

MAKİNA MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ

HASAR ANALİZİ

YÜKSEK LİSANS - DOKTORA
DERS NOTLARI

Doç.Dr.İrfan AY



2004-2005
BALIKESİR

HASAR ANALİZİ

TEMEL

İLKELERİ

HASAR ANALİZİ

- **Hasar ne demektir?**

Hasar herhangi bir olayın yol açtığı zarara denir.



- **Bir sistem veya parça hangi durumlarda fonksiyonunu yitirir?**

1) Tamamen kullanılmaz olur

1) Kullanılabilecek durumdadır, fakat beklenen performansı yeterli ölçüde yerine getiremez.

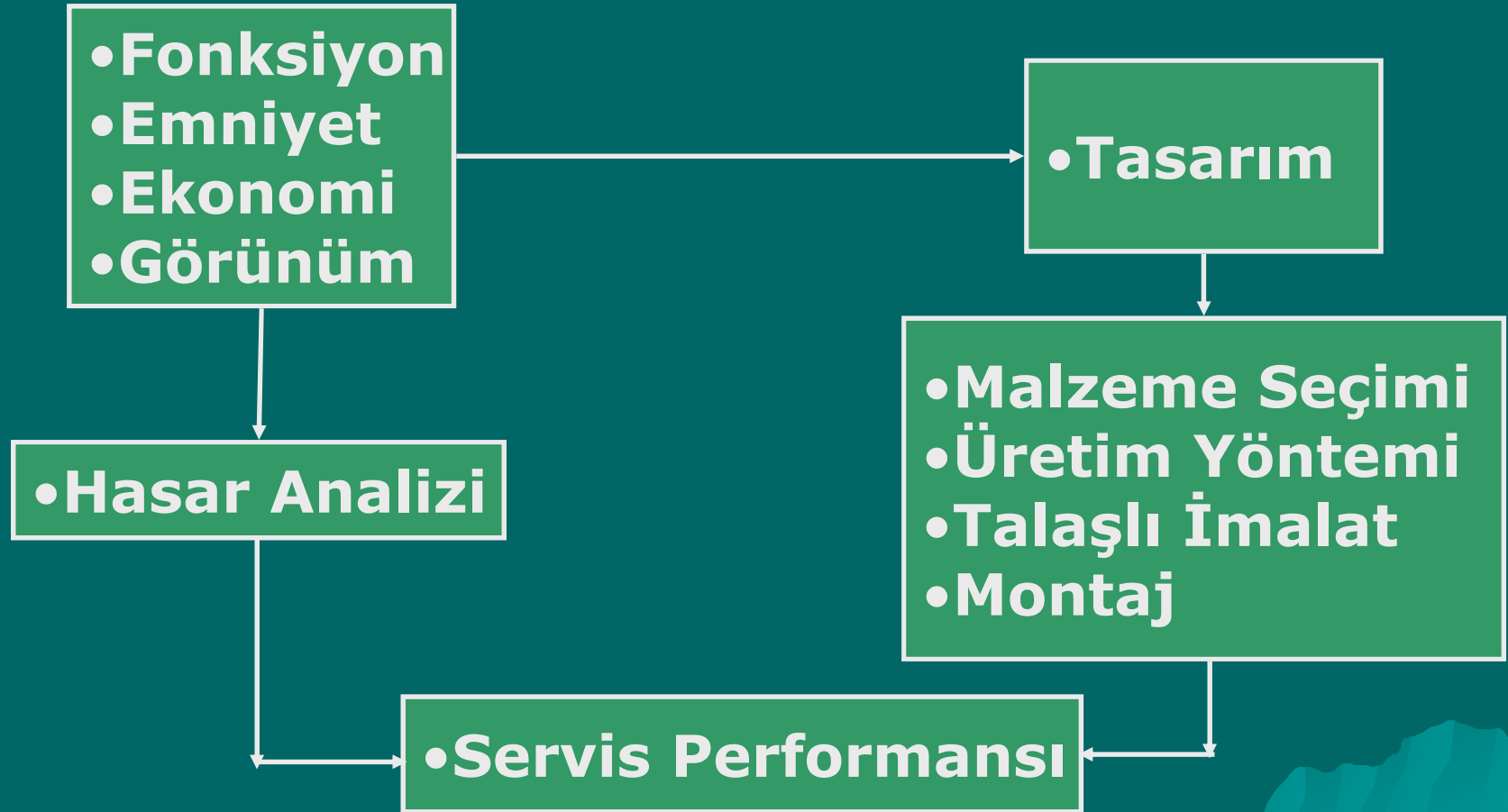
2) Ciddi bir hasar vardır, kullanılması tehlikeli olabilir.,

- **Hasar analizinin amacı nedir?**

Hasara sebep olan mekanizmayı belirleyip teknolojik hatayı bulmaktır.



