

**T.C.
MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI**

METAL TEKNOLOJİSİ

**TAHRİBATSIZ MUAYENE
521MMI206**

Ankara, 2011

- Bu modül, mesleki ve teknik eğitim okul/kurumlarında uygulanan Çerçeve Öğretim Programlarında yer alan yeterlikleri kazandırmaya yönelik olarak öğrencilere rehberlik etmek amacıyla hazırlanmış bireysel öğrenme materyalidir.
- Millî Eğitim Bakanlığınca ücretsiz olarak verilmiştir.
- PARA İLE SATILMAZ.

İÇİNDEKİLER

AÇIKLAMALAR	iii
GİRİŞ	1
ÖĞRENME FAALİYETİ-1	3
1. PENETRAN SIVI İLE KONTROL YAPMAK	3
1.1. Malzemenin Tanımı	3
1.2. Malzeme Muayenesinin Tanımı ve Önemi	3
1.3. Malzeme Muayene Yöntemleri	4
1.4. Tahribatsız Muayene Yöntemleri	4
1.4.1. Penetran Sıvı ile Kontrol	4
1.4.2. Penetran Sıvının Uygulanması	6
1.5. Hataların Değerlendirilmesi	8
UYGULAMA FAALİYETİ	9
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	12
ÖĞRENME FAALİYETİ-2	14
2. ULTRASONİK KONTROL YAPMAK	14
2.1. Ultrasonik Kontrol	14
2.2. Ultrasonik Muayene Yöntemi ve Prensipleri	15
2.2.1. İletme Yansıma Yöntemi	15
2.2.2. Rezonans Metodu	16
2.3. Ultrasonik Kaynak Üretici	16
2.3.1. Osiloskop Ekranını Tanıma	16
2.3.3. Ultrasonik Muayenede Kullanılan Dalga Çeşitleri ve Özellikleri	16
2.4. Osiloskop Ekranındaki Eko Boyuna Bakarak Hatanın Boyunu, Ekolar Arasındaki Mesafeye Bakarak Hatanın Yerini Doğru Tespit Edebilme	17
2.5. İletme Yansıtma Metodunda Paralel Yüzeyli Malzemelerde Malzeme Kalınlığını Tespit Edebilmek Varsa Hatanın Yerini de Doğru Tahmin Edebilme	17
2.6. Ultrasonik Muayene Yöntemi ile Yapılabilecek Ölçümler	18
2.7. Ultrasonik Muayene Tekniklerinin Üstünlükleri	18
UYGULAMA FAALİYETİ	19
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	22
ÖĞRENME FAALİYETİ-3	23
3. RÖNTGEN İLE KONTROL YAPMAK	23
3.1. Radyografik Yöntem ile Muayenesinin Tanımı	23
3.2. Radyografik Yöntemin Temel Prensipleri ve Donanımı	23
3.3. Radyografide Kullanılan Işınlamalar ve Işınlam Enerjisi	24
3.4. X Işınlamalarının Özellikleri ve Biyolojik Etkileri	24
3.5. Radyografik Görüntü Oluşumu	26
3.6. Muayene Sonunda Filme Bakarak Kaynak Hatalarını Tespiti	28
3.7. Muayene Edilecek Kaynaklı Parçanın Arkasına Kurşun Plaka Yerleştirme ve Radyasyona Karşı Tedbir Alma	29
UYGULAMA FAALİYETİ	30
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	32

ÖĞRENME FAALİYETİ - 4.....	33
4. MANYETİK KONTROL YAPMAK	33
4.1. Manyetik Kontrol	33
4.2. Mıknatıslanabilen Metaller	33
4.3. Manyetizasyon İşlemi ve Yöntemleri.....	33
4.3.1. Manyetizasyon Akımı.....	33
4.3.2. Manyetik Kontrol Yönteminde Kullanılan Toz.....	33
4.3.3. Manyetizasyon Türleri.....	34
4.3.4. Manyetik Akım Değişiminin Kanıtlanması	35
4.4. Malzeme Cinsine, Şekline Boyutuna Göre Manyetik Kontrol Yöntemi Uygulama ...	36
4.5. Tozların Kümelenmesinden, Sapmasından ve Yönünden Kaynak Dikişindeki Hatanın Yerini ve Boyutunu Belirleyebilme	36
UYGULAMA FAALİYETİ.....	37
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME.....	39
ÖĞRENME FAALİYETİ - 5.....	40
5. BASINÇLA KONTROL YAPMAK.....	40
5.1. Basınçla Kontrol.....	40
5.2. Basınçlı Hava Üreteçleri	40
5.3. Basınçlı Hava ile Muayene Edilebilen Metaller.....	40
5.4. Basınçlı Hava Uygulama.....	40
5.5. Malzemeye Basınçlı Su Verme	41
5.6. Malzemeyi Su Havuzuna Yerleştirme.....	41
5.7. Sızıntı veya Çıkan Hava Boşluğuna Göre Hatanın Yerini ve Boyutunu Tespit Edebilme	41
UYGULAMA FAALİYETİ.....	42
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME.....	44
MODÜL DEĞERLENDİRME	45
CEVAP ANAHTARLARI	46
ÖNERİLEN KAYNAKLAR.....	47
KAYNAKÇA	48

AÇIKLAMALAR

MODÜLÜN KODU	521MMI206
ALAN	Metal Teknolojisi
DAL/MESLEK	Kaynakçılık Isıl İşlemciliği
MODÜLÜN ADI	Tahribatsız Muayene
MODÜLÜN TANIMI	Tahribatsız muayene yöntemlerinin anlatıldığı bir öğrenme materyalidir.
SÜRE	40/32
ÖNKOŞUL	Temel Metal Şekillendirmeci modülünü almış olmak
YETERLİK	Tahribatsız muayene yöntemleri ile malzemelerin muayenesini yapmak
MODÜLÜN AMACI	Genel Amaç Penetran sıvı ile kontrol, ultrasonik kontrol, röntgen ışınları ile kontrol, manyetik kontrol ve basınçla kontrol işlemlerini yapabileceksiniz. Amaçlar 1. TS EN 1371 standardını dikkate alarak penetran sıvı ile kontrol yapabileceksiniz. 2. TS EN 583-3 standardını dikkate alarak ultrasonik kontrol yapabileceksiniz. 3. TS EN 444 standardını dikkate alarak röntgen ışınları ile kontrol yapabileceksiniz. 4. TS 11799 standardını dikkate alarak manyetik kontrol yapabileceksiniz. 5. TS EN 13184/A1 standardını dikkate alarak basınçla kontrol yapabileceksiniz.
EĞİTİM ÖĞRETİM ORTAMLARI VE DONANIMLARI	Ortam: Sınıf, atölye veya grupta çalışılabilecek tüm ortamlar, malzeme muayene laboratuvarı Donanım: Kaynak yapılmış iş parçaları, penetran sıvı, ultrasonik test cihazı, röntgen muayene cihazı, manyetik muayene cihazı, mekaniksel temizleme araçları, basınçlı su üreticisi, basınçlı hava üreticisi ve su havuzu
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	Modül içinde yer alan her öğrenme faaliyetinden sonra verilen ölçme araçları ile kendinizi değerlendireceksiniz. Öğretmen modül sonunda ölçme aracı (çoktan seçmeli test, doğru-yanlış testi, boşluk doldurma, eşleştirme vb.) kullanarak modül uygulamaları ile kazandığınız bilgi ve becerileri ölçerek sizi değerlendirecektir.

GİRİŞ

Sevgili Öğrenci,

Tahribatsız muayeneler, malzemelerdeki iç bünye ve dış yüzey süreksizliklerinin malzemenin fiziki yapısına zarar vermeden tespit edilmesini sağlar. Günümüzde malzemenin artmış servis güvenilirliği ve daha yüksek kalite talebi, tahribatsız muayene tekniklerinin hızlı kullanılmasıyla sağlanmıştır. Daha hassas hata tanımlaması, daha fazla hızlı muayene, düşük işletme maliyetleri ve gelişmiş taşınabilir cihazlar; çok farklı tekniklerin gelişmesini teşvik etmiştir. Bunlar, gün geçtikçe genişlemekte ve döküm, dövme, hadde malzemeleri ve kaynaklara yapılan muayene uygulamaları kendine bir yer edinmektedir. Alanın kazandığı önem sebebiyle nitelikli yetişmiş elemanlara ihtiyaç duyulmaktadır.

Bu modülün sonunda tahribatsız muayene yöntemlerini uygulayabileceksiniz.

ÖĞRENME FAALİYETİ-1

AMAÇ

TS EN 1371 standardını dikkate alarak penetran sıvı ile kontrol yapabileceksiniz.

ARAŞTIRMA

- Malzeme muayenesinin toplam kalite yönetimi çalışmaları içindeki önemini araştırınız.
- Yüzey çatlakları ve gözenek hatalarının tespit edilmesinde penetran testinin kullanıldığı üretim sahaları araştırınız.
- Penetran sıvı testinin avantajlarını araştırınız ve sınıf ortamında arkadaşlarınızla paylaşınız.
- Araştırmalarınız için bölgenizdeki sanayi ortamından, yazılı kaynaklardan veya internet ortamından faydalanabilirsiniz.

1. PENETTRAN SIVI İLE KONTROL YAPMAK

1.1. Malzemenin Tanımı

Bir amacı gerçekleştirmek için kullanılan maddelere **malzeme** denir. Çelik konstrüksiyon yapımında kullanılan profiller, otomotiv sektöründe kullanılan çelik, mobilya sektöründe kullanılan kereste vb. kullanılan malzemelerdir.

Doğada her amacı gerçekleştirecek malzeme bulunmamaktadır. Yapılan araştırmalar sonucunda istenilen malzemeler bulunabilmektedir. Malzeme bilgisine hâkim iyi bir teknik eleman, amaca uygun malzemeyi seçer ve bu malzemenin özelliklerini geliştirerek maksimum fayda sağlayacak şekilde kullanır.

1.2. Malzeme Muayenesinin Tanımı ve Önemi

Malzeme muayenesi, malzeme seçimi ve seçilen malzemenin yerinde görev yapıp yapmayacağını anlamak için veya malzeme özelliklerini belirlemek yapılan deneyler topluluğudur.

Malzeme muayenesinde řu ana noktalar ele alınır.

- Malzemelerin garanti edilmiş özelliklerine ait muayene
- Malzemelerin işlenme özelliklerine ait muayene (teknolojik muayene)
- İç yapının ve kimyasal bileşenlerin muayenesi
- Ham durumdaki parçalarla hazır parçaların i hatalarının muayenesi

Parçanın üretim sırasında geçtiği kademelerde yanlış veya hatalı malzemenin kullanılması engellenir ve hatalı parçanın satışa çıkması da önlenmiş olur. Malzeme muayenesinin diğer bir amacı da şekil değişimine uğrama veya makine parçalarının aşınması hâlinde hasar nedenlerini açığa çıkarmaktır.

