

DİJİTAL RADYOGRAFİ-RADYOSKOPİ BİLGİSAYARLI RADYOGRAFİ-CR (TS EN 14784-1, TS EN 14784-2)

Neslihan MAHMUTYAZICIOĞLU

Türk Standardları Enstitüsü
Tahribatsız Muayene Laboratuvarı, KOCAELİ
nmyi@kampus.tse.org.tr

ÖZET

Bu sunu dijital radyografi ve bilgisayarlı radyografi-CR nin temel özellikleri, farklılıkları endüstriyel kullanım alanlarını ve TS EN 14784-1 ve TS EN 14784-2 Standartlarına göre gereksinimleri içermektedir.

Anahtar Kelimeler: Dijital, Radyografi, Computer Radyografi, Standart

Neslihan MAHMUTYAZICIOĞLU

Turkish Standards Institutions
NDT Laboratory, KOCAELİ
nmyi@kampus.tse.org.tr

ABSTRACT

This paper includes the basic specifications, differences, industrial application fields of digital radiography and computed radiography and the requirements according to TS EN 14784-1 ve TS EN 14784-2 Standards.

Key Words: Digital Radiography , Computer Radiography, Standard

1-GİRİŞ

Dinamik muayene yapılmasına imkan veren dijital radyografi teknikleri günümüzde hafif metal alaşımlarından imal edilen dökümlerin, karışık geometriye sahip parçaların ve kaynaklı boruların otomatik olarak muayenesinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Endüstriyel alanda yer bulan bu teknikleri;

- Radyoskopi
- Film dijitalleştirilmesi
- Fosfor görüntü plakalarıyla bilgisayarlı radyografi

Başlıklarında toplanabilir.

Teknik hızlı gelişmiş, buna karşılık standardizasyonla ilgili çalışmalar daha yavaş yürümüştür. Bu durum tahribatsız muayeneler için esas olan “test güvenilirliğini” olumsuz yönde etkilemiştir.

Dijital teknikler de spatial (uzamsal) çözünürlük, kontrast duyarlılığı ve optik yoğunluk aralığı önemli parametreler olarak karşımıza çıkmaktadır.

Örneğin klasik radyografi ile karşılaştırıldığında tüm dijital tekniklerde spatial (uzamsal) çözünürlük daha düşüktür. Kontrast çözünürlüğünden ayrı ölçülmesi tavsiye edilir.

Çeşitli ülkelerden temin edilen cihazların kullanımında ve uygulamalarda birlikteliği sağlamak için standartların da uyumunu sağlamak gerekmektedir.

Aşağıdaki başlıklarda bazı dijital radyografi teknikleri ve özelliklerinin tayini ayrı ayrı ele alınacaktır.

DİJİTAL RADYOGRAFI			
Klasik Radyografinin Kullanıldığı Alanlar		Yeni Endüstriyel Alanlar	
Standart Uygulamalar	Standart Olmayan Uygulamalar	Seri Parçaların Muayenesi	Bilgisayarlı Radyografi
Kaynak Dikişleri Dökümler Elektronik	Et Kalınlığı Ölçümü, Korozyon, Aşınma Yapılar, Köprüler Plastikler Kompozitler	Otomatik Muayeneler Boyut Kontrolleri Bütünlük Kontrolü	3D-Döküm İnspeksiyonu Seramikler, Kompozitler, Plastikler Özel Uygulamalar

