

Okan Üniversitesi MYO

MUTK216

TAHRİBATSIZ MALZEME MUAYENESİ

Ders Yürütücüsü:

Öğr. Gör. Eren Kayaoğlu

eren.kayaoglu@okan.edu.tr

DERS 7

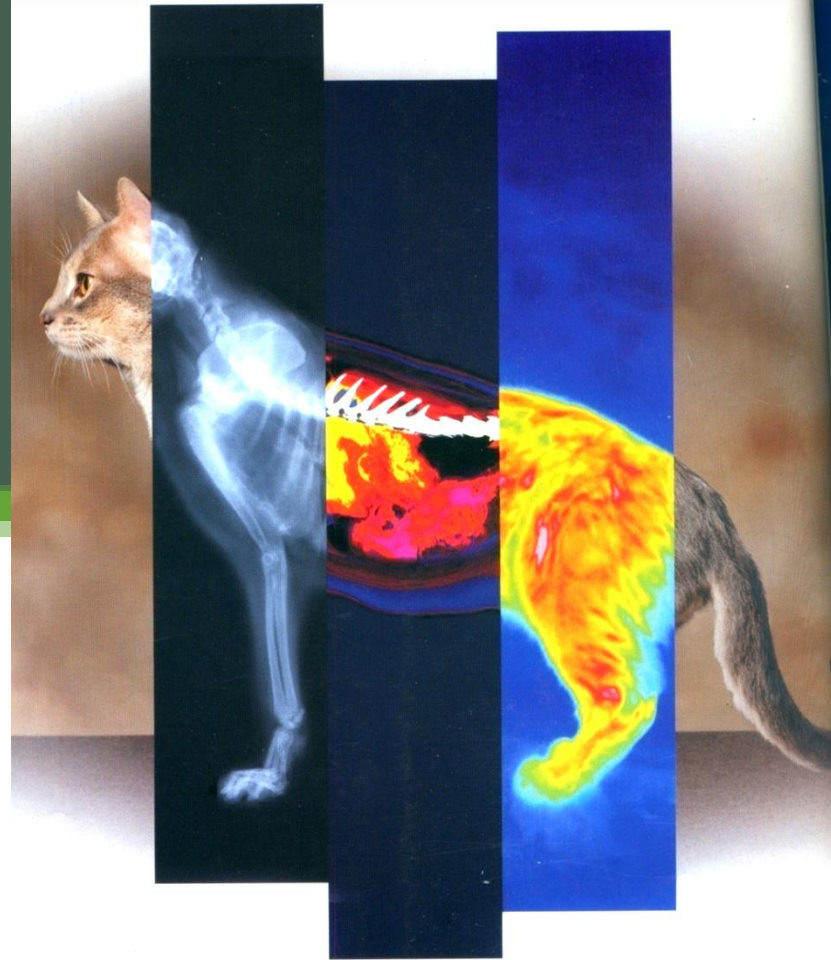
MUTK216 – Tahribatsız Malzeme Muayenesi

Ders Sunumları (.pdf) + Kaynaklar

<http://okanuni.eren.xyz>

Web adresinden indirebilirsiniz.

MUTK216 – Tahribatsız Malzeme Muayenesi



Zarar vermeden incele veya ölç!

MUTK216 – Tahribatsız Malzeme Muayenesi

TAHRİBATSIZ MUAYENE YÖNTEMLERİ

~~Görsel Muayene~~

Akustik Emisyon

~~Penetrant Sıvı~~

Termografi

Radyografi

Girdap Akımları

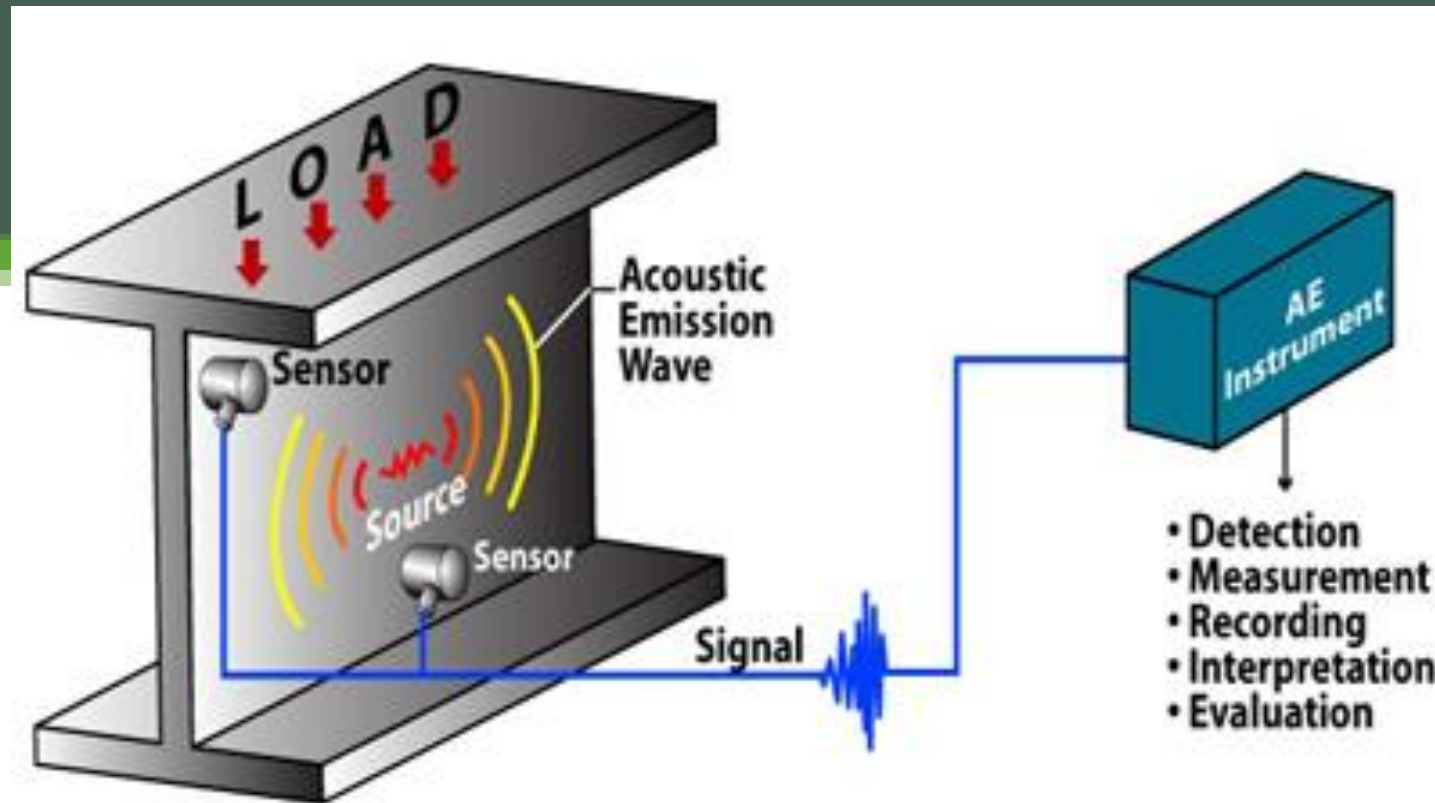
Manyetik Parçacık

~~Ultrasonik Muayene~~

MUTK216 – Tahribatsız Malzeme Muayenesi

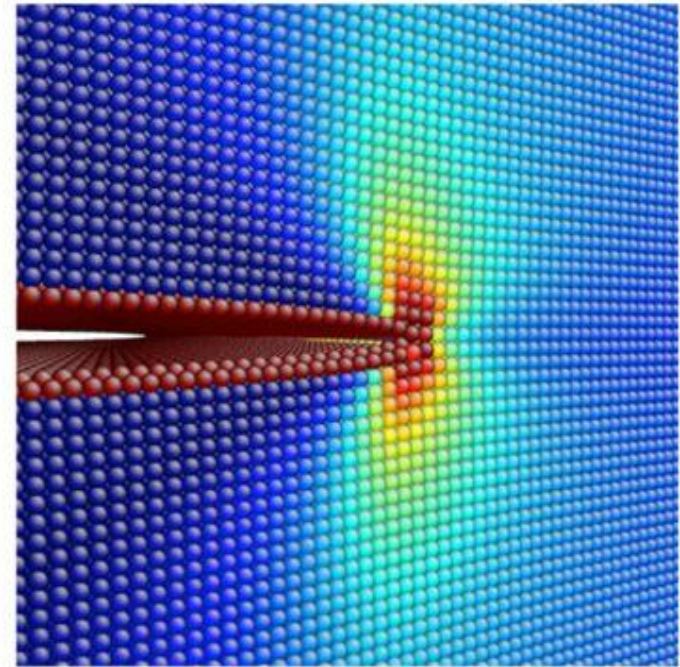
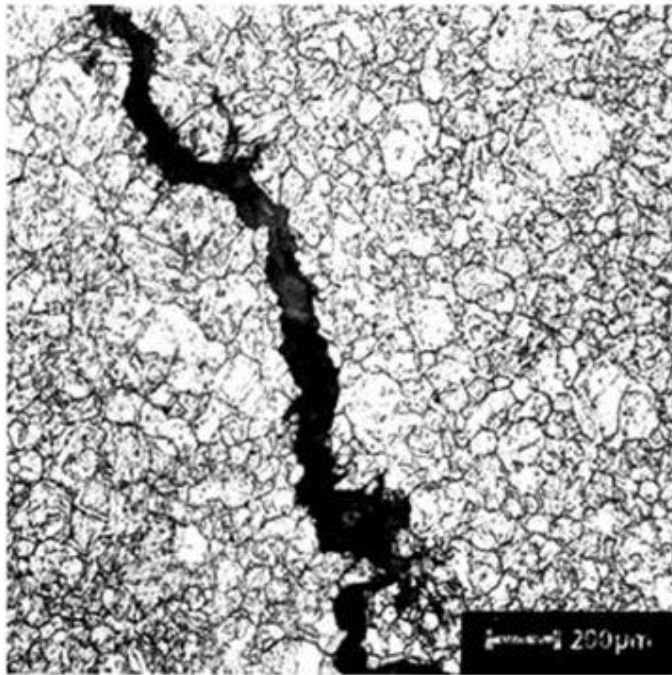
Akustik Emisyon Muayenesi

Akustik Emisyon



Acoustic Emission (AE)