1.3. Malzeme Muayene Yöntemleri

Tahribatlı ve tahribatsız olmak üzere iki şekilde yapılır.

1.4. Tahribatsız Muayene Yöntemleri

Kullanım amacı için gerekli olan özellikleri bozmadan, hasar vermeden gerektiğinde tüm malzemenin muayenesine imkân veren deneylere tahribatsız muayene yöntemleri denir.

Tahribatsız muayene, incelenen bölgedeki hataların nereden kaynaklandığını bulup üretim başlangıcında hataları düzeltme imkânı verir. Dolayısıyla üretilen malzemenin güvenilirliğini artırır.

Tahribatsız muayene yöntemlerinin iyi bilinmesi, iç yapının daha güvenilir şekilde incelenmesine olanak sağlar.

Tahribatsız muayene, parça üzerinde hiçbir hasar veya iz bırakmaz. Bu açıdan tahribatsız muayene yöntemleri bitmiş parçalara uygulanır. Deney sonucunda parçanın hata içerip içermediği belirlenir.

1.4.1. Penetran Sıvı ile Kontrol

Yüzey hatalarının tespitinde kullanılan bir yöntemdir. Muayene yüzeyine açık süreksizlikler, içine kapiler etki ile nüfuz etmiş olan penetran sıvısı geliştirici tarafından tekrar yüzeye çekilerek süreksizlik belirtileri elde edilir. Süreksizlikler atlak türü ise çizgisel belirtiler, gözenek türü ise yuvarlak belirtiler elde edilir.

Endüstrideki metalik veya metalik olmayan bütün malzemelerde beklenen yüzey hatalarının tespiti için kullanılabilir.



Resim 1.1: Penetran testinde kullanılan soldan sağı doğru temizleyici spreyl, penetran spreyl ve geliştirici spreyl



Resim1.2: Temizleme spreyl

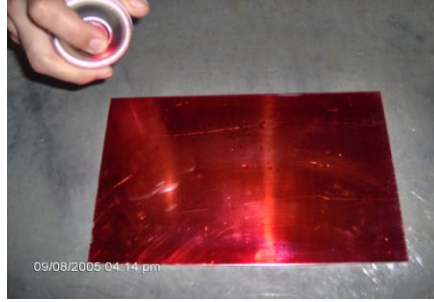
➤ **Temizleme**

- Kimyasal yol ile temizlik yapma
Kimyasal olarak yüzey temizleyici spreyl ve sıvılar kullanılır. Resim1.2’de gösterilen temizleyici spreyl, parça yüzeyindeki kalıntı ve yabancı maddeleri temizlemede kullanılır.
- Mekanik yol ile temizlik yapma
Muayene edilecek parça yüzeyini zımpara, fırça vb. mekanik temizleme yapan aletlerle temizleme işlemine mekaniksel yolla temizlik yapma denir.

➤ **Penetran sıvı çeşitleri**

- Renkli penetran sıvılar

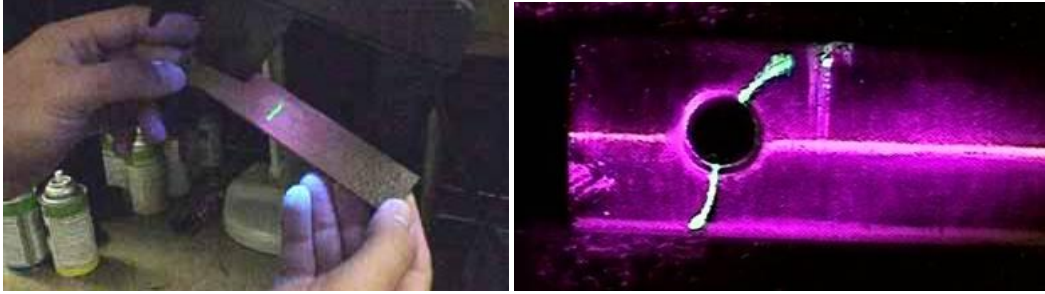
Genellikle penetran sıvılar kırmızı renklidir. Penetran (girici) sıvının özelliğı yüzey çatlakları ve boşluklarına girebilmesidir.



Resim 1.3: Penetran spreyi

- **Flüoresan penetran sıvılar**

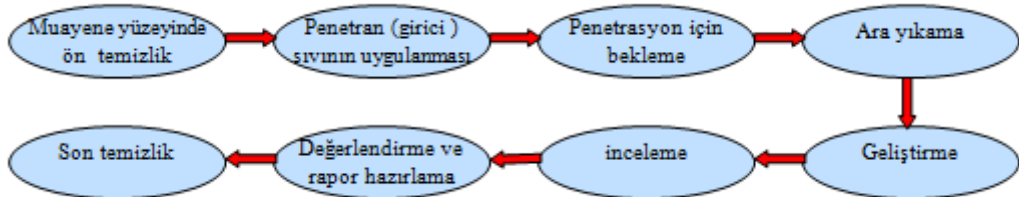
Flüoresan penetran (girici) sıvılar, ultraviyole ışınları altında test yapılabilir özelliğe sahiptir.



Resim 1.4: Flüoresan penetran (girici) sıvıyla ultraviyole ışınları altında yapılan test resimleri

1.4.2. Penetran Sıvının Uygulanması

Temizlenmiş muayene edilecek yüzeye penetran (girici) sıvı sürülür ve sıvının çatlak ve gözeneklere girmesi için en az 5-40 dakika beklenir.



Şekil 1.1: Penetran testi işlem sırası



Şekil 1.2: Ultraviyole ışınları altında sıvı emdirerek yapılan muayenenin aşamaları

➤ Ara yıkama

Penetran sıvı uygulanan yüzey, temizleyici spreyle veya sıvılarla temizlenir. Nemsiz bir bezle kurutulur.



Resim 1.5: Ara temizleme

➤ Geliştiriciler

- Kuru geliştiriciler

Ara yıkaması yapılmış parçanın yüzeyine emici toz ile sürülür. Toz, parçanın çatlak ve gözenekleri içine girmiş olan penetran sıvıyı emer. Bunun sonucunda varsa çatlak ve gözenekler ortaya çıkar.



Resim 1.6: Geliştirici spre

- Sıvı geliştiriciler

Ara yıkaması yapılmış parçanın yüzeyine emici sıvı (devaloper) sürülür. Kuru geliştiricilerdeki gibi çatlak ve gözenekleri ortaya çıkarır.

1.5. Hataların Değerlendirilmesi

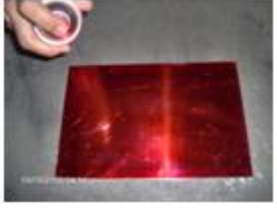
Hataların değerlendirilmesi, yüzeysel bir muayene yöntemi olduğu için gözle yapılır. Değerlendirmeyi yapacak kişi EN 1289 seviyesinde penetran sıvı testi sertifikasına sahip uzman olmalıdır.



Resim 1.7: Hata değerlendirme

UYGULAMA FAALİYETİ

TS EN 1371 standardını dikkate alarak penetrant sıvı ile malzeme kontrolü yapınız.

İşlem Basamakları	Öneriler
➤ Kontrol edilecek kaynak yerine mekaniksel veya kimyasal ön temizleme yapınız (kabuk, yağ, pas, boya vb.) 	➤ Dikkatli olunuz. ➤ Kimyasal maddelere karşı ellerinizi, yüzünüzü ve gözlerinizi koruyunuz. ➤ Sıvı uygulama esnasında ortamın havalandırılmasına dikkat ediniz.
➤ Genellikle kırmızı renkli penetrant sıvıyı sprey, yıkama, fırçayla uygulama yöntemlerinden biriyle yüzeyde ıslanmadık yer kalmayacak şekilde uygulayınız. 	➤ Emniyet tedbirlerini alınız.
➤ Penetrant sıvının çatlaklara nüfuz edebilmesi için 5-40 dakika bekleyiniz.	➤ Eldiven ve iş giysisi kullanınız.
➤ Ara yıkama işlemini yapınız. 	
➤ Nemsiz temiz bir bezle kurutunuz.	➤ Meslekle ilgili etik ilkelere uygun davranınız.

➤ Geliştirici uygulayınız. 	➤ Uyarı: Penatran sıvının uygulanmasında parça sıcaklığının 500 °C'nin üzerinde olmaması gerekir.
➤ İşlem yapılan bölgeyi gözle ve büyüteç ile inceleyiniz ve çatlak yerlerin tespitini yapınız. 	
➤ Son temizleme işlemini yapınız.	➤ Çalıştığınız alanı temiz ve düzenli tutunuz.

KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız beceriler için **Evet**, kazanamadığınız beceriler için **Hayır** kutucuğuna (X) işareti koyarak kendinizi değerlendiriniz.

Değerlendirme Ölçütleri		Evet	Hayır
1.	Kontrol edilecek kaynak yerine mekaniksel veya kimyasal ön temizleme (kabuk, yağ, pas, boya vb.) yaptınız mı?		
2.	Penetran sıvıyı spreylere, yıkama, fırçayla uygulama yöntemlerinden biriyle yüzeyde ıslanmayan yer kalmayacak şekilde uyguladınız mı?		
3.	Penetran sıvının çatlaklara nüfuz edebilmesi için 5-40 dakika beklediniz mi?		
4.	Ara yıkama işlemini yaptınız mı?		
5.	Nemsiz temiz bir bezle kuruttunuz mu?		
6.	Geliştirici uyguladınız mı?		
7.	İşlem yapılan bölgeyi gözle ve büyüteç ile inceleyip çatlak yerleri tespit ettiniz mi?		
8.	Son temizleme işlemini yaptınız mı?		
9.	Kimyasal maddelere karşı ellerinizi, yüzünüzü ve gözlerinizi korudunuz mu?		
10.	Eldiven ve iş giysisi kullandınız mı?		
11.	Bulunduğunuz ortamın tertip ve düzenini kontrol ettiniz mi?		

DEĞERLENDİRME

Değerlendirme sonunda “**Hayır**” şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Bütün cevaplarınız “**Evet**” ise “Ölçme ve Değerlendirmeye geçiniz.”

