

MARMARA UNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

MARMARA UNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS
TEZİ

KONUSU: KAYNAK EKLERİNİN RADYOGRAFİK MUAYENESİ

ENSTİTÜ NO: 12-07-83-12

ADI SOYADI: ŞÜKRÜ YİĞİT

YÖNETİCİ : Prof.Dr.Ruşen GEZİCİ

TESLİM TARİHİ:

MARMARA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Ö N S Ö Z

Günümüz teknolojisinde Kaynak, imal usullerinin en önemli bölümleri arasında yer almaktadır.

Kaynaklı bağlantının bu derece önem kazanmasında gelişmekte olan kaynak usulleri ile Metalurjik araştırmalar ve Muayene Metodlarının yeni gelişmeler kaydetmesine borçlu olduğu bir gerçektir.

Sanayi Üretimini değeri, onun kalitesine ve güvenilirliğine aynı zamanda uluslararası norm kurallarına, bağlılığı ile ölçülür.

Kaynakta bir üretim tekniği olduğuna göre gerek yapımda gerekse muayenesinde Standartlar çerçevesi içerisinde çalışmayı zorunlu kılar.

Bugünün teknolojisinde kaynak ekleri tahribatlı ve tahribatsız Muayene ile kontrol edildiği halde bazı durumlarda bu muayenelerle yetinilmeyip bu hususta yeni gelişmeler görülmektedir.

Muayene usulunun ciddiyetle uygulanması, ancak ona ihtiyaç duyulan teknolojinin bilinmesi, hassasiyetle uygulanması ile mümkündür.

Kaynak eklerinin tahribatsız Muayeneler sınıfından olan "RADYOĞRAFİK MUAYENELER" konusunu araştırmamda beni yönlendiren Sayın Hocam Prof.Dr.Ruşen GEZİCİ'ye saygılar sunarım.

Tezimin bu konu ile uğraşan teknik elemanlara faydalı olmasını dilerim.

İstanbul-1984

Şükru YİĞİT

İÇİNDEKİLER

BÖLÜM 1:

1. Kaynak eki muaynesinin önemi
11. Tahribatsız muayeneye genel bakış
- 11.1. Tarihçesi
- 11.2. Tahribatsız muayene üstünlükleri
- 11.3. x ve γ ışını metodları karşılaştırılması
- 11.4. x ve γ ışını radyografıta kullanım özellikleri

BÖLÜM 2:

- A) Kaynak hatalarının oluşum nedenleri
 1. Gözenek teşekkülüne tesir eden gfaktörler
 - 1.1 Elektrik ark kaynağında gözenek teşekkülü
 - 1.2 Toz altı ark kaynağında gözenek teşekkülü
 - 1.3 Gaz altı ark kaynağında gözenek teşekkülü
 - 1.4 Oksi gaz kaynağında gözenek teşekkülü
- B) Ark kaynağında curuf kalıntısına tesir eden sebepler
 1. Örtülü elektrod kaynağında
 11. Toz altı ark kaynağında
- C) Birleşme azlığına tesir eden faktörler
 1. Ark kaynaklarında
- D) Ark ve gaz kaynaklarında çatlama nedenleri

BÖLÜM 3:

1. Kaynak hataları sınıflandırılması
 - A. Çatlaklar
 - A.1. Mikro çatlakları
 - A.2. Boylamasına çatlakları
 - A.3. Yıldız çatlakları
 - A.4. Krater çatlakları
 - A.5. Dağınık çatlakları
 - A.6. Kollu çatlakları

B) Boşluklar

- B.1. Gaz gözenekleri
- B.2. Kendini çekme boşlukları
- B.3. Curuf kalıntıları
- B.4. Nüfuziyet azlığı
- B.5. Dış yüzey hataları
- B.6. Süngerleşme
- B.7. Çeşitli hatalar

BÖLÜM 4:

Radyoğrafinin tanımı ve temel ilkeleri

- I. (x) ışını metodları
- II. (γ) ışını metodları
- III. Görüntü oluşturmak
- IV. Radyoğrafinin görüntü verip vermediği haller.

BÖLÜM 5:

Radyoğraf cihazları

- A) X ışını üretimi
- B) X ışını radyoğrafi cihazlarının yapısı
- B.1. Fleman
- B.2. Anod ve katod
- B.3. Hedef
- B.4. Vakum tüpü
- B.5. Isı radyatörü
- B.6. Elektrik transformatoru
- B.7. Radyasyon zırhı
- B.8. Soğutma donatımı

BÖLÜM 6:

- I. Gama radyoğrafisinde kullanılan radyo isotopları

BÖLÜM 7:

Gama radyoğrafi cihazları

- 1.1 Cihazların yapısı
- 1.2. Cihazların kullanımı
- 1.3. Radyo izotop kapsulleri
- 1.4. Yarı ömür

BÖLÜM 8:

1. Radyoğrafi filmi
- 1.1. Filmin yapısı
- 1.1.a) Taşıyıcı tabaka
- 1.1.b) Duyarlı tabaka
- 1.1.2. Filmlerin saklanması

BÖLÜM 9:

Ekranlar

1. Metal ekranlar
2. Tuz ekranlar
3. Ekranların kullanım ve saklanması
4. Odak boyu hesapları

BÖLÜM 10:

1. Radyoğrafi cihaz özellikleri, güçleri
- 2: Filim çekim zaman tesbiti

BÖLÜM 11:

İşe uygun filmin seçimi

BÖLÜM 12:

Banyo eczaları ve reçeteleri ile filmin banyo işlemi

1. Banyo reçeteleri
- 1.a. Geliştirme banyosu eczaları
- 1.b. Tesbit banyosu eczaları
- 1.c. Developman banyosu eczaları
- 1.d. Islatma banyosu eczaları
2. Filmin banyo edilişi

- 2.a. Durdurma banyosu işçiliği
- 2.b. Tesbit banyosu işçiliği
- 2.c. Isletme banyosu işçiliği
- 2.d. Kurutma banyosu işçiliği
- 2.e. Karanlık oda işçiliği

BÖLÜM 13:

Radyoğrafi tekniği kalitesi

1. Uluslararası radyoğrafi standardı I.I.W
2. Işın enerjisi seçimi
3. Odak uzaklığı tayini

BÖLÜM 14:

1. Q.1. kalitesi

1. Panetremetreler

1.a. Telli panetremetreler

1.b. ASTM panetremetreler

1.c. Basamaklı panetremetreler

2. Panetremetrenin yerleştirilişi

3. 1.Q.1. kalitesine göre hataya panetreme seçimi

BÖLÜM 15:

Radyoğraf okuma şartları

1. Radyoğrafi okuma

2. Hata sınıfı ve standartları

BÖLÜM 16:

Röntgen tekniği bakımından kaynak hataları ve değerlendirilmesi.

1. Hata cinsi

2. Hatanın büyüklüğü

3. Önemli hususları

4. Hataların sınıflandırılması (puanlandırma)

5. Hata kademesi tesbitinde önemli notlar
6. Sanayide film çekim işlem basamakları

BÖLÜM 17:

1. Işınlara karşı korunma talimatları
 - 1.a. Normal sınırlar
 - 1.b. Tehlikeli dozlar
 - 1.c. Güvenli dozlar
 - 1.d. Yasaklanan şahıslar
 - 1.e. Radyasyon ölümlü

BÖLÜM 18:

Sanayi uygulama çalışmaları

BÖLÜM 1

Zaten bugün Kaynaklı Konstriksiyonun güvenli olarak İmal Usûlünün bir kolu oluşu, aynı zamanda Kaynakta yeni yeni gelişmeler, Kaynak ekinin raporlara dayanan Muayene sonuçlarına borçludur.

Günümüz Sanayiinde Kaynaklı Konstriksiyonun yapılmadığı metal ve alaşım olmadığı gibi bunsuz bir metalik veya termoplastik imalatla mevcut değildir.

Bir İmalatın Muayene Usûlü ile Kalitesinin tesbiti o imalat standartlarına uygun olan ile olmayana ayırma temeline dayanır.

Günümüzde Kaynak eklerinin sanayideki yeri ve taşıdığı sorumluluk büyük olduğu gibi uzay tekniğinde bile ayrı yere sahiptir.

Böyle bir öneme haiz imal Usûlünde kalitesi hassasiyetle belirlenmesi gerekir. Aksi halde geriye dönüşü her yöntü ile büyük zorluklara sebep olur. Örneğin, Bir gemi seyir anında kaynak ekinin yırtılması, buhar türbininde buhar kazanının infilakı bir uçağın kaynak ekinin uçak havada iken kırılması sadete akla ilk gelen tehlikeli örneklerdir. Bu örnekler sayısız değerde verilebilir.

Demek oluyor ki bir kaynak ekinin ciddi ve hassas olarak muayene edilmesi ona belli sınırlarda güvenle garantiside vermiş oluyor. Böylece o cihaz veya insan ekonomi bir yerde başlangıçta sigorta edilmiş oluyor.

Bu gaye ile kaynak ekleri "TAHRİBATLI-TAHRİBATSIZ" deneyler diye iki gurupta muayene edilmektedir. Her muayene usulunun kendine özgü amacı ve üstünlüğü olduğu bir gerçektir. Aynı zamanda her gurubun çeşitli uygulama alanları ve kendi aralarında sonuçları mevcuttur.

Biz burada sadece "KAYNAK EKLERİNİN RADYOGRAFİK MUAYENE ÜSÜLÜ" nden bahsedeceğiz.

KAYNAK EKLERİ MUAYENELERİ GENEL SINIFLANDIRMASI

A- Tahribatlı Muayeneler

A-1- Atelye Teknolojik Muayeneler

- a- Kıvılcım deneyi
- b- Sızdırmazlık deneyi
- c- Sıcak dövme ve eğme deneyi
- d- Kırıp dokusunu inceleme deneyi
- e- Gözle dış yüzey kontrolü
- f- Keski ile yontma deneyi

A-2- Laboratuvar Deneyleri

- a- Mikro deneyler
- b- Makro deneyler
- c- Çekme deneyi
- d- Eğme deneyi
- e- Çentik deneyi
- f- Sertlik deneyi

B- Tahribatsız Deneyler

- a- Ultrasonik muayene
- b- Radyografik muayene
- c- Girici sırlarla muayene
- d- Miknatıs akısı ile muayene
- e- Flerasans sırlarla muayene
- f- Radyoskopi ile muayene

11.1. Muayenenin Tarihçesi

Tahribatsız Muayenenin başlangıcını milattan binlerce yıl öncesinin Çin medeniyetine dayandığı söylenir. O zamanlarda toprağı pişirerek çeşitli eşya yapmayı öğrenen Çin'lilerin bunların çatlak olup olmadığını birbirlerine, vurarak çıkardıkları sestten anlamaları tahribatsız deneylerin ilk başlangıcıdır.

8 Kasım 1895 günü Alman Fizikçi Wilhelm Konrad Von Röntgen'in x ışınlarını keşfi birçok bilim alanında olduğu gibi tahribatsız muayene alanında da önemli bir dönüm noktası olmuştur.

Şubat 1896 da Fransız bilgini Henri Becquerel ve genç Asistanı Bayan Marya Skodowska (bu hanım geleceği büyük şöhreti Madame CURIE'dir).

Radyoaktiviteyi keşfederek insan oğluna malzemenin içini görmede yeni radyasyonlar kazandıran bir seri keşifler yolunu açtılar.

1937 yıllarında Avrupa ülkelerinde endüstri ve bilimsel kuruluşların birleşerek bu yeni yöntemi sanayiye aktarma hususunda milli merkezler kurdukları görülür.

1950 yılları örneğin, Beynelmillel Kaynak Enstitüsünün V Numanal Komisyonu, İngiliz Kaynak Araştırma ve Döküm Araştırma birliklerinin özel komisyonları, Alman Technische-Uberwachungs Verein Teşkilatının ilgili bölümü, Amerikan ASNT Cemiyeti gibi

1960 yıllarında Türk Kaynak Cemiyetinin ilgili bölümü gibi

11.2. Tahribatsız Muayenenin Üstünlükleri

- 1- Tahribatsız Muayene ile parçanın bir benzeri değil bizzat kendisi muayene olur.
- 2- Parçanın farklı özelliklerine ve farklı bölgelerine birçok tahribatsız muayene aynı anda arka arkaya tatbik edilir.
- 3- Parça sayısı ne olursa olsun istenirse tamamı muayene olabilir.
- 4- Tahribatsız muayene zaman aralıkları ile aynı parçaya tekrar edilebilir.
- 5- Çok pahalı ve hacimsel hassas parçalara tahribatsız muayeneden başka usul düşünülemez.
- 6- İş akışını bozmadan üretim bandında yapılan muayenedir.
- 7- Üretim girdilerine ve üretim sonucuna tatbik edilen muayenelerdir.

11.2.1. Tahribatsız Muayenenin Sınırları

- 1- Tahribatsız muayene ile malzemenin mukavemeti hakkında bilgi edinilemez.
- 2- Bu muayene usulu ile malzemeye yüklenecek yük sınırları tesbit edilemez.
- 3- Bu muayene ile malzemenin çalışma ömrü tayin edilemez.

Yukarıda saydığımız özellikleri ancak tahribatlı deneylerle, açığa çıkarabiliriz.

Malzeme ve üretimde muayenenin amacı kabullenen standartlar değerine göre imalatta hatalı ile hatasız ayırmaktır. Burada hangi yönde hata aranıyorsa bu hatanın bulunuşunda gerek teknik, gerek amaç, ekonomiklik göz önüne alınarak hata arama yöntemi seçilir.

11.3. X- Işını Muayene Metodları Karşılaştırma

11.3.1. X Işını

<u>Karakteristik</u>	<u>X ışınları (Elektrik Enerjisinde//)</u>
Besleme	Elektrik akımına ihtiyaç vardır. Radyografi çekimi esnasında cihazın kontrol altında tutulması şarttır.
Boyutlar ve manipulasyon	Cihazın boyutları büyüktür. Bazı hal-lerde cihazın yerleştirilmesi bir problem olarak ortaya çıkar.
Nakliye	Cihazın nakli bir problem arz etmez.
Işınım karşı korunma	Sadece cihazın çalıştırıldığı anlarda gereklidir.
Işın dalga boyu	Cihazın maksimum geriliminin bir fonksiyonudur.
Odak noktası	Normal monoblok cihazlarda 2x2 ile 4x4 mm'dir. Büyük verili cihazlarda 6x6 mm'ye kadar çıkar.
Işınım	Normal tüplerde ışınım zayıf açılı bir koni şeklindedir. Oyuk anotlu tüplerde ışınım daha geniş bir alanı kaplar. Şiddetli bir ışınım ve kısa süreli poz süresine ihtiyaç gösterir.
Işınım şiddeti ve gerekli poz süresi	Şiddetli bir ışınım ve kısa süreli poz süresine ihtiyaç gösterir.
Filim kalitesi	Gerilimin uygun seçilmesi ile iyi bir kontrast elde edilebilir.

11.3.2. Gamma ışını

Karakteristik

Gamma ışınları (Radyoaktif Elementler)

Beşleme

Işınım kendiliğinden meydana gelir. Radyografi çekimi esnasında kaynağın kontrolü gerekli değildir.

Boyutlar ve manilasyon

Işınım kaynağının ebadı çok küçüktür. Yerleştirme kolaydır, en gayrimüsait yerlerde bile kullanılabilir.

Nakliye

Mahfızasının ağırlığına ve büyüklüğüne rağmen bir müşkülât arz etmez. Kırılacak parça yoktur.

Işınım karşı korunma

Işınım devamlı olduğundan her an gereklidir.

Işın dalga boyu

Kullanılan radyoaktif elementin cinsine tabidir. Normal cihazların neşrettiği X ışınlarından daha küçüktür.

Odak noktası

Normal kaynaklar için 2x2 ile 4x4mm dir, yüksek şiddetli kaynaklarda bu ölçüler 10x10 mm'ye kadar çıkar.

Işınım

Bütün doğrultularda aynı şiddettedir.

Işınım şiddeti ve gerekli poz süresi

Işınım şiddeti düşük ve uzun bir poz süresi (bazı hallerde saatlerce)

Filim kalitesi

Daha zayıf bir kontrast elde edilir. Arzu edilen yoğunluğa erişilmediği hallerde filim okunması zorlaşır.

11.4. X ve Gamma Işınlarının Radyografide Kullanımını
Sağlayayan Hususlar

- 1- Bu ışınlar doğrusal olarak yayılır(ışık hızı ile)
- 2- Işınlar mercek ve prizmalarla saptırılamazlar.
- 3- Katı malzemelerden belirli ölçülerde geçerler.
- 4- Katı malzemedeki geçerken absorbe edildikleri için malzeme hatalarını bu dereceye bağlı olarak gösterirler.
- 5- Işınlar geçtiği ortamları iyonize ederler.(atomlardan elektron koparırlar).
- 6- Bu ışınların iyonize tesirleri üç şekilde görülür.
 - a) Floresans tesir
 - b) Kimyasal tesir(fotografik tesir). Bu tesir yardımı ile görüntü filmde belli olur.
 - c) Biyolojik tesir canlı dokuda belli sınırı aşan dozda alındığında öldürücü tesir yapar.

A-1. Gözenek Teşekkülüne Tesir Eden Faktörler

Bu durum genelde iki sebebe dayanır.

- 1- Esas malzeme ile ilave dolgudaki kükürt miktarına
- 2- Kaynak yapılan metaldeki ve ilave malzemede iç yapı boşlukları, fiziksel kaplamalar, oksittir.

Aynı zamanda kaynak yapım tekniği hatalarında bu durumun meydana gelmesine sebep olurlar.

A.1.1 Elektrik Ark Kaynağında gaz teşekkülü

Elektrik ark kaynağında gaz teşekkülüne dört ana unsur tesir eder.

- 1- Normalden fazla veya düşük akım şiddeti ile çalışmak
- 2- Çok kısa veya uzun ark boyu ile çalışmak.
- 3- Kullanılan elektrodun rutubetli olması.
- 4- Kullanılan elektrodu tipi örneğin bazık elektrod gibi.

A.1.2 Toz Altı Ark Kaynağında Gaz Teşekkülü

Toz altı kaynak da gaz teşekkülü dört esas sebebe dayanır.

- 1- Kirli ve rutubetli toz kullanmak.
- 2- Yüksek akım hızı ile çalışmak.
- 3- Yığılan tozun az veya yüksek oluşu.
- 4- Doğru akımda ters kutuplama, diğer yanlış kaynak tekniği uygulamaları gibi.

A.1.3 Gaz Altı Ark Kaynağında Gaz Teşekkülü

Gaz altı ark kaynağında gözenek teşekkülü şu sebeplere dayanır.

- 1- Kaynak teli bozuktur.
- 2- Ark boyu uygun değildir.
- 3- Gaz debisi uygun değildir.
- 4- Kaynakçı tecrübeli ve yetişkin değildir.
- 5- Kaynak akım ve gerilim değerleri uygun değildir.
- 6- Gaz temiz değildir.

A.1.4 Oksi Gaz Kaynağında Gözenek Teşekkülü

- 1- Alev ayarı bozuktur.
- 2- Gazlar rutubetlidir.
- 3- Parça iyi hazırlanmamıştır.
- 4- Alev uzaklığı uygun değildir.
- 5- Kaynak tekniğe uygun değildir.
- 6- Metalin ve ilave telin metallurjik yapısının bozuk oluşundan.

B. Ark Kaynağında Curuf Kalıntısına Tesir Eden Sebepler

B.1. Örtülü Elektrod Kaynağında

- 1- Kaynak esnasında elektrod örtü curufunun şiddetli akması. Kaynak yönünde bu akış kaynakta curuf kalıntısı yaratır. Parçanın konumu elektrod örtü cinsi iyi seçilmeli.
- 2- Düşük akım şiddeti ile çalışmak.
- 3- Şebekedeki voltaj değişimleri.
- 4- Kaynak esnasında elektroda verilen yanlış hareket.
- 5- Ark üfleme (doğru akımda).
- 6- Çok pasolu kaynakta her pasoda iyi temizlememe
- 7- Elektrod örtü eksantrikliği.

B.2. Toz Altı Kaynağında Curuf Kalıntısı

- 1- Yetersiz bir nüfuziyet (akım şiddeti ve gerilimi düşüklüğünden).
- 2- Kaynak pasoları arası boşluklarda.
- 3- Kaynak atlamalarının yarattığı boşluklarda.
- 4- Yüksek ark geriliminden.
- 5- Yüksek kaynak hızından.
- 6- Tel açısının bozukluğundan.
- 7- Telin kademeli gelişinden.
- 8- Değer kaynak tekniğinin yeterince uygulanmamasından.

C. Birleşme Azlığına Tesir Eden Faktörler

C.1. Ark Kaynaklarında.

- 1- Kaynak ağızlarının uygun seçilmemesinden.
- 2- Akım şiddeti ve gerilimin uygun seçilmemesinden.
- 3- Elektrod örtüsü ve tel çapının uygun seçilmemesinden.
- 4- Toz altı kaynağında tozun cinsinin uygun seçilmemesinden.
- 5- Kaynak pozisyonunun uygun seçilmemesinden.
- 6- Doğru akımda ark üflemeinden dolayı.
- 7- Elektrod örtüsü ve telin rutubetli olmasından.
- 8- Elektrod açısı ve hareketin uygunsuzluğu.
- 9- Oksi gaz kaynağında üfleç ucu ve alev ayarının bozuk olmasından.
- 10- Kaynakçının sorumsuz çalışmasının yarattığı sebepler.
- 11- Oksi gaz kaynağında alerin ısı gücünün düşüklüğü.

D. Ark ve Gaz Kaynaklarında Çatlama Nedenleri

- 1- Gazı alınmamış esas metal ve dolgu maddesi.
- 2- Ana metal ile dolgu maddesinin metallurjik bakımdan uyumsuzluğu.
- 3- Esas metalin karbon miktarının fazla olması.
- 4- Silisyum, mangenez ve diğer katkı elamanlarının fazlalığı.
- 5- Kaynak anında meydana gelen eğilme ve çarpılmanın belli sınırları aşması.
- 6- Kaynak ağızlarının uygunsuzluğu ve parçaların kaynak başlangıç hazırlığının yetersiz oluşu.
- 7- Birleşme oluğunun tek kordon ile doldurulması
- 8- Kaynak başlangıcında ve sonunda ısı işlem ted-

birlerinin alınmaması.

- 9- İlk bağlantıda parçaların fazla gergin ortamda bulunmaları (puntalarının kuvvetli olmaları gereği)
- 10- Tehlikeli ısı bölgelerinde şekil değişimine zorlanması.
- 11- Ark kaynaklarında akım şiddeti ve gerilim değerinin uygunsuzluğu (aşırı fazla veya az olması)
- 12- Toz altı, gaz altı, kaynağında tozun ve gazın rutubetli olması, örtülü elektroda örtünün rutubetli olması.
- 13- Doğru akımda yanlış kutupta çalışma.
- 14- Dikişin erken soğumaya terki (örtüsünün erken kırılması gibi).
- 15- Oksi gaz kaynağında oksijen fazlalığı alev ile kaynak yapılması gibi. Burada hataları yaratan temel sorunlar genelde şunlardır.
 - Kaynak yönteminin yanlış seçilmesi.
 - Kaynak tekniğinin yanlış ve hatalı uygulamaları.
 - Kaynakcının yetişmemiş olması.
 - Kaynak muayenesinin yetersizliği.

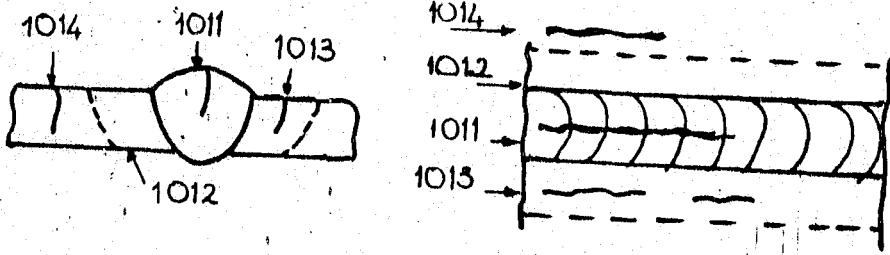
Milletler arası kaynak enstitüsünün (International Institute of Welding W) "Kaynağın Muayene ve Kontrolü" adlı V.numaralı Komisyonu tarafından noc. V-360-67/OE (ex. Doc. VF-10-67) işaretli dökümanda kaynak hataları aşağıdaki sınıflandırmaya tabi tutulmuştur.

A. Çatlaklar

A.1. Mikro Çatlaklar.

A.2. Boylamasına Çatlaklar.

Kaynak eksenince paralel olan bu çatlaklar şekilde gösterildiği gibidir.

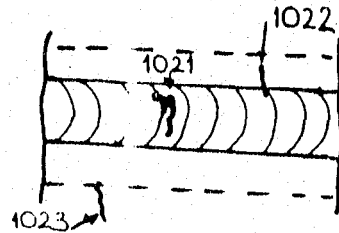


BOYLAMASINA ÇATLAKLAR

- 1011- Kaynak metalindeki çatlaklar
- 1012- Birleşme bölgesindeki çatlaklar
- 1013- Isının tesiri altında kalan bölgedeki çatlaklar
- 1014- Esas metaldeki çatlaklar

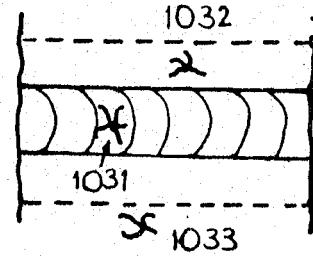
Enlemesine Çatlaklar

Kaynak eksenine dikey istikamette teşekkül eden bu çatlaklar şekilde gibidir.



- 1021 Kaynak metalindeki çatlaklar
- 1022 Isının tesiri altında kalan bölgedeki çatlaklar
- 1023 Esas metaldeki çatlaklar

A.3. Yıldız Çatlaklar

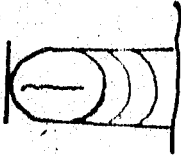


1031- Kaynak metalindeki çatlaklar

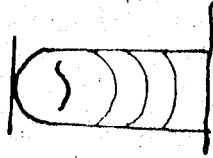
1032- Isının tesiri altında kalan bölgedeki çatlaklar

1033- Esas metaldeki çatlaklar

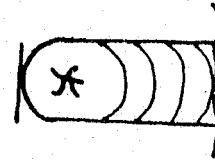
A.4. Krater Çatlakları



1041



1042



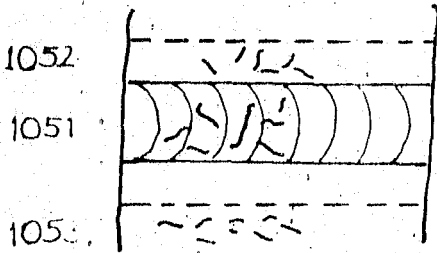
1043

1041- Boylamasına krater

1042- Enlemesine çatlaklar

1043- Yıldız krater çatlaklar

A.5. Dağınık Çatlaklar

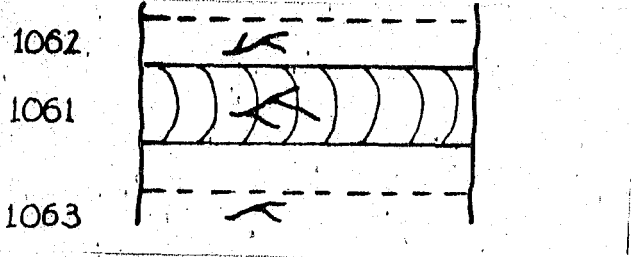


1051- Kaynak metalindeki çatlaklar

1052- Isının tesiri altında kalan bölgedeki çatlaklar

1053- Esas metaldeki çatlaklar

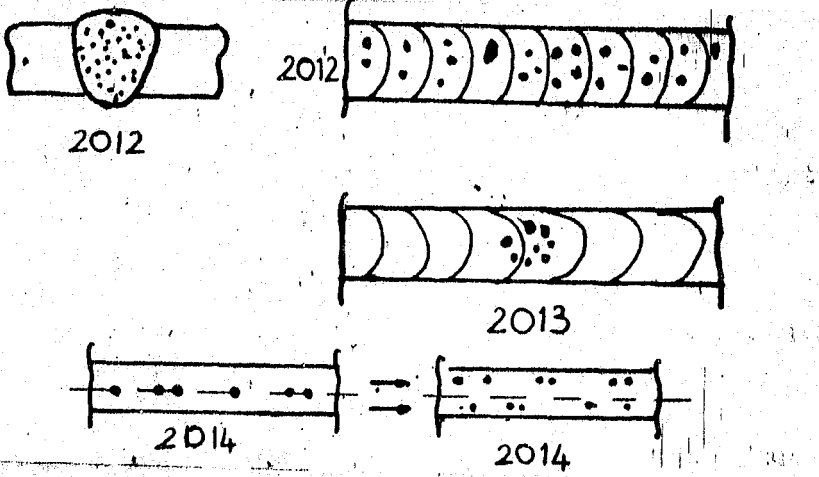
A.6. Kollu Çatlak



- 1061- Kaynak metalindeki çatlaklar
1062- Isının tesiri altında kalan bölgedeki çatlaklar
1063- Esas metaldeki çatlaklar

B. Boşluklar

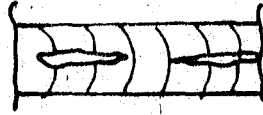
B.1. Gaz Gözenekleri



- 2011- Yuvarlak gözenekler
2012- Gayri müntazam dağılmış yuvarlak gözenekler
2013- Lokalize olmuş gözenekler
2014- Lineer olarak dağılmış gözenekler



2015



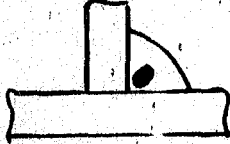
2015



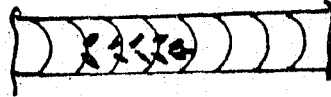
2016



2016



2016



2016

2015- Boylamasına gözenekler

2016- Gözenek kanalları

2017- Yüzey gözenekleri

B.2- Kendini çekmeden ötürü meydana gelen boşluklar.