Basic principles | Applications

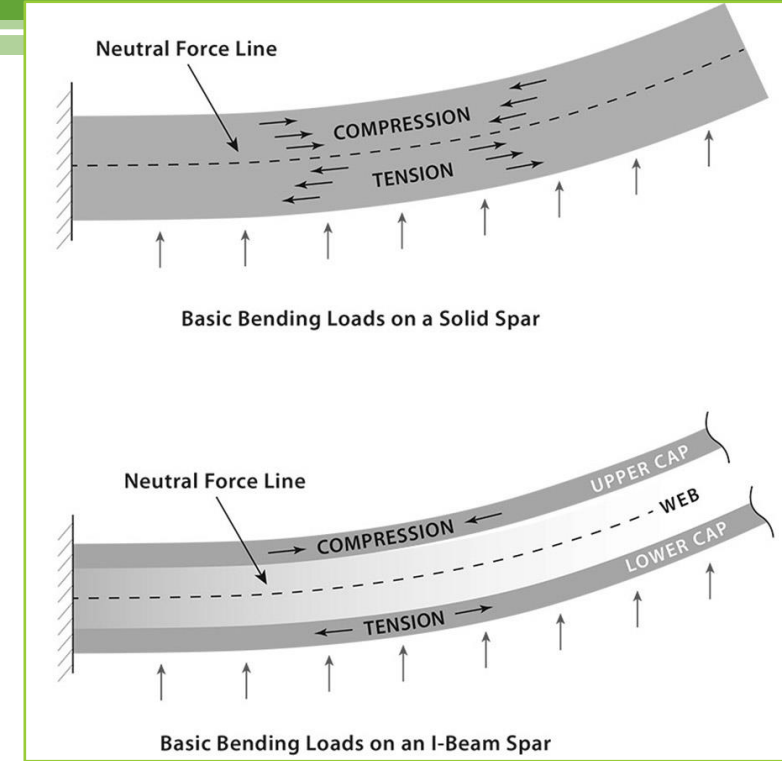
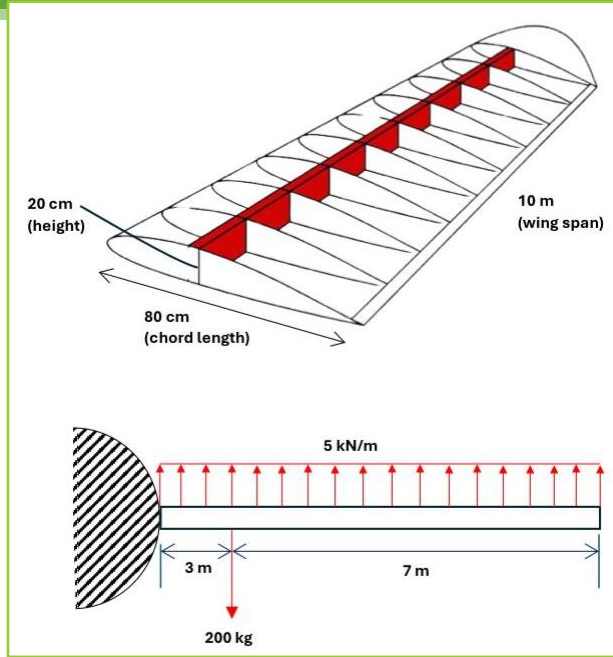


Akustik Emisyon Muayenesi

- **Akustik Emisyon**, gerilme (**yük**) altındaki malzemelerde bir ya da daha çok yerel kaynağın hızla enerji salarak **geçici elastik dalgalar** ürettiği **olaylar** ve bu şekilde oluşan geçici elastik dalgalar olarak tanımlanır.
 - Katı malzemeler belli bir elastikliğe sahiptir; dış kuvvetler altında genişerek veya sıkışarak elastik deformasyona uğrarlar.
 - Deformasyon ne kadar fazla ise elastik enerji de o kadar fazla olacaktır. Dış kuvvetler ortadan kalktığında ise bir yay gibi geri gelirler.
 - **Elastik limit geçilirse kırılma veya çatlama olur**. Bu, gevrek malzemelerde hemen, diğer malzemelerde belli bir plastik deformasyon sonrasında meydana gelir.

Akustik Emisyon

Yük altındaki
parçalar/malzemeler



- Geçici Elastik Dalgalar (**ses** ve/veya **titreşim** vb.)
- Elastik Deformasyon**
- Deformasyon \uparrow Elastik enerji de \uparrow (Elastik durumda, dış kuvvetler ortadan kalktığında parça/malzeme bir yay gibi geri gelir)
- Elastik limit geçilirse **kırılma** veya **çatlama** olur. Bu, **Plastik Deformasyon** sonrasında meydana gelir.

Akustik Emisyon Muayenesi

[Acoustic Emission Testing]

- Akustik Emisyon Testi (AE): Bir parça veya malzeme, **basınç, yük veya sıcaklıkta bir değişim** gibi harici bir uyarana maruz kaldığında; içten yüzeye yayılan ve algılayıcılar (sensörler) tarafından kaydedilebilecek **gerilim dalgaları formunda enerjinin salınması** gerçekleşir. Bu ilkeye dayanarak **akustik dinleme yapılan bir NDT yöntemi**dir.
- Akustik emisyonlar, **çatlak ilerlemesi** gibi kaynaklardan veya metallerde erime ve faz dönüşümleri gibi etkenlerden gelebilir.

Akustik Emisyon Testi

- Akustik emisyon ölçümü **statik veya dinamik yükler altında çalışan malzemelerde ortaya çıkan ultrasonik sinyal parametrelerinin kaydedilmesi, izlenmesi ve değerlendirilmesi** neticesinde, varsa **kusurlu bölümlerin tespit edilmesi** yöntemidir.
- Akustik emisyon yöntemi diğer ultrasonik muayene yöntemlerinden farklı olarak kontrol edilecek malzemenin üzerine ultrasonik ses sinyalleri **göndermemekte**, **gerilim altındaki malzeme de oluşan ses sinyallerini kayıt etmekte ve değerlendirmektedir**. Bu nedenle akustik emisyon testi çoğu zaman **akustik dinleme** olarak da adlandırılır.

Akustik Emisyon Testi

- Akustik Emisyonlar (AE) yapısal uygulamalarda, basınç altında ve kullanımda olan ekipmanın iç hasarını tespit etmek, yerini belirlemek ve karakterize etmek için kullanılır. AE, bir malzeme iç yapısında geri dönüşü olmayan değişikliklere uğradığında ve sensörlerin kayıt yaptığı yüzeye yayıldığında meydana gelir.
- Sağlanan bilgiler, çatlak oluşumunu ve büyümesini, erime, kayma ve dislokasyon hareketlerini ve faz dönüşümlerini tanımlar/belirler.
- Hasar kümülatif (birikimli) olduğundan, yapısal sağlığı izlemek için gelişmiş AE biçimleri kullanılabilir.
- Gelişmekte olan ve durağan kusurları ayırt etmek, bir bileşenin gücü veya arıza riski ile ilgili anında bir gösterge sağlar. Bu yöntem ayrıca sızıntıları, mekanik titreşimleri ve mekanik sürtünmeyi tespit etmek ve ölçmek için kullanılır.

Akustik Emisyon Testi

- AE sinyallerinin saptanması ve analizi, bir malzemedeki süreksizliklerin kaynağı ve önemi hakkında bilgi sağlar.
- AE, diğer NDT tekniklerinden **iki ana yoldan farklıdır**:
 - AE, **incelenen nesneye enerji vermek yerine**, nesnenin doğal olarak bıraktığı (yaydığı, saldığı) **enerjiyi dinler**.
 - AE testleri, yapının kendisi operasyondayken yani **çalışma esnasında gerçekleştirilebilir** ve çoğu zaman bu şekilde yürütülür. Çalışma esnasında kusurların yayılması ve akustik emisyonların tetiklenmesi için yeterli yüklenme temin edilmiş olur.

Akustik Emisyon Testi



- AE, bir malzemedeki dinamik süreçlerle ilgilenir. Bu özellikle yararlıdır çünkü inceleme sırasında sadece aktif özellikler vurgulanır. Böylece **gelişmekte olan** (büyümekte olan çatlak vb.) **ve durağan kusurlar** arasında ayırım yapmak mümkündür.
- Yükleme, sistem tarafından algılanabilecek bir akustik olaya neden olacak kadar yüksek değilse kusurların fark edilemeyeceği dikkate alınmalıdır.

Akustik Emisyon Testi (AE)

Akustik emisyon analizi (sonik (*sonic analysis*) analiz olarak da bilinir) **1970 yılında** bir durum gözleme (*condition monitoring*) tekniği olarak ortaya çıkmıştır.

- i. Varlığa (**yapı kaynaklı analiz** / *structure-borne analysis*) veya
- ii. çok yakınına (**havadan analiz** / *airborne analysis*) yerleştirilen sensörlerden yararlanır.

Bu sensörler, sürtünme, ezilme, çatlama gibi aşınma ve yıpranma ile ilişkili süreçler tarafından üretilen geçici elastik dalgaları algılar. Bu işlemler duyulabilir sesler üretebilse de, **AE yöntemi genellikle normal insan işitme aralığının üzerindeki frekansları ölçer** (bkz. Ultrasonik Dalgalar).

Akustik Emisyon Testi (AE)

Havadan analiz yapan akustik sensörler, esasen, havadaki ses dalgalarının fiziksel olarak ince bir diyaframı (genellikle plastikten yapılmış) hareket ettirdiği ve bunun da bir metal bobini bir mıknatıs boyunca ileri geri hareket ettirerek bir elektrik akımı ürettiği mikrofonlardır. Arka plan gürültüsüne ve sensör ile izlenen nesne arasındaki yolda duran her şeye karşı çok hassastırlar.

Yapı kaynaklı analiz yapan akustik sensörler, genellikle piezoelektrik ivmeölçerler kullanır: Hareketteki bir değişikliğin neden olduğu mekanik kuvveti orantılı bir elektrik yüküne dönüştüren cihazlar (Piezo, Yunanca "sıkmak" anlamına gelen kelimedenden gelir). Piezoelektrik cihazlar, kullanılan malzemenin özelliklerine (genellikle kuvars veya sentetik seramik) göre belirlenen bir frekans aralığında en hassastır. Makinedeki konumları ve yönelimleri, neyi ve ne kadar iyi algılayabileceklerini de etkiler. Ayrıca bir ivmeölçerin ölçebileceği genlik ile duyarlılığı arasında bir takas/ters oran vardır. İvmeölçerler, çevredeki ortamdan gelen gürültü ile işlevsiz kalabilir. Bu dört nokta, akustik sensörleri seçerken ve kurarken hem varlığın hem de çevresindeki ortamın özelliklerini dikkatli bir şekilde değerlendirmeyi önemli kılmaktadır.

Akustik Emisyon Testi (AE)

Akustik emisyonlar, depremler veya kaya patlamaları gibi doğal kaynaklardan veya metallerde erime, ikizlenme faz dönüşümleri gibi etkenlerden gelebilir. AE sinyallerinin saptanması ve analizi, bir malzemedeki süreksizliklerin kaynağı ve önemi hakkında bilgi sağlayabilir.