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz

1. Yüzey çatlaklarının belirlenmesi amacıyla hangi sıvı kullanılır?
A) Solvent
B) Penetran
C) Developar
D) Tiner
E) Renkli Su
2. Aşağıdakilerden hangisi kılcal çatlakların net olarak görülebilmesi için girici sıvının geliştirilmesi amacıyla kullanılan sıvıdır?
A) Geliştirici
B) Yağ
C) Bakır sülfat
D) Su
E) Penetran
3. Penetran sıvının çatlaklara nüfuz edebilmesi için kaç dakika aralığında beklenmelidir?
A) 1-2
B) 2-4
C) 5-40
D) 40-50
E) 50-80
4. “Bir amacı gerçekleştirmek için kullanılan maddeleredenir.” cümlesinde boş bırakılan yere aşağıdakilerden hangisi getirilmelidir?
A) Alaşım
B) Bileşik
C) Element
D) Malzeme
E) Atom
5. Aşağıdaki hatalardan hangisi penetren sıvı testi ile tespit edilebilir?
A) Kazan köşe kaynaklarındaki gaz boşlukları
B) Kaynaklı parçanın yüzey çatlakları
C) Malzemenin iç yapısında olan kalıntılar
D) Pürüzlü malzemenin yüzeyi
E) Malzemenin iç yapısındaki boşluklar
6. Aşağıdakilerden hangisi malzeme muayenesinde ele alınan ana noktalardandır?
A) Malzemelerin garanti edilmiş özelliklerine ait muayene
B) Malzemelerin işlenme özelliklerine ait muayene (teknolojik muayene)
C) İç yapının ve kimyasal bileşenlerin muayenesi
D) Ham durumdaki parçalarla hazır parçaların iç hatalarının muayenesi
E) Hepsi

7. Aşağıdakilerden hangisi malzemenin kullanım amacı için gerekli olan özellikleri bozmadan, hasar vermeden gerektiğinde tüm malzemenin muayenesine imkân veren deneydir?
- A) Penetran sıvı testi
 - B) Sertlik ölçme
 - C) Çekme testi
 - D) Eğme testi
 - E) Çentik testi

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise bir sonraki öğrenme faaliyetine geçiniz.

ÖĞRENME FAALİYETİ-2

AMAÇ

TS EN 583-3 standardını dikkate alarak ultrasonik kontrol yapabileceksiniz.

ARAŞTIRMA

- Ultrasonik muayene yönteminin kullanıldığı alanları araştırınız.
- Ultrasonik muayene yöntemlerinde iş güvenliği kurallarını araştırınız ve sınıf ortamında arkadaşlarınızla paylaşınız.

2. ULTRASONİK KONTROL YAPMAK

2.1. Ultrasonik Kontrol

Yüksek frekanslı ses dalgalarıyla malzeme kontrol yöntemidir.

Malzeme içine gönderilen yüksek frekanslı ses dalgaları, ses yolu üzerinde bir engelle çarparsa yansır. Çarpma açısına bağlı olarak yansıyan sinyal, alıcı başlığa (prop) gelebilir veya gelmeyebilir. Alıcı başlığa (prop) yansıyan sinyal, ultrasonik muayene cihazının ekranında dalga çizgileri (eko) oluşturur. Yankının konumuna göre yansıtıcının muayene parçası içindeki koordinatları hesaplanabilir. Ayrıca yankının yüksekliği de yansıtıcının büyüklüğü hakkında bir fikir verir. Yankı sinyalinin şekline bakılarak yansıtıcının türü hakkında da bir yorum yapmak mümkün olabilir.



Resim 2.1: Ultrasonik laminasyon cihazı ile boru kontrol

Metalik veya metalik olmayan malzemelerde beklenen hacimsel hatalar ile çatlak türü yüzey hatalarının tespiti için kullanılabilir.

Yüksek frekanslı ses dalgaları piezoelektrik özelliği gösteren kuartz kristallerine değişen bir akım uygulanırsa kuartz kristallerinde mekanik titreşimler meydana gelir. Piezoelektrik özelliği olan malzemeye mekanik titreşim verilirse malzemeden elektrik akımı doğar.

Piezoelektrik özellik, malzemelere verilen elektrik akımı karşısında bu malzemelerde meydana gelen boyut değişmesi olayıdır.

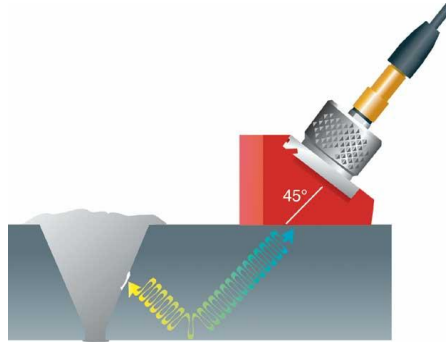


Resim 2.2: Üretici ve algılayıcı cihaz (kombine prop)

2.2. Ultrasonik Muayene Yöntemi ve Prensipleri

Ultrasonik muayene yönteminde kullanılan cihazlar iki prensibe göre çalışır. Bu prensipler; iletme yansıma prensibi ve rezonans prensibidir.

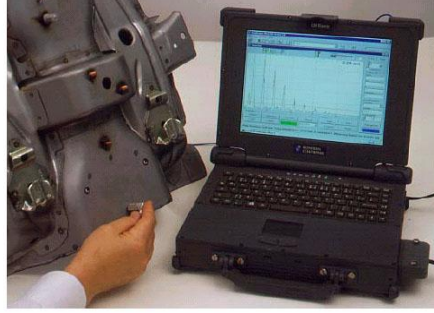
2.2.1. İletme Yansıma Yöntemi



Resim 2.3: Propla kaynaklı parçanın hata tespiti

İletme ve yansıma metodu ile muayenesi yapılacak parçaya bir noktadan yüksek frekanslı ses dalgaları gönderilir. Bu dalgalar, üretici başlık (prob) tarafından algılanarak osiloskop ekranında ekolar hâlinde görülür veya üretici başlığın verdiği ses dalgaları alıcı başlık tarafından yakalanarak yine osiloskop ekranında ekolar hâlinde görülür. Ekolara bakılarak parçada hata bulunup bulunmadığı tespit edilir.

2.2.2. Rezonans Metodu



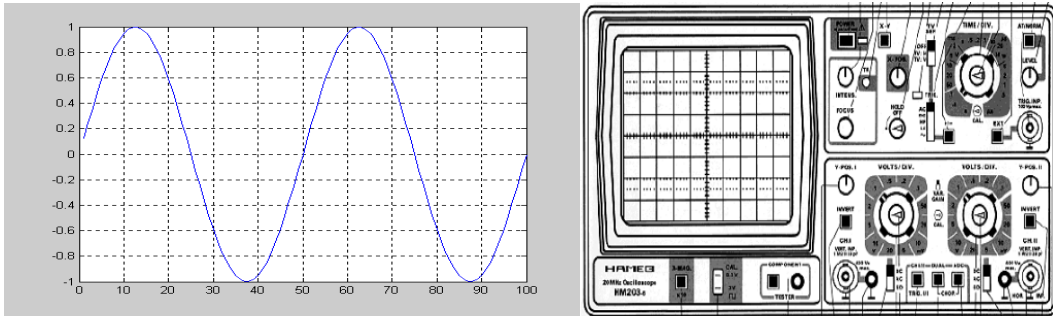
Resim 2.3: Direnç kaynaklı parçanın hata tespiti

Rezonans yöntemi ile muayenede parça üzerine gönderilen frekans ses dalgaları sabit değildir. Malzemenin doğal frekansı ile vericiden gelen ses dalgalarının frekansı aynı olunca genişlik artar. Genişliğin artışı osiloskop ekranındaki ekoya bakarak dalga boyları arasındaki mesafeden anlaşılır. Bu yöntem, paralel yüzeyli malzemelerin kalınlıklarının ölçülmesinde de kullanılır.

2.3. Ultrasonik Kaynak Üretici

2.3.1. Osiloskop Ekranını Tanıma

Sinüs, kare, testere dişi gibi sinyalleri üretebilen araç yardımıyla işaretleri dalga şekli olarak görmemizi sağlayan cihaza osiloskop denir. Osiloskop ekranı, Şekil 3.1’de görülmektedir. Osiloskop dikey eksen genliği (V), yatay ekseninde (T) periyodu ifade eder.



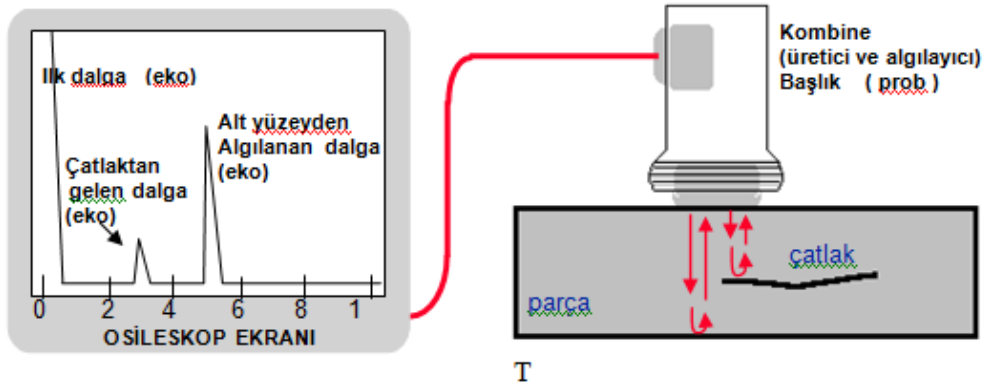
Şekil 3.1: Osiloskop ekranı

2.3.3. Ultrasonik Muayenede Kullanılan Dalga Çeşitleri ve Özellikleri

Ultrasonik muayene için en yaygın kullanılan dalga türleri boyuna (basınç) ve enine (kesme) dalgalarıdır. Normal başlık (prob) denilen, sıfır derece giriş açısına sahip başlıklarla çalışılırken malzeme içinde ilerleyen dalgalar, boyuna dalgalarıdır. Açılı başlıklar ise malzeme içine genellikle 45, 60 ve 70° giriş açısı ile (Bu değerler çelik malzeme içindir.) enine dalgalar gönderir.

2.4. Osiloskop Ekranındaki Eko Boyuna Bakarak Hatanın Boyunu, Ekolar Arasındaki Mesafeye Bakarak Hatanın Yerini Doğru Tespit Edebilme

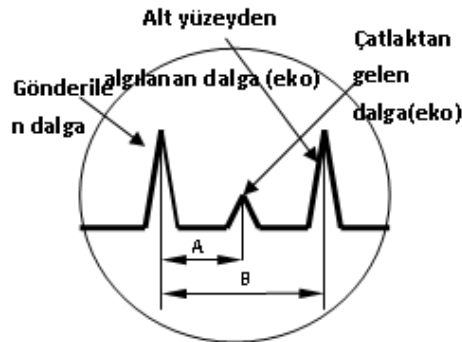
Osiloskop ekranındaki eko boyuna bakarak hatanın boyu, ekrandaki ölçü değerlerine göre hesaplanabilir. Ekolar arasındaki mesafeye bakarak hatanın ekranda görülen grafikteki ölçü değerlerine göre yeri tam olarak tespit edilebilir.



