

MARMARA ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



M A R M A R A Ü N İ V E R S İ T E S İ  
F E N B İ L İ M L E R İ E N S T İ T Ü S Ü

Y Ü K S E K L İ S A N S  
Y E T E R L İ K T E Z İ

TEZİ HAZIRLAYANIN

ADI: Necmettin

SOYADI: Tarı

TEZ YÖNETİCİSİ

Prof.Dr. Ruşen Gezici

ONAY TARİHİ: / /1984

### ÖNSÖZ

Malzemelerin çalıştıkları yerde güvenle çalışabilmeleri için iç ve dış yapılarının incelenmesi lazımdır. Bu incelemeler malzemenin tahrip edilmeden, hasar meydana gelmeden yapılabilmesi tercih edilen yöntemlerdendir.

Hazırladığım yüksek lisans bitirme tezinde, tahribatsız malzeme muayenesi serisinden olan magnetik tozlarla ve penetrant sıvılarıyla malzeme muayenesinin, temel ilkeleri, uygulama alanları üstünlükleri ve eksikleri hakkında bilgi verdim.

Mesleki, Teknik eğitim yapan okullarda bu konuda fazla eser bulunmayışını gören, bu boşluğun ilerde bu yönde hazırlanan eserlerle doldurulacağına inanan, çalışmalarım esnasında bana ışık tutan Sayın hocam, Prof. Dr. RUŞEN GEZİCİ'ye, eserin hazırlanmasında yardımlarını esirgemeyen Oerlikon Kaynak Elektrodları A.Ş. den Makina Mühendisi Sayın ETEM HELVACI'ya, THY Fakım Üssünden Teknik Kontrol Müdürü Sayın YUSUF BOLAYIRLI'ya, daktilo işlerini üslenen kardeşim Hüseyin Tepeli'ye Teşekkürlerimi bir borç bilirim.

NECMETTİN TARI

1-TAHRİBATSIZ MALZEME MUAYENELERİ.....	1
2-MAGNETİKLİK ÖZELLİKLERİ.....	1-2
3-MAGNETİK ALANIN TANIMI.....	2-4
4-MAGNETİK TOZ MUAYENESİ.....	5
4-1. Magnetik Tozlarla Testin Temel Fikri.....	5
4-2. Muayenenin Esasları.....	5-6
4-3. Muayenenin Uygulamaları.....	6
4-4. Görünebilir Hatalar.....	6-8
4-5. Magnetik Toz Muayenesinin Yararları.....	8
4-6. Magnetik Toz Yönteminde Limitler ( Sınırlar ).....	9
5-MALZEMENİN MAGNETİKLEŞTİRİLMESİ.....	9
5-1. Magnetize Yöntemleri.....	10
5-1.1. İçine Alan Gönderme.....	10
5-1.1.1. Joch Magnetizma ( Boyunduruk ) .....	10
5-1.1.2. Akım Geçiren İletkenler Yardımıyla Magnetizma..	11-12
5-1.2. İçten Akım Geçirme Yöntemi.....	13
5-1.2.1. Kendi içini magnetize etme.....	13
5-1.2.2. İndüksiyon yöntemi.....	14
5-2. Kombine yöntemler.....	14-16
5-3. Magnetize için kullanılan akım çeşitleri.....	16-18
5-3.1. Akım cinsinin deney alanına etkisi.....	17
5-3.2. Akım cinsinin akım hareketi üzerine etkisi.....	19
5-4. Magnetik alan için gerekli büyüklük ve kontroller.....	19
5-4.1. Duşlama esnasında magnetize etme.....	19-21
5-4.1.1. Akış yoğunluğunun akışın ölçülmesiyle saptanması..	21
5-4.1.1.1. Aynı alanla.....	21
5-4.1.1.2. Değişen alanlar.....	22
5-4.1.1.3. Magnetik alan şiddeti ve akım şiddetinin hesap- lanması.....	22
5-4.2. Magnetik alanın dağılımı ve hataların durumu.....	23-25
5-5. Muayene için kullanılan aparatlar.....	25
5-5.1. Çerçeveler ( Boyunduruklar ).....	25

5-5.2. Bobinler.....	26-27
5-5.3. Prodlar.....	28
6- DENEY KISMININ IŞIKLANDIRILMASI VE IŞINLANMASI.....	29
6-1. Floresansız mıknatıs tozu kullanarak aydınlatma ( Işıklıandırma ).....	29
6-2. Floresanlıyan mıknatıs tozu kullanamında ultrovirole ışınları.....	29
6-2.1. Işınlama şiddetinin ölçümü.....	29
6-2.2. Deney parçasında gerekli ışınlama kuvveti.....	29
6-2.3. Işınlanacak maddenin ışın kuvvetinin araştırılması.....	29
7- DENEY MALZEMESİ.....	30
7-1. Mıknatıs tozu partiküllerinin çekirdek büyüklükleri.....	30
7-2. Mıknatıs tozunun optik özellikleri.....	30
7-2.1. Floresan olmayan mıknatıs tozu.....	30
7-3. Deney çeşidi ve taşıyıcı maddeler.....	30
7-3.1. Kuru deney.....	30
7-3.2. Islak deney.....	30
7-3.2.1. Magnetik toz taşıyıcı sıvı su.....	31
7-3.2.2. " " " " yağ.....	31
8- DENEY YAPIMI.....	31
8-1Deneyin yapımı.....	31
8-2.Mıknatıslanmanın seçimi.....	32
8-2.1. Deney malzemesinin seçimi.....	32
8-3. Hazırlanacaklar.....	32
8-4. Test malzemesinin magnetize edilmesi ve magnetize işlemi için hazırlıklar.....	32
8-4.1. Duşlama esnasında magnetize etme.....	32
8-4.2. Test malzemesini test malzemesine vermeden önce magne- tize etme.....	33
8-5. Değerlendirme.....	33
8-5.1. Değerlendirilecek göstergeler ( Hatalar ).....	33
8-5.2. Yan göstergeler ( Zahirî göstergeler ).....	33
8-5.2.1. Yüzeysel yapı.....	34

8-5.2.1.2. Keskin köşeler nedeniyle yan göstergeler.....	34
8-5.2.1.3. Magnetik homojensizlik nedeniyle yan göstergeler.	34
8-5.2.2. ( Serpme ) alanlarla oluşturulmamış alan deney mal- zemesinin toplanmasıyla oluşan yan göstergeler.....	34
8-6. Sonuç çalışmaları.....	34
9- BÜYÜK DÖKÜMLERİN MAGNETİK PARÇACIKLARLA MUAYENESİ.....	35
10- MIKNATİSİYETİN GİDERİLMESİ.....	36
10-1. Mıknatısiyetin kaldırma sebepleri.....	36
10-2. Mıknatısiyetin bozulmasına sebep olan nedenler....	36-37
10-3. Mıknatıslığın çözülmesinin limitleri.....	37
11- MAGNETİK TOZ PARÇACIKLARIYLA MUAYENE YÖNTEMİNİN ÜSTÜNLÜK- LERİ VE EKSİKLİKLERİ.....	38
11-1. Magnetik toz parçacıklarıyla muayene yönteminin üstün- lükleri.....	38
11-2. Magnetik toz parçacıklarıyla muayene yönteminin eksik- likleri.....	38
BÖLÜM II	
1- PENETRANT ( GİRİCİ NUFUS EDİCİ ) SIVILARLA MALZEME MUA- YENESİ .....	39
1-1. İşlemden önce parçaların hazırlanması.....	39
2- KULLANILAN MALZEMELER.....	40
2-1. Penetrant (Girici sıvılar) ve bekleme süreleri.....	40-42
3- YIKAMA.....	43
4- DEVELOPMENT (EMİCİ ÖZELLİĞİ OLAN TOZ VEYA SIVI).....	43
4-1. Yaş developer.....	43
4-2. Kuru developer.....	44
5- KURUTMA İŞLEMİ .....	44
6- KONTROL.....	45
7- PENETRANT İŞLEMİ UYGULAMA USULÜ.....	46-47

8- MAGNETİK TOZLARLA ÇATLAK TESTİ İLE PENETRANT SIVILARLA  
ÇATLAK TESTİNİN SONUÇ OLARAK KARŞILAŞTIRILMASI.....48

- 1 -

### 1-TAHRİBATSIZ MALZEME MUAYENELERİ VE ÖNEMİ:

Adındanda anlaşılacağı üzere muayeneye tabi tutulan parça üzerinde bir zedeleme veya hasar yapmadan gerçekleştirilen bir muayene metodudur. Daha ziyade seri imalatta üretilen her parçanın hiç zedelemeyen ve özelliğinin bozulmaması arzu edilir. Tahribatlı malzeme muayenelerinde parça muayeneden sonra bir daha kullanılmayacak şekilde tahrip edilmesi nedeniyle pek arzu edilmez çünkü deney için tahrip edilen parçanın maliyeti üretilen diğer parçalara etkileyeceğinden seri imalatta üretilen parçalarada, hatanın aranmasında hem en kısa zamanda uygulanan hemde uygulama esnasında parça üzerinde bir hasar oluşumu istenmemektedir. Bundan dolayı parçalar tahribatsız olarak başlıca şu metotlarla deneye tabi tutulurlar.

a) Magnetik tozlarla ve penetrant sıvılarıyla malzeme muayenesi

b) Röntgen ışınlarıyla yapılan malzeme muayenesi

( X Ray ,  $\gamma$  Ray gibi )

c) Ultrasonik olarak yapılan tahribatsız malzeme muayenesi olarak , sınıflara ayrılır.

### 2-MAGNETİKLİK ÖZELLİKLERİ:

Endüstride mıknatıslanma iki bakımdan büyük önem taşır. Bunlardan birisi modern endüstride çok fazla kullanılan endüstriyel magnetiklik malzemeler yönündendir. ( Transformotor ve dinamo saçları gibi ) Diğeride mıknatıslanmış malzemenin özellik ve yapısının incelenmesi yönündendir. Bısayede endüstride büyük gelişmeler sağlanmıştır.

Asırlarca önce Anadoluda yaşamış olanlar Manisa civarında ( o zamanki adıyla mağnesin ) demir tozlarını çekme özelliği gösteren bazı minareller bulmuşlar ve bunlara Manisa şehrinin adına izafeten (MAGNETİK) cisimler adını vermişlerdir.

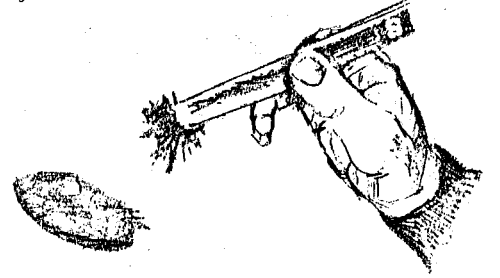
Bazı cisimler ısıyı ve elektriği iletmez (esasinda çok azda olsa iletirler) sınıflandırma yapılırken bunlara iletmez denilmektedir. Bazıları ise çok iyi iletirler. Biz ısı ve elektriği iletmeyenlere ( Yalıtkan ) iyi iletenele ise (İletken) diyoruz.

- 2 -

Bunun gibi bazı cisimler mıknatıslanma özelliği göstermezler. Bazıları ise gösterirler. Mıknatıslanma özelliği göstermeyenlere ( Anti magnet ) gösterenlere ( Ferro magnet ) diye adlandırırız.

Cisimlerin daha doğrusu metal ve alaşımların mıknatıslanma özelliğinden endüstride çok değişik sahalarda fayda sağlanıyorsa da gayemiz mıknatıslanma özelliğinden istifade ederek metallerin hatalarını bulmak olduğundan mıknatıslanma özelliği hakkında bu yönde bilgi verilecektir. Bir çubuk mıknatıs demir tozlarına daldırılıp çıkarılacak olursa demir tozlarının daha ziyade çubuk mıknatısın uçları tarafından çekildiği görülür. Şekil -1

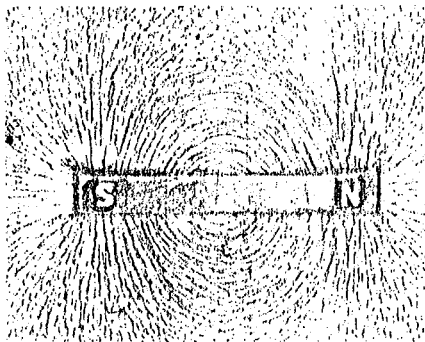
Çekme tesirinin en fazla olduğu bu uçlara mıknatısın kutupları denir. Bir çubuk mıknatıs serbestçe dönebilecek şekilde ortasından asılırsa mıknatısın ısrarla kuzey güney istikametini gösterdiği görülür (Arzın magnetik alanından dolayı) Bu mıknatısın Kuzeyi gösteren ucuna kuzey kutbu (N), Güneyi gösteren ucuna güney kutbu (S) denir. Yine çok iyi bilinirki aynı kutuplar birbirini iter. Benzeri olmayan kutuplar (N-S) birbirini çekerler.



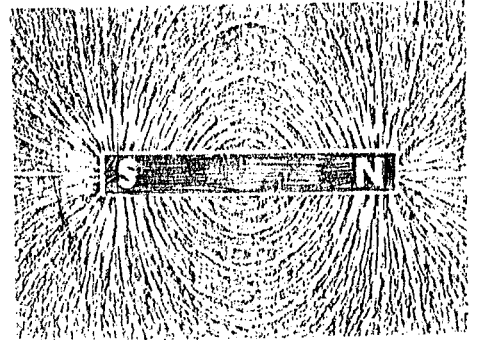
ŞEKİL-1-

3-MAGNETİK ALANIN TANIMI:

Mıknatıs kutuplarının etrafında demir tozlarını çekme etkisini gösteren bir alan vardır. Mıknatısın çekme özelliği gösterdiği sahaya ( MAGNETİK ALAN ) denir. Şekil -2-3-



ŞEKİL -2-



ŞEKİL -3-

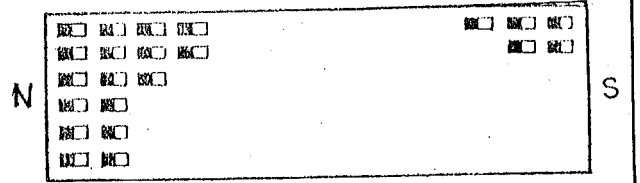


- 3 -

Bu alan çubuk veya bobinlerden elektrik akımı geçirilmek suretiyle elde edilebilir. Bu şekilde elde edilen magnetik alan daimi mıknatıslardan elde edilen alandan çok daha kuvvetli olabilir. Bunlara elektro ( Magnetik alan ) denir. Şekil-4 de Mıknatıslanan ve mıknatıslanmayan çeliklerin elektronlarının durumu görülmektedir.



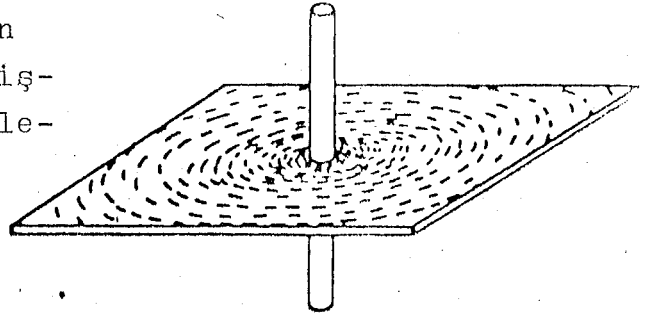
Mıknatıslanmamış çelik parçası



Mıknatıslanmış çelik parçası

ŞEKİL - 4 -

Akım geçen düz bir iletkenin çevresinde merkezi doğrusal iletkenin merkezi olmak üzere iletkenin dik olduğu bir düzlemde magnetik alan oluşur. Magnetik alan çizgileri daireler halinde genişler. Pusulanın göstergesi bu daireler halinde dağılan magnetik alan çizgilerine teğet duruma gelir. İletkenden geçen akımın yönü değiştirilir ise pusula ibresinde  $180^\circ$  derece yön değiştirdiğini görürüz. Demek oluyor ki magnetik alanın yönü iletkenden geçen akımın yönüne bağlıdır. Magnetik alan çizgileri alan içersinde kolayca görülür hale getirilebilir. Şöyle ki; bir kartonun ortası delinerek delikten bir iletken geçirilir. Kartonun üzerine demir tozları serpiştirilir. İletkene akım verilerek karton hafif vurulur. Demir tozlarının daireler oluşturarak alan içersinde yerleştiğini görürüz.



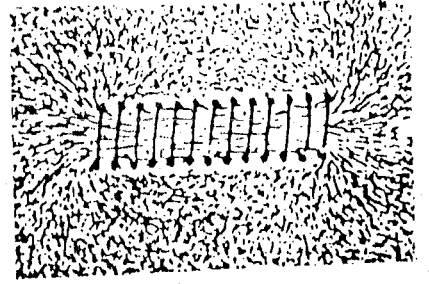
ŞEKİL -5-

Merkezi iletkenin merkezi olan bu daireler magnetik alan çizgileri, Magnetik kuvvet çizgileri veya magnetik akı çizgileridirler. Şekil -5 Bir bobinden elektrik akımı geçirildiğinde, bobinin çevresinde ve dışında şekil-6 da görüldüğü gibi birmagnetik alan oluşur.

- 4 -

Bobin içersinde magnetik alan çizgileri daha yoğun ve birbirlerine paraleldirler.Şekil -6

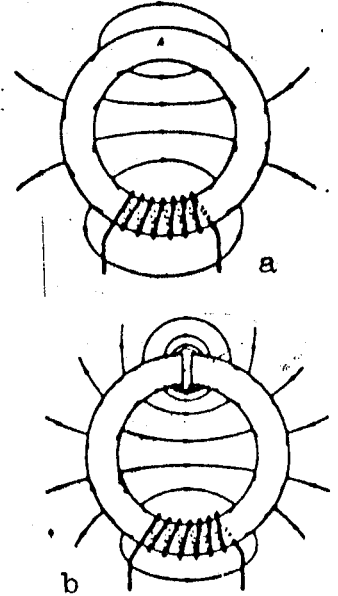
Bobin dışına çıkan magnetik akı çizgileri geriye doğru dönerek saçılmağa başlarlar.Bobin sargılarına yakın olan alan çizgileri, bobin dışında birbirlerini karşılarlar ve kesiksiz bir hat oluştururlar.Bobin merkezinden geçen



ŞEKİL - 6 -

akı çizgileri saçılarak ve orta çizgiden uzaklaşarak dağılırlar.Bir bobinin oluşturduğu magnetik alan şiddeti,bobinin cm'deki sarım sayısına ve devreden geçen akım şiddetine bağlıdır.