Katılma esnasında kendini çekme sonucu oluşur.

2021- Dandritler arası kendini çekme boşluklar

2022- Mikro kendini çekme boşlukları

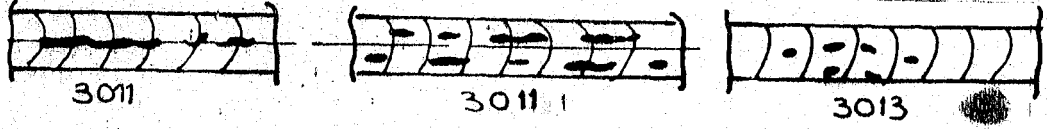
2023- Dandritler arası mikro kendini çekme boşluklar

2024- Krater boşluklar

B.3. Kalıntılar

B.3.1. Cüruf Kalıntılar

Bu kalıntılar kaynak metalinde bulunur.



3011- Tek sıralı cüruf kalıntıları

3012- Çok sıralı cüruf kalıntıları

3013- Diğer cüruf kalıntıları

b3) Dekapan ve kaynak tozu kalıntıları (G)

3 kısımdır

3021- Tek sıralı kalıntılar

3022- Çok sıralı kalıntılar

3023- Diğer tip kalıntılar

c3) Oksit kalıntılar(S)

Kaynak metalinin katılaşması sırasında dikişte kalan metal oksitleridir.

3031- Yüzey oksitleri O_2 ün kaynak sırasında türbülans sebebiyle parçalar halinde dikişin içersinde kalması

d3) Ağır metal kalıntıları (H)

3041- Tungsten kalıntılar

3042- Bakır kalıntılar

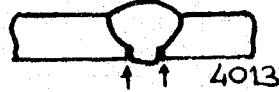
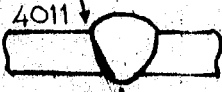
3043- Diğer metallerin kalıntıları

B.4. Kifayetsiz Erime Nüfuziyet Azlığı

X- Kifayetsiz Erime

Kifayetsiz erime esas metal ile kaynak metalı arasında kaynak metalinin pasoları arasında meydana gelir.

Kifayetsiz erime.



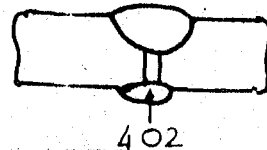
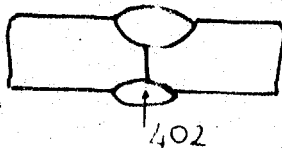
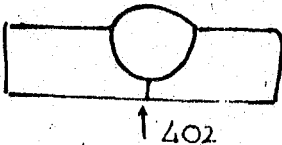
4011- Kaynak metalı ile esas metalin yüzeyi arasındaki erime yetersizliği

4012- Kaynak pasoları arasındaki erime yetersizliği

4013- Kbk pasoları ile esas metal arasındaki kifayetsiz erime

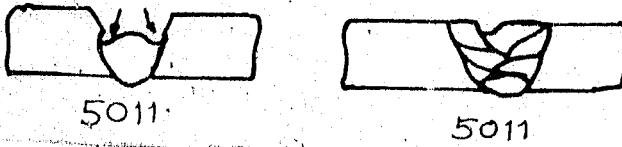
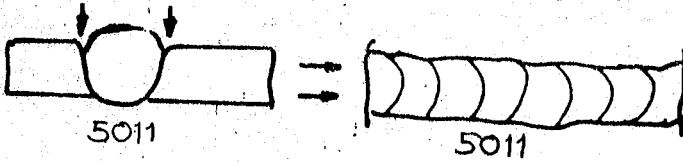
B.5.1. Nüfuziyet Azlığı (D)

Birleştirilecek kesitin kaynak esnasında tam olarak erimesi neticesinde meydana gelir. Ve çatlamalara sebebiyet verir.

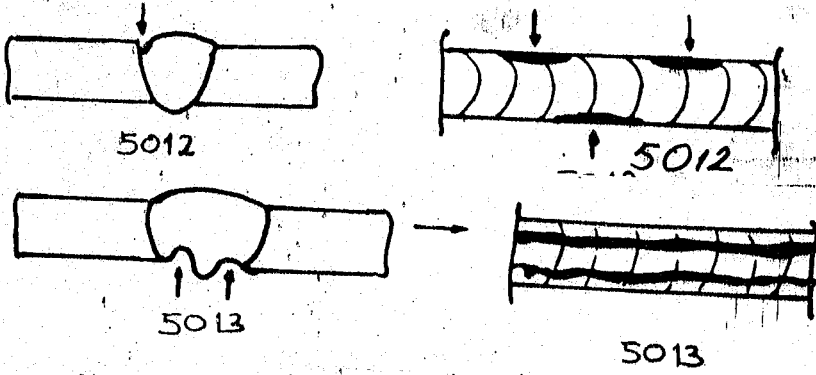


B.5, Dış Yüzey Hataları

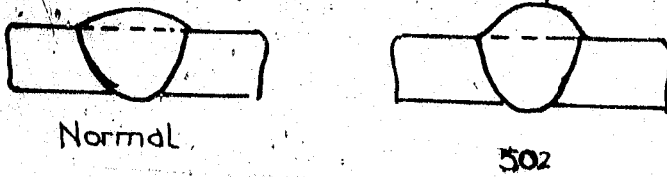
a4- Devamlı yanma olukları veya çentikler(5011)



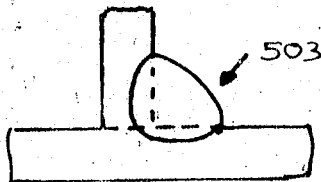
b4- Kesikli yanma olukları(5012)



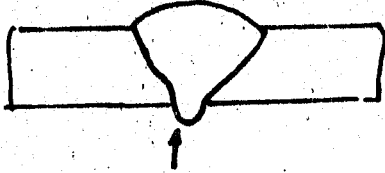
d4- Aşırı metal yığılma(502)



e4- Fazla dışbükey iç köşe dikilişi(503)

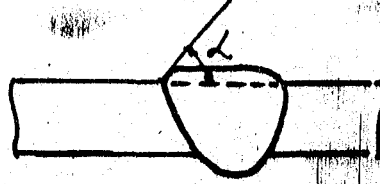
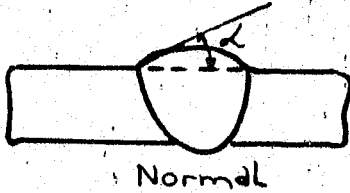


f4-Fazla sarkık fıskırmıs veya sakallı dikiş



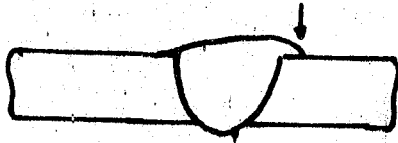
g4- Kaynak dikişin dış yüzey durumunu belirten açı.

Normal bir kaynakta bu açı küçük olup, kaynak metalini ile esas metalin birleştiği noktada, kaynak metaline teğet doğru ile parça yüzeyindeki açıdır.

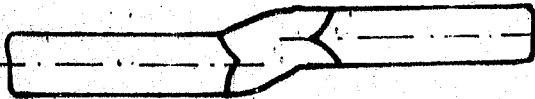


Şekil- Kaynak dikişin dış yüzey durumunu karakterize eden açı

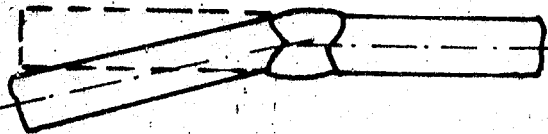
h4- Birleşme olmadan kaynak metalinin esas metal üzerine taşması



ı4- Eksen kayması



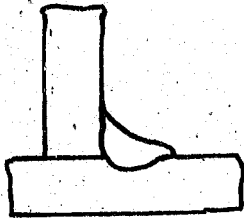
ı4- Açısal distansyon



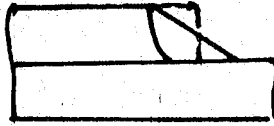
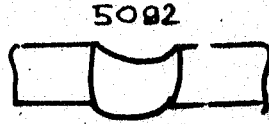
j4- Kaynak dikişinin akması



5091

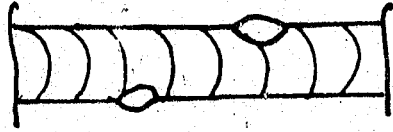


5093

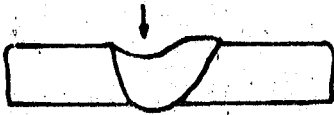


5094

k4- Mahalli yanma veya taşmalar



l4- Kifayetsiz doldurma



m4- Simetrik olmayan iç köşe dikilişi



n4- Gayri muntazam genişlik

o4- Gayri muntazam yüzey

ö4- Kökün iç bükeyliği

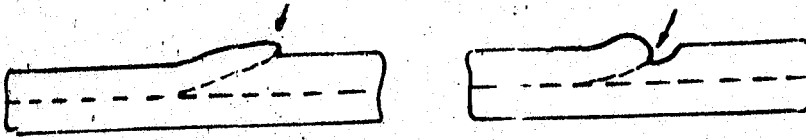


D4

B.6. Süngerleşme

Bir kaynak dikişinin kökünü erimiş metalin katılaşması esnasında sünger gibi delikli bir halin meydana gelmesi

B4- Mahalli yırtıklar veya düzensizlikler



B.7. Çeşitli Hatalar

- a5- Parad üzerinde arkin tutuşturulması veya teşkili
- b5- Yüzeydeki sıçramalar
- c5- Yüzeydeki mahalli yırtılmalar
- d5- Yüzeydeki taş yaraları
- e5- Yüzeydeki keski ve kalem yaraları
- f5- Kalınlığın taşlama suretiyle düşürülmesi

1.1. Radyografinin Tanımı

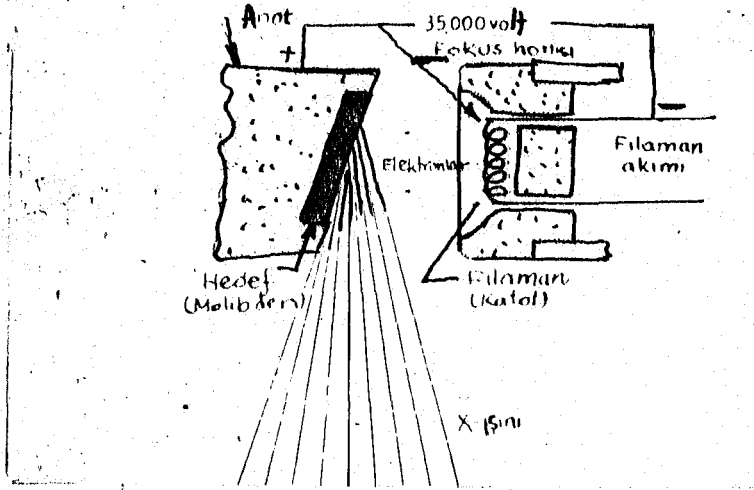
Radyografi girici (nüfus edebilen) ışınlarla fotoğraf alma tekniğidir. Girici ışınlar malzemeyi (objeyi) katedip geçerken, malzeme içinin görüntüsünü beraberlerinde taşırlar. Görüntü film üzerine kaydolunursa buna radyografi, fluorezan ekran üzerine alınırsa radyoskopi radyoskopi ismi verilir. Film kalıcı bir kayıttır, halbuki fluorezan ekran ancak anında seyredilebilen görüntü verir. Fluorezan ekran üzerindeki görüntüyü doğrudan seyredecek kişi zorunlu olarak ışın demetinin içine girer. Çalışanı girici ışınların zararlı etkilerinden korumak için fluoroskopik görüntü kapalı devre televizyon sistemi ile bir başka odaya taşınarak orada seyredilebilir.

Mamafih endüstriyel uygulamaların büyük çoğunluğu radyografi tekniğine dayanır. Radyoskopi ancak pek özel hallerde kullanılmaktadır.

X- Işını Metodları

Çok kısa dalga boylu bir ışınım olan x-ışınları esas itibariye gözle görünen ışıkla aynı bünyeye sahiptir. Fakat ışık ışınları valans elektronlarının muhtelif enerji seviyelerini değiştirmesinden husule geldiği halde x ışınları ancak iç (nüve) elektronlarının enerji seviyesi değiştirmesinden doğar. Şekil.1. de bir x ışını tübünün çalışma prensibi gösterilmiştir.

Bu túbde çok yüksek hızlı elektronlar hedef metalin atomlarında iç (nüve) elektronlarına çarparak onları atomdan dışarı atmaktadır. İşte x ışınları dış seviyelerdeki elektronların bu boşalmış olan iç seviyelere düşmesiyle husule gelirler.



Şekil-1- Bir molibden hedefli X ışını tübünün 35.000 volt altında çalışmasını gösteren şematik diyagram

Gamma Işını

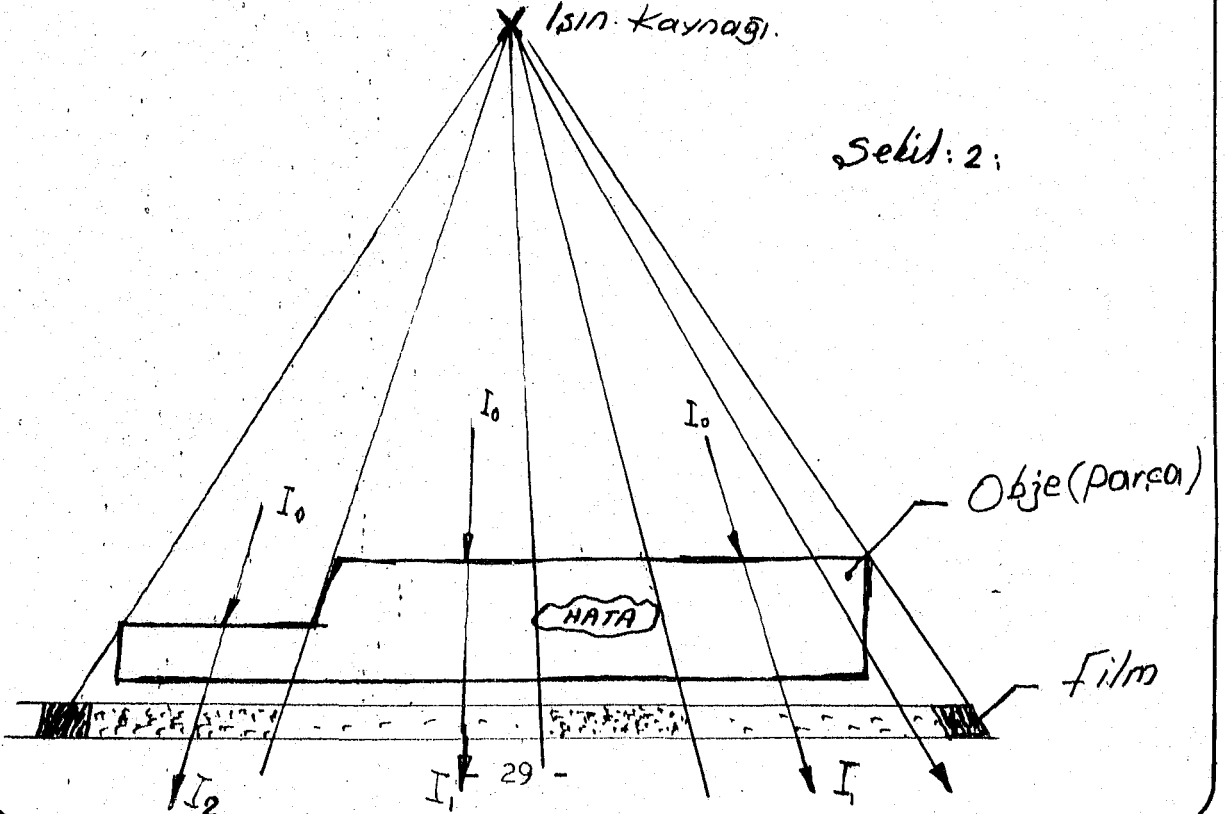
Radyum ,radyum emanasyon, mezotor ve diğer radyo-aktif elemanlar gamma ışınları neşrederler. Bu ışınlar röntgen ışınlarından daha kısa dalgalı ve dolayısıyla daha nüfuz edicidirler. Maamafih ince kesit yüzeyli parçalarda dağılma ışınlarının etkisi röntgen ışınlarından fazladır. Bundan dolayı gamma ışınları ile hataların saçılması daha müşküldür. Fakat artan malzeme kalınlığı ile bir denge hali meydana gelir. Işınların yoğunluğu radyo-aktif malzemenin miktarına bağlıdır. Diğer taraftan radyo-aktif malzemeler fiyatları yüksek olduğundan muayene esnasında az miktarda kullanılırlar. İşte bu yüzden gamma ışınlandırmasında ışınlandırma süresi röntgen ışınlandırmasından daha uzundur. Radyoaktif elemanların üstünlüğü hiç bir yere bağlı olmadan her tarafa taşınabilmelerindedir. Bunlar ayrıca daha kalın parçaların mesela 200 mm

kalınlığında çelik parçalarının muayenelerini sağlar. Dağılma ışınları röntgen ışınlarında olduğu gibi ağır madden süzgeçleri ile tutulabilir. Bu suretle dağılma ışınlarının, fotoğrafı zayıflatan yani hataların seçilmesini zorlaştıran mahzurlarından büyük çapta korunmak mümkündür.

Görüntü Oluşturmak

Şekil-2- de görüldüğü gibi radyografik görüntü almak için deney parçasının (objenin) ışın kaynağı bir tarafına, film öbür tarafına yerleştirilir. Objeyi kateden ışınlar zayıflamış olarak filme ulaşırlar ve onu karartırlar. Filmde belirli bir kararma sağlayabilmek için ışınlamanın poz süresi denen bir zaman sürecinde devam etmesi gerekir.

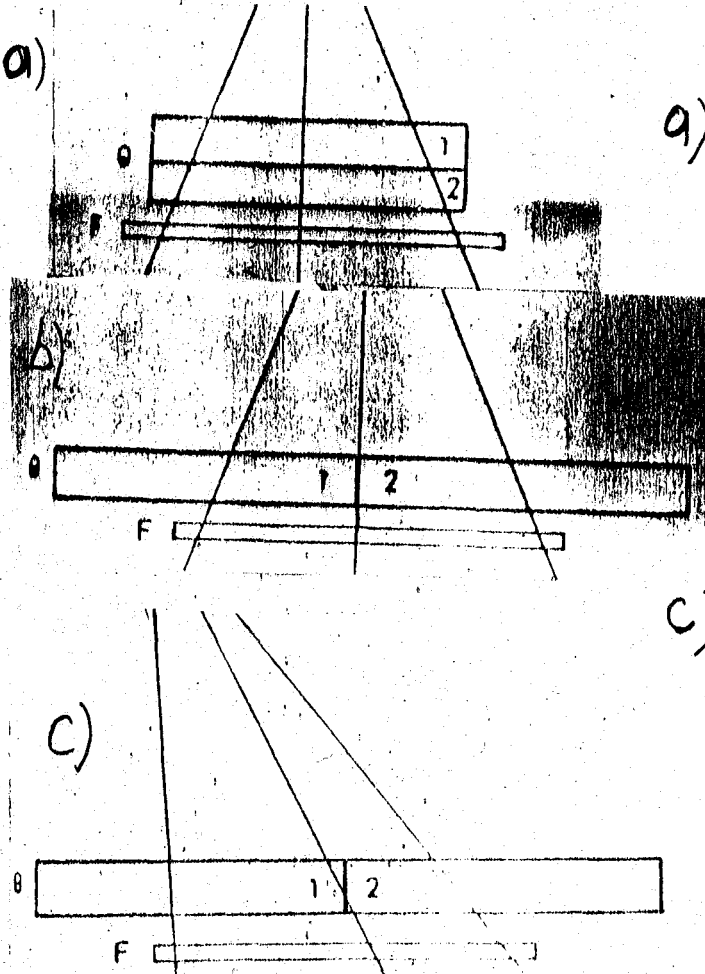
Objede içinde bir hata (fiziksel süreksizlik) ışınlar üzerinde kalınlık değişmesi gibi etkir. Malzeme içinde boşluk (örneğin gözenek, kanalcık, çatlak) ışınların geçtiği malzeme kesitini küçülttüğünden film üzerinde koyu lekeler olarak belirlenirler.



Radyografinin Görüntü Vermediği Haller

Radyografi yönsel bir muayene yöntemidir. Işınlardan geçiş doğrultusunda boyuta sahip olmayan hataları radyografide görüntü vermezler.

Şekil-3- de radyografinin görüntü vereceği ve vermeyeceği haller, basit bir deney üzerinde gösterilmiştir. Eşit büyüklükte ve kalınlıkta iki blokun üç değişik geometride radyografisi alınmıştır. Bunlardan yalnız birinde görüntüden blokun iki parçalı olduğu anlaşılabilir.



a) Parçanın ışın alkına konuşu yanlış iki parçanın arayüzeyi görüntü vermez.

Doğru ışınlama iki parçanın arayüzeyi keskin bir çizgi halinde görüntü verir.

c) Işınlardan eğikliği artıka arayüzeyin görüntüsü giderek zayıflar tamamen silinir. Zayıf ışınlama ışın hataya eğik olduğu için algılanması zorlaşır.

Şekil-3- Radyografinin görüntü vermeyeceği haller.

Radyografik görüntü aslında bir gölge oyunudur. Bir görüntünün net olması için,

- Işın kaynağının büyüklüğü (kiloelektronvolt)
- Işın kaynağının muayene parçasına uzaklığı
- Parçanın filme olan uzaklığının bilinmesidir

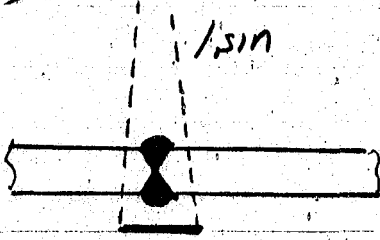
Yukarıda sözü edilen maddelerin mutlak ölçüleri çok önemlidir.

Bu ölçülerin uygunluğu filmin görüntü kalitesini iyileştiren sebeplerden biridir.

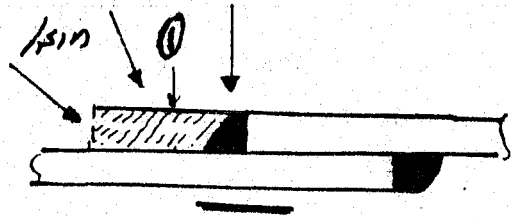
Işın kaynağının büyüklüğü ilerdede izah edileceği gibi bu hususta çizilmiş diyagram tablo ve monogramdan bulunur. Aynı zamanda filmi çeken operatörün tecrübesi ile filmin sonucu iyi veya fena durumuna göre ayar edilir.

Işın kaynağının parçaya uzaklığı genelde 75-80 cm olmakla beraber bazı nedenlere bağlı olarak operatörün tesbiti önemlidir.

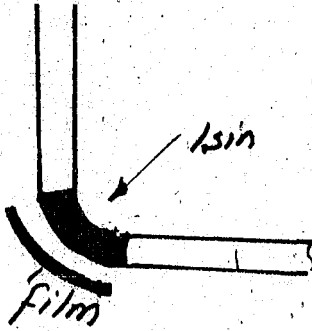
Parçanın filme uzaklığı genelde yüzeysel temasıdır. Fakat filmin ışın özellikleri ile malzemenin durumuna göre operatör tesbit eder.



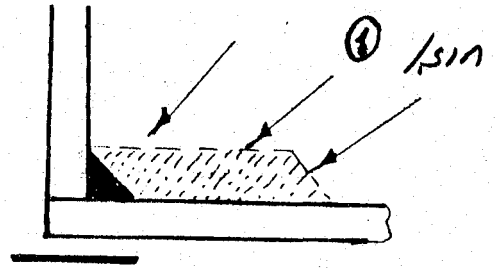
a- maksimum bir şekilde görülmesi



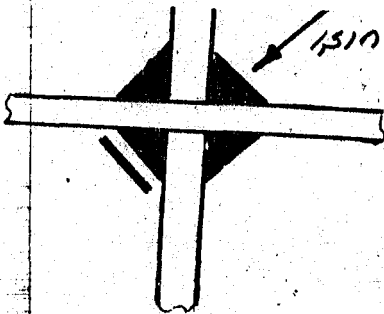
b- hataların iyi bir şekilde görülmesi



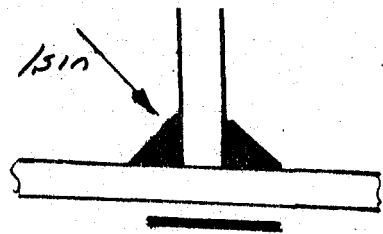
c- hataların normal bir şekilde görülmesi



d- hataların kötü bir şekilde görülmesi



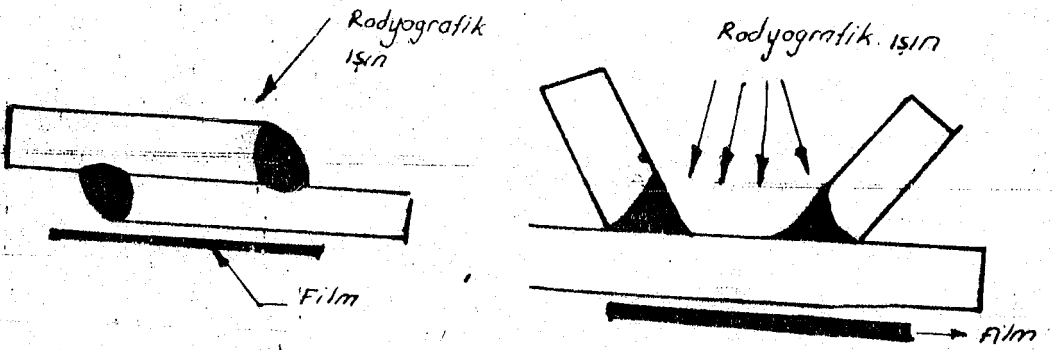
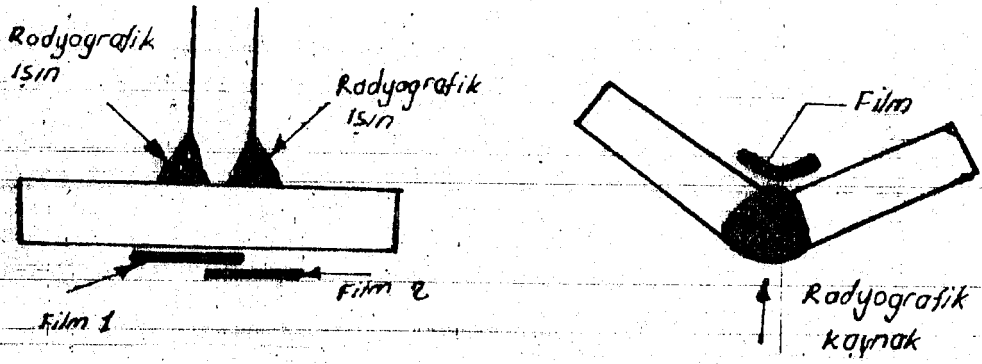
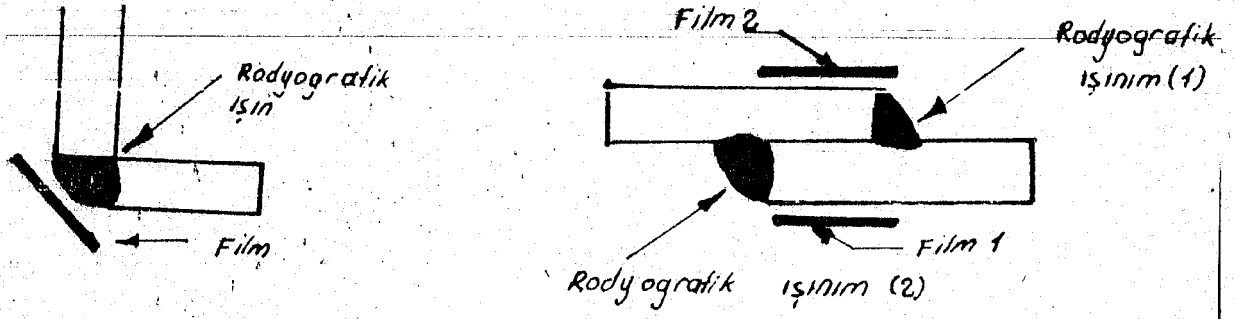
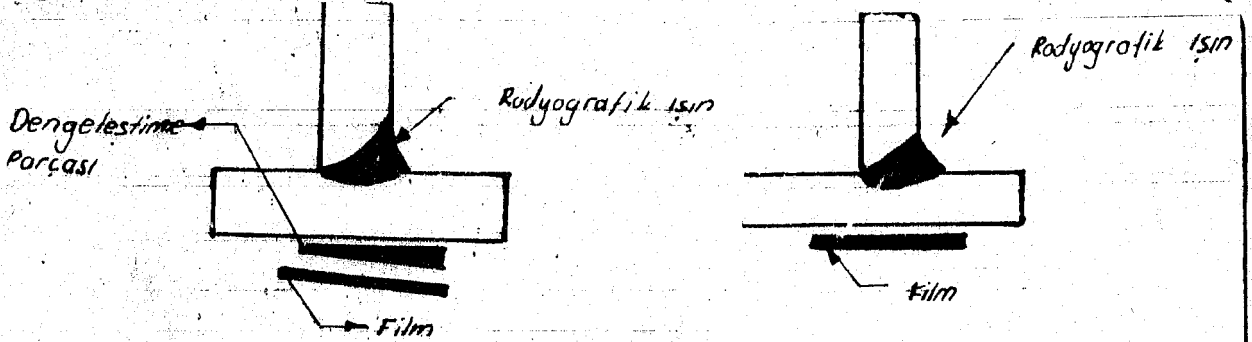
e- hatanın kötü bir şekilde görülmesi