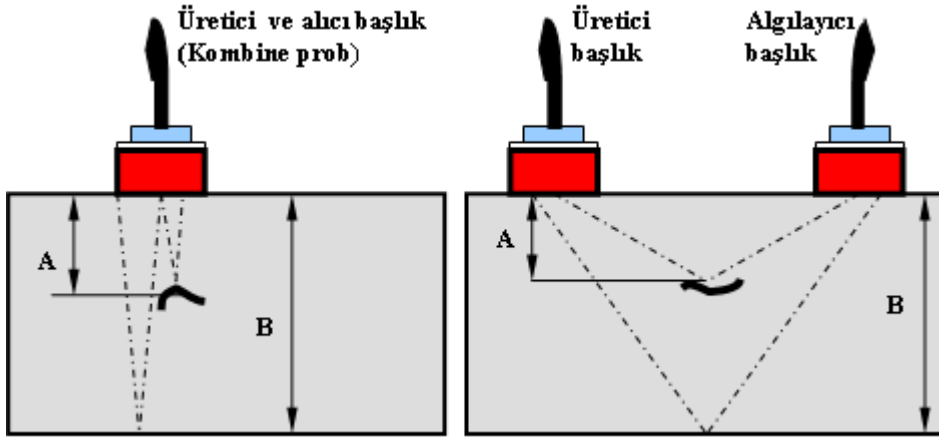
Şekil 3.2: Osiloskop ekranı ve kontrol edilen parça

2.5. İletme Yansıtma Metodunda Paralel Yüzeyli Malzemelerde Malzeme Kalınlığını Tespit Edebilmek Varsa Hatanın Yerini de Doğru Tahmin Edebilme

Paralel yüzeyli malzemelerin yüzey kalınlığı osiloskop ekranına yansıyan ekoların arasındaki mesafe, malzeme kalınlığının ölçüsüdür. Malzemede hata varsa osiloskop ekranında ilk eko ile son eko arasında kısa bir eko algılanır. Ekolar arasındaki mesafe göstergesinden dalganın yeri tespit edilir. Ekolar arasındaki mesafe, Şekil 3.3'te gösterilmiştir.



Şekil 3.3: Hatanın ekranda görünüşü



Şekil 3.4: Tek ve çift başlıkla çalışma

2.6. Ultrasonik Muayene Yöntemi ile Yapılabilecek Ölçümler

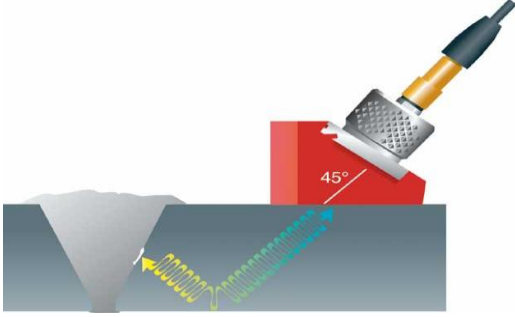
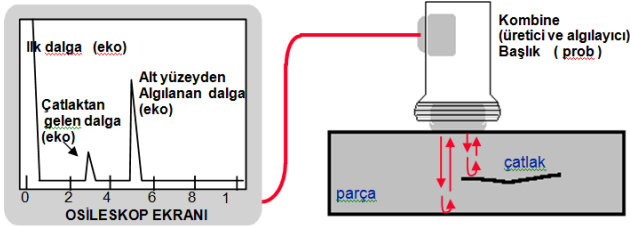
- Boyut ölçülmesi (kalınlık gibi)
 - Boy ve kalınlık
 - Ultrasonik termometre (bir çubuğun sıcaklıkta boyut değiştirmesi tespit edilebilir).
 - Yüzey sertliğinin ölçülmesi
- Özelliklerin tespiti
 - Elastik modülü
 - Tane büyüklüğü, ayrışan fazlar, kalıntılar, soğuk ve sıcak işlem dereceleri
 - İç gerilmelerin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

2.7. Ultrasonik Muayene Tekniklerinin Üstünlükleri

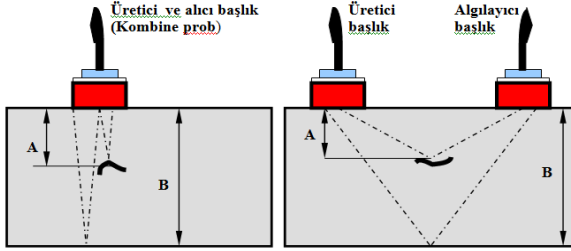
- Malzemedeki hataları üç boyutlu olarak tespit etmek mümkündür.
- Uygulama kolaylığı mevcuttur.
- Malzeme içerisindeki hataların tespitinde hassastır.
- Sarf malzemesi daha azdır.
- Özellikle kalın parçalarda düzlemsel hataların daha duyarlı bir şekilde belirlenmesini sağlar.

UYGULAMA FAALİYETİ

TS EN 583-3 standardını dikkate alarak malzemede ultrasonik kontrol yapınız.

İşlem Basamakları	Öneriler
➤ İletme yansıtma metodunda malzemeye verici başlık tarafından yüksek frekanslı ses dalgası gönderiniz. 	➤ Dikkatli olunuz. ➤ Emniyet tedbirlerini uygulayınız.
➤ Geri yansıyan dalgaları başlık aracılığı ile algılayarak osiloskop ekranında ekolar hâlinde görünüz. 	➤ Eldiven ve iş giysisi kullanınız.
➤ Eğer hata varsa osiloskop ekranında hatanın yerini ve büyüklüğünü tespit ediniz.  Osiloskop ekranı: İlk dalga (eko), Çatlaktan gelen dalga (eko), Alt yüzeyden Algılanan dalga (eko) Kombine (üretici ve algılayıcı) Başlık (prob) parça, çatlak	➤ İşlem süresince dikkatli olunuz.
➤ Rezolans metodunda ise malzemeye başlık aracılığı ile devamlı değişen frekanslar gönderiniz.	

- Yansımalarla göre osiloskop ekranından malzemenin kalınlığını tespit edip ve eğer varsa hatanın nerede olduğunu tahmin ediniz.



- Mesleği ile ilgili etik ilkelere uygun davranınız.
- Kullandığınız makineyi temiz tutunuz.
- Çalıştığınız alanı temiz ve düzenli tutunuz.

KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız beceriler için **Evet**, kazanamadığınız beceriler için **Hayır** kutucuğuna (X) işareti koyarak kendinizi değerlendiriniz.

Değerlendirme Ölçütleri		Evet	Hayır
1.	İletme yansıtma metodunda malzemeye verici başlık tarafından yüksek frekanslı ses dalgası gönderiniz mi?		
2.	Geri yansıyan dalgaları başlık aracılığı ile algılayarak osiloskop ekranında ekolar hâlinde gördünüz mü?		
3.	Eğer hata varsa osiloskop ekranında hatanın yerini ve büyüklüğünü tespit ettiniz mi?		
4.	Rezonans metodunda ise malzemeye başlık aracılığı ile devamlı değişen frekanslar gönderdiniz mi?		
5.	Yansımalarla göre osiloskop ekranından malzemenin kalınlığını tespit ettiniz mi?		
6.	Hatanın nerede olduğunu tahmin ettiniz mi?		
7.	Dikkatli oldunuz mu?		
8.	Emniyet tedbirlerini uyguladınız mı?		
9.	Mesleğe uygun kıyafet giydiniz mi?		
10.	Çalışma alanını tertipli-düzenli kullandınız mı?		
11.	Uygun araçları seçip tekniğine uygun kullandınız mı?		
12.	Zamanı iyi kullandınız mı?		

DEĞERLENDİRME

Değerlendirme sonunda “**Hayır**” şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Bütün cevaplarınızı “**Evet**” ise “Ölçme ve Değerlendirme”ye geçiniz.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

1. Yüksek frekanslı ses dalgalarıyla yapılan malzeme kontrol yöntemine ne denir?
A) Penetran sıvı kontrol
B) X ışınları ile kontrol
C) Manyetik parçacık ile kontrol
D) Ultrasonik kontrol
E) Basınçla kontrol
2. Ultrasonik titreşimler yardımıyla hatanın hesaplanmasında cihazın hangi kısmından yararlanılır?
A) Osiloskop ekranı
B) Üretici başlık
C) Kombine başlık
D) Alıcı başlık
E) Kuvartz kristalleri
3. Aşağıdakilerden hangisi ultrasonik muayenenin üstünlüklerinden biridir?
A) Muayene için iyi yetişmiş eleman olması gerekir.
B) Yüzeyi pürüzlü düzgün olmayan parçalar muayenesi yapılır.
C) Malzeme içindeki hataların tespitinde hassastır.
D) Yüzey hataları görülür.
E) Titreşimleri parça yüzeyine iletebilmek için ilave tabakaya gerek yoktur.
4. Ultrasonik enerji hangi maddenin titreşmesiyle oluşur?
A) Kuvarz
B) Mangan
C) Karbon
D) Cobalt
E) Bakır
5. Ultrasonik muayenede ilk dalga ile son dalga arasındaki mesafe malzemenin hangi özelliğini gösterir?
A) Malzeme hacmini verir.
B) Hatanın büyüklüğünü gösterir.
C) Hatanın yerini gösterir.
D) Malzeme kalınlığını gösterir.
E) Hata hacmini gösterir.

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise bir sonraki öğrenme faaliyetine geçiniz.

ÖĞRENME FAALİYETİ-2

AMAÇ

TS EN 444 standardını dikkate alarak röntgen ışınları ile kontrol yapabileceksiniz.

ARAŞTIRMA

- Radyografik yöntemin tercih edilmesinin nedenlerini araştırınız.
- Radyografik kontrolde parçaların hatalarının nasıl görüldüğünü inceleyiniz.
- Radyasyonun insan sağlığı üzerine etkilerini ve korunma metotlarını araştırınız ve sınıf ortamında paylaşınız.