- **Hasar analizi hangi safhalar göz önüne alınarak yapılır?**



- **Bazı mühendislik dallarında (kimya, maden ,metalurji ve imalat) karşılaşılan hasarların sebepleri (% olarak)**

Tablo 1.1 Hasar Sebebi Tablosu

Hasar Sebebi	%
Yanlış malzeme seçimi	38
Üretim (fabrikasyon hatası)	15
Hatalı ısıl işlem	15
Tasarım hatası	11
Beklenmeyen çalışma koşulları	8
Uygun olmayan ortam koşulları	6
Kalite kontrol eksikliği	5
Malzeme karışması	2

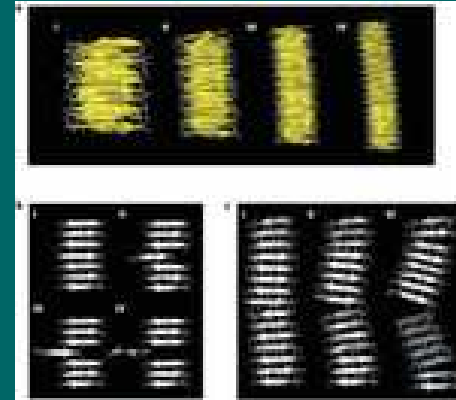
- **Hasar ile kırılma ilişkisi nedir?**

- **Hasarda kırılma şart değildir**

- **Hasar bir sistemin veya parçanın fonksiyonunu yitirmesi demektir. Bu sebeple;**



- **Kırılma da olabilir.**
- **Şekil bozukluğu da olabilir.**
- **Bozulmada olabilir.**



- **Biraz önce tablo 1.1 de karşılaşılan hasarların mekanizmaları nelerdir.**

Tablo 1.2 Hasar Mekanizma Tablosu

Hasar Mekanizması	%
Korozyon	29
Yorulma	25
Gevrek kırılma	16
Aşırı yükleme	11
Yüksek sıcaklık korozyonu	7
Gerilmeli korozyon (kor.yor/hid.kırılmalılığı)	6
Sürünme	3
Aşınma veya yenme (erozyon)	3

- **Tasarımdan kaynaklanan hatalar nelerdir?**

a) (σ_{em}) değerinden büyük gerilmelerde görülen kusurlar (bak. tablo 1.3)

Tablo 1.3 Tasarım Hasarı Tablosu

Tasarım Hasarı	Sebebi
Sünek Hasar (Aşırı elastik – plastik deformasyon, yırtılma veya sünek kırılma)	Hata
Gevrek kırılma (yüzey veya iç çatlaklar)	Aşırı yükleme
Yorulma	Hata / Aşırı yükleme
Yüksek sıcaklık hasarı (sürünme, oksitlenme, deformasyon)	Hata
Statik kırılma (hidrojen gevrekliği, ortam koşullarının etkisi ile çatlağın yavaş yavaş ilerlemesi)	Aşırı yükleme
Aşırı gerilme yoğunlaşması içeren tasarım (sert köşe, kompleks şekil ve çentik)	Aşırı yükleme
Kompleks bir parçada gerilme analizinin doğru yapılmaması	Hata
Statik çekme mekanik özelliklerinden yapılan tasarım (parçanın çalışma ortamı düşünülmezsizin)	Hata