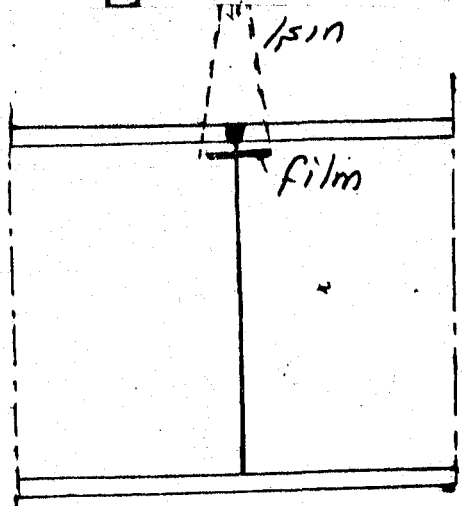
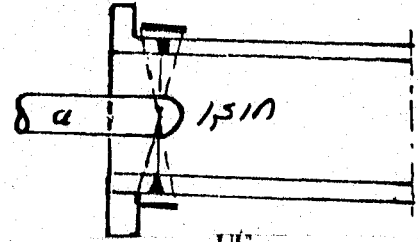
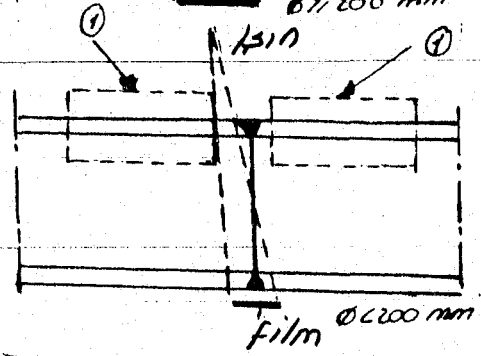
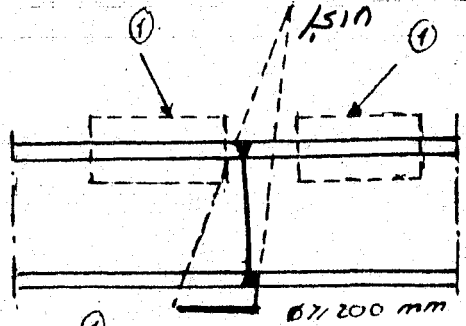
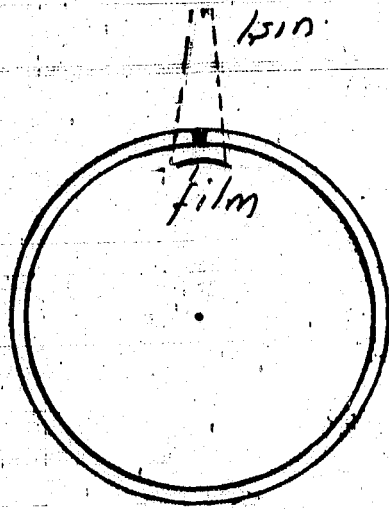
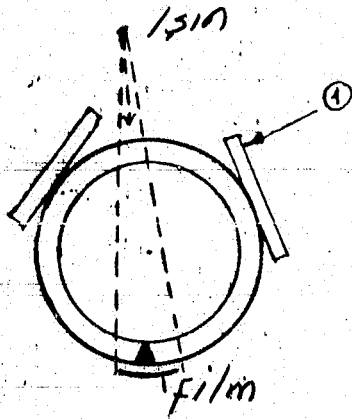
f- hatanın iyi bir şekilde görülmesi

Şekil- 5-(a) çeşitli şekillerde kaynak yapılmış sacların dikişlerinin muayenesi için değişik yönlendirme tipleri-

1) Opak pat.



Silindirik cisimlerin ve boru-
ların radyografi filmi konumları



Not: 5b- Boruların ve silindirik cisimlerin radyografisinde
rotetik edilen görüntüleme tipidir
Sol tarafta: Boyuna diğizler
Sağ tarafta: Şauresel diğizler.

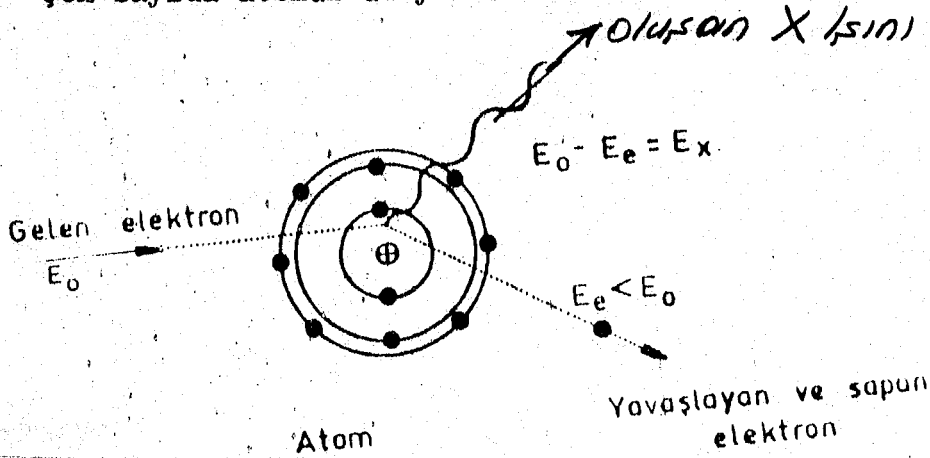
A. X Işını Üretimi

X ışınları elektronların bir maddeye çarpmalarından doğar. Hızlandırılmış elektronlar çarptıkları maddenin içlerine dalar. Maddeyi teşkil eden atomların elektros-
tatik çekim alanlarına kapılarak frenlenirler ve yavaş-
larlar. Frenleme ile kaybettikleri kinetik enerji x ışı-
nı şeklinde belirir. Şekil-6 bu olayı resmeder. E elek-
tronunun geliş enerjisi ve E_0 atomun çekim alanında ya-
vaşladıktan sonraki enerjisidir.

$E_0 - E_e : E_x$ enerji farkı, x ışını enerjisi olarak belirir.

Olay bir meteorun dünyanın atmosferine girdiği za-
man havanın sürtünmesi ile yavaşlaması ve bu sırada kı-
zışıp ışık saçmasına benzer.

Yukarıda anlatılan olay pek çok elektron tarafından
çok sayıda atomun uzayında tekrarlanır.

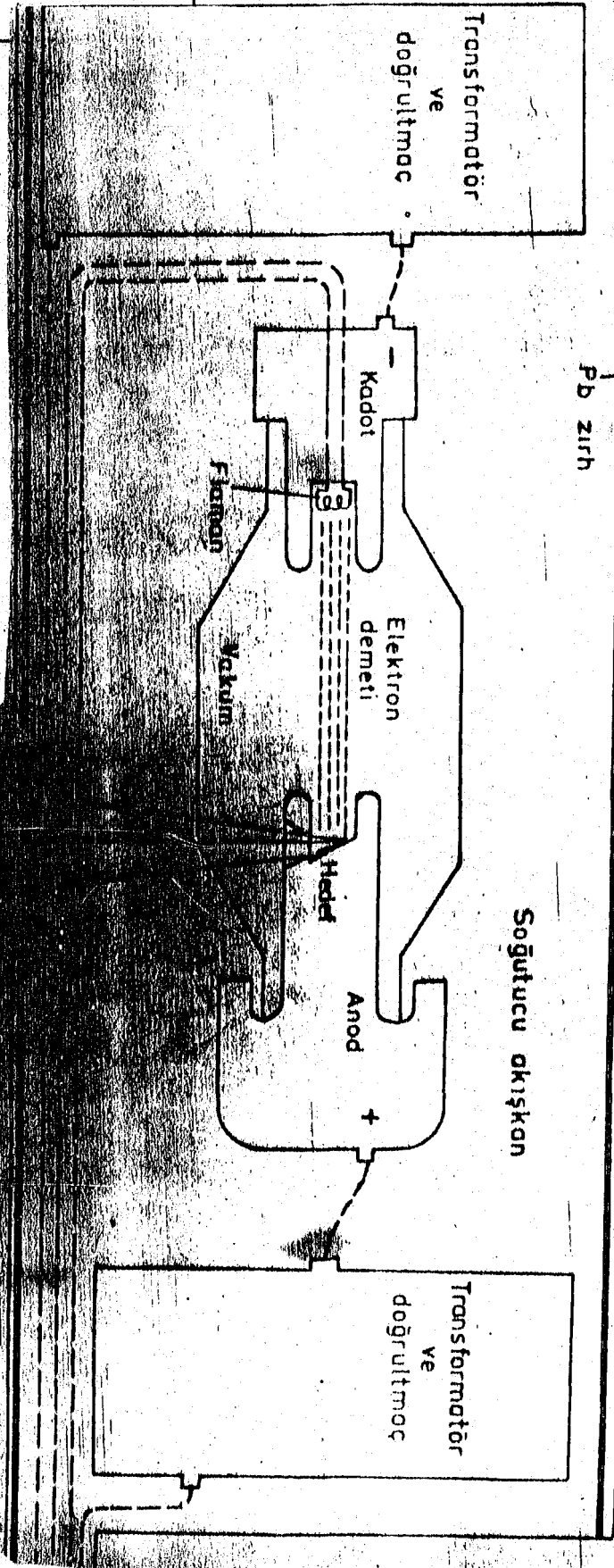


Şekil-6

B. X Işını Radyografi Cihazlarının Yapısı

Şekil-7- bir radyografi cihazının şematik kesitidir.
Bir radyografi cihazının tipik yapısı ve çalışması bu
şekle dayanarak kısa özetlenebilir.

Şekil (7) Bir radyografi cihazının sematik kesiti.



B.1. Flaman

Elektron kaynağıdır. Üzerinden geçen akımla ısınır ve termoelektronlar verir.

B.2. Katod ve Anod

Elektronları yönlendirir ve hızlandırır. Flamanın saldığı elektronlar onun etrafında hareketsiz bir bulut oluşturur. X ışını üretimi için elektronların hızlandırılıp bir hedefe çarptırılmaları gerekir. Bunun için katoda negatif gerilim ve anoda pozitif gerilim tatbik olunur. Böylece flamandan doğan elektronlar katod tarafından itilirken anod tarafından çekilirler. Zıt işaretli iki alanın birbirine eklenen etkisi ile elektronlar büyük hız kazanırlar. Elektronların hızı kutuplara uygulanan voltaja ve kutuplar arası uzaklığa bağlıdır. Cihaz, örneğin 200 KW'a ayarlandığı zaman katoda -100 KW ve anoda 100 KW tatbik edilmiş demektir.

B.3. Hedef

X ışınları kaynağıdır. Hızlandırılmış elektronlar demeti hedefe çarparak, burada x ışınları oluşturur.

X ışınlarına dönüşen elektron enerjisinin ancak yüzde birinden daha küçük bölümüdür. Elektron enerjisinin kalan çok büyük bölümü ısıya dönüşür. Bu nedenle hedef wolfram gibi ısıya dayanıklı bir metalden yapılır. Ayrıca soğutulması gerekir. Zira hedefin sıcaklığı çok yükselirse o da katod gibi termoelektronlar saçmaya başlar. Bu da cihazın verimini küçültür.

B.4. Vakum Tüpü

Anoddan katoda koşan elektronların hava atomlarına çarparak enerji kaybetmemeleri için buraya kadar sayılan birimlerin hepsi bir cam vakum tüpü içine alınmıştır. Vakum katod-anod arasında yaratılan çok yüksek gerilim farkının yalıtılması için de zorunludur.

B.5. Isı Radyatörü

Elektronlarla ısınan hedefin üzerinden bu ısının etkin bir şekilde çekilmesi, yani hedefin soğumasının sağlanması gerekir. Ortam vakum olduğuna göre hedefin konveksiyonla soğuması söz konusu olamaz.

Hedef anod içine gömülerek ısıyı ona aktarması sağlanır. Anod, elektriksel ve mekanik şartların gerektirdiğinden çok daha kalın ve bakır malzemeden yapılır. Vakum tüpten dışarı uzanan kalın bakır anod kondüksüyonla ısıyı dışarı çeker çıkarır. Anodun uzantısı tüp dışında bir radyatör şeklinde genişletilmiştir. Tüp dışında dolayan yağ veya gaz akışkan radyatörü soğutur.

B.6. Elektrik Transformatorü ve Doğrultmacı

Katod ve anod tatbik olunan yüzlerce kilovolt mertebesindeki yüksek gerilimler, şebeke voltajının transformatorde yükseltilmesi ile sağlanır. Ayrıca katoda negatif, anoda pozitif gerilim yüklemek için alternatif şebeke akımının doğru akım haline getirilmesi lazımdır. Bunun için doğrultucu devreler gerekir. Transformatorler, bilindiği gibi, ağır nesnelere sahiptir. Şayet cihazın içine alınırsa onu ağırlaştırır. Cihazın dışında ayrı bir birim olarak bir araya toplanırsa bu takdirde, cihazla transformator birimi arasında yüzbinlerce volt nakleden tehlikeli elektrik kabloları uzanır. Tatbikatta her iki dizayn da uygulanmaktadır. Birincisi daha güvenli olduğu için seyyar cihazlarda, ikincisi ise sabit cihazlarda revaç bulmuştur.

B.7? Radyasyon Zırhı

Radyografi cihazının tek bir pencereden ve yalnız istenen doğrultuda radyasyon vermesi lazımdır. Halbuki hedef etrafa her doğrultuda x ışınları salar. İstenmeyen

doğrultulardaki ışınların tutulması için cihazın iç yüzeyi kurşun levha ile zırhlanmıştır. Böylece yalnız özel bırakılan pencereden x ışını demeti çıkar. Kurşun zırh radyografi cihazını ağır kılan eklentilerden biridir.

B.8. Soğutma Donanımı

Radyatörün anoddan çektiği büyük ısı cihazı dolduran akışkan tarafından cihazın bütün hacmine yayılır. Bunu sağlamak için cihazın içine konmuş bir küçük pompa veya vantilatör ile içerde akışkan dolaşıma zorlanır. Böylece radyatörden alınan ısı cihazın geniş yüzeyinin her noktasından dış havaya atılır.

B.9. Kontrol Birimi

Çalışanların zarar görmemesi bakımından radyografi cihazının kontrol ve kumandası ayrı bir birim halinde uzağa alınmıştır. Binaenaleyh en basite indirilmiş radyografi cihazında birbirine uzun kablolarla irtibatlandırılmış iki birim vardır. Bunlar:

- X ışını üretim birim
- Kumanda ve kontrol birimi

Kumanda ve kontrol birimi cihaza verilebilecek bütün kumandaları ihtiva ettiği gibi, radyasyon alarmı ve sıcaklık kontrol röleleri gibi kontrol devrelerini de ihtiva eder.

BÖLÜM 6

Gamma radyografisinde iki radyoizotop en çok kullanılır. Bunlar İridyum-192 ile Kobalt-60'dır. Daha az yaygın olarak sezyum-137'de aynı amaçla kullanılmaktadır. Tablo 1 de söz konusu üç radyoizotopun başlıca özelliklerini bir araya toplamıştır.

Söz konusu üç radyoizotopun hepsi nükleer reaktörlerde üretilen yapay malzemelerdir.

İridyum-192 ve Kobalt-60'ı endüstriyel radyografide çok kullanışlı kılan gamma enerjileridir. İridyum-192 gamma enerjisi 600 KV x ışınlarına eşdeğerdir. Endüstriyel x ışını cihazları en çok 400 kilovolta kadar çıktıklarına göre, onların yetersiz kaldığı malzeme kalınlıklarında İridyum-192 gamma kaynağı devreye girer. Kobalt-60 gamma ışınları enerjisi ise 2000 kv x ışınlarına eşdeğerdir. İridyum kaynağın yetersiz kaldığı malzeme kalınlıklarının radyografisi de Kobalt-60 kaynakla çekilir. Böylece söz konusu iki radyoizotop birbirinin alternatifi değil fakat tamamlayıcısıdır. Kunal olarak bir radyoizotopun ürettiği ışınların şiddeti ondan bir metre uzakta ve bir saat zarfında röntgen değeri olarak ölçülür. Ölçülen değer radyoizotopun kuri cinsinden aktivitesine bölünürse o radyoizotopa ait özgül radyasyon şiddeti bulunur. Kobalt-60'ın çok, diğer ikisinin ise ondan az gamma ışını ürettikleri görülmektedir. Aslında radyoizotoplar x ışını cihazları yanında gayet zayıf kalan ışın kaynaklarıdır. Bu nedenle gamma radyografisinde poz süreleri genellikle uzun olur.

Poz müddeti 1 dak 4 dak 16 dak ekransız

Poz müddeti 25 san 1,5 dak 5,5 dak ekranlı

Tablo 1 de söz konusu üç radyoizotopun başlıca özellikleri, ürettikleri gamma ışını değeri, x ışını eşdeğeri belirlenmektedir.

Tablo 1- Endüstriyel Radyografide Çok Kullanılan Gamma Işını Kaynakları

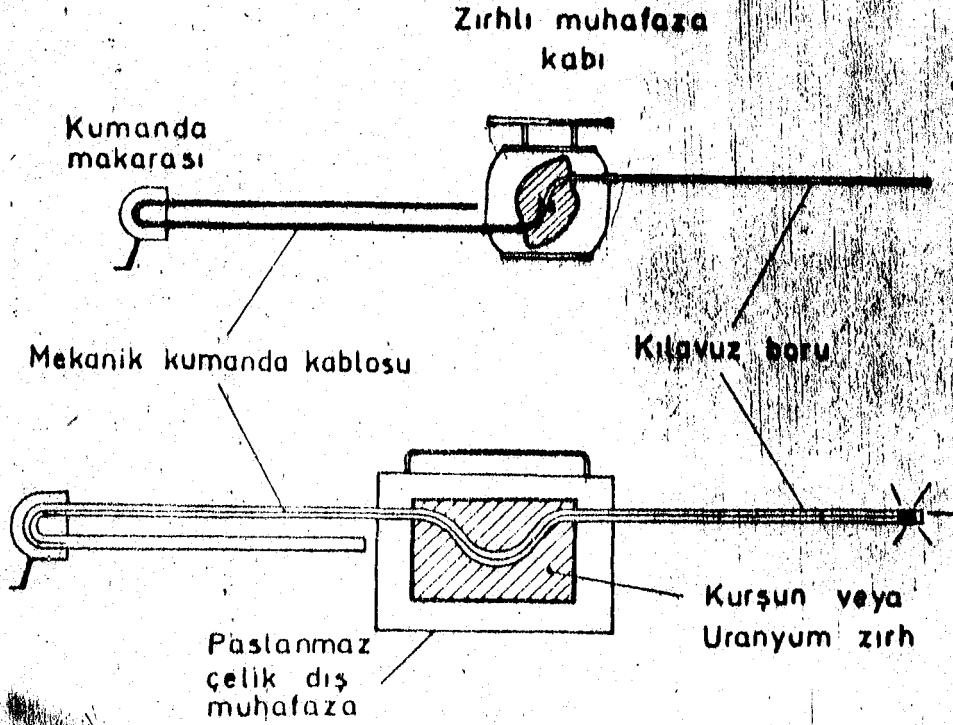
Radyoizotop	Yarıömür	Gamma Enerjisi	X ışını eşdeğer Enerjisi	Özgül Radyasyon	Kullanılabileceği Çelik Kalınlıkları	
					mm	
		KeV	kV	Rhm/Ci	Optimum	Maksimum
Ir-192	74,4 gün	200-600	600	0,48	40-90	20-100
Co-60	5,26 yıl	1170-1330	2000	1,3	60-150	40-200
Cs-137	30 yıl	660	900	0,33	-	-

Çelik kalınlıkları sınırları DIN 54 111'den alınmıştır.

BÖLÜM 7:

1.1. Cihazların Yapısı

Şekil 8 gamma radyografi cihazlarına iki tipik örnektir. Dış görünüş itibarıyla birisi küresel öbürü dörtköşedir. Dıştan görünüşü nasıl olursa olsun iç yapıları benzerdir. Şekilden de anlaşılacağı gibi gamma radyografi cihazları son derece sade bir yapıya sahiptir.



Şekil 8 Mekanik kumandalı tipten iki Ir 192 radyografi cihazının şeması. Üstte kaynak istirahat konumunda altta ise ışınlama konumundadır.

Cihazın en önemli bölümü zırlı muhafaza kabıdır. Radyoizotopun ışınması durdurulamadığına göre, kurşun veya uranyumdan zırlı içine alınarak, gamma ışınlarının etrafa zarar vermesi önlenir. Zırlı kalınlığı cihaza yüklenebilecek en yüksek radyoaktivite miktarını tayin eder ve bu değer cihazın kapasitesi olarak üzerindeki etikete yazılır. Gamma ışınlarına en iyi zırlılamayı en ağır elementler yapar. Kurşunun veya uranyumun seçilmesinin nedeni budur. Dolayısıyla cihaz küçük boyutlarına karşın gayet ağır çeker. Kurşun zırlı dışında genellikle paslanmaz çelikten muhafaza kabı zırlı ve içindeki radyoizotopu dış etkilerden korur ve cihaza dış görünümünü verir.

Işınlama yapılacağı zaman radyoizotop muhafaza kabından dışarı çıkarılır. Zırlı dışına çıktığı zaman radyoizotop saldırdığı gamma ışınlarıyla yakın çevresi için tehlikeli olur. Dolayısıyla onun hareketlerine uzaktan kumanda etmek zorunludur. Radyoizotop ışın kaynağının çalışacağı zaman muhafazasından dışarıya çıkarılması ve çalışmanın (ışınlamanın) sonunda tekrar içeriye alınması bir çelik kablo ve makara sistemi yardımıyla uzaktan yapılır. Bu basit bir mekanik kumandadır. Bir muhafaza hortumu içinde hareket eden kumanda telinin ucu, çalışmaya başlanacağı zaman, radyoizotopa tekılır. Kablonun öbür ucundaki makara yardımıyla tel ileri-geri hareket ettirilir. Kumanda kablosunun uzunluğu, cihaza yüklenecek en yüksek radyoaktiviteye göre hesaplanmıştır.

Muhafaza kabının radyoizotop deliğine, çalışılacağı zaman bir klavuz hortum veya boru takılır. Muhafazasından çıkartılan radyoizotop bunun içinde hareket eder. Klavuz hortumu veya borusu muhafaza kabı ile radyografik ışınlama konumu arasında döşenen ve radyoizotop kaynağı bu seyahati esnasında dış etkilerden koruyan bir özel ve geçici hattır. Hattın sonu kapalıdır ve radyoizo-

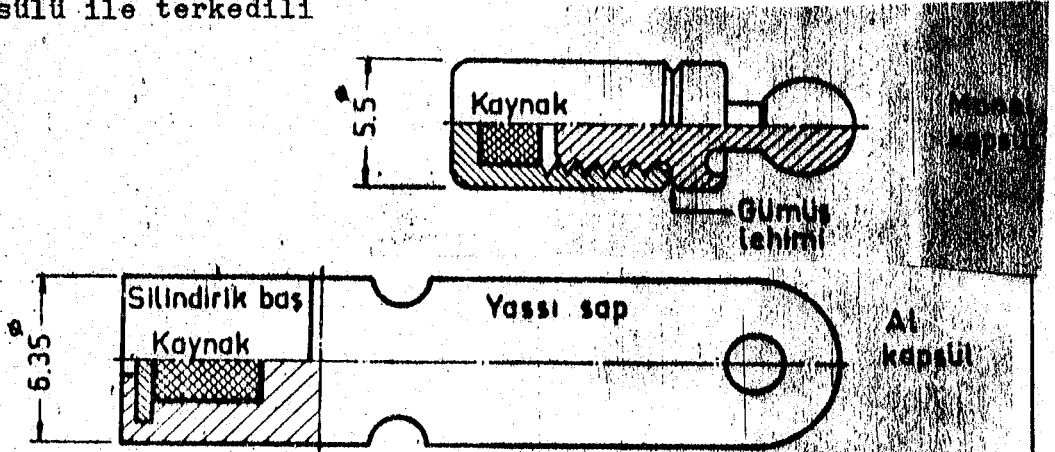
top buraya gelip dayanıncaya kadar sürülür.

Radyografik ışınlama bittikten sonra cihaz toplanırken kumanda kablosu ve klavuz boru cihazdan sökülüp ayrılır.

Görüldüğü gibi gamma radyografi cihazının elektriğe ihtiyacı yoktur. Elektrikten bağımsız oluşu onun sanayide seyyar şartlar altında kullanılmasında büyük kolaylık sağlar. Elektronik devreler ve göstergeler gibi narin parçaları yoktur. Sadece ve ucuz bir cihazdır. Bozulma olasılığı düşük ve bakım gereksinimi azdır. X ışını cihazlarına oranla hacimce küçük ve ağırlıkça hafiftir.

1.2. Radyoizotop Kapsülleri

Gamma radyografi kaynağı olarak kullanılan radyoizotoplar genellikle 1-2 mm çapında ve uzunluğunda küçük silindirlere sahiptir. Bu kadar küçük nesnelere uzaktan tutulmaları kumanda edilmeleri, taşıma ve aktarmalar sırasında kaybolmalarının temin olunmaları zordur. Bu nedenle radyoizotop silindircik biraz daha büyükçe bir kapsül içine konur ve piyasaya kapsüllemiş olarak çıkarılır. Kapsül bir daha açılmayacak şekilde kapatılır. Radyoizotop kullanılmayacak derecede zayıfladığı zaman gene kapsülü ile terkedilir.



Şekil 9 Radyografik gamma kaynağı kapsülleri

Yarı Ömür

Bir kaynağın radyoaktivitesinin yarıya inme zamanıdır. Her radyoizotop için değişik değerdedir.

Radyum (Ra) yarı ömrü 1622 senedir

Kobalt (Co⁶⁰) yarı ömrü 5,3 senedir

İridyum (İr) yarı ömrü 74 gündür

Sezyum (Cs) yarı ömrü 30 senedir

Yarı Ömür Formülü $T_{1/2} = \frac{0,693}{\lambda} \times A_n$

n inci yarı ömürde özgül aktivite: $\log A_n : \log A_n - n \times 0,301$
 $\log_{10} : 0,301$

Misal: 10 Mayıs 1967: 4,2 C (4200mc) aktivitesi olan bir iridyum 192 izotobu alalım. Bunun 22 Kasım 1967 de aktivitesi K: 196 gündür. İridyum 192 yarı ömrü 74 gün olduğuna göre $\lambda : 196/74 : 2,65$ dir.

$\log A_n : \log 4200 - (2,65 \times 0,301)$

İzotobun Aktivitesi $A_n : 668$ mc: 0,668 Curi eder. Gerek yarı ömür hesabında gerekse özgül aktivitenin hesabında en uygun yol bu hususta çizilmiş diyagramlar veya Radyo İzotobun kendine has özelliklerini taşıyan prespektüstür.

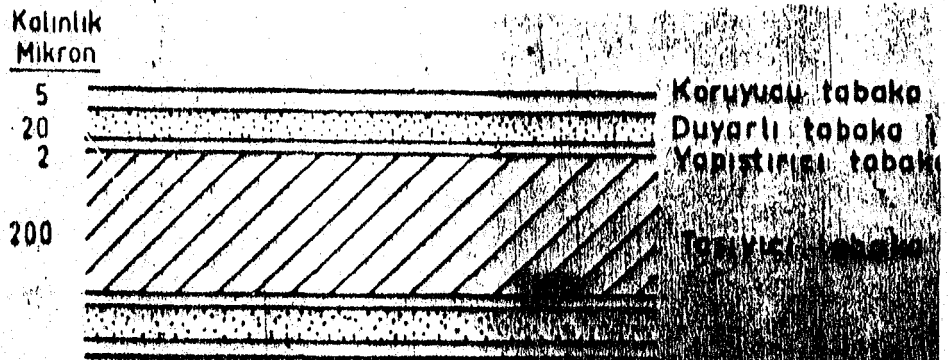
BÖLÜM 8:

Film görüntüyü kaydeden bir araçtır. Fakat bu amaçla kullanılabilen tek yegane araç değildir. Objeyi kateden ışınların getirdiği görüntü bir floresan ekran üzerine düşülerek görünür hale getirilebilir. Buna radyoskop adı verilir. Fluoroskopik görüntü doğrudan ekrana bakarak görülebileceği gibi kapalı devre televizyon sistemi ile uzaktan da seyredilebilir.

