

YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

72 86 74

BASINÇLI KAPLARDAKİ KAYNAK DİKİŞLERİNİN
AKUSTİK EMİSYON YÖNTEMİ İLE İNCELENMESİ

İ.C. YÜKSEKÖĞRETİM KURULU
BOKÜ MANTASYON MERKEZİ

Makina Müh. Serkan BÜYÜKBAŞ

FBE Makine Mühendisliği Anabilim Dalı İmal Usulleri Programında
Hazırlanan

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Tez Danışmanı: Doç.Dr. Selahattin YUMURTACI

Doç.Dr. Selahattin Yumurtacı
Prof. Dr. Nizan Sönmez
Prof. N. Gültekin Güllüoğlu

İSTANBUL, 2002

128614

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
KISALTIMA LİSTESİ	iii
ŞEKİL LİSTESİ.....	iv
ÇİZELGE LİSTESİ.....	v
ÖNSÖZ	vi
ÖZET	vii
ABSTRACT	viii
1. GİRİŞ.....	1
1.1 Giriş ve Çalışmanın Amacı	1
2. BASINÇLI KAPLARIN KAYNAK DİKİŞLERİNE UYGULANAN TAHRİBATSIZ MUA YENE YÖNTEMLERİ.....	4
2.1 Gözle Muayene.....	5
2.2 Sıvı Penetrant Testi.....	5
2.3 Manyetik Parçacık Testi	5
2.4 Radyografik Muayene Yöntemi.....	6
2.5 Ultrasonik Muayene Yöntemi.....	7
2.6 Tahribatsız Muayene Yöntemlerin Karşılaştırılması.....	7
3. AKUSTİK EMİSYON YÖNTEMİYLE TAHRİBATSIZ MUA YENE.....	8
3.1 Genel.....	8
3.1.1 Akustik Emisyon teknolojisinin Gelişimi.....	8
3.1.2 AE Oluşumu ve Algılanması.....	9
3.2 Akustik Emisyonun Diğer Test Yöntemleri ile Kıyaslaması.....	10
3.3 Uygulama Alanları.....	11
3.4 Akustik Emisyon İzlemeye Genel Bakış.....	12
3.5 Tasarım Hususları	13
3.6 Temel Kavramlar.....	13
3.6.1 Akustik Emisyon Kaynakları.....	13
3.6.2 Emisyon Çeşitleri.....	14
3.6.3 Emisyon Sinyalinin Yayılma Özellikleri.....	16
3.7 Sinyal Analiz Parametreleri.....	16
3.8 Akustik Emisyon Yoklamalarında Kullanılan Teknik ve Uygulamalar.....	19
3.8.1 İzlenecek Frekanslar.....	19
3.8.2 Emisyon Kaynaklarının Konumu.....	19
3.8.3 Sinyallerin Çevresel Gürültüden Ayırt Edilmesi.....	20
3.8.4 Gerçek-Zamanlı İzleme.....	24
3.8.5 Periyodik Veri Değerlendirmesiyle Yapılan Sürekli İzleme ve Veri Biriktirme	25
3.9 Akustik Emisyon Enstrümantasyon Sistemleri	25
3.9.1 Enstrümantasyon Seçimi	25
3.9.2 AE İzleme Sistemi	26

	Sayfa
3.9.3 Çok Kanallı Sistemler	29
3.9.4 AE Analizinde Bilgisayarın Faydası	30
3.10 Akustik Emisyon Test Düzeni.....	31
3.10.1 Sensörlerin Yerleşimi.....	31
3.10.2 Hassaslık Seçimi Prosedürleri.....	36
3.10.3 AE İzlemede Yükleme Prosedürleri	36
3.10.4 Kayıt Tutulması	37
3.11 Veri Gösterimleri.....	37
4. BASINÇLI KAPLARDA AKUSTİK EMİSYON MUAYENE YÖNTEMİ.....	41
4.1 Basınçlı Kaplarda Akustik Emisyon Testi Uygulama Zamanları	41
4.1.1 Yeni İmal Edilmiş Basınçlı Kapların Testleri	42
4.1.2 Kullanımdaki Basınç Kaplarının Testleri	43
4.1.3 Basınçlı Kaplarının Sürekli Gözlenmesi.....	45
5. DENEYSEL ÇALIŞMA	46
5.1 Deneyin Amacı	46
5.2 Deney Malzemesinin Özellikleri	46
5.3 Deney Malzemesinin Teste Hazırlanması	47
5.4 Deney Sonuçlarının Değerlendirilmesi	50
6. SONUÇLAR ve ÖNERİLER.....	81
KAYNAKLAR.....	84
ÖZGEÇMİŞ	85