Tablo 1. Dijital Radyografi Kullanım Alanları

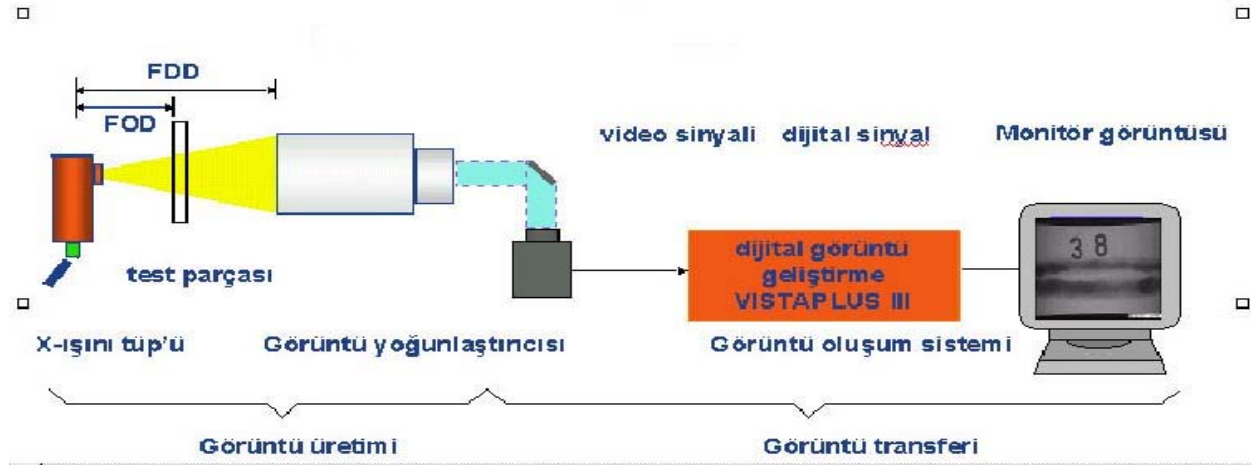
2. RADYOSKOPI

2.1. Genel

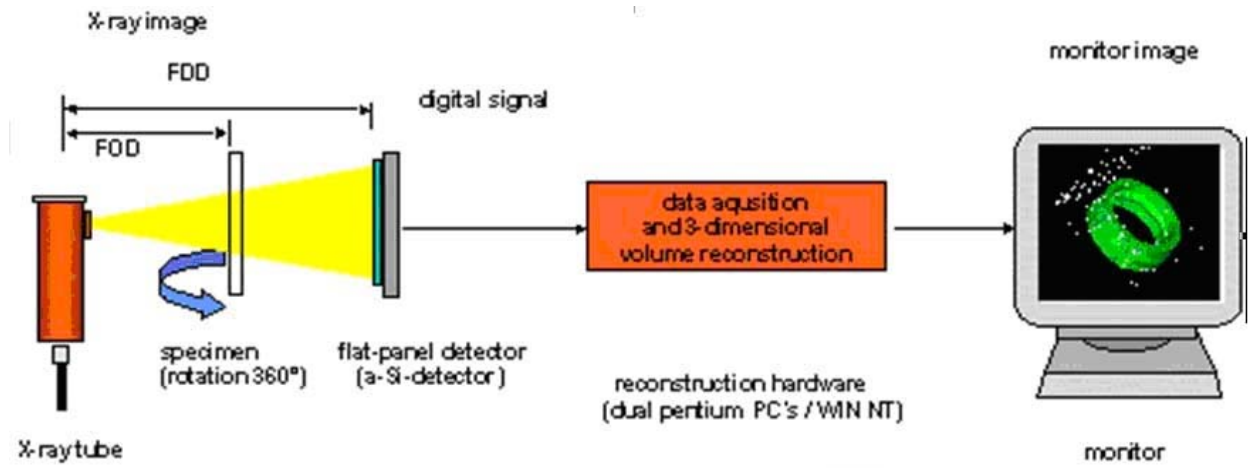
Sürekli muayene yapılması gereken imalatçılarda bantta otomatik muayeneye imkan vermesi ve anında değerlendirme yapılması avantaj olarak ortaya çıkmaktadır.

Sistem genel olarak görüntü üretimi (ışınım kaynağı, işletim sistemi, görüntü yoğunlaştırıcı) ve görüntü oluşum (video-dijital sinyal oluşturulması) sistemlerinden oluşmaktadır.