Radyografi film üzerine kayıt tekniğine verilen isimdir. Filmin üstünlüğü kalıcı bir görüntü öermesidir. Son zamanlarda radyografi kağıtları da kullanılmaya başlanmıştır. Filme nazaran ucuzdurlar, buna mukabil görüntü kalitesi daha kötüdür.

1.1. Filmin Yapısı

Şekil 9 radyografik filmin büyütülmüş kesitidir. Radyografik filmsimetrik bir yapıya sahiptir. Her iki yüzü duyarlıdır. Halbuki normal fotoğraf filminin yalnız bir yüzü duyarlıdır. Filmi oluşturan tabakalar aşağıda kısaca tanıtılmıştır.



Şekil 9. Radyografi filminin yapısı ve tipik kalınlıkları

1.1.a. Taşıyıcı Tabaka

Takriben 0,2 mm. kalınlıkta poliestere veya sellüloz triasetat malzemedendir yapılmıştır. Son derece sağlamdır. Yırtılmaz, yanmaz, su çekmez, deforme olmaz, asitten, bazdan ve sıcaktan etkilenmez. Uzun saklama esnasında, banyo sırasında ve kurutulurken filmin düzgünlüğünü koruması ve buruşmaması, üzerindeki duyarlı tabakanın çatlamaması, pullanmaması ve dökülmemesi için taşıyıcı yukarıda anılan özellikleri önem arzeder.

1.1.b. Duyarlı Tabaka

Görüntüyü zapt eden tabakadır. 10 mm mertebesinde kalınlığa sahiptir. 10 mm kalınlığında bir yapıştırıcı ile taşıyıcı tabakaya bağlanmıştır. Yine 10 mm mertebesinde bir jelatin tabaka ile dıştan korunmuştur.

Duyarlı tabakanın yapısında başlıca iki madde vardır. Bunlardan birincisi gümüş bromür (Ag Br) veya doğru deyimle "silver halide" kristalleridir. İkincisi jelatin matristir. Birinciler ışığa duyarlı taneciklerdir. İkincisi bunları bir arada tutan hamördür.

Ag Br taneciklerinin miktarı ve büyüklüğü filmin fotografik özelliklerini tayin eden faktörlerin başında gelir. Gümüş bromür miktarı arttıkça görüntüyü oluşturan fotokimyasal reaksiyonlar artar. Dolayısıyla belirli bir poz süresi zarfında daha fazla kararır, diğer deyimle fotografta yoğunluk sağlanır. Ag Br miktarı arttıkça filmin hızı artar.

1.1.c. Filmlerin Saklanması

Işık, ısı ve rutubet kullanılmamış filmi etkileyerek onun bozulmasına neden olur. İdeal olan filmin taze olması, uzun süre saklanmamasıdır. Film yapımcıları saklama süresi olarak aşağıdaki koşullar altında en fazla

1 sene önerirler.

Filmler darbelerle dayanıklı sert mukavvadan kutu içinde ayrıca birde ışık ve rutubet sızdırmayan jelatin torba içine konulmuşlardır. Dolayısıyla film kutusu açılmadığı sürece içine ışık ve rutubetin sızması doğaldır. Fakat sıcaklık filmi ambalajının üzerinden de etkiler. Saklama kurallarına riayet edilmeyen veya imalatçısının öngördüğü süreden daha uzun saklanan film bozulur. Filmin bozulması, banyosundan sonra, sis şeklinde kendini gösterir.

BÖLÜM 9:

Radyografik filmler bir ekran çifti ile sandviç yapılmış halde ışınlanırlar. Ekranın iki yarısı vardır. Birincisi görüntü getiren ışınların film üzerinde daha etkili olmalarını sağlamak ve böylece poz süresini kısaltmaktır. Zira incecik film üzerine düşen X veya gamma ışınlarının sadece % 1'den az bölümü film tarafından tutulabilir. Kalan çok büyük bölümü hiçbir fotografik etki bırakmadan filmi geçer gider. Ekranlar radyasyon altında ısıldayarak film üzerinde ilave etki yaparlar.

Endüstriyel radyografide kullanılan ekranların ikinci yararı saçılarak doğrultu değiştirmiş, rasgele yönlerden gelerek filmde sis oluşturan radyasyonu bir ölçüde tutarak, onların görüntüyü perdelemelerini azaltmaktır. Başlıca iki tip ekran vardır.

1. Metal Ekran

Endüstriyel radyografide metal ekranları kullanır. Hatta sözü daha da daraltarak münhasıran kurşun ekran (Pb) kullanıldığını söylemek fazla hatalı olmaz. Ancak çok yüksek enerjili ışınlarla, örneğin Kobalt-60 kaynaklı gammalarla, çelik veya bakır ekranlar tercih olunur.

Kısaca kurşun denen ekran aslında bir kurşun alaşımıdır: 94 kurşun ve %6 antimuan alaşımıdır.

Filmi arkadan saçılarak geri dönen ışınlardan korumanın bir başka çaresi, boyutları film ölçüsünde kalınlığı 3-5 mm olan bir kurşun arkalama levhasını arkadan dayamaktır. Bu levha kasetin dışında kaldığı, çıplak filmle temas etmediği için görüntü şiddetlendirme etkisi söz konusu olmaz, fakat arkadan geri dönen ışınları tamamen tutarak, filmin sislenmesini önler.

11. Tuz Ekranlar

Tıbbi radyografide kullanılır. Bir karton taşıyıcının bir yüzüne sürülmüş özel tuzlardan ibarettir. Bunlar kalsiyum-tungsten tuzu, banyum-kurşun-sulfat tuzu gibi kompoze tuzlardır.

Not: Daha geniş bilgi için "RADYOĞRAFİK MUAYENELER"
Prof.Dr.Nezihi ÖZDEN SGEM yayınları

Tablo 2. Ekran Cinsi ve Kalınlığı (BS 2600)

Işın Cinsi ve Enerjisi	E k r a n		
	Cinsi	Kalınlığı	
		Ön	Arka-minimum
X ışını, max 120 kV	Pb	Gereksiz	0,1
X ışını, 120-250 kV	Pb	0,025-0,125	0,1
X ışını, 250-400 kV	Pb	0,05-0,16	0,1
Ir-192, Cs-134,			
Cs-137	Pb	0,05-0,16	0,16
Co-60	St veya Cu	0,5-2,0	0,25-1,0 min-max

Tablo 3. Ekran Cinsi ve Kalınlığı (DIN 54 111)

Işın Cinsi ve Enerjisi	E k r a n	
	Cinsi	Kalınlığı(mm)
X ışını, max 100 kV	G e r e k s i z	
X ışın 100-150 kV	Pb	0-0,15
X ışını 150-400 kV	Pb	0,02-0,15
Obj e d < 30	Pb	0,02-0,15
Ir-192 Kalınlığı (mm) d > 30	Pb	0,10-0,20
Co -60	St veya Cu	0,20-0,40

Aynı nedenle, cidar kalınlığı çok değişen bir objenin radyografisinde de, tablodaki sınırlar içinde kalmak kaydıyla, kalın ön ekran kullanılmalıdır. Kobalt-60 radyografisinde söz konusu her iki standardın çelik veya bakır ekranlar önerdiğini tablolardan görüyoruz. Kurşun ekranın Kobalt enerjilerinde şiddetlendirme etkisinin hemen hemen kalmadığını üstelik çelik ve bakır ekranların bu enerjilerde daha kaliteli görüntü verdiklerini bir bölümden biliyoruz.

Ekranların Kullanılması ve Saklanması

Işınlama sırasında filmin ekran çifti arasına sıkı sandviç edilmiş olması esastır. Bu şekilde hazırlanan sandviç karanlık odada içine ışık sızdırmayan bir kaset içine konur ve radyografik ışıklama yapıldıktan sonra gene karanlık odada kasetten çıkarılarak film banyo edilir. Kurşun ekranlar yumuşak ve ağır oldukları için istenen yakın kolaylıkla sağlarlar. Onun için kurşun ekranları plastik kasetlerle (torbalarla) kullanmak mümkündür. Diğer tür ekranlar, özellikle tuz ekranlar, metalik kasetlerle kullanılırlar.

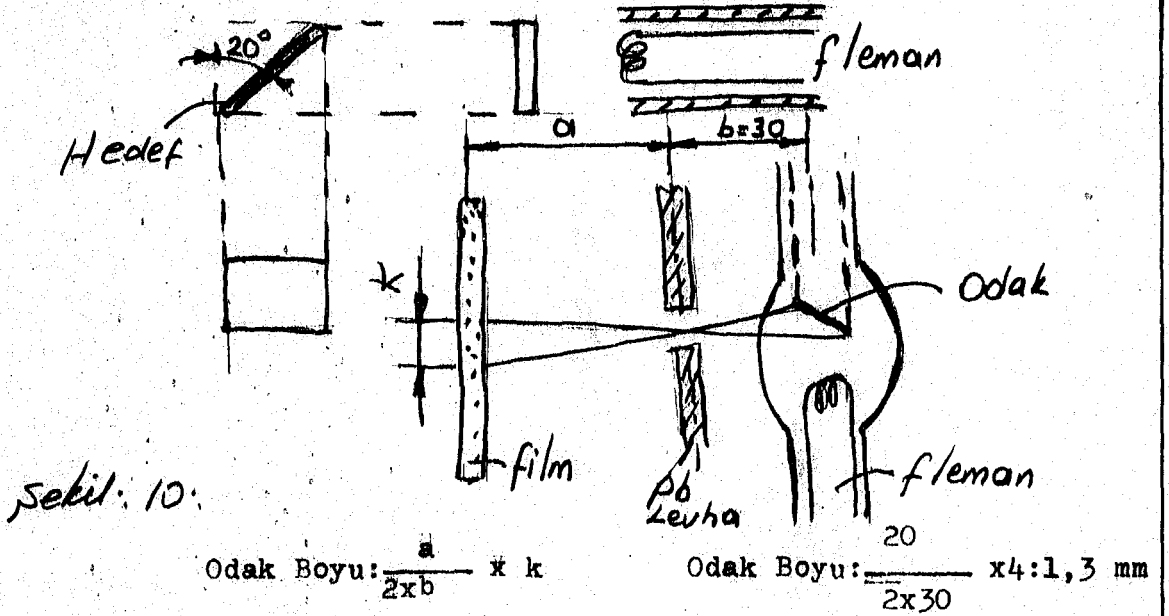
Ekran yüzeyi her türlü tuz, rutubet, yağ ve oksitten temiz olmalıdır. Bu gibi yabancılar görüntüyü lekelerdirirler. Oksitlenmiş, çatlamış ve delinmiş ekranlar görüntü üzerinde leke bırakırlar. Ekranların parlak ve narin yüzeyleri gerek saklama ve gerekse kullanma sırasında dış etkilere özenle korunmalıdır. Yüzey parlaklığını ve düzgünlüğünü yitirmiş ekranları kullanmamalıdır.

Kurşun ekran, kalınlık tablolarından görüleceği gibi, aslında ince bir zardır. Bir kartona yapıştırılarak rijitliği sağlar, katlanması, buruşması ve yırtılması önlenir. Ekran çiftinin kurşunları daima birbirine bakacak, yani parlak metal yüzeyler içte kalacak şekilde saklanır.

Odak Boyu Hesapları

Odak yüzeyi 20 mm ve 20 lik bir açı ile yerleştirilir. Film üzerindeki görüntünün hassasiyeti odağın boyutları ile ilgilidir. Bu ölçüler ışın enerjisinin dışına çıkmaz. Odak boyu verilmediği zaman norma göre hesaplanır.

Odak boyu hesapları



a: 20 mm b: 30 mm k: 4 ise yukarıdaki şekilde

bulunur.

Odak yüz alanları genelde 1 ile 20 mm² olup adağın
yüklenebilme kabiliyeti ölçüsü: Odak yükü/ odak yüz alanıdır.

Yüklenebilme kabiliyeti : $\frac{W}{S}$ dir.

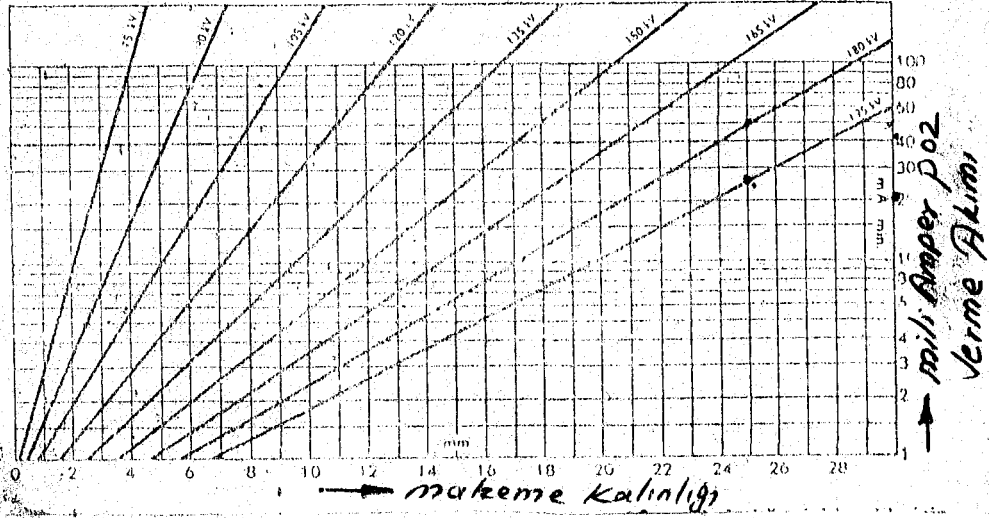
Odak yükü: W

Odak yüz alanı: S

BÖLÜM 10:

X ışını cihazları üç tipe ayrılabilirler:

1. Duvarları kurşun kaplı, muayene parçalarının giriş çıkması için kapıları bulunan kulübeler içinde küçük parçaların muayenesi için kullanılmak üzere imal edilmiş cihazlar.



Tablo 4: Xışınının nüfuziyeti cihazın voltajına tabidir.

Diyagramın 20 mm kalınlığındaki çelik için 180000 Volt(180 kV) veya 195000 Volt(195 kV) tüp voltajının gerekli olduğunu birinci halde 50 ikinci halde 25 mili Amper-dakika(mA-dakika) poz vermek icabettiğini göstermektedir. Yani mesela filaman akımı 20 mA seçilirse, birincisinde 50/20:2,5 dakika, ikinci halde 25/20:1,25 dakika poz vermek gerekecektir.

Burada teknisyen için bir tehlike mevcut değildir. Zira cihaz ancak muayene kulübesinin kapalı olduğu zaman çalışır ve X ışını neşreder. Gerilim 250000 volt kadar olabilir. Bir taşıyıcı kayış şerit üzerinde hare-

ket eden parçaların bir teknisyen tarafından muayene edildiği fluoroskopik tesisler de bu sınıftadır. Kabinenin kurşun zırh ile kaplı olması yanında teknisyenin parçaları muayene için baktığı cam levha da terkinbinde kurşun ihtiva eder.

2. Orta büyüklükte parçalar için kullanılan cihazlar. Bu cihazlar özel odalar içinde çalışır. Odanın kurşunla kaplı olması ve yan duvarlarının kalın oluşu dolayısı ile oda dışındaki personel radyasyondan korunur. Teknisyen içerde iken x ışını tübünün çalışmamasını temin eden münasip kapı kilit enterüptörleri mevcuttur. Gerilim 2.000.000 volta kadar olup yeni tipler inkişaf ettirilirse bu değer daha da yüksek olabilir.

3. Büyük ve ağır veya yerinden kaldırılması güç parçalar için hazırlanmış cihazlar. Bunlar iş parçasının bulunduğu yere getirilebilmelerini temin için hareket kabiliyetini haizdirler. 400.000 volta kadar gerilimler kullanılmıştır. Burada radyasyondan korunma, taşınabilir kurşun perdeler, personelin uzakta durması veya tüp etrafında koni şeklinde uzantılar konulması ile sağlanmaktadır. Bu cihazlar kamyonlar veya ray üzerinde hareket eden arabalar vasıtası ile taşınırlar. Kaynak ve döküm konstrüksiyonlar için geniş ölçüde kullanılmaktadır.

Net bir resim elde etmek için tüplerin mümkün olduğu kadar noktali ışını uzak mesafeden vermesi lazımdır. Halbuki ışın şiddeti mesafenin karesi ile azalmakta olduğundan elverişli bir ışınlandırma süresi ve hassasiyet elde etmek için ortalama bir mesafe seçilmiştir. Bu mesafe yaklaşık olarak 35 ile 75 sm arasında alınır. Çift tabakalı filmlerin her iki tarafına konan hassaslaştırma tabakaları ile ışınlandırma süresi önemli derecede kısaltılır, maamafih bu suretle hataları seçme imkanı a-

zalıdır, noktalı ışınlandırma veya dolasıyla uzak ışınlandırma mesafesi üstünlüğü tekrar kaybolur.

Işınların nüfuz kabiliyeti tüp gerilimine bağlıdır. 200 kv'lık bir tüp geriliminde nüfuz kabiliyeti çelikten parçalarda 80 mm bakırdan parçalarda 50 mm hafif alaşım ve keramikten parçalarda 400 mm'dir. Tüp gerilimlerinin arttırılması yani daha sert ışınların istihali ile daha kalın parçaların kabul edilebilir bir süre içinde tetkiki mümkündür. Maamafih sert ışınlarla ancak kaba hataların tesbiti sağlanır, zira bu esnada ışınların dağılması artar. Dağılma ışınlarına karşı siper levhalarının kullanılması bu mahzuru biraz artadan kaldırır- sa da o zaman ışınlandırma süresi çoğalır. Zamanımızın en büyük tüp gerilimi 500 kv dır.

Kolayca seçilebilen hataların hassasiyetle tesbiti için DIN 1914 " kaynak bağlantılarının röntgen ve gamma ışınları ile muayenesi için karşılaştırma sıraları de malzemenin kalınlığına tekabül edecek şekilde parça üzerine türlü çapta teller yerleştirilmektedir.

200 kv'lık küçük tesisler o derece hafiftir. Bütün donatım iki kişi tarafından kolayca taşınabilir.

Hassasiyet Dikkatli kontrollerli metal kalınlığının %1/2 ile 1 büyüklüğündeki boşluklar radyograf üzerinde tesbit edilebilir. Maamafih %2 lik bir hassasiyet çok daha kolay temin edilebilir ve A.S.M.E. kazan şartnameleri de bu hassasiyeti talep eder.

Cihazlar Alçak ve yüksek voltajlı cihazlardaki inkişaf- lar sayesinde, X ışınlar ile radyografi sahası son zaman- larda çok genişlemiştir. Neticede, değişik kalınlıklar- daki çeşitli malzemelerde her türlü problemin ele alın- bilmesi mümkün olmuştur. Cihazlarda çalışma voltajları şunlardır.

3.000-50.000 Volt Alüminyum ve magnezyumun ince kesitleri, palstikler, tahta, deri ve benzerleri gibi X ışınlarını nisbeten az absorbe eden malzemeler için kullanılır. Bu voltaj bölgesindeki cihazlar üstüste bindirilmiş alüminyum alaşımı levhalardaki nokta kaynaklarının muayenesi için bilhassa elverişlidir.

30.000-150.000 Volt Hafif alaşımdan dökümlerin daha kalın kesitlerinde bileşime tabi olmak üzere, alüminyumda 100 mm ye, magnezyumda 125-150 mm ye kadar kullanılabilir.

60000-250.000 Volt Hafif alaşımlarda daha kalın kesitler için ve ince çelik kesitler için kullanılır. Bu cihazlarla muayene edilen çelik kesitler 35 ile 45 mm arasındadır. Bakır alaşımlarındaki nüfuziyet ise çeliğinkinin 0,7 si kadardır.

400.000 Volt-50 ile 60 mm kalınlıktaki dökme ve hadelenmiş çelikler için kullanılır.

1.000.000 Volt-110 ile 125 mm ye, veya özel bir teknikle 150-175 mm ye kadar çeliklerin radyografisi için uygundur.

2.000.000 Volt- Bu cihazlar özel teknik ve süreler kullanarak 200 ile 300 mm kalınlığında çeliğin muayenesi için kullanılır.

BÖLÜM 11:

Radyografik çekimi ilk sorunlarından biri işe uygun film seçimidir.

Hızlı film kısa poz süreleri ile çalışmaya birim zamanda çok iş kaçırmaya, zayıf ışın kaynakları kullanmaya ve daha kalın objelerin radyografisini almaya imkan verir. Bir diğer deyimle küçük x ışını cihazlarının ve artık zayıflamış olan radyoizotların kapasiteleri hızlı film kullanmak suretiyle artırılır. Küçümsenemeyecek bu üstünlükleri nedeniyle çalışanlar hep hızlı film kullanmak eğilimindedirler. Buna karşın hızlı film üzerine alınan görüntünün, taneselliğinden dolayı, kalitesi düşük olur.

Standartlar ise mümkün olabilecek en yavaş filmle çalışmayı isterler. Onun için obje kalınlığına ve ışın enerjisine bağlı olarak kullanılabilen film hızını üstten sınırlamışlardır. Bu konuda iki ulusal yaklaşım örnek olarak zikredilecektir.

Tablo 5 Alman DIN 54 111 standardının verdiği film seçimi tablosudur. Tablo 2 ise Amerikan ASME standardının aynı konudaki tablosudur. Her iki tablo da birbirine benzer ilkelerle hazırlanmıştır. Objeye kalınlığına ve ışın enerjisine göre ışın enerjisine göre izin verilen en yüksek film hızı sınıfı belirlenmiştir. Daha yavaş sınıfların da kullanılması doğaldır.

Tablo 5 Film Seçimi (DIN 54 111)

Işın Cinsi ve Enerjisi	Obje Kalınlığı d (mm çelik)	Kullanılabilecek En Hızlı Film Sınıfı	
		Muayene Kategorisi A	Muayene Kategorisi B
X ışını max 150 kv		G3	G2
X ışını 150-400	d 50	G3	G2
	d 50		G3
Ir-192		G3	G2
Co-60	d 100		G2
	d 100	G3	G3

Tablo 6 Film Seçimi (ASME Section V)

Işın Cinsi ve Enerjisi	Kullanılabilecek En Hızlı Film Sınıfı					
	Obje kalınlığı (inç)					
	0-1/4	1/4-1/2	1/2-1	1-2	2-4	4-8

Çelik	Film Sınıfı - Malzeme Kalınlığı					
	0-1/4	1/4-1/2	1/2-1	1-2	2-4	4-8
X ışını 50-80 kV	3	4				
X ışını 80-120 kV	3	3	4			
X ışını 120-150 kV	2	2	3			
X ışını 150-250 kV	1	2	2	3	4	
X ışını 250-400 kV		1	2	2	4	4
Ir-192			2	2	3	
Co-60			2	2	3	
<u>Alüminyum</u>						
X ışını 50-80 kV	1	2	2	3	4	
X ışını 80-120 kV	1	1	1	2	3	4
X ışını 120-150 kV		1	1	2	2	3
X ışını 150-250 kV		1	1	1	2	3
X ışını 250-400 kV			1	1	2	3
Ir-192				1	1	2

Not: 1- Söz konusu standard da bronz ve magnezyum malzemeler için de benzer tablolar vardır.

2- Daha geniş bilgi için Radyografik Muayeneler
Prof.Dr.Nezihi Özden - SGEM yayınları

BÖLÜM 12 :

Radyografik çekimden sonra film karanlık odada bir seri banyodan geçirilir. Ancak bundan sonra film artık ışıktan etkilenmez ve üzerine ışınların kaydettikleri görüntü görülebilir hale gelir. Banyo sırası ve banyo işlemleri gelecek bölümde ele alınacaktır. Bu bölümde banyo malzemesi tanıtılacaktır.

Banyolar arasında özellikle iki tanesi, geliştirme ve tesbit banyoları, hayati önemi haizdirler. Bu ikisi olmadan görüntü oluşturmak mümkün değildir.

Geliştirme ve tesbit banyoları kimyasal banyolardır. Birtakım eczaların özel formüllere göre karıştırılmasından yapılırlar. Birincisi pH:10,4 dolayında alkali, ikincisi pH:4,2 dolayında asit ortamlardır. Diğer banyoların bazı eczalarla hazırlanması, ideal olmakla beraber sıkışık hallerde sadece su onların yerini alabilir, bundan dolayı görüntünün kalitesinde fazla kayıp olmaz.

Geliştirme ve tesbit banyoları film üretim şirketleri tarafından hazırlanmış olarak piyasaya sürülürler. Genellikle yapılan derişik (konsantre) çözelti halinde ki hazır banyoları sulandırarak kullanmaktır. Ancak hazır banyolar yaşlanmaya tabidir, bu nedenle uzun süre saklanmazlar. Saklama süresi olarak yapımcıları aylarla ifade olunan süreler önermektedirler. Bu nedenle hazır banyoları tıpkı filmlerde olduğu gibi, büyük partiler halinde alıp yıllarca saklamak olanaksızdır. Onun için ülkemizde endüstriyel radyografi banyolarını piyasada toz ecza olarak satılan aynı zamanda normal fotoğrafçılık banyolarında da kullanıldıkları için daha geniş pazarı olan, ham maddelerden bilinen reçeteler uyarınca hazırlamak gerekmektedir. Aşağıda hem bu eczalar, reçeteler ve hemde hazır banyolar çeşitli seçenekleriyle sunulmuştur.

1- Hazır Banyolar

Endüstriyel radyografi için bazı büyük üreticiler tarafından piyasaya sürülmüş hazır geliştirme banyoları Tablo 7 de topluca verilmiştir. Tabloda yer alan malzemeler banyo işlemin elle yapıldığı hal içindir. Otomatik banyolar için firmalar ayrı ayrı eczalar yapmışlardır.

Tablo 7 Hazır Geliştirme (Developman) Banyoları
(El Banyoları İçin)

Marka	Birincil banyo	Tazeleme banyosu	Fiziksel halı	Geliştirme süresi(20 C için dak)
Kodak	DX-80	DX-80 R	Derişik sıvı	4
	D-19	D-19 R	Toz	5
Agfa	G 127	G 127	Derişik sıvı	5
Gevaert	G 150	G 150	Derişik sıvı	5
3 M	R X 41		Derişik sıvı	4
	R X L 4		Derişik sıvı	5
Du Pont	Cronex X1 HD	Cronex X1 HD Replenisher	Konsantre sıvı	5

Otomatik banyolar için eczalar farklıdır.

Tabloda yer alan hazır banyoları kullanmak için yapılacak bütün iş bunlarınuygun oranda sulandırılmasından ibarettir. Banyoya hangi oranda su katılacağı ambalajının üzerinde yazar. Banyo beklemekten ve kullanılmak-

tan bozulur. Banyoyu her dem taze tutmak için içine zaman zaman tazeleme banyosu katılır. Tazeleme banyosu bazı firmalarda (örneğin Kodak, Du Pont) birincil banyodan farklı bir formüle sahiptir, dolayısıyla ayrıca satılır. Diğer bazılarında (örneğin Agfa-Geveart) birincil banyo daha az sulandırılmış olarak tazeleme banyosu olarak da kullanılır.

Tablo 2 Hazır Tesbit Banyoları (El banyosu için)

Marka	Tesbit Banyosu	Sertleştirici Katkı	Fiziksel Hali
Kodak	F X-40	H X-40	Derişik sıvı
	Unifix	--	Toz
Agfa Geveart	G 321	Aditan	Derişik sıvı
	G 334	Aditan	Derişik sıvı
3 M	F X L	H X L	Derişik sıvı
	F 1	F 11	Toz

2- Tesbit Banyosu Eczaları

Tesbit banyosu aşağıdaki ecza gruplarınının karışımı ile hazırlanır. Banyo içinde her grup malzemeden beklenen ödev başkadır.

Tesbit eczaları, Sodium thiosulphate (hypo), Ammonium thiosulphate film üzerinde ışın almamış "silver halide" kristalleri ile suda eriyebilen bileşikler yaparlar. Bu sayede onların yıkama sırasında film üzerinden uzaklaştırılmalarını sağlarlar.

Not: 1- Otomatik banyolar için eczalar farklıdır.

2- Daha geniş bilgi için " Radyografik Muayeneler"
Prof.Dr. Nezihi Özden SGEM yayınları.