KISALTMA LİSTESİ

AE Akustik Emisyon
ASME The American Society of Mechanical Engineers
ASTM The American Society for Testing Materials
SPI Society for Plastic Industries



ŞEKİL LİSTESİ

	Sayfa
Şekil 1.1 Akustik emisyon yöntemi çalışma sistemi	3
Şekil 3.1 AE oluşumu ve algılanması	9
Şekil 3.2 Patlamalı Emisyon	14
Şekil 3.3 Sürekli Emisyon.....	14
Şekil 3.4 AE sinyali farkedilme prensibi ve AE sinyali ölçüm parametreleri	17
Şekil 3.5 AE puls eğrileri	18
Şekil 3.6 Tipik AE sinyali ve puls pikleri sayısı.....	18
Şekil 3.7 Sensörün sinyal alması için üçgensel yerleşimi.....	20
Şekil 3.8 Sensör pozisyonlarını ve AE kaynağı alanları	24
Şekil 3.9 Bir AE izleme sisteminin blok şeması	26
Şekil 3.10 Bir AE sensörünün tipik yapısı	28
Şekil 3.11. Sensörde elektronik sinyale dönüşmüş bir AE sinyali.....	28
Şekil 3.12 Dört kanallı bir AE sisteminin blok diyagramı.....	29
Şekil 3.13 AE kaynak yerlerinin tespiti için 128 kanallı veri terminali.....	30
Şekil 3.14 Bir bütan küre tankının model sensör planı ve algılanan emisyonların yerleri	34
Şekil 3.15 Küresel basınçlı kap sensör yerleşimi.....	34
Şekil 3.16 Yatay basınçlı kap sensör yerleşimi.....	35
Şekil 3.17 Dik basınçlı kap sensör yerleşimi	35
Şekil 3.18 Tipik AE veri gösterimleri	38
Şekil 3.19 Kaiser ve Felicity Etkileri	39
Şekil 4.1 Akustik Emisyon Testinde Basınçlandırma Kademeleri ve Süreleri.....	42
Şekil 5.1a Küre tankın yapısı - 2000m ³ - 9 ayaklı	55
Şekil 5.1b Küre tankın yapısı - 2000m ³ - 9 ayaklı	56
Şekil 5.2.a Ardışık teorik yükleme	57
Şekil 5.2.b Ardışık gerçek uygulama	57
Şekil 5.2c 1.Basınçlandırma devresi	58
Şekil 5.2d 2.Basınçlandırma devresi.....	59
Şekil 5.3 IPAC-ASME tablosu	60
Şekil 5.4 IPAC sınıflandırması	61
Şekil 5.5 Global Emisyon	62
Şekil 5.6a Kümülatif enerji - zaman (sn.) grafikleri, (1-21 kanalları arası)	63
Şekil 5.6b Kümülatif enerji - zaman (sn.) grafikleri, (22-42 kanalları arası)	64
Şekil 5.7a Bölgesel emisyon aktivitesi - kanal 17	65
Şekil 5.7b Bölgesel emisyon aktivitesi - kanal 18	66
Şekil 5.7c Bölgesel emisyon aktivitesi - kanal 19	67
Şekil 5.7d Bölgesel emisyon aktivitesi - kanal 20	68
Şekil 5.7e Bölgesel emisyon aktivitesi - kanal 21	69
Şekil 5.7f Bölgesel emisyon aktivitesi - kanal 22	70
Şekil 5.7g Bölgesel emisyon aktivitesi - kanal 23	71
Şekil 5.7h Bölgesel emisyon aktivitesi - kanal 24	72
Şekil 5.7i Bölgesel emisyon aktivitesi - kanal 25	73
Şekil 5.7j Bölgesel emisyon aktivitesi - kanal 41	74
Şekil 5.8.a AE olay yerleri - doğrusal görünüş	75
Şekil 5.8b AE olay yerleri - plan görünüş.....	76
Şekil 5.8c AE olay yerleri - plan görünüş	77
Şekil 5.8d AE olay yerleri - alt plan görünüş	78
Şekil 5.8e AE olay yerleri - üst plan görünüş	79
Şekil 5.9 Test Edilen Küre Tank (2000 m ³)	80