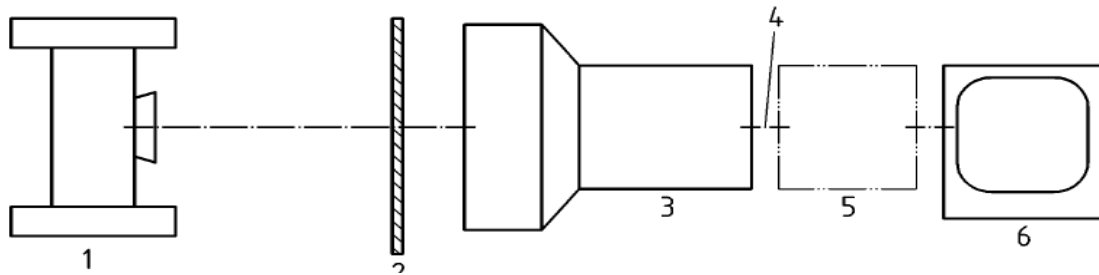
a- Görüntü Yoğunlaştırıcı ile



b- Düz/Flat Panel ile



c- Radyoskopik Sistem Şeması- Görüntü Yoğunlaştırıcı ile



- 1- Işınım Kaynağı
- 2- Muayene Parçası
- 3- Görüntü Yoğunlaştırıcısı
- 4- Çıkış Sinyali
- 5- Görüntü İşlemcisi
- 6- Görüntüleme Ünitesi

Şekil 1. Radyoskopik Sistem

2.2. Muayene Teknikleri ve Sistem Özelliklerinin, Performansının Belirlenmesi

Muayene Teknikleri ve Sistemin Özellikleri

Muayene tekniği, sistem sınıfları, dedektör için minimum şartlar, muayene parametrelerinin belirlenmesi ve sistemin performansı TS EN 13068-3 Standardından belirlenir.

TS EN 13068-3 Standardına göre Radyoskopik teknikler iki sınıfa ayrılır:

Muayene sınıfı SA: Temel teknikler.

Muayene sınıfı SB: Gelişmiş teknikler.

Sistem performansının belirlenmesinde kontrast için delikli (ASTM E 1025) veya tel görüntü kalite göstergeleri/ penetrametre (ASTM E 462-1), spatial/uzamsal çözünürlük için çift telli penetrametre kullanılır.(TS EN 462-5)

Radyoskopide kullanılan cihaz, muayene sisteminin tipine bağlı olarak sonuçların kalitesinde farklılıklara yol açabilir.

Radyoskopik muayene sistemleri kaçınılmaz yarı gölge, çarpılma ve geometrik büyüme olmadan ölçülen homojenliğe bağlı olarak üç sınıfta tanımlanmıştır.

Parametre	Sistem Sınıfları		
	SC1	SC2	SC3
Dedektörün kaçınılmaz yarı gölgesi U_i (...den iyidir.)	0,4 mm	0,5 mm	0,6 mm
Çarpılma $V_{d,i}$ (...den iyidir.)	%5	%10	%20
Homojenlik $H_{d,i}$ (...den iyidir.)	%10	%20	%30

Tablo 2. Radyoskopik Muayene Sistemleri

Ölçümler, TS EN 13068-1 ve TS EN 13068-2 Standartlarına göre yapılmalıdır.

TS EN 13068-1 Standardına göre sistem parametreleri yeterli teçhizata sahip bir laboratuvarında ölçülmelidir.

Tablo 3 de görüntü kalite parametreleri ve ölçümlerinin önemi vurgulanmaktadır.

