



TMMOB MAKİNA MÜHENDİSLERİ ODASI KAYNAK EĞİTİM VE MUAYENE MERKEZİ

KAYNAKLI İMALATTA TAHRİBATSIZ MUAYENE VE TAHRİBATSIZ MUAYENE METOTLARI

Dr. Ersan GÖNÜL

Makina Mühendisi (Ph.D., M.Sc.)

Kaynak Mühendisi

NDT Uzmanı Seviye III (VT, PT, MT, UT, RT)

MMO KEMM Müdürü

MMO AKM NDT Birim Sorumlusu

MMO PBK NDT Sınav Merkezi Sorumlusu



TMMOB MAKİNA MÜHENDİSLERİ ODASI KAYNAK EĞİTİM VE MUAYENE MERKEZİ

EĞİTİMLERİMİZ VE SINAVLARIMIZ

- ✓ *Kaynakçı Eğitimleri*
- ✓ *Uluslararası Kaynakçı Sınavları*
- ✓ *MYK – Kaynakçı Sınavları*
- ✓ *NDT Personeli Eğitimleri ve Sınavları*
- ✓ *Kaynak Koordinasyon Personeli Eğitimi*
- ✓ *Mühendislere Yönelik Kaynak ve NDT Eğitimleri*
- ✓ *Kaynaklı İmalat ve Malzeme Teknolojisi Eğitimleri*
- ✓ *Endüstriyel Depolama Sistemleri Eğitimleri*

TEKNİK HİZMETLERİMİZ

- ✓ *Tahribatsız (NDT) Muayene*
- ✓ *Tahribatlı (DT) Muayene*
- ✓ *Yorulma Test ve Analizi*
- ✓ *Bilgisayar Destekli Kontroller*
- ✓ *Rafların İmalat ve Periyodik Kontrolleri*
- ✓ *WPQR Onayı*
- ✓ *Kaynaklı imalat kontrolleri*
- ✓ *İmalat proje kontrolleri ve İmalat kontrolleri*

0224 443 66 11 /kemm@mmo.org.tr



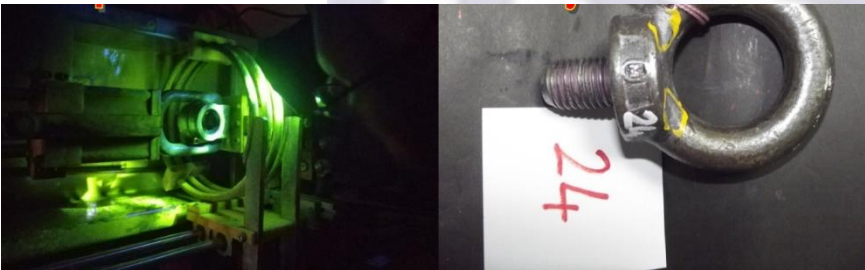
TAHRİBATSIZ MUAYENE NEDİR?

- Tahribatsız muayene, incelenen parçanın malzemesine zarar vermeden muayene edilerek, dinamik ve statik yapıları hakkında bilgi edinilen muayene yöntemlerinin tümüne verilen addır.



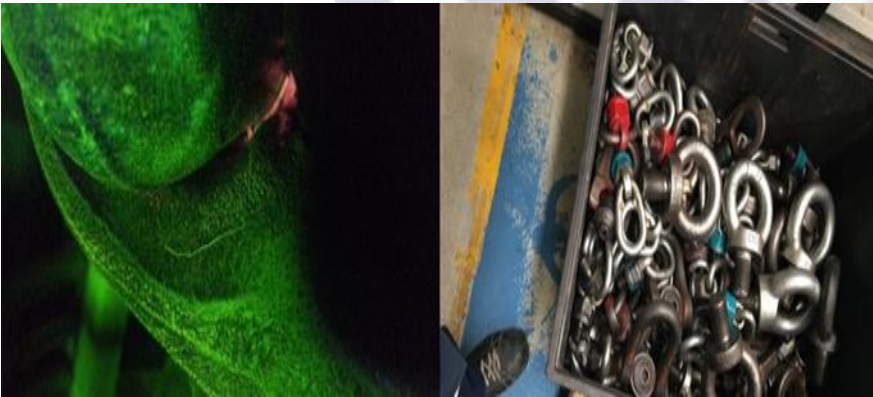
TAHRİBATSIZ MUAYENE...

- Parçanın kendisine muayene yapılır, **parça muayene sırasında zarar görmediğinden kullanılmasında sıkıntı yoktur.** Dolayısıyla daha güvenilir sonuçlara varılır. Tahribatlı muayenelerdeki numune alma problemi ve alınan numunenin bütün kütleyi ne derece temsil etmekte olduğu tereddüdü ortadan kalkar.
- Parçanın farklı özelliklerine ve farklı bölgelerine, **hassas birçok tahribatsız muayene aynı anda veya peş peşe uygulanabilir.** Böylece servis performansı ile bağlantı kurulabilir ve istenen sayıda özellik kontrol edilebilir.



TAHRİBATSIZ MUAYENE...

- Parça sayısı ne kadar çok olursa olsun, maliyet göz önüne alınarak istenilirse tüm parçaların kontrolü yapılabilir.
- Tahribatsız muayene, **aynı parça üzerinde defalarca tekrarlanabilir. Böylece yorulma ve işletme hasarının gelişimi takip edilebilir.** Örneğin basınçlı kapların belirli noktalarından kalınlık ölçümleri alınır ve bu işlem aynı noktalar için tekrarlanırsa, ana malzemedeki aşınmaya bağlı ömür tayini yapılabilir. Vinç konstrüksiyonlarında kritik bölgeler (maksimum gerilmelerin olduğu bölgeler, tadilat yapılmış bölgeler) belirli aralıklarla kontrol edilerek konstrüksiyonun emniyeti sağlanabilir.

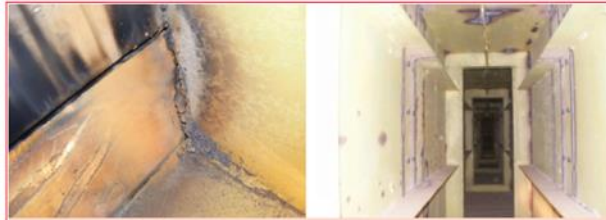


TAHRİBATSIZ MUAYENE...

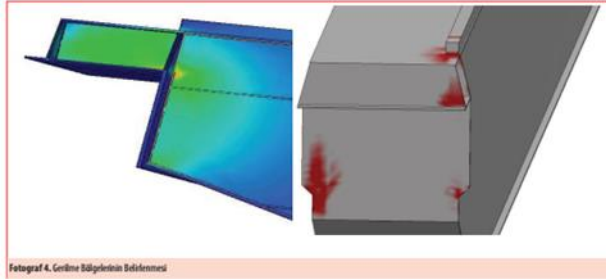
- Çok pahalı ve büyük tek parçalara, tahribatsız muayeneden başka uygulanabilecek bir muayene metodu düşünülemez. Kullanımda olan bir konstrüksiyondan numune alıp tahribatlı muayene yöntemleriyle test etmek mümkün değildir.
- Tahribatsız muayene, muayene işini laboratuvarından atölyeye taşımıştır. Muayene işlemi, çelik konstrüksiyonların çalışma ortamında gerçekleştirilir.

TAHRİBATSIZ MUAYENE...

- Tahribatsız muayene, üretim esnasında **yeni parçalara olduğu kadar, periyodik bakımlarda ve hatta işletme esnasında servisteki parçalara da uygulanır.** Bazı hallerde parçayı, montajlı olduğu sisteme takılı olduğu yerden sökmeden ve bazen de işletmeyi hiç durdurmadan muayene yapmak mümkündür. Bu durum tahribatsız muayenenin büyük bir üstünlüğüdür. Rafinerilerde ve kimya endüstrisinde metalik kaplar, içeriden korozyona maruz kalırlar. Radyografik ve ultrasonik metodlarla, işletmeyi durdurmadan, istenilen noktalarda korozyon ölçmeleri yapılır. Teleferik halatları, çelik halat üzerinde gezinen cihazlarla iç bölgelerde bulunan hatalara karşı, yerinde kontrol edilebilmektedir.



Fotograf 3. Bir vinç kamirakayının içine bakılması



Fotograf 4. Gerilme Dağılımının Belirlenmesi

TAHRİBATSIZ MUAYENE UYGULAMA ALANLARI

| Uygulama Alanı | İşlevi | Uygulama Örnekleri |
|---------------------------------------|---|--|
| Araştırma ve Geliştirme | Malzemelerin yapısal değerlendirilmesi, üretim ve montaj yöntemlerinin karşılaştırılması ve bulguların değerlendirilmesi | Metallerin iç yapılarının ve yorulma belirtilerinin incelenmesi, kaynak dikişlerinde çatlakların tespiti |
| Üretim Yöntemi Kontrolü | Üretim yöntemi değişkenlerinin belirlenmesi ve kontrolünün sağlanması. | Radyografik ve Ultrasonik yöntemle kalınlık ölçme ve imalat parametrelerinin tespiti. |
| Kalite Kontrolü | Kusurlu parçaların ve anormalliklerin tespiti, üretim montaj kusurlarının, yerlerinin ve yöntemlerinin değerlendirilmesi. | Zayıf yapışma, kaynaklarda çatlama, metallerde homojen olmayan gözenekler ve malzeme hatalarının belirlenmesi. |
| Servis Süresince Değerlendirme | Kullanım süresince aşınma ve anormalliklerin erken belirlenmesi. | Depolarda ve borularda korozyonun ve yerinin tespiti, çeşitli araçlarda erken uyarı sistemleri. |

TAHRİBATSIZ MUAYENE İLE..

- Malzemenin mukavemeti tahribatsız muayene yöntemleriyle ölçülemez.
- Malzemenin ne kadar yüke dayanacağı tahribatsız muayene yöntemleriyle belirlenemez.
- Geri kalan işletme ömrü sadece tahribatsız muayene yöntemiyle belirlenemez. Fakat bilgisayar destekli tasarım, analiz işlemleri ve tahribatsız muayene sonuçları birlikte değerlendirildiğinde konstrüksiyonlar için işletme ömrü tahmininde bulunmak mümkün olmaktadır.

TAHRİBATSIZ MUAYENE YÖNTEMLER



TAHRİBATSIZ MUAYENE YÖNTEMLERİ

- Gözle Muayene Yöntemi
- Penetrant Muayenesi
- Manyetik Parçacık Muayenesi
- Ultrasonik Muayene
- Radyografik Muayene

GÖZLE MUAYENE

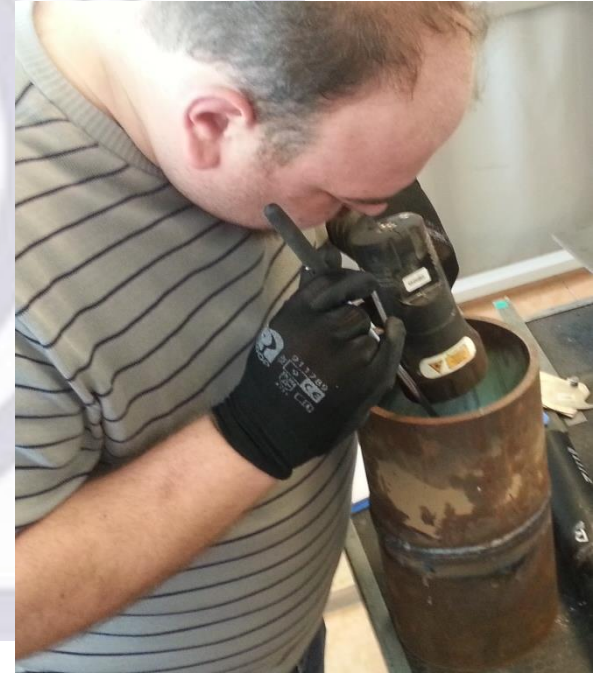


GÖZLE MUAYENE

- Gözle muayene ürünlerin yüzeyden kalite durumunun (süreksizliklerin, boyut sapmalarının, form hatalarının yüzey durumunun) gözle veya optik cihazlar yardımıyla incelenmesi ve değerlendirilmesidir.
- Yaygın olarak kullanılan bir yöntemdir.
- Diğer tahribatsız muayene yöntemleri uygulanmadan önce başvurulan bir uygulamadır. Bu nedenler diğer tahribatsız muayene yöntemlerinde çalışan operatörleri gözle muayene konusunda vasıflandırılmış olmalıdır.

