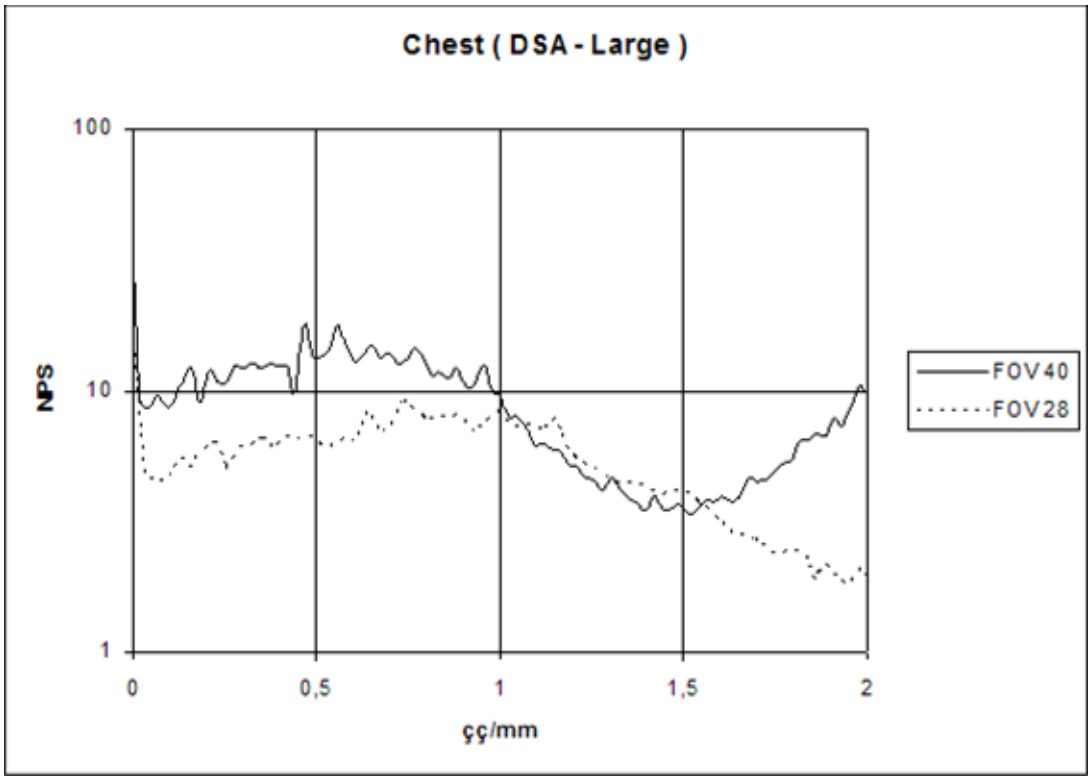
EK 5 NPS Ölçümleri (Devam)



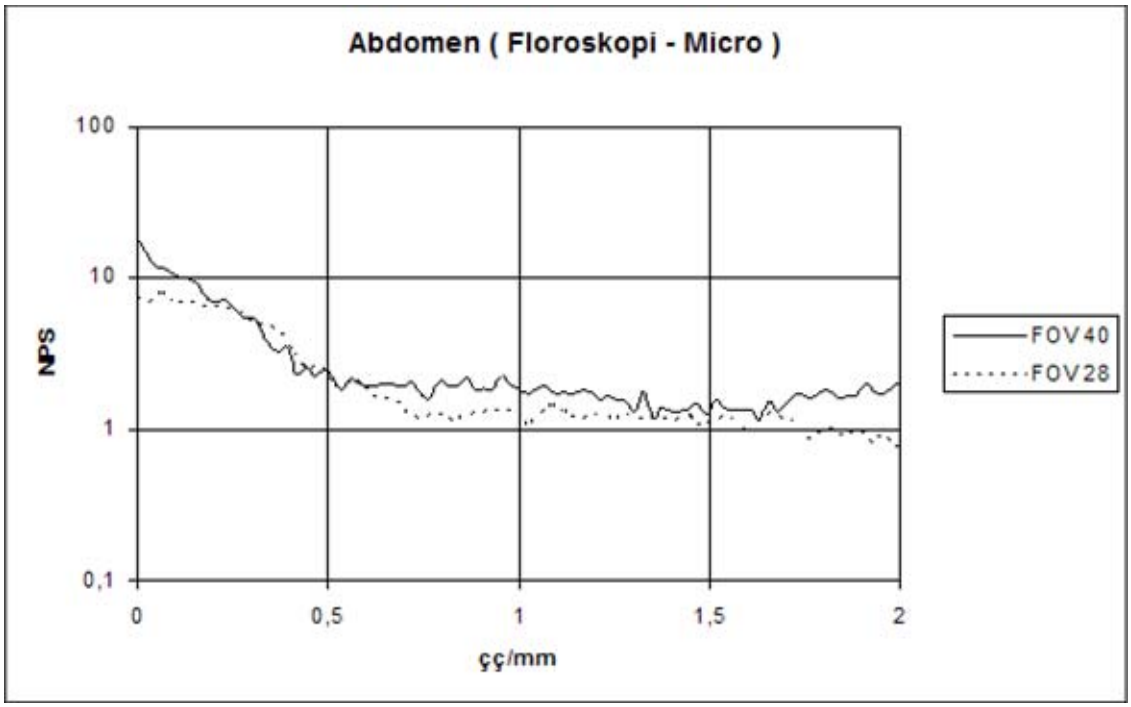


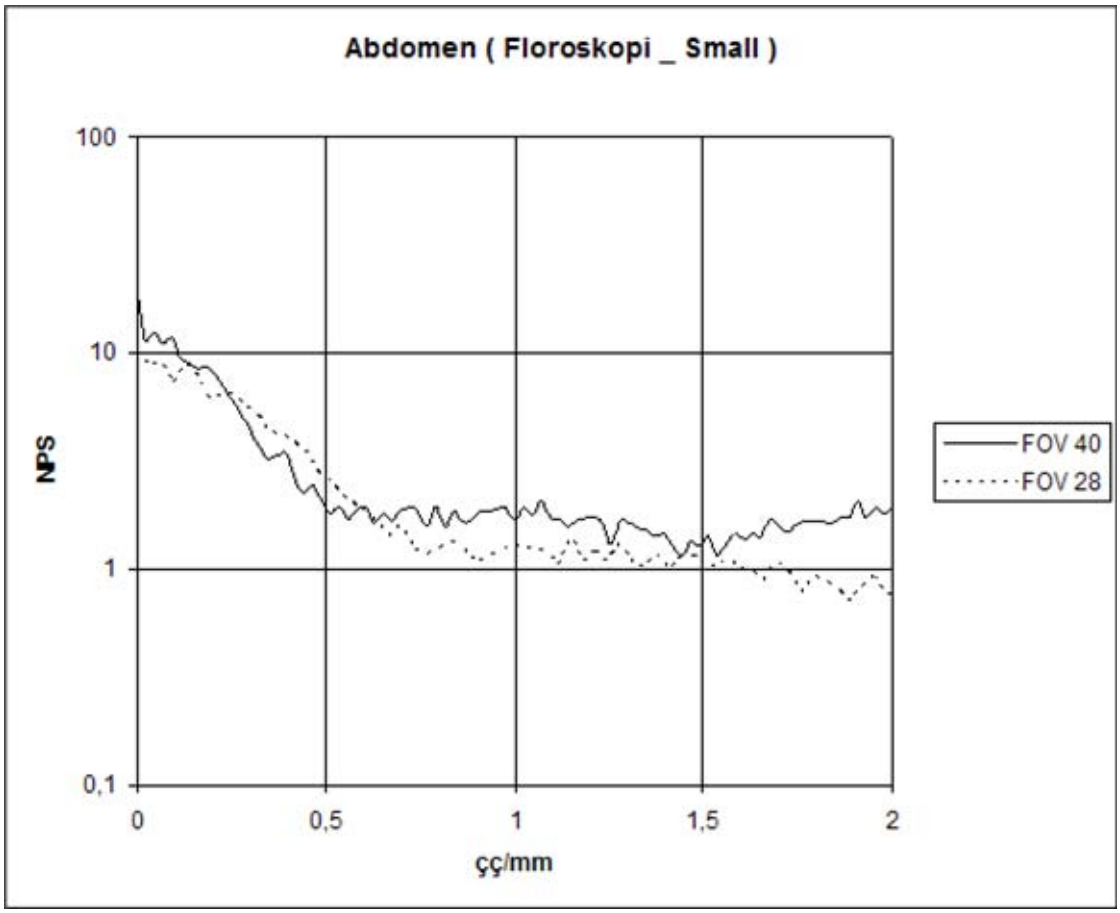
EK 5 NPS Ölçümleri (Devam)