AE, **diğer NDT tekniklerinden iki ana yoldan farklıdır**: AE, incelenen nesneye enerji vermek yerine, nesnenin doğal olarak bıraktığı enerjiyi dinler. AE testleri, **yapılar operasyundayken yani çalışma esnasında gerçekleştirilebilir ve çoğu zaman bu şekilde kullanılır**, çünkü bu, kusurların yayılması ve akustik emisyonların tetiklenmesi için yeterli yükleme temin eder. AE, bir malzemedeki dinamik süreçlerle ilgilenir. Bu özellikle yararlıdır çünkü inceleme sırasında sadece aktif özellikler vurgulanır. Böylece gelişmekte olan ve durağan kusurlar arasında ayırım yapmak mümkündür. Bununla birlikte, **yükleme, sistem tarafından algılanabilecek bir akustik olaya neden olacak kadar yüksek değilse kusurların fark edilememesi dikkate alınmalıdır**. AE çoğunlukla dinamik bir test ortamında kullanılır; bu, ekipmanın streste bir artış yaşadığı durumlarda; örneğin basınçlı ekipmanlarda çatlak tespitini izlemek için; kullanılır.

Akustik Emisyon Testi (AE)

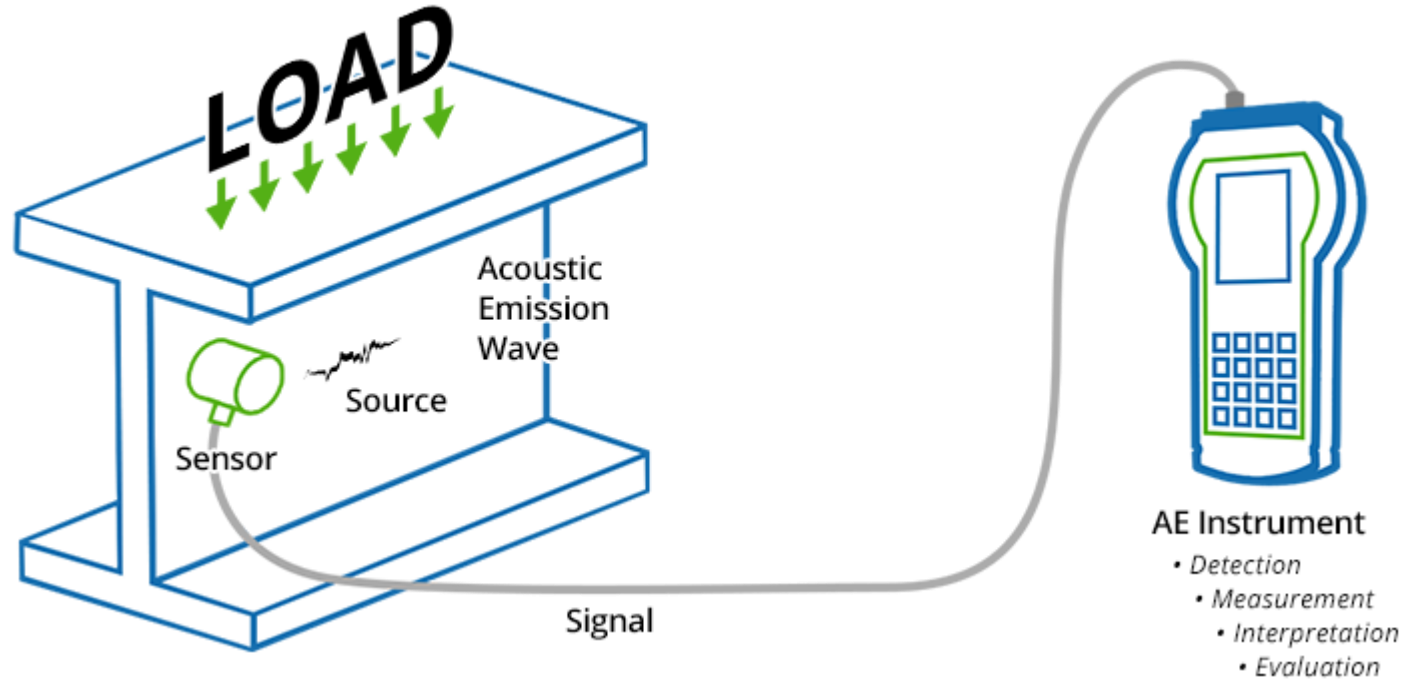
AE sistemleri genellikle **ölçüm, görüntüleme ve depolama ekipmanı** ile birlikte bir **sensör, ön amplifikatör (sinyal yükseltici), filtre ve amplifikatör** içerir. Akustik emisyon sensörleri, bir AE olayından kaynaklanan her türlü dinamik harekete (ultrasonik ses, ses, titreşim vb.) cevap verir. Bu, mekanik hareketi bir elektrik voltaj sinyaline dönüştüren transdüserler ile elde edilir.

AE ekipmanının çoğunluğu, **30 kHz ila 1 MHz aralığında** harekete yanıt verir. **Plastik kompozitler** gibi yüksek oranda zayıflatılmış malzemelerde, AE sinyallerini daha iyi ayırt etmek için, **düşük frekanslar** kullanılabilir. Tersi de doğrudur.

Çok yönlülüğünden dolayı AE, endüstride yapısal bütünlüğü değerlendirmek, kusurları tespit etmek, sızıntıları test etmek veya kaynak kalitesini izlemek gibi birçok uygulamaya sahiptir. Aşağıdakiler ile sınırlı olmamakla beraber birçok alanda kapsamlı kullanım görmektedir: Yer üstü depolama tanklarının altındaki aktif korozyonun tespiti, yüksek enerji boruları (HEP) sistemlerinde kayma hasarının tespiti, basınçlı kap denetimi ve sızıntı tespiti, hava araçlarında yapısal parçaların izlenmesi (*aircraft structural health monitoring / structural health monitoring in aerospace structures*).

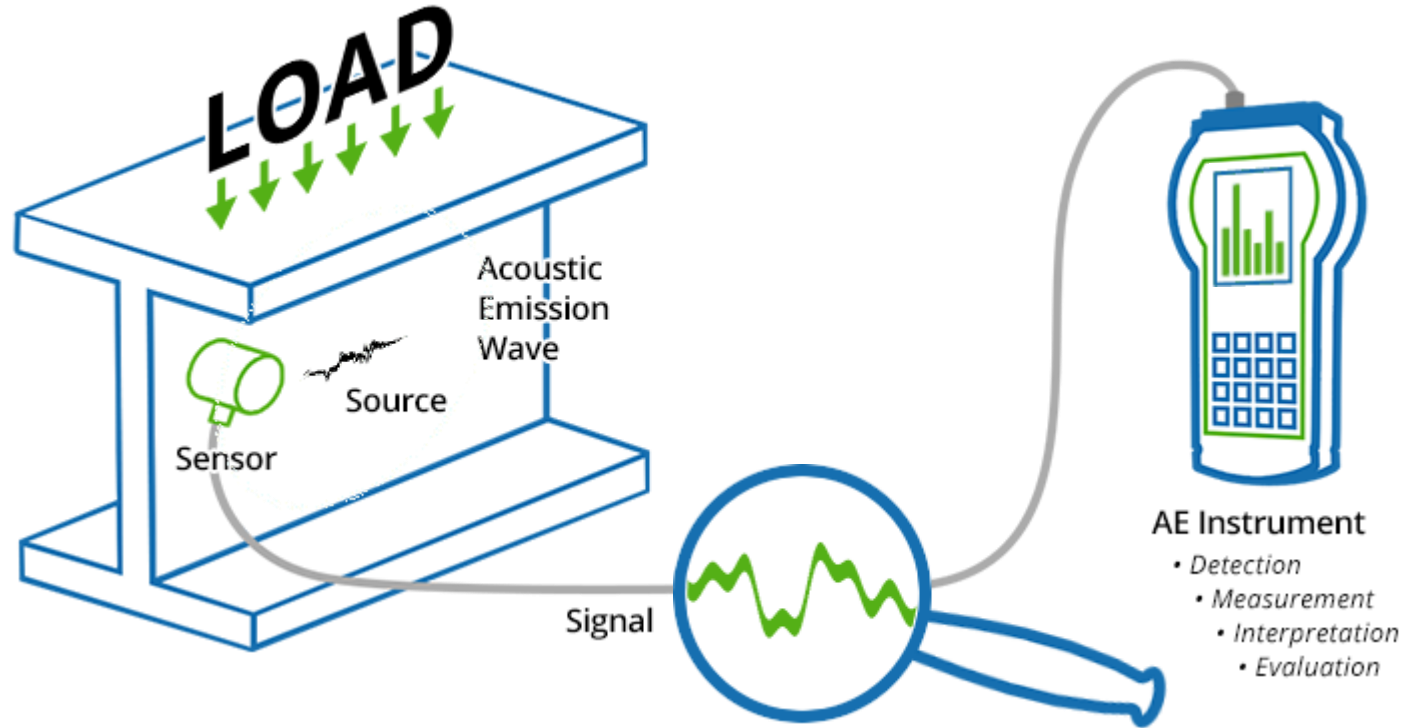
Akustik Emisyon Testi

- **Prensip Şeması**



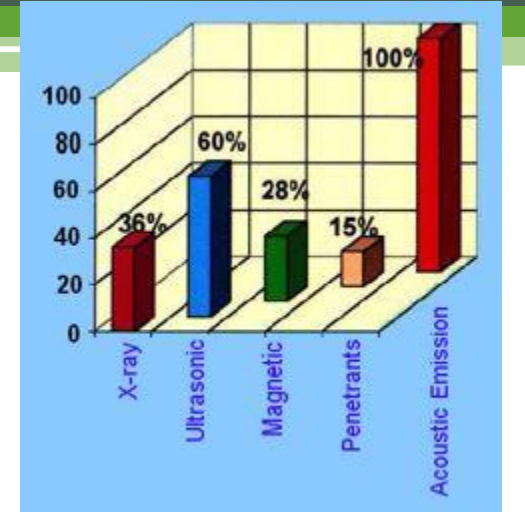
Akustik Emisyon Testi

- **Prensip Şeması (animasyon)**



Akustik Emisyon Testi (AE)