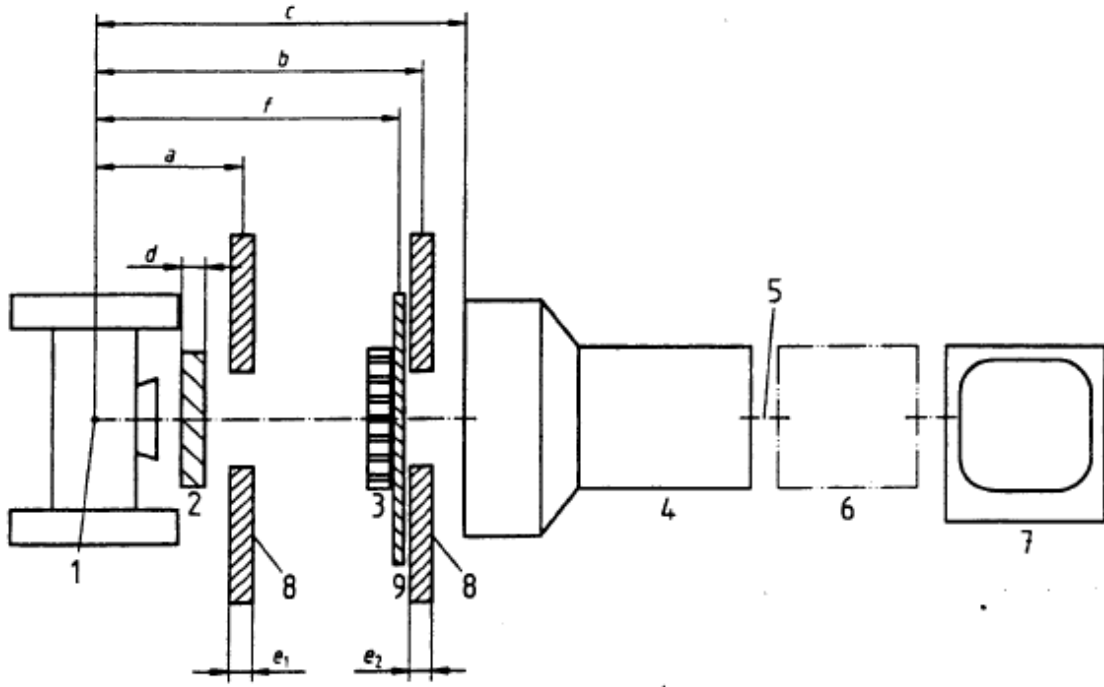
Görüntü Kalitesi Parametresi	Önemi
Kaçınılmaz Yarı Gölge	Küçük ayrıntılar için geçiş sınırı
Bölgesel modülasyon geçiş faktörü- MTF (Modular transmission function)	Parça büyüklüğünün fonksiyonu olarak kontrast geçişi, görüntü yarıgölgesinin fonksiyonel tanımı
Kontrast Oranı- C_0	Radyoskopik Sistemde aşırı kontrast azalmasının bozucu etkisinin tanımı
Kontrast Duyarlılığı- C_s	Et kalınlığının fonksiyonu olarak kalınlık değişimleri için geçiş sınırlamaları
Et Kalınlığı Aralığı- Δw_0	Tek görüntüde incelenebilen kalınlık aralığı
Türevsel ve Toplam Çarpılma- $V_{d,i}$	Geometrik çarpılmanın tanımı
Türevsel ve Toplam Homojenlik - $H_{d,i}$	Kontrast geçişinin lokal ve toplam spatial/uzamsal değişiminin tanımlanması

Tablo 3. Radyoskopida Görüntü Kalite Parametreleri ve Önemi

Sistemin Performansı

Radyoskopi cihazlarının kullanıcı tarafından yapılacak ölçümleri TS EN 13068-2 Standardına göre gerçekleştirilir.

Radyoskopik görüntünün kalitesi esas olarak netlik, kontrast ve homojenlikle tayin edilir. Bu parametreler cihazın kullanıldığı süreç içerisinde belirli bir prosedür çerçevesinde kontrol edilmelidir. Kontrol görüntü kalite göstergeleri (penetrametrelerle) yapılır.