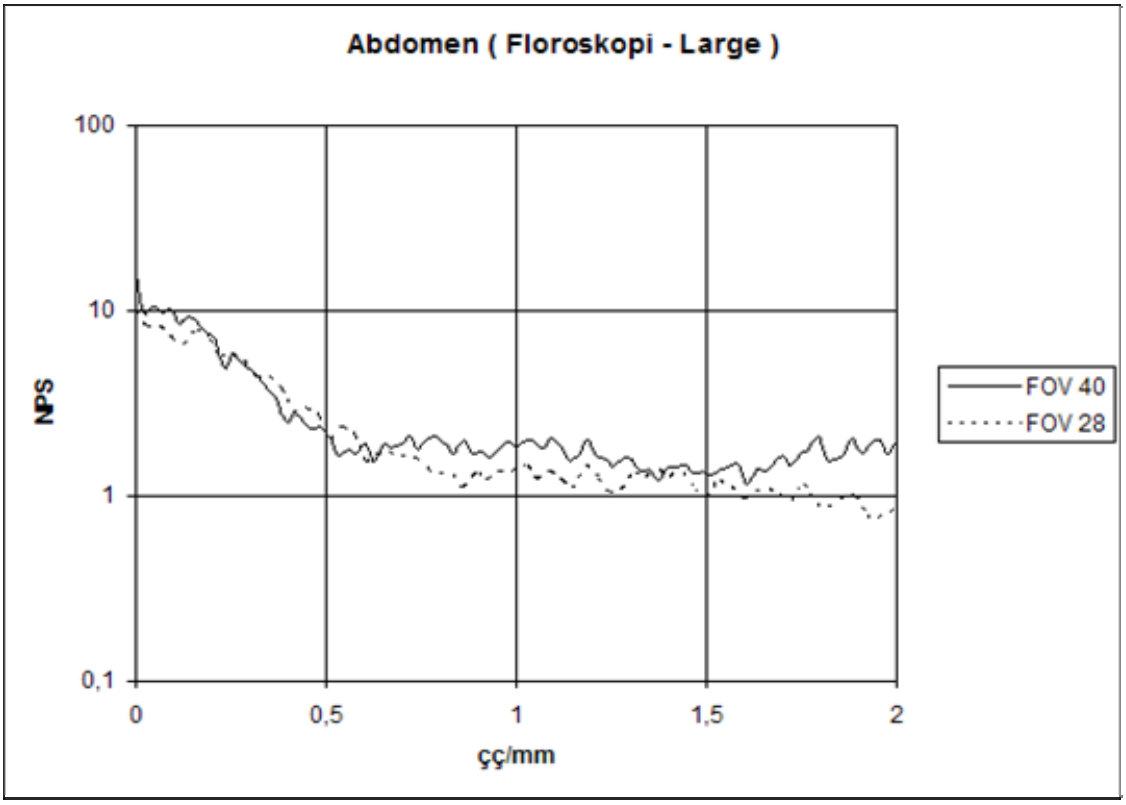


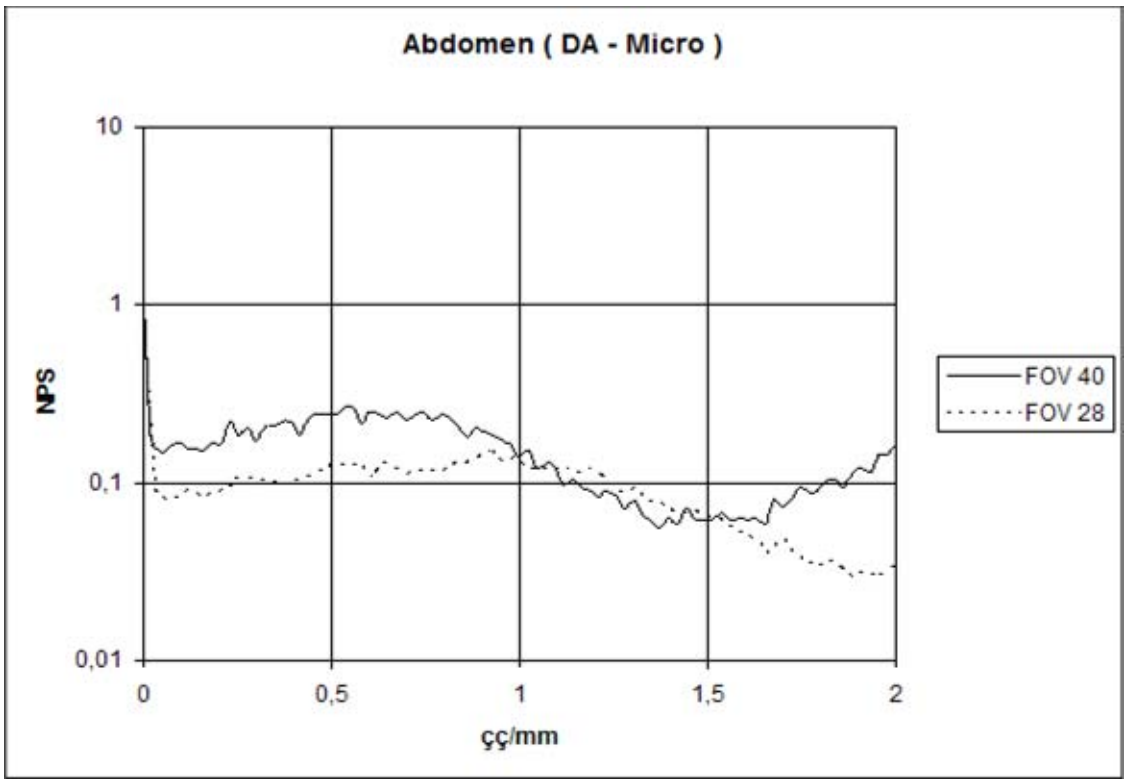
EK 5 NPS Ölçümleri (Devam)



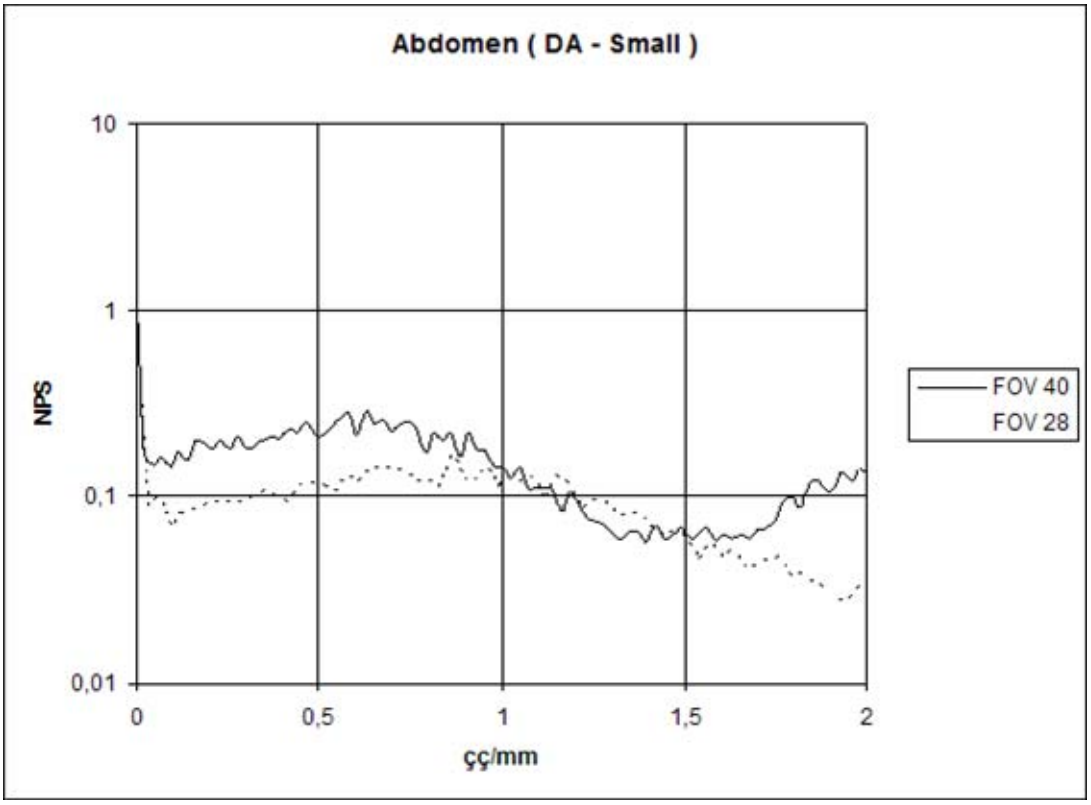


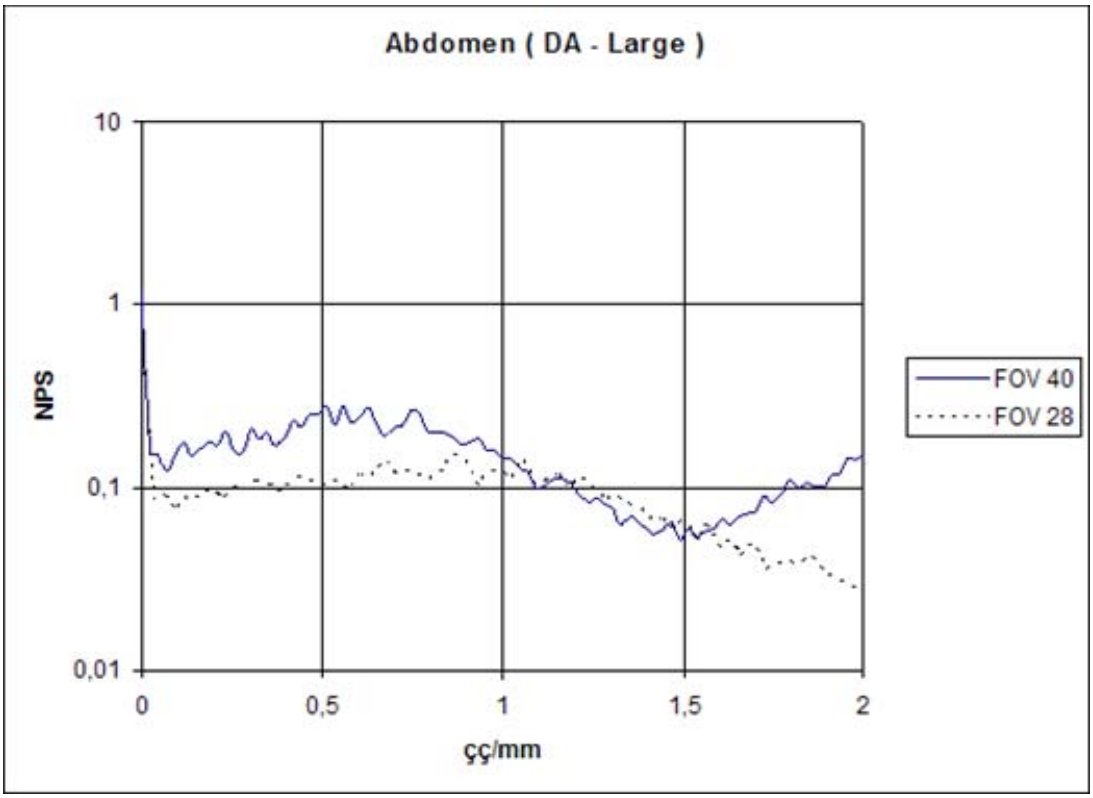
EK 5 NPS Ölçümleri (Devam)