Havanın demire oranla magnetik alan diernci (100-1000) defa daha fazladır.Magnetize edilmek istenen bir alanda hava boşluğu var ise,bu havanın direnci düşünölmeli daha fazla güç gerektiği bilinmelidir.Şekil -7 de'ki demir halkayı ele alalım.Halkanın alt tarafında bobin şeklinde sarılmış bir iletken den akım geçirildiğinde magnetik alan çizgilerinin halkanın dairesi boyunca hareket etmediğini görürüz. Magnetik alan çizgileri Şekilde göröldüğü gibi bir dağılım gösterirler.Halkanın bir noktası kesilerek, avada bir hava tabakası meydana getirilirse burada magnetik direnç artar bu sayede bu bölgede toz birikimi göröülür.



ŞEKİL - 7 -

- 5 -

#### 4- MAGNETİK TOZ MUAYENESİ :

##### 4.1 MAGNETİK TOZLARLA TESTİN TEMEL FİKRİ:

Bir magnetik alan içersinde , magnetik akı çizgilerinin devamını engelleyen bir çatlğın veya hatanın olduğu yerde hemen bir magnetik kutuplaşma olur. ve alana serpilmiş olan magnetik tozlar; bu hata noktasında toplanırlar. Yani bu noktada bir toz birikimi gözlenir. Bir magnetik alan içersinde gözlenen bu birikimler hatanın olduğu noktalarda oluştuğundan, çok ince tozlar kullanarak ve butozları görünür hale getirerek kılcal çatlakların dahi görülmesi sağlanır.

Magnetik tozlarki, demir tozlarıdır, çok ince çekirdek çapına sahiptirler. Test parçası üzerine kuru olarak serpilirler veya bazı diğer maddelerle birlikte renklendirilmiş demiroksit tozları halinde su içersinde konsentrat haline getirilerek veyahutta test yağı içersinde konsentrat hale getirerek test edilen parça üzerine verilir. Çatlak olan yerlerde magnetik direnç artar. Akı çizgilerinin yoğunluğu azalır ve yön değiştirirler. Daha iletken olan ve çatlak olmayan bölgelerden akısını devam eğilimiyle bir sapma gösterir ve bu noktada magnetik tozlar yığılırlar. Busayede 1/10000 mm genişliğindeki çatlakları dahi bir optik yardımcıyagerek duymadan çıplak gözle görmek mümkündür. Hata yüzeye nekadar yakın ve kesit yüzeyi magnetik olarak ne kadar çok doymuş olursa bu olay okadar kuvvetli meydana gelir.

##### 4.2 MAGNETİK MUAYENENİN ESASLARI:

Magnetik tozparçacıkları ile muayene ferro magnetik malzemelerin yüzey ve yüzeye yakın kısımlarındaki hataların bulunmasında kullanılır. Ferro magnetik ( Demir esaslı mıknatısiyete hassas ) malzemeler genellikle ~~Fe, Ni ve Co alaşımları~~ ~~ihiva ederler.~~ Birçok 17-4 PH , 17-7 PH ve 15-4 PH sertlikteki paslanmaz çelikler gibi sertleştirilmiş çelikler, mıknatısların zayıflanmasından sonra magnetiktirler. Bu malzemeler ferro magnetiktirler. Bu malzemeler ferro magnetik özelliklerini kaybederler. Bu sıcaklık bir çok malzemede değişmesine

- 6 -

karşın Currie noktası bir çok ferro magnetik malzemeler için 760° derecedir.

Ferro magnetik olmayan malzemeler bu yolla incelenemezler. Bu malzemeler Al alaşımları, Mg alaşımları, Cu alaşımları, Pb, Ti, ve Ti alaşımları ve austenik paslanmaz çeliklerdir.

#### 4.3 MUAYENENİN UYGULAMALARI:

Magnetik toz parçacıkları ile muayene prensip olarak endüstride son inceleme-kontrol, teslimat incelemesi, işlemler esnasında inceleme ve kalite kontrolü, bakım ve aktarma endüstrisinde periyodik bakım, atölye ve makina bakımında ve büyük parçaların incelenmesinde kullanılır.

tatbikatta magnetik toz parçacıklarıyla muayene malzeme ve parçalarda mümkün olan en erken zamanda işlemler sırasında hatanın incelenmesini sağlar. Teslim alma işlemleri sırasında bitmemiş alınan parçalar ve ham malzemeler incelenir.

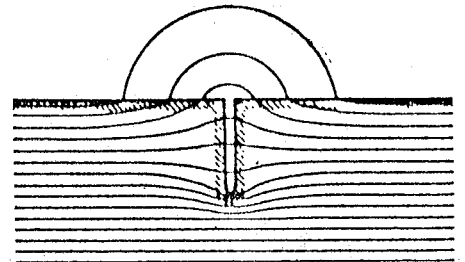
Magnetik parçacık muayenesi genellikle rotlar ve çubuk stoklar için torsiyon parçaları ve kaba dökümlerde kullanılır.

Taşıma nakliyat endüstrisinde ( kamyon, demiryolu ve uçak) planlanmış periyodik bakım çizelgelerinde kritik parçalar çatlak için magnetik parçacık muayenesine tabi tutulurlar.

planlanmış kontrol programlarında atölye cihazlarının servis esnasında kırılmadan işlenmesini sağlamada kullanılır. Pres krankları, gövdeler ve volan tekerlekleri. Çünkü ani ve değişik kuvvet tatbikleri hata doğurucu kaynaklarıdır. bir çok atölyelerde vinç kancalarından emniyet istenir. Çünkü bir araya toplanmış yüklerin ağırlığı için sertleştirilmiş kancanın hatalı çatlağı üzerine biner. Buhar türbinlerinin kaçak valfleri, şaftları, döküm kısımları incelemeleri kısa zamanda planlanarak yapılır.

#### 4.4 GÖRÜLEBİLİR HATALAR:

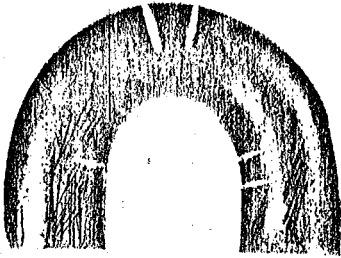
Eşit şekilde magnetize edilmiş bir demir parçası üzerindeki hata Şekil-8 de görüldüğü gibidir.



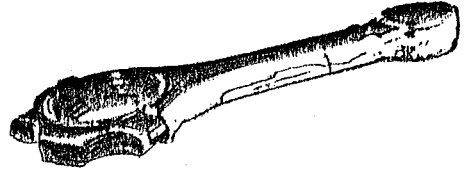
ŞEKİL - 8 -

- 7 -

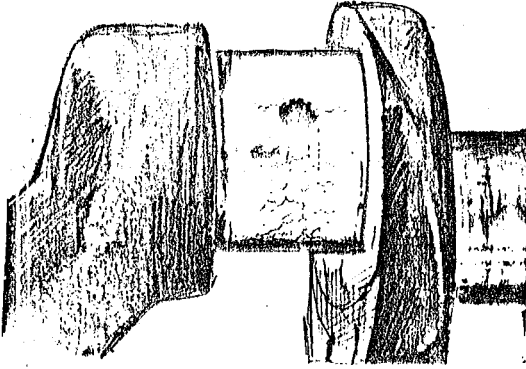
Hatanın bulunduğu bölgede magnetik akı çizgileri demir kütlenin içinde ve hava tabakasına doğru itilmiştir. Yani bu noktada yüksek bir Magnetik direnç varlığı görülmektedir. Magnetik tozlar bu bölgede hata boyunca yığılarak hatanın varlığını bize bildirirler.



Şekil - 9 - Zincir bakla-sında enine hataların görünüşü



Şekil -10- Biel kolunda enine ve boyuna hataların görünüşü



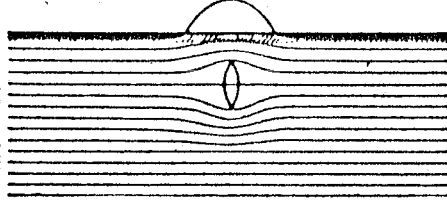
ŞEKİL -11- Bir krank milin-de enine ve boyuna hataların görünüşü

Malzeme yüzeyindeki hataların görülebilmesi için hatalarmagnetik alan içersinde magnetik akı çizgilerine dik bir konumda olması gerekir. Şayet hatanın yönü yani uzantısı magnetik akı çizgilerine paralel ise bu hatayı görmemiz mümkün değildir. Bu nedenle test parçası üzerinde aranan hatalara dik doğrultuda test parçası

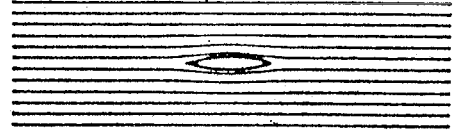
üzerinde magnetik alan yaratılmalıdır. Netice olarak enine çatlaklar için test malzemesi Şekil-12 de görüldüğü gibi doğrusal yönde magnetize edilmelidir.

- 8 -

Boyuna çatlaklar için test malzemesi dairesel olarak magnetize edilmeli. Şekil-13



ŞEKİL - 12 -



ŞEKİL - 13 -

Yüzey altında kalın hatalarda yüzeyde silik bir toz birikintisi halinde görülebilirler. Emin bir yargıya varmak mümkün değildir. Bundan dolayıdır ki bu metodun imkânları yüzeysel çatlakların testi olarak sınırlandırılmıştır.

#### 4.5 MAGNETİK TOZ MUAYENESİNİN YARALARI:

Magnetik parça muayenesi ferro magnetik malzemelerde ufak ve belirsiz yüzey çatlaklarında çok hassastır. Gözle görülebilir büyüklükteki çatlaklıklar eğer magnetik parçacıkların köprü kuramayacağı kadar çok geniş iseler bir parça şekillenmesi meydana gelmez bir çok sefer yüzeyde görülen gerçekte hata olmıyan belirtilerde bu sistemle anlaşılır. Tabiki belirli bir yüzeye kadar. Eğer bir süresizlik ince keskin ve yüzeye yakınsa, uzun metalik olmayan katıklar keskin bir görünüm meydana getirirler. Eğer hata derinde ise gösterge daha az belirlidir. Yüzey altında derinde bulunan ve geniş hataların bu sistemle bulunması zordur. Magnetik toz yöntemi ile test işleminde parçanın üzerinde bulunan hata direk olarak hakiki görünümünü verir. Bazen operatörler gerçeğe yakın tahminler yaparlar. Alan yoğunluğunu tahminen tayin için alan kuvvetini tahmin etmek gerekebilir. İnce parçaların ebadı ve şekli hakkında çok az veya hiç bir sınırlama yoktur. Genelde hassas ön temizliğe ihtiyaç yoktur. Ve yabancı maddelerle dolu bir çatlakta belirlenebilir.

- 9 -

#### 4.6 MAGNETİK TOZ MUAYENESİNDE LİMİTLER(SINIRLAR):

Magnetik parçacık muayenesinde operatörün kaçınması gereken kesin limitler vardır. Mesala ince boya kaplaması, diğer magnetik olmayan kaplamalar ve metal kaplamalar, böylelikle magnetik parçacık muayenesinin duyarlılık ölçüsünü etkiler. Diğer limitler şunlardır;

1. Bu metot ferro magnetik malzemelefe tatbik edilir.
2. En iyi netice için magnetik alan hatayı kesecek şekilde olmalıdır. Bazen bu birkaç magnetik saha değişimi gerektirir.
3. İnceleme sonunda mıknatısiyetin kaldırılması sık sık gerekir.
4. Yüze yapışan magnetik parçacıkların mıknatısiyet kaldırıldıktan sonra temizlenmesi gerekir.
5. Çok büyük parçalar için yüksek akıma ihtiyaç duyulur.
6. Elektrikle temaslar esnasında ısınma ve yanmaların bitmiş parçaları bozmaması gerekir.
7. Magnetik parçacık muayenesi kolaylıkla görülebildiği gibi, zeka yoluyla da tahmin bazen gerekebilir.

#### 5. MALZEMELERİN MAGNETİKLEŞTİRİLMESİ:

Magnetik toz yönteminin uygulanabilmesi için parçanın magnetikleştirilmesi (mıknatıslanması) gerekir. Mıknatıslama işlemi cinsinin seçimi deney malzemesinin cinsine, büyüklüğüne, deney konusuna, yapılabirliğine ve diğer şartlara bağlıdır. Optimal bir veriyi, alan hataya dik bulunursa elde edebiliriz. Eğer hata herhangi bir düzende bulunmak istenirse birbirine dik iki yönde magnetikleştirilmelidir. Alan yönüyle beklenen hata yönleri arasındaki açı  $30^{\circ}$  dereceyi geçmemelidir. Eğer hatalar farklı farklı ise her hata için parça ayrı ayrı magnetize edilmelidir.

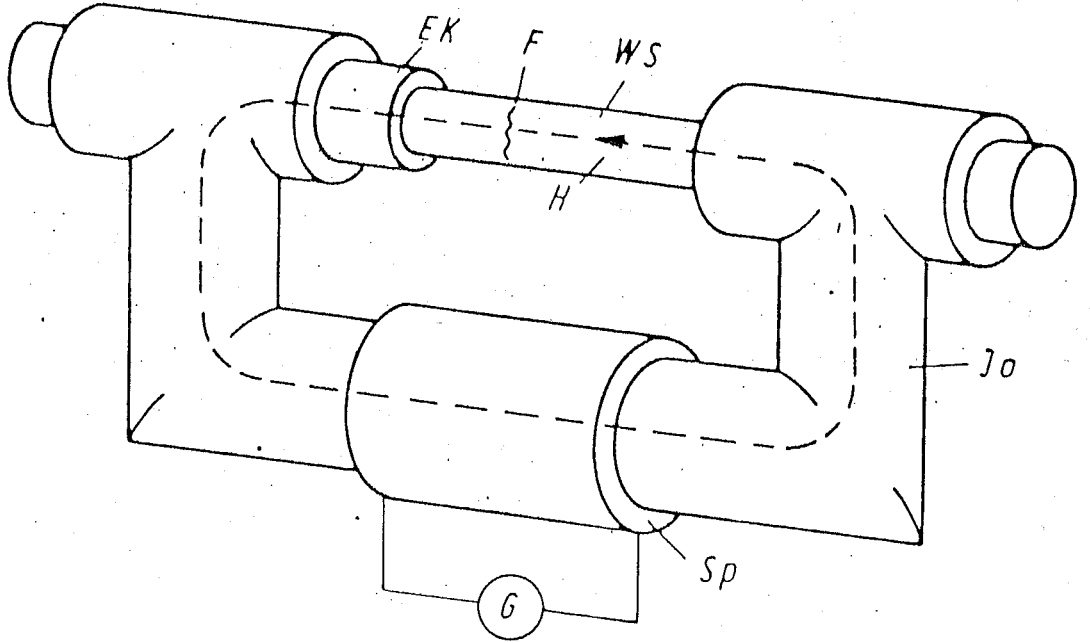
- 10 -

### 5.1 MAGNETİZE YÖNTEMLERİ:

5.1.1 İçinden geçen alanyönteminde, magnetik alan malzemenin içine iletilir.

#### 5.1.1.1 Jochmagnetizma (Boyunduruk):

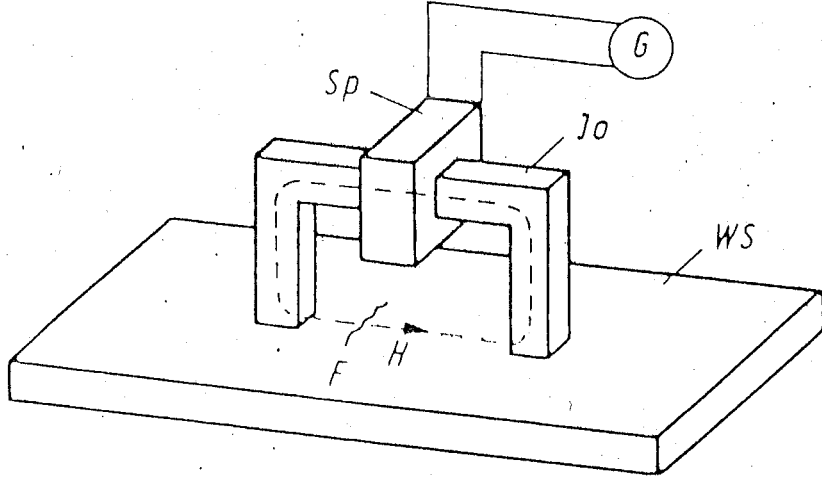
Burada magnetik akım, ferromagnetik jochlar üzerinden parçaya iletilir. Ama alan yönü jochların her iki polünün bağlantı çizgisidir. Bunlar gerilim yönü olarak ortaya çıkabilir. Şekil -14-a. Bu arada tüm malzeme magnetikleştirilir. Bu tür magnetizmaya tam magnetizma adı verilir. El magnetleri parça üzerine konur ve poller arasındaki bölgeyi magnetikleştirir. Bu tür magnetikleştirmeye kısmi magnetizma adı verilir. Bu durum şekil 14-b de görülmektedir.