GÖZLE MUAYENE

- Gözle muayene esnasında yapılan yapılan mekanik ve optik incelemeler;
 - Görerek fark etmek
 - Karşılaştırma
 - Tahmin Etme (Benzetme)



GÖZLE MUAYENE

- AMAÇ: Gözle görülebilen kusurların tespiti yada önceden verilen kriterlerden sapmaların belirlenmesi ve tanımlanmasıdır. Kontrol aşamaları;
 - İmalat Aşamasında Kontrol
 - İşletme Aşamasında Kontrol
- Kaynak Öncesi Kontrol
- Kaynak Esnasında Kontrol
- Kaynaktan sonra Kontrol

GÖZLE MUAYENE

- Kaynakların gözle muayenesi EN 970'e göre yapılır.
- Maksimum mesafe 600 mm'dir
- Minimum açı 30 derecedir.
- Minimum aydınlatma 350 lx fakat ideali 500 lx'tür

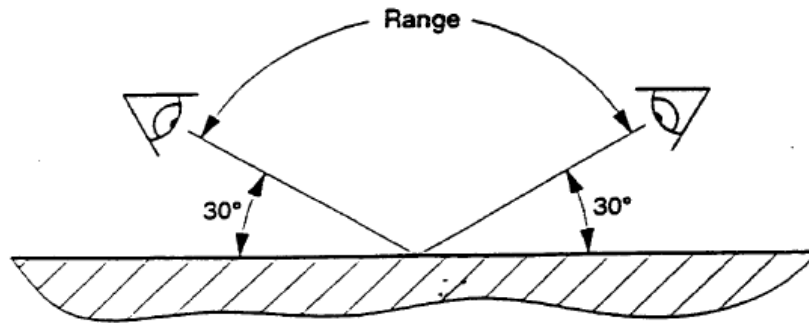


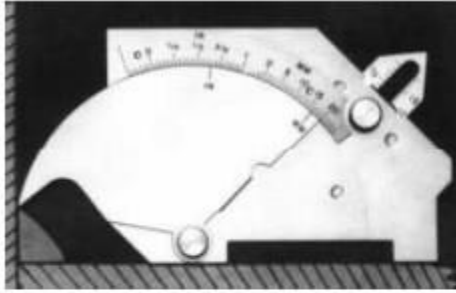
Figure 1 : Access for examination

GÖZLE MUAYENE

- Gözle muayene esnasında çeşitli araçlardan yararlanılabilir. Bu araçlar standartlarda tanımlandığı şekilde olmalıdır.
- Endoskop
- Videoskop
- Büyüteç
- Kumpas
- Kaynak Kumpası
- Açılı Ayna
- Cetvel
- Fotoğraf Makinası vs



GÖZLE MUAYENE



GÖZLE MUAYENEDE KARŞILAŞILAN HATALAR

- Çatlaklar,
- Görülebilir gözenekler,
- Görülebilir katı çökeltiiler,
- Birleştirme hataları,
- Yetersiz kaynak nüfuziyeti,
- Çentikler,
- Krater çatlakları,
- Dikiş yükseltiileri,
- Yanarak delinme, yanma oluğu,
- Sıçrantılar

GÖZLE MUAYENE

• AVANTAJLARI

- Hızlı ve ucuz bir yöntemdir.
- Diğer tahribatsız muayene metodlarına ihtiyacı azaltır.
- Çoğu zaman yüzey temizliği istenmez.
- Her zaman uygulanabilir.

• DEZAVANTAJLARI

- Sadece yüzey hataları tespit edilebilir, iç yapı hakkında bilgi vermez.
- Bulgular kontrolü yapan personelin tecrübesine göre değişiklik gösterebilir.
- Göz yanılgıları, yetersiz aydınlatmalar ve personelin tecrübesizliği yanlış karara yol açabilir

TMMOB
MÜHÜRİNGİLER ODASI



MANYETİK PARÇACIK MUAYENESİ



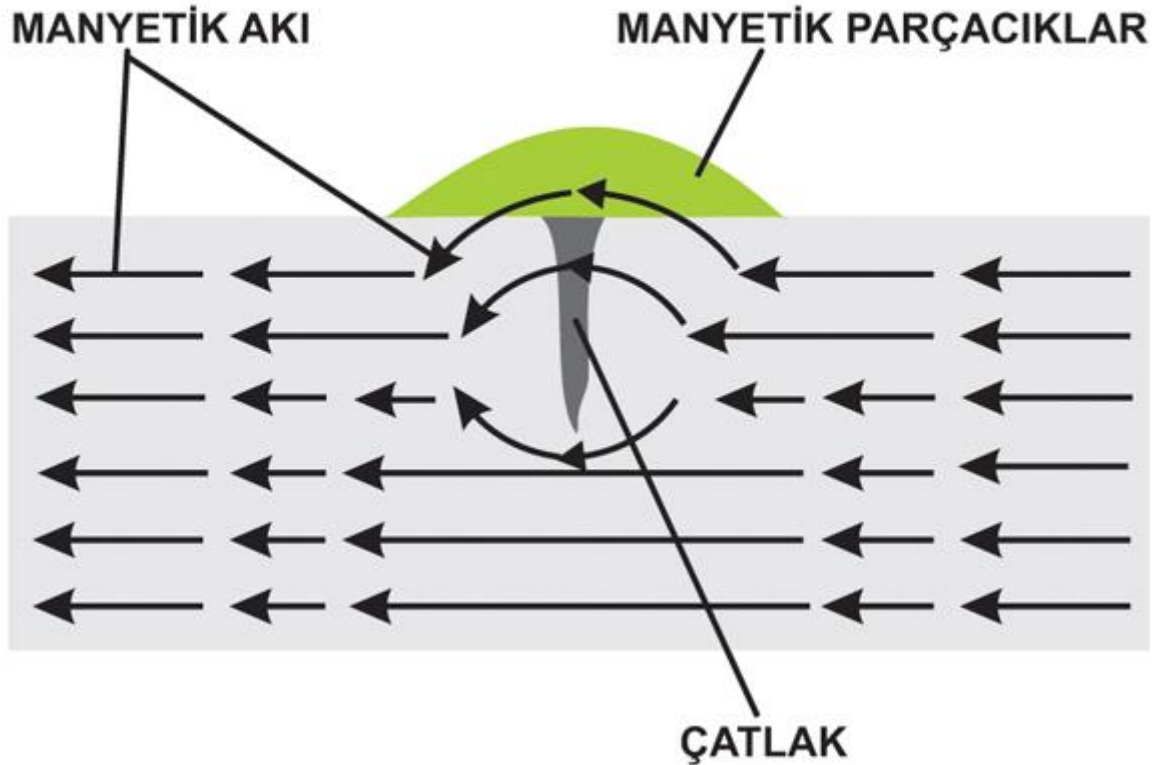
MANYETİK PARÇACIK MUAYENESİ

- Bu yöntem, ferromanyetik özellikteki test yüzeyinde veya hemen altındaki çatlakların tespitinde kullanılır. Metale manyetik akı gönderilir. Süreksizliklerin olduğu yerde bir sızıntı görülür. Püskürtme sırasında metal yüzeyi demir tozunu çeker. Kusurların uzunluğu çok kesin olarak tespit edilebilir.

MANYETİK PARÇACIK MUAYENESİ

- **Kaçak Akı:** Manyetik alan, ferromanyetik bir malzeme içersinde herhangi bir süreksizlik ile karşılaşırsa yüksek manyetik direnç sebebiyle sadece bir kısım süreksizlikten geçer. Bir kısım süreksizliğin altından geçerek yoluna devam eder. Bu kısım süreksizliğin üstünde köprü oluşturarak devam eder. Buna kaçak akı denir.

MANYETİK PARÇACIK MUAYENESİ



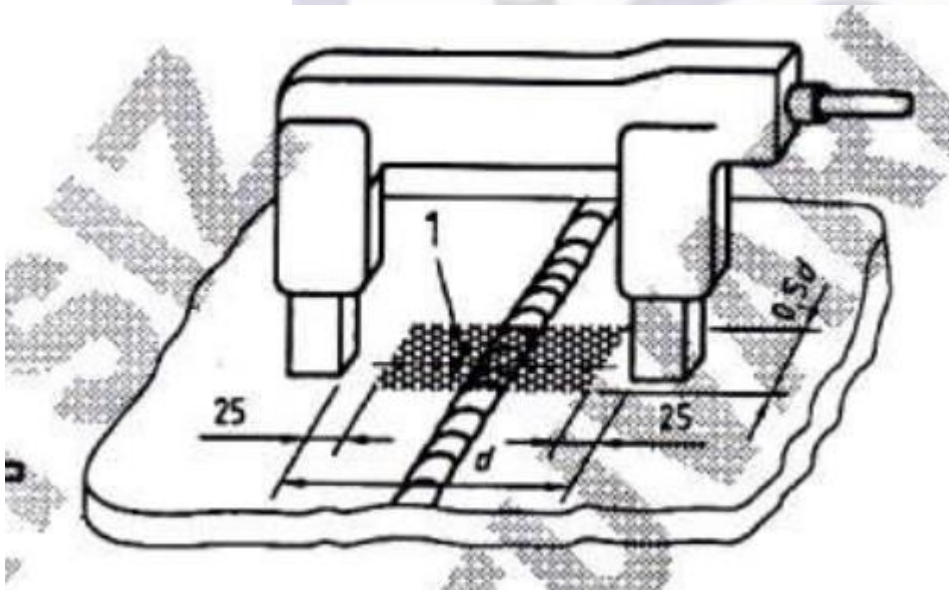
MANYETİK PARÇACIK MUAYENESİ

- Maksimum kaçak akı, manyetik alanın hataya dik olması durumunda elde edilir.
- EN ISO 9943'e göre kaçak akı elde etmek için kullanılan manyetik parçacık muayenesi cihazları 3 tiptir:
 - Taşınabilir ve Mobil cihazlar
 - Sabit üniteler
 - İmalat hattına monte edilmiş özel amaçlı test üniteleri

MANYETİK PARÇACIK MUAYENESİ

- Yüzeyde veya yüzeye yakın süreksizlikler tespit edilir.
- Yüzey pürüzlülük değerleri standartların belirttiği şekilde olmalıdır.
- 50 mikron kaplama kalınlığına izin verilir.
- Pratik deneyimi yüksek ve güvenilir personel gerekir.

MANYETİK PARÇACIK MUAYENESİ

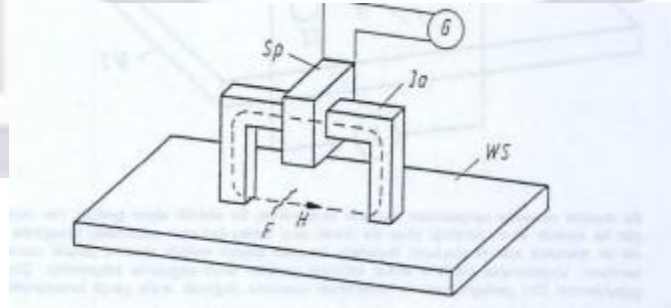


MANYETİK PARÇACIK MUAYENESİ

- Ön temizlik
- Mıknatıslama
- Ferromanyetik tozların püskürtülmesi
- Mıknatıslama akımının kesilmesi.
- İnceleme, değerlendirme.
- Mıknatıslık giderimi ve son temizlik



MANYETİK PARÇACIK MUAYENESİ



MANYETİK PARÇACIK MUAYENESİ

• AVANTAJLARI

- Yüzey hatalarının tespitinde hassas bir yöntemdir.