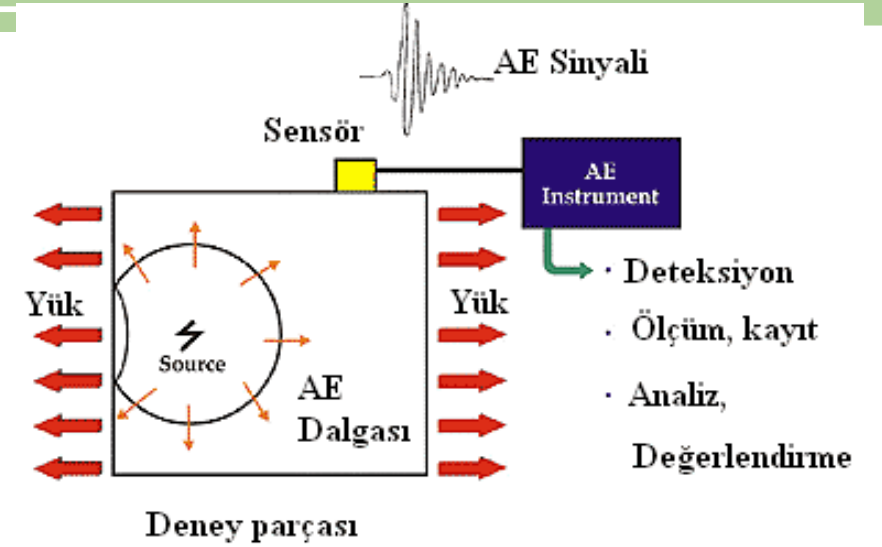
ÖZELLİKLERİ



- Sensörler arası ölçüm mesafesi diğer metotlara göre yüksektir. Bu nedenle hazırlık aşaması daha kısadır.
- Diğer tahribatsız muayene yöntemlerine nazaran malzemedeki kusurların bulunma yüzdesi daha yüksektir.
- Testler işletme koşulları altında gerçekleştirilebilmektedir.
- Kontrol edilecek ekipmanın tüm noktalarına erişimin sağlanması gerekmekte, sadece problemlerin bağlandığı noktaya erişim yeterli olabilmektedir.
- Hatanın koordinatları ve çatlak korozyon gibi lokal hatalar tespit edilebilmektedir.

Akustik Emisyon Testi (AE)

ÖZELLİKLERİ



- Yeraltı veya yerüstü sistemlere uygulanabilmektedir. Sualtı uygulamaları dahil olmak üzere farklı sensör tipleri mevcuttur.
- Diğer NDT metotlarında kontrol edilen iş ekipmanının sadece kontrol edildiği noktalara uygunluk verilirken akustik emisyon kontrollerinde ekipmanın yapısal olarak bütünlüğü doğrulanmakta ve ekipmanın kullanımına uygunluk verilebilmektedir. Tek aşamada ekipmanın uygunluğu test edilebilmektedir.

Akustik Emisyon Testi (AE) / Frekans Bandı

- Elastik olarak genişmiş malzemede boşluk, inklüzyon vb. bir hata varsa, çatlamlar yüksek derecede streslenen bu noktalarda oluşarak, hızlı bir dislokasyonla malzeme elastik enerjisini hızla serbest bırakarak gevşer. Bu akustik emisyon olayıdır.
- Hidrostatik testlere alternatif olarak basınçlı sistemler ve tankların testinde kullanılan akustik emisyon, malzemelerdeki kusurlarının tespitinin yanı sıra kusurların konumlarının da bulunmasını sağlar. Özellikle **çelik malzemede olmak üzere çoğu malzemenin, yük altında akustik emisyon testi frekans aralığı 100 KHz ile 40 MHz olup**, çoğu çalışmalar belli bir frekans bandı, örneğin metallerde 100 KHz – 1,2 MHz bandı aralığında yürütülür. Bu tür ultrasonik sinyallerin genliği genellikle çok düşük olduğundan 100 dB (100 bin büyütme) mertebesinde kazançlar gereklidir.
- **Polimer matrisli kompozitler**de frekans aralığı (*range*) çoğunlukla **50 kHz ile 1 MHz**

Akustik Emisyon Testi / AE Kaynakları

- Akustik Emisyon malzemede mikro yapı değişimleri olduğu zaman, deformasyon enerjisindeki hızlı boşalma sonucu doğan geçici gerilme dalgasıdır. Malzemelerdeki akustik emisyon kaynakları; mikro çatlaklar, çatlak büyümeleri, akma olayı/dislokasyon kayma bantları, metallerde ikizlenme, yapısal martenzitik dönüşümler, inklüzyon kırılmaları, **kompozit malzemelerde lifli kırılma ve ayrılmaları, matris çatlamları, tabaka ayrılmaları**dır. Ayrıca oksit tabakasının çatlaması gibi çeşitli yüzey etkileri de aktif AE kaynaklarını oluşturabilmektedir.
- Akustik Emisyon Testi'nde metal cürufların kılcal çatlaklarından, yapıdaki sürtünmeden, yağmur gibi havaya bağlı gürültü kaynaklarından ve bunlarla birlikte yapının kendisindeki manipülasyondan kaynaklanan gürültüleri dikkate almak gerekir. En doğru Akustik Emisyon Testi'nin yapılabilmesi için, **tüm bu gürültü kaynaklarının olmaması gerekir.**

Akustik Emisyon Testi (AE)

Örnek Uygulama: Basınçlı Tank Muayenesi

- 1) Akustik Emisyon testinde verilerin elde edilmesi, tankın cidarlarına yerleştirilen yüksek duyarlıdaki piezoelektrik sensörlerle sağlanır. Bu sensörler mekanik dalgayı, bir analog elektrik sinyaline dönüştürür. Elde edilen sinyal, ana cihazda dijital hale dönüştürülür ve ileriki aşamalarda özel bir yazılım ile işleme tabi tutulur.
- 2) Akustik Emisyon sinyal parametrelerinin (Genlik, enerji, yükselme zamanı, süre vb.) elde edilmesi, darbelerle (impuls) (“yayma sinyali”) ile gerçekleştirilir. **Aynı yapı içerisinde birçok sensörün kullanımı, sinyalin yerini hesaplamak amacıyla** sinyalin çeşitli sensörlere varış zamanı farklılıklarının kullanımına izin verir. Konum sonuçlarına ve/veya darbelerin sinyal parametrelerine (Genlik, enerji, vb.) dayalı olarak, hatalar dikkate alınıp tankların durumunun değerlendirilmesi yapılır.

Akustik Emisyon Testi (AE)

Örnek Uygulama: Basınçlı Tank Muayenesi

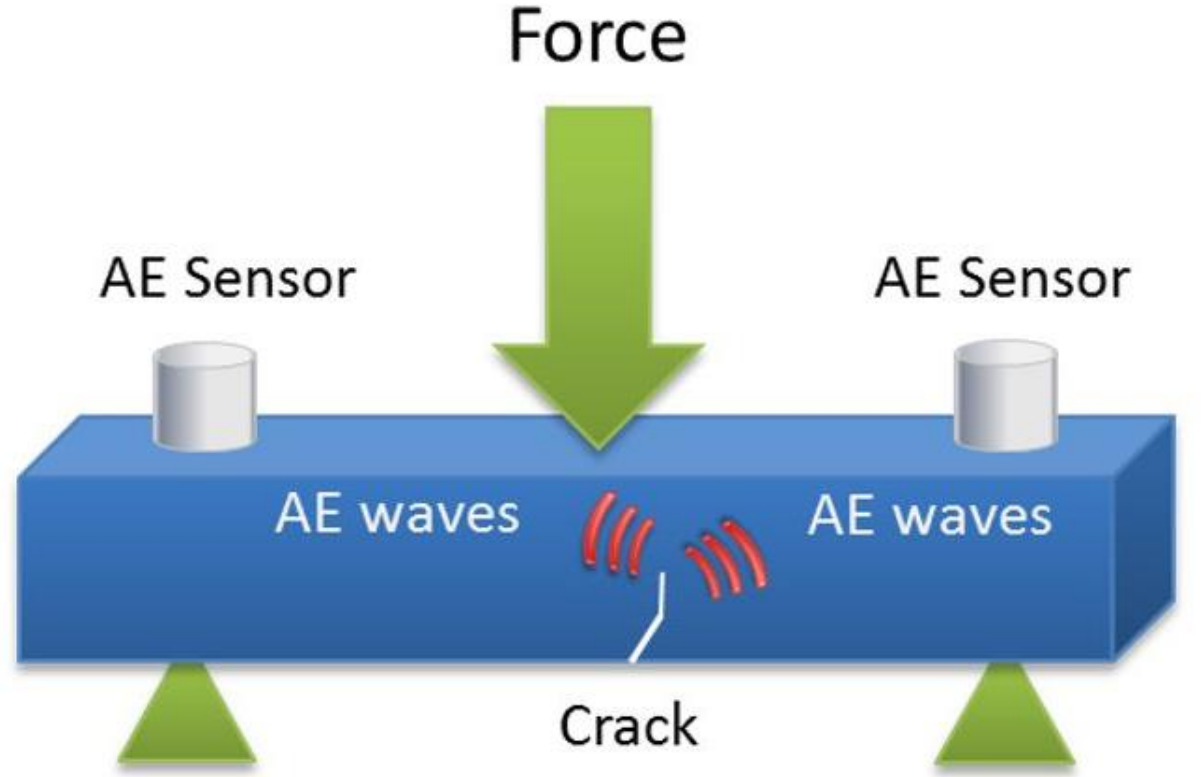
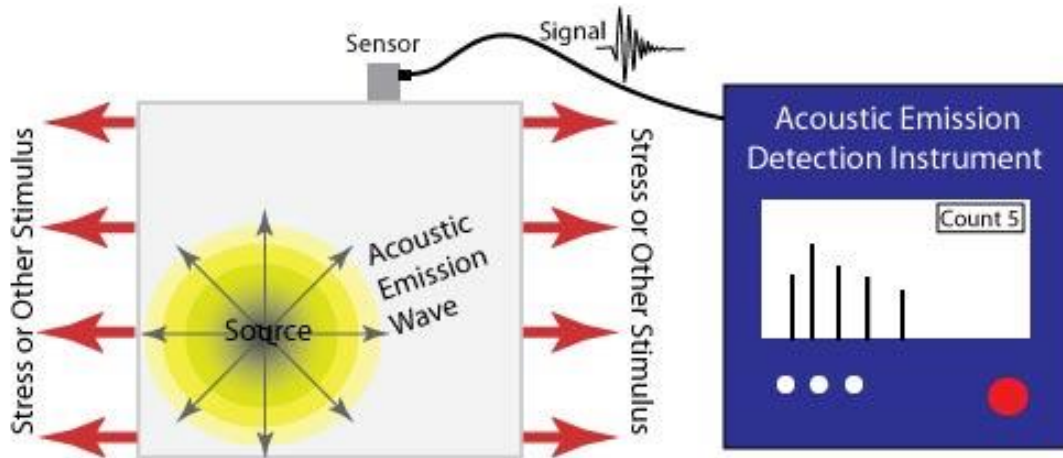
- 3) Kaçak ile ilgili olarak, ölçülen önemli bir parametre de ortam gürültüsünün RMS (*root mean square*-ortalama karekök) değeridir. Kaçak ile beraber bu değer, basınç arttıkça önemli oranda yükselir. Bu nedenden dolayı Akustik Emisyon Testi'ni uygulamadan önce, kaçakları yok etmek amacıyla tüm potansiyel kaçak bölgelerinin (ana çıkışlar, basınç girişlerinin, flanşlar vb.) sıkıca kapatılması gerekir.
- 4) Eğer bir kaçak olur ve bu kaçak, ortam gürültüsünün test sonuçlarını bozmaya başlayacak şekilde artmasına yol açarsa, kaçak problemi ortadan kaldırılıncaya kadar Akustik Emisyon'un izlenmesi durdurulur.
- 5) Akustik Emisyon Yöntemi'nde harici kaynak yoktur. **Sinyal kaynağı malzemenin kendi içindedir.** Yöntemde malzemenin pasif durumu ortadan kaldırılmakta, **asıl enerji malzemeye yük uygulayarak verilmekte** ve bu şekilde **aktif duruma geçirilen akustik emisyon kaynakları ikincil bir enerji kaynağı olarak kullanılmaktadır.**