1-İşinim Kaynağı, 2-İşinim Filtresi, 3-Penetrametre, 4-Görüntü Yoğunlaştırıcı
 5-Çıkış Sinyali, 6- Görüntü İşlemcisi, 7- Görüntüleme Ünitesi, 8-Diyafram, 9-Parça
 a=İşinim Kaynağı-1.Diyafram Mesafesi, b= İşinim Kaynağı-2.Diyafram Mesafesi
 c= İşinim Kaynağı-Görüntü Yoğunlaştırıcı Mesafesi, d= Filtre Kalınlığı
 e_{1,2}=1. ve 2. Diyafram Kalınlığı; f= İşinim Kaynağı-Parça Mesafesi

Şekil 2. TS EN 13068-2'e Göre Ölçüm Düzenegi

Kontrol edilen parametreler:

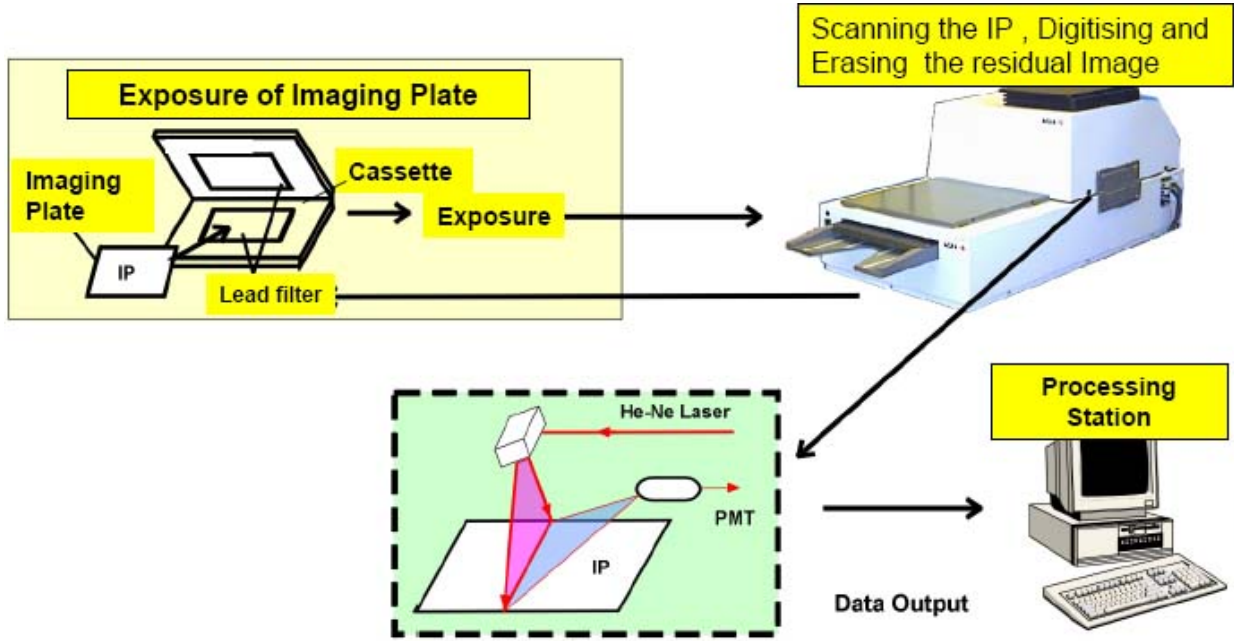
- **Yarı Gölge:** Toplam yarı gölge ölçülebilir, ölçüm TS EN 462-5 de tanımlanan çift telli penetrametre ile gerçekleştirilir.
- **Kontrast Duyarlılığı:** Kademeli blok, delik ve telli penetrametre ile belirlenir.
- **Homojenlik:** Ölçümler, kontrast duyarlılığı ve ilgili bölgelerde değişik alanlardaki spatial/uzamsal çözünürlüğün kontrolünde kullanılan penetrametreler kullanılarak yapılır

3- BİLGİSAYARLI RADYOGRAFİ

3.1. Genel

Fosforlu görüntü plakalarıyla (IP) bilgisayarlı radyografi endüstriyel uygulama amaçlı kullanılmaktadır. Bilgisayarlı radyografi filmli radyografi ve direk dijital radyografi arasında bir teknolojidir.