• DEZAVANTAJLARI

- Sadece magnetize edilebilir yani ferromanyetik malzemelere uygulanabilir.
- Alüminyum ve östenitik paslanmaz çelikler gibi ferromanyetik olmayan malzemelerin kontrolü mümkün değildir.
- Tespit edilmeyen hatalar;
 - Temas ve tutma yerlerindeki çatlaklar ve süreksizlikler.
 - Dövme işleminde oluşan katmanlar, yüzeye paralel ve malzeme içine ilerleyen çatlaklar ve süreksizlikler.
 - Ferromanyetik oksitlerle dolu çatlaklar ve süreksizlikler.
 - Kenarları yuvarlak olan geniş çatlaklar ve süreksizlikler.
- Manyetik alan içine uygun açıda konumlanmamış süreksizlikler belirlenemez.
- Boyalı muayene yüzeyi, sonucu etkiler
- Özel ışıklandırma sistemi gerektirir.
- Son temizliğe ihtiyaç vardır.

MANYETİK PARÇACIK MUAYENESİ



SIVI PENETRANT MUAYENESİ



SIVI PENETRANT MUAYENESİ

- Yüzeye açık süreksizlikler kimyasallar yardımı ile gözlenebilir belirtilere dönüştürülür. Yüzey hatalarının tespitinde kullanılan bir yöntemdir.



SIVI PENETRANT MUAYENESİ

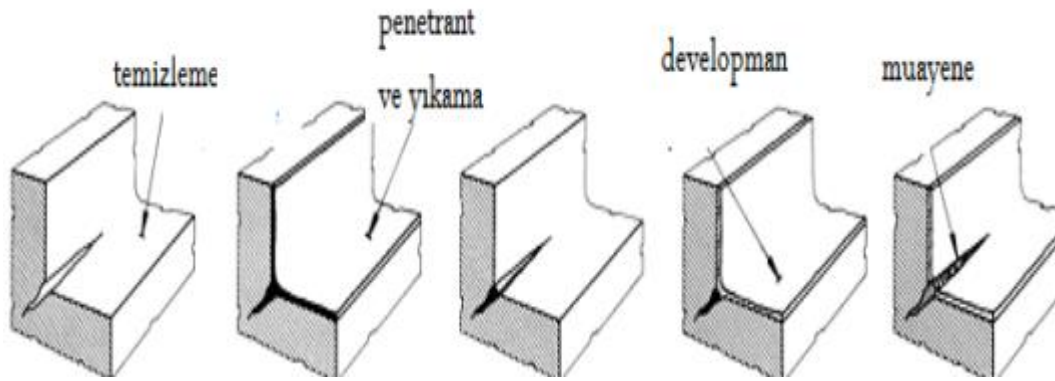
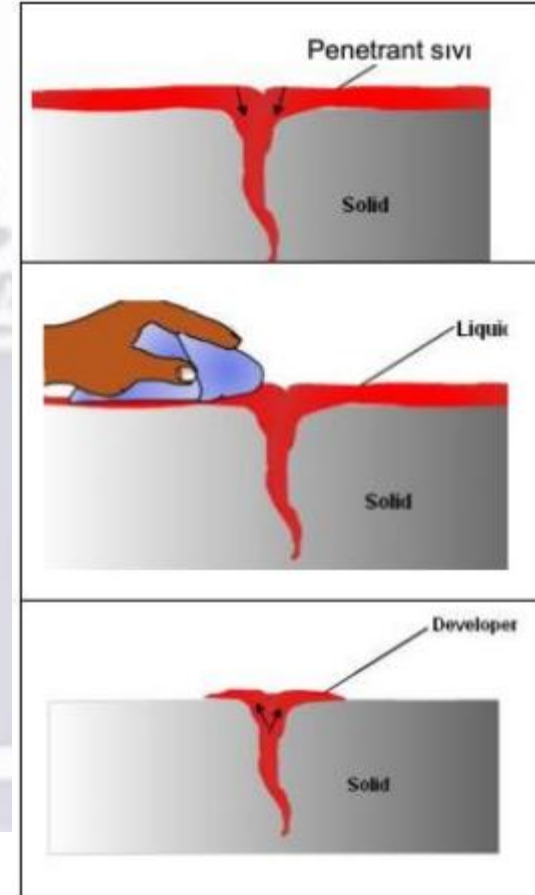
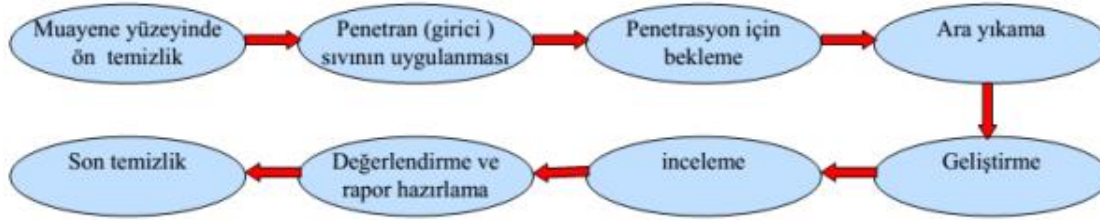
- Malzeme yüzeyine açılan süreksizlikleri görünür hale getirir.
- Akışkan olan penetrantın malzemenin yüzeyine açılan hataların içine girerek nüfus etmesi yöntemine dayanır.
- Penetrantın uygulanabilmesi için, kullanılan muayene ortamı yüzeyi tahrip etmemeli, malzeme ile uyumlu olmalı ve malzeme gözenekli olmamalıdır.

SIVI PENETRANT MUAYENESİ

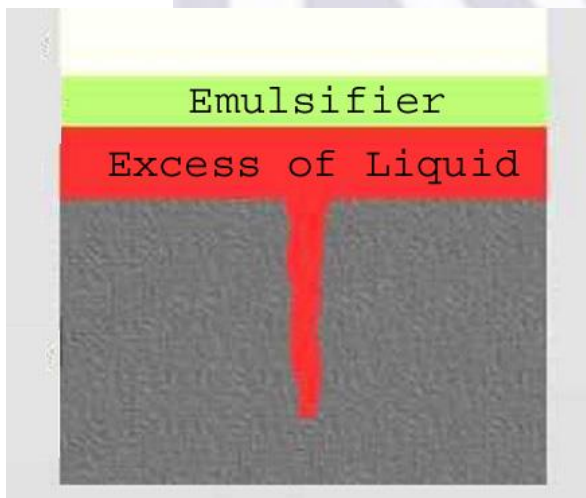
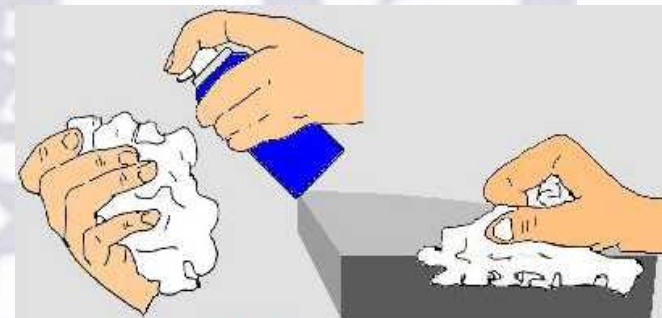
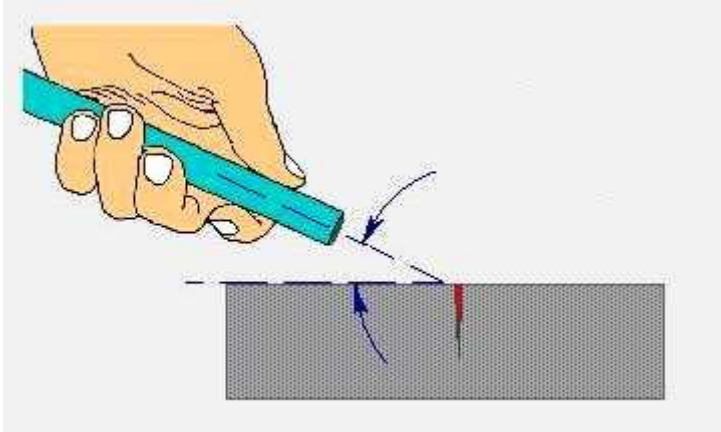
| Penetrant | | Fazla penetrantı giderici | | Geliştirici | |
|-----------|---|---------------------------|---|-------------|--|
| Tip | Tanım | Yöntem | Tanım | Form | Tanım |
| I | Fluoresimalli penetrant | A | Su | a | Kuru |
| II | Renkli kontrast penetrant | B | Yağ seven emulsiyon yapıcı | b | Suda çözünebilen |
| | | | | c | Suda süspansiyon haline gelebilen |
| III | Çift amaçlı (Fluoresimalli renkli kontrast penetrant) | C | Çözücü (sıvı) Sınıf 1 Halojenli Sınıf 2 Halojensiz Sınıf 3 Özel uygulama | d | Çözücü esaslı (Tip I için su içermeyen) |
| | | | | e | Çözücü esaslı (Tip II ve III için su içermeyen) |
| | | | | f | Özel uygulama |
| | | E ^a | Su ve çözücü | | |

^a Yöntem E uygulama ile ilgilidir. Yöntem A için belirlenen penetrant maddenin Yöntem E için de belirlendiği dikkate alınmalıdır.

SIVI PENETRANT MUAYENESİ UYGULANIŞI



SIVI PENETRANT MUAYENESİ



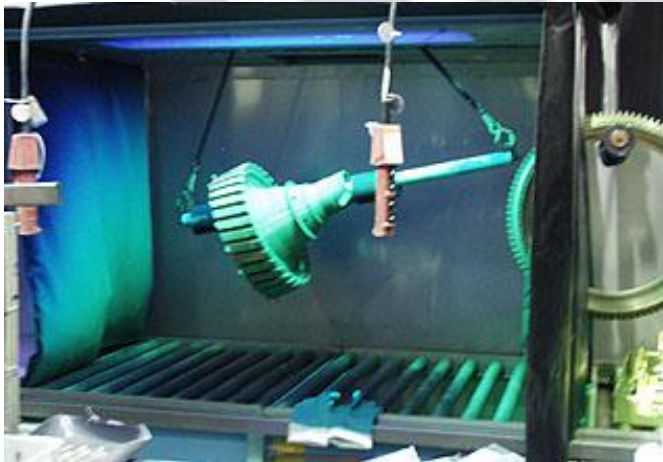
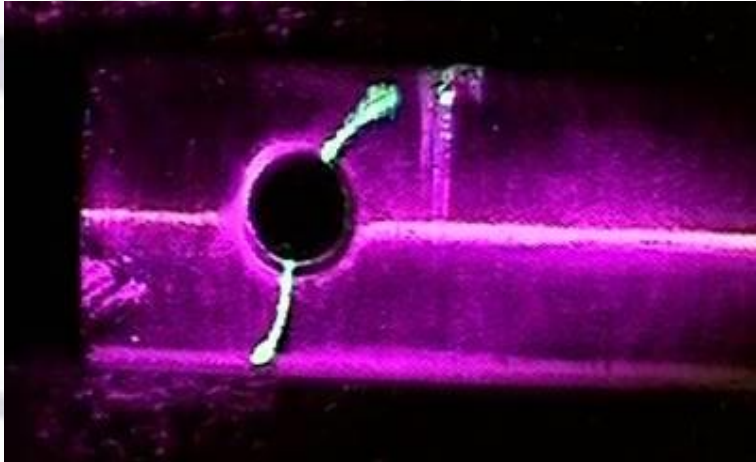
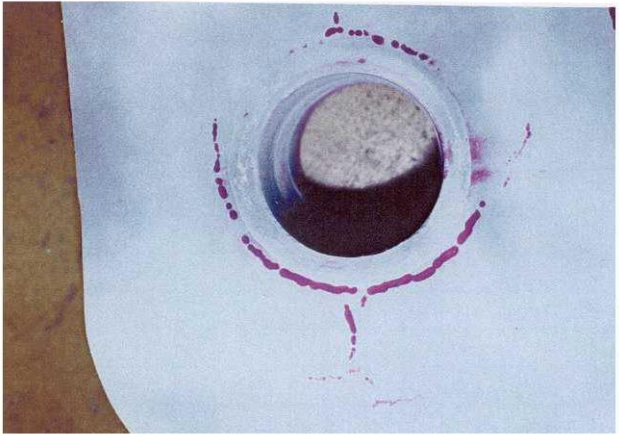
SIVI PENETRANT MUAYENESİ İÇİN ÖNEMLİ NOKTALAR