3. RÖNTGEN İLE KONTROL YAPMAK

3.1. Radyografik Yöntem ile Muayenenin Tanımı

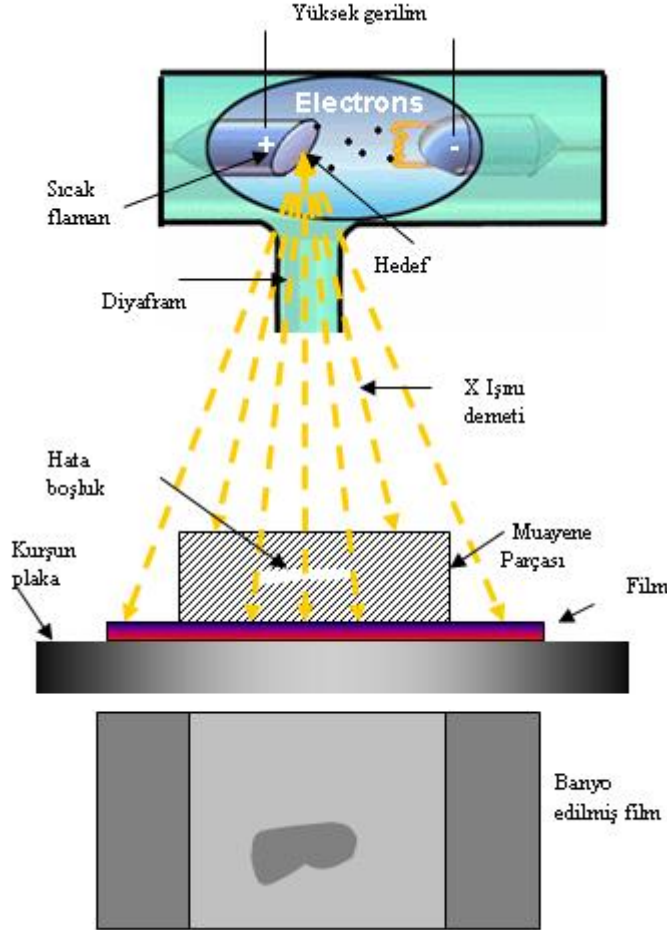
Yüksek enerjili elektromanyetik dalgalar (ışınım) pek çok malzemeye nüfuz edebilir. Belli bir malzemeye nüfuz eden ışınım malzemenin diğer tarafına konan ışınım duyarlı filmleri de etkileyebilir. Bu filmler, daha sonra banyo işlemine tabi tutulduklarında ışınımın içinden geçen malzemenin iç kısmının 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 malzemenin geçen ışınım toplanarak bir monitöre aktarılırsa bu teknik de **radyoskopi** olarak adlandırılır.

Muayenelerin sağlıklı ve güvenilir sonuçlar verebilmesi için standartlara göre yapılması gerekir. Bu standartlar, malzeme cinsine ve/veya ürün türüne göre hazırlanmıştır. Ayrıca muayenenin yapılışına yönelik uygulama standartları ile kabul edilebilir seviyelerinin verildiği uygulama standartları vardır. Muayene parçasının özelliklerine göre uygun standartlar belirlenerek muayene yapılır.

Metalik veya metalik olmayan bütün malzemelerde beklenen hacimsel ve yüzey hatalarının tespiti için kullanılabilir.

3.2. Radyografik Yöntemin Temel Prensipleri ve Donanımı

Işınım şiddetinin azalmasına üç temel faktör etki eder. Bunlar; ışının kat ettiği malzemenin cinsi, kalınlığı ve kullanılan ışının dalga boyu. Üniform şiddetli bir ışın demeti sabit kalınlıkta bir demir levha üzerine gönderildiğinde levhanın diğer tarafında şiddeti daha zayıf ama yine üniform olan bir ışın demeti görülür.



Şekil 3.1: X ışını ile yapılan muayene

3.3. Radyografide Kullanılan Işınlamalar ve Işınlam Enerjisi

Radyografik muayene için çeşitli ışınlam 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 ısınlanacak 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.

3.4. X Işınlamalarının Özellikleri ve Biyolojik Etkileri

Röntgen ışınlamalarının çelikte 80 mm'ye, bakırda 50 mm'ye ve alüminyumda 400 mm'ye kadar kalınlık içinden geçme özelliği vardır.

X-ışınları (röntgen ışınlamaları), X-ışını tüplerinde elektriksel olarak üretilir. Endüstride kullanılan gama ışınlamaları ise Ir-192, Co-60 vb. izotopların bozunması sonucunda elde edilir. X

ve gama ışınlarının ayrımı gerçekte tarihseldir ve bu iki ışınım türünün özellikleri arasında üretim ve oluşum şekli dışında hiç bir fark yoktur.

Radyasyonun ses, ısı, ışık etkileri yoktur. Gözle görülemez, duyulamaz, hissedilemez yani hiçbir duyu organımızla algılayamayacağımız bir tehlikedir. Yüksek enerjileri, nüfuz etme kapasiteleri ve iyonlaştırma özelliklerinden dolayı kolaylıkla canlı organizmalara nüfuz edip organizmaları oluşturan hücrelere zarar verebilir.

➤ **Radyasyonun biyolojik etkileri**

Radyasyonun organizmaya olan etkileri akut ve kronik şekildedir. Akut etkiler insanda radyasyona maruz kalındıktan kısa bir süre sonra klinik bulgular ile ortaya çıkmaktadır. Bunlar; merkezî sinir sistemi (100 Sv ve üzeri), gastrointestinal (10-100 Sv) ve hematopoietik (2-10 Sv) sendromlardır.

Radyasyonun ışınlanmadan hemen sonra ve yıllar sonra gözlenen etkiler olmak üzere iki türlü biyolojik etkisi vardır.

Erken Etkiler

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

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

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

Gecikmiş Etkiler

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

- Vücudun soğurduğu radyasyon miktarı "doz" olarak ölçülür.
- Doz limitleri sağlık üzerine olası etkilerin risklerini sınırlamak için belirlenir.
- Radyografçı, doz limitleri ile ilgili güvenlik standartlarını karşılaştırmak için doz hızlarını ölçer.
- Hatta pratikte mümkün en düşük dozun alınması için limitlerin altındaki değerler gereklidir.

Doz hızları $7.5 \mu\text{Sv/saatten}$ büyük alanlar kontrollü alanlar olarak işaretlenip düzenli olarak radyasyon ölçümü yapılır.

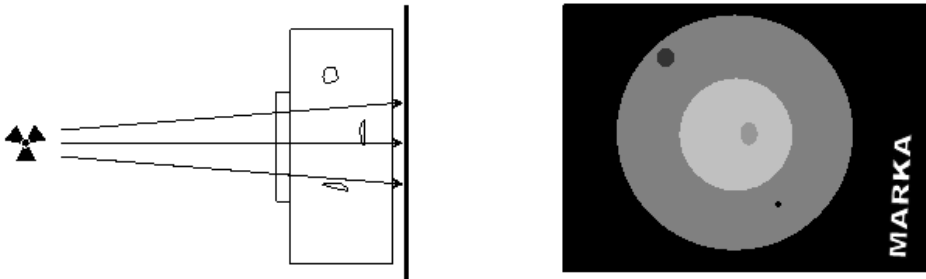
Doz hızları $2.5 \mu\text{Sv/saatten}$ büyük alanlar gözetimli alanlar olarak işaretlenip düzenli olarak radyasyon ölçümü yapılır.



Resim 3.1: Radyograf doz ölçümü

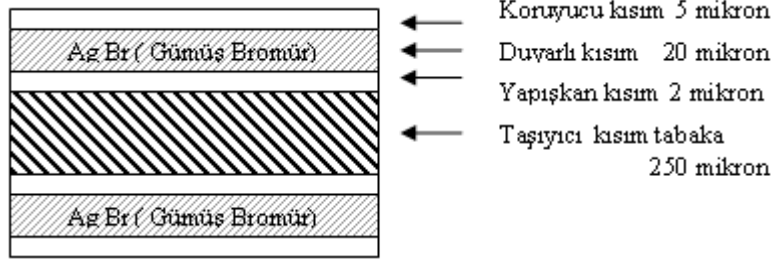
3.5. Radyografik Görüntü Oluşumu

Radyografik yöntemde görüntü oluşumu; muayene edilecek parçadan geçme özelliğine sahip ışınlar, malzemeden geçişi sırasında zayıflamaktadır. Malzemedeki hatalardan dolayı ışınlar emilmeden geçer. Malzemenin hatasız olan kısmından geçen ışınlar emildiğinden dolayı malzeme altına yerleştirilen filmde az etki bırakır. Hatalı olan kısımdan emilmeden geçen ışınların filmde daha fazla etki bırakmasıyla film üzerinde radyografik görüntü oluşur. Görüntü oluşumu Şekil 3.2’de gösterilmiştir.



Şekil 3.2: Hatalı parçanın radyografik görüntü oluşumu

Radyografik görüntünün oluştuğu filmlerin yapısı, her iki yüzeyi duyarlı olan simetrik bir yapıya sahiptir. Duyarlı tabakayı oluşturan Ag Br (Gümüş Bromür) büyüklüğü ve miktarı fotoğraf özelliğini belirtir. Yüzeydeki Ag Br miktarı artarsa belirli bir poz müddetinde daha çok kararma yani fotografik yoğunluk sağlanır.



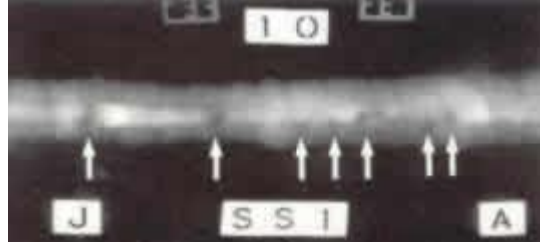
Şekil 3.3: Endüstriyel bir radyografik filmin yapısı

3.6. Muayene Sonunda Filme Bakarak Kaynak Hatalarını Tespiti

Muayene sonunda filme bakarak kaynak hataları Tablo 3.1’de verilen radyografik görüntülerine bakılarak tespit edilir.