ŞEKİL - 14 - a Sabit magnetize yöntemi



- 11 -



ŞEKİL -14-b El magneti

Şekil -14- Bobinle magnetize işleminde örnekler;

WS:deney parçası

JO:El magnetine verilen isim(Boyunduruk)

SP:Beslenen bobin

EK:Germe ve kontak yüzeyi

F :Tipik tesbit edilen hatalar

H :Tipik alan doğrultuları(Akı çizgileri)

G :Alternatif veya doğru akım için güç kaynağı

I :Test malzemesi içindeki akım

#### 5.1.1.2 Akım geçiren iletkenler yardımıyla magnetizma:

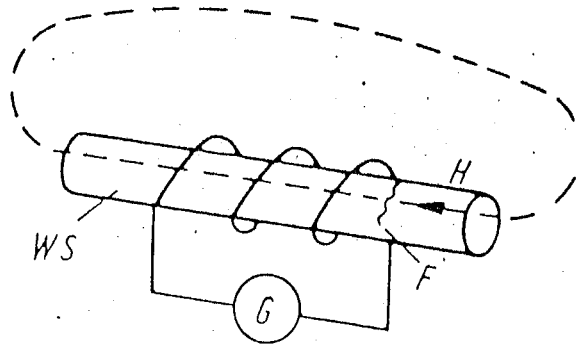
Malzeme içindeki magnetik alan sabit bobinler yada hareketli iletkenler ile üretilir. Alan yönü akım yönüne diktir.

İletken sarımları malzeme sonlarında poller meydana gelecek şekilde yapılır.(Şekil 15-a ya bakınız)

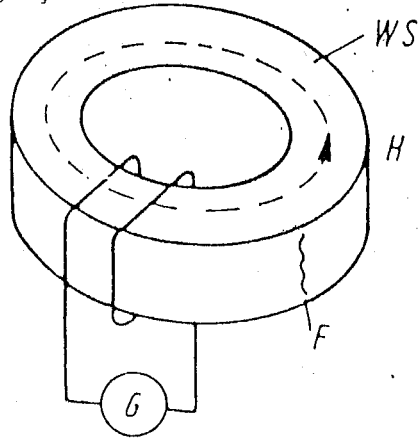
Yada alan malzeme içinde yer alır(Şekil 15-b ye bakınız.)

- 12 -

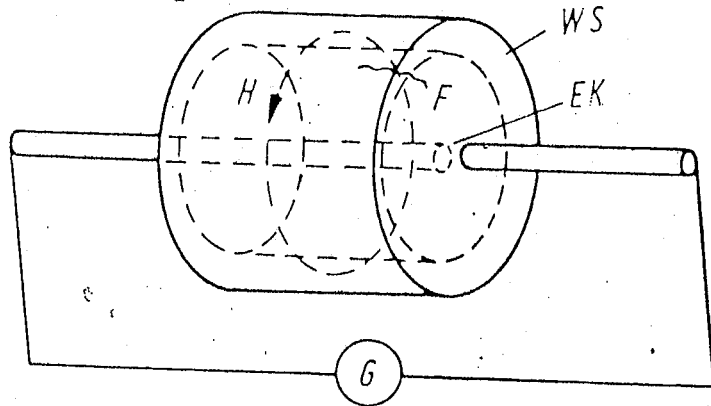
İkinci halde malzeme için boşluklu parçadır. (Bilezik, Zincir baklası v.s.) Bu bir rondela olabilir. Mesala bir tencere dipli parçayı her iki yandan yer kontakt edersek içinden delme işlemi mümkün değildir. Şekil 15-c ye bakınız. Şekil 15- Kendisinden akım geçen ve yardımcı düzenele akım geçirilen düzeneklerdeki magnetik alan



a) Açık devreli çubuk magnet



b) Kapalı devreli dairesel magnet



c) Kaplı devreli silindir magnet

ŞEKİL-15-

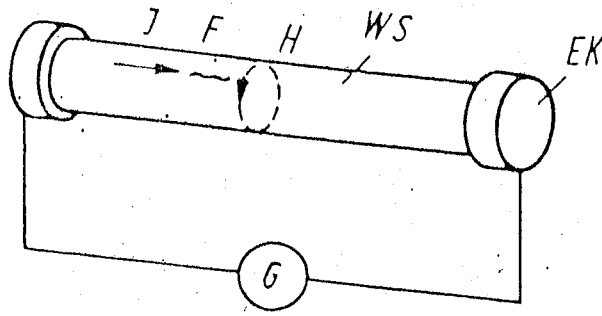
- 13 -

## 5.1.2 İçten geçen akım yöntemi:

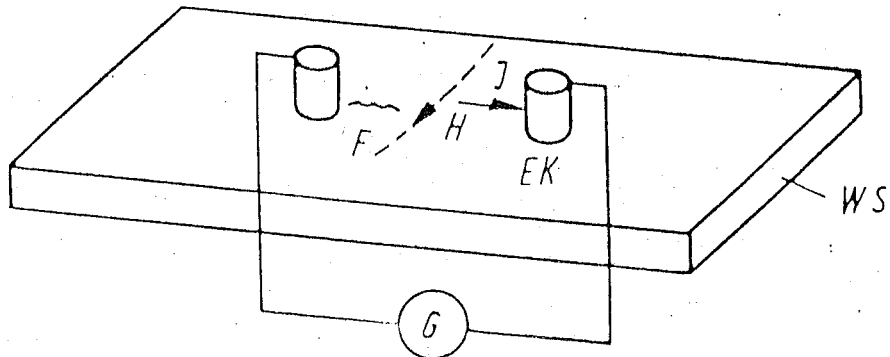
İçten geçen akımda alan malzeme içinde akan akım sayesinde oluşturulur. Alan akım yönüne diktir.

5.1.2.1 Kendi içinde magnetize etme:

Akım parçaya dışarıdan kontak ettirilir. Bunlar gerilim yüzeyi olarak oluşturulabilirler. Bu türlü bir stasyonere sistemlerdeki tam magnetikleştirme Şekil 16-a da gösterilmiştir. Eğer gerilim yüzeyleri parça üzerine bastırılırsa kısmi magnetikleştirme söz konusudur. Şekil 16-b de görülmektedir.



ŞEKİL -16-a Malzemenin kendisinden akım geçirme  
(Tüm malzemeler magnetize edilir)

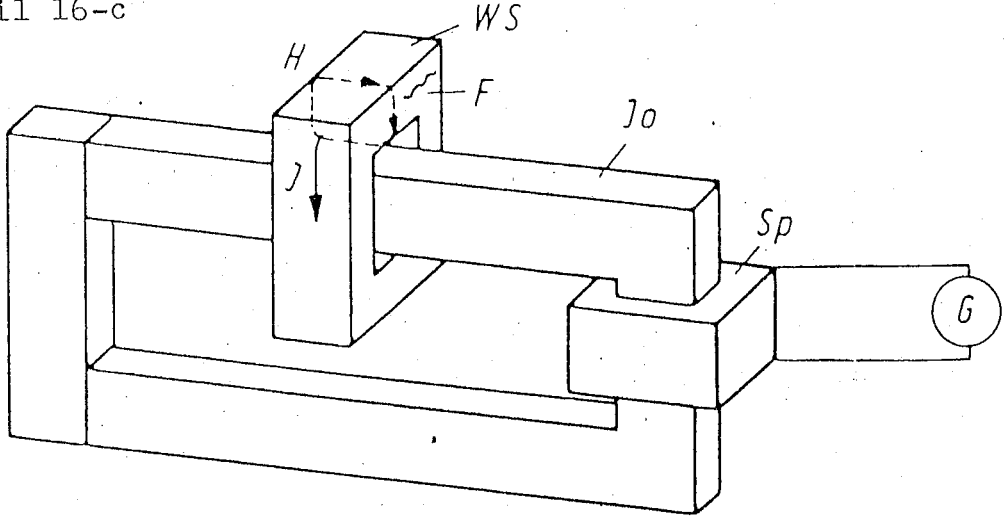


ŞEKİL -16-b Bir sacın kendisinden akım geçirme  
(Kısmi magnetize etme)

### 5.1.2.2 İndüksiyon yöntemi:

Bir demir jochuna giren alternatif magnetizma kendisini çevreleyen malzeme içersinde transformatör yöntemine göre akım oluşturur. Bu akımda magnetik alanı meydana getirir.

Şekil 16-c



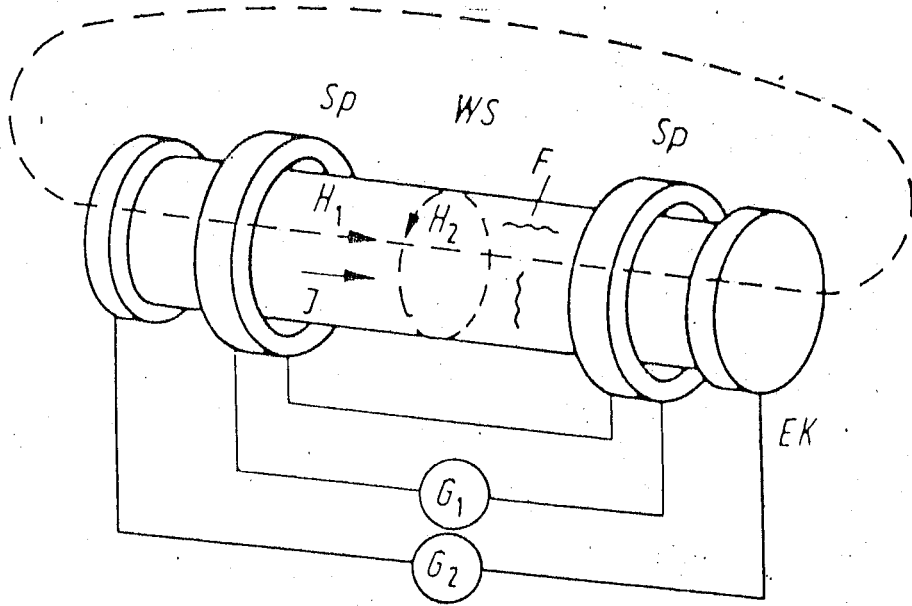
ŞEKİL -16-c Bir daireden indüksiyon akımı geçirme

### 5.2 KOMBİNE YÖNTEMLER:

Çatlakların bulunmasında iki yada daha fazla magnetizma bir anda yapılabilir. Şekil 17-a Alanlar birbirine yaklaştıkça dikleşmelidir. Alanların zamansal akışı farklı olmalıdır. Böylece parça içinde yönünü periyodik olarak değiştiren bir bileşke alan oluşur. Alanlar malzemenin magnetikleştirilmesi konusunda belirtilen açı miktarını kaplamak ve her yönde homojen bir magnetizma elde etmek için büyüklük oranlarında birbirlerine olan uzaysal açılarda uyumlu olmalı ve faz durumları birbirine tutmalıdır.

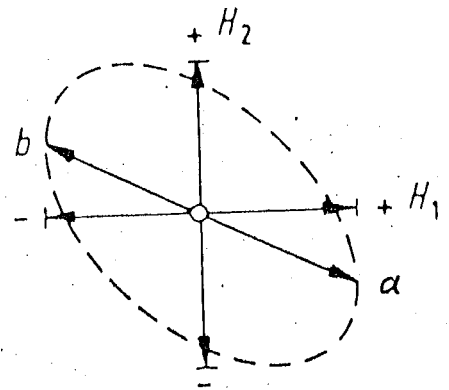
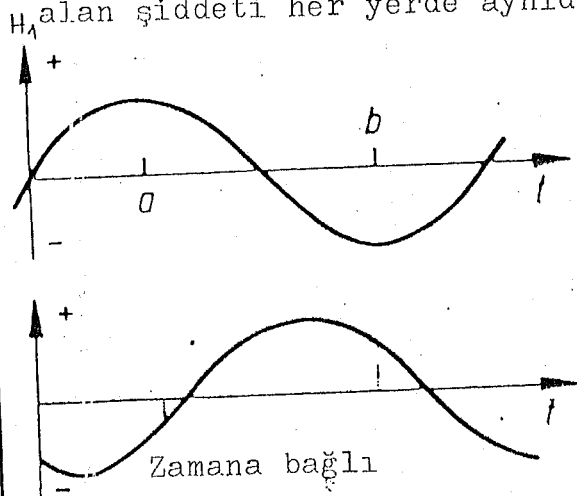
1. Bir faz kaydırmasıyla iki değişik alanın üst üste gelmesi : Fazı kaydırılmış magnetizmalar sayesinde uzaysal değişik büyüklüklerde çevreleyen bir alan oluştururuz. Bu olay alternatif akımın  $120^\circ$  derece kaydırılmasıyla yapılır. Şekil 17-b  $50^\circ$  ile  $30^\circ$  derece arası faz kaydırmaları kombine deneyler için uygundur. Bu durum dışındaki alan şiddeti değişimi bir yöndeki hatanın saptanmasını zorlaştırır.

- 15 -



ŞEKİL -17-a Malzemenin kendisinden akım geçirme ve bobinle manyetize işleminin düzenlenmesi

Birbirine dik alanların  $90^\circ$  derecelik faz kaydırılmasında alan şiddeti her yerde aynıdır.

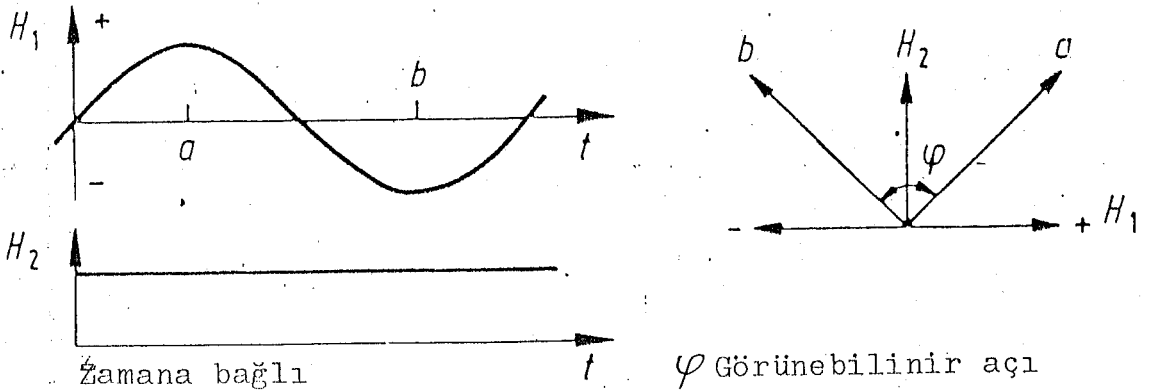


ŞEKİL -17-b  $120^\circ$  Derece itilmiş alternatif akım

- 16 -

## 2. Değişen ve aynı iki alanın toplanması (Şekil 17-c)

Bileşke alan yönü aynı alan çevresinde alınır. Eğer her iki hatada eşit büyüklükte ise açısal bölge  $90^\circ$  aşılır. Bu bölgeyi büyültmek için değişen alanın aynı alandan büyük seçmek tavsiye edilir.



ŞEKİL -17-c Değişken ve doğru akım

5.3. MAGNETİZMA İÇİN KULLANILAN AKIM ÇEŞİTLERİ:

Magnetikleştiren akım zaman içindeki gidişi, gerilim değil akım çeşidi olarak adlandırılır. Akım çeşitleri zamansal gidişleri v.s. şekil 18 de tablo halinde gösterilmiştir.

Doğru akımda malzemenin tüm kesiti iletir. Alternatif akımda ise malzemenin yüzeyinden iletir. Akım götüren tabakanın kalınlığı mesala 50 Hz frekansta tüm çeliklerde ortalama 1.5 mm dir. Tam dalgalı doğru akım, doğru kısmın (% 63 Fazlalığı nedeniyle) Doğru akım gibi kabul edilir. Yarım dalgalı doğru akım ve diğer akım türlerini bir doğru, bir değişken kısmın toplanması şeklinide düşünebiliriz.

Magnetik tozlarla çatlak test cihazlarının yapımcıları genellikle gerekli test işlemi için uygun akım tipini belirt-belirtmişleridir. Magnetik tozlarla çatlak test metodu sadece yüzeyel çatlakların testinde emin olarak uygulanır. Yüzey altında kalan çatlakların testi bu metoddan beklenmemelidir.

- 17 -

Şayet kütleli hataların yani yüzeye yansımayan hataların testi söz konusu ise bu amaç için ultrasonik, röntgen veya gama test yöntemleri tavsiye edilir. Bu test yöntemleri birbirinin rakibi değil bilakis tamamlayıcılarıdır. Alternatif akımda alternatif akımın frekansı nedeniyle bir iletkenin sadece dış çeperi magnetize edilir. Bu EFFEKT Skin - Effekt ( Dəri - Effekt ) olarak tanımlanır.

Akımın çekirdeğe doğru derinliği iletkenin çapına veya kesit alanına ve akımın şiddetine bağlı olarak lmm ile 3mm arasında değişir. Akımın nüfuziyetine bağlı olarak magnetik alanın nüfuziyetide akımın karakterindedir.

Kesidin geri kalan kısmı çekirdeğe doğru etkisizdir, yani akım geçmez. Doğru akımda ise doğru akımın doğrultma derinesine göre akımın geçme derinliği dolayısıyla magnetize derinliği çekirdeğe kadar iner. Küçük test parçalarını test ederken parçanın kendisinden alternatif akım geçirmek suretiyle magnetize edilmesi tavsiye edilir. Sadece uzun ve geniş parçalarda induktif direnci azaltmak gayesiyle doğru akım ile magnetize ederek alternatif akıma göre daha iyi bir netice alanınır. Magnetize bobin kutupları çalışırken daha öncede belirtildiği gibi test parçasının özelliğine ve test işleminin gerektirdiğine göre alternatif akım magnetize bobin kutuplarla veya doğru akım magnetize bobin kutuplarla çalışılır.