- Muayene yüzeyinin kontrolü
- Muayene edilecek ortamın kontrolü (Yüzey gerilimleri düşük)
- Muayene ortamının doğru seçimi
- Penetrasyon ve geliştirme süreci
- Ara temizleme
- Geliştiricinin uygulanması

PENETRANT MUAYENESİNDE BULUNAN HATALAR

- Çatlaklar
- Taşlama çatlakları
- Kaynak dikişindeki çatlaklar
- Krater çatlakları
- Gerilimli korozyon çatlakları
- Yorulma çatlakları
- Termal şok çatlakları
- Dövme işleminde oluşan çatlaklar
- Katmerlenme
- Gözenek
- Metalik olmayan kalıntılar
- Laminasyon
- Kaynamama hatası

TMMOB
MÜHENDİSLİK ODULARI
1954



SIVI PENETRANT MUAYENESİ

• AVANTAJLARI

- Yüzeğe açılan hataların tespitinde çok hassas bir metoddur.
- Ucuzdur.
- Ekipman ve cihaz ihtiyacı minimumdur.
- Karmaşık şekilli parçalara uygulanabilir.
- Metalik ve metalik olmayan bütün malzemelerde uygulanabilir.

• DEZAVANTAJLARI

- Sadece yüzey hatalarının tespitinde geçerlidir.
- Pürüzlü yüzeylerde uygulanmaz.
- Yüzey temizliği uygun yapılmamış ise muayene sonucu olumsuz etkilenir.
- Muayene sonrası temizliğe ihtiyaç vardır.

ULTRASONİK MUAYENE



ULTRASONİK MUAYENE

- Yüksek frekanslı ses dalgalarıyla yapılan malzeme kontrol yöntemidir. Engele çarpan ses dalgası yansır. Çarpma açısına bağlı olarak yansıyan sinyal, alıcı proba ulaşabilir yada ulaşamayabilir. Yansıyan sinyalin alıcı proba ulaşması durumunda ultrasonik muayene cihazının ekranında yankı belirir. Hata tespit edilmesi durumunda hatanın koordinatları tespit edilebilir. Yankının yüksekliği hatanın büyüklüğü hakkında bilgi verir.

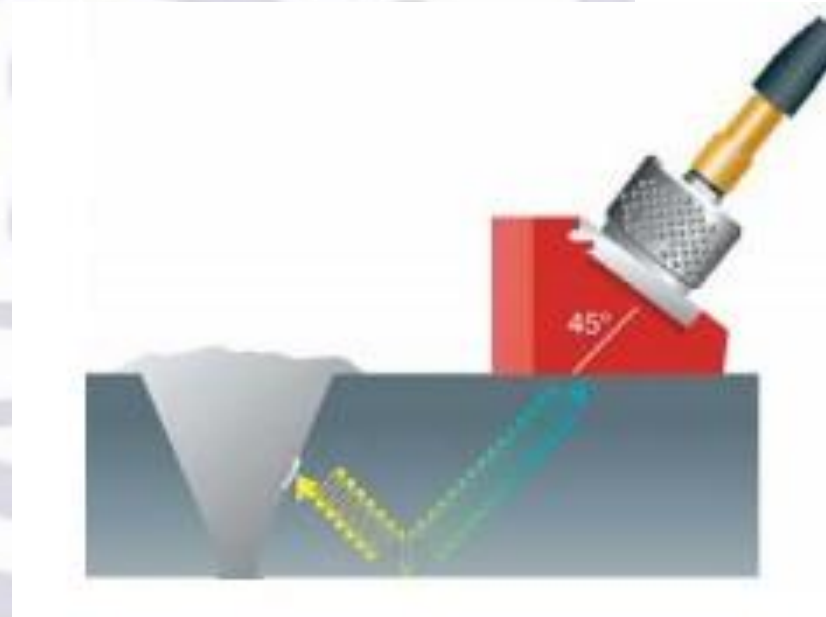
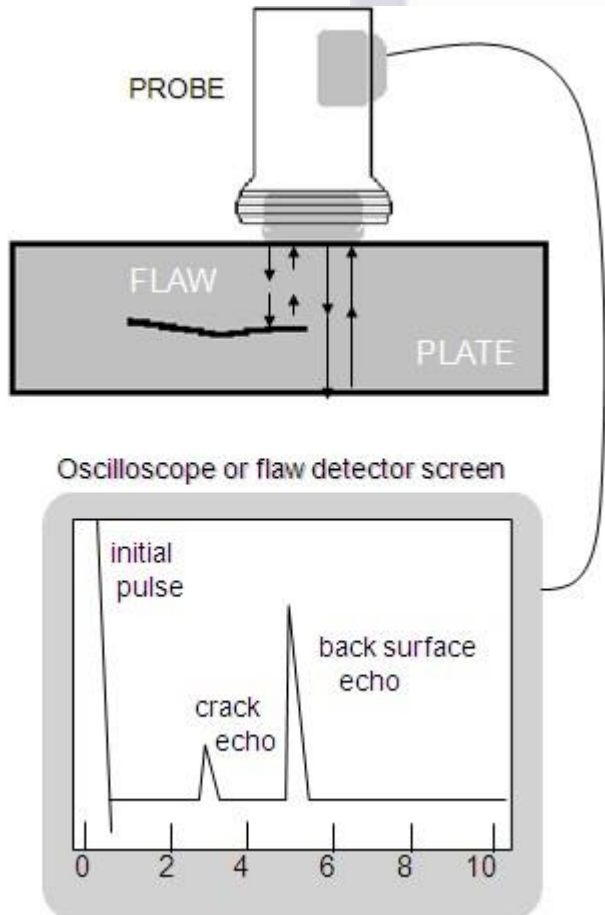
ULTRASONİK MUAYENE

- Ses hızı malzemeye göre değişiklik gösterir.
- Bu yöntemin amacı; süreksizlikleri bulmak, kalınlık ölçmek ve malzeme özellikleri üzerinde çalışmak
- Hatanın yeri, büyüklüğü ve tipine göre ekolar değişiklik gösterir
- Ultrasonik muayene çok komplike bir metottur fakat öğrenmesi de çok zordur.

ULTRASONİK MUAYENE

- Yüksek frekanslı ses dalgaları prob adı verilen bir parça içindeki piezoelektrik özellikteki kristal tarafından üretilir.
- Muayene parçasının mikroyapı özelliklerine göre uygun frekans belirlenir.
- Prob muayene yüzeyine temas ettirildiğinde ses dalgalarının malzeme içine nüfuz edebilmesi için uygun bir temas sıvısı (yağ, gres, su, vb.) kullanılmalıdır.
- Prob muayene yüzeyinde gezdirilerek (tarama) parça geometrisinden kaynaklanan yankılar dışında yankılar olup olmadığı gözlenir, varsa bu yankıların konumları ve yükseklikleri değerlendirilerek hata çözümlemesi yapılır.

ULTRASONİK MUAYENE



ULTRASONİK MUAYENE

- Normal prob
- TR prob
- Açılı prob
- Osiloskop



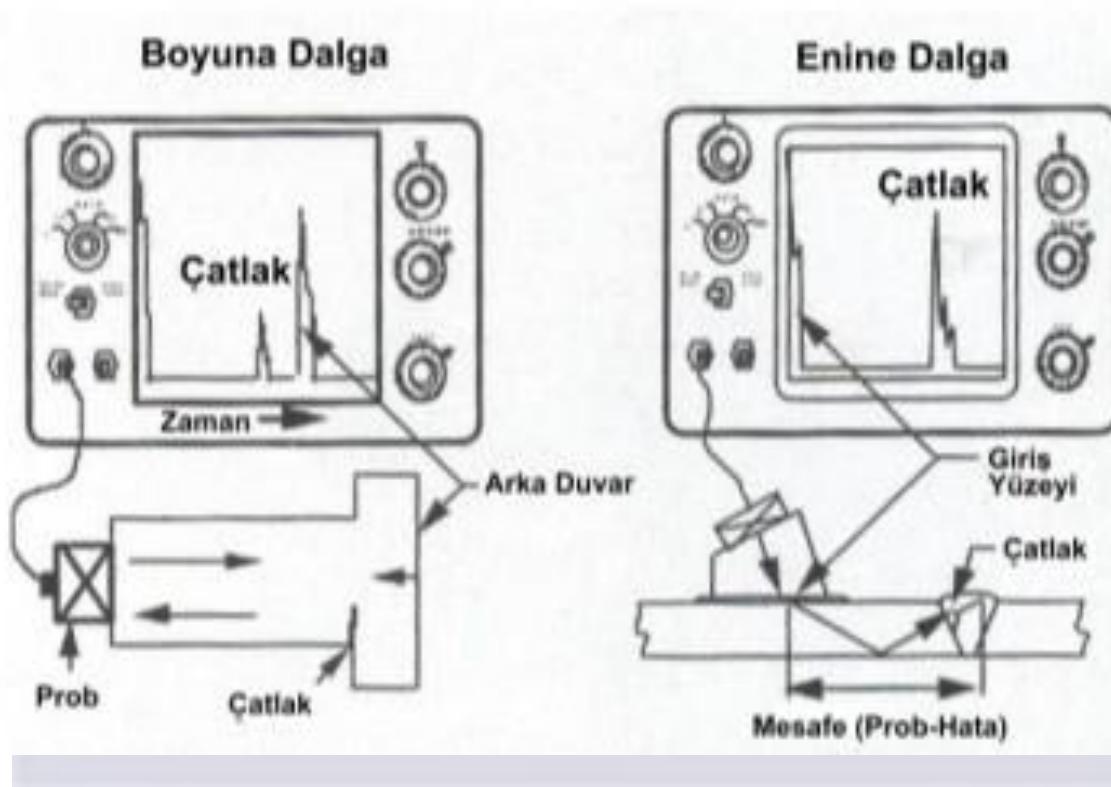
ULTRASONİK MUAYENEDE...

- Normal prob denilen sıfır derece giriş açısına sahip problemlerle çalışılırken malzeme içinde ilerleyen dalgalar boyuna dalgalardır.
- Açılı problemler ise malzeme içine genellikle 45° , 60° ve 70° giriş açısı ile (bu değerler çelik malzeme içindir) enine dalgalar gönderir.

ULTRASONİK MUAYENE

- Probların frekans değerleri vardır. Prob seçiminde bu frekans değerleri de önemlidir. Bu değerler 25 kHz ile 25 MHz arasında değişir.
- Yüksek çözünürlük istendiğinde yüksek frekanslı prob kullanılır ve daha küçük hatalar tespit edilebilir.
- Ultrasonik muayene büyük iç yapıya sahip metallerde hataların tespitinde daha zordur.