X-ışını yayınımlı sırasında oluşan renk merkezleri herhangi bir geliştirme işlemi yapılmaksızın direk olarak laser tarayıcı tarafından algılanmakta ve dijital görüntüye dönüştürülmektedir. Elde edilen dijital görüntü bilgisayar ortamında arşivlenebilmektedir. Görüntü alındıktan sonra sonra plakalar (IP) silinmekte ve defalarca kullanılabilir.



Şekil 3. IP ile Bilgisayarlı Radyografi

3.2. Muayene Teknikleri ve Sistem Özelliklerinin, Performansının Belirlenmesi Muayene Teknikleri

TS EN 14784-2 Standardına göre bilgisayarlı Radyografi teknikleri iki sınıfa ayrılır:

Muayene sınıfı A: Temel teknikler.

Muayene sınıfı B: Gelişmiş teknikler.

Muayene tekniği, muayene sınıfları, muayene parametrelerinin belirlenmesi ve sistemin performansı TS EN 14784-2 Standardından belirlenir.

Sistem Özelliklerinin, Performansının Belirlenmesi- TS EN 14784-1

Bilgisayarlı Radyografik uygulamaları için IP-tarayıcı sistemlerin sınıfları minimum sinyal gürültü –SNR- değerleri (SNR_{IPx}) ve gerçekleştirilebilir maksimum temel spatial/uzamsal SR_{mak} (μm olarak) ile tanımlanır.

CEN Sistem Sınıfları	Minumum SNR Değerleri
IP1/Y	130
IP2/Y	117
IP3/Y	78
IP4/Y	65
IP5/Y	52
IP6/Y	43
1- SNR değerleri TS EN 584-1-Tablo 1 deki değerlere benzer. 2- Y maksimum temel spatial/uzamsal çözünürlüktür.	

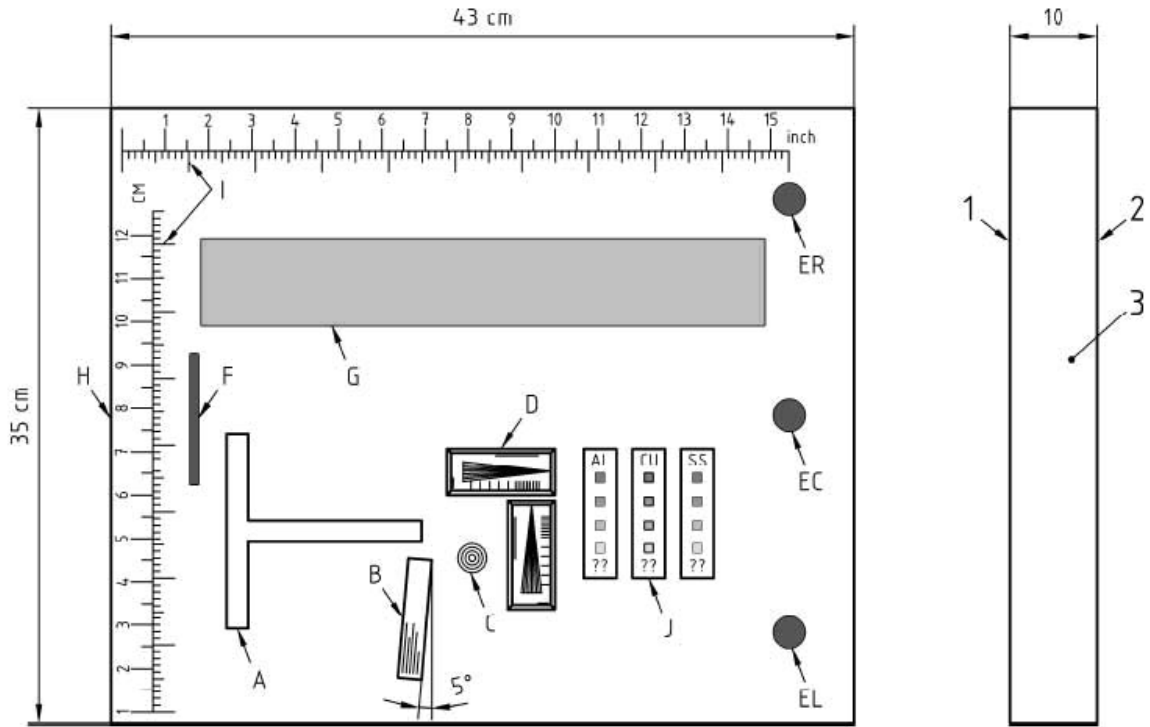
Tablo 4. CR Sisteminin, Minimum Sinyal Şiddeti I_{IPx} de minimum SNR'e göre Değerlendirilmesi