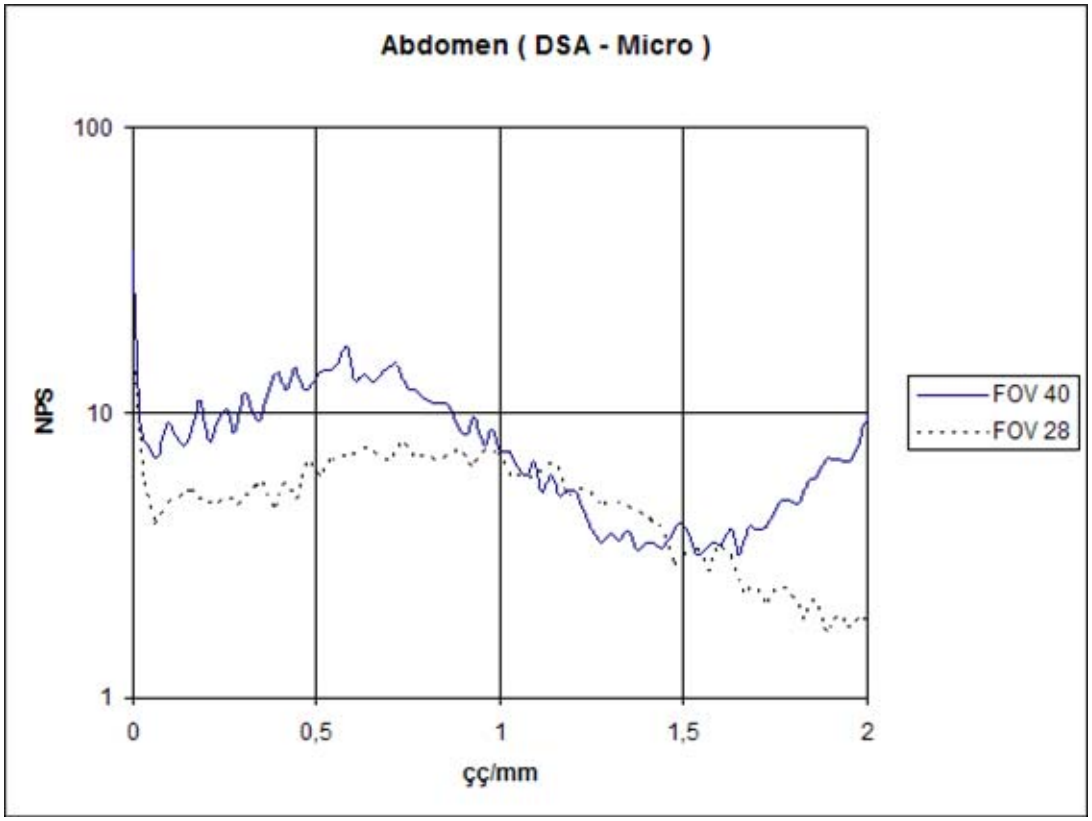


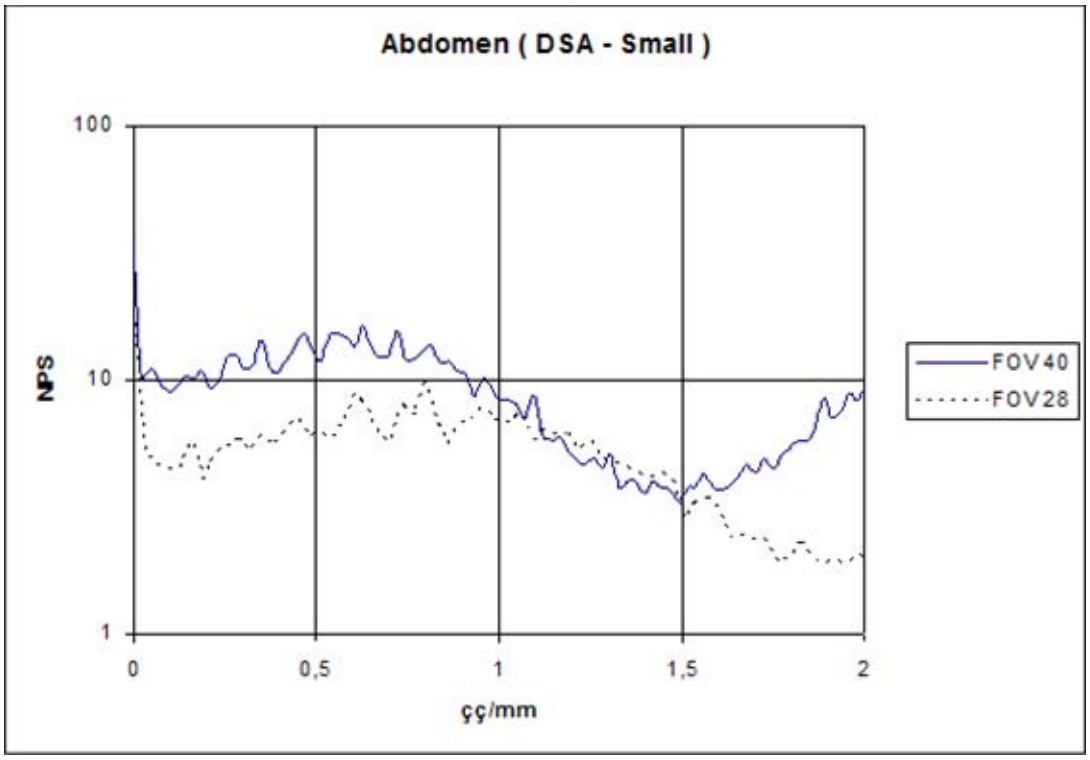
EK 5 NPS Ölçümleri (Devam)



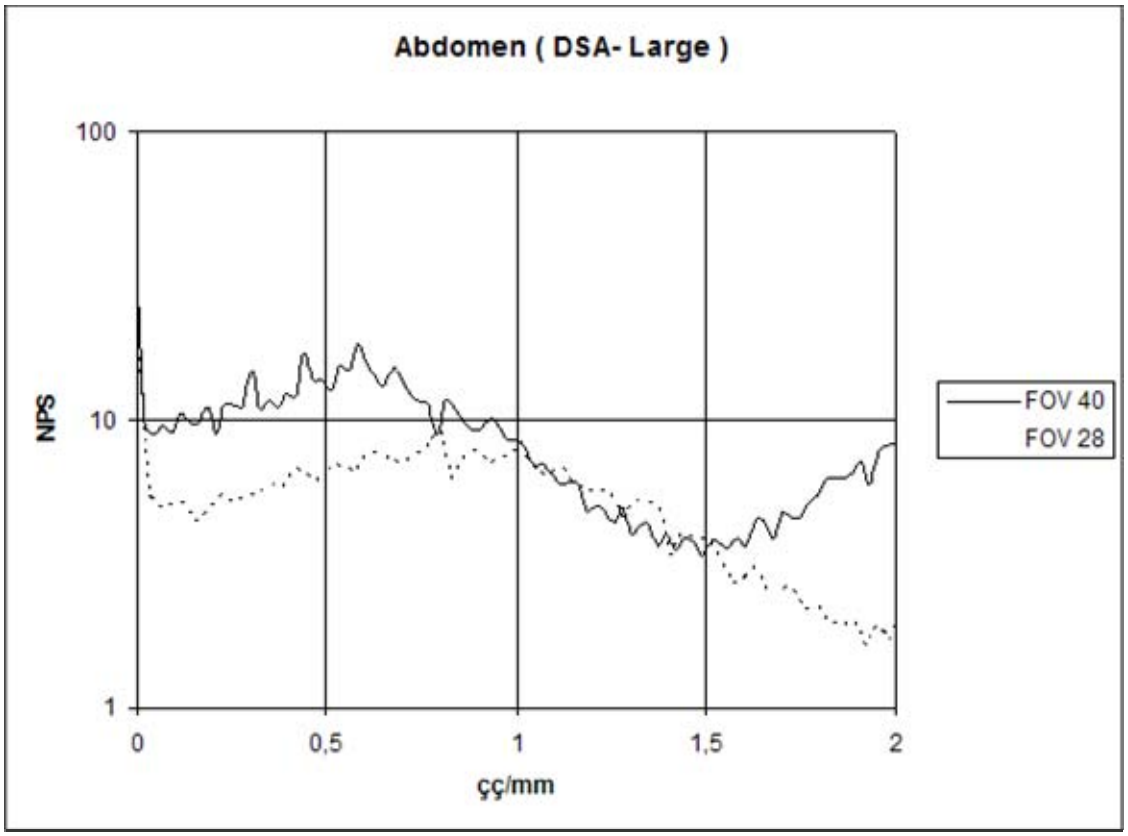


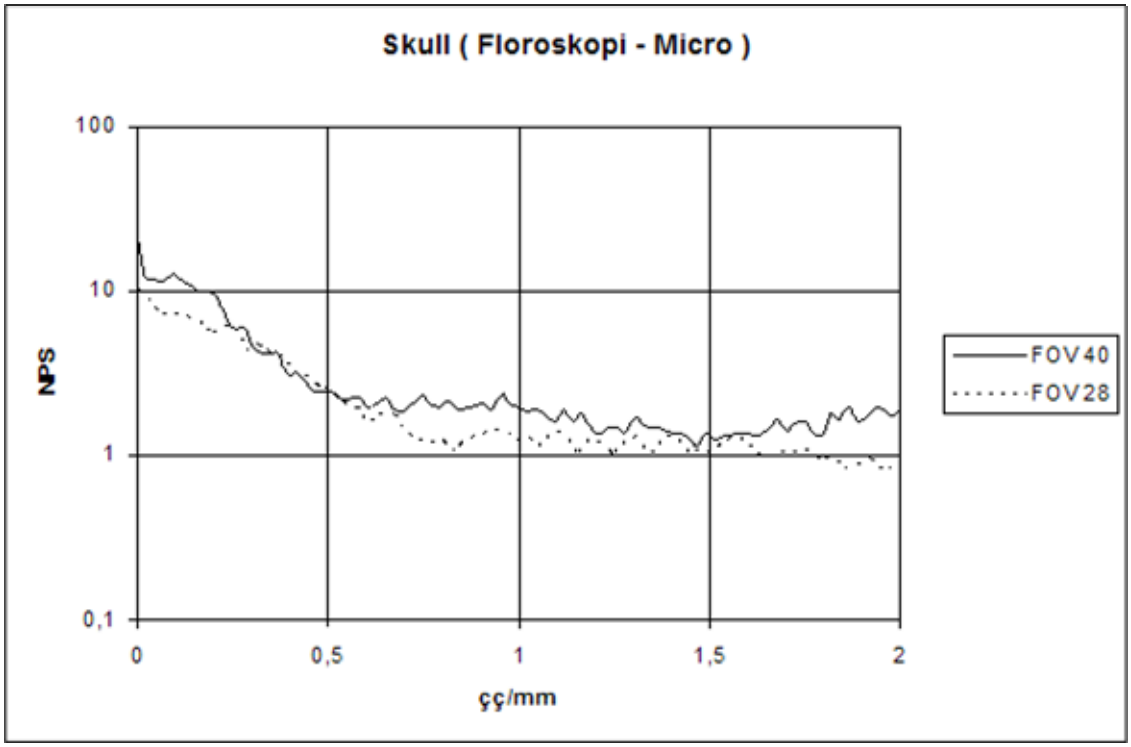
EK 5 NPS Ölçümleri (Devam)