ÇİZELGE LİSTESİ

	Sayfa
Çizelge 3.1 Eşik Hassasiyetleri	36
Çizelge 4.1 Akustik emisyon testinin tipik petrol ve kimya endüstrisindeki kullanımı.....	43
Çizelge 5.1 Akustik emisyon bölgelerinin MONPAC/IPAC kriterlerine göre sınıflandırma..	49



ÖNSÖZ

Tez çalışmamda her türlü yardımı esirgemeyen hocam Doç.Dr. Selahattin Yumurtacı'ya çok teşekkür ederim.

Deneylelerdeki yardımları için Tübitak Marmara Araştırma Merkezi'nden Sabri Tuncel ve Aygaz Anonim Şirketi'nden H.Okan Var'a teşekkürlerimi sunarım.

Teknik desteklerini esirgemeyen Türk Loydu Vakfı'ndan Hasan Habiboğlu ve s&q Mart'dan Cem Dericioğlu ve Tuv Rheinland'den H.Reşat Sarı'ya teşekkür ederim.

Ayrıca çalışmalarım sırasında bana destek olan annem Zafer Büyükbaş'a ve değerli arkadaşım Murat Şahin'e teşekkür ederim.

Çalışmamda emeği geçen kişi ve kuruluşlara en içten şükranlarımı sunarım.



ÖZET

Tahribatsız muayene yöntemlerinden birisi olan Akustik Emisyon (AE) yönteminin temel prensiplerinin ayrıntılı olarak açıklanıp, uygulama alanlarının izah edilmesi ve ayrıca Basınçlı Kapların kaynak dikişi kusurlarının bütün kap yüzeyindeki yerlerinin AE tekniği kullanılarak tespit edilmesi bu tez çalışmasının amacını oluşturmaktadır.

İlk iki bölümde konuya temel oluşturan tanımlara yer verilmiştir. Basınçlı kaplar ve tahribatsız muayene yöntemlerinin önemi vurgulanmıştır. Üçüncü bölümde akustik emisyon yöntemi hakkında bilgiler ayrıntılı olarak verilmiştir.

Dördüncü bölümde basınçlı kaplarda akustik emisyon yönteminin uygulanması anlatılmıştır. Beşinci bölümde deneysel test çalışması yer almakta ve testde akustik emisyon muayenesinin 2000 m³'lük bir küre tankta hidrostatik test ile birlikte uygulanması incelenmiş, bu sayede küre tankın kaynaklı imalatından veya tank işletme dahilindeyken oluşabilecek kusurların yerleri saptanmaya çalışılmıştır.

Sonuç bölümünde, deneysel test çalışmasında elde edilen sonuçlar ve çalışmanın geliştirilmesine yönelik öneriler sunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: akustik emisyon, basınçlı kaplar, tahribatsız muayeneler, hidrostatik test, çatlak

ABSTRACT

This research work's objective is to explain in detail the basic principles of Acoustic Emission (AE) method, one of the non-destructive methods of inspection, their areas of implementation, and the determination of the welding seam fault spots of Pressure Vessels on the whole vessel surface using AE technique.

The first two sections contain the definitions the subject is based on. The significance of pressure vessels and non-destructive methods of inspections are emphasized. In the third section, detailed information is given about the Acoustic Emission method.