ULTRASONİK MUAYENEDEN DALGA TÜRLEİ



ULTRASONİK MUAYENE

- Boyut ölçülmesi (kalınlık gibi)
 - Boy ve kalınlık
 - Ultrasonik termometre (bir çubuğun sıcaklıkta boyut değiştirmesi tespit edilebilir).
 - Yüzey sertliğinin ölçülmesi
- Özelliklerin tespiti
 - a- Elastik modülü
 - b- Tane büyüklüğü, ayrışan fazlar, kalıntılar, soğuk ve sıcak işlem dereceleri
 - c- İç gerilmelerin tespiti
- Hataların (süreksizlerin) tespiti

ULTRASONİK MUAYENE

• AVANTAJLARI

- Malzeme içi hataların tespitinde hassas bir yöntemdir.
- Özellikle kalın parçalarda, düzlemsel hataların daha duyarlı bir şekilde tespitini sağlar.
- Malzemedeki hataların üç boyutlu olarak tespiti mümkündür.
- Sarf malzemesi azdır.
- Uygulama kolaylığı mevcuttur.

• DEZAVANTAJLARI

- Ses demetine paralel konumlanmış düzlemsel süreksizlikler tespit edilemez.
- İnce parçaların muayenesi güçtür.
- Yüzey durumu muayene parametrelerini doğrudan etkiler.
- Yüzey hatalarının tespitinde tercih edilen bir yöntem değildir.



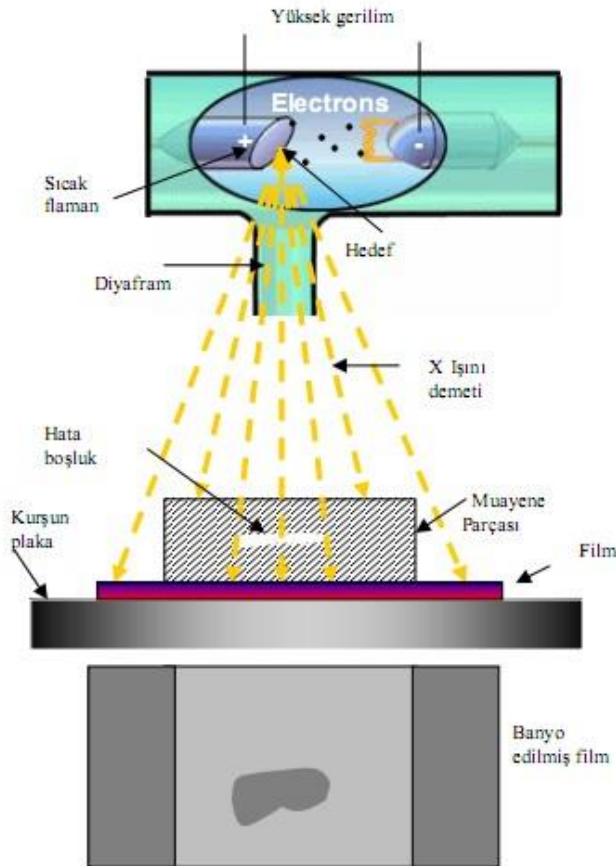
RADYOGRAFİK MUAYENE



RADYOGRAFİK MUAYENE

- Yüksek enerjili elektromanyetik dalgalar (**ışınım**) **pek çok malzemeye nüfuz edebilirler**. Belli bir malzemeye nüfuz eden ışınım malzemenin diğer tarafına konan **ışınım duyarlı filmleri de etkileyebilir**. Bu filmler daha sonra banyo işlemine tabi tutulduklarında **ışınımın içinden geçen malzemenin iç kısmının görüntüsü ortaya çıkar**. Bu görüntü, malzeme içindeki boşluklar veya kalınlık / yoğunluk değişiklikleri nedeniyle oluşur. Malzemenin içinin **bu şekilde görüntülenmesi radyografi olarak adlandırılır**. Bu yöntemle yapılan **değerlendirmeye de radyografik muayene denir**. Eğer malzemenin arka tarafına film yerine bir detektör konup malzemedен geçen ışınım toplanarak bir monitöre aktarılırsa bu teknik de radyoskopi olarak adlandırılır.

RADYOGRAFİK MUAYENE



Film being placed inside pressure vessel I.D. for circumferential weld inspection using radiophy

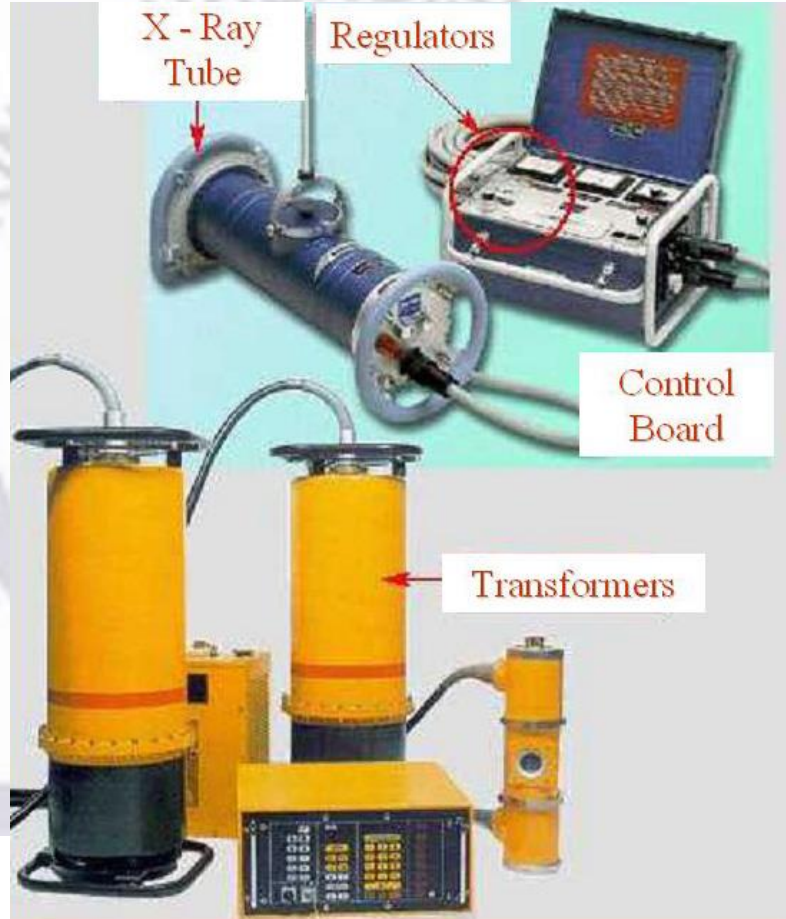


RADYOGRAFİK MUAYENE IŞINIM

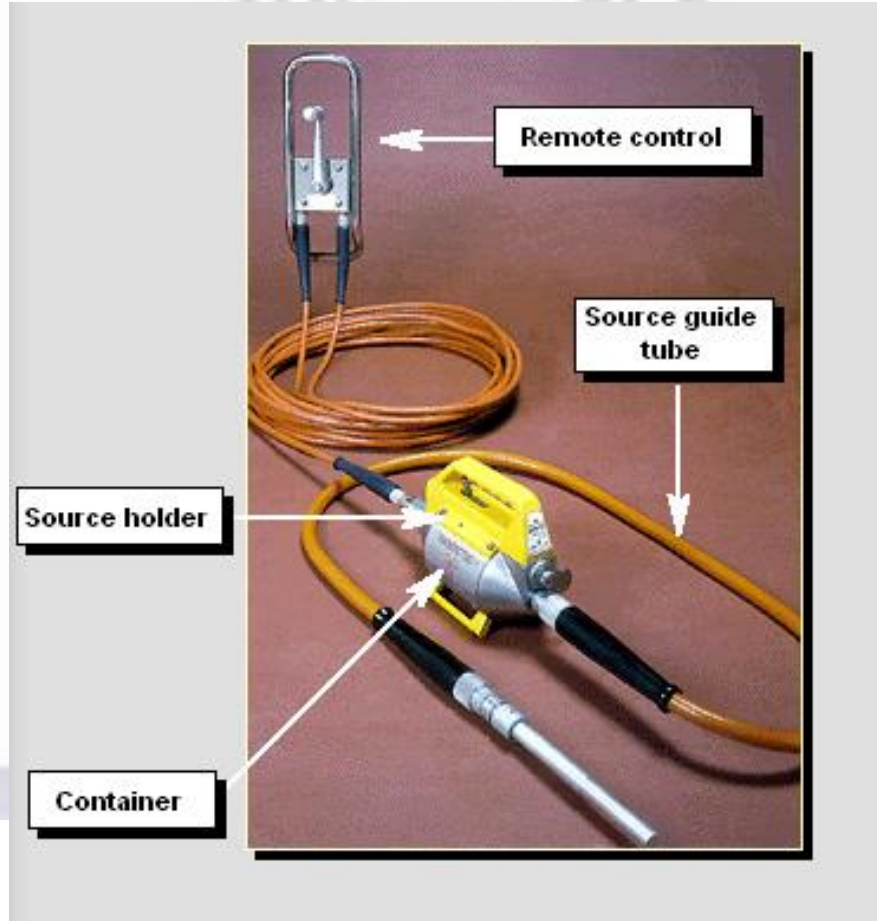
KAYNAKLARI

- Radyografik muayene için çeşitli ışınım kaynakları kullanılabilir. Bu kaynaklar **X-ışını tüpleri** veya **gama (γ) ışını üreten izotoplar** olabilir.
- Endüstriyel radyografide kullanılan **X-ışını enerji aralığı genellikle 50 kV - 350 kV** arasındadır. Işınlama enerjisi ışınlanacak malzemenin cinsine ve kalınlığına bağlı olarak değişir.
- En çok bilinen ve kullanılan gama kaynakları ise **Ir 192, Co 60**'tır. Bunlardan başka Se 75, Yb 169 Tm 170 gibi izotoplar da endüstriyel radyografi alanında kullanılmaktadır.

X-RAY IŞIN KAYNAĞI



GAMA IŞIN KAYNAĞI



RADYASYON ETKİLERİ

Erken Etkiler

Tüm vücutta yüksek radyasyon dozu durumu:Günler veya haftalar içinde ölüm olasıdır.

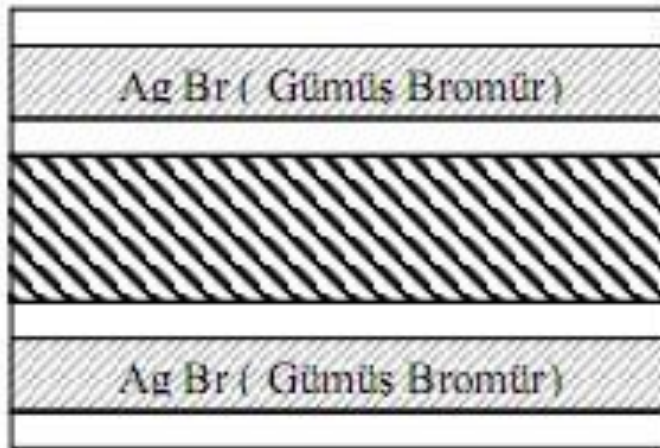
Yüksek dozda belirli bir bölgenin ışınlanması durumu: Ciltte kızamıklık ve yanıklar oluşur

Bu tür yüksek dozlar, kazara kapalı kaynaklara doğrudan el ile temas edilmesi veya X-ışını cihazların çalışması sırasında belirli bir süre yakında bulunulması ile meydana gelebilir.

Gecikmiş Etkiler

Vücutta herhangi bir bölümünün düşük radyasyon dozuna maruz kalınması durumu: Erken belirtileri yoktur. Risk düzeyi, alınan radyasyon dozu ile orantılıdır (kanser ve kalıtsal hastalıklar).