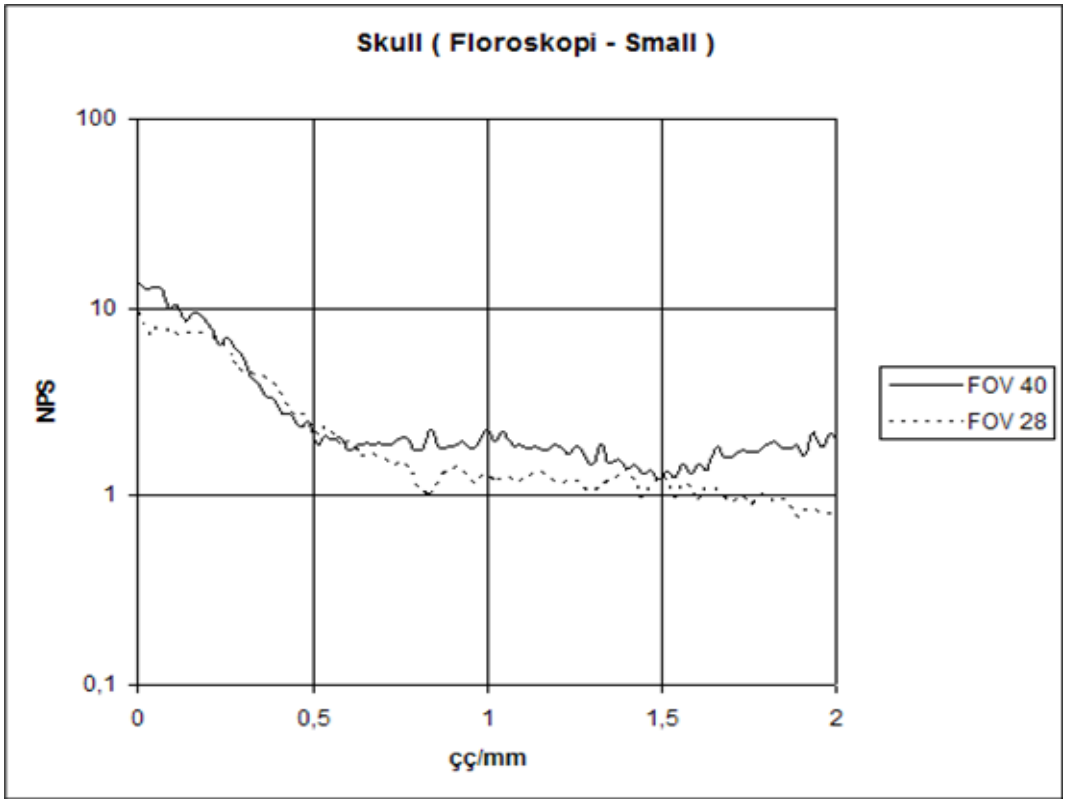


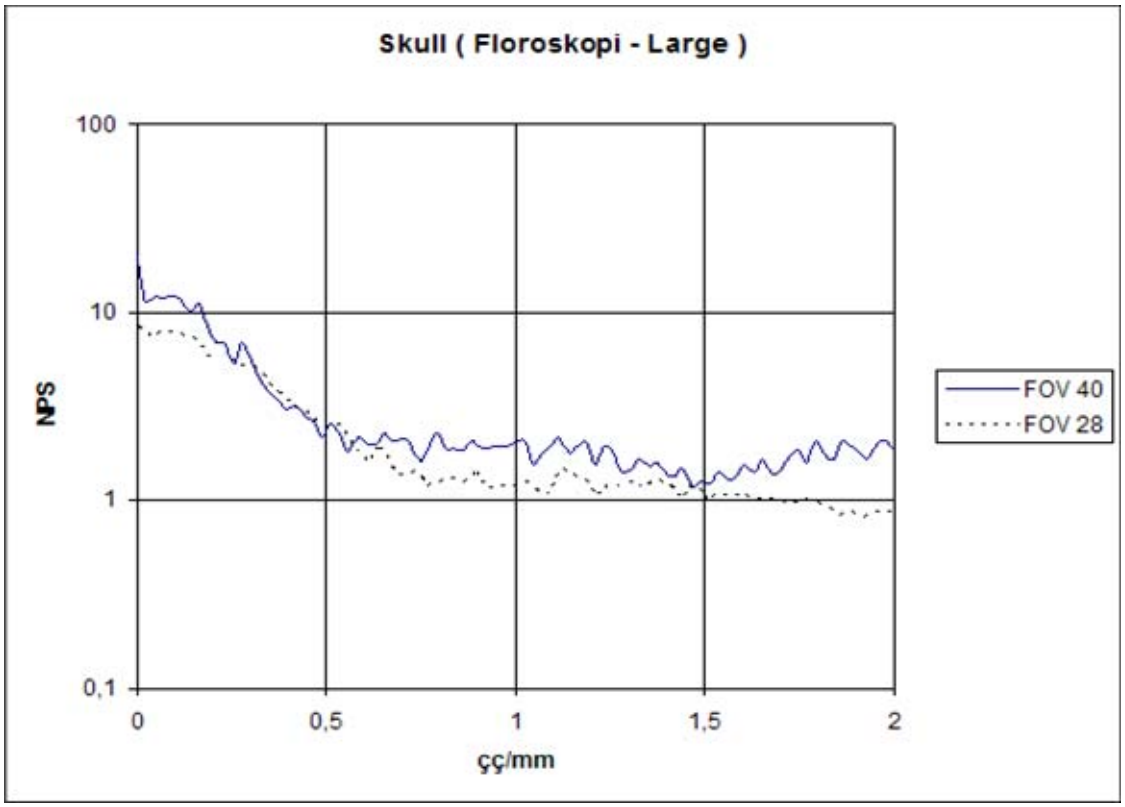
EK 5 NPS Ölçümleri (Devam)