Hata	Tanım	Radyografik Görüntüsü
A. Gaz Boşlukları A2. Porozite	Yakalanan gazlardan dolayı oluşan boşluklar Yakalanan gazlardan dolayı oluşan uzun veya boru şeklinde boşluklar	Keskin siyah çevresi yuvarlak görüntüler Keskin siyah yuvarlak veya hatanın değişimine bağlı olarak uzun gölgeler
B. Cüruf Ba. Değişik Şekillerde Bb. Cüruf Hataları Bc. Kaynak Dikiş Tekniği Hataları Bd. Malzemenin Kötü Kesilmesinden	Kaynak dikişi sırasında yakalanan cüruf veya diğer yabancı malzemeler. Yakalanan boşluklar içinde bulunan cüruf veya yabancı madde Kaynak dikişi sırasındaki tekniğin hatalarından oluşan cüruf Keski ile aşınmadan veya kötü şekillendirilmesinden dolayı oluşan cüruf	Koyu gölgeler veya gelişi güzel şekiller Kaynak dikiş kenarına paralel sürekli koyu çizgiler Kaynak dikişinin dışında keskin içinde düzgün olmayan iki paralel koyu çizgi
C. Birleşme Eksikliği	Kaynak malzemesi ile ana malzeme arasındaki kaynak dikişi sırasında birleşme eksikliğinden dolayı oluşan iki boyutlu hata	Keskin kenarlı ince koyu çizgi
D. Kaynak Dikişi	Kaynak dikiş kökünde birleşme eksikliği veya kökün kaynak ile tam doldurulamaması	Kaynak dikişinin orta koyu sürekli veya kesikli çizgi
E. Çatlaklar Ea. Boyuna Çatlaklar Eb. Enine Çatlaklar	Metal içindeki kırıklardan oluşan kesikler	Düz ince koyu çizgi
F. Alt Oyuklar	Kaynak dikişi boyunca malzeme yüzünde oluşan kanal veya yiv	Kaynak dikişi boyunca geniş ve yayılan koyu çizgi

Tablo 3.1: Kaynak hataları tanımı ve radyografik görüntüleri



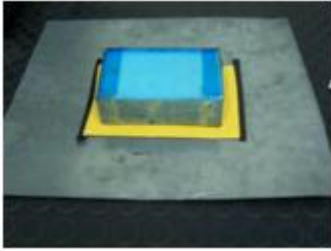
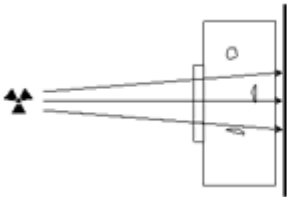
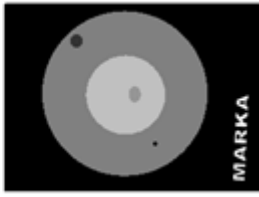
Resim 3.2: Radyografi filminde kusurları gösteren ok işaretli kaynaklar

3.7. Muayene Edilecek Kaynaklı Parçanın Arkasına Kurşun Plaka Yerleştirme ve Radyasyona Karşı Tedbir Alma

Muayene edilecek kaynaklı parçaların ve filmin arka kısmına radyografik ışını bünyesinde yok etmesi için belirli bir kalınlıkta kurşun levhalar yerleştirilir.

UYGULAMA FAALİYETİ

TS EN 444 standardını dikkate alarak röntgen ışınları ile malzeme kontrolü yapınız.

İşlem Basamakları	Öneriler
➤ Film ve radyasyon kaynağını hazırlayınız. 	➤ Radyasyona karşı tedbir alınız. ➤ Dikkatli olunuz. ➤ Emniyet tedbirlerini uygulayınız. ➤ Eldiven ve iş giysisi kullanınız.
➤ Parça kalınlığına ve cinsine göre uygulama zamanını, ışın çeşidini ve voltajı belirleyiniz. 	➤ Meslekle ilgili etik ilkelere uygun davranınız.
➤ Muayene edilecek kaynaklı parçanın arkasına kurşun plaka yerleştiriniz ve radyasyona karşı tedbir alınız.	
➤ Malzemenin arkasına film yerleştiriniz. 	
➤ Malzemeye belirlenen sürede radyasyon veriniz.	
➤ Filmi banyo ediniz (Şekil 3.3). Film üzerinden kaynak hatalarının yerini, boyutunu ve şeklini tespit ediniz.  	

KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız beceriler için **Evet**, kazanamadığınız beceriler için **Hayır** kutucuğuna (X) işareti koyarak kendinizi değerlendiriniz.

Değerlendirme Ölçütleri		Evet	Hayır
1.	Film ve radyasyon kaynağını hazırladınız mı?		
2.	Parça kalınlığına ve cinsine göre uygulama zamanını, ışın çeşidini ve voltajı belirlediniz mi?		
3.	Muayene edilecek kaynaklı parçanın arkasına kurşun plaka yerleştirdiniz mi?		
4.	Radyasyona karşı tedbir aldınız mı?		
5.	Malzemenin arkasına film yerleştirdiniz mi?		
6.	Malzemeye belirlenen sürede radyasyon verdiniz mi?		
7.	Filmi banyo ettiniz mi?		
8.	Film üzerinden kaynak hatalarının yerini, boyutunu ve şeklini tespit ettiniz mi?		
9.	Radyasyona karşı tedbir alıp dikkatli oldunuz mu?		
10.	Emniyet tedbirlerini uyguladınız mı?		
11.	Mesleğe uygun kıyafet giydiniz mi?		
12.	Çalışma alanını tertipli ve düzenli kullandınız mı?		
13.	Uygun araçları seçip tekniğine uygun kullandınız mı?		
14.	Zamanı iyi kullandınız mı?		

DEĞERLENDİRME

Değerlendirme sonunda “**Hayır**” şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Bütün cevaplarınız “**Evet**” ise “Ölçme ve Değerlendirme”ye geçiniz.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

1. Endüstriyel radyoskopide ışınların elektriksel olarak üretildiği ışın aşağıdakilerden hangisidir?
A) Beta
B) Alfa
C) Gama
D) X ışını
E) Hiçbiri
2. Gaz boşluklarının film üzerindeki radyografik görüntüsü aşağıdakilerden hangisidir?
A) Keskin, siyah, çevresi yuvarlak gölgeler
B) Koyu gölgeler
C) Keskin kenarlı çizgi
D) Düz ince koyu çizgi
E) Yayılan koyu çizgi
3. X ışınları ile malzeme muayenesinde aşağıdakilerden hangisi dikkate alınmaz?
A) Malzeme cinsi
B) Malzemenin kalınlığı
C) X ışınlarını gönderme mesafesi
D) Işın tüpüne uygulanacak gerilim
E) Malzemenin genişliği
4. Birleşme eksikliği hatası film üzerindeki radyografik görüntüsü aşağıdakilerden hangisidir?
A) Yayılan koyu çizgi
B) Koyu gölgeler
C) Keskin kenarlı çizgi
D) Düz ince koyu çizgi
E) Keskin, siyah, çevresi yuvarlak gölgeler
5. Çatlak hatası film üzerindeki radyografik görüntüsü aşağıdakilerden hangisidir?
A) Düz ince koyu çizgi
B) Koyu gölgeler
C) Keskin kenarlı çizgi
D) Yayılan koyu çizgi
E) Keskin, siyah, çevresi yuvarlak gölgeler

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise bir sonraki öğrenme faaliyetine geçiniz.

ÖĞRENME FAALİYETİ-4

AMAÇ

TS 11799 standardını dikkate alarak manyetik kontrol yapabileceksiniz.

ARAŞTIRMA

- Manyetik kontrol yönteminin uygulandığı alanları araştırınız ve sınıf içinde konuyu arkadaşlarınızla paylaşınız.

4. MANYETİK KONTROL YAPMAK

4.1. Manyetik Kontrol

Manyetik kontrol; manyetik (mıknatıslanabilir) malzemelerden yapılmış parçanın yüzeyinde veya yüzeye yakın bir yerde bulunan çatlak, boşluk, katmer, damar ve metalik olmayan yabancı maddelerin belirlenmesinde uygulanan tahribatsız muayene yöntemidir. Bu yöntemle ancak mıknatıslanabilen metal malzemelerin kontrolü yapılabilir.

4.2. Mıknatıslanabilen Metaller

Mıknatıslanabilen metaller periyodik sistemde üç değerli demir (Fe) , nikel (Ni) ve kobalt (Co) elementleridir. Bu elementler manyetikleşebilme özelliğine sahiptir.

4.3. Manyetizasyon İşlemi ve Yöntemleri

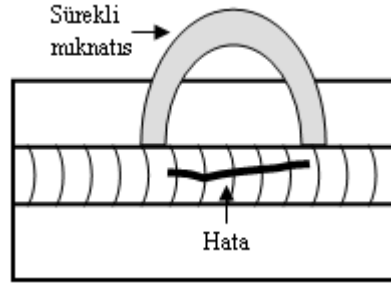
Manyetik kontrolü yapılacak malzeme, önce özel bir düzeneğe yardımıyla mıknatıslandırılır. Mıknatıslanmış malzemenin yüzeyine ince toz hâlinde manyetik malzeme püskürtülür veya ince yağ içinde emülsiyon yapılmış demir tozu bulunan manyetik malzeme akıtılır. Manyetik akının kuvvet çizgileri boyunca demir tozları sıralanır. Malzemede hata varsa manyetik tozlar hatanın bulunduğu yerde kümelenir.

4.3.1. Manyetizasyon Akımı

Manyetizasyon dalgalı ve doğru akım olarak kullanılabilir. Dalgalı akım ile yapılan kontrollerde yüzey altındaki çatlaklar tespit edilemez. Bu yüzden doğru akım üreten cihazlar yüzey altındaki çatlakları da tespit edilebildiği için doğru akım tercih edilir.

4.3.2. Manyetik Kontrol Yönteminde Kullanılan Toz

Manyetik kontrol yönteminde genellikle demir tozu (Fe_3O_4) kullanılır. Dağılma bölgesinde toz parçacıkları köprü şeklinde çatlak üzerine yapışıp kalır ve hatanın yeri görülür.

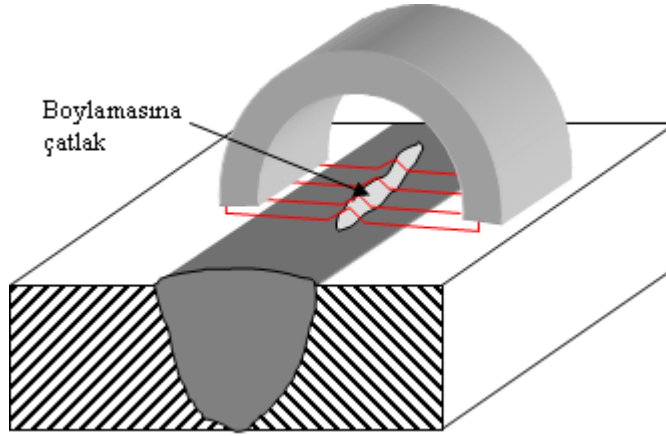


Şekil 4.1: Sürekli mıknatıs

4.3.3. Manyetizasyon Türleri

- Çatallar (Sürekli mıknatıslar)

Çatal mıknatıslar daha çok yüzey çatlaklarının belirlenmesinde kullanılır. Çatlağın manyetik akım çizgilerine paralel olması hâlinde çatlağı görmek mümkün değildir. Bundan dolayı parçanın enine ve boyuna şekillerdeki gibi muayene edilmesi gerekir.