RADYOFRAFİK MUAYENE FİLM



- ← Koruyucu kısım 5 mikron
- ← Duvarlı kısım 20 mikron
- ← Yapışkan kısım 2 mikron
- ← Taşıyıcı kısım tabaka 250 mikron

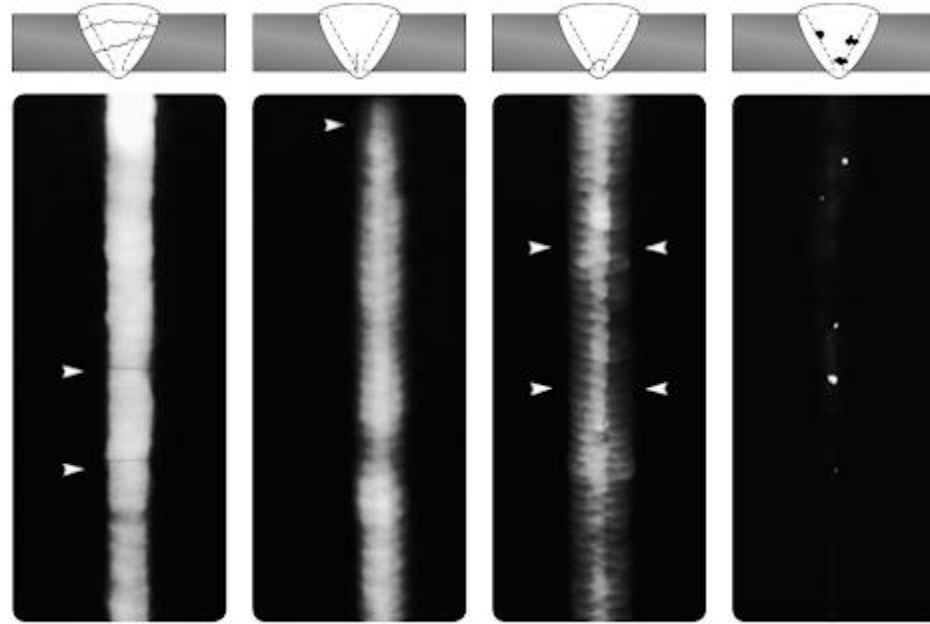
RADYOGRAFİK MUAYENE GÖRÜNTÜ OLUŞUMU

- Radyografik yöntemde görüntü oluşumu; muayene edilecek parçadan geçme özelliğine sahip ışınlar malzemedeki hatalardan dolayı zayıflamaktadır. Malzemedeki hatalardan dolayı ışınlar emilmeden geçer. Malzemenin hatasız olan kısmından geçen ışınlar emildiklerinden dolayı malzeme altına yerleştirilen filmde az etki bırakırlar. Hatalı olan kısımdan emilmeden geçen ışınlar filmde daha fazla etki bırakmasıyla, film üzerinde radyografik görüntü oluşur.

RADYOGRAFİK MUAYENE KISITLAMALARI

- Muayene parçasının kalınlığı kullanılacak ışınım kaynağının cinsine bağlı olarak belli değerleri aşamaz. Çeşitli ışınım kaynakları için uygun malzeme kalınlık aralıkları uygulama standartlarında verilmiştir. Kalınlık sınırlaması dışında her türlü malzemeye uygulanabilir.
- Operatörün eğitimi ve tecrübesi çok önemlidir.
- Muayene parçasının her iki yüzeyine de ulaşılabilir olması gerekir.
- Muayene için kullanılacak donanım diğer metotlara kıyasla daha pahalıdır.
- En çok da radyasyon güvenliği konusunda dikkatli çalışma gerektirir.

RADYOGRAFİK MUAYENE



Transverse crack.

Feathery, twisting lines of darker density running across the width of the weld image.

Longitudinal crack.

Feathery, twisting line of darker density running lengthwise along the weld at any location in the width of the weld image.

Longitudinal root crack.

Feathery, twisting lines of darker density along the edge of the image of the root pass. The "twisting" feature helps to distinguish the root crack from incomplete root penetration.

Tungsten inclusions.

Irregularly shaped lower density spots randomly located in the weld image.

KAYNAKLARDA TAHRİBATSIZ MUAYENE METODUNUN SEÇİMİ



- Beklenen Hatanın Konumu
 - Kaynak metodu
 - Ürün Tipi
 - Kaynak birleştirme tipi
 - Ana malzeme
 - Kaynaklı imalat ölçüleri (Kaynak Genişliği, ana malzeme genişliği vs.)
 - Kaynak Pozisyonu
 - Kaynak Detayı
 - Kontrolü gerçekleştirilecek ürün miktarı

Beklenen Hatanın Konumu

- Yüzeysel Hata
- Hacimsel Hata

Different Welding Defects

Porosity



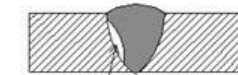
Crack



Undercut



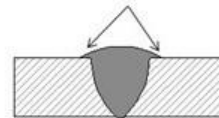
Slag Inclusion



Incomplete Fusion

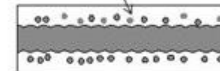


Incomplete Penetration

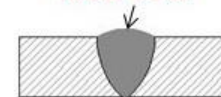


Overlapping

Spatter

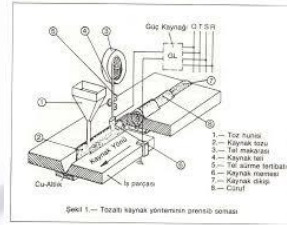
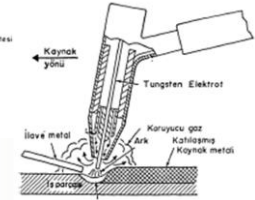
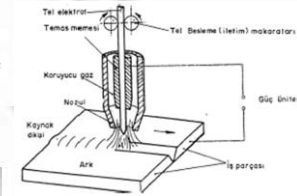
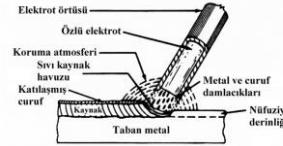


Ideal weld



KAYNAK METODU

- Elektrik Ark Kaynağı
- MIG/MAG Kaynağı
- TIG Kaynağı
- Tozaltı Kaynağı vs.



- HER KAYNAK METODUNDA OLUŞABİLECEK HATALAR VARDIR VE METOT SEÇİMİ BU DURUM GÖZETİLEREK YAPILIR!!!!

ÜRÜN TİPİ

- Plaka
- Boru



- YAPILACAK TAHRİBATSIZ MUAYENE
METODUNUN VE EKİPMANLARININ SEÇİMİNDE
ÖNEMLİDİR!!!

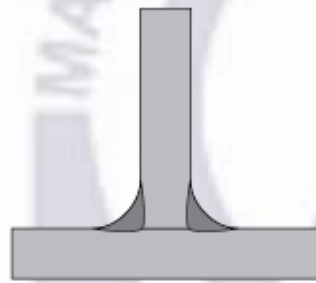
KAYNAK BİRLEŞTİRME TİPİ



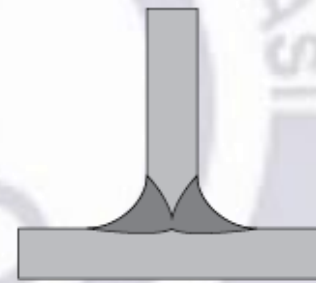
Butt Weld - Square Joint



Butt Weld - "V" Joint



Fillet "T" Weld



Full Penetration "T" Weld



Lap Weld



Corner Weld

ANA MALZEME

- Yapısal Çelik
- Paslanmaz Çelik
- Basınçlı Kap Çeliği
- Alüminyum
- Bakır vs.

MALZEME ÖNEMLİDİR. MT-PT/UT-RT



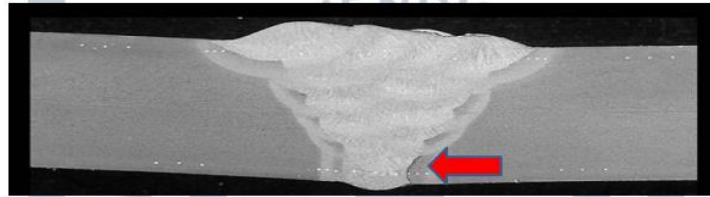
KAYNAKLI İMALAT ÖLÇÜLERİ

- Ana Malzeme-Kaynak Kalınlığı (UT-RT)
- Ana Malzeme-Kaynak Genişliği (UT-RT)
- Ana Malzeme Uzunluğu (PT-MT)
- Boru Çapı (UT-RT)

KAYNAK POZİSYONU

- ISI GİRDİSİNİN KAYNAKLARDA ÖNEMİ!!!

Kökte ergimeme

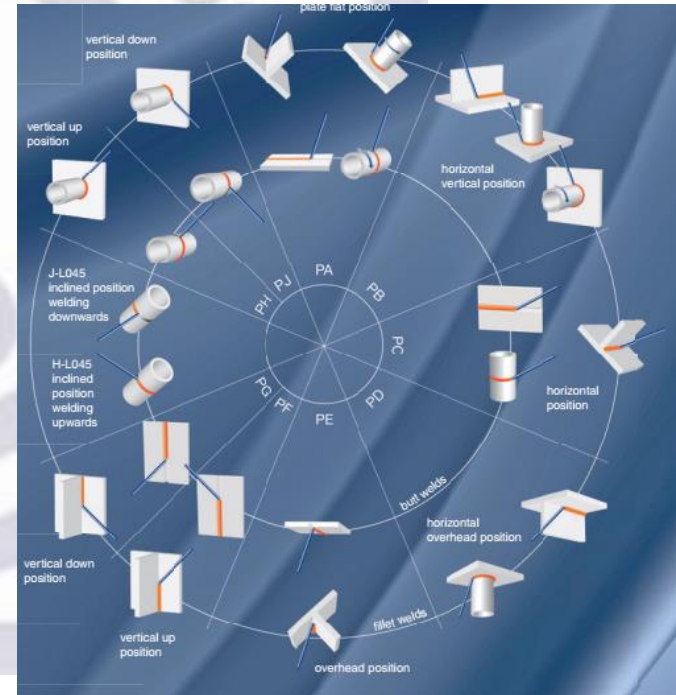


Sebepleri:

- Düşük ısı girdisi
- Geniş elektrot çapı, yukardan aşağı kaynak
- Geniş kaynak kök yüzeyi ve dar kaynak ağzı boşluğu
- Açısal kaçıklık

Önlem:

- Yüksek ısı girdisi
- Küçük çaplı elektrot kullanımı
- Aşağıdan yukarı kaynak
- Uygun kaynak ağız tasarımı ve hizalaması



KAYNAK DETAYI

- Tek taraflı-çift taraflı
- Tek Paso-Çok Paso
- Gas Korumalı-Gas Korumasız

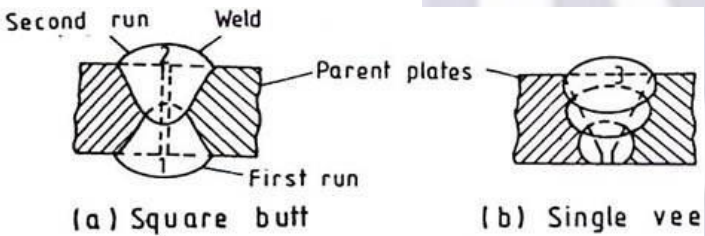
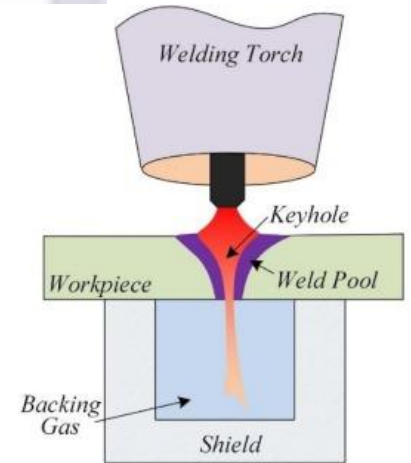
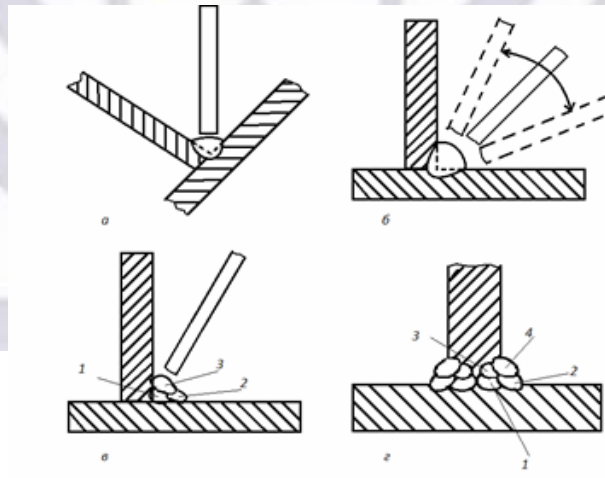