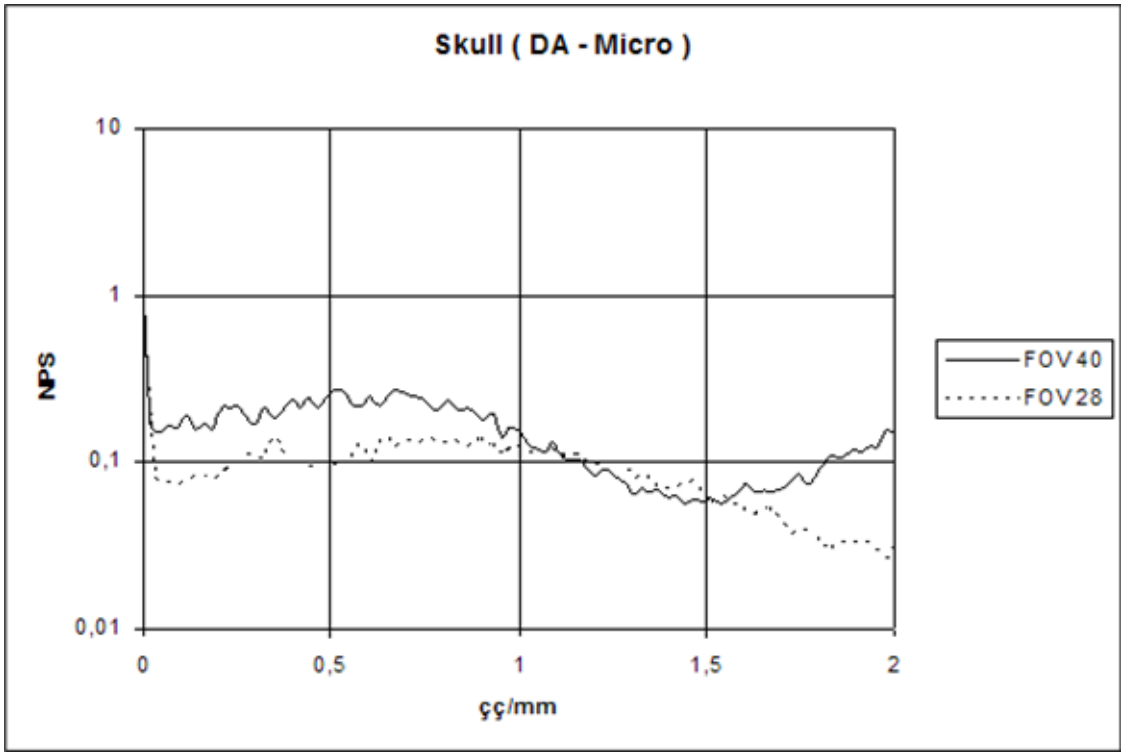


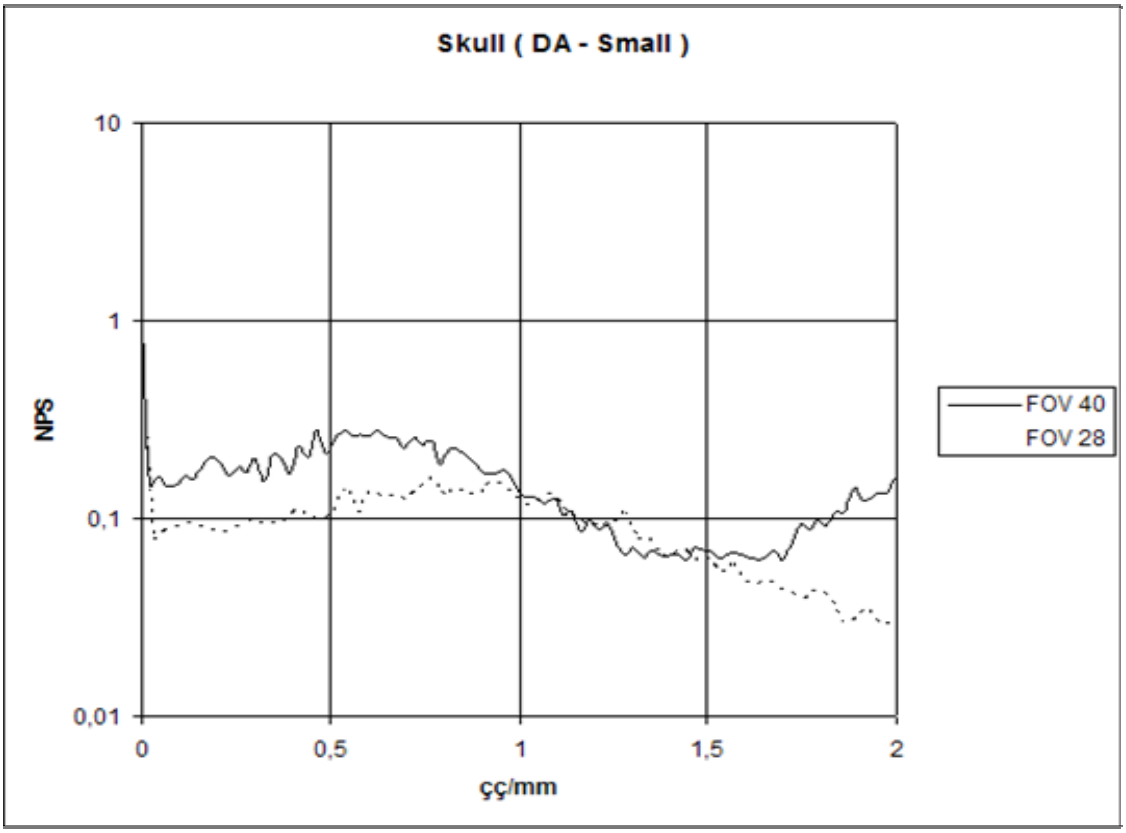
EK 5 NPS Ölçümleri (Devam)



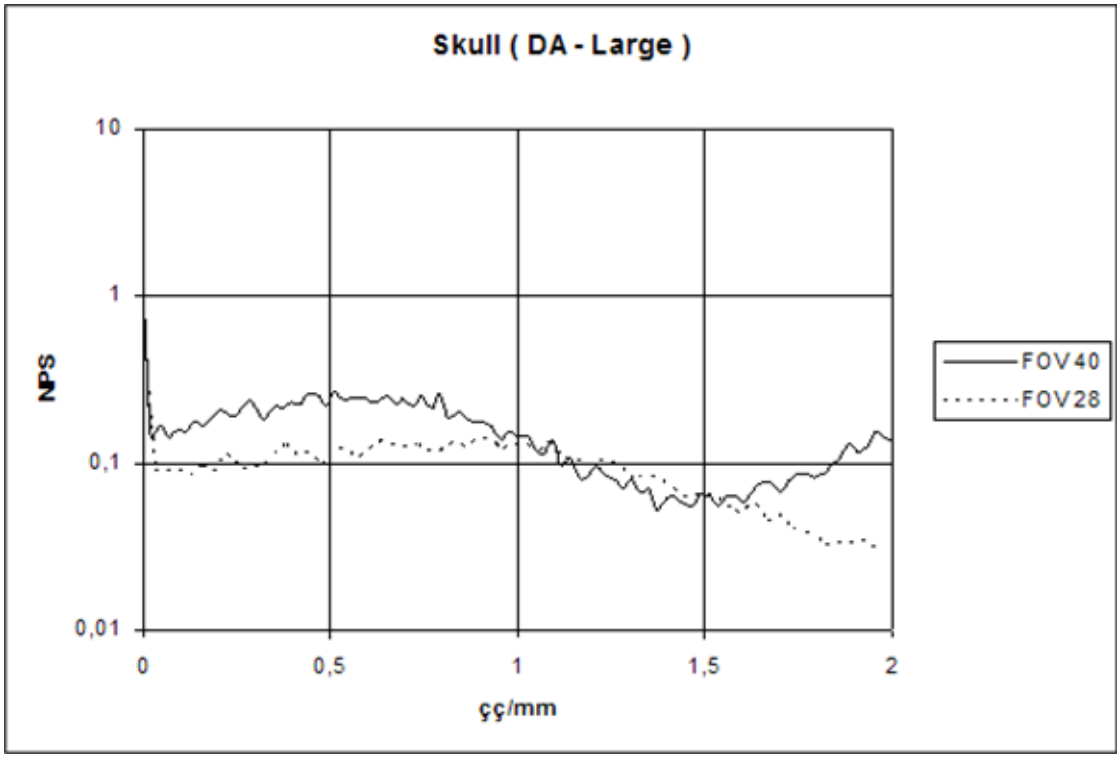


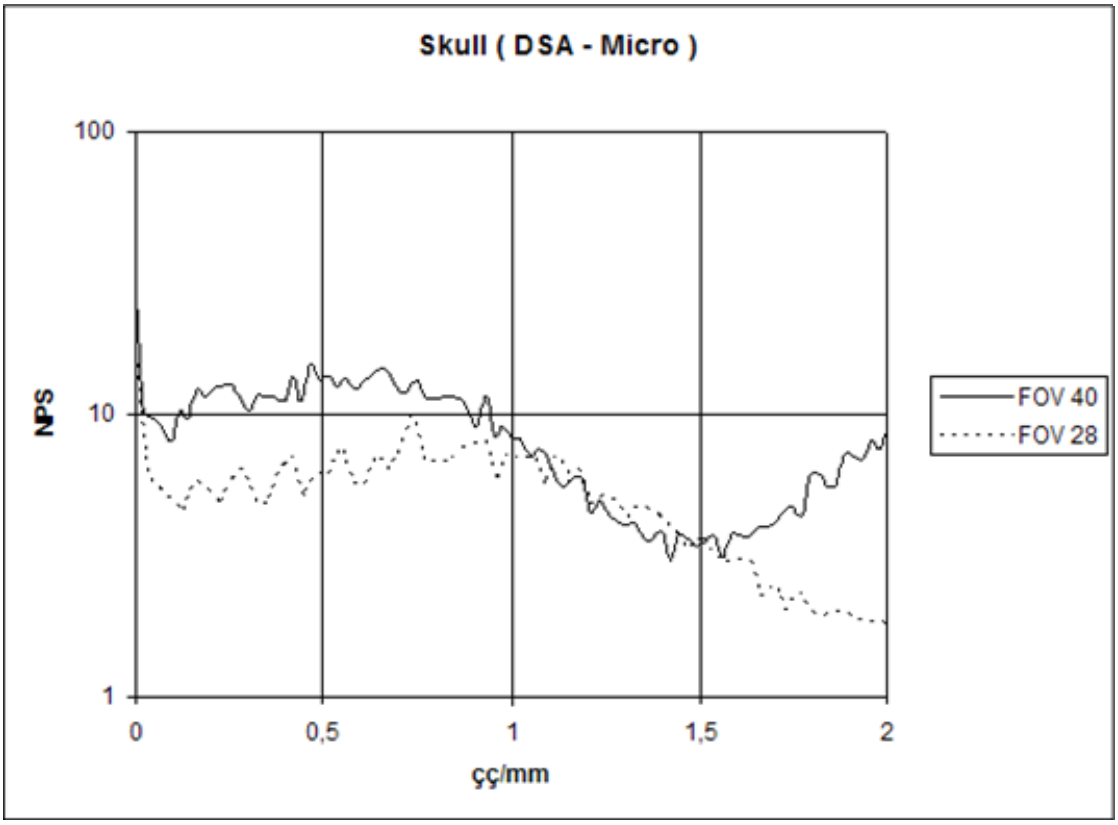
EK 5 NPS Ölçümleri (Devam)