Akustik Emisyon Testi / Önemli Özellikleri

- AE çoğunlukla dinamik bir test ortamında kullanılır.
- Ekipmanın streste bir artış yaşadığı durumlarda çatlak tespitini izlemek için kullanılır.
- Akustik emisyon sensörleri, akustik emisyon yaratan her türlü dinamik harekete cevap verir.
- AE ekipmanının çoğunluğu, 30 kHz ila 1 MHz aralığında harekete yanıt verir.
- Plastik kompozitler gibi yüksek oranda zayıflatılmış malzemeler için, düşük frekanslar, AE sinyallerini daha iyi ayırt etmek için kullanılabilir.

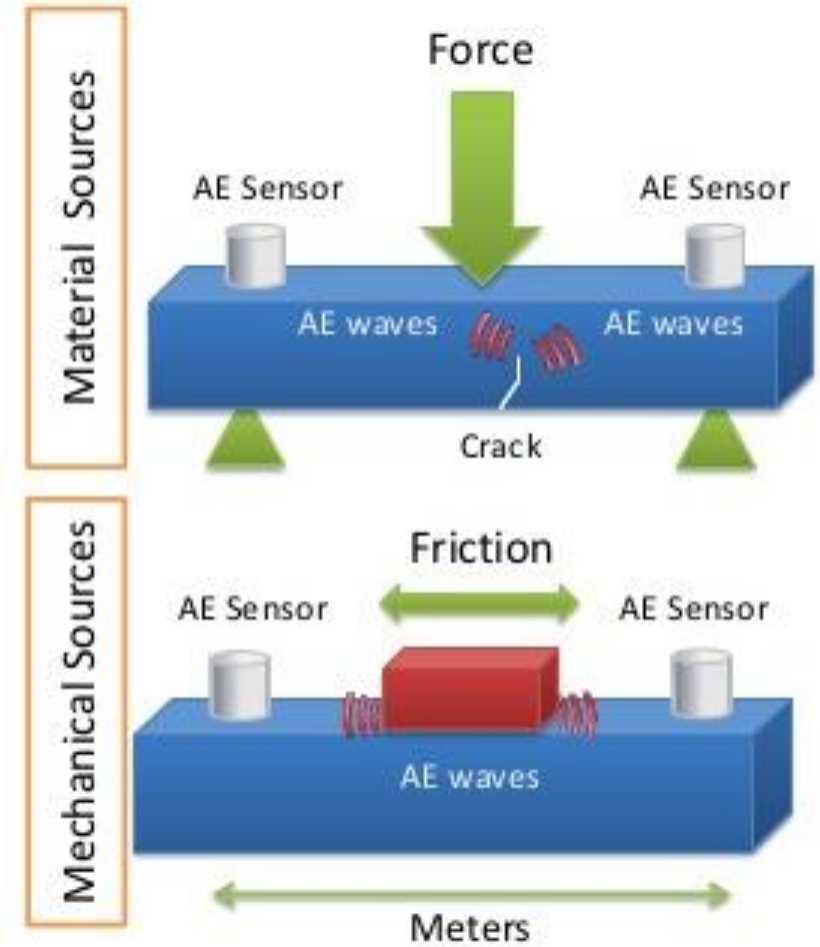
Akustik Emisyon Testi

- AE, bir malzemedeki **dinamik** olaylar ve kusurlarla ilgilenir.



Akustik Emisyon Testi

- Akustik emisyon, çatlayan (*material source*) ve deformasyona uğrayan malzemenin ses ve ultrasonik ses yayınlaması durumudur.
- Kırılma, kalıcı deformasyon, çatlak ilerlemesi, katmanların ayrılması, sürtünme (*mechanical source*), darbe, vuruntu gibi olaylar AE kaynağıdır.



Akustik Emisyon Testi (AE)

- Diğer tahribatsız muayene yöntemleri hataların geometrik şeklini algılarken, **Akustik emisyon, hataların hareketini algılar** (örneğin çatlak ilerlemesi). Fakat akustik emisyon, bölgesel tarama yapmadan yapının bütünlük kontrolünü tek test ile yapabilir. Ayrıca diğer yöntemlerden farklı olarak test bölgelerinin tamamına ulaşım gerektirmez.
- Yüksek Hızlı Akustik Emisyon Test cihazı ile test yapılacak parçaya uygulanan gerilim sonucu, kaynaktaki ani hareket bir gerilim dalgası oluşturur. Yapıdaki yayılan dalgalar yüzeye yerleştirilen hassas bir piezoelektrik güç çeviriciyi (**transdüser**) uyartır.

Akustik Emisyon Testi (AE)

- Akustik Emisyon izleme sisteminde, **sinyalin ulaştığı ilk nokta algılayıcıdır.** Bunu sırası ile ön yükselteç, süzgeç, güç yükselteci, sayıcılar, sinyal değiştirme ve işleme katı ile veri kayıt ve gösterim araçları izler.
- Malzemeye uygulanan gerilim artarsa bu emisyonlardan çok fazla miktarlarda üretilecektir.
- Yüzeye ulaşan zayıf titreşimlerin bir veya daha fazla algılayıcı vasıtasıyla alınıp yükseltilerek değerlendirilmesi yapılır.

Akustik Emisyon Testi (AE)

- Akustik Emisyon sistemi test kaynaklarından gelen tüm sinyalleri algılar, bunların sayı ve dağılımlarını; gerilim, basınç, sıcaklık gibi bir ya da daha fazla diğer test değişkeni ile ilişkili olacak şekilde kaydeder. Bu kaynakların sınıflandırılmasını ve konumlarının belirlenmesini sağlar.
- Test kayıtlarının ve sonuçlarının değerlendirilmesi EN 14584 Madde 8.1 ve 8.2'ye göre yapılır.

Akustik Emisyon Testi

- Kullanılan Donanım**

Cihazlar: Çok kanallı ve portatif

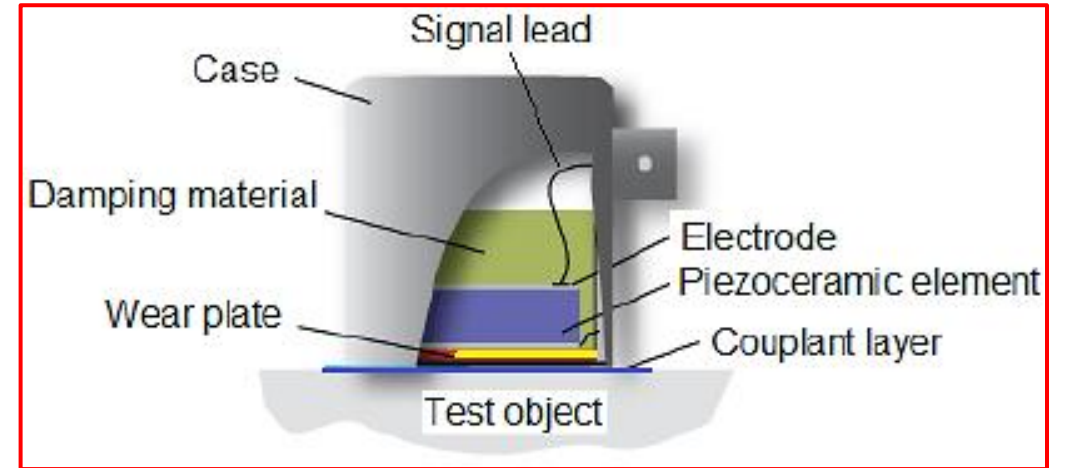


Akustik Emisyon Testi

• Kullanılan Donanım

Akustik Emisyon Sensörü (PZT Sensör):

- Muhafaza (*Case*)
- Piezoseramik Eleman (*Piezoceramic Element*)
- Aşınma Plakası (*Wear Plate*)
- Kuplaj-Temas Katmanı (*Couplant Layer*)
- Sönüm Malzemesi (*Damping Material*)
- Sinyal Kablosu (*Signal Lead*)
- Elektrot – Kutup (*Electrode*)
- Muayene Parçası (*Test Object*)



Akustik Emisyon Testi

- Kullanılan Donanım**

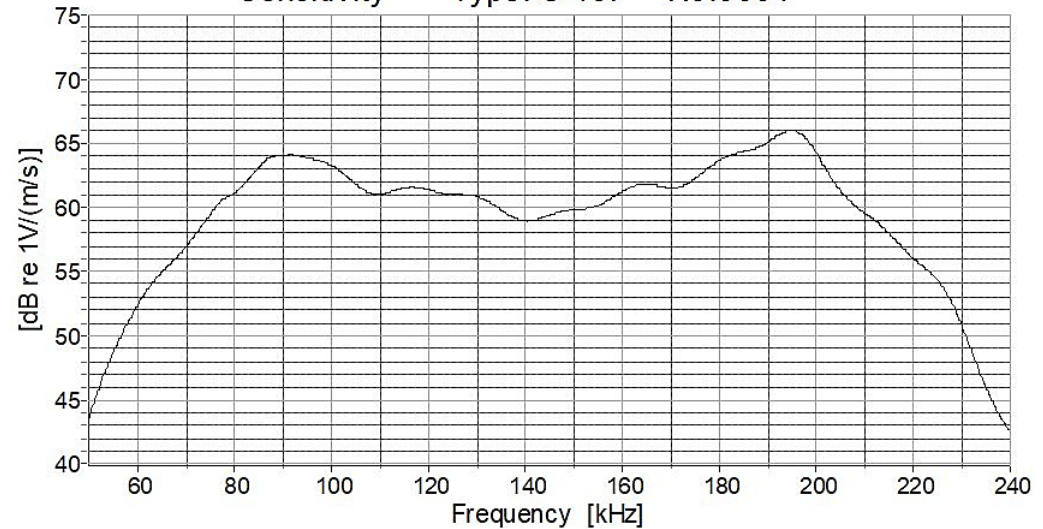
Örnek Donanım: Akustik Emisyon Sensörü

Bant genişliği: 140 kHz

Ortalama hassasiyet: 63 dB re 1 V/(m/s)