In section four, application of Acoustic Emission method in pressure vessels is described. In the fifth section is the experimental test study, implementation of Acoustic Emission inspection in a Spherical Tank with a volume of 2000 m³ together with hydrostatic test has been examined, and thanks to that efforts were exerted to determine the sites of faults that may firm during the welded production of the tank or when the tank is under operation.

In the conclusion section, results obtained during the experimental test study, and suggestions aimed at the development of this study are presented.

Keywords: acoustic emission, pressure vessels, non-destructive inspections, hydrostatic test, crack

1. GİRİŞ

1.1 Giriş ve Çalışmanın Amacı

Basıncı kaplar; $0,490.10^5$ Pa ($\approx 0,5$ atü) ve daha yüksek üst basınçlı sıvı ve gazların üretiminde taşınmasında ya da depolanmasında kullanılan küre, silindir biçimli veya küre, silindir ya da koni biçimli hacimlerin birleştirilmesinden oluşan atmosfere kapalı kaplardır.(TSE 3362, 1979)

Endüstri tesislerindeki ihtiyacı karşılamak üzere artan buhar enerjisi, sıvı ve gaz yakıt ile sanayide kullanılan gazların, üretimi, taşınması ve depolanmasında kullanılan basınçlı kapların istenilen emniyeti ve görevi yerine getirmesi gerekir. Bu durum hem imalatçı hem de kullanacak olan alıcı firma tarafından istenmektedir. Ayrıca gelişen endüstri ve imalat sanayinde dışa açılmada standartlara ve kurallara uygun basınçlı kap imal etmek kaçınılmaz bir gerçektir. (Habiboğlu, 1993)

Bu bakımdan basınçlı kapların tasarım, imalat ve kontrolleri Ulusal ve Uluslararası standartlara uygun olarak yapılmalıdır. Bu kapların gerek imalat, gerekse işletme şartlarında hem güvenlik açısından hem de sağlıklı bir işletme rejiminin elde edilmesi için çeşitli muayene yöntemleriyle sürekli kontrol altında bulundurulması gerekmektedir. Bu konuda her ülkede kabul edilen farklı standartlar mevcuttur. Örneğin dizayn, imalat, montaj ve işletmede, Avrupa kıtasında ağırlıklı olarak Alman standardı AD-Merkblätter normları kullanılırken, Amerika kıtasında ASME normları esas alınmaktadır. Esas alınan norm hangisi olursa olsun, basınçlı kaplarda çeşitli tahribatlı ve tahribatsız muayenelerin yerine getirilmesini zorunlu kılmaktadır.

Günümüzde açık pazar koşulları ve rekabet nedeniyle sadece üretmek yeterli olmamakta; güvenilir, kaliteli, çevre dostu ve rekabet edebilir maliyetlerde üretim ve imalatı gerçekleştirmek gerekmektedir.

1960'lı yıllardan itibaren, tüketicilerin beklentilerinin artması ve pazar koşullarının ağırlaşması, firmaları yeni üretim teknikleri ve kalite stratejileri geliştirmek zorunda bırakmıştır. Piyasadaki amansız rekabet bir teknoloji savaşı olarak devam ettiğinden, firmalar sadece üretimi değil, sürekli olarak gelişen, güvenilir ve sonuçta tüketicinin ihtiyaçlarına

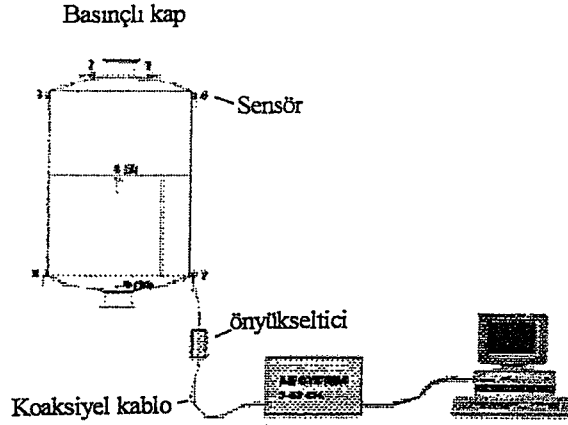
cevap veren ürünleri üretmek için çaba sarf etmektedirler. Bu yeni anlayış, yurt içi ve uluslararası ticarete mal ve hizmetlerin alışverişinde belirli kriterlere göre belgelendirme veya beyan zorunluluğu getirmektedir. Sistem, ürün, laboratuvar ve personel vasıflarının belgelendirilmesi, özellikle Avrupa Birliği ülkelerinin yetkili ulusal kuruluşları tarafından ortak Avrupa Standartlarına göre gerçekleştirilmektedir.