#### 5.3.1 Akım cinsinin deney alanına etkisi:

Doğru olarak tam magnetize şekil -14-a akış yoğunluğu kesit alanına diktir. Değişen alanda bu yoğunluk yüzeyde deney parçası çevresine ters orantılıdır. Artan çevre ile akış yoğunluğu zayıflaması ( yada kesit artmasıyla ) bir doğru alandan daha az etkilidir. Kısmi magnetizmada doğru akım jochlarıyla şekil -14-b gerekli uyarma yapıldığında akış yoğunluğu magnetikleştirilen kesitte sabittir. Eğer magnetikleştirilen kesit joch kesitinden küçükse yukarıdaki ifade her durumda geçerlidir. Magnetikleştirilen kesit yerine parçanın

Akım Şekli	Doğrultucu Şalteri	Kısa İşaret	Sema	Zamana Bağlı akımın görünüşü (I Akım, t-zaman T periyot süresi, $\tau$ darbe süresi)
Doğru Akım	Yok	G		
	köprü devreli Doğrultulmuş doğru akım	G		
Alternatif Akım	—	W		
Doğrultulmuş Alternatif Akım Kertiksiz	Yarı Dalga Doğrultulmuş doğru akım	H		
	Tam Dalga Doğrultulmuş Doğru akım	V		
Doğrultulmuş Alternatif Akım Kertikli	Tam Dalga Doğrultulmuş doğru Akım Kertikli	F		
Darbe Akımı Periyodik Darbeler		P		
Tek Darbeli Akımı		S		

ŞEKİL - 18 - DIN 54130 a göre magnetize işlemi için akım çeşitleri



- 19 -

pol aralığı ve kalınlığı değiştirilir. ( jochların ortasındaki basit pol aralığı normal şartlarda max. deney genişliği olarak kabul edilir.) Magnetikleştirilen kesit büyürse akış yoğunluğunun artması yüzeyden içeriye doğru göz önünde tutulmak zorundadır. Mesela; joch kesiti  $40 \times 40 : 1600 \text{ cm}^2$  joch aralığı 160 mm yani  $1600/160 : 10 \text{ mm}$  kalınlığına kadar magnetikleştirilir. Değişen akım jochlarının magnetikleştirilmesinde yüzeydeki alan şiddeti gitgide sac kalınlığından bağımsızdır. Doğru akım akım magnetizmasında yüzeydeki akışta daha yüksektir.

#### 5.3.2. Akım cinsinin akım hareketi üzerindeki etkisi:

Doğru akımlı tam magnetizmanın alan şiddeti yüzeyden ortaya doğru artar. Dairesel kesitlere alternatif akım uygulandığında yüzeydeki yüzeysel alan şiddeti aynı akım şiddetine, doğru akım geçişinden olduğu büyüklüktedir. Dairesel olmayan kesitlerde özellikle kenarlarda yüzeydeki alan şiddeti frekans yükseldikçe homojenleşir. Kısmi magnetizmada aynı şartlar geçerlidir.

#### 5.4. Magnetik alan içingerekli büyüklük ve kontroller:

Yumuşak magnetik malzemelerde magnetik alan duşlama esnasında yapılmalıdır. Sert magnetik malzemelerde duşlama magnetizmadan sonra yapılabilir.

##### 5.4.1 Duşlama esnasında magnetize etme:

Malzeme hatası olarak çıkan çizgisel akış yoğunluğu B'ye bağımlıdır. B'nin birimi T (Tesla) ( $1 \text{ T} : 1 \text{ vs/m}^2 : 10 \text{ kg}$ ) magnetik deney için  $B > 1 \text{ T}$  lik bir yoğunluk yeterlidir.

Bf:  $B \times \cos$  Bf nin kompanet yüzeyine paralel ve hata yönüne dik olması lazımdır. Şekil -19- da B nin alan şiddeti

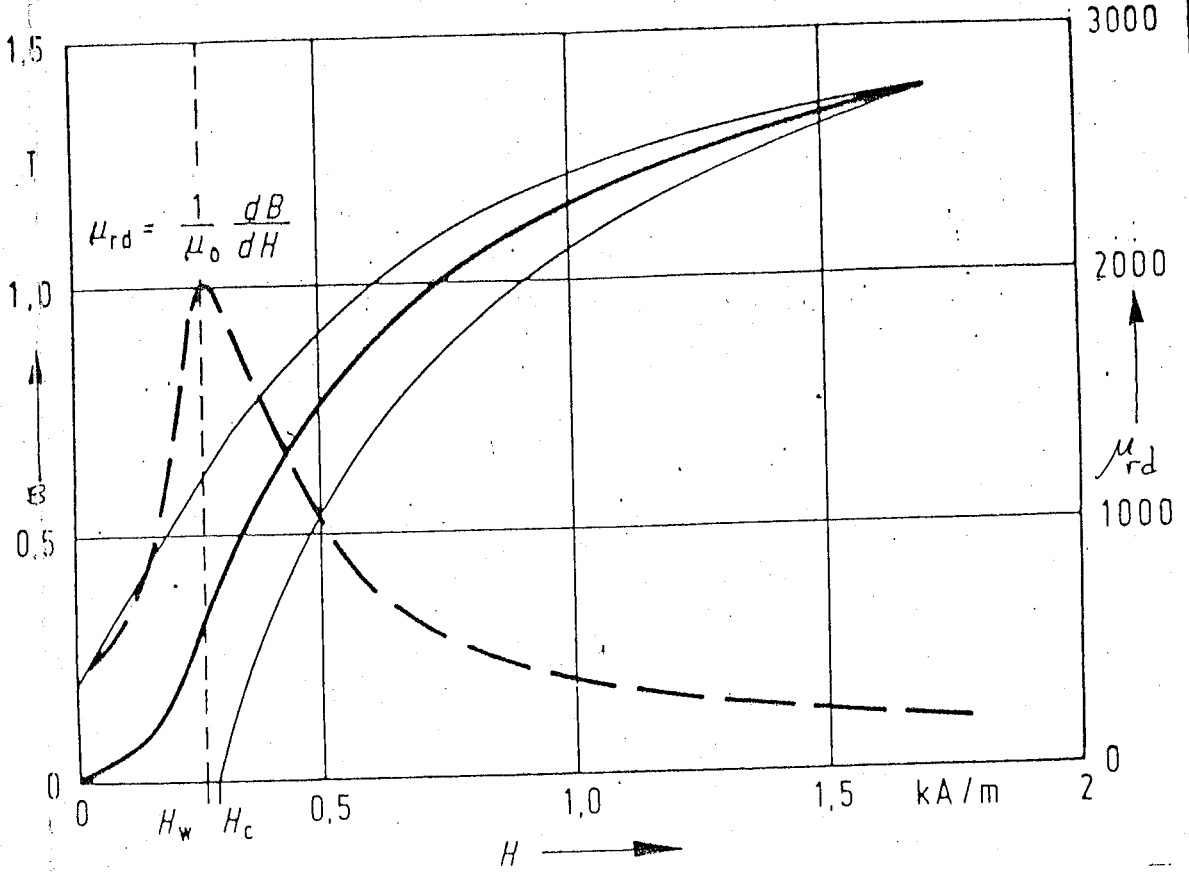
E.a ( $1 \text{ kA} / \text{m} : 10 / \text{cm}$ ) bağımlılığı örnek olarak alınmıştır.

Tüm ferromagnetik malzemelerde B ve H arasındaki bağımlılık lineer değildir. H dan B ye geçebilmek için bağımlılığı bilmek gerekir.

$B \approx 1 \text{ T}$  çeliklerde magnetizma fonksiyonunun dönüm noktası

- 20 -

alan şiddet yer değeri  $H_w$  nın üç katı  $H$  değerine ulaşır.  
Bu diferansiyel permeabilite  $\mu_{rd}$  nin maksimum noktasıdır.



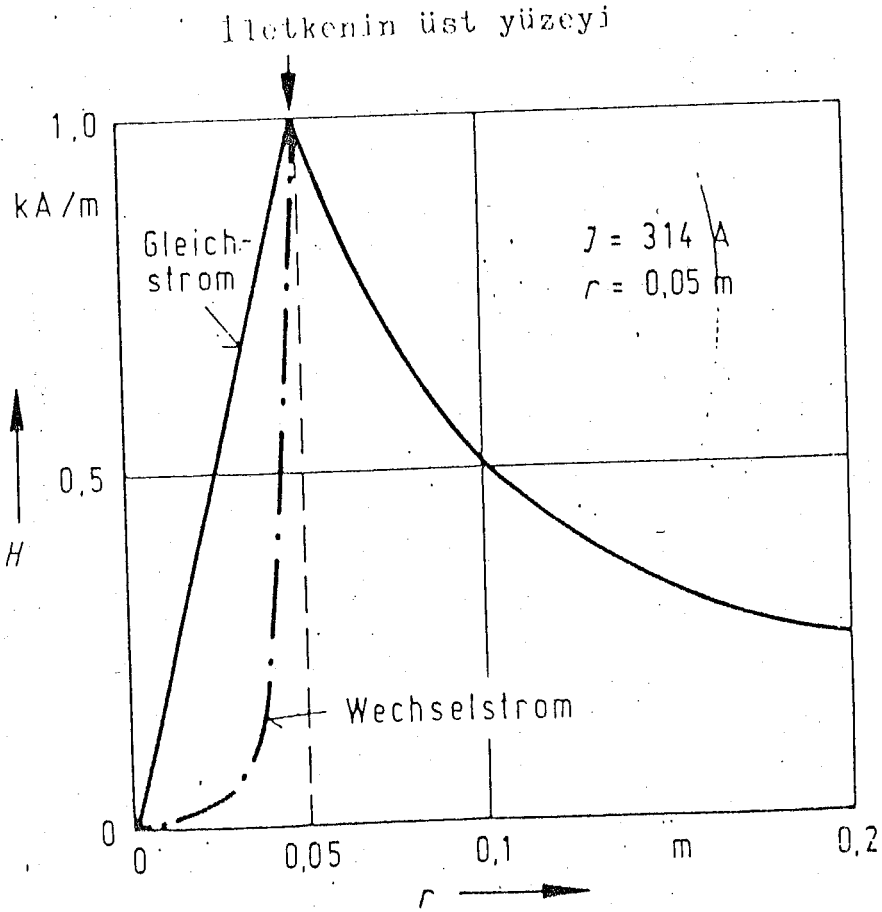
ŞEKİL -19- Tipik magnetize eğrileri

Mesala: Şekil 15 de verilmiş magnetizma eğrisinde  $H_w$  0.3 KA/m. Bu malzemede  $H > 0.9$  KA/m olmak zorundadır.

Karbon bakımından zengin çeliklerde deneyin gerektirdiği magnetik alan şiddeti örnektekinden fazla olur.

( Mesala ;  $H > 10$  KA/m )

$H_w$  bir çok çelik türlerinde  $H_c$  ye tekabül eder. Eğer alan şiddeti önerilen değerin üzerinde ise verilerin anlaşılabilirliği arka plân yansımalarıyla bozulur.



ŞEKİL - 20 - de düz ve yuvarlak malzemenin alan şiddeti

5.4.1.1. Akış yoğunluğunun akışın ölçülmesiyle saptanması:

Saptanma indüksiyon kanununa göre bir bobinde indüklemeye gerilimden hesaplanır. Akış yoğunluğu için  $B:Q/A$ , A etkili kesit gereklidir. Akışın zamansal değişimi gözlenir. Aynı ve değişen magnetizmada ölçme teknikleri farklıdır.

5.4.1.1.1 Aynı alanlar:  $U: - W \frac{d q}{d t}$  W: Sarım sayısı

Doğru akım nedeniyle açma ve kapama sırasında oluşan gerilimler entegre edilir. (Mesala, elle kullanılan elektronik akış ölçü aletlerinde  $Q: \frac{Rc}{W} \cdot Ua$ )

- 22 -

Rc: İntegratörün zaman sabiti

Ua: " çıkış gerilimi

5.4.1.1.2. Değişen alanlar: Sinüs dalgalı akış değişiminde endüklenen gerilim U direk ölçülerek buradan Q bulunur.

$$Q: \frac{U}{2f.W}$$

f: Frekans

deri efekti nedeniyle etkili kesit 50 Hz de ortalama 1.5 mm kalınlığında bir tabaka ile sınırlanır. Dairesel kesit için  $A: \pi.d.1,5$  (mm), d: Test malzemesi çapı

5.4.1.1.3 Magnetik alan şiddeti ve gerekli akım şiddetinin hesaplanması: Hataları iyi bir şekilde test edebilmek için test parçasında yeterli bir magnetik alanın oluşması şarttır. Pratik deneylerden elde edilen deneylere göre test parçasının çevre uzunluğunun her cm ne 25 ila 50 Amperlik bir magnetize akım tesadüf edecek şekilde hesaplanır. Bu değer altına inildiği zaman magnetik alan şiddeti zayıf, bu değerler üstüne çıktığı zaman çok yüksek bir enerji gerektiği halde hatanın daha iyi görünmesine etki eden çok az bir iyileşme görülür. çok sarımlı bir bobinin alan şiddeti şu formülle hesaplanır;

$$H: \frac{I.W}{L} \text{ A/m}$$

H: Alan şiddeti, I: Akım şiddeti, W: Sarım sayısı

L: Telin boyu

Test parçasının kendisinden akım geçirilmesi halinde gerekli akım şiddetini hesaplamak gayet kolaydır. Mesala, 100 mm çapındaki 1 milde 800 ile 1600 amper arasında bir akım şiddetine ihtiyaç vardır.

Formül :  $\Phi: \pi . D$

I:  $\Phi . (25-50)$  Amper

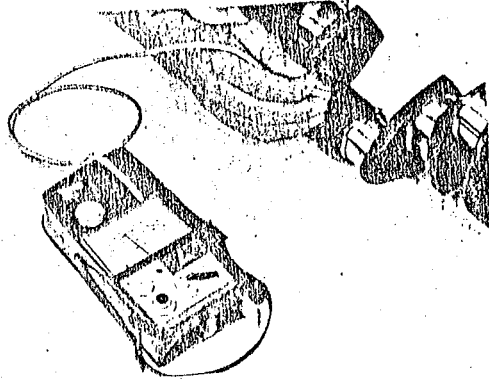
$I_{\min}$ :  $3,14 \cdot 10 \cdot 25$  : 800 Amper

$I_{\max}$ :  $3,14 \cdot 10 \cdot 50$  : 1600 Amper

Dairenin çevresi veya bir parçada kesitin çevresi cm cinsinden hesaplanacaktır.

- 23 -

Şekil -21- de bir krank milinde magnetik alan şiddetinin alan şiddetiyle ölçülmesi gösterilmektedir.



ŞEKİL - 21 -

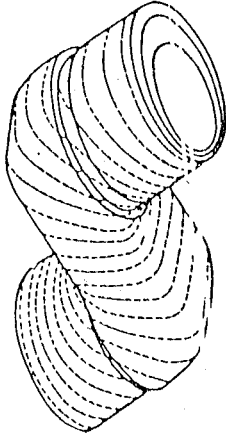
5.4.2. Magnetik alanın dağılımı ve hataların durumu:

İndüksiyonun tüm kesitte eşit olmadığı kam milleri, denk kasnakları gibi karışık formdaki test parçaları magnetize edildiğinde test parçası üzerinde hatanın yeri ve yönü dikkate alınarak oluşan magnetik alanın yönü düşünölmelidir.

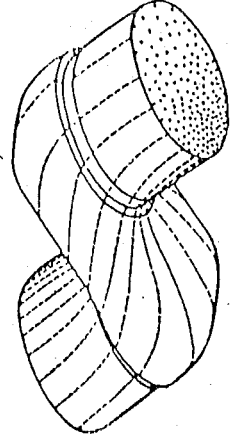
Mesala,krank millerinden akım geçirilirken kıvrımların iç tarafında alan çizgileri yoğunlaşır faturalı yüzeylerden alan çizgileri geçerken yüzeye uyarak , keskin bir geçiş arz etmezler.Şekil 22 de görüldüğü gibi bilhassa içi boş olan uç kısımda alan çizgileri alt tarafta daha yoğunlaşır.Burada hatanın varlığı daha emin olarak ortaya çıkartılır.Magnetik bobin kutuplarala magnetize işleminde Şekil 23 de alan yönü

- 24 -

değişmiştir. Fakat aynı özellikler izlenir.



Şekil - 22 -  
Test parçasından akım  
geçirmenin örneği



Şekil - 23 -  
Magnetize bobin kutuplarla  
test parçasının magnetize  
edilmesi

Krank millerini test ederken milin kendisinden akım geçirme yani dairesel magnetize etme işlemini bir defada yapılabilir. Mil boyunca karşılaştırılması mümkün olan eşit magnetik alan şartları görülür. Magnetik bobin kutuplarla yani doğrusal magnetize ederken milin ortasına doğru magnetik alan zayıflar dolayısıyla alan çizgileri seyrekleşir hataları görme hassasiyeti düşmüş olur.

Keza yani durum kutup yastıklarına yakın bölgelerde izlenir. Test parçası bobin içersinde bir yönde hareket ettirilerek magnetize edilirse her tarafta hatayı eşit şekilde görme hassasiyeti hasıl olur. Bobin sabit tutulursa bobine yakın olan yüzeylerde görme hassasiyeti mevcuttur. Kaynak dışkişlerinin çatlak kontrolünde gerek parçanın kendisinden akım geçirirken gerekse magnetize bobin kutup ile magnetize edi-

- 25 -

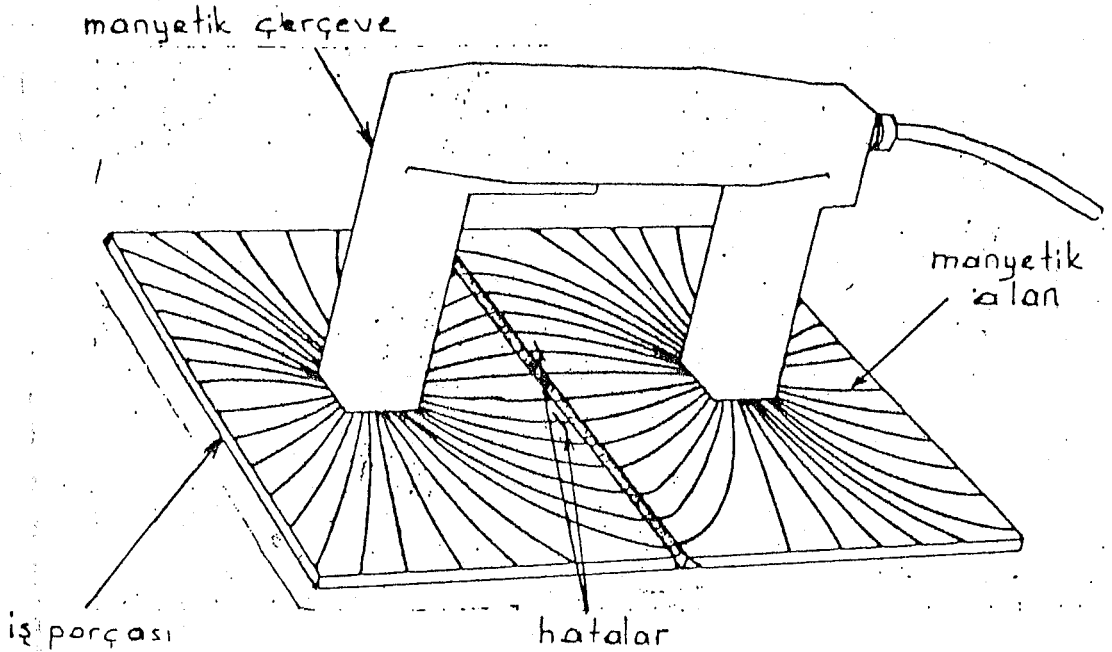
lirken dikkat edilmesi gereken değişik alan farklılıkları vardır. Kaynak dikişlerinin kontrolünde test parçasının kendisinden akım geçirirken kutuplar arasındaki mesafe 10 cm den küçük olmaması gerekir. Çünkü kutuplar arası 10 cm den küçük olursa bu kısa mesafede eşit olmayan alan özellikleri gözlenir.