- **Tasarımdan kaynaklanan hatalar nelerdir?**

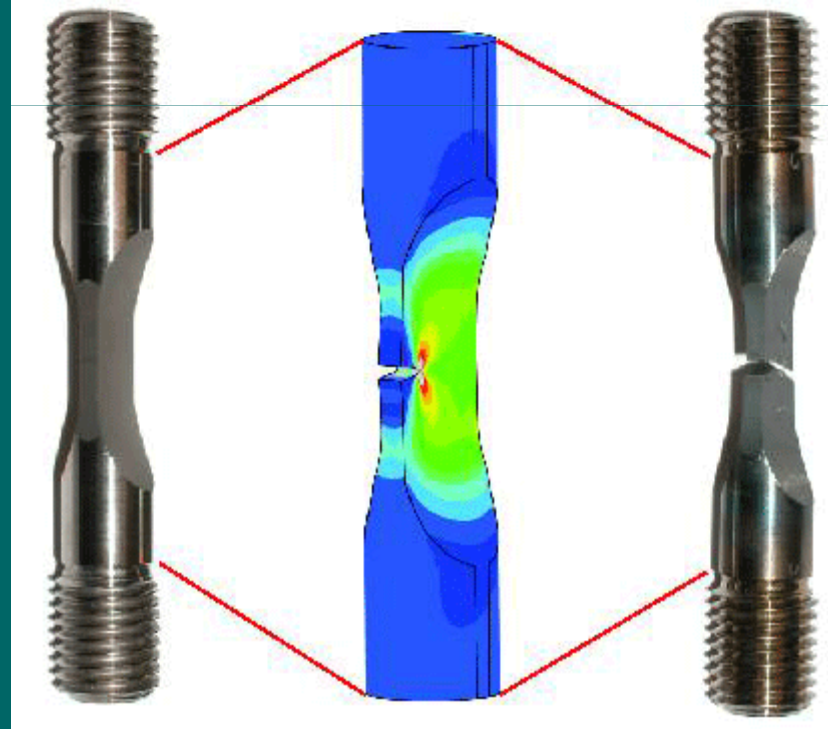
- b) (σ_{em}) değerinden küçük gerilmelerde görülen kusurlar**

- Mikro veya makro çatlaklar
 - Mekanik
 - Isıl
 - Kimyasal
- işlemler mikro, makro hatalar doğurur.



- **Yapı hataları**
 - 1) Anizotropi**
 - 2) Bölgesel yapı değişiklikleri**

Bu hasarlar aşırı yükleme ile oluşurlar.



- **Hatalı üretimden kaynaklanan kusurlar nelerdir?**

- 1) Kimyasal bileşimden doğan kusurlar**

(**Kalıntı, kırılmalık yapan elementler (S,P) yanlış malzeme**)

- 2) Döküm kusurları (**Kalıntı, segregasyon, porozite**)**

- 3) Talaşlı imalat kusurları**

- 4) Kaynak kusurları**



2) Isıl işlem kusurları

3) Yüzey sertleştirme kusurları

4) Montaj kusurları

5) Anizotropik yapı kusurları

- Bunların içinde en yaygın kusur hangisidir?

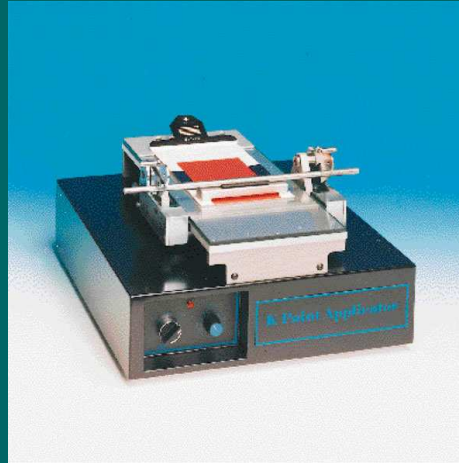
Montaj kusurudur.



Tasarımda malzeme seçiminde ve üretimde titiz davranılıp montaj yapılırken **TİTİZ DAVRANILMAZ** ise hasar kaçınılmazdır.

- **Malzemelerin çalışma performansları STANDART DENEYLER ile tahmin edilebilir mi?**

Çok zor. Ancak özel deneylerle belirlenebilir.