3- Filmin Banyo Edilişi

Film ışınlandığı kasetten çıkarılır, paslanmaz çelik askıya takılarak geliştirme banyosu içine daldırılır. İlk 15 saniye ve daha sonra her dakika başına 5 saniye film çalkalanır. Kalan zamanlarda film kendi haline hareketsiz bırakılır. Çalkalama filmle banyo sıvısı arasında bağıl bir harekettir. Film elle çalkalanması yerine, banyo sıvısı içine bir inert gaz (en ucuzu azot) basınçla azar azar üflenmek suretiyle sıvı karışması sağlanabilir. Azot üfleme yapılıyorsa ayrıca elle çalkalamaya gerek kalmaz. Çalkalama bir düzen içinde ve canlı hareketlerle yapılmalıdır. Çalkalama sırasında film kılıcına hareket etmeli, filmin geniş yüzü kuvvet alacak doğrultuda hareketten kaçınmalıdır.

3-a- Tesbit Banyosu

Poz verme sırasında film üzerine kaydolunan saklı görüntü tesbit banyosunda görünür görüntü haline dönüşür. Hiç ışınlanmamış bir film doğrudan tesbit banyosuna daldırılırsa üzerine sürülmüş tüm Ag Br gider ve geriye filmin transparan polliester taşıyıcı tabakası kalır. Böyle denenmiş film üzerinde aslında bir miktar kararına daima kalır. Kimyasal sis adı verilen ve film yaşlandıkça artan bu kararmanın belirli bir sınırdan fazla olmaması istenir. Örneğin DIN 54 111 kimyasal sisin D:0,3 yoğunluktan fazla olmamasını şart koşar.

Kodak Tesbit banyoları hakkında şu örnekleri verir.

Banyonun Cinsi	Banyoda Bekleme Minumum Süre (dak)
FX-40	3 dak
Unifix	5 dak
F-5	10 dak

Tesbit banyoları 18-24 °C sıcaklıkta tutulması gerekir. Beher litre banyo sıvısı başına 1 m film tesbit olunur. Bu durum aşılsa banyo eczası yenilenmelidir. Tesbit işlemi yeni banyoya nazaran 2,5 dakika daha fazla ise banyo sıvısı yenilenir. Bunlar Agfa-Geveart tarafından verilen kuraldır.

3-b- Yıkama

Film tesbit banyosundan sonra yıkamatankına alınır. Yıkama suyu sıcaklığı kritik değildir. Ancak 10 C sıcaklığın altına düşmemelidir. Film üzerindeki emülsiyonun yumuşayıp hasar görmemesi için de su sıcaklığının 24 C aşmaması gerekir. Sıcak su emülsiyonu eritip alır, film çıplak poliester halinde kalır. Doğal olarak görüntü de bu aradan silinir gider. Film yıkama süresi 10 ile 20 dakarasındadır.

3-c- Kurutma

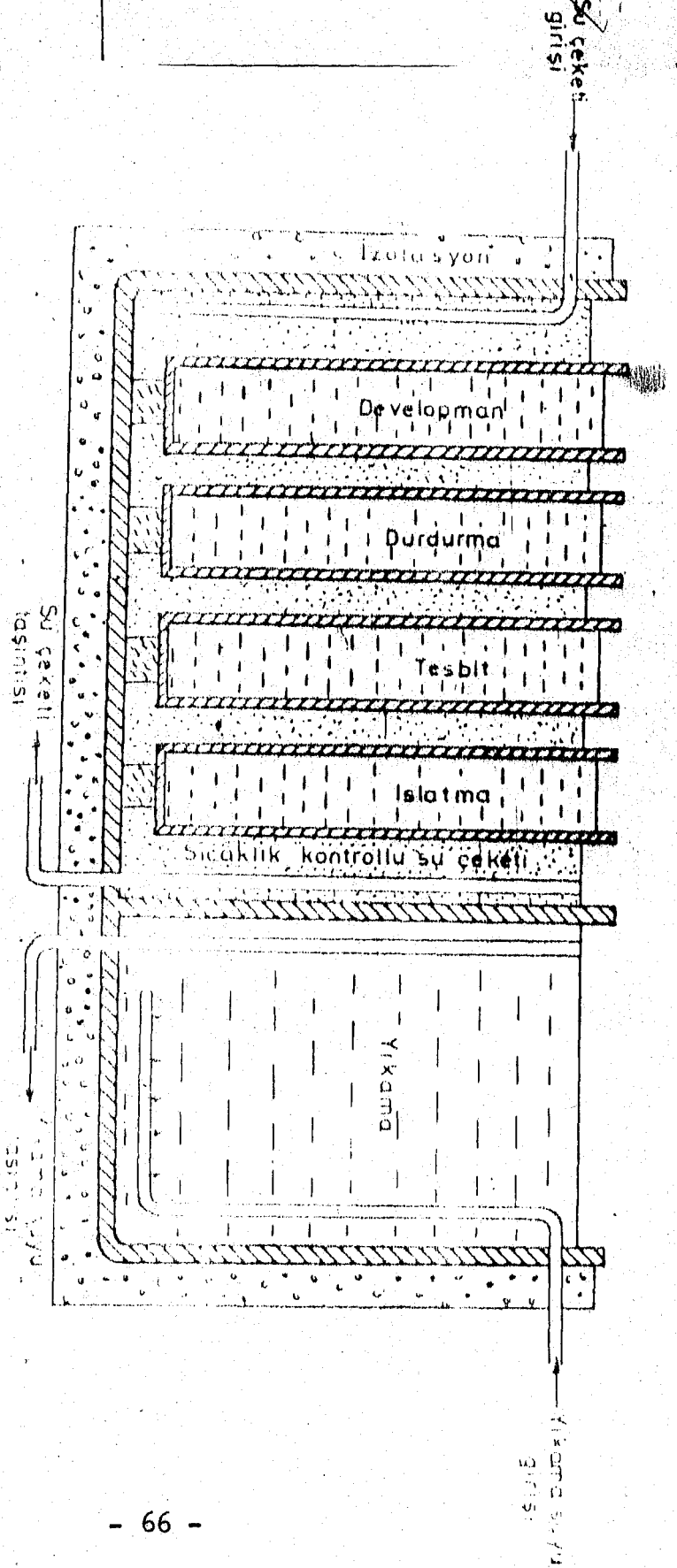
Filmler tozdan ve sair çizicilerden uzak ortamlarda özel klima dolaplarında kurutulmalıdır. Burada kurutma sıcaklığı 40 C önerilmektedir. Elektrik direnç ısısının bir aspiratörle dolaptan geçirilmesi süreti ile kurutma dolapları yapılır.

3-d- Karanlık Oda

Filmin tesbit banyosunda temizleme işlemi bitinceye kadar ışıktan korunması gerekir filmi etkilemeyen ona zarar vermeyen ışık yoktur. Bunun için radyograf flimi tesbit işlemi sonuna kadar kırmızının ötesinde koyu kahve rengi gözün algılayabileceği dalga boylu ışıkla karanlık odanın aydınlanması gerekir.

X ve (gamma) ışını ile ışınlanmış filmin henüz ışınlanmamış taze filme nazaran hatalı aydınlanmadan daha fazla müteessir olur.

Şekil - 4 - Radyograf Banyo Tanklarının Sıvı İçerikli Kesiti



BÖLÜM 13:

Kalite bir bedel karşılığı elde olunan değerdir. Kalite üzerinde titizlik maliyeti arttırır. Bütün üretim çeşitleri için söylenen bu kural radyografi üretimi için de geçerlidir. Uygulanan radyografi tekniğinin kalitesini yükseltmek uzman personel kullanmayı, daha büyük cihaz ve malzeme yatırımı yapmayı, birim zamanda üretilebilecek en fazla radyograf sayısını sınırlamayı gerektirir. Bunların hepsi işi daha pahalı kılar.

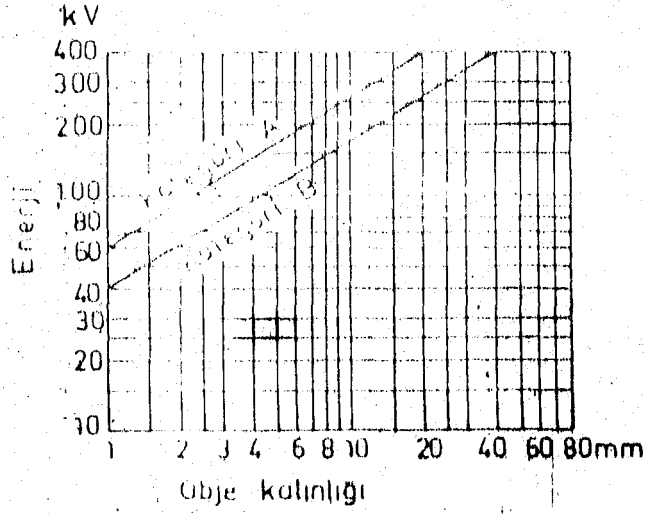
1- Uluslararası Radyografi Standardı

Radyografik muayene teknikleri aşağıdaki üç sınıfa ayrılmıştır.

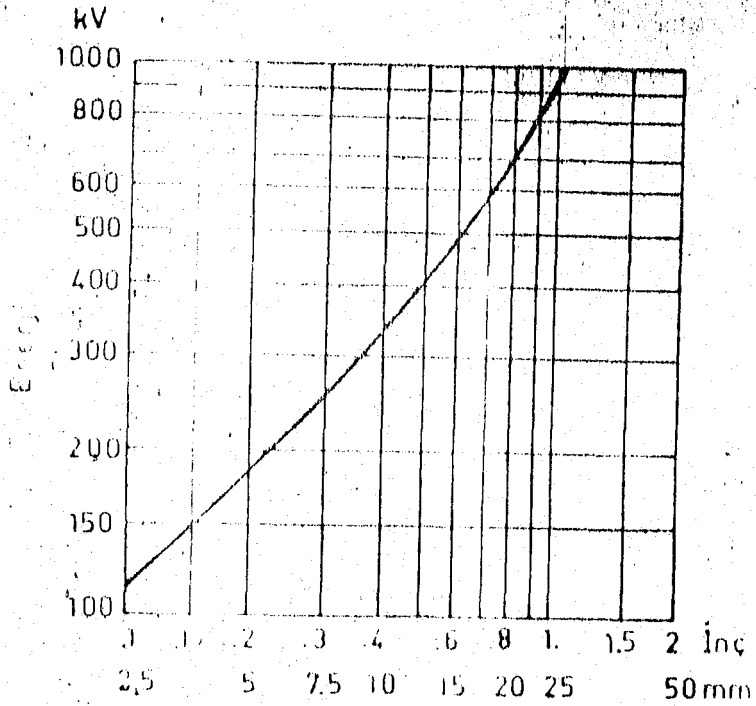
Sınıf A: X ışını muayenesi için genel teknik genellikle yumuşak ve düşük alaşımlı çeliklere uygulanır.

Sınıf B: Daha duyarlı x ışını tekniği daha önemli ve zor hallerde veya sınıf A tekniğin gözden kaçırma olasılığının bulunduğu hataların varlığı halinde kullanılır. Bu teknikte yalnız ince-taneli filmler ve kurşun ekranlar kullanılır dolayısıyla daha uzun poz süreler gerektirir, bazan sınıf A için gerekli cihazlardan daha yüksek voltajlı cihazlar gerekebilir.

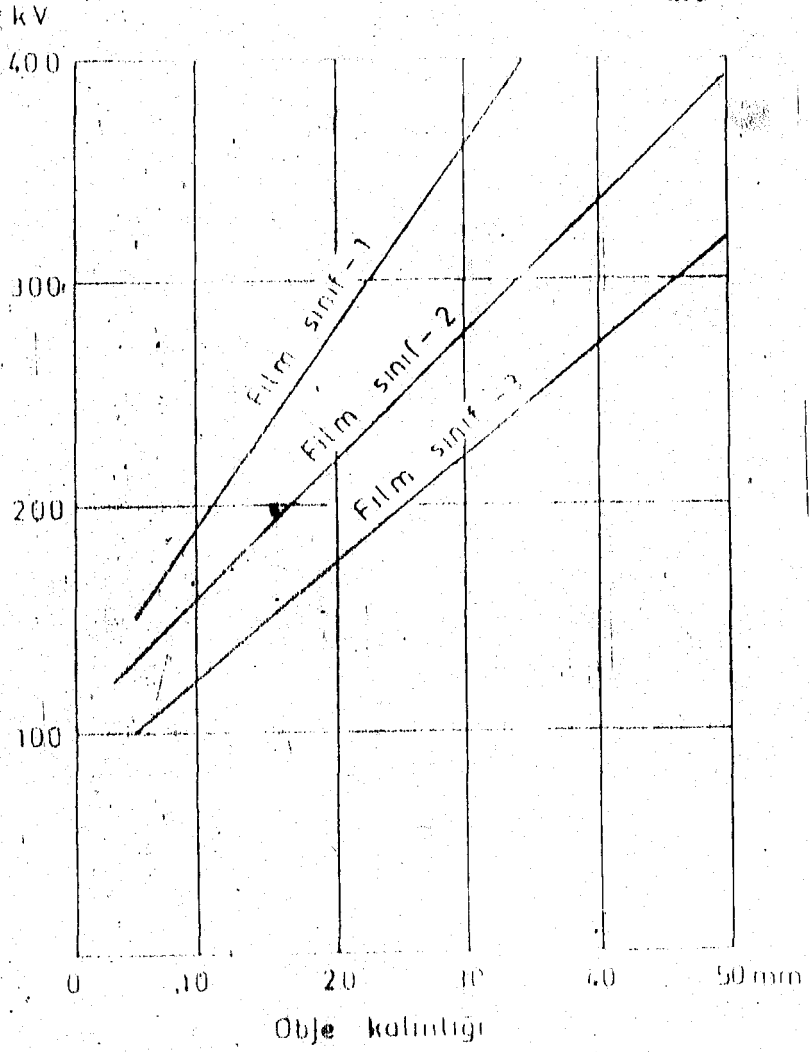
Sınıf C: Bu sınıf gamma ışınları ile muayene sınıfıdır. Şunun bilinmesi gerekir ki, en iyi gamma tekniği ile ulaşılabilecek hata algılama olasılığı daima sınıf A'nın altında kalır. Dolayısıyla gamma ışınlarının kullanılmaları yalnızca X ışınlarının kullanılmasının çeşitli nedenlerle (örneğin şekil kalınlık ve yaklaşmanın) imkansız olduğu hallere inhisar etmelidir. Raporda gamma ışını kullanıldığı belirtilmeli ve kaynağın bütün ayrıntıları verilmelidir



Şekil - 12 Çelik kalınlığına bağlı olarak maksimum X-ışını enerjisi (DIN 54111)

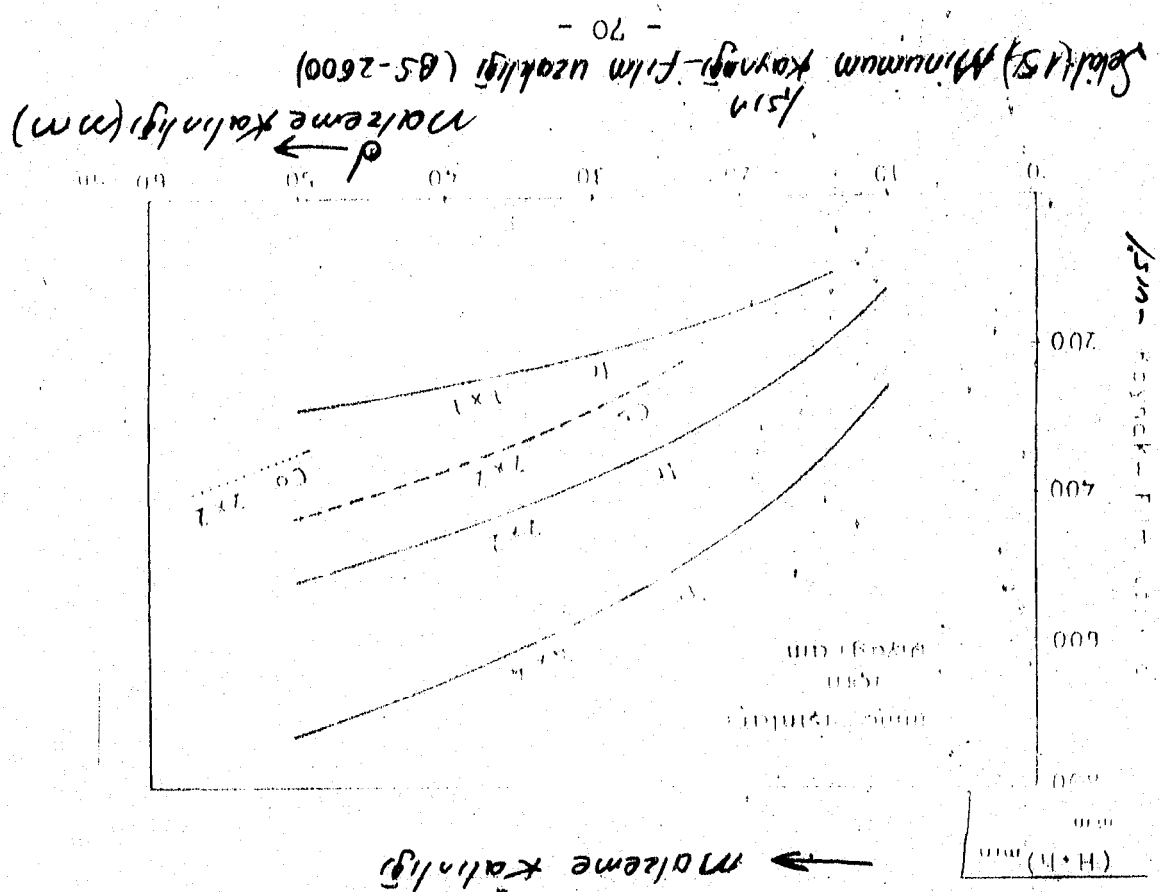
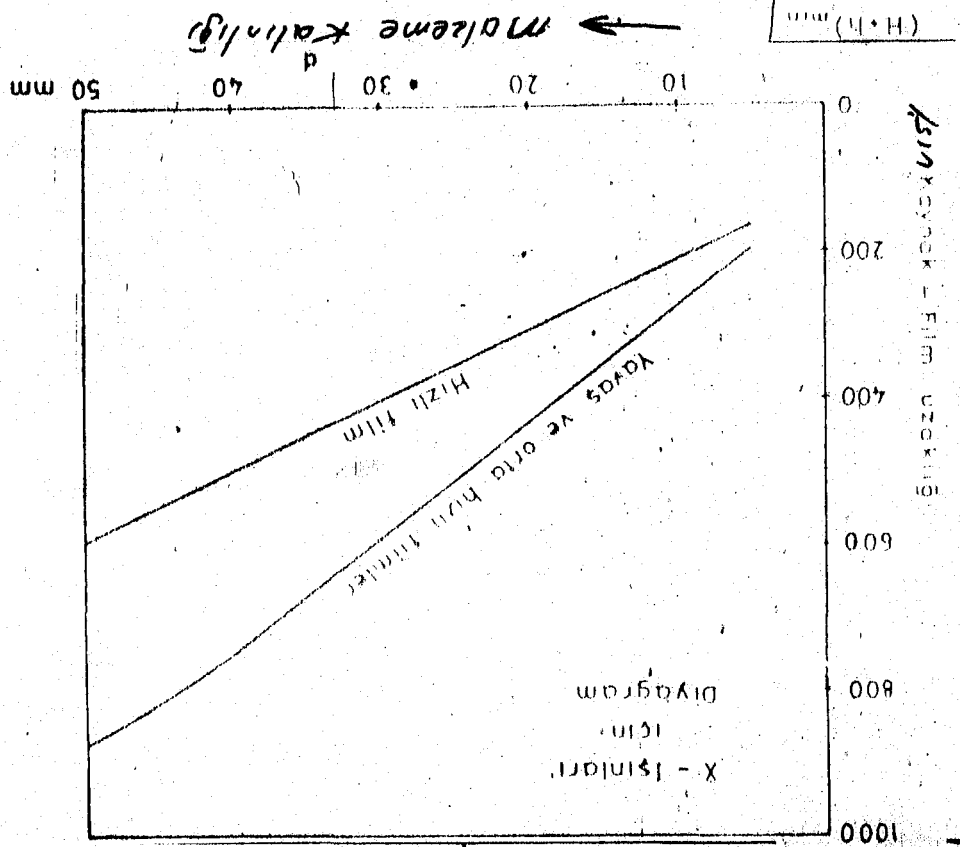


Şekil - 13 Çelik kalınlığına bağlı olarak maksimum X-ışını enerjisi (ASME Section V)

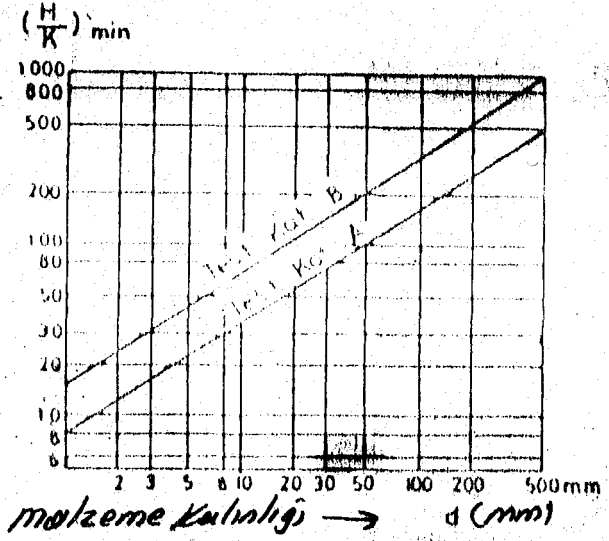


Çelik kalınlığına bağlı olarak maksimum X-ışını enerjisi (BS 2600.)

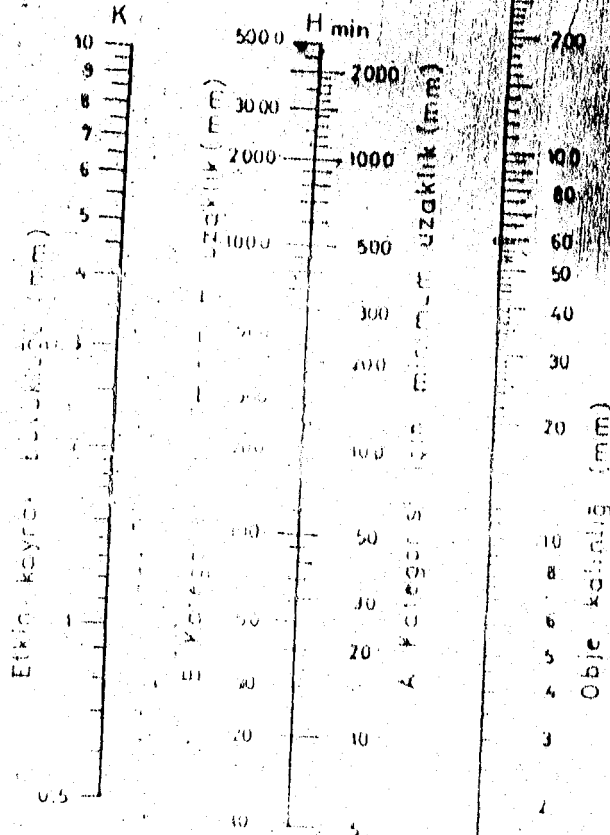
(h): Odak ile
Makeme
uzaklığı (mm)
(h) = film -
Makeme
uzaklığı



*K: Isın Odajı
büyüklüğü (mm)
(Odak Çapı)*



Gratik



Nomogram

Yeni **46** Etkin kaygı... uzaklık (mm)

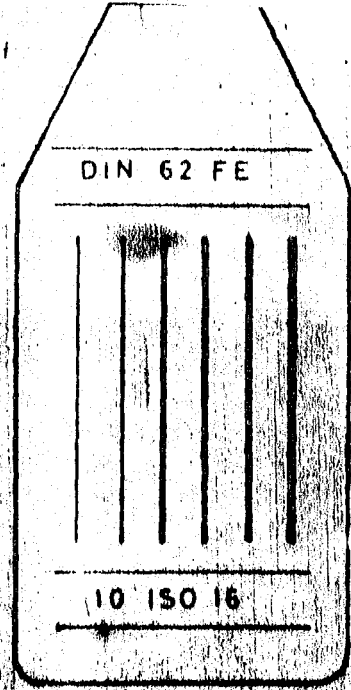
Ayrıca... Grafik ve...

BÖLÜM 14:

1.Q.1. İngilizce Image Quality Indicator sözcüklerinin baş harfleridir. Görüntü kalitesi işareti anlamına gelir. Görüntü kalitesini saptamada kullanılan işaretlere önceleri penetremetre adı verilmiştir. Bu deyim halen de yaygın olarak kullanılır. Fakat sonradan ismi IQ.I. olarak değiştirildi. Artık standartlarda ve resmi yazışmalarda bu isimle anılır.

Telli Penetremetreler

Alman penetremetresidir. DIN 54 109 ile 1962 yılında standartlaştırılmıştır. Ayrıca Uluslararası Standartlar Enstitüsü (ISO) tarafından da kabul edilerek uluslararası geçerlilik



Şekil: ~~A~~ Telli penetremetreden bir örnek
50 mm uzunluğunda 7 paralel tel
5 mm ara ile sıralanmıştır

Şekil 17 Bir telli penetremetreyi gösterir. 5 mm ara ile konmuş, farklı kalınlıkta ve birbirine paralel 7 telden oluşur. Tel boyu uzun tiplerde 50 mm, kısa tiplerde 25 mm dir. Hepsi bir plastik veya lastik kılıf içindedir. Penetremetre tellerden başka kurşun harflerle yazılmış aşağıdaki işaretleri ihtiva eder.

- DIN 62 İlgili DIN numarasının kısaltılmış şeklidir.
Pe Penetremetre malzemesini gösterir.
10 ISO 16 Uluslararası satandardlar enstitüsü işareti ISO ile en kalın ve en ince tel numaralıdır.

Telli penetremetreler üç kalınlık kademesine ayrılmıştır. Bir başka deyimle kalınlıkları 0,1-3,2 mm arasında değişen 16 tel üç gruba bölünerek herbiri 7 telden oluşan 3 penetremetre kademesi teşkil olunmuştur.

Her penetremetre kademesinin ihtiva ettiği tel numaraları ve çapları Tablo 1 de gösterilmiştir.

I.Q.I Kademeler	Tel Numaraları ve çapları (mm)						
	1	2	3	4	5	6	7
1/7	3,2	2,5	2,0	1,6	1,25	1,0	0,80
6/12	6	7	8	9	10	11	12
	1,0	0,80	0,63	0,50	0,40	0,32	0,25
10/16	10	11	12	13	14	15	16
	0,40	0,32	0,25	0,20	0,16	0,125	0,100

Tablo 9 Tel Tipi I.Q.I (Telli Penetremetre)

1.a. Telli Penetremetre ile Radyografik Duyarlığın Tayini

Görüntü üzerinde, özellikle görüntünün ilgilenilen bölümünde, örneğin kaynak radyografisinde tam kaynak di-kişi üzerinde, fark olunabilen en ince telin görüntüsü saptanır. Bu telin kalınlığı objenin o noktadaki kalınlığına oranlanır. Yani

$$\text{I.Q.I. duyarlığı ()} : 100 \times \frac{\text{Görülebilir en ince tel çapı}}{\text{Obje kalınlığı}}$$

Örnek:

14 Görüntüde farkedilebilir en ince tel numarası olsun. Tablo 1 den bu telin çapı 0,16 mm dir.

$$\text{I.Q.I. duyarlığı} : 100 \cdot \frac{0,16}{8} : 2 \%$$

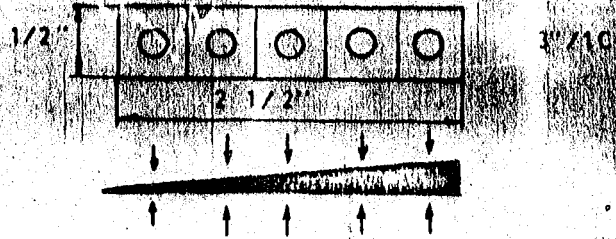
Örneğimizde radyografik duyarlık yüzde ikidir.

1.b. Delikli Penetremetreler

Amerikan A.S.T.M. penetremetreleridir. Şekil 2 de böyle bir penetremetreyi göstermektedir.

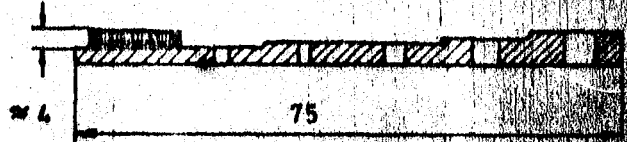
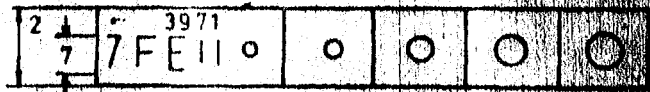
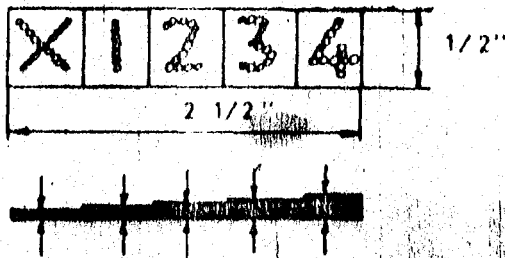
Penetremetre 1/2" x 1 1/2" boyutlarında ve üzerinde 3 delik ihtiva eden bir küçük şerittir. Penetremetrenin kalınlığına T denirse deliklerin çapları duruş sırasına göre 4 T, T ve 2 T dir. Penetremetre üzerine tanıttırma işareti, şekilde 1.0. rakamı, kurşunla yazılmıştır. Bu, aynı zamanda penetremetrenin ineh olarak kullanılması önerilen obje kalınlığını gösterir. Penetremetrenin kendi kalınlığı T, kullanılması önerilen obje kalınlığının % 2 dir. Penetremetre üzerinde bir son işaret kenarlarına açılmış çentiklerdir. Çentiğin yeri ve sayısı penetremetrenin kullanılacağı (aynı zamanda yapıldığı) malzemeyi, Amerikan standardındaki sınıfı ile işaret eder. Şekil 2 de penetremetre bu çentiklerle çizilmiştir.