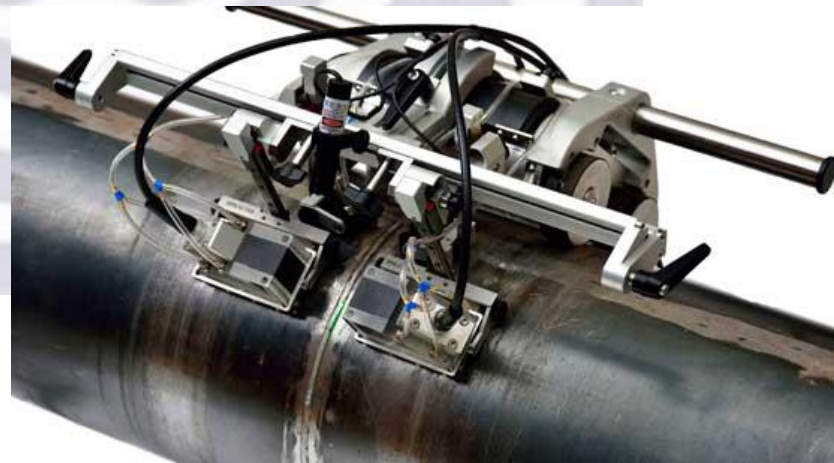
Fig. 8-13 One-side and both-side full penetration welds.



ÜRÜN MİKTARI

Örneğin;

- Manyetik Parçacık Metodu, Penetrant Muayeneden daha hızlı bir metottur. Dolayısı ile çok sayıda parçanın kontrolü daha hızlı yapılabilir.
- Bununla birlikte ferromanyetik olmayan malzemelerin yüzey hataları Penetrant Muayene Otomatik Tezgah ve Havuzları ile çözülebilir.
- Ultrasonik Muayene Radyografik Muayeneden daha hızlı sonuç verir fakat kısıtlar ve bütçe devreye girebilir.
- Gözle Muayene hepsinden hızlı metottur. Fakat küçük hatalar ve hacimsel hatalar görülemeyebilir.



KAYNAKLI İMALAT İÇİN TAHRİBATSIZ MUAYENE STANDARTLARI



TS EN ISO 17635

| Materials | Testing methods |
|---|---|
| Ferritic steel | VT VT and MT VT and PT VT and (ET) |
| Austenitic steel Aluminium and nickel Copper and titanium | VT VT and PT VT and (ET) |

NOTE Methods in parentheses are only applicable with limitations.

METODUN SEÇİMİ-TS EN ISO 17635

| Materials and type of joint | Nominal thickness of the parent material to be welded <i>t</i> mm | | |
|-------------------------------------|---|------------------|--------------|
| | $t \leq 8$ | $8 < t \leq 40$ | $t > 40$ |
| Ferritic butt-joints | RT or (UT) | RT or UT | UT or (RT) |
| Ferritic T-joints | (UT) or (RT) | UT or (RT) | UT or (RT) |
| Austenitic butt-joints | RT | RT or (UT) | (RT) or (UT) |
| Austenitic T-joints | (UT) or (RT) | (UT) and/or (RT) | (UT) or (RT) |
| Aluminium butt-joints | RT | RT or UT | RT or UT |
| Aluminium T-joints | (UT) or (RT) | UT or (RT) | UT or (RT) |
| Nickel and copper alloy butt-joints | RT | RT or (UT) | (RT) or (UT) |
| Nickel and copper alloy T-joints | (UT) or (RT) | (UT) or (RT) | (UT) or (RT) |
| Titanium butt-joints | RT | RT or (UT) | — |
| Titanium T-joints | (UT) or (RT) | UT or (RT) | — |

NOTE 1 Methods in parentheses are only applicable with limitations.

NOTE 2 For ultrasonic testing of austenitic joints, see ISO 22825.

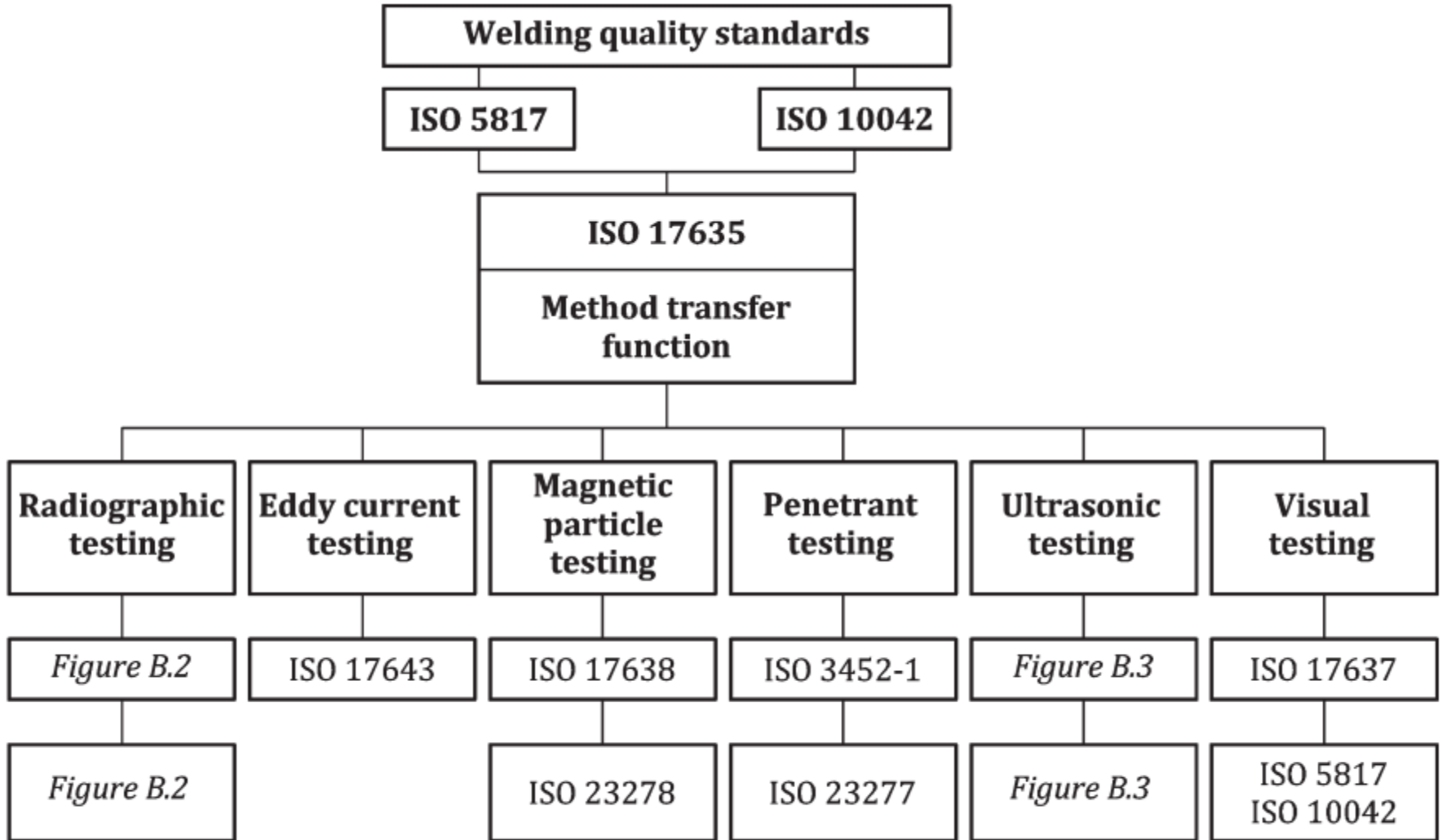
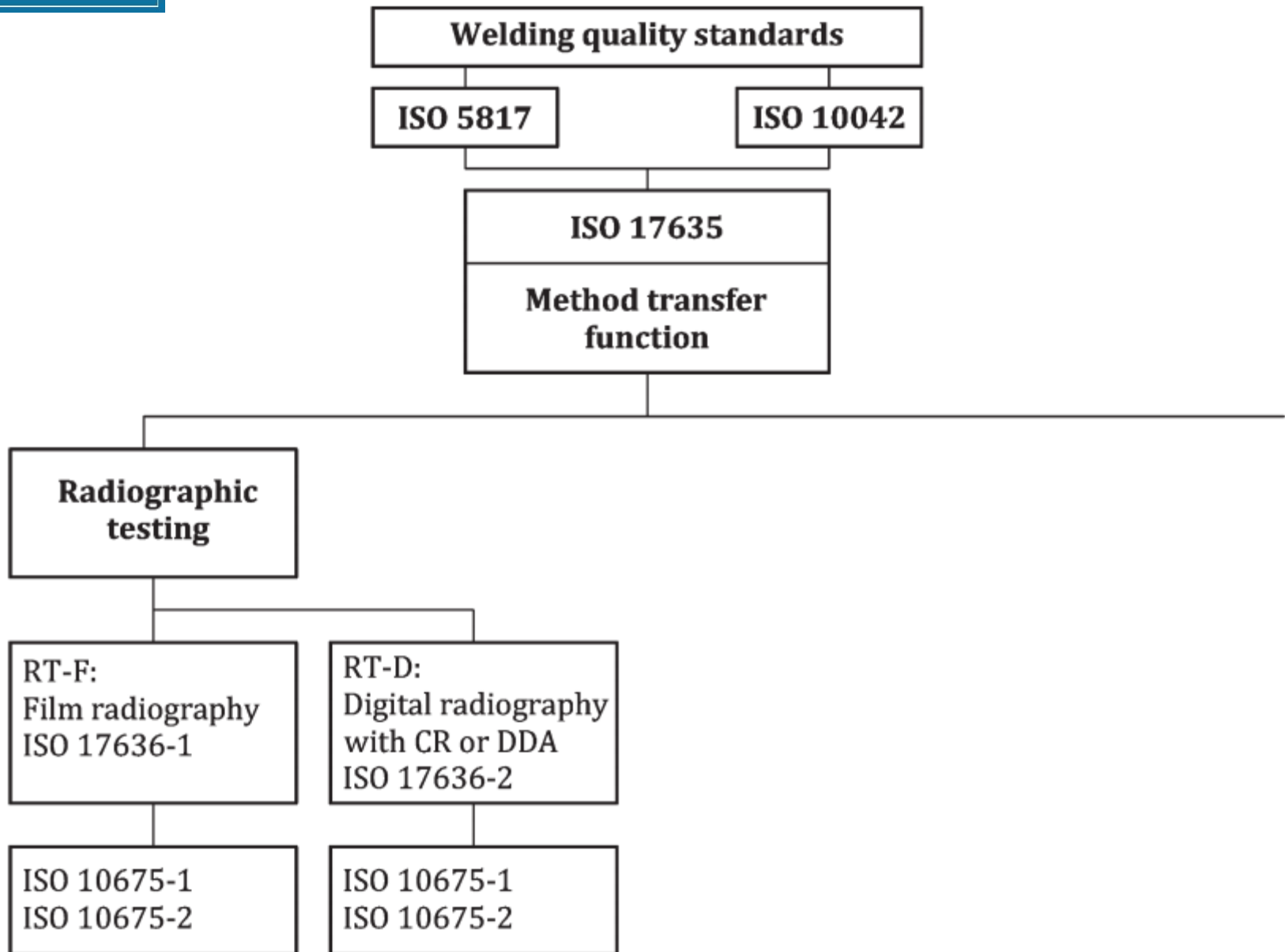
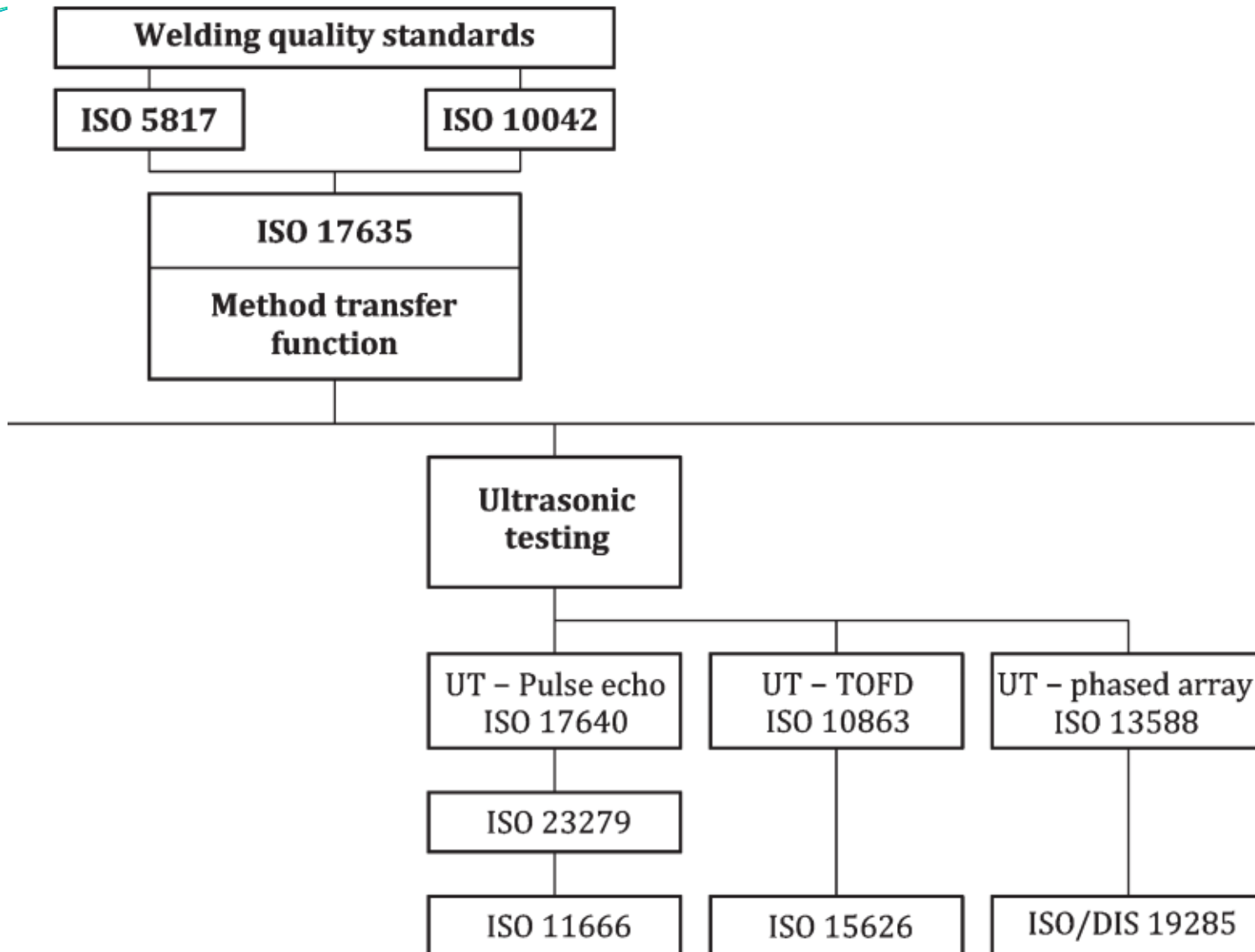