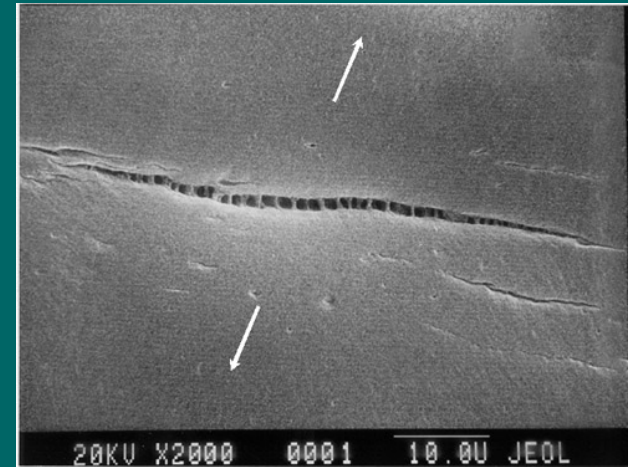
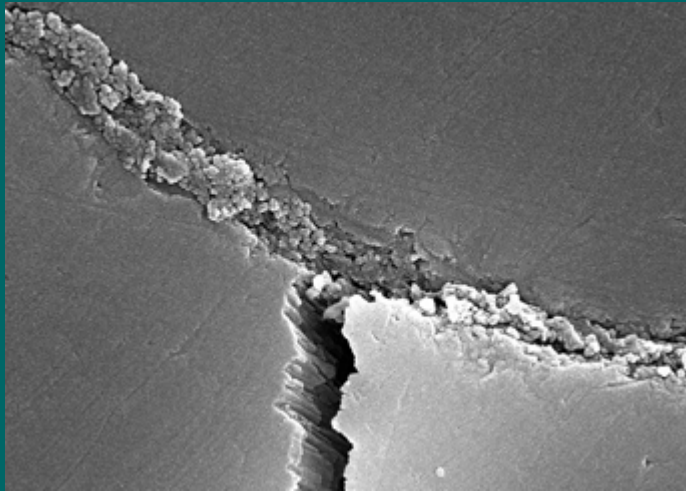


- **Servis koşullarında hasar sebepleri nelerdir?**
 - 1) Aşınma (yenme, oyulma, boyut değişimi)**
 - 2) Korozyon**
 - 3) Bakım ve tamir sırasında (kaynak, taşlama, perçinleme, delik açma esnasında doğan) hatalar.**
 - 4) Çalışma ortamı kimyasal madde içeriyorsa bunun etkileri**

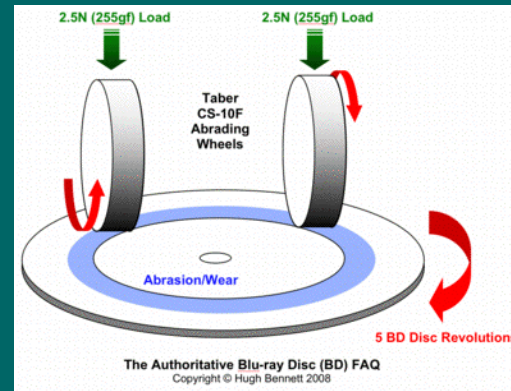
5) Radyasyon etkisi

6) Anormal çalışma şartları (aşırı titreşim, ses titreşimi, darbe, ısıl şok, yüksek sıcaklık gibi)

- **Hasarı nasıl teşhis ederiz?**
 - Kırılma sonucu ise, **gevrek mi? Sünek mi?**
 - Yorulma sonucu ise, **uzun ömürlü mü? Kısa ömürlü mü?**



- Sürünme sonucu ise, **hangi yük ve sıcaklıkta?**
- Deformasyon sonucu ise **bükme mi? Plastik deformasyon mu?**
- Korozyon sonucu ise, **normal korozyon mu? Gerilmeli korozyon mu? Yorulma sonucu korozyon mu?**
- Aşınma sonucu ise, **nasıl bir aşınma?**



Bütün bunlar birbirleriyle etkileşim içinde olabilir.

Örnek : Aşınma, çatlak oluşturur. Sonra yorulma olur. **Hasar ise** gerilme, zaman, sıcaklık ve ortama bağlı olarak oluşur



•**Örnek: Kırılma ile sonuçlanan bir hasar analizi yapılırken hangi aşamalar izlenir?**

1) Olayla ilgili ÖN BİLGİ toplama

Kısaca hasar olmadan önceki malzeme hakkındaki bilgilerdir. Yani parçaya;

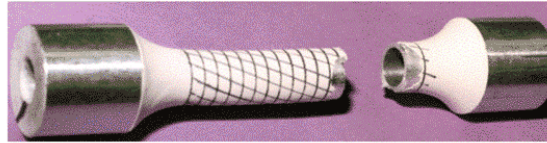
- **Mekanik, termal kimyasal işlem uygulanıp uygulanmadığı?**
- **Serviste hangi koşullarda çalışıyordu?**
- **Yüklemenin tipi, aşırı yükleme hali, sıcaklık, korozyif ortamda bulunup bulunmadığı**

Hakkında bilgiler toplanır.