Kalite güvence stratejilerinin geliştirilmesiyle birlikte, ürün ve tesis güvenilirliğinin sağlanmasında tahribatsız muayene yöntemlerinin önemi artmıştır. Bunun sonucunda, özel cihazlar ve donanımlar ile personelinin eğitimini, vasıflandırılması ve sertifikalandırılmasını gerektiren bir yapı oluşmuştur. Dünyadaki bu değişime bağlı olarak, biraz gecikilmekle birlikte, özellikle dış ülkelerle ticari ilişkilerinin artması nedeniyle ülkemizde de bu konu ile ilgili faaliyetler başlamıştır.

Özellikle, imalat sanayiindeki uygulamaların yanısıra kimya, petro-kimya ve rafineri tesislerinde ve enerji santrallerinde tesis güvenliği, ekonomik işletme ve çevre koruması ile ilgili kurallar nedeniyle tahribatsız muayene alanındaki gelişme daha hızlı olmuştur. Diğer taraftan, ülkemizin jeo-stratejik konumu, ticari ilişkilerinin artması ve AB'ye giriş çabaları otomobil, makina, donanım, imalat, gemi inşaat ve elektronik sektörlerimiz ve bunların yan sanayilerindeki gelişmeler tahribatsız muayene konusuna olan gereksinimi arttırmaktadır.

Firmaların kontrol bölümlerinde amaca uygun yöntemlerin kullanılabilmesi için tahribatsız muayene birimlerine önemli görevler düşmekte ve vasıflandırılmış ve sertifikalandırılmış personele ihtiyaç duyulmaktadır. Ulusal ve ekonomik ihtiyaçların yanısıra Uluslararası Pazar koşulları ve yürürlüğe girmekte olan yeni standartlar da bu yöndeki gelişmeleri hızlandırmaktadır.(Gür, 1999)

Tahribatsız muayene yöntemlerinden birisi olan Akustik Emisyon (AE) yönteminin temel prensiplerinin ayrıntılı olarak açıklanıp, uygulama alanlarının izah edilmesi ve ayrıca Basıncılı Kapların kaynak dikişi kusurlarının bütün kap yüzeyindeki yerlerinin AE tekniği kullanılarak tespit edilmesi bu tez çalışmasının amacını oluşturmaktadır.



Şekil 1.1 Akustik emisyon yöntemi çalışma sistemi

Şekil 1.1 'de Akustik Emisyon muayene sisteminin tipik çalışma sistemi görülmektedir. Şekil'de bir basınçlı kap, kap yüzeyine yerleştirilmiş sensörler, önyükselteç ve koaksiyel kablo bağlantısı ile sinyallerin yorumlanacağı bir bilgisayar bağlantısı sistemin çalışma yapısını göstermektedir.

Akustik Emisyon (AE), gerilme altındaki malzemelerde bir yada daha çok yerel kaynağın aniden enerji salarak geçici elastik dalgalar ürettiği geçici mekanik titreşimler olarak tanımlanır. Emisyon enerji seviyeleri, metallerdeki birkaç dislokasyonun hareketinden, yapıların yıkımsal çatlamlarına yol açan enerji seviyesine kadar değişir.

Kısaca, akustik emisyon tahribatsız muayene yöntemi; değişen malzeme durumlarını gerçek zamanda izlemek ve bu emisyon merkezlerinin yerini bulmak için kullanılabilir.