Amerikan A.S.M.E. penetremetresi

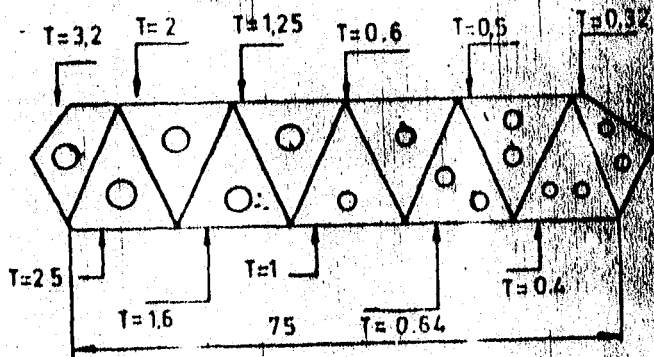
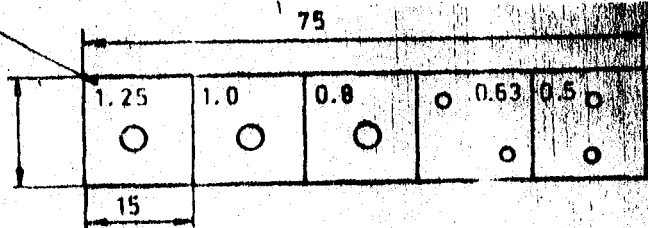


BWRA

İngiliz

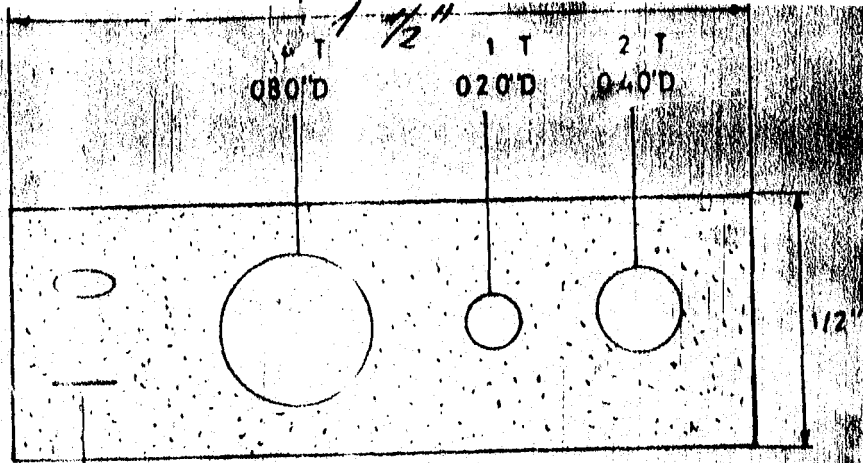


Basamak kalınlıkları



Sekil - 2/18 Basamaklı penetremetreler

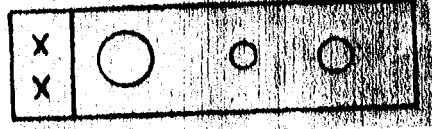
75



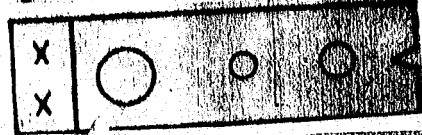
Tanıtma İşareti

Şekil-23.2 Delikli düz seri şeklindeki ASTM Penetrometresi

GRUP 1 Malzeme için



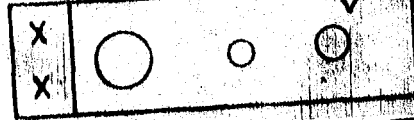
GRUP 2 Malzeme için



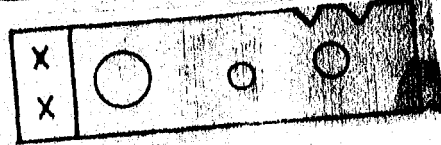
GRUP 3 Malzeme için



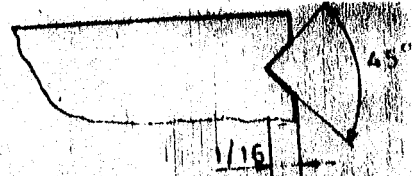
GRUP 4 Malzeme için



GRUP 5 Malzeme için



Çentiğin İclayı

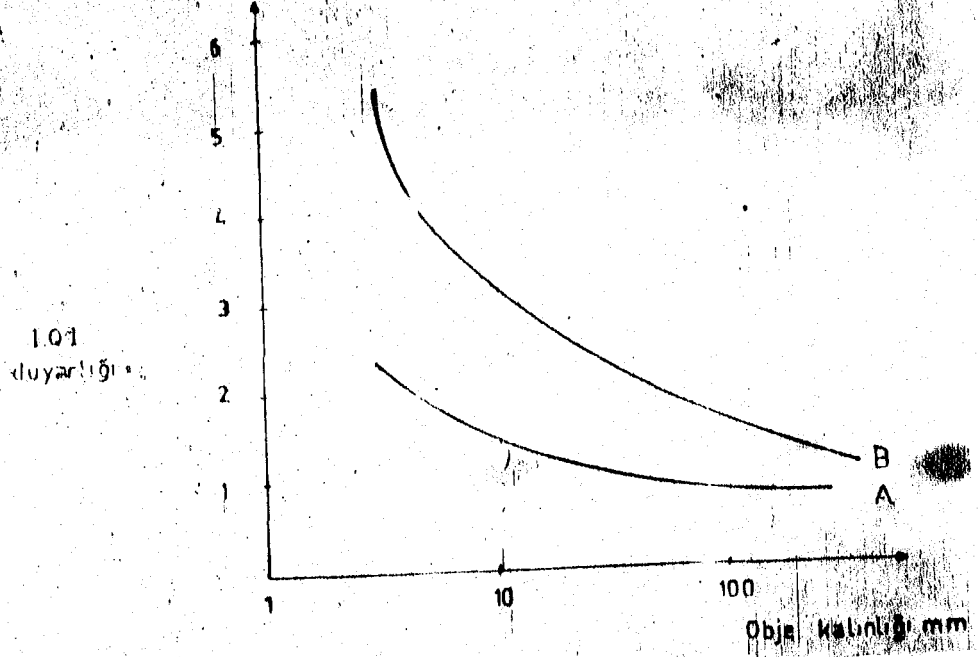


Şekil (20) ASTM penetremetresinin çentikleri ve Amerikan malzeme standardına göre taşıdığı anlamlar

2. Panetrementrenin Yerleştirilişi

Panetrementre ışınlama esnasında objenin kaynak tarafına ve filmin kenarına yakın bir konuma yerleştirilir. İnce tel veya ince basamak filmin kenarına dönük olmalıdır. Yerleştirmede güdülen amaç panetrementrenin en gayri müsait konumda bulunmasıdır. Objenin kaynak tarağı parçanın filme en uzak yüzeyidir. Bu yüze konan panetrementre filme en uzak yüzeyidir. Yüze konan panetrementre filma parça içindeki bütün hatalarıdan daha uzak olacaktır. Dolayısıyla hata algılama duyarlığı I.Q.I. duyarlığından daha iyi olacaktır. Bu kuralın aksine obje ile film arasına konan panetrementrenin verdiği duyarlığın anlamı yoktur. İyi düzenlenmiş bir ışınlama geometrisinde demet eksenini normal olarak filmin merkezinden geçmelidir. Demet ekseninde radyografik duyarlık en büyüktür. Demet (dolayısıyla film) ekseninden kenarlara doğru radyografik duyarlık azalır. Panetrementre yardımıyla kenarlardaki duyarlık ölçülürse film ortalarındaki duyarlık haliyle daha iyi olacaktır.

Kısa filmlerde bir panetrementre yeterlidir. Fakat 48 cm lik uzun filmlerde iki başa birer panetrementre koymak gerekir. Kaynak dikişlerinin radyografisinde telli panetrementreler doğrudan doğruya kaynak üzerine ve teller kaynak dikışı eksenine dik doğrultuda konur. Basamaklı veya basamaksız şerit şeklindeki diğer panetrementreler, kaynak dikişinin hemen yakınına ve ona paralel konur, şerit panetrementrenin altı kaynak kepinin ilave yüksekliğine eşit bir metal levha ile beslenir.



Şekil 24 I.Q.I duyarlılığının malzeme kalınlığı ile değişimi A telli penetremetre B basamaklı BS penetremetresi eğrileridir.

Halbuki malzeme hataları çeşitlidir. Bu nedenle I.Q.I yaklaşımını bellibaşlı malzeme hataları yönünden ele almada yarar vardır.

3. Hataya Göre Panetremetre Tesbiti

3.a. Çatlak

Çatlak ve benzeri lineer hataları algılama duyarlılığına en yakın I.Q.I duyarlılığını telli penetremetreler verir.

3.b. Porozite

Küçük porozite ve gaz boşlukları gibi küresel hataları algılama duyarlılığına en yakın I.Q.I duyarlılığını delikli (düz veya basamaklı) penetremetreler verir.

3.c. Kanalcıklar

Küçük çaplı ve silindirik kesitli kanal tipi hataları algılama duyarlılığına en yakın I.Q.I. duyarlılığını tel-

11 penetremetreler verir.

3.d. Büyük Hacimli Hatalar

Obje içinde büyük hacimli boşluklar, buldukları kesitte o nisbette bir malzeme kaybını temsil ederler. Görüntüde en belirgin işaretleri, verdikleri kontrastır. Görüntünün keskinliği (sharpness) tanım için ikinci derecede önemlidir. Bu tür hataları algılama duyarlığına en yakın I.Q.I. duyarlığını basamaklı penetremetreler verir.

Sonuç şudur: Gerçek hata algılama duyarlığına yaklaşımda her tip penetremetrenin üstün tarafları vardır. Binaenaleyh radyografik kaliteyi temsil etmek konusunda bir tip penetremetreyi diğerlerine tercih etmek mümkün değildir. Ancak şurasını da unutmamak gerekir ki mevcutlar arasında telli penetremetreler en tehlikeli malzeme hatalarını (lineer hataları) algılama duyarlığına daha uygun düşen bir yaklaşımdır.

BÖLÜM 15:

1. Özel Okuma Cihazı

Radyograflar bu iş için özel yapılmış cihazlarda okunmalıdır. Radyografı rastgele bir ışığa tutarak okumaya çalışmak sakıncalı bir davranıştır. Böyle yapılırsa onun ihtiva ettiği bilgilerin bir kısmını gözden kaçırmak ve dolayısıyla radyografı eksik değerlendirmek olağandır.

Şu hususu unutmamak gerekir: En ciddi sayılan ve hiçbir şekilde tolere edilmeyen lineer malzeme hataları, örneğin çatlak, kaynakta yan cidara kaynamama hataları ve benzerleri, maalesef radyografide gözden kolay kaçabilen düşük kontrastlı, belli belirsiz çizgiler şeklinde görüntü verirler. Radyograf üzerinde hemen göze çarpan hacimsel malzeme hataları, örneğin gözenek (porozite), curuf ve benzerleri, ise daha az tehlikeli addedilen ve bir dereceye kadar hoş görülebilen hatalardır.

Radyograf okuma cihazı bir ışıklı kutudur. Radyografin üzerine konduğu ekranından yüksek şiddette ışık verir. Işık şiddeti ekranın her noktasında aynıdır. Böylece fotografik yoğunluk farklarının algılanma olasılığı filmin her yerinde aynıdır.

Film yüzeyinin aydınlığı azaldıkça gözün küçük kontrastları ve detayları algılama yeteneği haliyle azalır. Bu nedenle radyografin aydınlığı 30-100 mum/m mertebesinde olmalı fakat hiçbir zaman 10 mum/m aydınlığın altına inmemelidir.

2. Hata Sınıfları ve Standartları

Görüntü % hassasiyet: $\frac{\text{Görülen en ince telin çapı (mm)}}{\text{Muayene edilen malzeme kalınlığı}} \times 100$

Tel Numarası	Muayene edilen malzemenin kalınlığı	
	Hassasiyet sınıfı: I	Hassasiyet sınıfı: II
1	0-30	0-25
2	30-60	25-50
3	60	50-100
4	-	100

Tablo 1 Kaynak dikişlerine ait radyografideki hataların değerlendirilmesi sınıflandırılması

Hata Cinslerinin görünüşü Standart Renkleri

1.1.W.V-numaralı kaynağın muayene ve kontrolü tarafından hazırlanan kaynak radyagrafleri referans koleksiyonunun da çeşitli, çeşitli hataları önemiyetine göre 5 guruba ayrılmıştır.

1. Siyah (Homojen kaynak dikişi): Homojen kaynak dikişi veya dağınık çok küçük birkaç gaz kabarcığı kapsayan dikişi (Aa, Ab gibi)

2. Mavi (çok hafif süreksizlik hataları) bulunan dikişi)
Gaz kabarcığı, curuf kalıntıları ve yanma olukları ve kökteki nufuziyet ve çok hafif süreksizlik hatalarının bulunduğu kaynak dikişleri (Ba'dan Bf kadar ve F gibi)

3. Yeşil (küçük süreksizlik hataları bulunan kaynak dikişi)

Gaz kabarcıkları, curuf kalıntıları, yanma olukları ve kökteki nufuziyet azlığı gibi küçük süreksizlik hatalarının bir veya bir kaçının bir arada olması (D gibi)

4. Kahverengi (Belirli süreksizlik hataları bulunan kaynak dikişi):

Gaz ve curuf kalıntıları, yanma olukları, kökteki nufuziyet azlığı ve erime noksanlığı gibi belirli süreksizlik hataların kapsayan kaynak dikişleri(C)

5. Kırmızı (Büyük süreksizlik hataları bulunan kaynak dikişi):

Gaz ve curuf kalıntıları, yanma olukları kökte nufuziyet azlığı ve erime noksanlığı ve çatlaklar gibi büyük süreksizlik hatalarının bir veya bir kaçının bir arada olduğu kaynak dikişleri (Ea,Eb gibi)

Boy 19,05 mm uzun olan kalınlıklar kabul edilmez ve 6,3 mm den kısa kalıntılar red sebebi olmaz.

API 650 Göre Radyografin Değerlendirilmesi

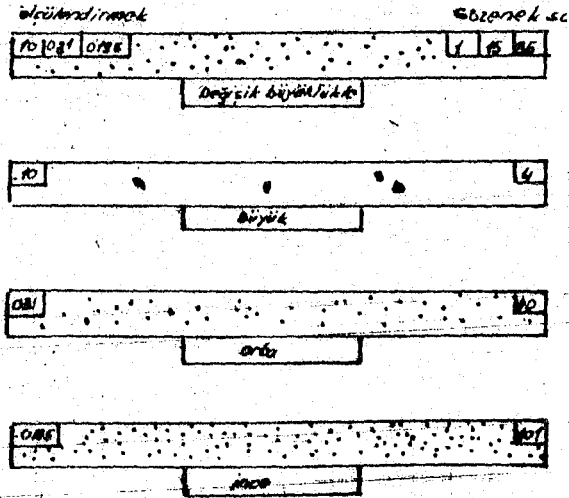
1. Hatalar arasındaki kalıntıların, her birinin komşu (yakın) hataların en uzunundan boyundan üç defa fazla olduğu haller müstesna tutulmak şartıyla, saç kalınlığının 6 misli olan bir normal kesite (6S), bu gibi hataların hepsinin en uzun boylularının toplamı, en ince saçın kalınlığından(S) daha büyük aynı hat üzerindeki herhangi bir kalıntılar gurubu, red için yeter sebeptir. Radyografilerin boyu (6.5)lik normal kesitten kısa ise, hatalı kaynak dikişinin sınırları açık bir şekilde belirtilmek şartıyla, bütün kalıntıların müsaadeedilebilen uzunluk toplamı, oran dahilinde (S) den daha az olur.

2. Aşağıdaki hallerden daha fazla miktarlarda (gözenek) bulunması halinde kaynak dikişlerinin sökülmesi gerekir.

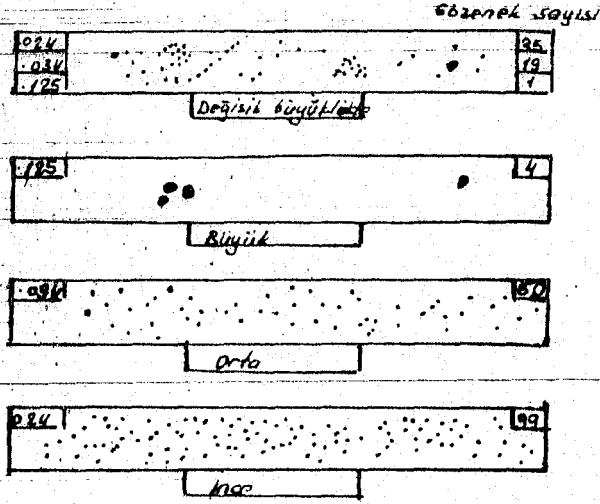
a. (S) Kaynak dikişinin kalınlığı olarak kabul edilirse, herhangi bir 6.25,4 mm boyundaki kesitte, radyografik filmde tespit edilen gözenek alanının toplamı

0,060 S yi geçmemelidir. Maksimum gözenek boyutu herhangi daha küçükse (S) nin 20%sinin veya 3,1 mm boyutunda olabilir. Bu spesifikasyonun uygulanmasında umumiyetle dairesel veya oval şekilde gözenekler değerlendirilmektedir.

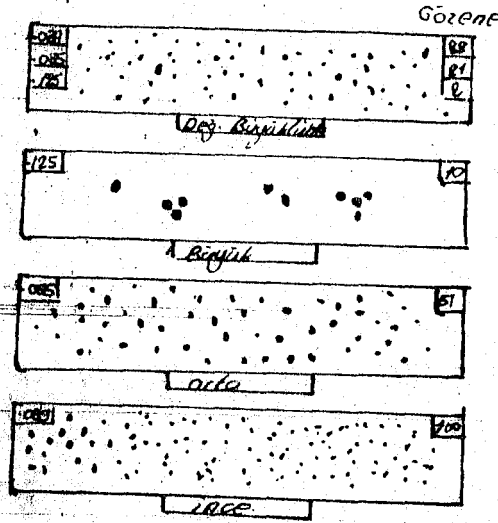
b. Şekil 21 ve 22de gelişmiş güzel dağılmış çeşitli gözeneklerin değişik tiplerinin göstermektedir. Bu şekiller, aynı zamanda her kalınlık için kabüle şayan maksimum gözenekleri, tem boyutunda 152,4 mm normal bir kesitteki radyagrafileri temsil etmektedir. Bunların ne büyütülmesi, nede küçütülmesi bahis konusudur. Şekillerde gösterilen gözeneklerin dağılımları radyagrafidekilerle aynı olmayabilir. Fakat müsaade edilebilen sayı ve boyut bakımından tipik örneklerdir. Gözenekler gözenek şemalarından belirli şekilde fark gösterdiği zaman, gözeneklerin hakiki sayı ve ebatları ölçülüp gözenek alanının toplamı hesaplanabilir,



Şekil 22 Kaynak dikışı kalınlığı 12,7 mm normal kesit 152,4 mm radyagrafide kabuledilebilir gözenek standartı.

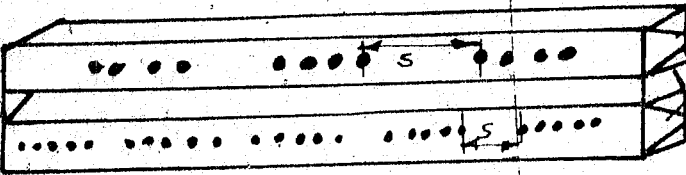
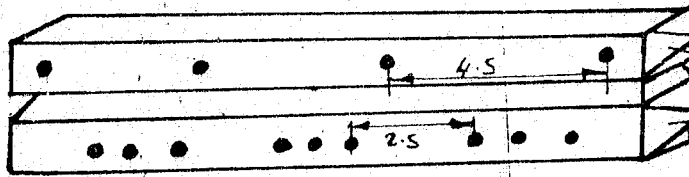
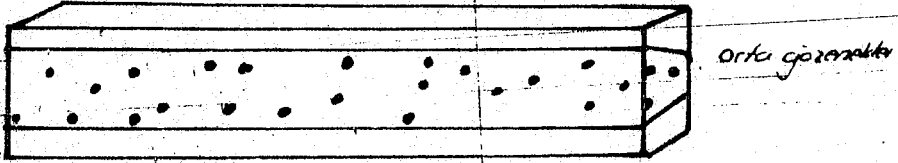
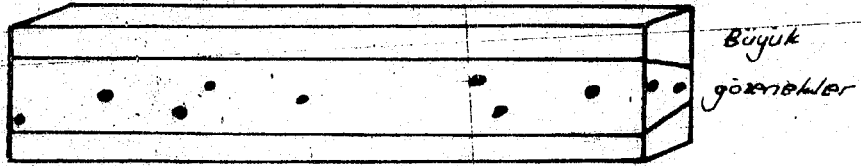
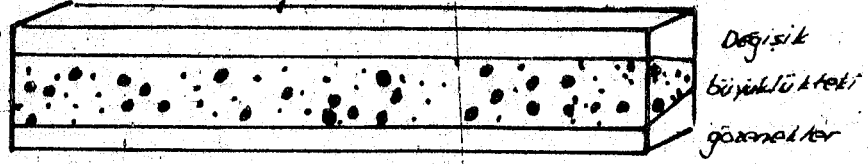


Şekil 23 Radyografide kabul edilebilir gözenek standardı
Kaynak dikiş kalınlığı 12,7 mm- 16,9 mm normal
kesit 152,4 mm toplam gözenek alanı 1,14 mm



Şekil 24 Kaynak dikiş kalınlığı 25,4-50,8 mm normal kesit
152,4 mm radyografide kabul edilebilir gözenek standardı

B - API - 1104
Röntgen filimlerinin API-1104'de göre değerlendirilmesinde,
aşağıdaki hususların göz önünde tutulması



API-1104'e göre gözeneklerin dağılımı
s borunun cidar kalınlığı (mm)

Herhangi bir durum

Şekil 25. API-1104'e göre gözeneklerin dağılımı

1. Bir gözenegin çapı 1,5 mm'yi geçmemelidir.
2. Lanetayın olarak dağılmış bulunan bir curuf kalıntısının genişliği en fazla 3 mm olabilir. 300 mm'lik bir normal kesitte, dağılan curuf kalıntılarının toplam uzunluğu 12 mm'yi geçmemelidir. Komşu kalıntısında en az 50 mm uzaklıkta olması gerekir. Bir hat üzerinde bulunan ve çizgisel olarak dizilen curuf kalıntılarının, komşu kalıntıdan en az 150 mm uzaklıkta olması icap eder. Birbirinin büyüklüğü 0,8 mm'den küçük olmalıdır.
3. Kök pasosu taşkınlığının 2 mm'ye kadar olanı kabul edilebilir. Eğer daha fazla olursa her 300 mm'lik çevre uzunluğu için bunun boyu 25 mm olabilir.

BÖLÜM 16H

Kaynak hataları radyografilerde siyah renkli olarak görünür. Bu siyahlıkların şekli ve kaynak dikişinin içerisindeki durumu bize hatanın cinsi hakkında bir fikir verir.

<u>İşareti</u>	<u>Hata Cinsi</u>
A	Gaz kalıntıları
A _a	Yuvarlak gözenekler
A _b	Gözenek kanalları
A _c	Gözenek zinciri
B	Curuf kalıntıları ve metalik kalıntılar
B _a	Çeşitli şekil ve istikametlerdeki curuf kalıntıları
B _c	Oval cüruf kalıntıları
B _d	Metalik kalıntılar
C	Birleşme hataları
D	Kök hataları
D _a	Çentiksiz konkav kök hataları
D _b	Tek taraflı çentikli kök hataları
D _c	Çift taraflı kaynak çentikli kök hataları
E	Çatlaklar
E _a	Boylamasına çatlaklar
E _b	Enlemesine çatlaklar

11- Hatanın Büyüklüğü

11-1- Esas tutulan (x) hata büyüklüğü

Esas tutulan hata büyüklüğünü tesbit etmek için hata büyüklüğü kademelerini gruplamak gerekir. Bundan esas tutulan hata büyüklüğünü ancak hata büyüklüğü kademeleri içerisinde gerekli olduğu neticesi ortaya çıkar.

Burada aşağıdaki bağıntılar bahis konusudur.

- a. En büyük hata boyu
- b. En büyük hata genişliği
- c. Hatalar arası mesafe
- h. Hata derinliği

1- Kaynak dikişi istikametindeki hata boyu

S- Parça kalınlığı

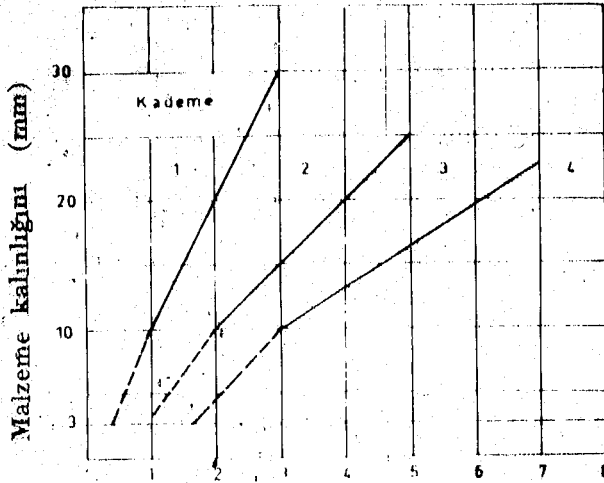
Esas tutulan (x) hata büyüklüğü için kaide olarak (b) hata genişliği esas alınır.

Hata boyu radyografi üzerinde ölçülebilir.

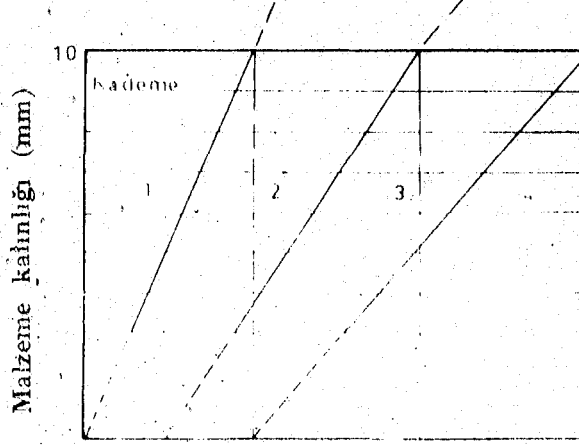
Kök hatalarında (x) hata büyüklüğü için (h) hata derinliği nazarı itibara alınmalıdır.

1-2- Hata Büyüklüğü Kademeleri

Esas tutulan (x) hata büyüklüğünün (s) parça kalınlığına yüzde olarak nispetinden 1 den 4'e kadar sınıflandırılan hata büyüklüğü kademeleri ortaya çıkar. Bunlar şekil 1 ve 2 de verilmiştir.



Şekil 26- Hata büyüklüğü



Şekil 27 Hata büyüklüğü (mm)

Farklı kalınlıktaki kaynak bağlantılarında ince parça kalınlığı nazarı itibare alınmalıdır.

1.3. Önemli Hususlar

1.3.1. Gözenekler

Tarif: Kaynak yaparken dikişin içerisinden çıkamayıp sıkışan gazlarınhusule getirdiği boşluklardır.

Çeşitli büyüklükteki gaz kabarcıkları (gözenekler) için, (x) hata büyüklüğü olarak, ortalama gaz kabarcığı büyüklüğü esas alınır. Eğer $0,3_8$ den büyük bir gaz kabarcığı mevcut olursa bu taktirde 4 numaralı hata büyüklüğü kademesi bahis konusudur.

Radyografik görünüşü: İyice belirli yuvarlak kenarlı koyu lekeler halinde bulunur.

1.3.11. Gaz Kanalları

Tarif: Erimiş metal banyosunun soğuması ile içinde kalıp çıkamayan gazların meydana getirdiği uzunlamasına (kanallar halindeki) boşluklardır.

Gaz kabarcığının boyu a 3 b olduğu takdirde, gaz kanalı bahis konusudur.

Radyografik görünüşü: Hatanın yönüne göre uzun

veya yuvarlak kenarlı ve iyice belirtilmiş lekeler dizi halinde bulunur.