TS EN 14784-1 Standardına göre özelliklerin tespiti için imalatçı ve performans kontrolü için kullanıcı tarafından ölçülmesi gereken parametrelerden bazıları aşağıda belirtilmektedir.

- Sinyal-Gürültü Oranı -SNR-Ölçümü
- Kontrast Duyarlılığı Ölçümü
- Yarı Gölge Tespiti
- Geometrik Çarpılma
- Tarayıcı etkinliği
- Silme Özelliği
- IP deki değişiklik

Sistemin ilk kalite değerlendirilmesi farklı kalite göstergelerini içeren CR Tayfının radyografik görüntüsü ile monitör üzerinde test edilmelidir.

Benzer şekilde belirlenen aralıklarda periyodik kontroller gerçekleştirilmelidir.



Şekil 4. Bilgisayarlı Radyografi Sistemlerinin vasıflarının tespiti için CR Kalite göstergelerini içeren örnek CR Tayfı (43x35 cm)

- A- Laser jitter testi ve MTF-ölçümü için T cetveli (uzunluk 114 mm, 5 mm, piriç)
B- TS EN 462-5 Çift Telli Penetrametre
C- BAM-snail
D- Kalite Gösterge Çifti
E- EL, EC, ER: Gölge Düzeltmesi için Ölçüm Noktaları (19 mm çap, 0,3 mm Lusit)
F- Kaset Pozisyonu için İşaretler (Görüntüde gözükmez)
G- Homojen şerit (Al, 0,5 mm)
H- Lusit Plakası
I – Lineerlik Kontrolü için inch/cm cetveli
J- Kontrast Kalite Göstergesi (Aluminyum: 12,7 mm, Bakır: 6,4 mm, paslanmaz Çelik: 6,4 mm kalınlığında)

4. SONUÇ

Yeni dijital radyografik teknikler yavaş yavaş klasik filmli radyografinin kullanıldığı pek çok alanda uygulama imkanı bulmaktadır.

Sistem performanslarının ve görüntü kalitesinin vasıflı personel tarafından ilgili Standartların öngörülerine göre tespit edilmesi şüphesiz “test güvenilirliği” açısından zorunludur ve kullanılacak teknik, sistem sınıfları ile görüntü kalitesi konusunda talep sahibi ile mutabık kalınması gerekmektedir.

KAYNAKÇA

1-TS EN 13068-1,2000

2-TS EN 13068-2,2000

3-TS EN 13068-3,2001

4-TS EN 14784-1,2005

5-TS EN 14784-2,2005

6-Progress in Digital Radiology-U.Ewert-2007

7-Replacement of Film Radiography by Digital Technique-U.Ewert,
U.Zcherpel,K.Bavendiek,PANNDT 2007

8-Radioscopy - The Prevalent Inspection Technique of the Future-M.Purschke,

15.WCNDT, 2000