2. BASINÇLI KAPLARIN KAYNAK DİKİŞLERİNE UYGULANAN TAHRİBATSIZ MUAYENE YÖNTEMLERİ

Malzemelerin istenilen kaliteye uygunluğunu ve güvenilirliğini belirlemek amacıyla birçok test yöntemi geliştirilmiştir. Tahribatsız muayene, malzemelere, fiziksel ve mekaniksel dolayısıyla da ticari değerlerini etkilemeden, uygulanabilen test yöntemlerinin tamamına verilen addır. Tahribatsız muayene yöntemleri, üretim öncesinde, üretim sırasında, mamul üründe, ürünün servisi ve servis sonrası bakımda olmak üzere malzemenin ilerlediği her basamakta uygulanabilir ve testlerin tekrarı mümkündür.

Tahribatsız muayenelerin gelişimini sağlayan ana etkenleri aşağıdaki şekilde sıralamak mümkündür:

- Parça ve konstrüksiyonların hafifletilmesi nedeniyle, limit dizaynlara doğru yönelme ve bu dizaynlarda kusursuzluk olayının ön plana çıkması.
- İmalatın belirli bir kademesinde hatayı önceden tespit ederek, sonraki işçilik masraflarının minimuma indirilmesi imkanı.
- İşletme esnasında ortaya çıkabilecek kazalara yol açabilecek malzeme yada imalat hatalarının önceden tespit edilerek, gerekli önlemlerin alınmasıdır.(Topuz, 1993)

Bu çalışmanın ana konusunu oluşturan akustik emisyon testi, klasik tahribatsız muayene yöntemlerine alternatif olarak kullanılan ya da bazılarıyla birlikte kullanım alanı bulan bir tahribatsız muayene yöntemidir.

Akustik emisyon yöntemin daha detaylı olarak incelenmesine geçmeden önce, diğer yöntemlerin basınçlı kapların muayenesindeki yerlerinin kısaca incelersek; tahribatsız muayene, gözle muayene yöntemiyle başlar. Kaynak dikişlerinin testinde gözle muayenenin yanında en çok kullanılan yöntemler sıvı penetrant, manyetik parçacık, radyografik, ve ultrasonik muayene yöntemleridir. Birbirlerine göre olumlu ve olumsuz yanları bulunan bu yöntemlerden uygun olanlar, standartlar çerçevesinde, kaynaklanacak malzemelerin cinsi, geometrisi, kaynaklanabilirliği ve karakteristikleri gibi birçok etken gözönüne alınarak belirlenir.

2.1 Gözle Muayene

Tahribatsız muayenenin ilk adımı gözle muayenedir. Bu yöntem kaynak öncesi, kaynak sırası ve kaynak sonrasında olmak üzere üç bölümde uygulanır. Kaynak öncesinde malzemenin boyutları, cinsi, temizliği gibi etkenler, kaynak sırasında ayarlanan amper ve voltajın uygunluğu, gaz akışında ve kaynak banyosunda meydana gelen düzensizlikler gibi etkenler kontrol edilmelidir. Kaynak işlemi bittikten sonra da standartlara veya özel hazırlanmış şartnamelere göre kaynak dikişleri gözle muayene edilmelidir.

Gözle muayenenin amacı sadece oluşan hataları belirlemek değil, aynı zamanda bu hataların ortaya çıkmasına neden olan etkenleri kontrol etmektir.

2.2 Sıvı Penetrant Testi

Yüzeye açık süreksizlikleri belirlemek için kullanılan yöntemdir. Sıvı penetrant yöntemine, genel olarak, temizlenmiş yüzeye penetrant adı verilen kimyasalların uygulanmasıyla başlanır. Bekleme süresi tamamlandıktan sonra, yüzey belli kurallara uyularak temizlenir ve geliştirici olarak adlandırılan diğer bir kimyasal uygulanır. Bu uygulamadan sonra malzeme yüzeyine açık süreksizlikleri belirlemek üzere gözle muayene süresi başlar.

Sıvı penetrant yönteminin kaynak dikişlerine uygulanışı sırasında yerine getirilmesi gereken koşulların belirlendiği standartlara ASME Bölüm 5 örnek verilebilir.