Typical sensitivity / frequency characteristics:
Sensitivity Type: S-15P No:0004



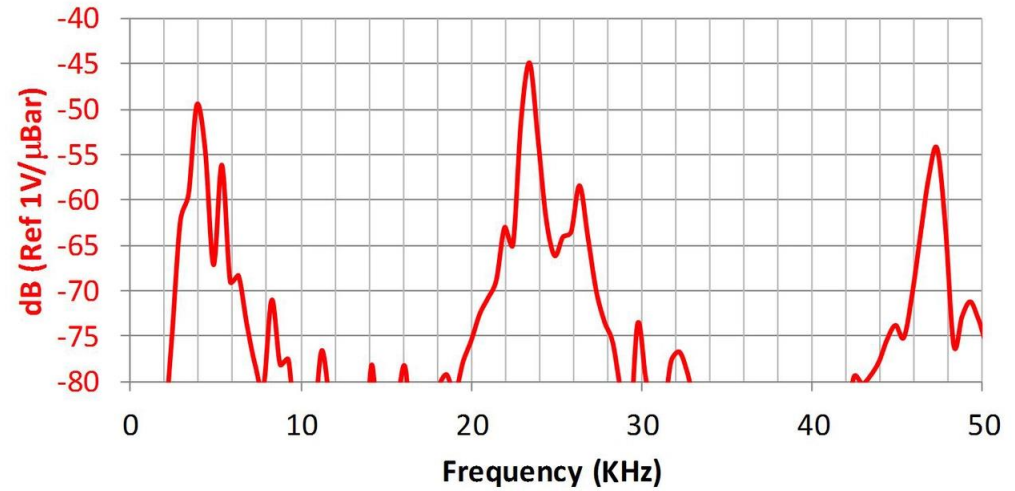
Akustik Emisyon Testi

- **Kullanılan Donanım**

Örnek Donanım: Akustik Emisyon Sensörü

Çalışma Frekans Aralığı: 22-25 kHz

Airborne sensor

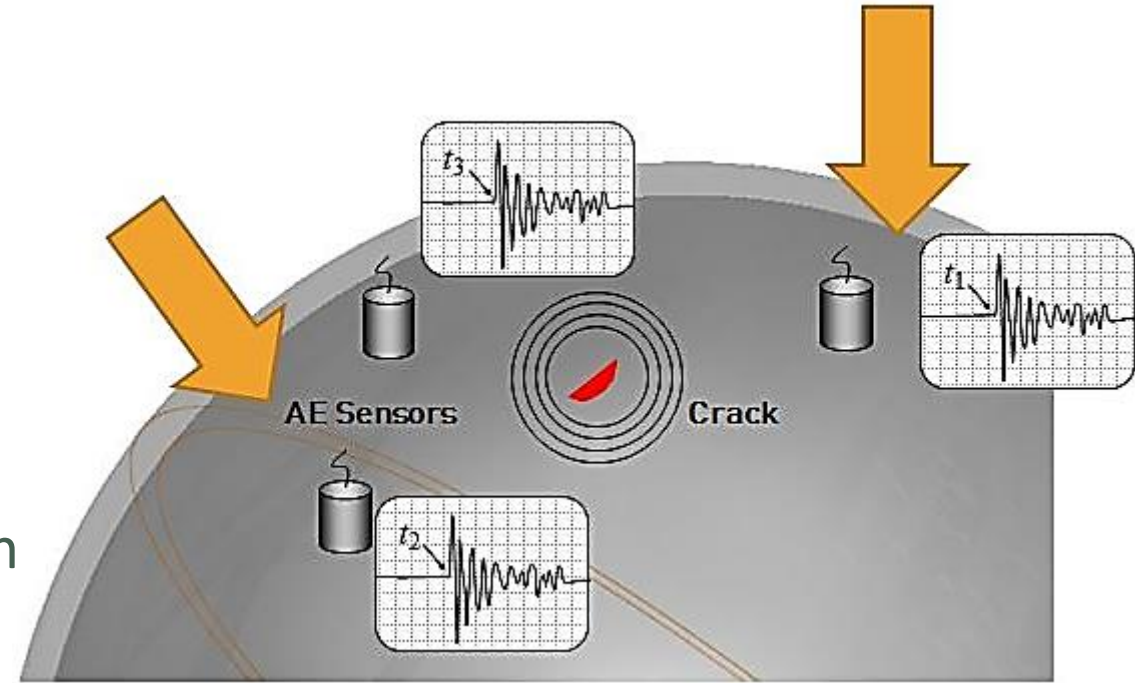


Akustik Emisyon Testi

AE sensörlerinin çoklu kullanımı:

Dalgaın doğrusal yayılımından faydalanılır.

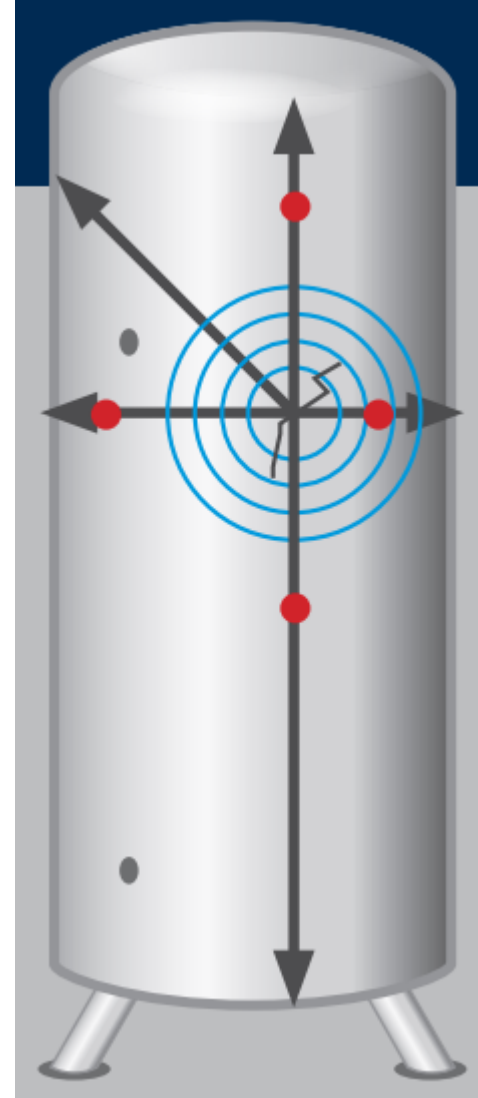
- ✓ Kaynak çevresinde eş merkezli dalga yayılımı
- ✓ Dalga sensöre ulaşır
- ✓ Akustik dalga kaynağı ve farklı sensörler arasındaki akustik geliş sürelerindeki farkların ölçülmesine dayanılarak yapısal hataların yerleri tespit edilir.



Akustik Emisyon Testi

AE sensörlerinin çoklu kullanımı:

- *Uygulama Örneği:* Çoklu sensör ağı ile çatlak konumunun tespiti (lokalizasyon)



Akustik Emisyon Testi

Örnek Görsel:

AE test yöntemi ile
basıncı tank
muayenesi



Akustik Emisyon Testi

Örnek Görsel:

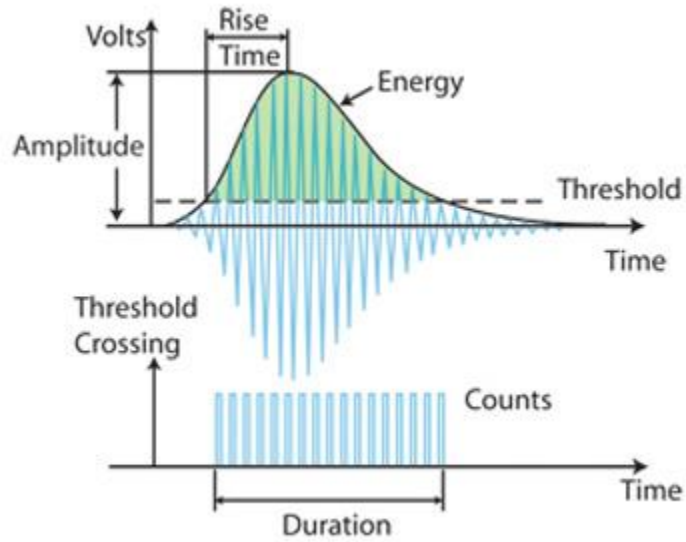
AE sensörlerinin
yerleştirilmesi



Akustik Emisyon Testi

Örnek Görsel:

AE yöntemi ile uçak yapısal muayenesi

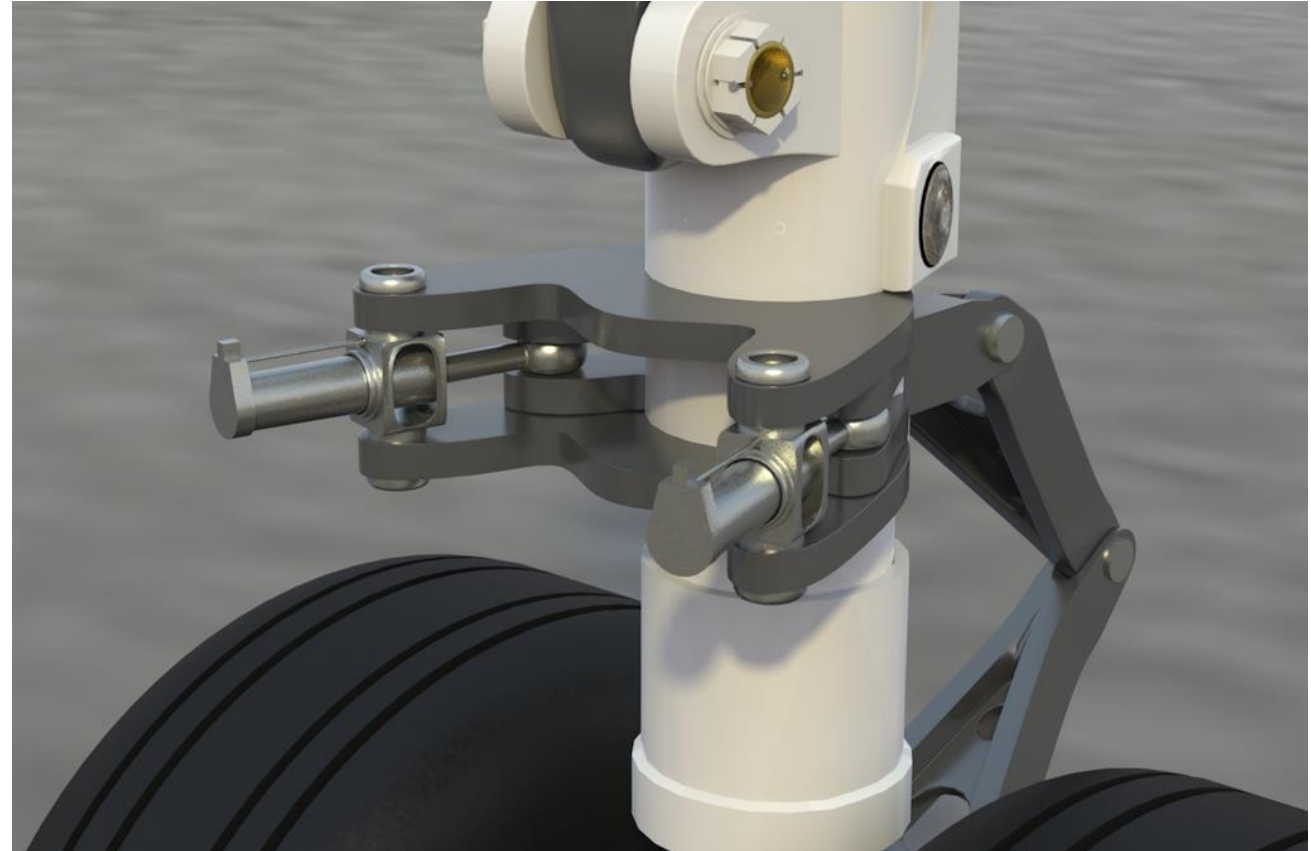
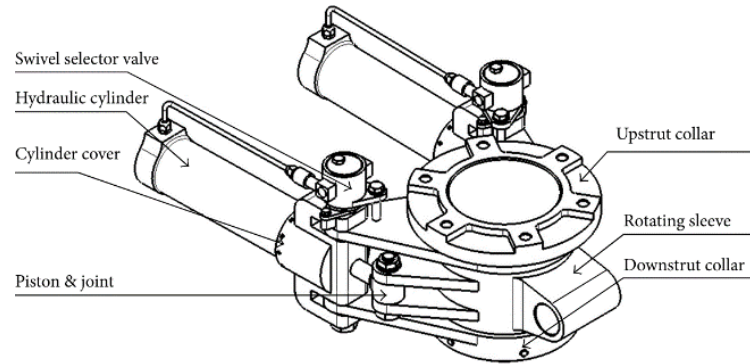


Akustik Emisyon Testi

Örnek Görsel:

*Steering actuator bracket **

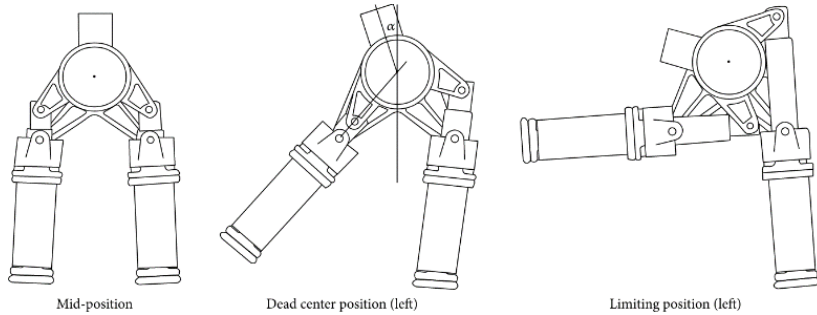
AE muayenesi



Akustik Emisyon Testi

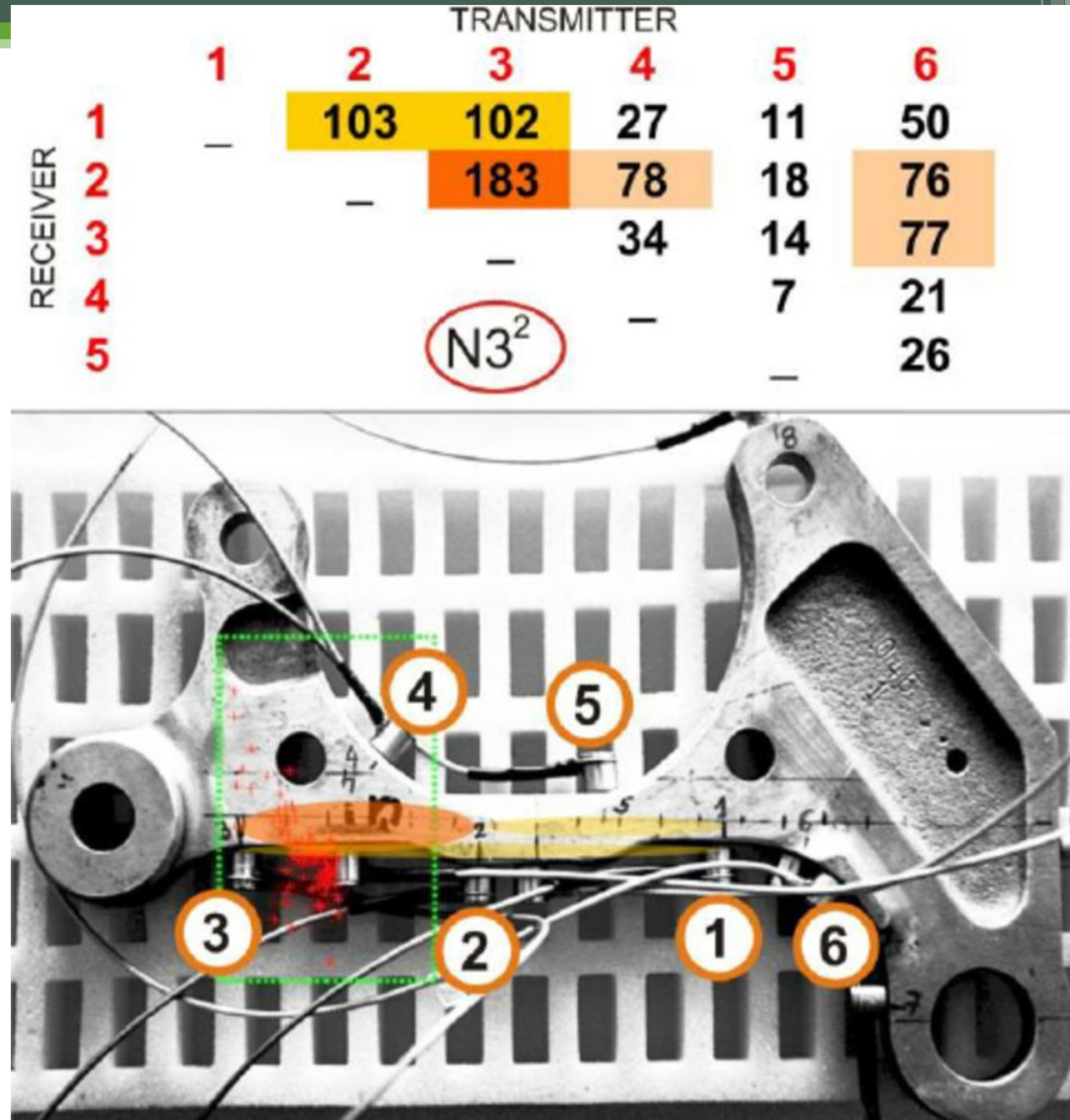
Örnek Görsel:

AE yöntemi ile uçak parçası / komponent muayenesi (*steering actuator bracket* *)
Yorulma testi sırasında alınan akustik emisyon değerleri.



Kaynak:

<https://www.researchgate.net/publication/48339460> Nonlinear wave modulation and time reversal tomography of structural defects



Akustik Emisyon Testi

AVANTAJLARI:

1. Önemli sorunlar haline gelmeden önce, erken aşamalarında fiber kırılmaları, sürtünme, darbe, çatlama, delaminasyon ve korozyon dahil bir çok hasar mekanizması tespit edilebilir.
2. Çalışma sırasında, yeterlilik (kanıt) testi veya geliştirme testi sırasında gerçekleştirilebilir. İşletme koşulları altında da uygulanabilir.
3. Hasar kaynakları tespit edilebilir ve bunlar akustik imzalarına göre ayırt edilebilir.
4. Bir yapının tümüyle izlenmesi mümkündür.

Akustik Emisyon Testi

AVANTAJLARI:

5. Yapı veya makine gerçek çalışma koşullarında değerlendirilebilir.
6. Yüksek sıcaklıklar, yüksek basınçlar ve aşındırıcı ve nükleer ortamlar da dahil olmak üzere tehlikeli ortamlarda çalışma imkanı vardır.
7. Uzaktan uygulama ve tespit yapılabilir.
8. Geleneksel tahribatsız muayene teknikleriyle ulaşılması zor kusur ve hasarları tespit edebilir.
9. Çeşitli malzeme türlerinde (metal, plastik, cam, beton, kompozit, seramik, ahşap, taş, vb...) uygulanabilir.

Akustik Emisyon Testi

AVANTAJLARI:

10. Bir yapının bütünlük kontrolü tek aşamalı bir test ile yapılabilir. Test süreleri kısadır.
11. Tüm kontrol bölgesi yerine sadece algılayıcılara erişim yeterlidir.
12. Hatanın geometrisine bağlı değildir. (MT, UT, RT hata geometrisine bağlıdır)
13. Eş zamanlı bir kontrol yöntemidir. Test sırasında sonuçlar alınabilir.
14. Büyük yapılarda (Uçak kanatları, gövdesi, küresel LPG tankları veya depolama tankları) hata konumlandırılmasına olanak verir.

Akustik Emisyon Testi

SINIRLAMALARI:

- Sorunları tespit ederek yapısal bütünlüğü veya makine sağlığını değerlendirmekle sınırlı olduğundan, sorunları tam olarak teşhis etmek için genellikle daha fazla inceleme gereklidir.
- Mevcut olabilecek, ancak hareket etmeyen veya büyümeyen (dinamik olmayan) kusurlar tespit edilemez.
- Diğer tahribatsız muayene tekniklerinden daha yavaş olabilir.