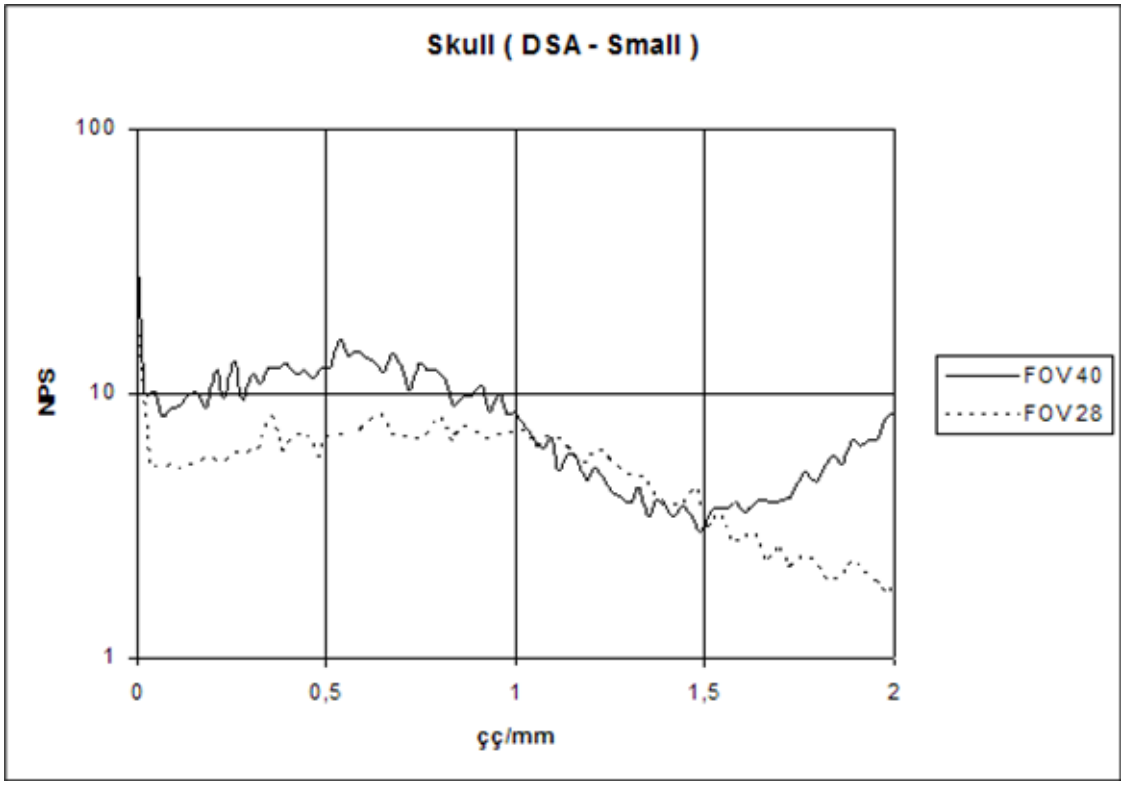


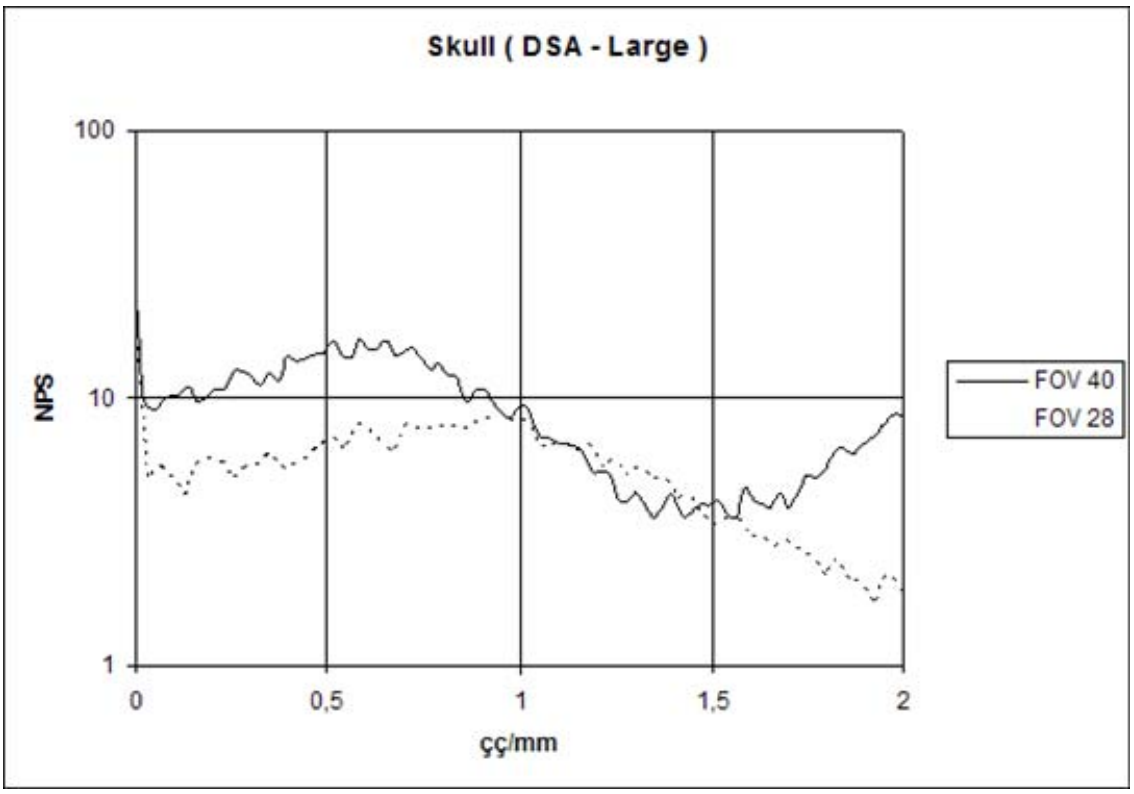
EK 5 NPS Ölçümleri (Devam)



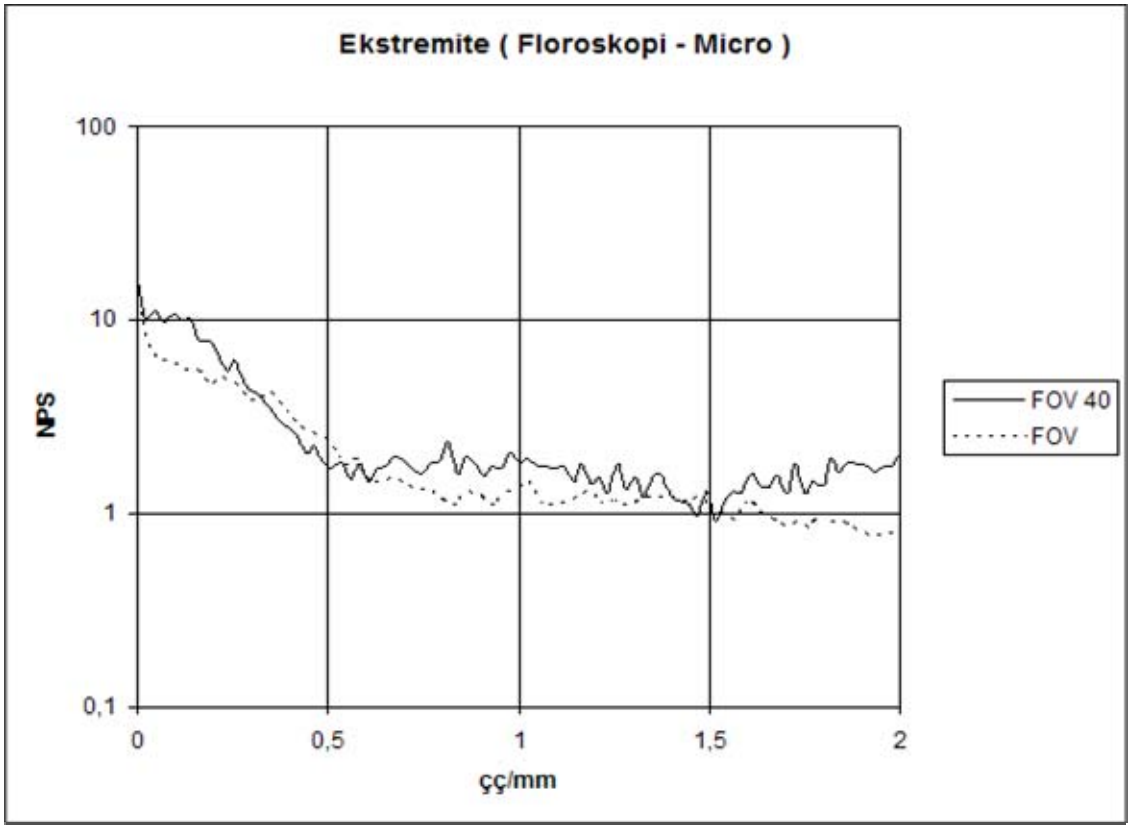


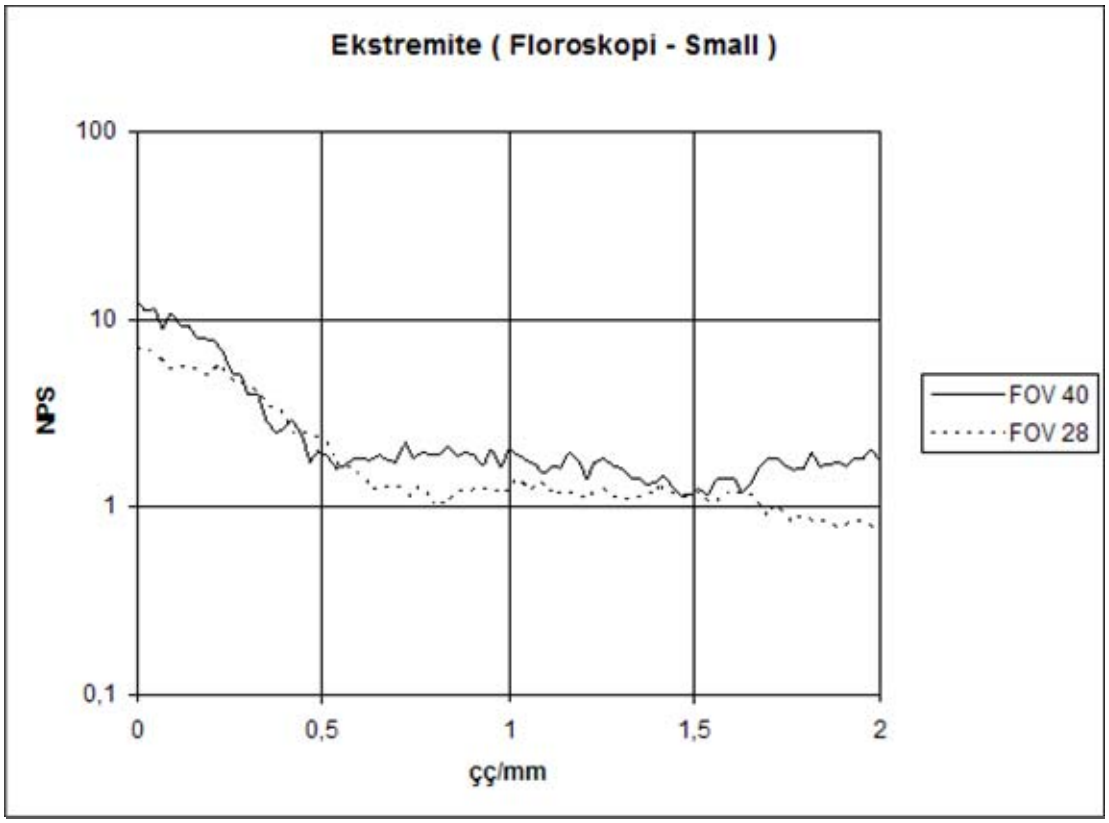
EK 5 NPS Ölçümleri (Devam)