Sıvı penetrant yöntemi her türlü malzemenin kaynağına uygulanabilir, ancak unutulmaması gereken nokta bu yöntemle kaynak dikişi içindeki hataların belirlenememesidir.

2.3 Manyetik Parçacık Testi

Yüzey ve belli ölçülerde yüzeyaltı süreksizliklerini belirlemeye yarayan tahribatsız muayene yöntemidir. Bu yöntem manyetiklenebilen parçalar için kullanılabilir.

Manyetik alan uygulandığı anda, süreksizliklerin bulunduğu bölgelerde kaçak akı oluşur. Süreksizlikler, kaçak akı oluştuğu anda, özel olarak hazırlanmış manyetiklenen tozlar

uygulanarak belirlenebilir. Manyetik parçacık testi uygulanırken ana hatlarıyla dikkat edilmesi gereken üç nokta vardır;

- Test edilecek malzemenin manyetiklenebilir olması.
- Yeterli miktarda manyetik alan oluşturulması.
- Doğru yönde manyetik alan oluşturulması.

ASME Bölüm 5, sıvı penetrant yönteminde belirtildiği gibi, manyetik parçacık testiyle kaynak dikişlerinin muayenesinde başvurulacak standartlardan birisidir.

2.4 Radyografik Muayene Yöntemi

Radyografik muayene, basınçlı kapların muayenesinde kullanılan en eski yöntemlerdendir. Sağladığı avantajları; ilgili standartların iyi tanımlanmış olması ve buna bağlı olarak da, kolay anlaşılması ve muayene sonuçlarının kolaylıkla yorumlanabilmesidir.

Radyografların yaygın olarak kullanılmasının başlıca sebebi; muayene sonuçlarının sürekli olarak kaydedilebilmesi, bu kayıtların her zaman temin edilip , gözden geçirilmesine imkan sağlamasıdır. (Topuz, 1993)

χ ve γ (gama) ışınlarının malzeme içine nüfuz edebilme özelliğini kullanarak yüzey altı hatalarının belirlenebildiği tahribatsız muayene yöntemidir.

Radyografik muayene yönteminde, test edilecek malzeme, χ ve γ ışın kaynağıyla film arasına yerleştirilerek ışın kaynağı tarafından pozlanır. Pozlanan film banyo edilerek film üzerinde oluşan kontrast farkları yardımıyla malzeme içindeki süreksizlikler belirlenebilir.

Radyografik muayene kaynak dikişlerinin testiyle birlikte kaynakçı eğitiminde de en çok kullanılan tahribatsız muayene yöntemidir.

Radyografik muayene yöntemi özellikle kaynak dikişinde oluşan gaz boşlukları, curuf kalıntıları, yanma olukları, yetersiz nüfuziyet ve çatlak türü hataları belirlemede en etkili yöntemdir. Bununla beraber ışın kaynaklarının kaynak dikişine uygun durumda konumlandırılmaması en önemli problemdir.

2.5 Ultrasonik Muayene Yöntemi

Genel olarak malzeme içindeki hataları belirlemeye yarayan ve test edilecek malzemenin kalınlığı arttıkça radyografik muayenenin yerini alan yöntemdir.

Ultrasonik muayene yönteminin çalışma prensibi, malzeme içine gönderilen ses dalgalarının süreksizliklerden yansiyarak geri algılanmasıdır. Bu yöntem, ses demetine dik konumlanmış hataların belirlenebilmesinde en etkili yöntemdir.(Koçum, 1997)

Levhalarındaki katmer hatalarının yanında, kaynaklı parçalardaki hataların tespit edilmesinde kullanılır. Bu yöntemin kabul standartları, radyografi için kabul edilenlerle paraleldir. Ultrasonla muayene, çatlakların tespitinde, radyografiden daha etkindir fakat çatlakların, diğer lineer hatalardan ayırt edilmesi güçtür. (Topuz, 1993)

Kaynak dikişlerinin testinde, süreksizliklerin belirlenebilmesi, nasıl konumlandıklarına bağlı olduğundan, ultrasonik muayene değişik yönlerden taramalar şeklinde yapılmalıdır.