Akustik Emisyon Testi

İzlemede güçlü:

- sızıntılar
- mekanik arızalar
- elektrik arızaları
- çok yavaş dönen makineler

İzlemede zayıf (veya mümkün değil):

- uzak veya erişilemeyen cihaz ve parçalar
- patlayıcı kullanılan yerler^{ATEX} veya diğer zorlu koşullarda bulunan yapılar
- gürültülü veya titreşimli ortamlarda bulunan yapılar

Akustik Emisyon Testi

- *Uygulama Örneği:*

Akustik sensör ağı ile yapısal durum izleme (basıncı kaplar)



Akustik Emisyon Testi

- *Uygulama Örneği:*

Ahşap malzeme üzerinde
AE uygulaması



Akustik Emisyon Testi

- *Uygulama Örneği:*

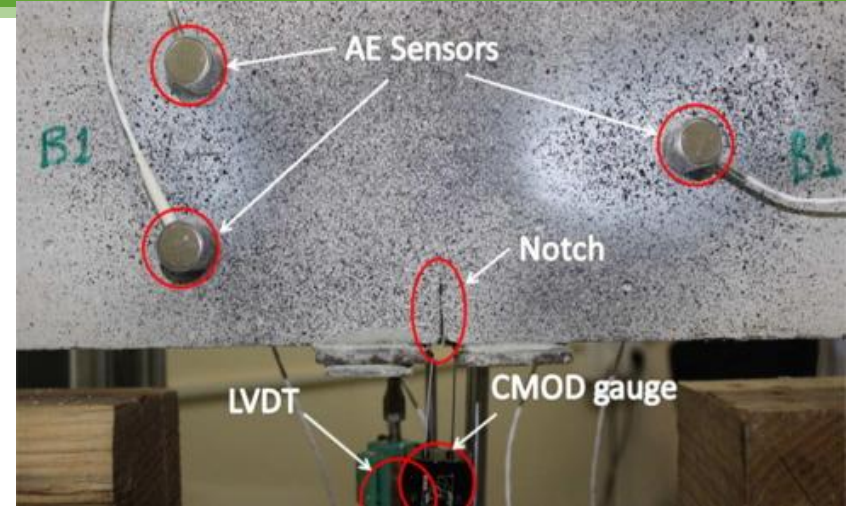
Kompozit malzeme
üzerinde (NASA)
AE uygulaması



Akustik Emisyon Testi

UYGULAMA ALANLARI:

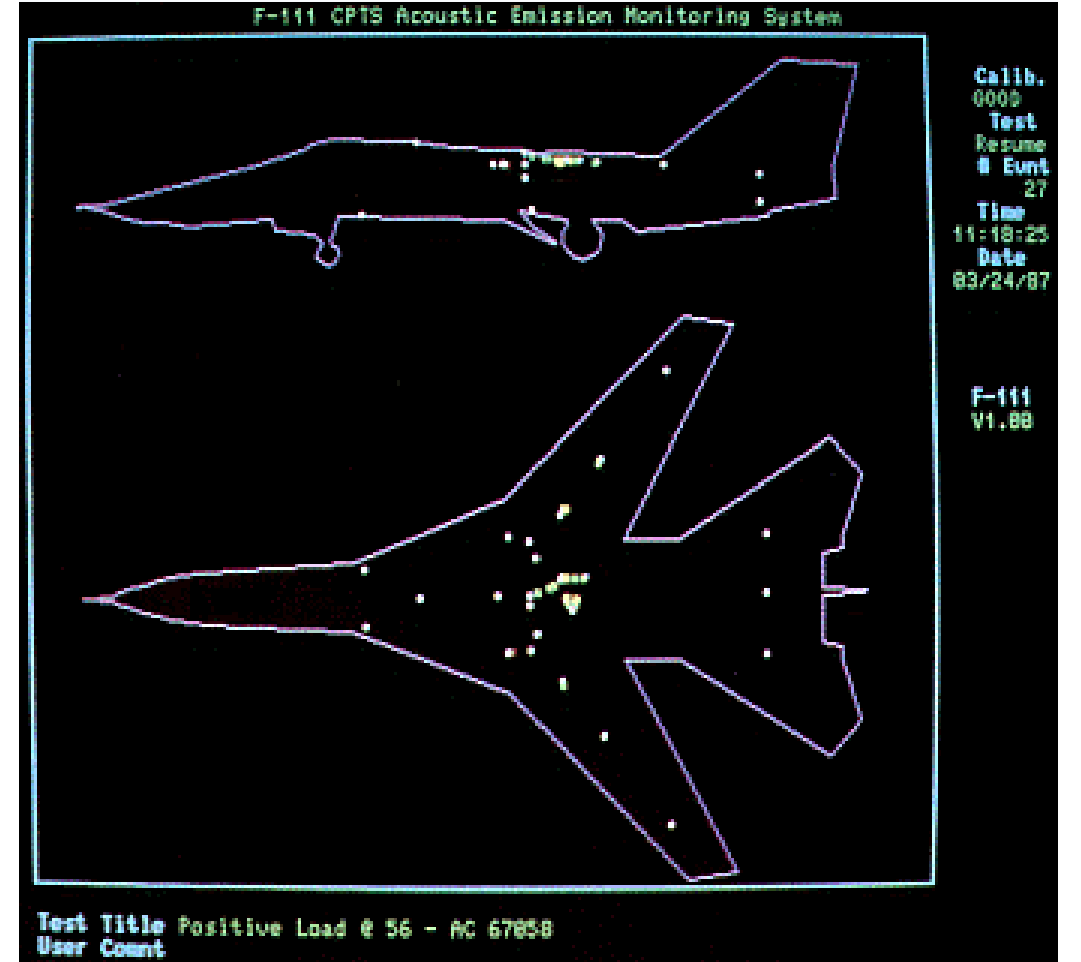
- Köprüler (gerilim altındaki yapılar) ve binalar gibi beton yapılar
- Basıncı kaplar, boru hatları, depolama tankları, **uçak yapıları** ve çelik kablolar gibi metalik yapılar
- **Uçak yapılarındaki kompozit malzemeler vb.**
- Dönen makine elemanları, rulmanlarda ve dişli kutularında erken aşınmayı algılama
- Boru hatlarında ve basınç sistemlerinde kaçak tespiti
- Sürtünme altındaki yapılar



Akustik Emisyon Testi

UYGULAMA ALANLARI:

- Uçak Yapıları
(*Structural health monitoring*)

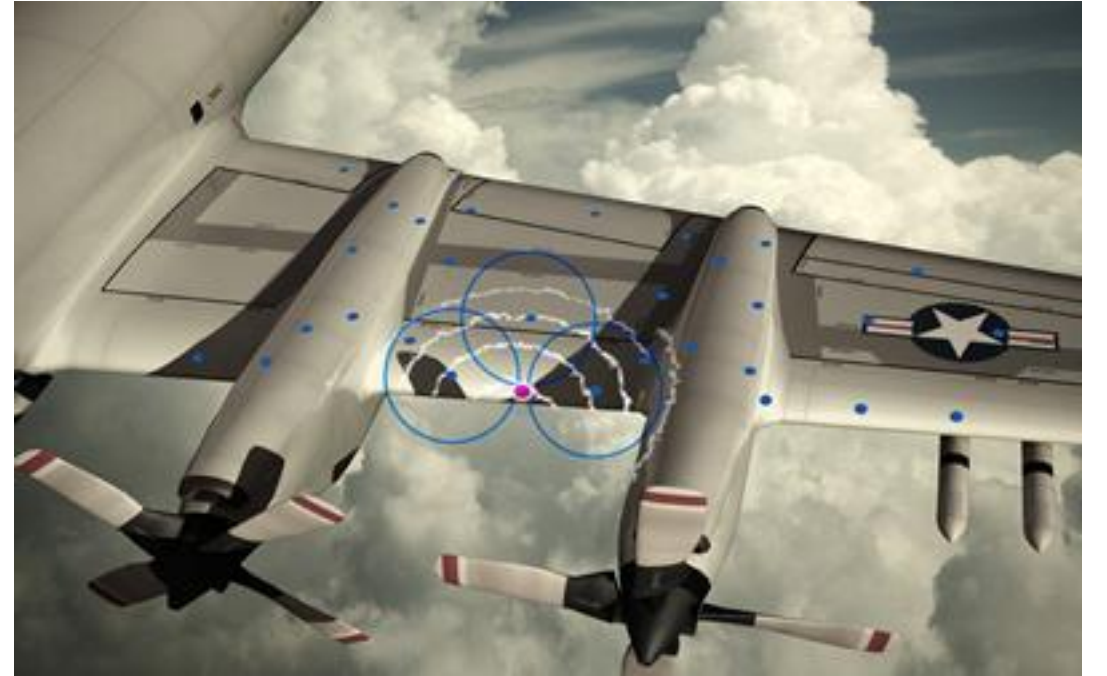


Akustik Emisyon Testi

UYGULAMA ALANLARI:

- Uçak Yapıları

(Prediction of ultrasonic wave propagation in aircraft structures for crack monitoring)



Akustik Emisyon Testi

UYGULAMA ALANLARI:

- Uçak Yapıları
(Health Monitoring
of Aerospace
Structures with
Acoustic Emission)



Kaynaklar: (web)

- MCE 476 - Nondestructive Testing Methods / Doç.Dr. Mostafa RANJBAR / AYBÜ
- https://aybu.edu.tr/mranjbar/dosya_listesi-297-531-mce-476---nondestructive-testing-methods.html
- Nondestructive Evaluation Techniques / Iowa State University
- <https://www.nde-ed.org/NDETechniques/index.xhtml>
- NDT Encyclopedia / Open Access Portal of Nondestructive Testing (NDT)
- <https://www.ndt.net/ndtaz/ndtaz.php>

Kaynakça:

- <https://www.szutest.com.tr/tahribatsiz-muayeneler>
- https://www.ktuweb.com/page_showdoc?course=ME367&dopage=study
- <https://www.ktunotes.in/ktu-non-destructive-testing-me367-notes/>
- <http://www.teknikmuayene.com.tr/akustik-emisyon-kontrolleri>
- <https://inspectioneering.com/tag/acoustic+emission>
- https://en.wikipedia.org/wiki/Acoustic_emission
- <https://www.tuv.at/tr/coezuemler/enduestri-enerji/akustik-emisyon-testleri>
- <http://www.ekstrandt.com/genel-bilgiler/tahribatsiz-muayene-teknolojilerinde-son-gelismeler-akustik-emisyon/>
- <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780444897916500214>
- <http://www.idinspections.com/five-reasons-why-there-is-no-alternative-to-acoustic-emission-test-of-large-composite-uavs/>
- <https://www.twi-global.com/technical-knowledge/faqs/acoustic-emission-testing>
- <https://www.physicalacoustics.com/ae-technology/>
- <https://www.samotics.com/acoustic-emission-analysis>
- <https://www.flyability.com/acoustic-emission-testing>