Figure B.1 — Graphs of standard context







TAHRİBATSIZ MUAYENE EĞİTİMLERİ

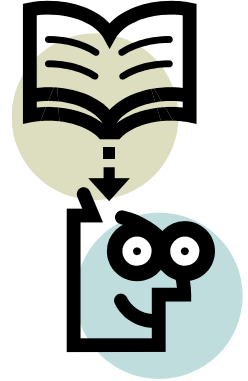


Tahribatsız Muayene Personeli...

- Tahribatsız Muayene Personeli, konusunda tecrübeli ve eğitim almış olmalıdır.
- Eğitim eksikliği ve tecrübesizlik yanlış değerlendirmelere yol açabilmektedir.
- Bilgisizlik ve tecrübesizlik ,uygun olmayan bir bulgunun bulunamamasına neden olabileceği gibi uygun olan bir bulguya da red verilmesine sebebiyet verebilir.
- Bu sebepten dolayı **Tahribatsız Muayene Personeli ISO 9712'ye** göre tecrübe süresini tamamlamalı, bu standartta geçen sürelerde uygun eğitim almalı, belgelendirilmeli ve ilgili üretim yöntemlerinden bilgi sahibi olmalıdır.

EĞİTİMLER

- Seviye 1
- Seviye 2
- Seviye 3



SEVİYE 1

Seviye 1 olarak belgelendirilmiş bir kişi, seviye 2 veya seviye 3 belgeli personelin nezaretinde ve yazılı talimatlara göre, Tahribatsız Muayene işlemlerini yapacak şekilde uzmanlığını kanıtlamıştır. Belgede belirtilen bu uzmanlık kapsamında, seviye 1 belgesine sahip bir kişi aşağıda tanımlanan işleri yapabilir;

- Teçhizatı kurar,
- Muayeneleri yapar,
- Yazılı kriterlere göre sonuçları kaydeder ve sınıflandırır,
- Sonuçları raporlandırır

Seviye 1 belgeli kişi, kullanılacak muayene metodu ve tekniğinin seçiminden veya muayene sonuçlarının yorum ve değerlendirilmesinden sorumlu değildir.

SEVİYE 2

Seviye 2 olarak belgelendirilmiş olan kişi, oluşturulan veya bilinen prosedürlere göre tahribatsız muayene yapacak şekilde uzmanlığını kanıtlamıştır. Belgede belirtilen bu uzmanlık kapsamında, seviye 2 belgesine sahip bir kişi aşağıda tanımlanan işleri yapabilir;

- Kullanılacak muayene metodu için TM tekniğini seçer,
- Muayene metodunun uygulanmasındaki sınırlamaları tanımlar, TM standart ve şartnamelerini TM talimatı şekline getirir,
- Teçhizatı kurar ve ayarlarını doğrular,
- Muayeneyi yapar ve nezaret eder,
- Sonuçları, uygulanabilir standart,kod veya şartnamelere göre yorumlar ve değerlendirir,
- Yazılı TM talimatlarını hazırlar,
- Seviye 1 için belirlenen tüm işleri yapar ve nezaret eder,
- Seviye 2 veya altındaki personele rehberlik eder,
- Tahribatsız muayene sonuçlarını düzenler ve raporlandırır.

SEVİYE 3

Seviye 3 olarak belgelendirilmiş olan kişi, belgelendirildiği TM işlemlerini yapacak ve yönetecek şekilde uzmanlığını kanıtlamıştır.

Seviye 3 belgesine sahip bir kişi aşağıda tanımlanan işleri yapabilir;

- Bir muayene tesisinin veya sınav merkezinin ve personelinin bütün sorumluluğunu taşır,
 - TM talimatlarını ve prosedürlerini hazırlar ve geçerli kılar,
 - Standart, şartname ve kodları yorumlar,
 - Kullanılacak özel muayene metodu, prosedürü ve TM talimatlarını belirler,
 - Seviye 1 ve seviye 2 için belirlenen tüm işleri yapar ve nezaret eder.
- Seviye 3 personel aşağıdaki hususlara sahip olduğunu kanıtlamış olmalıdır;
- Mevcut standart, kod ve şartnamelere göre sonuçları yorumlamalı ve değerlendirmelidir,
 - TM metodunun seçimi, TM tekniğinin oluşturulması ve diğer kriterlerin mevcut olmadığı durumlarda kabul kriterlerin oluşturulmasına yardımcı olunması için malzeme, imalat ve mamul teknolojisi hakkında yeterli tecrübeye sahip olmalıdır,
 - Diğer TM metotları hakkında genel bilgiye sahip olmalıdır,
 - Seviye 3 altındaki personele rehberlik edebilme yeteneğine sahip olmalıdır.

HANGİ SEVİYE EĞİTİMİ ALINMALI?

- Seviye 1 genel olarak değerlendirilecek olursa sınırı sadece tahribatsız muayeneyi yapmak ve sonuçları kaydetmekle yükümlüdür. Sonuçları yorumlayamaz ve raporlayamaz, sadece sonuçları seviye 2 veya seviye 3'e aktarır.
- Seviye 2 ise seviye 1'in tüm işlerini yapabileceği gibi sonuçları yorumlar ve raporlayabilir.
- Dolayısı ile seviye 2 " Sonuçları, uygulanabilir standart,kod veya şartnamelere göre yorumlar ve değerlendirebilir" olduğu için değerlendirme ve raporlama yapılacaksa **ilk aşamada seviye 2 eğitimi alınmalıdır.**

EĞİTİM ALABİLMEK ve SINAVA GİREBİLMEK İÇİN GEREKLİ OLAN ŞARTLAR

Eğitim için aranan şartlar;

- 1- Temel matematiksel ve fiziksel hesaplama yöntemlerini bilmek
- 2- Hesap makinesi kullanabilmek
- 3- Başvuru formu üzerinde son bir yıl içerisinde göz muayenesi olduklarına dair işveren onayını yaptırmak
- 4- İlgili test yönteminin gerektirdiği fiziksel uygunlukta olmak

Sınav için aranan şartlar;

- 1- Sınava girecekleri yöntem ve seviyede ISO 9712 standardına göre tanımlanan eğitimi almak.
- 2- Sınava girecekleri yöntem ve seviyede en az aşağıdaki tabloda belirtilen süreler kadar tecrübe sahibi olmak (tecrübe süresi işveren tarafından onaylandığı takdirde geçerlidir).

SINAV İÇİN TECRUBE TABLOSU

| T.M. Yöntemi | Tecrübe Süresi (Ay)* | |
|---------------------|----------------------|----------|
| | Seviye 1 | Seviye 2 |
| Sıvı Penetrant | 1 | 3 |
| Manyetik Parçacık | 1 | 3 |
| Radyografik Muayene | 3 | 9 |
| Ultrasonik Muayene | 3 | 9 |

*Kişi eğer birden fazla yöntemde aynı anda çalışıyorsa yöntem için gerekli tecrübe süresi kısalabilir. Kısalma aşağıdaki yüzdelerle olur:

2 Yöntem ise % 25, 3 Yöntem ise % 33, 4 veya fazla Yöntem ise % 50

Herhangi bir yöntem için tecrübe süresi, tabloda verilmiş olan gerekli sürelerin % 50'sinden az olamaz.



EĞİTİM SONU...

TEŞEKKÜRLER...



EĞİTİM SONU...

TEŞEKKÜRLER...