2) Olayla ilgili **ÖN İNCELEME** yapma

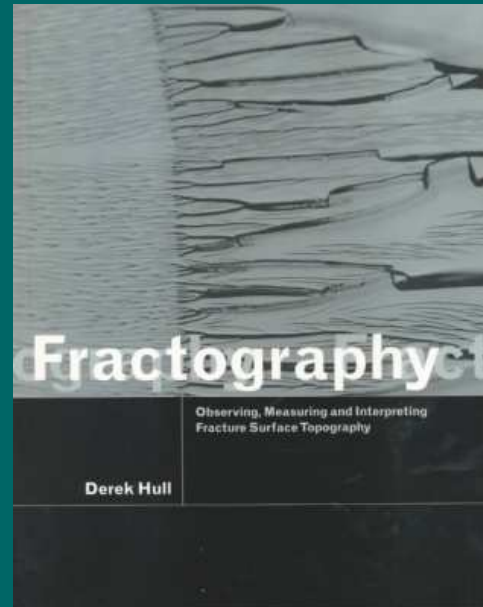
- Kırılma hasarının fotoğrafı
- Fotoğrafların profesyonel kişi tarafından çekilmesi
- Kırık parçaların toplanmadan önce her parçanın yerinin tespit edilmesi

Failure of a ductile material under torsional load



Failure occurs in shear along a plane perpendicular to the longitudinal axis.

- Parçanın tam boyutu elde edilinceye kadar kırık parçalarla bir araya getirilmeye çalışılması
- Kırılmanın nereden başladığının fotoğraflarla tespiti, böylece hangi parçanın önce kırıldığı ve dolayısıyla kırılmanın nereden başladığı tespit edilebilir.



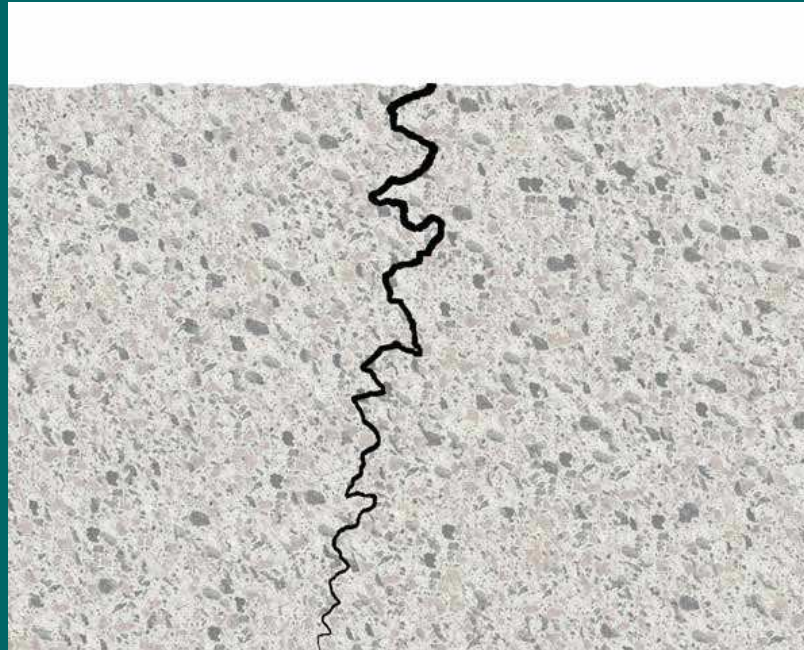
3)- Numune seçimi yapma

Kırılan parçanın sağlam olanı alınır. Kırılmış olanla karşılıklı kıyaslaması yapılır. Bazen Kırılmanın imalat hatası mı? yoksa işletme şartlarından mı kaynaklandığı ? sağlam olanla kıyaslanarak bulunur.