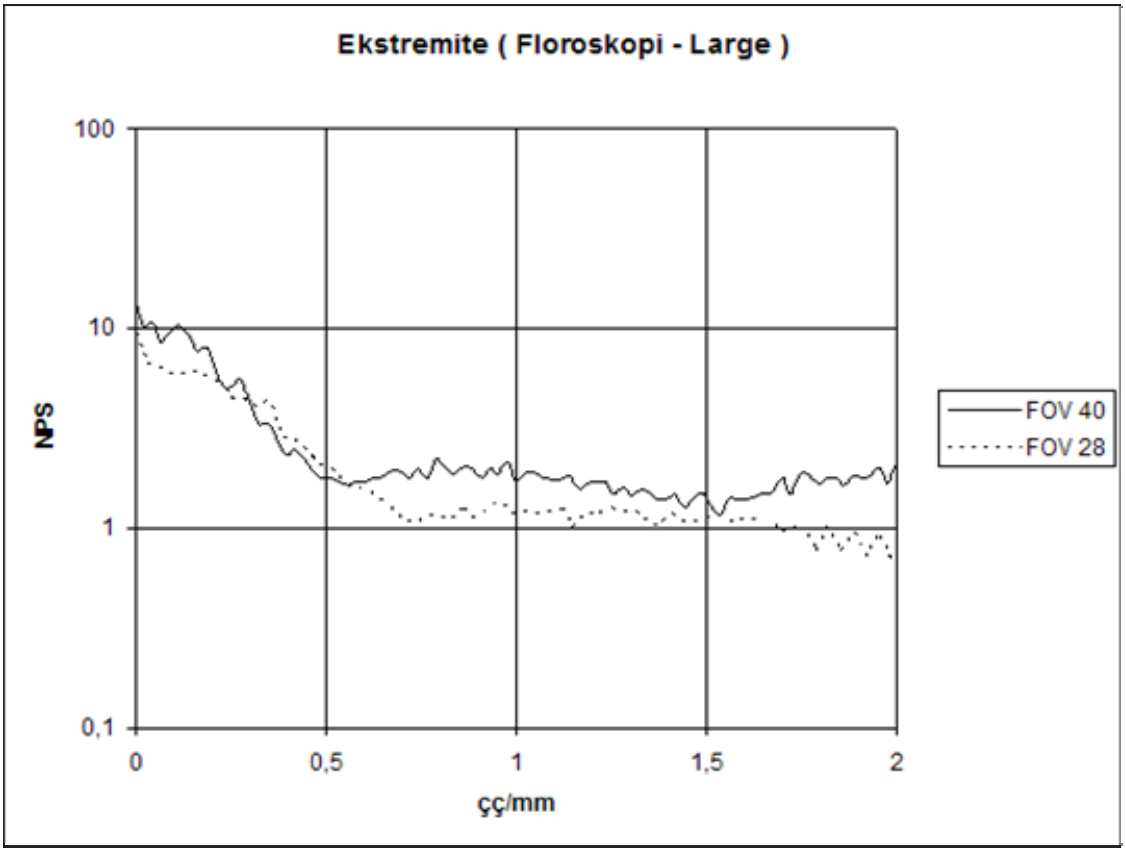


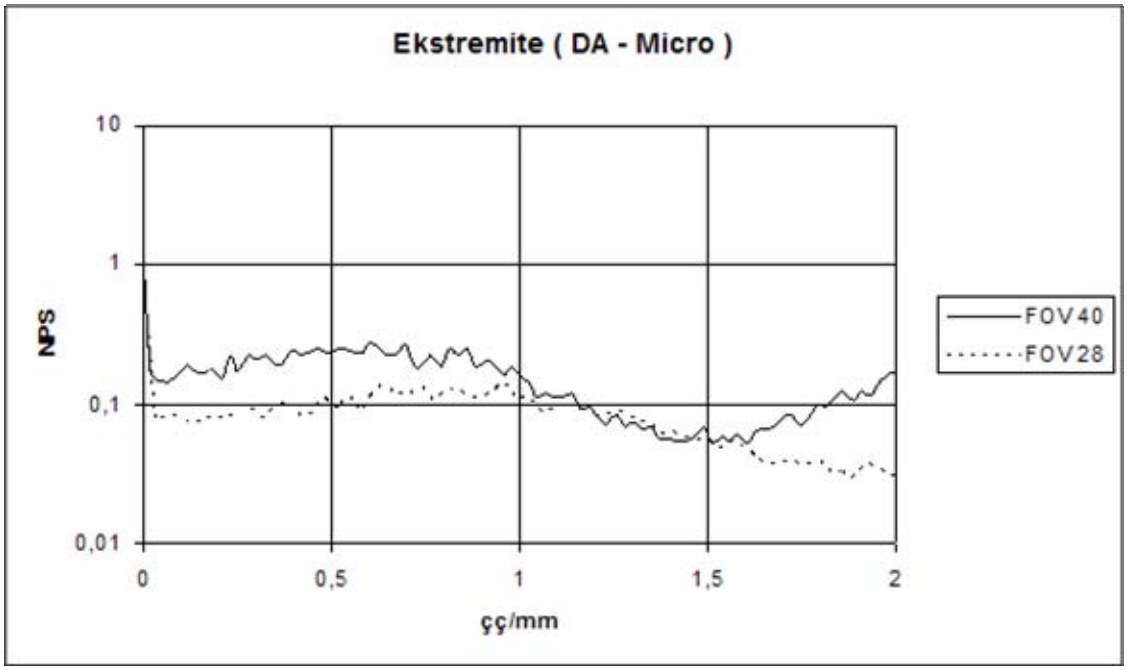
EK 5 NPS Ölçümleri (Devam)



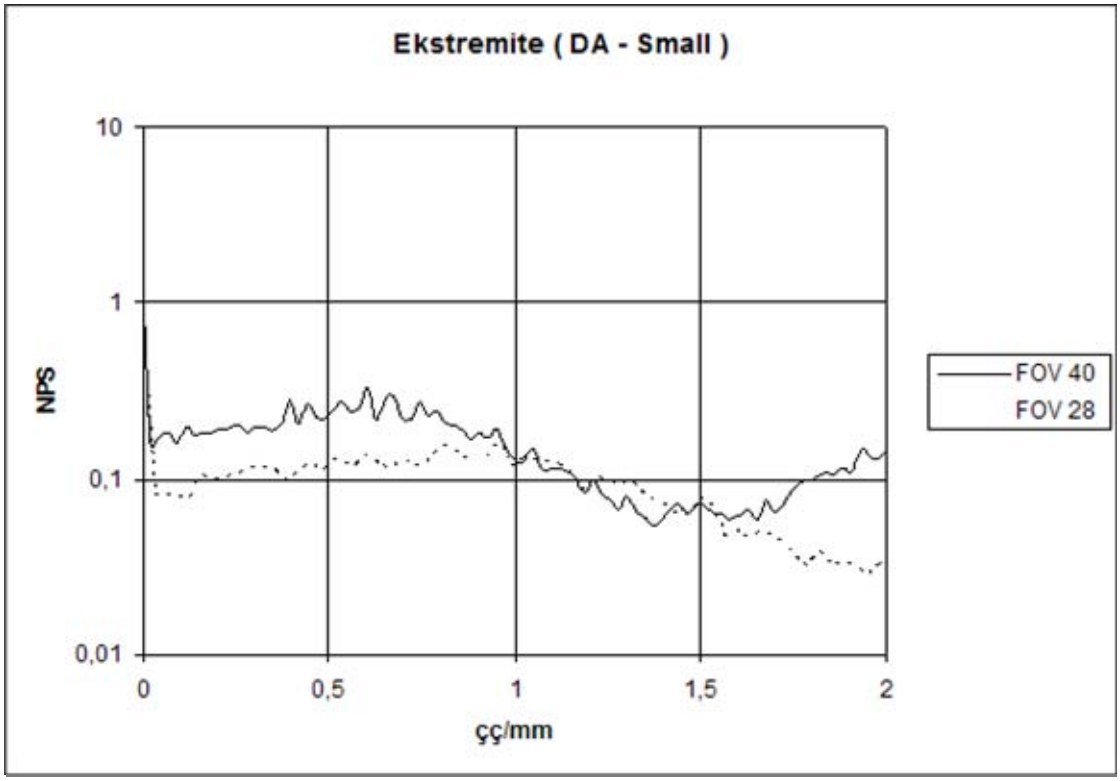


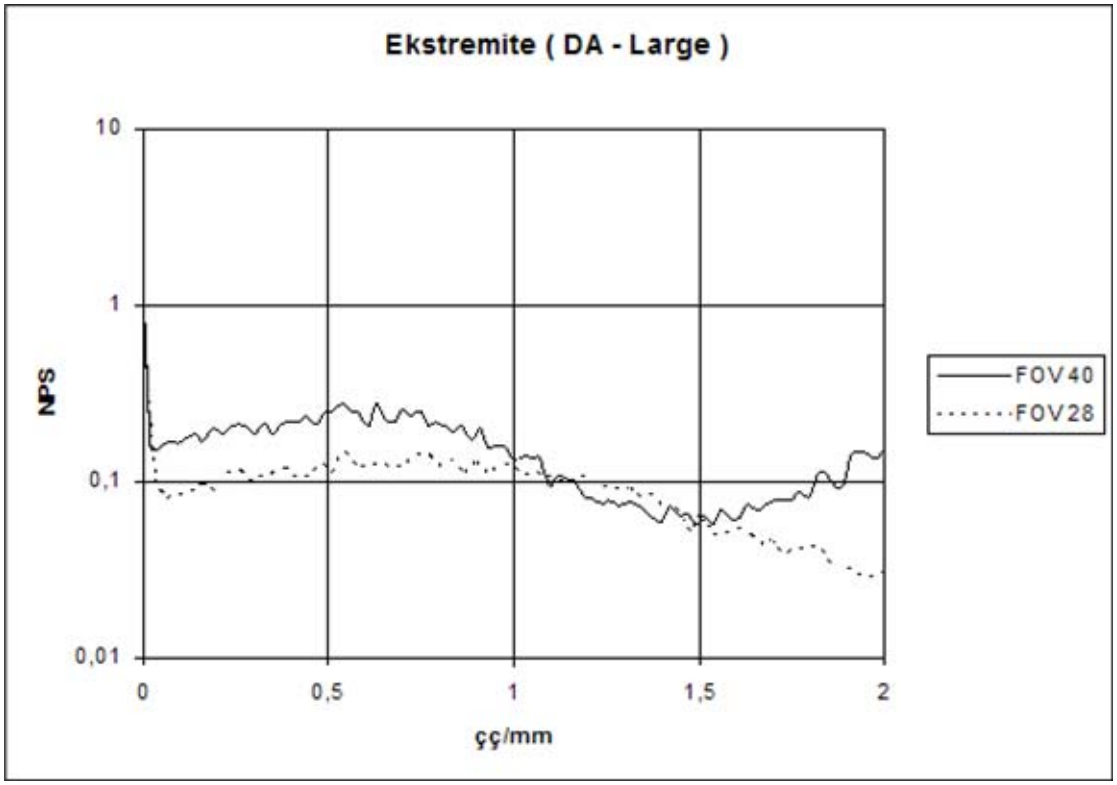
EK 5 NPS Ölçümleri (Devam)