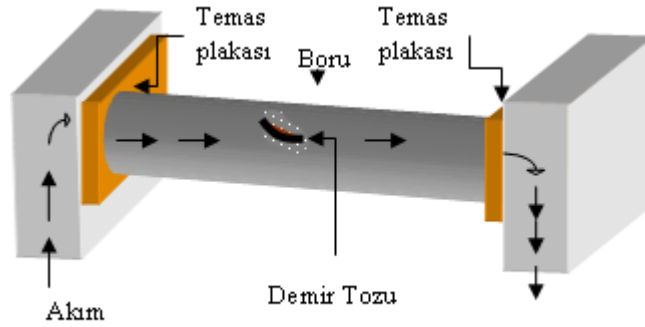


Şekil 4.2: Sürekli mıknatısla kaynak bölgesinin taranması

- İçinden akım geçen merkezî sistemler

Genellikle boru millerin manyetik tozla kontrol edilmesi amacıyla içinden akım verilen yöntemler tercih edilir. Akım, temas plakaları arasına bağlanmış parçalara verilerek devre tamamlanır.

Parçanın içinden akım geçmesiyle manyetikleşmiş malzeme üzerine sürülen manyetik tozlar, hatanın olduğu yerde kümelenir (Şekil 4.3'te görüldüğü gibi).



Şekil 4.3: İçinden akım geçen deney cihazı

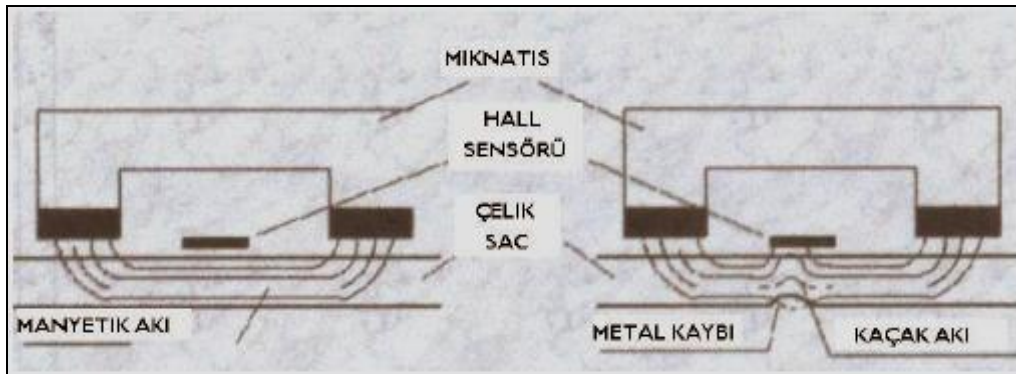
4.3.4. Manyetik Akım Değişiminin Kanıtlanması

Mıknatıslanmış hatasız bir plakada manyetik akı şiddeti geometri boyunca aynıdır. Buna karşılık, örneğin korozyon kaynaklı metal kaybına uğramış bir plakada incelmenin olduğu bölgede manyetik akının doğrusallığı bozulmakta ve bir miktar manyetik akı, plaka dışına itilmektedir. Şekil 4.4'te gösterildiği gibi manyetik akının değişimi kanıtlanmış olur.

➤ Manyetik duyarlı sonda yöntemi

Manyetik duyarlı sonda yöntemi, incelenen malzemede oluşturulan manyetik akının, düşük manyetik geçirgenli bir bölge ile karşılaştığında kaçak akı oluşturmaya ve bu kaçak akının sistem tarafından algılanmasına dayanır (Şekil 4.4). Dolayısıyla kaçak manyetik akım metodu yalnızca yüksek manyetik geçirgenliğe sahip düşük alaşımlı karbon çeliklerinde verimli olarak uygulanabilir. Malzeme, bir mıknatıs sayesinde ve manyetik doymuşluğa yakın bir seviyede mıknatıslanır.

Manyetik duyarlı sonda yöntemi cihazlarında genellikle güçlü doğal mıknatıslar kullanılır ancak bazen elektro mıknatıslar ya da her ikisinin kombinasyonundan oluşan sistemler de kullanılmaktadır.



Şekil 4.4: Sürekli mıknatıs ve sensörler ile kontrol edilen hatalı ve hatasız paçalar

➤ Manyetik toz yöntemi

Manyetik toz yönteminde ise manyetikleşen malzeme bünyesinde çatlak ve diğer hataların olduğu bölgede tozun kümelenmesi ile hatanın yeri tespit edilir.

4.4. Malzeme Cinsine, Şekline Boyutuna Göre Manyetik Kontrol Yöntemi Uygulama

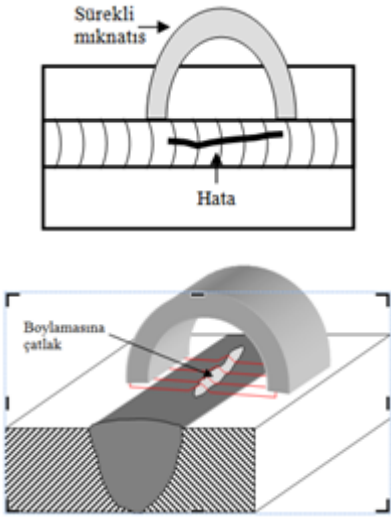
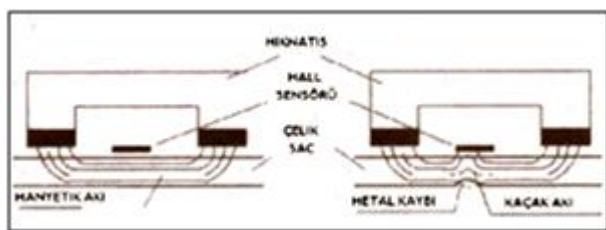
Mıknatıslanabilen metallerin hepsine manyetik kontrolleri uygulanabilir. Malzemelerin yüzey çatlağı, boşluğu gibi hataları akım veren cihazlar ve sürekli mıknatıslarla kontrol edilebilir. malzemelerin fazla derinde olmayan boşlukları da doğru akım veren cihazlarla kontrol edilebilir.

4.5. Tozların Kümelenmesinden, Sapmasından ve Yönünden Kaynak Dikişindeki Hatanın Yerini ve Boyutunu Belirleyebilme

Manyetik yöntemle kontrol yapacak kişi, tozların kümelenmesinden hatanın yerini; farklı yönlerde tarama yaparak hatanın boyutunu tespit eder.

UYGULAMA FAALİYETİ

TS 11799 standardını dikkate alarak malzemede manyetik kontrol yapınız.

İşlem Basamakları	Öneriler
➤ Malzeme yüzeyini temizleyip parlatınız.	➤ Dikkatli olunuz. ➤ Emniyet tedbirlerini uygulayınız. ➤ Eldiven ve iş giysisi kullanınız.
➤ Muayene yapılacak kaynaklı parçada mıknatıs veya elektrik akımı yardımıyla manyetik alan oluşturunuz. 	➤ Çalıştığınız alanı temiz ve düzenli tutunuz.
➤ Mıknatıslanan kaynak dikişi yüzeyine manyetize olan toz serpiniz veya yağ içine emülsiyon yapılmış manyetik malzemeyi akıtınız.	➤ Meslekle ilgili etik ilkelere uygun davranınız.
➤ Tozların manyetik kuvvetler doğrultusunda dizilmesini sağlayınız.	
➤ Eğer kaynak dikişinde hata varsa tozların kümelenmesinden, sapmasından ve yönünden hatanın yerini ve boyutunu belirleyiniz. 	

KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız beceriler için **Evet**, kazanamadığınız beceriler için **Hayır** kutucuğuna (X) işareti koyarak kendinizi değerlendiriniz.

Değerlendirme Ölçütleri		Evet	Hayır
1.	Malzeme yüzeyini temizleyip parlattınız mı?		
2.	Parça kalınlığına ve cinsine muayene yapılacak kaynaklı parçada mıknaatıs akımı yardımıyla manyetik alan oluşturdunuz mu?		
3.	Mıknaatıslanan kaynak dikişi yüzeyine manyetize olan toz serptiniz mi veya yağ içine emülsiyon yapılmış manyetik malzemeyi akıttınız mı?		
4.	Tozların manyetik kuvvetler doğrultusunda dizilmesini sağladınız mı?		
5.	Kaynak dikişinde hata varsa tozların kümelenmesinden, sapmasından ve yönünden hatanın yerini ve boyutunu belirlediniz mi?		
6.	Emniyet tedbirlerini uyguladınız mı?		
7.	Mesleğe uygun kıyafet giydiniz mi?		
8.	Çalışma alanını tertipli ve düzenli kullandınız mı?		
9.	Uygun araçları seçip tekniğine uygun kullandınız mı?		
10.	Zamanı iyi kullandınız mı?		

DEĞERLENDİRME

Değerlendirme sonunda “**Hayır**” şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Bütün cevaplarınız “**Evet**” ise “Ölçme ve Değerlendirme”ye geçiniz.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

1. Manyetik akı ile test yöntemi aşağıdaki malzemelerden hangisine yapılır?
A) Alüminyum
B) Pirinç
C) Bakır
D) Çelik
E) Bronz
2. Mıknatıs akısı ile hangi hata türü bulunamaz?
A) Akı yönüne paralel çatlaklar
B) Akı yönüne dik çatlaklar
C) Gözenekler
D) Katmerler
E) Damarlar
3. Manyetik muayene sonunda hata nasıl tespit edilir?
A) Tozların kümelenmesi ile
B) Tozların yayılması ile
C) Tozların enlemesine açılması ile
D) Tozların akım çizgileri boyunca yayılması ile
E) Hepsi
4. Aşağıdaki hatalardan hangisi dalgalı akımla yapılan manyetik muayenede ortaya çıkar?
A) Yüzey altındaki boşluklar
B) Yüzey altındaki yabancı maddeler
C) Akı yönüne dik çatlaklar
D) Yüzey altındaki çatlaklar
E) Yüzey altındaki çekme boşlukları
5. Sürekli mıknatıslarla manyetik muayene işlemi hangi yönlerde yapılmalıdır?
A) Enine
B) Boyuna
C) Enine ve Boyuna
D) Çapraz
E) Uzaklaştırarak

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise bir sonraki öğrenme faaliyetine geçiniz.

ÖĞRENME FAALİYETİ-5

AMAÇ

TS EN 13184/A1 standardını dikkate alarak basınçla kontrol yapabileceksiniz.

ARAŞTIRMA

- Basınçla kontrolün yapıldığı ürün çeşitlerini araştırınız.
- Basınçla kontrolün amacını araştırınız ve arkadaşlarınızla paylaşınız.