#### 5.5 Muayene için kullanılan aparatlar:

5.1. Çerçeveler: İki basit şekilde çerçeve tabir edilen magnetik parçadan meydana gelmiştir. Sabit mıknatıslı ve elektro magnetik olmak üzere iki şekilde tanımlanırlar. Her ikisinde hareket edebilir şekildedir. Sabit mıknatıslı çerçeveler elektriğin olmadığı yerlerde veya ark yapmanın mümkün olmadığı patlayabilir ortamlarda kullanılırlar.

Sabit mıknatıslı çerçeveler:

- Geniş alanlar bu şekilde mıknatıslanmaz, çünkü mıknatıslanma gücü azdır.
- Yayıma yoğunluğu fazla değildir.
- Bir parçanın mıknatıslıyeti çok kuvvetli ise onu ayırmak çok zordur şekil 24 te basit bir çerçeve görülmektedir.



ŞEKİL - 24 -

- 26 -

Elektro magnetik çerçeveler bir bobin ihtiva ederler bunlar-  
da sabit veya ayarlanabilir. İki bacak vardır. Düzenli olma-  
yan parçaların muayenesinde bu bacaklar istenilen açıda ayar-  
lanabilir. Sabit mıknatıslı çerçeveler gibi elektromagnetik  
çerçevelerde anahtar vasıtasıyla açılıp kapanabilir. Çerçeve-  
lerin bu özelliği parçanın üstünden rahatlıkla kaldırılabil-  
melerini sağlar. Elektromagnetik çerçevenin düzeninde akım ol-  
arak ya alternatif veya doğru akım kullanılır. Yoğunluk alanı  
doğru akımda bobin üzerine verilen akımla değişir. Doğru a-  
kım tipi çerçeveler daha derine nüfuz ederler. Buradaki hata-  
nın bulunmasında kolaylık sağlarlar. Alternatif akımda ise  
parça yüzeyindeki daha hassas yüzey hataları belirlenir. Ge-  
nelde süreksizlikler alanın bir merkezinde her iki kutup ara-  
sına konursa ve dikey olursa şekil 24 de görüldüğü gibi ka-  
çak sahası hemen belli olur.

5.5.2. Bobinler: Tek halkalı veya çok halkalı ( kondüktör)  
bobinler, dikey mıknatıslı parçaları yapımında kullanılır  
Oluşan alan içindeki bobinin yönü bellidir. Ve magnetik alan  
çizgileri onun içinde gider. Magnetik alan yoğunluğu:  $N \cdot I$  ya  
eşittir.  $N$ : Sarım sayısı ,  $I$ : Akım şiddeti (Amperdir)  
Magnetik alan şiddeti bobinin sarımına içinden geçen akımın  
kuvvetine bağlıdır. Büyük parçalarda bobin birkaç sarımlı  
olabilir. Hareket edebilir kablolardan yapılabilir. (Parçanın  
etrafını sarabilecek uzunluktaki kablolardan) kablonun al-  
tında kalan görünüm gözden uzak olur. Portatif mıknatıs  
bobinleri bulunabilir. Elektriğe bağlanırlar. Bobinler şaft  
tipi parçaların incelenmesinde kullanılır. (Tren yolu atölye-  
leri, uçak, kamyon, traktör tamir atölyelerinde, otomobil atöl-  
yelerinde) Tren ray parçaları (Traveslerin) kısımlarının  
hataları ise bu şekilde bulunur. Kısa mıknatıslama içinde kul-  
lanılırlar. Bilhassa sabit yüzeyler için parçanın boyu ile  
ve genişliği ile ilgili olarak seçilir. Basit bir parça için  
tesir sahası mesafesi 154-179 mm ve bobinin kenarından  
154-179 uzaklığa dek olur.



- 27 -

Parça 304-457 mm boyunda ise bobinin kalınlığı 25,4 mm olur. Daha uzun parçaları incelemek için parça bobin içinde hareket ettirilir. veya bobin etrafında dolaştırılır. Boyuna mıknatıslanacak parçalarda boy, çap oranı hesaplanır. Mıknatısın kaybolma tesirine bağlıdır. Bu tesirin boy, çap oranı 1/10 dan küçük olursa yeterlidir. En az boy, çap oranı 1/3 olmalıdır. Kutup parçalarında veya benzeri kesit alanlarının tesirini yü kseltmede boy, çap oranı çok önemlidir.

Magnetik alan yoğunluğu ;

$N \times I : 45000 ( L/D )$

I: Boy , D: Çap , N: Sarım sayısı , I: Akım şiddeti (Amper)

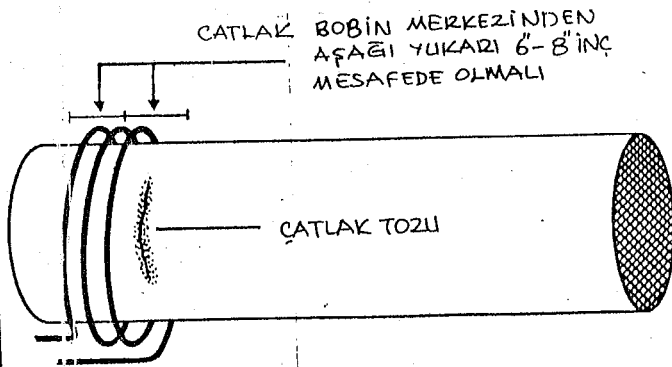
Parça bu düzeyde mıknatıslandığı zaman ve mıknatıs bobininin altına konduğu zaman sarımına göre magnetik alan yoğunluğu

25,4 mm 70000 çizgi olur. İstenilen mıknatısiet

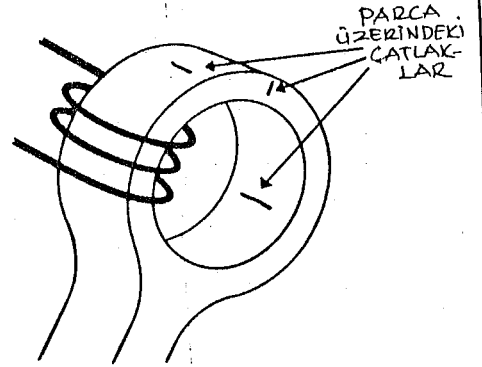
$N \cdot I : 43000 \text{ r/h}$  belli olur.

r: Bobin çapı ,  $h : ( 6 L/D ) - 5$  tir.

Bobin ortasında bulunan parça bobinin % 10 nundan küçük olmalıdır. Şekil 25 ve 26 da bobinle mıknatıslanma örnekleri gösterilmektedir.



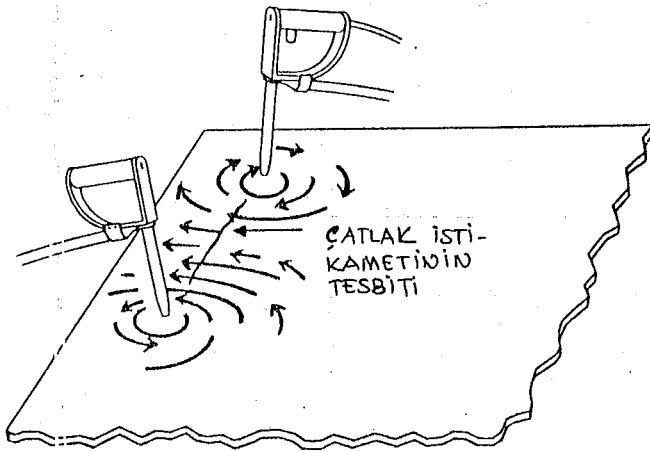
ŞEKİL - 25 -



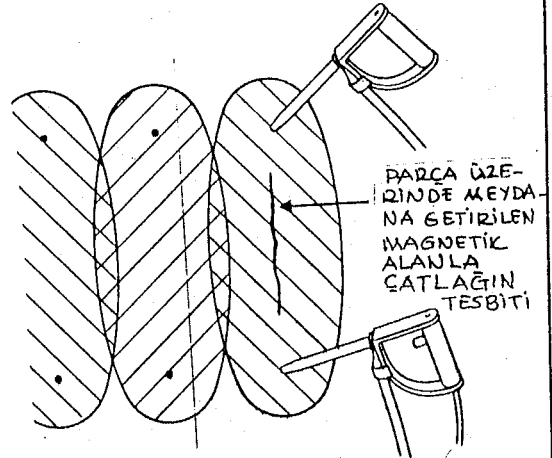
ŞEKİL - 26 -

## 5.5.3. Protlar:

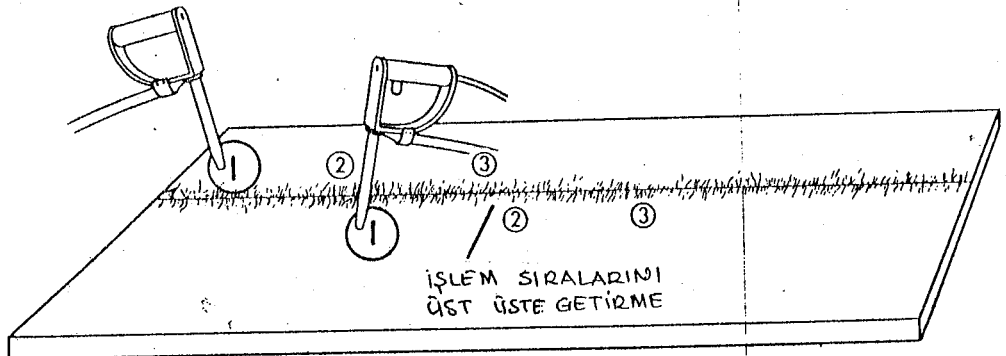
Protlar bakır elektrodlar şeklinde olup kontrolü istenen parçanın üzerine bastırılarak iki prot arasında magnetik alan oluşturulur. Bu bölgeye magnetik toz parçacıkları atılarak malzemede çatlak olup olmadığı araştırılır. Protlar arasındaki mesafe en çok 200 mm olmalıdır. Şekil 27 de protlarla bir malzemenin test edilişi görülmektedir. Şekil 28 de test esnasında meydana getirilen magnetik alanın etki alanları görülmektedir. Şekil 29 da bir kaynak dikişinin test edilişinde protların tatbik sırası gösterilmektedir.



ŞEKİL - 27 -



ŞEKİL - 28 -



ŞEKİL - 29 -

## 6. DENEY KISMININ IŞIKLANDIRILMASI VE IŞINMASI:

6.1. Florasansız mıknatıs tozu kullanarak aydınlatma (ışıklandırma) : Deneyde aydınlatma gücü en az 1000 Lüks olmalıdır. deneyci; ne deney çubuğu yüzeyinden yansıyan ışığın, ne de ışık kaynağının ışık etkisi altında olmamalıdır.

6.2. Florasanlıyan mıknatıs tozu kullanımında ultraviyole ışınları: Mıknatıs tozu florasanının etkisi ultraviyole ışın 320 -400 nm lik dalga boyu ve dalga yoğunluğunun 365 nm deki maksimumuyla (Black light) oluşur. Bu ışın (UV. bölgesi A) insan organizması için zararsızdır.

6.2.1. Işınlama şiddetinin ölçümü : Işınlama şiddetinin yani alan başına gücün ölçümü 365 nm de max. hassasiyete sahip 320-400 nm lik bir ölçüm aletiyle yapılır. Bunlar 365 nm lik dalga boyunda  $W/m^2$  olarak kalibre edilmiş olmalıdır. ( $1 W/m^2 : 100 W/cm^2$ ) Alıcıya eğik gelen ışınları (Alan normaline 45 lik bir açıyla gelenlere kadar) dik düşen ışınlara nazaran % 20 den daha az bir hata ile ölçülmelidir. (Cos değeri değerlendirilmesi)

6.2.2. Deney parçasında gerekli ışınma kuvveti: Deney parçasında  $5 W/m^2$  lik ışınma kuvveti aşılmamalıdır. Eğer teknik nedenlerden dolayı  $5W/m^2$  ye ulaşamıyorsa deney iyi karatılmış bir odada yapılmalıdır. Hafif işaretlerin (izleri) olmamasına dikkat edilmelidir.

6.2.3. Işınlanacak maddenin ışın kuvvetinin araştırılması: Deney parçasının üzerindeki ışın gücü belirtilerinin tanınması için esastır. Işınlanacak madde ve lambaların yıpranmasının saptanması hakkında karar varabilmek için filtreden ve ampulden 0,3 m uzaklıkta olması ve açık durumda bulunması en uygun olanıdır. Ölçümler cereyan verildikten en erken 15 Dak. sonra yapılmalıdır.

- 30 -

### 7. DENEY MALZEMESİ:

Deney malzemesi olarak, magnetik tozun süspansiyonu ve taşıyıcı ortam gösterilmektedir.

7.1. Mıknatıs tozu partiküllerinin çekirdek büyüklükleri: Çekirdek büyüklüğü imal verilerine dahil edilmemelidir. Çekirdekler küçüldükçe küçük hataların görülme hassasiyetleri artmaktadır. Küçük partiküllerin tutunma etkisi nedeniyle pürüzlü yüzeylerde dahi, büyük taneli tozlarda olduğundan daha fazla arka plan floransı elde edilir.

7.2. Mıknatıs tozunun optik özellikleri : Hatayı iyi tanıyabilmek için çevre ile hata arasında yeterli derecede ışık yoğunluğu ve renk kontrastı olmalıdır.

7.2.1. Florasan olmayan mıknatıs tozu : Belirti ile malzeme arasında bulunması gereken ışık yoğunluğu ve renk kontrastı malzeme üzerinde ince bir renk tabakası ilavesiyle artırılabilir. Mesela siyah tozla çalışırken beyaz taban rengi kullanılabilir.

7.2.2 Florasan mıknatıs tozu: Florasan mıknatıs tozları genelde yüksek ışık yoğunluğu nedeniyle daha iyi tanınabilen belirtiler verirler. Floresan bir floresan katsayısı ile belirtilir. Deney karartılmış deney parçasına yapılmalıdır.

7.3. Deney çeşidi ve magnetik toz taşıyıcı maddeler:

7.3.1. Kuru deney: Deney alanı magnetik bir tozla serpiştirilerek tozlanır. Veya deney parçası bir kaba batırılır. Bu durumda , magnetik tozlar hava türbilansı ile yüzer durumda tutulurlar. Bu uygulama yüzeyin ve deney sırasında sıcak kısımların ıslanmaması gerektirdiği durumlarda avantajlıdır. Genelde küçük hataların görülebilirliği ve ıslak deneye nazaran daha zor isede büyük hataların belirtilerinin tanınması daha kolaydır.

7.3.2. Islak deney: Magnetik toz deney parçasının ıslatılacağı bir taşıyıcı sıvı içinde süspansiyon vaziyette asılı kalır. Kuru deneye nazaran daha küçük çekirdekler kullanılabilir. Bu şekilde daha hassas aralıklar görülebilir. süspansiyon

- 31 -

yapımında imalatçının vermiş olduğu bilgilere dikkat edilme-  
lidir. Magnetik toz kısmının karakteristiği ( g/l olarak)  
normalde aşılması gereken kılavuz değer olarak alınmalıdır.  
Üç katına kadar olan konsantrasyon kritik değildir. Daha yük-  
sek konsantrasyonlar arka zemin belirginliğini artırabilir.  
Ve buda hatanın tanınma olanağını azaltır. Deney malzemesi  
kalitesi işletme zamanına bağlı olarak bızulur bununda nede-  
ni deney malzemesinin magnetik tozu azalması , deney malze-  
mesinin pisliği ve tozun hidro mekanik yükleme nedeniyle  
tozun kullanılmaz hale gelmiş olması. Son olarakta deney mal-  
zemesinin işletme dengesi olarak gösterilen özelliğidir.  
Bu nedenle kalite sürkli olarak kontrol edilmelidir.

7.3.2.1. Magnetik toz taşıyıcı sıvı su: Taşıyıcı sıvı olarak  
su kullanıldığında buna gerilimi düşürücü şu madde, köpük kı-  
rıcı ve pastan koruyucu madde katılmalıdır.

7.3.2.2 Taşıyıcı sıvı deney yağı : Uygun deney yağlarının  
özellikle hafif yağlanmış yüzeylerde ve sudan daha iyi ısı-  
latıcı özelliği vardır. Deney malzemesinin işleme dayanıklı-  
lığı daha büyüktür. Yüzeyde kalan artık yağlara daha sonra yap-  
ılacak işlemler (Kaynak, yüzey muameleleri vs.) yönünden  
dikkat edilmelidir. Floresanlıyan magnetik tozları için ken-  
dinden floresanlı deney yağları uygun değildir. Suya oranla  
daha viskoz (Viskozitesi daha yüksek) olan deney yağları  
deney malzemesinin yüzeyinden daha yavaş akarlar. Bu nedenle  
duşlama esnasında magnetize etme bölümünde belirtilen tek-  
rardan mıknatıslama süresi daha uzun tutulmalıdır. Buna özel-  
likle mıknatıslıktan arındırmadan sonar karar verilecekse dik-  
kat edilmelidir.