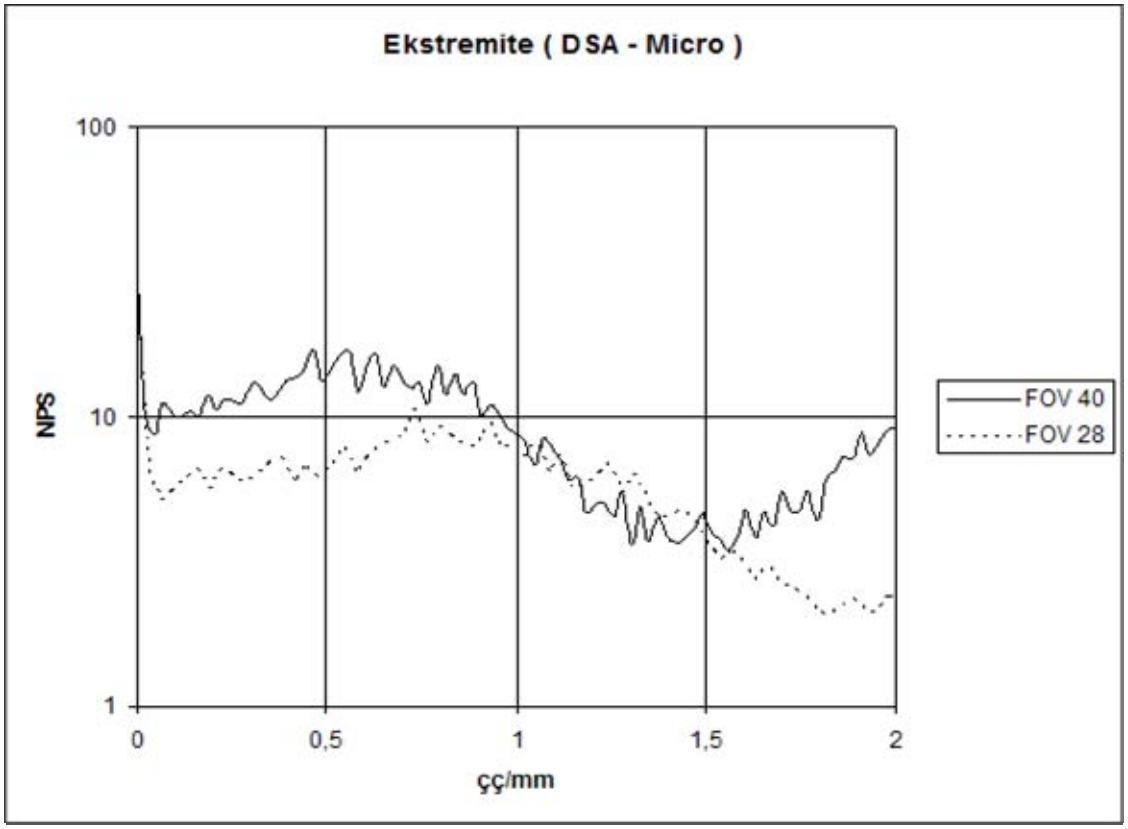


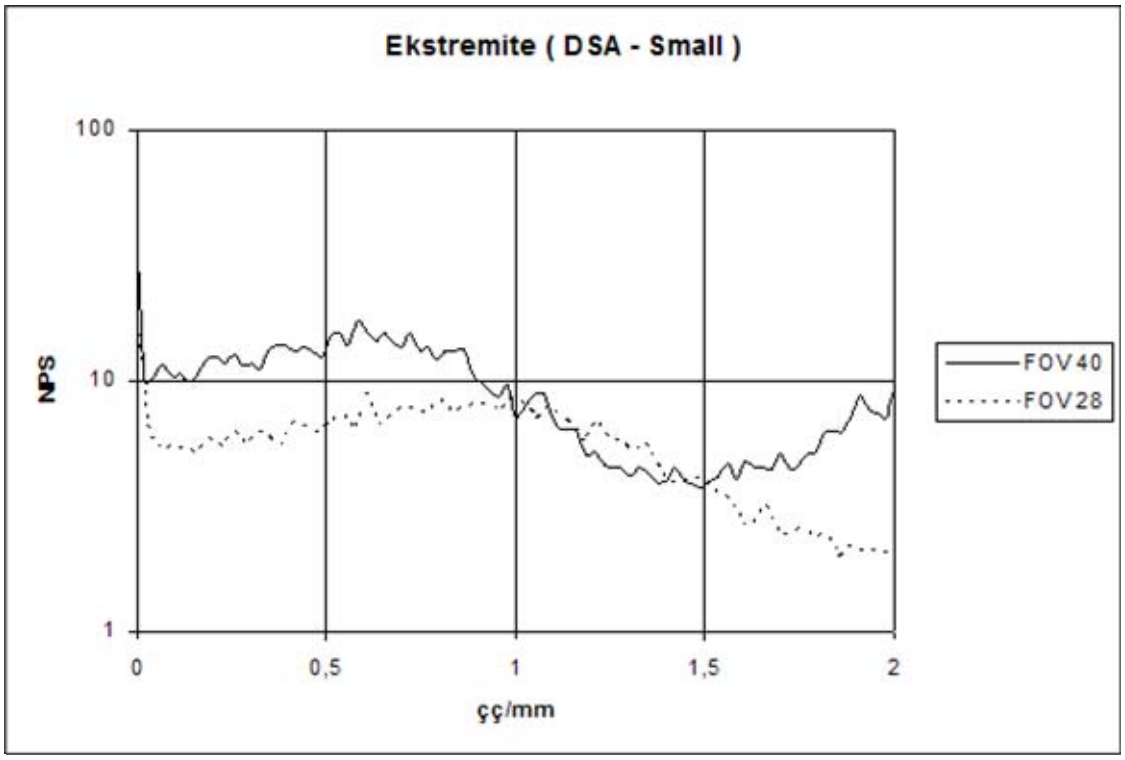
EK 5 NPS Ölçümleri (Devam)



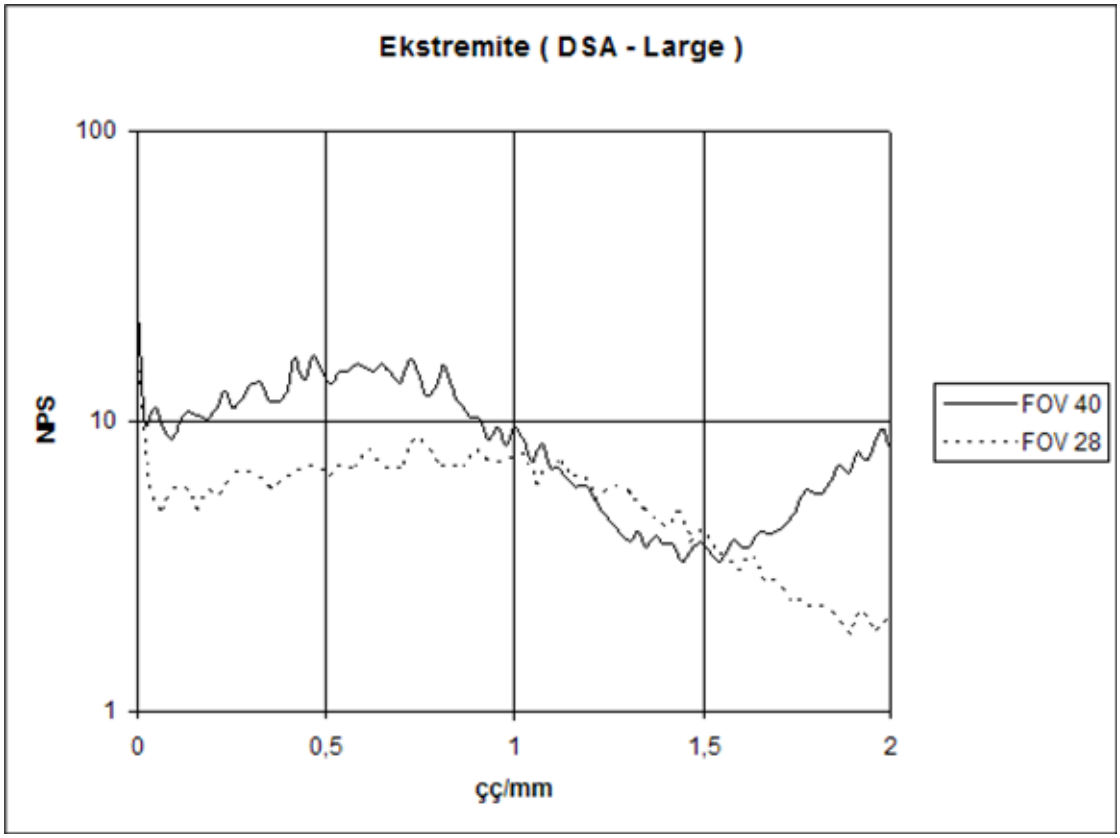


EK 5 NPS Ölçümleri (Devam)





EK 5 NPS Ölçümleri (Devam)



ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı	: Onur EDE
Doğum Yeri	: Hatay
Doğum Tarihi	: 24 / 01 / 1979
Medeni Hali	: Bekar
Yabancı Dili	: İngilizce

Eğitim Durumu

Lise	: İskenderun Lisesi , (1993–1996)
Lisans	:Karadeniz Teknik Üniversitesi Fizik Bölümü, (1998–2002)
Yüksek Lisans	:Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Fizik Mühendisliği Anabilim Dalı (Eylül, 2003)

Çalıştığı Kurum/Kurumlar ve Yıl

Yayınları (SCI ve diğer)