1.3.III. Gözenek Zinciri

Tarif: Gazların sıkışmasından meydana gelen (dizi halinde) boşluklardır.

Aynı doğru üzerinde birbiri yanında c $2x$ mesafesi en az dört gaz kabarcığının mevcut olması halinde gaz kabarcığı zinciri hatıra gelmelidir.

Radyografik görünüşü: yuvarlak kenarlı koyu lekeler dizi halinde bulunur.

1.3.IV. Cüruf Kalıntıları

Tarif: Kaynak esnasında dikişin içinde kalan herhangi metalik olmayan maddelerdir.

Cürufların çeşitli forum ve istikametlerde a 3 b olması halinde de sıralı cüruf kalıntısı ve a $3b$ olması halinde de sıralı cüruf bahis konusu sayılır.

Radyografik görünüşü: Düzensiz kenarlı koyu lekeler halinde bulunur.

1.3.V. Sıralı Cüruf Kalıntıları

Tarif: İçerisinde cüruf veya başka yabancı maddeler bulunan uzun boşluklardır.

Bir çok veya paralel sıralı cürufların mevcut olması halinde (x) hata büyüklüğü olarak en büyük cüruf genişliği nazarı itibare alınır.

Radyografinin görünüşü: Kaynak dikişine paralel az çok keskin kenarlı koyu lekeler halinde bulunur.

1.3.VI. Birleşme (Nüfuziyet azlığı) Hataları

Tarif: Birleştirilecek kesitin kaynak esnasında tam olarak erimesi neticesinde meydana gelir ve kaynak metalinde çatlamalara sebebiyet verir.

Birleşme (nüfuziyet azlığı) hatalarında (x) hata büyüklüğü olarak radyografideki hata genişliği esas alınır. (x:b)

Radyografik görünüşü: Dikişin ortasından geçen devamlı veya kesikli koyu çizgiler halinde bulunur.

1.3.VII. Kök Hataları

Tarif: Kaynağın dip (kök kısmı) erimeye iştirak etmediğinden kaynak nüfuz etmemiştir.

Bütün kök hatalarında (Da, Db, Dc,) hata büyüklüğü için hata derinliği bahis konusu olur, x:h hata derinliğinde filimlerdeki siyahlıklara bakılarak tahmin edilir.

1.3.VIII. Çatlaklar

Tarif: Dikişle kırılmasonunda meydana gelen süreksizlikler. Bu hata diğerlerine nazaran en tehlikeli olanıdır.

Kaynak dikişlerindeki çatlaklar (Ea, Eb, Ec) her ne şekilde olursa olsun, bağlantıya tatbik edilen zorlamanın şekil ve cinsine bakılmadan daima tashihi cihetine gidilmelidir. Burada hiçbir hata büyüklüğü kademesi bahis konusu değildir.

Radyografik görünüşü: Doğru veya geliş güzel istikametlerde ince koyu çizgiler halinde bulunur.

1.3.IX. Radyografideki Birhatanın siyahlığından, tahmin edilen hata derinliğinin hata boyu ve hata genişliğine hispeti çok az ise, (x) hata büyüklüğü kademesi seçilir.

1.3.X. Yüzey (dış) hatalarını (F) gözle tespit etmek mümkün olduğundan bunların değerlendirilmesi ve bertaraf edilmesi için gerekli işlemler kaynak standartlarında veya nizamnamelerinde verilmiştir. Bunun için muayene protokollerinde yalnız hatanın cinsi belirtilir.

a. Kök pasosu taşkın (fişkirmiş) kaynak dikişleri

(Fa) tek taraftan kaynak yapılan birleştirmelerde kendini gösterir. Bu bir hata sayılmazsa da belirli bazı birleştirmelerde istenmeyen bir haldir.

Örneğin: boru kaynakları gibi

b. Gayrimuntazam dikiş yüzeylerini şöyle sıralayabiliriz.(b):

- Kaba tırtıl teşekkülü

- Tamamen doldurulmamış kaynak ağızları

Fazla doldurulmuş (yüksek) kaynak dikişleri

- Keskin dikiş geçişleri

- Mahalli aşırı dikiş yükseklikleri, örneğin elektrod değiştirilen kısımlar gibi

c. Yanmadan mütevellit oluklar ya (Fc) dikişinin yüzünde yada kök tarafında olabilir. Kökteki yanma oluklarını değerlendirirken radyografilerdeki kök nüfuziyet azlığı ile karıştırmamak gerekir.

2. Hataların dağılışı (tekerrürü) radyografilerdeki hata dağılışı tesbit ederken bir normal kesit kabul etmek lazımdır.

2.1. Normal Kesit

Normal kesitin boyu, parça kalınlığına bağlı olarak tesbit edilmekte olup, aşağıdaki gibidir. S 10 mm kalınlığındaki parçalardan normal kesitin boyu: 10 S dir. (Max 300 mm) 10 mm kalınlığındaki parçalarda normal kesitin boyu: 100 mm'dir.

100 mm çapa kadar olan dairesil (dikişler de birbirine dik iki radyografinin alınması gerekir ve uygun malzeme kalınlığına göre de her iki radyografiden normal kesit teşkil edilir.

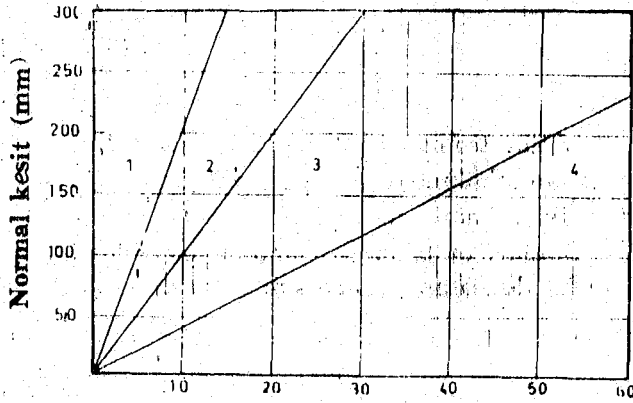
Genel olarak radyografilerin normal kesitten daha kısa olması icabeder.

Teknik veya ekonomik noktayı nazardan mevcut radyografi boyunu normal kesit olarak alıp değerlendirmek

doğru değildir. Kaide olarak, radyografinin boyu normal kesitten daha büyük olmalıdır. Radyografinin değerlendirilmesinde hataların en fazla bulunduğu veya büyük hataların mevcut olduğu kısımların, normal kesitin içerisine alınması gerekir.

En büyük hatanın bir radyografinin sonuna isabet etmesi halinde, normal kesitin tesbiti için, bu kısmın devamı olarak yeni bir radyografi yapılır ve ondan sonra normal kesit tayin edilir.

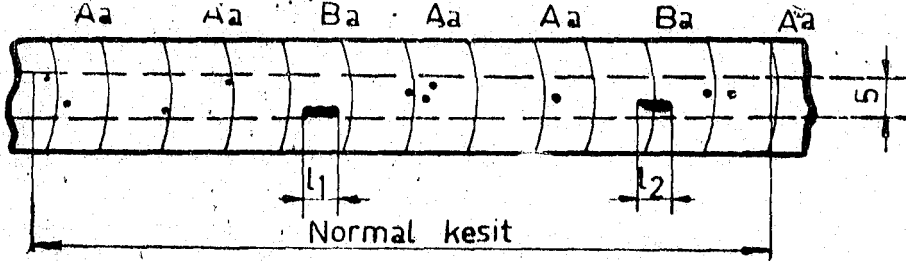
2.2. Hata tekerrür (dağılım) kademeleri münferit hataların toplam boyunun, normal kesit boyuna yüzde olarak nisbet edilip sıralanması 1'den 4'e kadar hata dağılım kademelerini verir. Şekil 3'e bakınız.



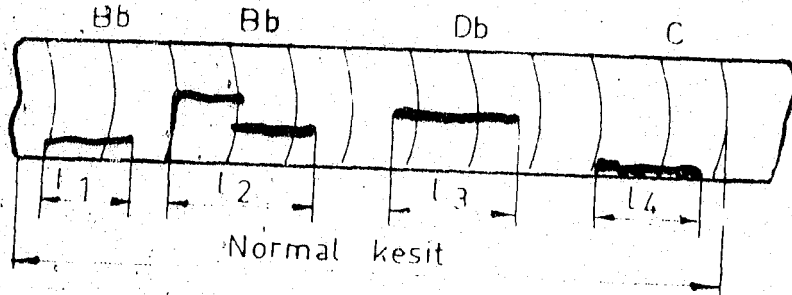
Şekil 28 Hata Boyu (mm)

2.3. Esas Alınan Hata Boyu

2.1. Aa, Ba ve Bd tipi hatalarda, kaynak dikişine paralel 5 mm lik bir şerit içerisinde kalan hataların toplamı olarak alınır. Şekil 4 kesilen hatalar tam olarak nazarı itibarâ alınmalıdır.



Şekil 29



Şekil 30

2.3.2. Boylamasına hatalarda, her tip münferit hataların bütün boyları toplanır. Şekil 30

3. Kaynak dikişi kesitinin değerlendirilmesi.

3.1. Hataların Sınıflandırılması.

Bütün tesbit edilen kaynak hataları, muayene protokolunda özel yerine 1 ile 4 arasındaki iki rakamla sınıflandırılır.

Bunlardan birincisi hatanın büyüklüğünü, ikincisi de hatanın dağılışını karakterize eder.

3.2. Radyografi Notunun Tesbiti

Kaynak radyografilerinin kalitesini tesbit ederken 1 ile 5 arasındaki radyografi notlarının biri takdir

şöyle ki :

Notlar

Radyografinin görünüşü

1. Homogen bir kaynak dikişi veya dağınık çok küçük bir kaç gaz kabarcığı.

2. Gaz kabarcıkları (gözenekler) cüruf kalıntıları ve yanmadan mütevellit çentikler gibi bunların bir veya bir kaçını ihtiva eden çok hafif hatalar (çok hafif süreksizlik hataları)

3. Gaz kabarcıkları (gözenekler) cüruf kalıntıları yanmadan mütevellit çentikler ve nüfuzlilik azlığı gibi, bunların bir veya birkaçını ihtiva eden küçük hatalar (küçük süreksizlik hataları)

4. Gaz kabarcıkları (gözenekler) cüruf kalıntıları, yanmadan mütevellit çentikler, nüfuzlilik azlığı ve erime kifayetsizliği (birleşme noksanlığı) gibi, bunların bir veya bir kaçını göze çarpacak şekilde ihtiva eden hatalar (belirli süreksizlik hataları)

5. Gaz kabarcıkları (gözenekler) cüruf kalıntıları, yanmadan mütevellit çentikler, nüfuzlilik azlığı, erime kifayetsizliği (birleşme noksanlığı) ve çatlaklar gibi bunlardan bir veya birkaçının büyük çapta ihtiva eden büyük hatalar (büyük süreksizlik hataları)

Bu 5 not içerisinde müsaade edilebilen çeşitli hata büyüklüğü ile hata dağılımı kombinasyonları vardır. (tablo 1'e bakınız)

3.2.1. Çeşitli hataların aynı anda bulunması halinde, radyografi notlarını taktir ederken yalnız en ağır hatanın durumu esas alınır.

3.2.2. İki kaynak hatasının aynı notu olması halinde, dikiş kesitinin toplam notu olarak bir sonraki fena nok taktir

edilir.

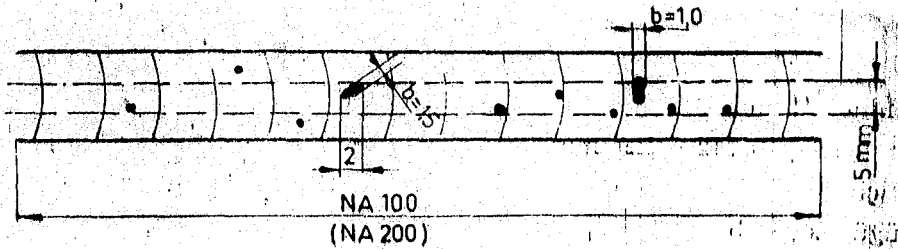
3.2.3. Aynı veya farklı notları olan çeşitli bir çok hataların mevcudiyetinde 4,6 numaralı örneklerdeki gibi hareket edilmelidir.

3.2.4. Tablo 1'de dış (yüzey) hataları nazarı itibare alınmıştır.

Esasında bu gibi hatalar evvela tesbit edilip sonra radyografi alındığından kaynak dikişinin yüzeyindeki hataların o konstrüksiyon için gereken şartları yerine getirip getirmediği hususu nazarı itibare alınır. Umumiyetle kaynak dikişine gelen zorlamaların cinsine ve büyüklüğüne bağlı olarak, röntgen notu dış hatanın durumuna göre düşürülür.

3.2.5. Gaz (gözenek) kanalları genel olarak hata kademeleri esasına göre değerlendirilir. Boru tesislerinde, kazanlarda, kazan borularında, basınçlı kaplarda ve yanıcı zehirli ve kimyevi maddelerde temas halinde bulunan konstrüksiyonlarda gaz kanallarına müsaade edilmez, bu hataların tamir edilmesi şarttır.

3.2.6. Kullanma (kabul edilebilme) bir kaynak bağlantısının kabul edilebilmesi için gerekli asgari notu olması gerekir. Bu notta konstrüksiyonun cinsine göre ilgili standart veya spesikasyonda tesbit edilmiştir.



Şekil 31

Notlar

Hatalar cinsi	Notlar				
	1	2	3	4	5
A _w , B _a , B _c , B _d	11	12 21	13 22 31	23 32	
Ab, Ac	-	11	21 12	13 22 31	
Bd	-	11	12 21	13 22	
C	-	-	-	11	
Da	-	14 21	22	23	
Db	-	-	11	12 21	
Dc	-	11	21	13 22	
E _a , E _b , E _c (1)	-	-	-	-	

Bütün
geri
kalanlar

1. Dikiş kesitinin bir çatlak ihtiva etmesi halinde daima 5. not'u verilir.

Tablo 1 D Kaynak dikişlerinin sınıflandırılması için hata kombinasyonlarına

Not: Hataların sınıflandırılmasında 1-2-3-4-5. hataya verilen Notdur.
2) Hata sınıfı tablolarında geçen 1-2-3 rakamları vardır. Birinci rakam hatanın büyüklük derecesini Tablo: 1 İkinci " Yüze nispetini Tablo: 2 Üçüncü " Notu (Hatanın) ifade eder.

4. Örnekler

Örnek 1: Gaz gözenekleri (Aa)

Not: Hataların sınıflandırılmasında 1-2-3 rakamları vardır.

Birinci rakam hatanın büyüklük derecesini tablo 1.

İkinci rakam hatanın yüzde nisbetini tablo 2.

Üçüncü rakam hatanın notunu ifade eder.

Malzeme kalınlığı: $S:10$ mm

Normal kesit: $10.S:10.10:100$ mm

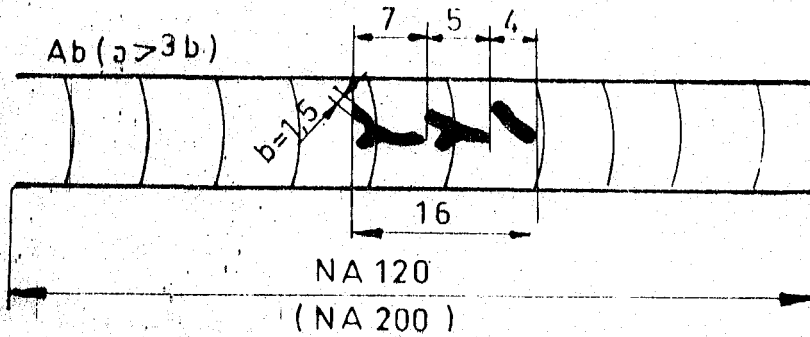
Hata büyüklüğü:

X: Ortalama gözenek büyüklüğü

$$\frac{1,5 \cdot 1,0}{2} : 1,25 \text{ mm}$$

Hata büyüklüğü kademesi: 2 ($S:10$ mm'nin)

$$\frac{1,25}{10} \cdot 100 : 12,5 \%$$



Şekil 32

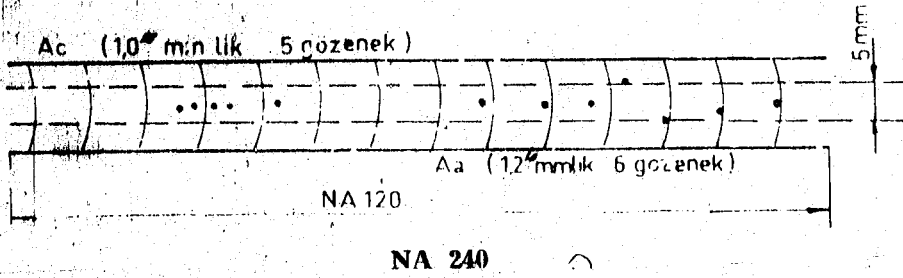
Normal kesit: $10.S:10.12:120$ mm

Hata büyüklüğü: $X:b:1,5$ mm

Hata büyüklüğü kademesi: 2

$$\frac{1,5}{12} \cdot 100 : 12,5 \% (S:12 \text{ mm'nin})$$

Hata dağılımı: 1 : 16 mm



Şekil 33

Malzeme kalınlığı: 12 mm

Normal kesit: 10.S:10.12:120 mm

Ac: 1 mm için

Hata büyüklüğü: X:b

Hata büyüklüğü kademesi: 1

$\frac{1,0}{12} \cdot 100: 8,3 \% (S: 12 \text{ mm'nin})$

Hata dağılımı:

1: 6.1,0 2,0:8.0 mm

Hata dağılımı kademesi:2

$\frac{8}{100} \cdot 100: 8\% (100 \text{ mm normal kesitin})$

Aa hatası için not 22:3 (tablo 1'e göre)

Malzeme kalınlığı : 12 mm

Hata dağılım kademesi: 3

$\frac{16}{120} \cdot 100: 13,3 \% (120 \text{ mm normal kesitin})$

Ab hatası için not 23:4 (tablo 1'e göre)

Örnek 3: Gözenek zinciri (Ac)

Hata dağılımı:

1: 5 gözenek 1,0:5.0 mm için

Hata dağılım kademesi: 1

$$\frac{5.0}{120} \cdot 100: 4,2 \% \text{ (120 mm normal kesitin)}$$

Aa: 1,2 mm için

Hata büyüklüğü :x:b

Hata büyüklüğü kademesi:1

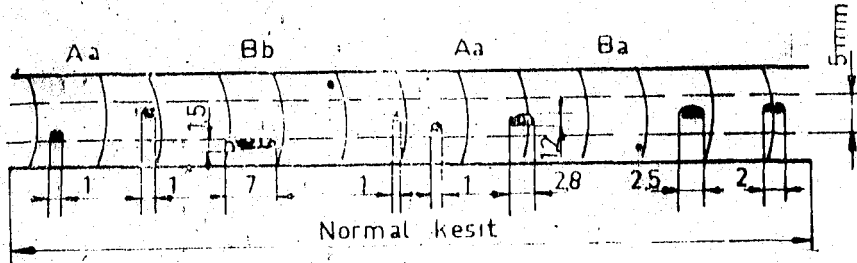
$$\frac{1.2}{12} \cdot 100: 10 \% \text{ (S:12 mm'nin)}$$

Hata dağılımı:

Aa: 1:6 gözenek 1,2:7,2 için

Hata dağılım kademesi:2

$$\frac{7.2}{120} \cdot 100: 6.0 \% \text{ (120 mm normal kesitin)}$$



Şekil 34

Malzeme kalınlığı:20 mm

Normal kesit: 10.S:10.20: 200 mm

Bb hatası için:

Hata büyüklüğü: X:b, Bb:1,5 mm için

Hata büyüklüğü kademesi :1

$$\frac{1.5}{20} \cdot 100: 7,5 \% \text{ (S 20 mm'nin)}$$

Hata dağılımı: 1: 7mm için

Hata dağılımı kademesi: 1

$$\frac{7}{200} \cdot 100: 3,5 \% \text{ (200 mm normal kesitin)}$$

Ba hatası için

Hata büyüklüğü: X:b Ba:1,2 mm için

Hata büyüklüğü:1

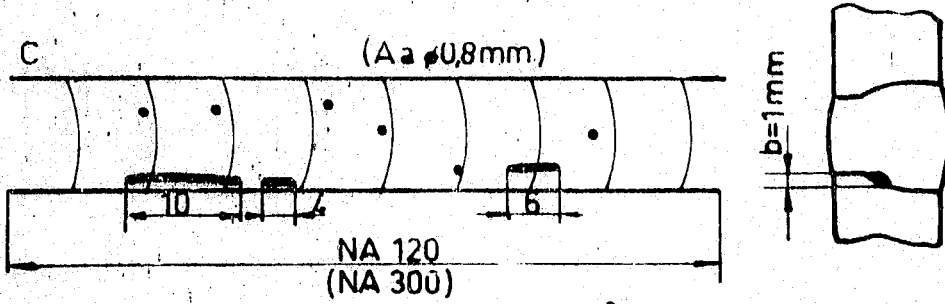
$$\frac{1,2}{20} \cdot 100 = 6 \% \text{ (S 20 mm'nin)}$$

Hata dağılımı: I: 2,8 2,5 2,0:7,3 mm
için

Ac hatası için not 11:2 (tablo 1'e göre)

Aa hatası için not 12:2 (tablo 1'e göre)

Toplam not: 3 (3.2.2 deki nota göre)



Şekil 40.

Örnek. 4: Sıralı cüruf (Bb) cüruf kalıntısı (Ba) ve gazz gözenekleri (Aa)

Hata dağılımı kademesi : 1

$$\frac{7,3}{200} \cdot 100 = 3,7 \% \text{ (200 mm normal kesitin)}$$

Aa hatası için

Hata büyüklüğü X:b, Aa:1,0 mm için

Hata büyüklüğü kademesi:1

$$\frac{1,0}{20} \cdot 100 = 5 \% \text{ (S:20 mm'nin)}$$

Hata dağılımı: I:4.1,0: 4 mm için

Hata dağılımı kademesi:1

4. 100:2 % (200 mm normal kesitin)
100:

Bb hatası için not 11:2 (tablo 1'e göre)

Ba hatası için not 11:1 " " "

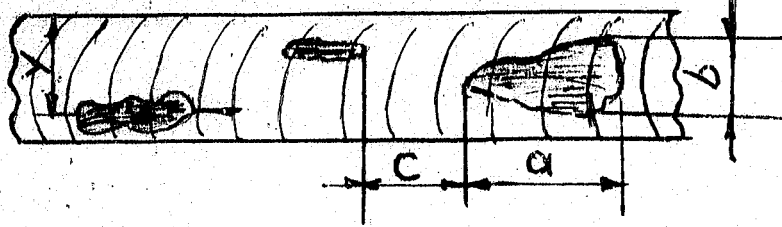
Aa hatası için not 11:1 " " "

Toplam not: 3 (3.2.3 deki nota göre)

Örnek 5: Birleşme hatası (C) ve gaz gözenekleri (Aa)

V. Hata Kademelerinde Mühim Notlar

1. Çeşitli büyüklüklerde gözenekler için (X) hata büyüklüğü olarak ortalama gaz kabarcığının büyüklüğü alınır.



Şekil A1.

Hata büyüklük % kademesi
X hata boyunu bulmak için

Filim üzerinde a, b, c mesafeleri ölçülür. Örneğin gaz boşluğunda X:b ve kök hata sında X:h alınır.

Y: hata büyüklüğü % kademesi: $\frac{X}{S}$; Hata büyüklüğü (mm)
S -parça kalınlığı mm

$$Y = \frac{X}{S} \times 100$$

Eğer (S) den 0,3 defa büyük gaz kabarcığı olursa bu takdirde 4 nolu hata büyüklüğü sınırınadır.

2. Gaz kabarcığının boyu a:3b den büyük olursa bu

takdirde gaz kanalı söz konusudur.

3. Aynı doğru üzerinde bir biri yanında $2X:C$ kadar mesafede 4 gaz kabarcığının olması halinde gözenek zinciri yorumu yapılır.

4. Cürufların çeşitli şekil ve istikametlerde $a:3b$ veya $a, 3b$ ise sıralı cüruf kalıntısı söz konusudur.

5. Bir çok veya paralel sıralı cürufların mevcut olması halinde (X) hata büyüklüğü olarak en büyük cüruf genişliği göz önüne alınır.

6. Birleşme hatalarında hata büyüklüğü filmdeki hata genişliği $X:b$ esas alınır.

Hata büyüklük kademesi	X hata büyüklüğü
1	Parça kalınlığının %10'una kadar olanlarda $X: 3 \text{ mm}$
2	Parça kalınlığının % 10-20 arasında $X:5 \text{ mm}$
3	Parça kalınlığının %20-30 arasında $X:7 \text{ mm}$
4	Parça kalınlığının %30 büyük olanlar

Tablo 11

7. Bütün kök hatalarında hata büyüklüğü için hata derinliği bahis konusudur. $X:Y$ tahminen alınır.

8. Kaynak dikisindeki çatlak her ne şekilde olursa olsun bağlantıya bağlantının zorlamasına ve şekline cinsine bakılmaksızın daima tedavisi gerekir. Bu hatanın toleransı yoktur.

9. Radyografide bir hatanın siyahlığından tahmin edilen hata derinliği, hata boyu, hata genişliğine oranı çok az ise X hata büyüklüğü için tabloda bir üst kademe, bu oran büyükse bir alt kademe alınır.

10. Yüzey ve dış hataları gözle görmek mümkün olduğu

için bunların değerlendirilmesi için gerekli işlemler buna özgü kaynak standardına göre değerlendirilir.

Hata Dağılışı ve Tesbiti

1. Önce normal bir kesit alınır. (normal kesit parçanın kalınlığına bağlı olarak tesbit edilir ve film boyundan küçüktür.) Normal kesit S(malzeme kalınlığına bağlıdır) S:20 mm ise Normal Kesit:10xS:10x20:200 mm dir.

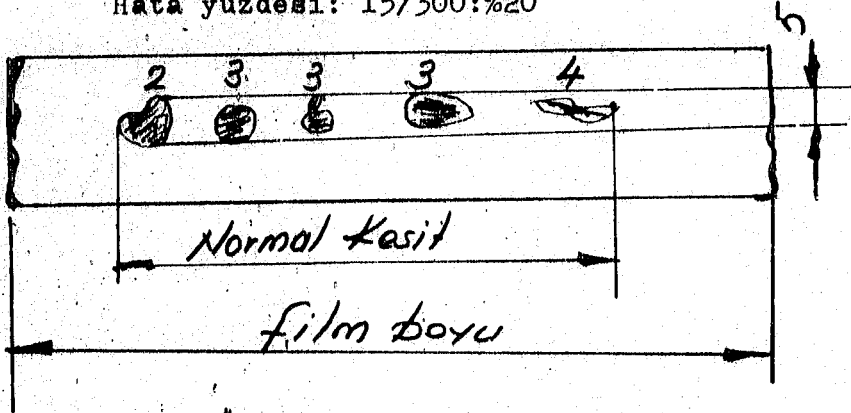
2. Hatanın tesbiti, dağılım kademesini bulurken mevcut hatalar teker teker toplanır.

Mesala: Filmin boyu 300 mm ise

L₁:2 mm L₂:3 mm L₃:3 mm L₄:3 mm L₅:4 mm

Toplam hata:2 3 3 3 4:15 mm

Hata yüzdesi: 15/300:%20



Şekil 42.

Tablo:12

Hata Dağılımı	Hata yüzde nisbeti
1	Normal kesit boyunun %5'ine kadar olanlar
2	Normal kesit boyunun %5-10 kadar olanlar
3	Normal kesit boyunun %10-25 kadar olanlar
4	Normal kesit boyunun %25 büyük olanlar

Sanayide Bir Radyograf Filmi Çekiminde Teknolojik
Olarak Şu Kurallara Uyulmaktadır.

1. Evvela üretimin (konstriksiyonun) neresinden film çekilecek ve bu film uzunluğu esas kaynak uzunluğunun % kaç olması gerekir. Bu durum imalat sorumlusu kişittarafından tesbit edilerek röntgen amirine rapor halinde bildirilir.

Örneğin bazı imalatlarda kaynağın % 100 filmi alınırken bazı imalatlarda en az % 50'si uzunluğunun filmi alınır. İmalat sorumlusu kaynağın hangi şartlarda ve hangi uzunluk yüzdesi ile hangi bölgelerin filminin çekimi gerektiğini firmanın uyguladığı standartlara veya Loydların tavsiyeleri ışığı altında karar verir.

2. Röntgen amiri kendisine verilen rapor gereği film çekim teknolojisini ve sonucu bildirmekle yükümlüdür.

a. Malzemenin kalınlığına göre kurşun veya tuz ekranı seçer. Örneğin 400 mm'nin altındakiler için kurşun ekranı 40 mm üstündeki kalınlık için tuz ekranı seçer. Eğer kullandığı ekranın kalınlığı film şartlarına göre 0,4 mm kalın olması şartı varsa o zaman tuz ekranı tercih kurşun ekranlar 0,4 mm kalınlığın altında ve 40 mm ince malzemelerde kullanılır. Işın kaybini azaltmak için film iki ekran arasına alınarakta ışınlanabilir.