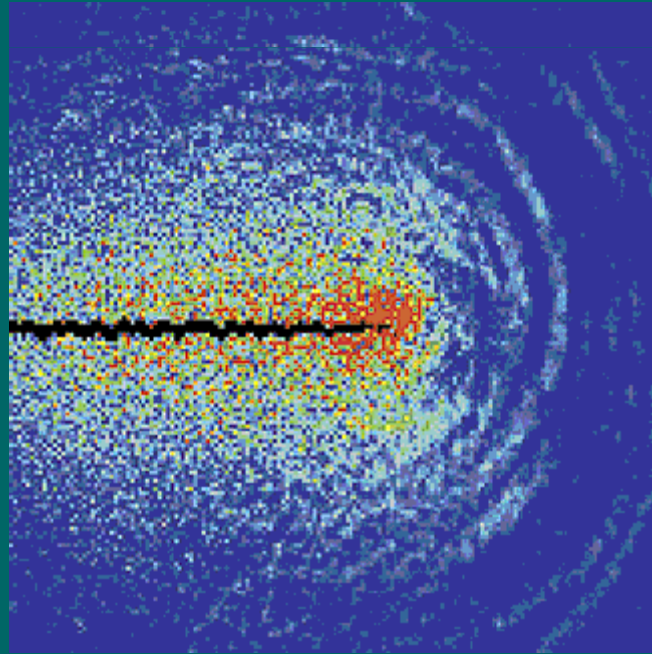


4) Numunelerin gözle incelenmesi

Çıplak gözle renk ve yapı değişiklikleri gözlenebilir. Yüzeydeki pislikler ve döküntüler bazen kırılmanın nedenini açıkça ortaya çıkartabilir.

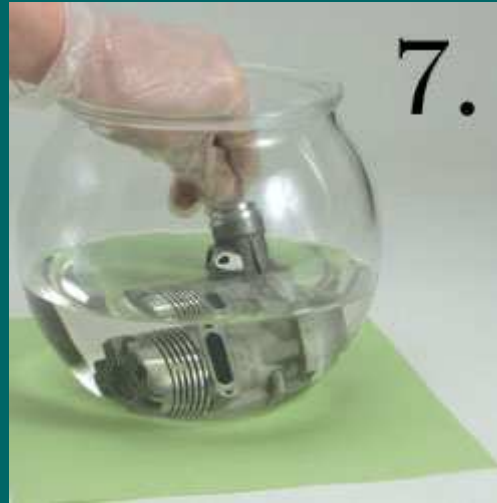


Kırılma yüzeyinde boya izinin olması korozyona uğramış bölgenin bulunması önceden yüzeyde bir çatlak mevcudiyetine delil olabilir. Çıplak gözle incelemede özellikle **ÇATLAĞIN İZLEDİĞİ YOL** takip edilir.



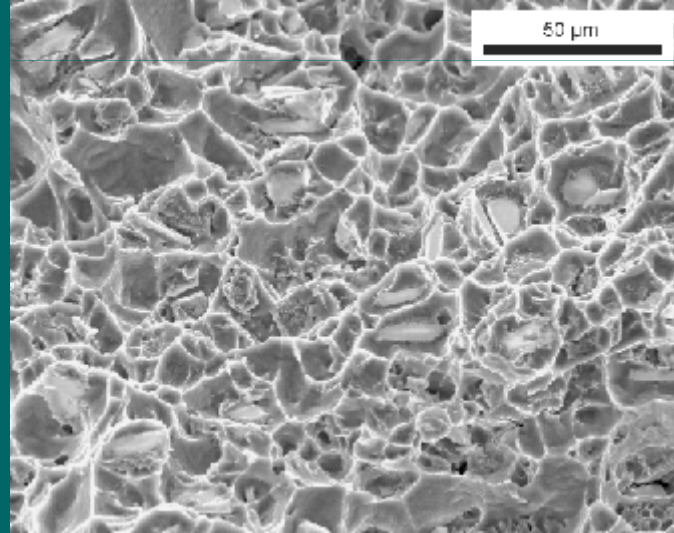
5) Numunelerin **ÖN TEMİZLİĞİ** nin yapılması

Kırık numuneler, incelenmeleri sırasında korozyondan korunmak için basınçlı hava ile kurutup, yüzeye yapışan yabancı maddelerden arındırılıp, rutubetsiz bir ortama konulmalıdır. Sadece yüzeydeki pislikleri giderecek ve parçaya zarar vermeyecek **çözeltilere** sokularak parçaların yüzeyi temizlenir.



6) Gerekli ise optik ve elektron mikroskoplarında inceleme yapma

Bazen mikro yapıdan kaynaklanan bir hasar için bu inceleme işlemine gerek duyulabilir. Fotoğraflardan hasar sebebi çıkartılır.



- **Hasar analiz raporu nasıl yazılır?**

Raporun içeriğinde:

1) Olay hakkında bilgiler

2) Hasar anındaki işletme koşulları

3) Hasara uğrayan parçanın geçmişİ ile ilgili servis kayıtları



- 1) Parçanın kimyasal bileşimi-mekanik özellikleri**
- 2) Hasarlı parçanın mekanik ve metalurjik inceleme sonuçları**
- 3) Hasarın hangi mekanizmadan ve hangi sebepten oluştuğu**
- 4) Bu hasarın önlenmesi için tavsiyeler bulunmalıdır.**