#### 8. DENEYİN YAPIMI:

8.1. Deneyin kurulması kaide olarak eldeki deney bilgilerine  
ve deney spesifikasyonlarını göz önüne alarak olabilecek hata  
cinsleri ve deney uygulamalarındaki durumları hakkında bili-  
nenler, deneyimler göz önünde tutularak yapılır.

- 32 -

8.2. Mıknatıslama seçimi: Mıknatıslama işlem cinsinin seçimi deney malzemesinin cinsine, büyüklüğüne, deney konusuna ve yapılabilirliğine bağlıdır. Deney konusu, deney parçaları arasında bölüştürülmelidir. Deney parçası deney konusunun tek bir mıknatıslama ve sulama içeren kısmıdır. Deney kısımları (Parçaları) birbirinin üzerine oturtulabilmelidir. Kutup ve kontak konuları deney parçası olarak sayılmaktadır. Uygulanacak mıknatıslama işlemleri ve çeşitleri deney parçasıyla benzeşebilen deney parçası için saptanmalıdır. Bu aynı zamanda beklenen hata durumları ve mıknatıslamanın büyüklüğü nedeniyle yönün saptanması anlamına gelmektedir.

8.2.1. Deney malzemesinin seçimi : Deneyin kurulması için görülmesi gereken hatalar yüzey özellikleri deney malzemesi saptanmalıdır.

8.3 Deney için hazırlanacaklar: İşleme tesisatı veya kutup temas alanları eğer varsa malzemeye uymalıdır. Bunun dışında, temas yüzeyleri iyi ileten elastik ara malzemeyle donatılmalıdır. Malzemedan akım geçirme esnasında yerel aşırı ısınmalara engel olmak için yeterli temas basıncına dikkat edilmelidir. Alan akımında kutup kısmının uyumu amaca uygun olabilmelidir. Çünkü bu mıknatıslanmayı olumlu yönde etkiler. Joch mıknatıslamayla kendinden akımın birlikte uygulanması sırasında kontak (Temas) malzemesi mümkün olduğunca ince yapılmalıdır. Ama diğer taraftanda yetecek kadar az olan geçiş direncide sağlanmalıdır. Deneye başlamadan önce mıknatıslamanın, ışıklandırmanın ve deney malzemesinin ayarlanması ve kontrol edilmesi gerekir.

8.4 Test malzemesinin magnetize edilmesi ve magnetize işlemi için hazırlanması: Malzemenin kendinden akım geçirirken kutupların malzeme ile çok eğik kontak etmesi iyi bir kontak sağlandıktan sonra akımın şartellenmesi gerekir.

8.4.1 Duşlama esnasında magnetizme etme: Duşlama magnetize işleminin başlaması ile birlikte veya önce başlamalı duşlama süresi boyunca magnetize işleminin devam etmeli duşlama-

- 33 -

nın bitiminden sonra magnetize işlemi en az 1 sn kadar sürmelidir. Hatanın bozulmadan kalması için bu çok önemlidir. Aksi takdirde duşlama sızıntıları toz birikimlerini bozabilir. Net bir görüntüyü engeller. Duşlamanın bitimi ile magnetize işleminin bitimi arasındaki zamanı son magnetize zamanı denir. Ve 1sn den az olmamalıdır. Kuru tozlarla test ederken son magnetizma zamanına ihtiyaç duyulmuş. Tozlama ve magnetize aynı anda başlar ve aynı anda biter.

8.4.2. Test malzemesinin test sıvısını vermeden önce magnetize etme: Remenenci yüksek, sert magnetik malzemelerde yani kalıcı magnetikliği yüksek olan malzemelerde parça önce magnetize edilir. Sonra test sıvısı verilir. Magnetize işlemi ve sıvılama işlemi arasındaki zaman sınırlı değildir.

8.5. Değerlendirme: Magnetik tozlar malzeme üzerinde magnetik akılara karşı direnç gösteren her yerde görülür. Hata göstergesinin yanı sıra diğer göstergelerde vardır bunlara yan göstergeler denir:

8.5.1. Değerlendirilecek göstergeler (hatalar) :

hataların değerlendirilmesinin şartı beklenen hataların türü ve yeridir. Bu bilgi test probleminin çözümünde öncelikle dikkate alınmalıdır. Değerlendirilene göstergeler için önemli karakteristikler:

- Yer ve yer tayini

- Göstergenin sayısı

- Uzunluk (doğru çatlak çeşidi sapmalar gösterir durumda)

Göstergelerde derinlik ve genişlik hakkında bilgi edinmek mümkün değildir.

8.5.2. Yan göstergeler: (zahiri göstergeler)

Yan göstergeler magnetik alan içerisinde bulunan malzeme yüzeyinde mevcut olan yüzeysel yapıdaki bozukluklardır. Kazıntılar oyuklar, vs. Fatura köşeleri, köşeler, kama içi ve dış köşeleri ve homojen olmayan magnetik alan geçirgenlik adımları, magnetik çizgiler gibi yüzeysel yapı nedeniyle teşekkül eden yan göstergelerdir. Yüzeyin temiz olmaması halinde bazı toz biri-

- 34 -

kimleri gösterge olarak görülebilir.

8.5.2.1. Magnetik akı alanı içersindeki yan göstergeler:

8.5.2.1.1. Yüzeysel yapı: Yeterli ışınlandırma ile yüzey görülebilir hale getirilebilir. Yüzeysel yapıdaki bu yan gösterge olarak görülen yerler mekanik bir çalışma gerektirir.

8.5.2.1.2. Keskin köşeler nedeniyle yan göstergeler: Köşelerde, kamalarda, dişlilerde toz birikimleri zorunlu olarak oluşur. Alan gücünü zayıflatarak köşelerdeki gösterge ihtimali zayıflatılabilir. Mağnetik alan gücünü hata göstergelerini gösterecek güçte olması şarttır.

8.5.2.1.3. Magnetik homojensizlik nedeniyle yan göstergeler: Fazla duşlanan yüzeylerde toz birikimi önlenir. Bu nedenle bölgesel olarak bu bölgelerin yeniden magnetize edilmesi gerekir. Bu alandaki göstergenin yıkanmış sıvanmış şekilde görünen bir yan göstergedir.

8.5.2.2. (Serpme) Alanlarla oluşturulmamış olan deney malzemesinin toplanmasıyla oluşturulan yan göstergeler:

Bu şekilde göstergeler yüzeyin veya test sıvısının temiz olmaması nedeniyle olur. Yüzeyde damlacıkların akması test sıvısının sıvama özelliğini yitirdiğini gösterir. Yüzeyin temizlenmesi sıvının değiştirilmesi halinde durum düzeltilmiş olur.

8.6. Sonuç çalışmaları : Test esnasında tesbit edilen göstergeler hata olarak değerlendirildiğinde tam yerleri işaretlenir. İşaretlemenin cinsi, rengi vs. test protokolüne yazılır. İşaretler renkli boya ile yapılırsa, boyaların silineceği düşünülerek hata yeri fixe edilir. Silinme halinde hatanın yerini tesbit mümkün olur. Hata yeri boyandıktan sonra yüzeye renksiz bir boya sürülerek silinmesi önlenir. Fotoğraf çekerek veya hata yerleri işaretlenerek hata yeri tesbitide yapılabilir. Yapılan işlemlerin hepsi test protokolüne kayıt edilir.



- 35 -

9. BÜYÜK DÖKÜMLERİN MAGNETİK TOZLARLA MUAYENESİ:

50 Ton veya daha ağır komplike şekilli büyük dökümlerin magnetik tozlarla muayenesi İSOTEST 10000/3" tesiri ile kolaylıkla yapılır. Dökümhanelerde çoğunlukla değişik ebatlarda çeşitli döküm işleri yapılmakta ve bu parçaların genellikle yüzey altı çatlaklarını tesbit etmek için magnetik tozlarla muayenesi gerekmektedir. Muayeneyi yaptığımız iso-test 10000/3" aletinin özellikleri şunlardır. bütün ünitenin üç bağımsız magnetize edici devresinden her biri 10000 Amper tam dalga doğru akım sağlar. Bu akım trifaze bir köprü devresinden alınır. Kalıntı titreşimi %5 tir. Devamlı çalışma sırasında en fazla üç dakika devreye sokulur. Normal çıkış gücü yani max 3.10000 Amper, 2.10 m lik kablolar ve 16 m uzunluğunda buna uygun ebatta bir resistans yardımıyla kullanılır. Kabloların her kutbun 8.90 mm<sup>2</sup> lik destelerden yapılmıştır her kablo destesinin ucunda temas yüzeyleri değişebilir. Deney akımının cereyan şiddeti (yoğunluğu 1Kilo Ampermetre vasıtasıyla gösterilir. Seconder voltajı göstermek amacıyla her magnetizasyon devresi için bir voltmeter monte edilmiştir. Muayenesi yapılacak olan parça uygun karelere bölünür standartlara göre yarım dalga doğru akım bakır çubuk elektrodlarla malzemeye verilir. Her kare toplam 6 kere magnetize edilmesi gerekir. Bir hava hortumu üzerinde kuru siyah toz magnetik parçacık üfleyici ile parçaya püskürtülür. Bütün çatlaklar sarı renkte işaretlenir parça yüzeyinde yüzde yüz inceleme yapıldıktan sonra 60 Hz lik alternatif akımla demagnetize edilir. Bundan sonra parça ve kalıpta bulunan enine çatlakları tesbit için 2000 amper sarımlık bir bobinle magnetize edilir, böylece muayene sonuçlanmış olur.

- 36 -

10. MİKNATİSİYETİN GİDERİLMESİ (DEMAGNETİZE ETME):

10.1. Mıknatısiyeti kaldırmanın sebepleri:

1- Kullanılacak parça ( muayeneden geçmiş) üzerinde kalıntı magnetik alan ,hassas cihazlar yanında kullanılacaksa cihazların hassasıyetini yokeder.

2- Yapı inceleme sonunda parçaya yapışan magnetik toz parçacıkları hataya sebep olur, parçanın ömrünü kısaltır.

3- Temizleme esnasında yüzeye talaşlar yapıştığından daha sonra yapılacak işlemlerde (boyama, kaplama) yüzeyin düzgün olmamasını sağlar.

4- Zımpara tesiri olan bu toz parçaları mıknatıslı parçalara yapıştıklarından aşınmayı çabuklaştırır veya yağlama deliklerini tıkar.

5- Bazı elektrik kaynak işlemlerinde kuvvetli magnetik alan kalıntıları kaynak arkının istenilen noktaya değil başka noktalara gitmesine neden olur.

6- Kalıntı magnetik alan mıknatısiyet çözülürken alan yoğunluğu düşük olduğundan dolayı tekrar mıknatıslanır.

10.2 Mıknatısiyetin bozulmasına sebep olan nedenler:

1- Yumuşak çelikten yapılmış düşük bağlantısı olan parçalar magnetik alandan çıkarılınca kendiliğinden mıknatısiyet kaybolur.

2- Curie noktasının üzerinde ısınan parçalar magnetik özelliklerin kaybeder.

3- Parça kalınlığında magnetik alanın zarar vermeyeceği yer olmalıdır.

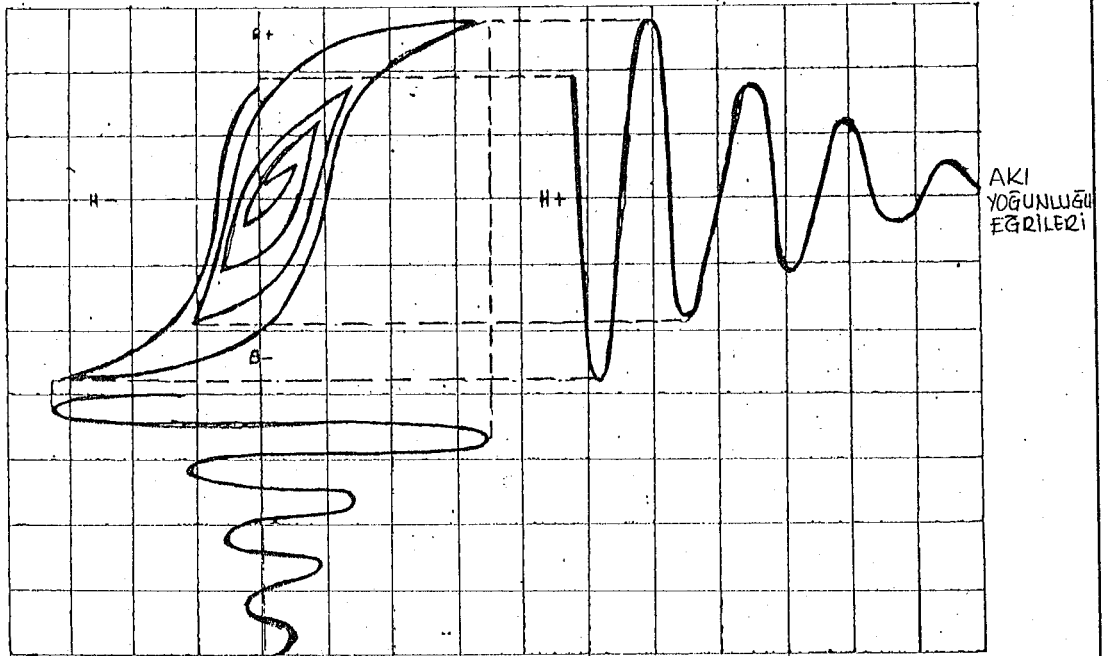
4- Parça tekrar bu teste tabi tutulacaksa veya bir mıknatıs tarafından taşınacaksa; Mesalâ, dikine mıknatıslı parça sonradan daimi mıknatıslanırsa biri diğerini kaybeder veya ikisi birden kuvvetli alan oluşturur.

10.3. Mıknatıslığın çözülmesinin limitleri:

Arzın mıknatıs kuvvetinin müsaade ettiği noktaya kadar mıknatıslık çözülür. Eğer isteniyorsa bu sınır daha öteye götürülebilir.

- 37 -

Bir parçanın mıknatıslıyetinin çözülmesinin bir çok yolları vardır. Hepsinde ters yönde magnetik akım meydana getirilerek ve yavaş yavaş arttırılarak yapılır. Bu durum Şekil 30 da görülmektedir.



Mıknatıslanma akım eğrisi.

ŞEKİL -30- Mıknatıslığı giderme esnasında histeriz eğrisine iz düşürülmüş akım ve akı yoğunluğu eğrileri

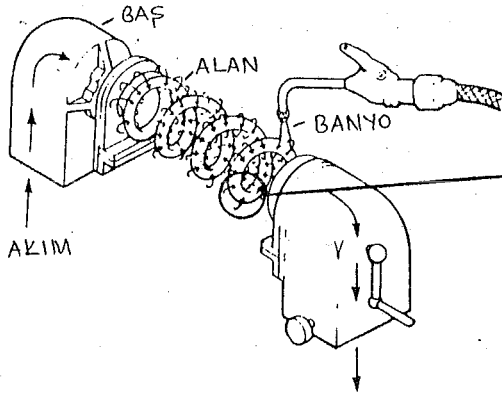
11. MAGNETİK TOZ PARÇACIKLARIYLA MUAYENENİN ÜSTÜNLÜKLERİ  
VE EKSİKLİKLERİ :

11.1. Magnetik tozla muayene yönteminin üstünlükleri:

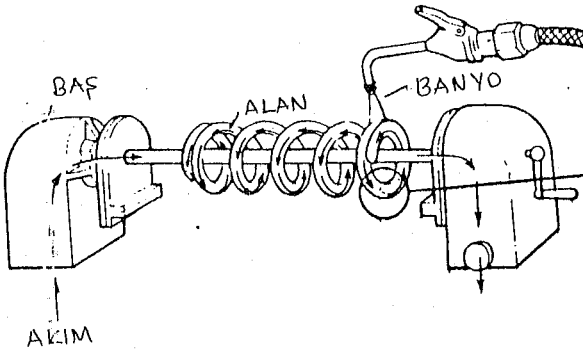
- 1- Bu yöntem yüzey ve yüzeye çok yakın kısımlardaki çatlaklıkların ve süresizliklerin saptanmasında uygundur.
- 2- Her ne kadar servisten alınan bir parçanın bu yöntemle muayenesinden önce yüzeyin temizlenmesi gerekirse de çatlaklardaki tüm pisliklerin mutlak olarak temizlenmesi gerekmez. Çatlaklarda geriye kalan pislikler muayenenin duyarlılığını fazla düşünmez.
- 3- Magnetik olmayan ince bir tabaka, mesala; kadmiyum ile kaplı parçalarında muayenesi mümkündür. Yalnız duyarlılıktan biraz kaybedilir.
- 4- Büyük ebattaki parçaların muayenesi mümkündür.

11.2. Magnetik tozla muayene yönteminin eksiklikleri:

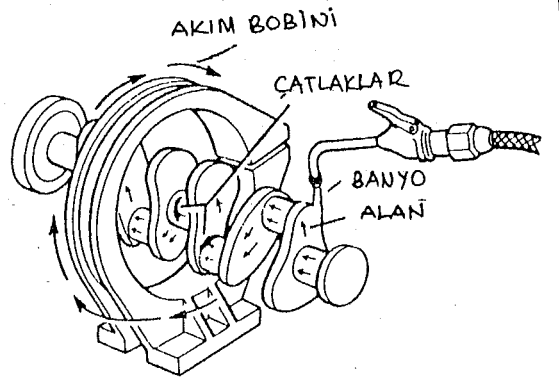
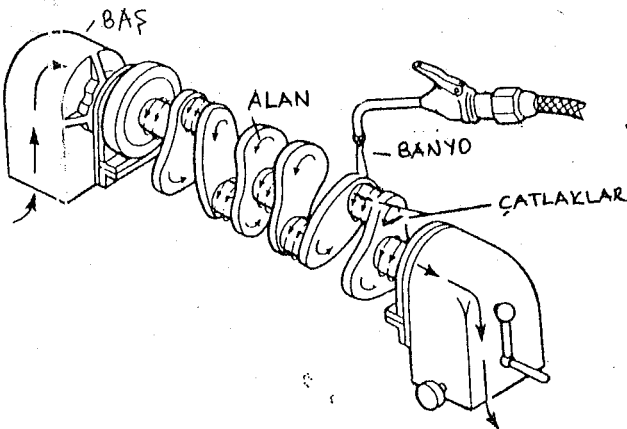
- 1- Yöntem sadece yüzey ve yüzeye yakın hataların saptanmasında uygulanır.
- 2- Ferromagnetik olmayan malzemeye uygulanmaz.
- 3- Karışık şekilli parçalarda uygulanacak magnetik alan şiddetini ve doğrultusunu tayin etmede güçlükler vardır. Bunun sonucu parça içinde yeterince magnetize edilmemiş bölgeler kalabilir.
- 4- Mümkün tüm doğrultudaki hataların saptanmasından emin olmak için muhtelif doğrultularda seri magnetikleştirme yapmak gerekir.
- 5- Parça üzerinde önceden kalmış magnetiklik muayeneyi olumsuz yönde etkiler. Bu nedenle, muayeneye başlamadan önce artık magnetikliği gidermek gerekir.
- 6- Kullanılan tozaşındırıcı karakterdedir. Parça üzerindeki oyuklara dolar, dolayısıyla bu yöntem muayeneden sonra emniyetli temizlemenin mümkün olduğu yerlerde kullanılır.