Ekran seçimi radyograf standartlarına veya röntgen operatörünün tecrübesine göre yapılır. Ekranın hatalı seçimi film görüntüsüne negatif yönde tesir eder.

Ekranın görevi filme etki eden ışınların film dışına kaçarak yoğunluklarından (enerjilerinde) kayba uğrammalarını temindir. Yeri ise filmin arkasındadır. Kurşun kaplı ince kağıt (özel) banddan ibarettir. Normlara göre özellikleri sınıflandırılmıştır. Zaten sanayide en fazla tuz veya kurşun ekran kullanılır.

b. Filmin seçimi yapılır. Bir radyograf filmi seçilirken uluslar arası standartlar ile malzemenin kalınlığı göz önüne alınır. Genellikle firmanın kullandığı malzeme cinsi, konstriksiyon özellikleri, malzeme kalınlıkları belli sınırlarda kalıyorsa kullanılan filmde bu sınırlara, hitabeden çeşitlidir.

Operatör bu sınırlar içerisinde hızlı ve yavaş film-den ışın özelliğine, hassasite derecesine (hata hassasiyeti) Banyo imkanlarına (her filmin banyo hassasiyeti) elemanları kimyasal katkıları farklı çeşitle ve farklı oranlardadır göre filmi seçer. Film çeşitleri ile ekran çeşitleri aynı paraleldedir.

c. Işın marka edilmesi operatör film çekeceği yerleri kendi planına göre marka eder ve işaretler. Bu markalamayı ışın üzerine tebeşirle yaptığı gibi ayrıca rapora ekliyeceği belgeye de aynı markayı yapar. Markalamada film çerçevesindeki merkez kurşunun isteki marka çizgisine geleceği göz önüne alınarak eksan markası işe çizilir.

d. Film işe yerleştirilmesi

Sekil 43:

Çerçeveedeki parçaların anlamı. Çerçevenin maksadı üzerindeki kurşun harf ve işaretler ile bazı bilgilerin filmde kalıcılığını tesbit etmektir.

Örneğin:S.I:firma adı: Bu firmanın kısaltılmış ismidir. Film hangi firmanın ise ona hitabeder örneğimizde S.I:Sungurlar Isı Sanayii gibi

100 rakamı ise 100 m ısı alanı olan bir kazanın kaynak eki filmidir.

1 1 4: ilk bir rakamı 1. kazana ait olduğunun 1 4 numara ise film nosunu gösterir.

▲ İşaret ise filmin merkezini tayin eder. Hata bu işaretin sağında x cm veya y cm solunda diye ölçü filmden alınıp isteki marka ekseninden o kadar uzaklıkta olduğu tesbit edilir.

Film işe markasına ve çerçeve durumuna göre (çerçeveedeki merkez işareti ile isteki marka eksenini birbiri ile çakışmalıdır) iş parçasına miknatısla tutturulur. Çevreede miknatısla parçanın ön yüzüne tutturulur.

e. Işın kaynağı (x ışını üreticesi) ile iş parçası uzaklık ayar edilir. Bu ayarlama malzeme kalınlığına ışın üreticesi gücü ve özelliğine göre, film ve ekran cinsine göre tecrübelerle tesbit edilir. Genelde 75 cm uzaklık normal uzaklıktır. Aşırı yaklaşma filmi yakar hata sâcilmez aşırı yaklaşma ışın zayıf olduğu için hatalar, kendi özelliğine göre kararıp gerçek olarak belli olmazlar. Bu husus tecrübe isteyen bir özelliktir.

f. Kontrol kutusunda değerlerin ayarı ışın ünitesine (X ışınına) uzaktan kumada eden bir kontrol kutusu vardır. Işınlamanın başlaması bir kontrol kutusundan verilen emirlerle ve değerler ile olur.

1. Örneğin: Işın üreticesi KV (kilo elektron volt) ayarı 1kv:1000 volt. Bu kilovolt değeri üreticesi etiket gücüne, parça ile ışın üretici ara uzaklığına, parça kalın-

liğina, film çekim zamanına, film ve ekran cinsine bağlıdır.

Parça ile ışın üretici uzak ise, parça kalın ise malzeme ışına fazla direnç gösteriyorsa ışın gücü KV artırılır. Aynı zamanda film cinsi ekran cinside KV değerinin artmasına sebep olur.

KV değeri genelde bu hususta hazırlanmış tablo, grafiklerden alındığı gibi bazı pratik değerlerde göz önüne alınarak görüntünün en uygun olmasını sağlayan değerde ayar edilir. Işın gücü düşük olursa film de kaynak eki ile ana malzeme görüntüsü ayırt edilmediği gibi hatalar okunmaz film net olmaz.

2. Mili amper ayarı bu ayar genelde film çekim zamanına etkiyen bir değerdir. Bu değer artarsa film çekim zamanı ve voltajda (KV) artmış olur. Örneğin: 25 mm kalınlığında bir parçanın 180 KV ışınla ve 20 mili amper enerji verirsek:

Işınlama zamanı 25/20 :1,25 Dak. olur.

Aynı malzemeyi 25 KV ve 50 mili amper güçle ışınlarsak ışınlama zamanı 50/25: 2,5 Dak; 50/20:2 dak olur.

Işınlama zamanı: Mili amper/Malzeme kalınlığı

3. Soğutma donanımı çalıştırılır. Bu donanım yağ ve gaz kullanarak ışın tübü içerisini soğutur. Yüksek güçlü cihazla yağ ile soğutulur. Bir tulumba ile yağ devamlı sirküle edilerek ışın tübü soğutulur. Bu soğutma işe başlamazdan önce başlar ve ışın bitiminden 3-4 dak sonra kapatılır.

Bu ayarlamalardan sonra film çevresine başka şahısların yaklaşmaması için ikaz levhaları ve lambaları kullanarak emniyete alınır. Bundan sonra esas çalıştırma düğmesine basılarak film çekim işi tamamlanır.

g. Film banyo işleri, bu işlemin yapılması için bazı işlem kademelerini takip etmek gerekir. Bunları şöyle

sıralarız ve inceleriz.

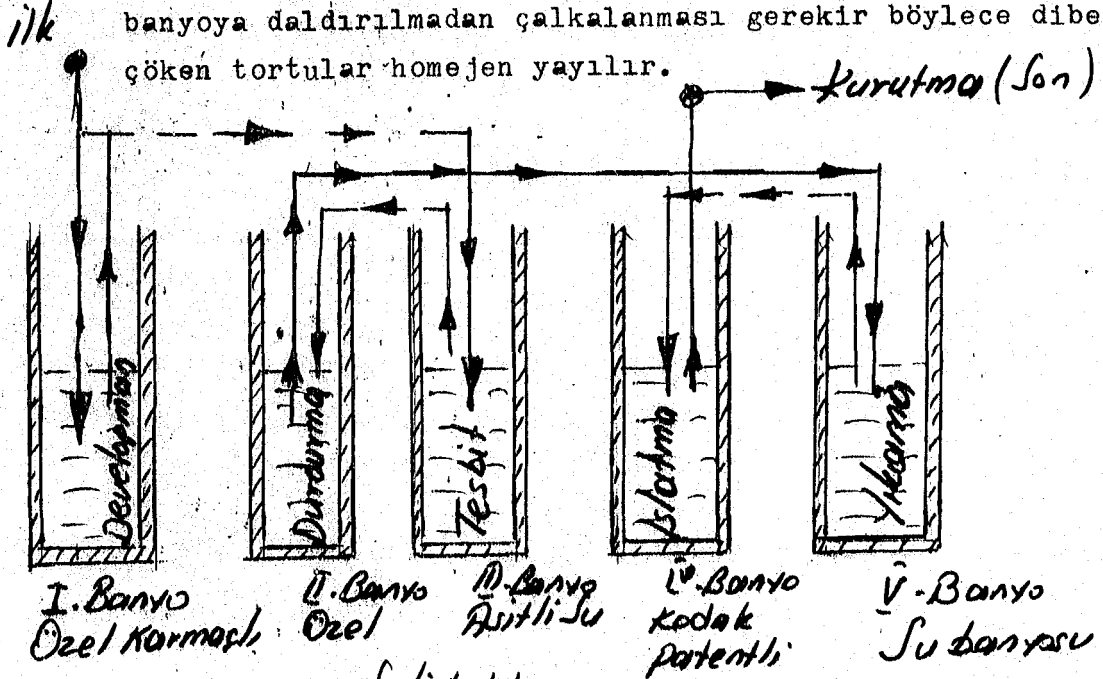
1. Filmin karanlık odada açılması ışınlanmış filmi karanlık odada ekranından çıkarmak gerekir aksi halde filmin normal ışıkta görüntü fotoğrafı kaybolur. Başka bir deyimle filmi yakarız.

2. Filmi özel kasetine kor askıya bağlamak gerekir.

3. Banyo işlemi için özel zaman saati ayarlanır.

4. Banyo sıcaklığı ayarlanır. (daha önceden). Bu da 18 ile 20 c° olması gerekir. Zaman saatinin ayarlanmasında gaye filmin banyo zamanını tesbittir. Bu tüm banyo işlemleri dahil genelde 20 dak zamanda sona eren zamandır. Zamanın uzaması filmin görüntü kalitesini bozar. Çünkü filmdeki gümüş bromur fazla tahribata uğrar. Hemde böyle filmler uzun zaman saklanamaz. Banyo işlemi kısa tutulursa görüntü netliği elde edilemez.

5. Banyo işlemi geçilir. Bu işleme geçerken filmin banyoya daldırılmadan çalkalanması gerekir böylece dibe çöken tortular homejen yayılır.



Şekil: 44

Banyo Sırası İşlemleri

Filmi şemada da görüldüğü gibi evvela I. banyo ya sonra III. banyoya buradan II. banyoya ve oradanda V. banyoya buradan IV. banyoya alınır. Her banyoya girişte filmi uzunlamasına banyoya daldırıp kılıcına hareket ettirmek gerekir. Banyolarda bekleme 3-5 dak arasındadır. Yalnız suda 15 dak kalması gerekir. Islatma banyosunda birkaç defa çalkalanacak.

h. Banyo işleminden sonra DOLAPTA KURUTMA kurutma işi için özel askılı dolaplara alınmadan önce filmi sıyırıcı maşa ile sıyırmak gerekir. Sonra filmi dolaba alarak 30c-40c 5-10 dak bekletilir. Kuruma işlemi bittikten sonra filmi okuma değerlendirme aletine özel ışıklı (fleresans lambalı beyaz ışıklı) cihaza yerleştirilir. Bu yerleştirme anında filmin kurşun gölgesi ile cihazın orta çizgisi karşılayıp aksenel konmalıdır.

ı. Filmin Okunması

Okumada hata bulma ve değerlendirme tamamen tecrübeye dayanır. Hatayı sınıflandıran okuyucu operatör bu hataları ölçerek o firmada işin hassasiyet derecesine göre firmanın kullandığı ve bağlı loyd standartlarından faydalanarak kabul ve red yetkisini kullanır.

Filmin okunmasında bazı tecrübeler,

1. Çatlaklar ince keskin bir hat şeklinde ve kenarları tüylü gibi bir görüntü verir. Şekildeki gibi.

2. Birleşme azlığı kaynakla malzeme geçiş bölgesinde veyakaynak başlangıcında görülür. Bunlar koyu kalın devamlı hatlardır.

3. Cüruf boşlukları uzun ve hacimsel hata olup koyu lekelerdir. Sürekli değildir.

4. Kök hataları bunlar koyu kalın

sürekli

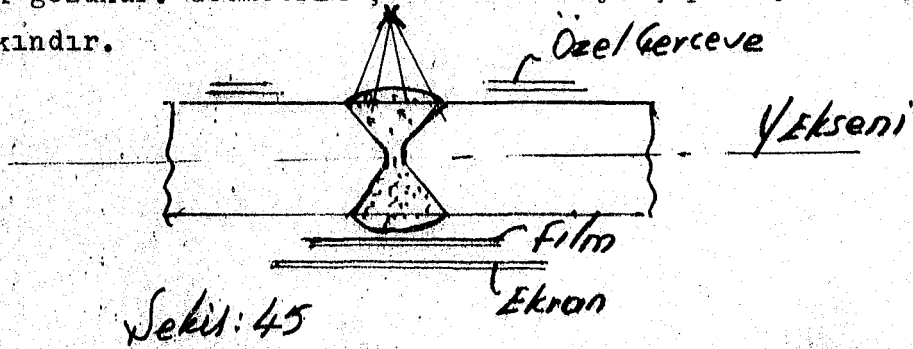
hatalardır. Koyuluk ölçüleri farklı olabilir.

5. Gaz boşlukları genelde yuvarlak ve küçük silindirikli serpintili ve toplu boşluklardır. gibi.

Malzeme filminde yağmur damlası gibi gözükür.

6. Dış hatalar, bu hatalar diğer hatalardan daha açık renkte gözükür. Kenar yanmaları üst tirtil bozukluğu gibi.

7. Delinmeler malzemenin yüksek ısıya dayanmadığı ortamdaki göçmelerdir. Bunlarda geniş çaplı siyah leke olarak gözükür. Geometrik şekli oval veya çapsal yuvarlığa yakındır.



Kaynak filmlerinde hata y ekseninin altında bulunduğu sürece gittikçe koyulaşır. Yani hata parça üstünden ağırlara inildikçe görüntüsü koyudur. Parça yüzüne yaklaştıkça görüntü açık renk alır hatanın Radyograf Amiri operatörden aldığı bu sonuçlar ışığında son değerlendirmesini yaparak imalat müdürüne ve kalite kontrol amirine raporları tanzim ederek bildirir.

BÖLÜM 17

Röntgen ve Gamma Işınlarnnın Kullanılmasında Yasal Yönetmelikler

Çekirdek enerjisinin iyiye kullanımı ve tehlikelerine karşı korunma üzerine, 1959'da yeniden düzenlenen Atom Kanunudur. Bu yeni düzenleme 1.11.1976'dan beri geçerlidir. Atom kanunundan maksat ionize ışınların zararlı etkilerine karşı hayat, siihat ve eşyaların korunmasıdır. Bu kanuna dayanarak ve atom kanunundaki verilen ışınlara karşı korunma konusunda daha detaylı kararname yayınlanabilir. Bu da iki kararname ile ayarlanmıştır.

Gamma ışını yayıcıları için ortam (kullanma, fabrika için nakliye ve depolama) arz, talep ve sevk ionize ışınların sebep olduğu zararlardan korunma konusunda 1.4.1977'den beri geçerli olan kararname ile ayarlanır, ki buna kısaca ışınlardan korunma kararnamesi

Röntgen ışını yayıcıları için röntgen ışınlarının sebep olduğu zararlardan korunma konusunda 1.9.1973'den beri geçerli olan röntgen kararnamesi geçerlidir ve kısaca RÖV olarak geçecektir.

Eski SSV ana noktalarda RÖV'e o kadar benzemekteydi ki, Gamma ve röntgen ışınlarını bir arada kullanılan fabrikalarda tek bir ışınlarda korunma kararnamesi kullanılabiliyordu. Şimdi artık bu tam olarak mümkün değil yani SSV'de RÖV'le uymayan yenilikler getirmiştir. Öyle ki karışık fabrikalarda farklı korunma tedbirleri gerekmektedir.

1. Müsaadeler

X-gamma ışınları ile uğraşmak için bir uğraşı müsaadesi almak gerekir. Bunu almak için firmanın ilgili bakanlığa bir dilekçe vermesi gerekir. Dilekçeden önce ilgili bir

tamim ve o anda SSV için geçerli kararnameini edilmekte yarar vardır. Firma sahibi daima müsaade sahibidir. Firmada en az birinin SSV'ye göre ışınlardan korunma bilimi kursunu Remacheid-Lennep görmüş olması gerektiğinden ve bunu dilekçe ile beraber ispatlamak zorundadır.

2. Tehlikeli Dozlar

600 Rom mutlak öldürücü doz olarak kabul olunur. Birkaç saat içinde mide bulantısı ve kusma ile başlayan rahatsızlığa bir hafta sonra ishal ve ağız nahiyesinde iltihaplanma eklenir. İkinci hafta ateşle başlar, hızlı kilo kaybı ile devam eder.

400 rom'de ölüm olasılığı %50'dir. Birkaç saat içinde başlayan mide bulantısı ve kusma dönemini takriben bir haftalık sakin dönem takip eder. Sonra saç dökülmesi, iştahsızlık, ateş halsizlik görülür. Üçüncü haftada ağızda iltihaplanma belirir. Dördüncü haftada beniz solar, ishal ve burun kanaması ile birlikte hızlı kilo kaybı görülür. 2 ile 6 hafta içinde ölüm mümkündür. Işınlanan fertlerin yarısı için ölüm kaçınılmazdır.

3. Güvenli Dozlar

Radyasyon ilk klinik belirtilerinin gözlenebildiği bir önceki paragrafta anılan doz miktarının, görevliler için ondabiri, diğer insanlar için yuzdebiri güvenli doz sınırları olarak kabul olunmuştur. Buna göre bir yıl zarfında güvenle alınabilecek toplam dozun üst sınırı radyasyon görevlileri için 5 Rom/yıl ve diğer insanlar için 0,5 Rom/yıl'dır. Bugünün biliminin ışığında bu sınırları aşmayan radyasyon dozlarının vücudun öz koruma gücünün güvenli derecede altında kaldığına ve dolayısıyla sağlık için sakıncalı olmadığına inanılmaktadır.

Radyasyon ile sürekli çalışanların yukarıda verilen

yıllık doz sınırını aşmamaları için ara periyotlara ait güvenli doz limitlerini bilmeleri gerekir. Şöyleki:

Haftalık güvenli doz: 5000/50:100 mRem

Günlük güvenli doz : 100/5: 20 mRem

Saatlik güvenli doz : 20/8: 2,5 mRem

Buna göre bir radyasyon 2,5 mRem röntgen elektro magnet radyasyonu seviyesinde günde 8 saat haftada 5 gün ve yılda 50 hafta sürekli çalışabilir.

4. Radyasyonla Çalışmaları Yasaklanmış ve Kısıtlanmış Kişiler

Yasaklanmış kişiler,

a. 16 yaşından küçükler

b. Hamile kadınlar

c. Sağlığı bozuk olanlar (genellikle ağır işde çalışmaları sakıncalı olanlar)

5. Radyasyon Ölçülmesi

Kişisel radyasyon dozlarının ölçülmesi:

Kişisel radyasyon dozlarının ölçülmesi, çalışma süresince üzerlerinde taşıdıkları, radyasyon algılayan aygıtlarla yapılır. Bunlar genellikle basit yapılı, küçük cihazlardır. Başlıcaları şunlardır.

- Film dozimetreleri
- Cep dozimetreleri
- Cep iyonizasyon odaları

- Film dozimetresi bir muhafaza içinde filmi ve gillrelerini kapsar. Film bu iş için özel yapılmış bir röntgen filmidir, Filtreler kurşundan veya kadmiyundan ince plakalardır.

- Cep dozimetresi ve cep iyonizasyon odası dış görünüş itibariyle birbirine benzer. Her ikisi de dolma büyük-

luğünde ve görünüşündedir. Cep iyonizasyon odasını doğrudan okumak mümkündür. Binaleyh çalışan esnasında bir kimse her an ve her yerde aldığı dozu bununla kontrol edebilir. Halbuki cep dozimetresi ancak özel şarj aleti yardımıyla okunabilir. Okuma için şarj aletinin bulunduğu yere kadar gitmek gerekir.

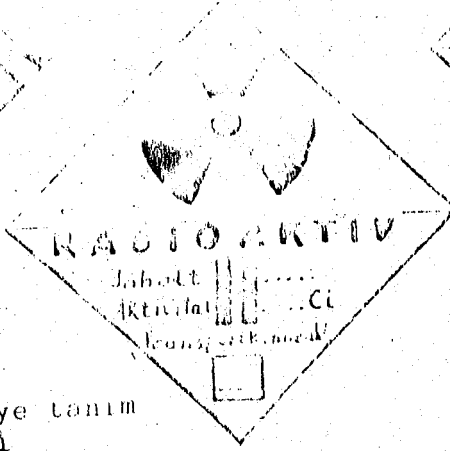
Cep iyonizasyon odası elektroskop prensibi ile, cep dozimetresi kondenser prensibi ile çalışır. Her ikisi de özel aleti ile önceden şarj edilir. Tam şarjda iken gösterge sıfırdadır.

Radyasyon maruz kalındığında içerde iyonlaşma olur ve elektrodlar arasındaki voltaj azalır. Voltaj azalması radyasyon dozu ile orantılıdır. Binaenaleyh kalibre edilmiş skaladan doğrudan doğruya radyasyon dozu okunur.

Radyasyon alanlarının ölçülmesine yarayan cihazlara Survey Meter veya Ratemeter isimleri verilir. Bunlar elle taşınabilir şekilde düzenlenmiş pilleç çalışan esasta birer gazlı detektördürler. Başlıca iki tip söz konusudur. İyonizasyon odası ve Geiger-Müller sayıcıları iyonizasyon odaları yüksek radyasyon şiddetlerini %15 kesinlikle ölçebilirler.

Tablo 1 : SSV'ye göre ışınlardan koruma alanlarındaki önlemler

Saha Alanı	Giriş Sınırlaması	Gerekli Kontrol Önlemleri	Çalışma Yasağı	Sınır İşaretleme
Yasak Saha	Çok acil durumlarda oda ancak ışınlardan korunma memurunun gözetimi altında iş icabı ışınlara maruz olabilecek şahıslar girebilir ziyaretçiler giremez.	Kontrol alanı gibi	Kontrol alanı gibi	Evet.
Kontrol sahası	Sadece iş icabı ışınlara maruz olabilen şahıslar işlerin yürütülmesi ve işletme işlerinin yürütülmesi için veya öğretim maksatıyla (16-18 yaşları arası için devlet dairesinden müsaade ile) ziyaretçiler sadece dairenin müsaadesi ile	Gerektiği takdirde film plakatlarının dozaj metrelerinin taşınması doktor gözetimi yerel dozaj ve dozaj miktarının ölçümü	18 yaşından küçüklere (öğrenim yapanlar hariç) hamilelere ışınlara maruz kalabilen şahıslar olsalar bile yasaktır.	Evet .
İşletmeye ait gözetim sahası	Sadece bu sahada işletme yararlı bir iş yapacakları (sürekli çalışma yerlerinde de) ve ziyaretçiler tarafından girilebilir.	Yerel dozaj ve dozajın gücü gerektiğinde ölçümlidir.	Yok	Hayır
İşletme dışı gözetim sahası	Yok	Yerel dozaj ve dozajın gücü gerektiğinde ölçümlidir.	Yok	Hayır



Resim 1 : kapsam
Aktivite : yapılan iş
Transportkennzahl : nakliye tanım
sayısı

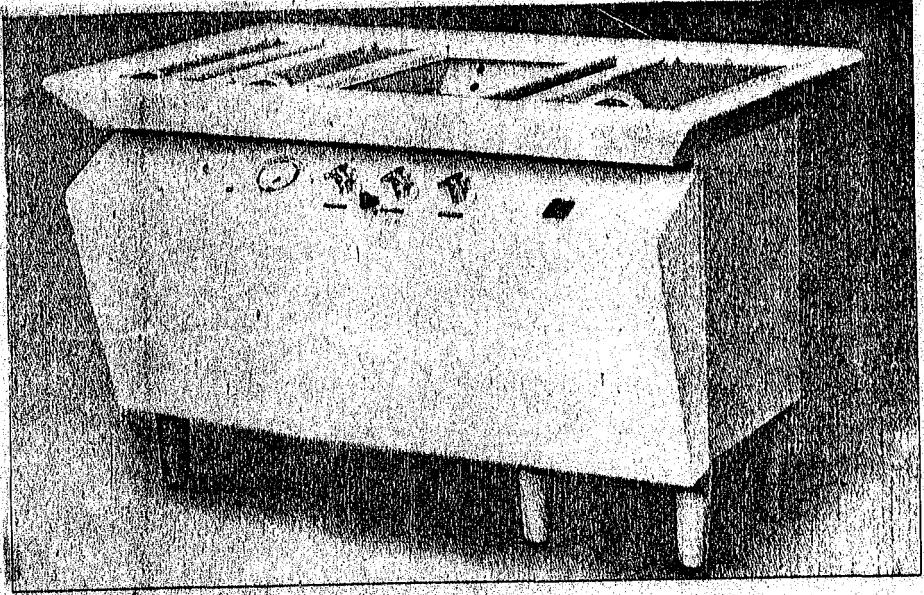
Resim 2 : nakliye için tehlike pusulası



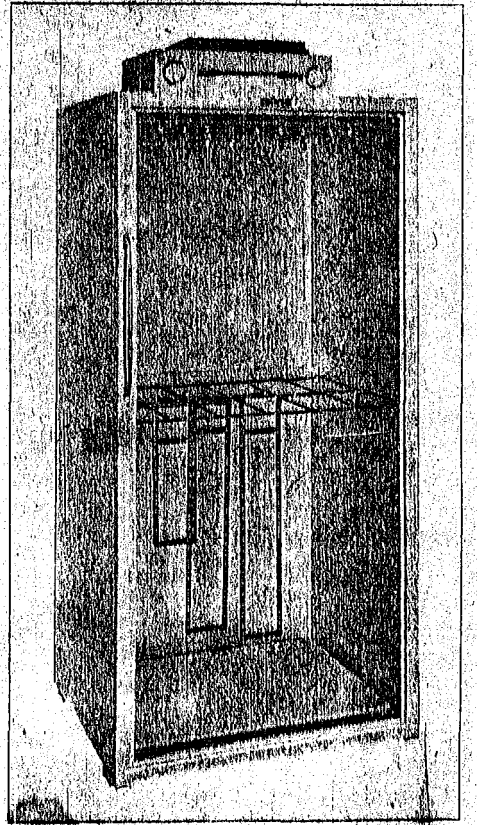
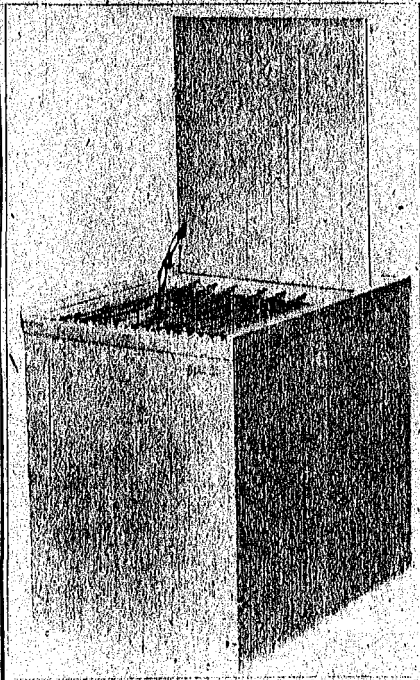
Resim 3 : taşıta içinde veya etrafında gereksiz bulunulmam
kaçınılmalıdır.

Resim 4 : nakliye için tehlike pusulası

MARMARA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



Radyo graf film banyosu



Yazıcı dolabı

REFERANSLAR

1. Kaynak Tekniği cilt 1. Prf.Selahaddin Anık İ.T.Ü. 1960
2. Kaynak Tekniği Metallurjisi Muayenesi: Yazan Daniel Seferian: Çeviren Prf.Dr.Sami Ertan İST.1959
3. Kaynak Sanatı Oerlikon 1975 sayı 4 Doç.Dr.Nezihi Özden Tahribatsız Muayene Toplu bakış 1974
4. Böhler yayınları Prf.Dr.Selahaddin Anık "Kaynak dikiş-lerinin radyografik muayenesi" 1972
5. Kaynak Tekniği Oerlikon yayınları 1973
Radyografların değerlendirilmesi Mübeccel Cın
6. Kaynak Radyografları Türk Kaynak Cemiyeti yayınları Prf.Selahaddin Anık 1962
7. Endüstriyel Radyografi (Genişletilmiş ikinci baskısı)
8. Hazırlayan Prf.Dr.Nezihi Özden SEGEM Yayınları 1981
8. Malzeme Muayeneleri Çeviren Prf.Dr.Dogan Yücer Yazan Robert Grand
9. Malzeme Muayeneleri Prf.Dr. Muzaffer Sağışman 1960
10. Rich-Selfert Co ve Oerlikon firması X-Ray Seminer notları 1982
11. Kaynak Muayenesi ve Kontrol (V numaralı Uluslar arası Kaynak Enstitüsü Yayını) Çeviren. PrfSelahaddin Anık 1976 Dr.Kutsal Tulbentçi
12. Fiziksel Metallurjinin Esasları Yazan Prof.Dr.Albert G.Guy. Çeviren Prf.Dr.Doğan E. Güter yıl 1972
13. Bitirme Tezi İ.U.T
İsmail Hakkı Demirel 1975: Radyografi iş emniyeti
14. Bitirme ödevi İ.U.T
Mustafa Akman: Kaynak eklerinin tahribatsız muayenesi
15. Bitirme Tezi
Y.U.Cemalettin Kalaycı 1988:Tahribatsız Muayeneler
16. Bitirme Tezi
Mustafa Akgül 1973:Tahribatsız Muayeneler
17. Cami altı tersanesi Radyografi seminer notları 1979

MARMARA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