5. BASINÇLA KONTROL YAPMAK

5.1. Basınçla Kontrol

Basınç altında çalışan kazan, boru ve vana üretiminin yapıldığı sektörlerde tahribatsız olarak basınçla kontrol yöntemi kullanılır. Üretilen her parçaya işletme basıncının en az 1,5 katı sıvı veya gaz basıncının belirli sürede uygulanması işlemi basınçla kontrol olarak tanımlanır. Kalitelere, çaplara ve et kalınlıklarına göre borulara uygulanan hidrostatik (sıvı basıncı) test basınçları aşağıda verilen formüle göre hesaplanır.

$$P = \frac{2000 \times S \times t}{D}$$

P = Hidrostatik test basıncı (KPa)
S = Minimum gerilme kuvveti (MPa)
t = Et kalınlığı (mm)
D = Dış çap (mm)

5.2. Basınçlı Hava Üreteçleri

Basınçlı hava üretici olarak içinde yüksek basınç depo edebilen kompresörler, tanklar kullanılır. Bu üreteçler, basıncı istenen değerde gönderen basınç ünitelerine sahiptir.

5.3. Basınçlı Hava ile Muayene Edilebilen Metaller

Basınçlı hava ile küçük çaplı çelik boruların, kazanların ve içi boş malzemelerin muayenesi yapılabilir.

5.4. Basınçlı Hava Uygulama

Su havuzunun içine yerleştirilen boruların iki ucu kapatılır. Kapakların birinde boruya hava basıncı gönderilecek valf sistemi vardır. Bu sistemde borulara kullanma basınçlarının üzerinde hava basıncı uygulanır. Uygulanan basınçla hatalı bölgelerden kabarcık çıkmasıyla hatanın yeri tespit edilir.

5.5. Malzemeye Basıncı Su Verme

Üretilen boru, kazan ve vanalara üretim yerinde hidrostatik (sıvı basıncı) testi uygulanır.

5.6. Malzemeyi Su Havuzuna Yerleştirme

Basıncı testi yapılacak malzeme uygulanacak malzeme iki ağı kapatan sistemde su havuzuna yerleştirilir. Yeterli görülen minimum test basınçları ASTM A53 standardına göre basınç uygulanır. Uygulanan basınç, isteğe göre belirtilen standarttan daha az olmamak kaydıyla yüksek basınçlarda da test edilebilir.

5.7. Sızıntı veya Çıkan Hava Boşluğuna Göre Hatanın Yerini ve Boyutunu Tespit Edebilme

Uygulanan basınç türü sıvı ise hatanın olduğu yer parçada sızıntı şeklinde ortaya çıkar. Uygulanan basınç türü hava veya gaz ise özel algılayıcı (separtörler) veya su havuzunda çıkan kabarcıkları yardımıyla hatanın yeri tespit edilir.

UYGULAMA FAALİYETİ

TS EN 13184/A1 standardını dikkate alarak basınçla malzeme kontrolü yapınız.

İşlem Basamakları	Oneriler
➤ Basınçlı su yönteminde boru ya da kabın içine basınçlı su gönderiniz. ➤ Kaynak dikişinin olduğu alana kullanma basıncının üzerine kadar zorlayınız. ➤ Eğer varsa sızıntıları gözleyiniz ve hatanın nerede olduğunu belirleyiniz. ➤ Basınçlı hava yönteminde kontrolü yapılacak malzemeyi su havuzuna koyunuz. ➤ Su içindeki malzemeye hava üretende basınçlı hava veriniz. ➤ Eğer hata varsa çıkan hava kabarcıklarından hatanın nerede olduğunu belirleyiniz.	➤ Dikkatli olunuz. ➤ Emniyet tedbirlerini uygulayınız. ➤ Eldiven ve iş giysisi kullanınız. ➤ Meslekle ilgili etik ilkelere uygun davranınız.

KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız beceriler için **Evet**, kazanamadığınız beceriler için **Hayır** kutucuğuna (X) işareti koyarak kendinizi değerlendiriniz.

Değerlendirme Ölçütleri		Evet	Hayır
1.	Basınçlı su yönteminde boru ya da kabın içine basınçlı su gönderdiniz mi?		
2.	Kaynak dikişinin olduğu alan kullanma basıncının üzerine kadar zorladınız mı?		
3.	Eğer varsa sızıntıları gözleyip hatanın nerede olduğu belirlediniz mi?		
4.	Basınçlı hava yönteminde kontrolü yapılacak malzemeyi su havuzuna koydunuz mu?		
5.	Su içindeki malzemeye hava üreticinde basınçlı hava verdiniz mi?		
6.	Eğer hata varsa çıkan hava kabarcıklarından hatanın nerede olduğunu belirlediniz mi?		
7.	Emniyet tedbirlerini uyguladınız mı?		
8.	Mesleğe uygun kıyafet giydiniz mi?		
9.	Çalışma alanını tertipli ve düzenli kullandınız mı?		
10.	Uygun araçları seçip tekniğine uygun kullandınız mı?		
11.	Zamanı iyi kullandınız mı?		

DEĞERLENDİRME

Değerlendirme sonunda “Hayır” şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Bütün cevaplarınız “Evet” ise “Ölçme ve Değerlendirme”ye geçiniz.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz

1. Borulara ve kazanların kaynak dikişlerini kontrol etmek amacıyla, kullanma basıncının en az kaç katı basınç testi yapılabilir?
A) 2/1
B) 3/2
C) 1/1
D) 1/2
E) 1/3
2. Aşağıdakilerden hangisi üretimi yapılan parçadan alınan örnekler incelenerek gereç hakkında değerlendirmeler yapan muayene yöntemidir?
A) Ultrasonik muayene
B) Radyografik muayene
C) Mikroskopik muayene
D) Tahribatlı muayene
E) Tahribatsız muayene
3. Basınçla kontrol yöntemi hangi tür malzemelere uygulanır?
A) Çelik borulara
B) İçi dolu makine parçalarına
C) Takım çeliklerine
D) Alüminyum plakalara
E) Kaynaklı levha malzemelere
4. Hava basıncıyla kontrol işleminde hata nasıl anlaşılır?
A) Hava kabarcığı ile
B) Su sızıntısı ile
C) Gaz algılayıcısı ile
D) Sıvı algılayıcısı ile
E) Hepsi
5. Aşağıdakilerden hangisi basınçla kontrol yöntemi uygulanacak parçalara yapılması gereken işlem den biri değildir?
A) Parçanın kullanma basıncını bilmek
B) Parçanın boşluklarını açık bırakmak
C) Su havuzuna yerleştirmek.
D) Kullanma basıncının üzerinde basınç vermek
E) Basınç uygulama süresine uymak

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru “Modül Değerlendirme”ye geçiniz.

MODÜL DEĞERLENDİRME

Öğretmeninizin vereceği/verdiği tahribatlı muayene yöntemlerini uygulayınız.

KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız beceriler için **Evet**, kazanamadığınız beceriler için **Hayır** kutucuğuna (X) işareti koyarak kendinizi değerlendiriniz.

Değerlendirme Ölçütleri		Evet	Hayır
1.	Penetran sıvı testinde işlem sırasını takip ederek test işlemini yaptınız mı?		
2.	Penetran sıvı testinde iş güvenliği kurallarına uydunuz mu?		
3.	Ultrasonik yöntemle malzemenin muayenesini yaptınız mı?		
4.	Muayene işlemini yaparken işlem sırasını doğru uyguladınız mı?		
5.	Ultrasonik muayenede güvenlik kurallarına uydunuz mu?		
6.	Röntgen ışınları ile malzeme muayenesi yaptınız mı?		
7.	Röntgen ışınları ile malzeme muayenesi işleminde radyasyona karşı tedbir aldınız mı?		
8.	Röntgen ışınları ile malzemenin muayenesi için işlem sırasını doğru uyguladınız mı?		
9.	Manyetik parçacık yöntemi ile malzemenin muayenesini kurallarına uygun yaptınız mı?		
10.	İş güvenliği kurallarına uydunuz mu?		
11.	Sıvı basınç testini doğru uyguladınız mı?		
12.	Hava basınç testini doğru uyguladınız mı?		

DEĞERLENDİRME

Değerlendirme sonunda “Hayır” şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetlerini tekrar ediniz. Bütün cevaplarınızı “Evet” ise bir sonraki modüle geçmek için öğretmeninize başvurunuz.

CEVAP ANAHTARLARI

ÖĞRENME FAALİYET 1'İN CEVAP ANAHTARI

1	B
2	A
3	C
4	D
5	B
6	E
7	A

ÖĞRENME FAALİYET 2'NİN CEVAP ANAHTARI

1	D
2	A
3	C
4	A
5	D

ÖĞRENME FAALİYET 3'ÜN CEVAP ANAHTARI

1	D
2	A
3	E
4	C
5	A

ÖĞRENME FAALİYET 4'ÜN CEVAP ANAHTARI

1	D
2	A
3	A
4	C
5	C

ÖĞRENME FAALİYET 5'İN CEVAP ANAHTARI

1	B
2	D
3	A
4	C
5	B

ÖNERİLEN KAYNAKLAR

- ANIK Selahaddin (İTÜ) **1000 Soruda Kaynak Teknolojisi Cilt 2**, Birsen Yayınevi, İstanbul, 1993.
- ANIK Selahaddin (İTÜ) **Malzeme Bilgisi ve Muayenesi**, Birsen Yayınevi, İstanbul, 2000.
- BAYDUR Galip, **Malzeme**, Anadolu Üniversitesi Yayınevi, Eskişehir, 1998.
- www.taek.gov.tr. (Türkiye Atom Enerjisi Kurumu)
- www.metalurji.org.tr
- www.wtndt.metu.edu.tr
- [www. İtu.edu.tr](http://www.itu.edu.tr)
- [www. tse.gov.tr](http://www.tse.gov.tr)

KAYNAKÇA

- ANIK Selahaddin (İTÜ) **1000 Soruda Kaynak Teknolojisi Cilt 2**, Birsen Yayınevi, İstanbul, 1993.
- ANIK Selahaddin (İTÜ) **Malzeme Bilgisi ve Muayenesi** Birsen Yayınevi, İstanbul, 2000.
- BAYDUR Galip, **Malzeme**, Anadolu Üniversitesi Yayınevi, Eskişehir, 1998.
- GÜNGÖR Yasin, **Malzeme Bilgisi**, Beta Yayınevi, İstanbul, 2001.
- ONARAN KAŞİF, **Malzeme Bilimi**, Çağlayan Kitapevi, İstanbul, 1993.
- ÖZKARA Hamdi, **Metal İşleri Meslek Teknolojisi 2**, İlksan Matbaacılık, Ankara, 1996.
- SERFİÇELİ Y. Saip, **Metal İşleri Meslek Teknolojisi II**, SHÇEK Basımevi, Ankara, 2001.