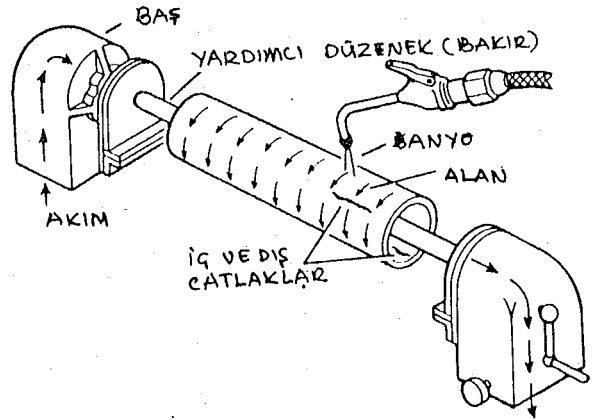
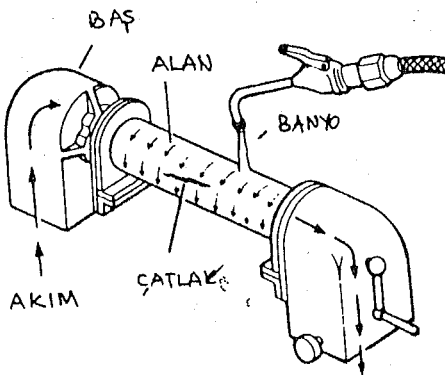
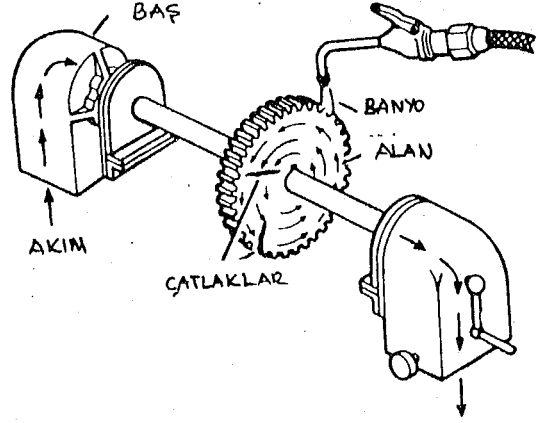
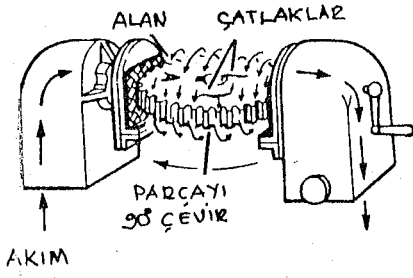
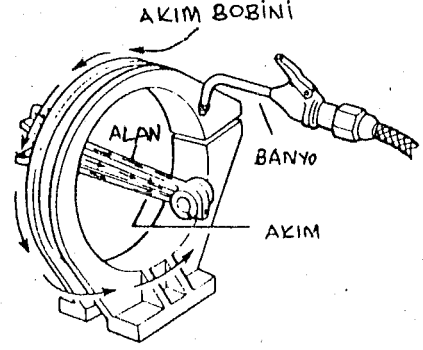
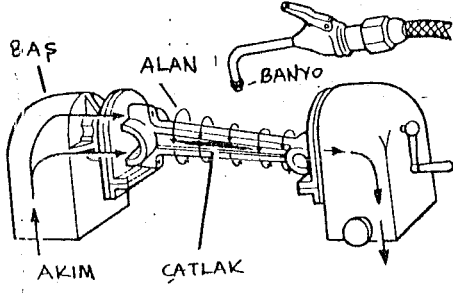


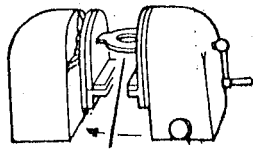
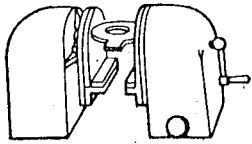
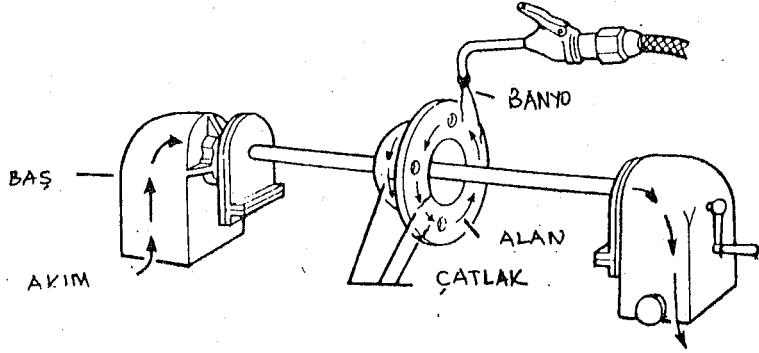
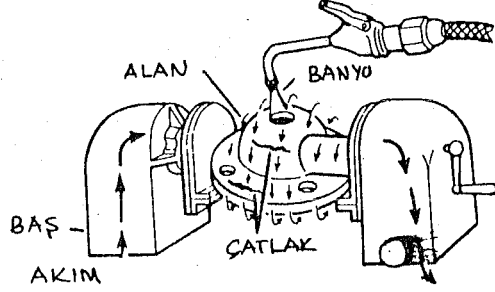
BOYUNA ÇATLAĞIN  
BÜYÜTEÇ ALTINDA  
GÖRÜNÜŞÜ



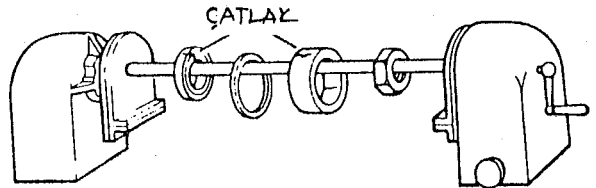
ENİNE ÇATLAĞIN  
BÜYÜTEÇ ALTINDA  
GÖRÜNÜŞÜ

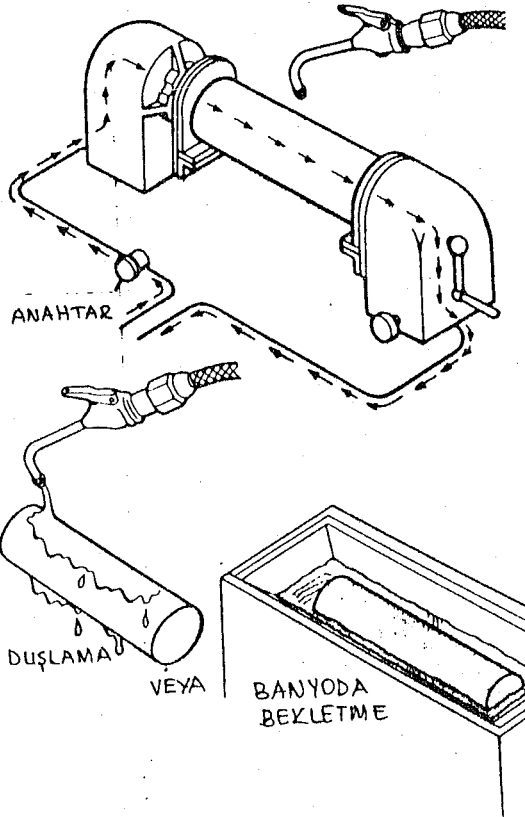
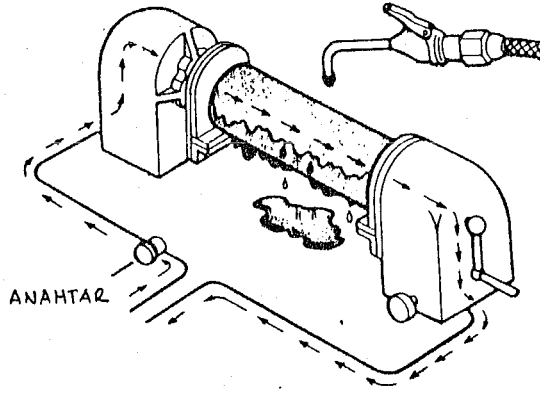




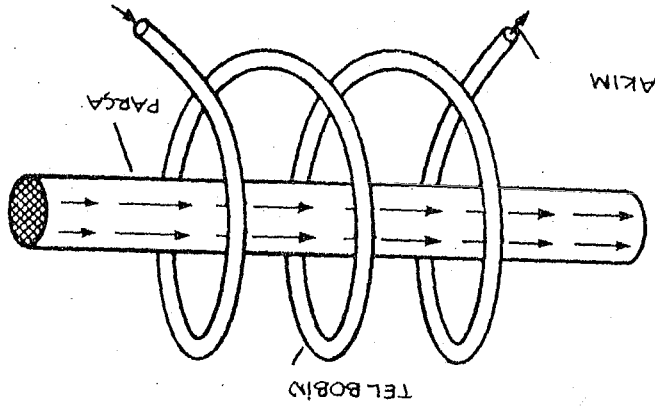
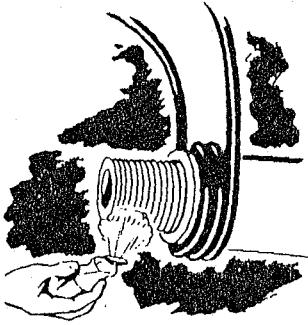
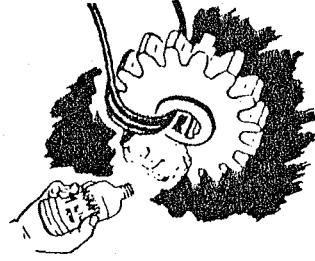
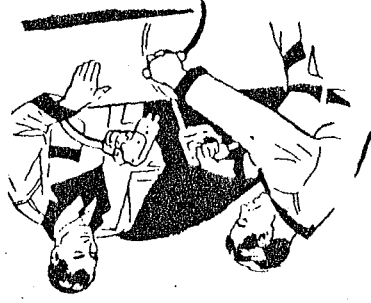


BAŞLIKLAR ARASINDA  
PARÇAYI 90° ÇEVİR









TEL BOBINLE MAGNETİZE ETME

MARMARA ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

### 1. PENETRANT (GİRİCİ-NÜFUZ EDİCİ) SIVILARLA TEST:

Floresan penetrant sıvılarıyla malzemenin yüzeye açılan çatlaklarının tesbitinde çabuk ve pozitif bir tahribatsız muayene metodudur. Bu usul alüminyum, magnezyum, pirinç, bakır, titanyum, bronz, sinterlenmiş karbür, paslanmaz çelik ve magnetik olmayan alaşımlar veya seramik ve cam gibi malzemeler üzerinde başarıyla kullanılmaktadır. Magnetik malzemeler üzerinde de kullanılabilir. Fakat genellikle bu malzemeler I. BÖLÜM'de belirtildiği gibi magnetik tozlarla daha iyi netice verirler. Bu yöntem imalat kontrolü olarak kullanılacaksa imalatın ilk safhalarında tatbik edilmelidir. Bu yolla kabul edilmeyecek malzemeler üzerinde çok pahalı işlemler yapılmadan malzeme red edilir.

Penetrantın başarısı nüfuz edici sıvının yüzeye açılan çatlığa girmesine ve bu çatlığın operatör tarafından görülmemesine bağlıdır. İşlemden sonra parçanın gözle tetkiki gerekir. Çatlığın içine giren penetrantın parlaklığı çatlığın kolaylıkla tesbitini sağlar. Yorulma çatlaklıkları, taşlama çatlaklıkları, ısıl işlem çatlaklıkları, kaynak dikişleri, dövme katları, dövme çatlaklarından başka yapışma noksanlıkları gibi yüzey hataları tesbit edilir. Penetrant sıvılar hem büyük parçaların hemde çok sayıda küçük parçaların testinde ekonomik olarak kullanılmaktadır. Bu metodun prensibi gerrçekten basit olmakla beraber güvenilir sonuç için esas olan metodun uygun olarak tatbikidir.

#### 1.1. İşlemden önce parçanın hazırlanması:

Penetrant sıvılarıyla malzeme kontrolünde başarı için işleme başlamadan önce parçalar temizlenmelidir. Parçaların temizlenmesinde buharla yağ giderilmesi tavsiye edilir. Katı yağ, sıvı yağ veya su gibi malzemeler penetrantın çatlığa girmesine mani olduklarından temizlenmelidirler. Parçaların üzerindeki pas ve kabuk çatlığı kapatabilir. Veya penetrantı emerek şaşırtıcı çatlaklar işareti verebilirler.

- 40 -

Boya ve kaplama testen önce sökülmalıdır. Kuvvetli kostik ve asit malzemeler penetrantın floresan etkisini azalttıklarından parçadan temizlenmelidirler. Penetrantın floresan etkisinin azalması neticelerin güvenilirliğini azaltır. Kumlama, parlatma ve makina ile işleme, işlemleri çatlakları bozan veya hatalı kısmın yüzeye açılan kısımlarını kapatmaya neden olur. Bu da bu kısımlara penetrantın girmesini imkansız hale getirir. Mümkün olduğu takdirde penetrant sıvılarıyla malzeme kontrolünden önce yukarıda belirtilen hususlar yapılmalıdır.

## 2. KULLANILAN MALZEMELER:

### 2.1. Penetrantlar (Girici sıvılar):

Penetrantlar tamamen suyla yıkanabilir siyah ışık altında sarı, yeşil ışık saçarlar. Alındıklarında hemen kullanılabilirler. Metal veya metal olmayan malzemelerin testi için özel maksat ve tabikatlar içinde penetrantlar mevcuttur. Parça uygun olarak temizlendikten sonra penetrant bütün yüzeye tatbik edilir, küçük parçalar el ile veya bir kap içinde penetrant tankına doldurulabilir. Büyük parçalar üzerine penetrant hortum veya fırça ile tatbik edilir. Mühim olan tatbik şekli değil bütün parça yüzeyinin penetrant ile ıslanmasıdır. Penetrant tatbik edildikten sonra mevcut olabilecek herhangi bir hasarlı kısma girmesi için yeterli zaman bırakılmalıdır. Bu bekleme zamanında parçanın penetrant içinde olması gerekmez. Çünkü penetrant kalıpları (kılcallık olayı ile) çatlakların içine nüfuz eder. Eğer parça nüfuziyet bekleme zamanında süzülme rafına konmuşsa penetrantın süzülmesi yıkama sırasındaki zamanı azaltır. Penetrantlar fevkalade yüksek nüfuziyet kalitesi, tamamen suyla yıkanabilme ve siyah ışık altında yüksek floresan ışınları yayma kabiliyetine sahiptirler. Floresan; ultraviyole (siyah ışık) altında görülebilir, ışık verme kabiliyetidir.

- 41 -

Bu çok düşük miktarda penetrantın siyah ışık altında incelendiğinde son derece parlak kızillık yayması anlamında-  
dır. Nüfuziyet zamanının uzunluğu kontrol edilen parçanın  
geçirmiş olduğu işlemlere ve beklenen çatlak tipine bağlı-  
dır. Nüfuziyet zamanının uzunluğu indikasyonun parlaklığının  
biraz artması ve penetrantlı yüzeyin yıkanmasının güçleşmesi  
dışında sonuca etki etmez. Gerekirse penetranta yeniden dal-  
dırmak penetrantın bütün yıkanır özelliklerini geri verir.  
Aşağıdaki tablo bazı tip malzeme testlerini ve penetrant  
için önerilen en az nüfuziyet zamanlarını göstermektedir.

<u>Malzeme</u>	<u>Sekli</u>	<u>Hatanın tipi</u>	<u>Nüfuziyet Dakika</u>	
<u>Alüminyum</u>	Dökümler	Burulma çatlakları	5-15	
		Gözenek	5-15	
	Dövmeler	Katmer	5-15	
		Çatlaklar	15-30	
		Katlanma	30	
	Kaynaklar	Çatlaklar	30	
		Erime noksanlığı	30	
		Gözenek	30	
		Bütünşekiller	Yorulma çatlakları	30
		Dökümler	Burulma çatlakları	15
<u>Magnezyum</u>	Dökümler	Gözenek	15	
		Katmer	15	
	Dövmeler	Çatlaklar	30	
		Katlanma	30	
		Kaynaklar	Çatlaklar	30
	Bütünşekiller	Yapışma noksanlığı	30	
		Gözenek	30	
		Bütünşekiller	Yorulma çatlakları	30
		Dökümler	Burulma çatlakları	30
		<u>Paslanmaz çelik</u>	Dökümler	Gözenek
Katmer	30			

<u>Malzeme</u>	<u>Şekli</u>	<u>Hatanın tipi</u>	<u>Nüfuziyet Dakika</u>
	Dövmeler	Çatlaklar	60
		Katlanmalar	60
	Kaynaklar	Çatlaklar	60
		Erimiş noksanlığı	60
		Gözenek	60
	Bütün şekiller	Yorulma çatlakları	30
<u>Pirinç</u>	Dökümler	Çatlaklar	10
<u>ve</u>		Gözenek	10
<u>bronz</u>		Katmer	10
	Dövmeler	Çatlaklar	20
		Katlanma	30
	Lehimler	Çatlaklar	10
		Yapışma noksanlığı	15
		Gözenek	15
	Bütün şekiller	Yorulma çatlakları	30
<u>Plastikler</u>	Bütün şekiller	Çatlaklar	5-30
<u>Cam</u>	Bütün şekiller	Çatlaklar	5-30
<u>Cam Metal</u>			
<u>çortalar</u>	Bütün şekiller	Çatlaklar	30-120
<u>Sert maden</u>		Yapışma noksanlığı	30
<u>uçlu takımlar</u>		Gözenek	30
		Taşlama çatlakları	10
<u>Tungsten</u>	Bütün Ebatlar	Çatlaklar	1-24 saat
<u>Kablo</u>			
<u>Titanyum</u>	Bütün şekiller	Hepsi	Sadece sonradan Emülsiyon yapan penetrant kullanılır
<u>ve yüksek</u>			
<u>hareketli</u>			
<u>Aleşimler</u>			

### 3. YIKAMA:

Uygun nüfuziyet zamanından sonra yüzeydeki penetrant çıkarılmalıdır. Yıkama işlemi penetrant sadece çatlaklar içinde kalana kadar mükemmel olarak yapılmalıdır. Deliklerin ve dışlarıntam olarak yıkandığından emin olunmalıdır. Yüzey çizgileri ve yüzeysel lekeler kolaylıkla yıkanarak temizlenmelidir. Yüzeysel hatalar tesbit edilmek istenirse özel penetrant sıvılar kullanmak gerekir, bu özel penetrant su ile yıkanabilir yapılmak için ölçülü bir tertip haline getirilmiştir. Uygun bir yıkama işlemi için su basıncı 30 pound'dur. Bütün yüzeyde yıkama işlemini görmek için yıkama işlemi karanlık odada ve siyah ışık (ultraviyole) altında yapılmalıdır. Küçük parçalar tek başına veya bir kap içinde yıkanabilirler. Parçanın yüzeyindeki penetrant çıkarıldıktan sonra yıkamaya devam edilmesi tavsiye edilmez. Aşırı yıkamadan kaçınılmalıdır. Sıcak su Geniş veya fazla yüzeysel çatlaklardan penetrantı çıkarttığı için tehlikelidir. Yıkama işleminde su sıcaklığı 30 dereceyi aşmamalıdır.

### 4. DEVELOPMENT (EMİCİ ÖZELLİĞİ OLAN TOZ VEYA SIVI):

Yıkama işlemiyle parça yüzeyindeki penetrant temizlendikten sonra parçadaki çatlaklar içine girmiş olan penetrantı yüzeye çıkartmak için parçaya development tatbik edilmelidir. Bu bir emme olayı olup indikasyonu bütün parlaklığı ile ortaya çıkarmak için yaş veya kuru development kaplanmasının gerektiğinde floresan değildir fakat siyah ışık altında bakıldığında koyudur. O zeminin florensini azaltma etkisi yaparak çatlakların (hatanın) yüksek derecede kontrast ile görülmesini sağlar.

#### 4.1. Yaş developer (Suda eriyen veya suda erimeyen):

Yaş developer kuru veya toz olarak sipariş edilir. Ve su ile karıştırılır. Suda erimeyen yaş developer günün başlangıcında çalkanmalı ve gerekirse süspansiyon olarak muhafaza edilmelidir. Suda eriyen yaş developeri çalkalamak gerekmez o suda erir. Parçalar yıkama işleminden sonra yaş developere

- 44 -

daldırılır.Yaş developer fırça veya spreý ile tatbik olunur. Fazla yaş developer karışımı parça kurutmaya konmadan önce kısa zaman içinde parçalardan akmalıdır.Parça developer toplanmasını önleyecek şekilde yerleştirilmelidir.Developer biriktirileri çatlakları maskeler,bundan sonra parça sıcak hava sirkülasyonlu kurutucuya yerleştirilir.Parça yüzeyinde toz filmi kurutma işlemini tamalandığını gösterir.

#### 4.2. Kuru developerler:

Kuru developer kullanıldığında yaş developer için anlatılan işlem sırasında bir değişiklik yapılmaması gerekir. Kuru developer tozunun tatbikinden önce yüzeyin kuru olması gerekir ıslak yüzeyler aşırı derecede mat olur.Bu nedenle yıkanan parça kurutulduktan sonra kuru developer tatbik edilmelidir.(Yaş developer yıkanmadan hemen sonra ve kurutulmadan tatbik edilir).Kuru developer küçük parçalara bir kap içinde,büyük parçalarda toz tabancasıyla tatbik edilir.Fazla toz parça sallanarak veya parça yavaşça vurularak,veyahutta bir kompresör havasıyla üflenerek alınır.Kontrolden önce hatalı kısımlara giren penetrantı yüzeye çıkaracak kadar bir development zamanı beklenmelidir.Development zamanı nüfuziyet için müsadde edilen zamanın en az yarısı kadar olmalıdır.Aşırı uzun development zamanı geniş derin hatalardan penetrantın akmasına ve kaba lekeli indikasyonuna sebep olabilir.

#### 5.KURUTMA İŞLEMİ:

Parçaların kontrola hazırlanması sırasında yaş developer kullanılmasına müteakiben veya kuru developer kullanıldığında su ile yıkanmadan sonra kurutma en iyi şekilde sirkülasyonlu hava kurutucusuyla yapılır.Eniyi netice için kurutma sıcaklığı 60° derece olmalıdır.Zira penetrantın içinde gaz haline gelebilen bileşimler uçar.Ve kontrolün hassasiyeti zayıflar. Aşırı kurutma zamanı,sıcaklık yeterlide olsa penetrantın buharlaşmasına neden olur.Kuru developer kullanıldığında yeterli dercede kuruyuncaya kadar kurutucuda tutulmalıdır.Küçük parçaların kolay taşınabilmelerini temin için bir kap içinde kuru-

- 45 -

tulmalıdır. Soğutma sırasında developmennt zamanında uzayacağından eğer yaş developer kullanılmışsa ince çatlakların (hataların) görülmesi kolaylaşacaktır.

Parça soğuduğundan taşınmasında kolaylaşacaktır. Kuru developer parça kurur kurumaz tatbik edilmelidir. Isıtıcının ısı çatlaklar içindeki penetrantı ısıtarak developerin görevini randımanlı olarak yapmasını sağlar.

#### 6. KONTROL :

Development işleminden sonra parçalar karartılmış bir yerde veya çadır içinde yüksek şiddetli (siyah ışık veren) Ultraviyole lamba ile kontrol edilir. Geniş parçaların yüzeyinde portatif el lambası kullanılmalıdır. Küçük parçalar sabit ışık altına tutulur. Dalga uzunluğu 3650 Angstrom unit olan bu ışık (siyah ışık) diye adlandırılır. Bu ışık görülebilir ve ultraviyole ışınları arasındadır. Bu alandaki ışık deri ve gözler için tehlikeli değildir. Floresan indikasyonları siyah ışık altında bakıldığında parlak bir şekilde görülür. Ve indikasyonun uzunluğu hatalı kısmın uzunluğunu gösterir. Gözenekler ve kaçaklar, parlak noktalar, çatlaklar da floresan hatalar şeklinde görünürler. Çok miktarda penetrantın nüfuz ettiği geniş çatlaklarda indikasyon yüzeye yayılır. Kullanılan metottaki tecrübe, bu yayılan mesafelerden gerçek çatlak boyutlarının tesbitine imkan sağlar. Kati çatlakların taşlanması veya kesilmesi, siyah ışık altında bakılması, kontrol edenin çeşitli tip indikasyonların altındaki çatlakların karakteri hakkında tecrübe ve bilgi kazanmasını sağlar. İyi bir netice için kontrol karanlık bir alanda yapılmalıdır. Daha karanlık kontrol alanı çok parlak bir indikasyon gösterir. Bu çok ince çatlaklara bakarken son derece önemlidir. Keza kontrol masası rast gele floresan maddelerden korunmalıdır. Eğer penetrant kontrol alanında masaya çalışanların ellerine vs. sıçramışsa parlak bir şekilde görülecek ve kontrol edeni yanıltacaktır. Kontrol tenisyeni kontrole başlamadan önce kontrol alanının karanlığına gözlerini alıştırmalıdır.



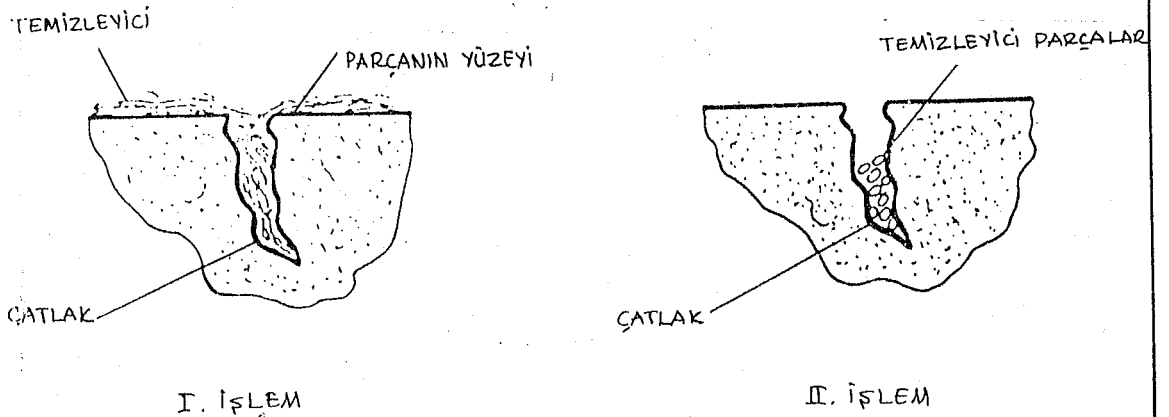
- 46 -

Keza karanlıktan aydınlığa girerken gözlerini kendisine ayarlaması için müsait bir zaman beklemelidir. Göz bebeğinin içindeki sıvının floresan etkisi nedeniyle göz bebeğine giren siyah ışıklar dumanlı bir görüntüye neden olurlar. Bu durum insan sağlığı için zararlı değildir. Sadece yorgunluk nedeniyle kontrolün hassasiyetini azaltır. Pratik olarak bütün çatlakları tesbit edebilmek için siyah ışığın şiddeti 100 Mum olarak bulunmuştur. Böyle bir ışık şiddeti 100 Watt ampulden 15 İnç mesafeden elde edilebilir. Siyah ışıkta hat voltajından son derece etkilenen lâmbalar kullanılır ve küçük yüzeylerde voltaj düşmesi lâmbanın sönmesine neden olur. Voltajı sabit tutmak için bir transformtor kullanılması önerilir. Kontrolten sonra kuru veya yağ developer parçadan hemen temizlenmelidir. Özellikle suda erimeyen developer parça üzerinde uzun müddet bırakılmışsa temizlenmesi güçleşir.

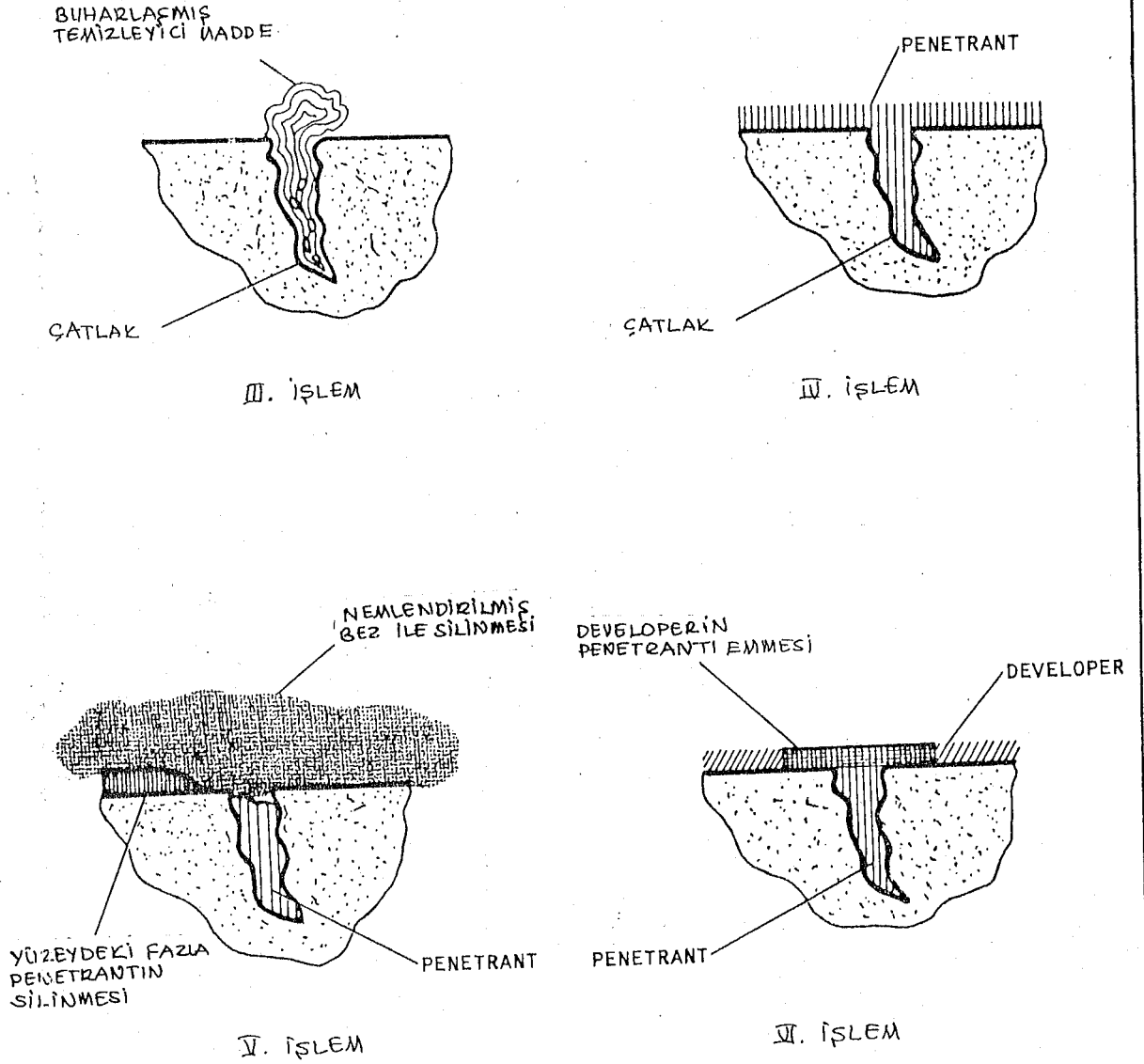
#### 7. PENETRANT İŞLEMİ UYGULAMA USULÜ:

Fenetrant kontrolünde takip edilen yedi madde vardır.

Şekil -31-



- 47 -



ŞEKİL - 31 -

- 1) Penetrant tatbikinden önce parçayı temizle.
- 2) Temizlemeden sonra parçayı kurula.
- 3) Penetrantı sadece kontrol edilecek yüzeye tatbik et.
- 4) Penetrantın çıkarılması

- 48 -

a- Penetrantı parçanın yüzeyinden kullanılan penetrantın tipinde belirtilen usulde çıkart.

5) Developer tatbik et.

a-Sadece susuz ve yağ spreysel developer kullan.

b-Developer bekleme zamanı penetrantın bekleme zamanının yarısı kadar olmalıdır. Fakat bu zaman 15 dakikadan az olmalıdır.

6)Değerlendirme

a-Parçayı uygun bir ışık kullanarak penetrant indikasyonu bakımından kontrol et

b-İndikasyonun (işareti) 5 ile 10 defa büyütülen büyüteçle değerlendir.

7) Son temizlik,kontrolden sonra parçayı servise vermeden önce developer ve penetrantın kalan izlerini temizle.

#### 8. MAGNETİK TOZLARLA ÇATLAK TESTİ İLE PENETRANT SIVILARLA ÇATLAK TESTİNİN SONUÇ OLARAK KARŞILASTIRILMASI:

Magnetik tozlarla test metodunda magnetize edilebilen demir kökenli metallerin testi mümkündür. Otomatik cihazlarla bir parça için test süresi 3-4 sn kadar indirilir. Yüzeyler boyanmış, küflenmiş dahi olsa çatlak testi mümkündür. Penetrant sıvı metodunda ise her çeşit malzeme metal, sentetik, porselen, seramik vs. gibi test imkanı vardır. Yalnız çatlak ve gözeneklerin yüzeye açılan delikleri olması daha önceden başka bir yağ veya sıvı tarafından doldurulmuş olmaması şarttır. Çok ince kılcal çatlaklar için bu metod pek uygun değildir. 10-30 dakikalık bir nüfuziyet zamanı söz konusu olduğu içinde her test parçasına düşen test süresi magnetik tozlar metoduna göre daha uzundur. Sonuç olarak, magnetize edilebilen çelik parçalar için magnetik tozlarla çatlak test metodu ve bütün diğer test malzemeleri için penetrant sıvı metodu tavsiye edilir. Her iki metodunda test sahası yüzeysel çatlaklar, delikler, gözeneklerdir.

- 1--Metals handbook II.Cilt  
Nondestructive inspection  
and Quality Control  
Amerikan  
Society  
formetals
- 2--Richtline uber Durcfulrung  
von magnet pulverprufungen  
Deutsche  
Gesellschaft  
für zerstörungs  
freie Prüfung
- 3--Magnetisierungserate für  
die Magnetpul verprufung  
DIN 54 131
- 4- Oerlikon kaynak elektrodları  
sanayi magnetik tozlarla ve pe-  
netrant sıvılarla ilgili seminer  
notları  
Mak.Müh.  
Etem Helvacı
- 5-- Principles of penetrants,by Carl  
Betz Magnaflux Corp
- 6--Nondestructive Inspection Methods  
Technical order 33D-11 Feb.1966  
Chapter 6
- 7--DOUGLAS PROCESS STANDART DP.54 707