2.6 Tahribatsız Muayene Yöntemlerin Karşılaştırılması

- Kaynak dikişlerinin tahribatsız muayenesinde ilk basamak gözle muayenedir. Her kaynakçı uygulamaktadır.
- Sıvı penetrant testi her türlü malzemeye uygulanabilir. Ancak, yüzey süreksizliklerini açığa çıkarır.
- Manyetik parçacık testi manyetiklenebilen parçalara uygulanabilir. Yüzey ve yüzeye çok yakın yüzeyaltı süreksizliklerinin belirlenmesinde kullanılır. Sıvı penetranta göre daha hassas yöntemdir.
- Radyografik muayene yüzeye dik konumlanmış veya hacimsel hataların bulunmasında en sık kullanılan yöntemdir. Çekilen filmler, kaynak dikişlerindeki süreksizliklerin arşivlenmesini sağlayan belgelerdir.
- Ultrasonik muayene daha çok yüzeye paralel hataları belirlemek için kullanılan uzmanlık gerektiren, hassas bir yöntemdir.
- Süreksizlikler, mümkünse tahribatsız muayene yöntemlerinden en az ikisini birbirini tamamlayıcı şekilde uygulanmasıyla belirlenmelidir.

3. AKUSTİK EMİSYON YÖNTEMİYLE TAHRİBATSIZ MUAYENE

3.1 Genel

Akustik Emisyon (AE), gerilme altındaki malzemelerde bir yada daha çok yerel kaynağın aniden enerji salarak geçici elastik dalgalar ürettiği geçici mekanik titreşimler olarak tanımlanır. Emisyonu bırakmak ya da yaratmak için gerilim ya da başka bir uyarıcıya ihtiyaç vardır. Emisyon enerji seviyeleri, metallerdeki birkaç dislokasyonun hareketinden, yapıların yıkımsal çatlamlarına yol açan enerji seviyesine kadar değişir. Aslında depremler de akustik emisyonun bir formudur. (Bray, 1995)

Genel olarak akustik emisyon izleme sistemleri aygıtları, çatlak başlangıcı ya da ilerlemesinden, korozyon gibi kimyasal eylemlerden ve sıkışık noktaların dislokasyon hareketinden kaynaklanan sesleri dinlerler. Bununla birlikte sensörler büyüyen bir çatlağı bulamazlar.

Kısaca, değişen malzeme durumlarını gerçek zamanda izlemek ve bu emisyon merkezlerinin yerini bulmak için kullanılabilir. Ancak, çatlak gibi bazı hataların boyutu tespit edilemediğinden bazen emisyon merkezlerini radyografi ve ultrasonik gibi bazı diğer tahribatsız muayene metodları ile bulmak gerekmektedir. Örneğin, bir ispat testi esnasında, büyük bir basınçlı kabın kuvvetli emisyonlar üreten sadece iki ya da üç konumu olabilir; bu yüzden, basınçlı kabın yapısal değerlendirilmesi iki ya da üç radyograf veya birkaç dakikalık bir ultrasonik test ile bitirilebilir. Ancak akustik emisyon olmadan, geniş bir kaptaki bütün kaynakların radyografi ve ultrasoniklerle yüzde yüz yoklaması çok daha fazla zaman alıcı ve pahalı olur.

3.1.1 Akustik Emisyon Teknolojisinin Gelişimi

Akustik emisyon (AE), malzemelerin durumunu göstermek amacıyla çok eski zamanlardan beri kullanılmaktadır. Bu teknolojinin ilk uygulaması, soğuma esnasındaki kalitesiz çömleğin çatlak seslerinden yola çıkarak tespit etmeyi öğrenen çömlekçiler tarafından kullanılmıştır. Gerilme altındaki malzemelerden açığa çıkan AE'nin farkedilmesi, aslında yeni bir gözlem değildir. Gemi ve maden ocaklarındaki destek ve payandaların çıkardığı gıcırtilardan, yakın

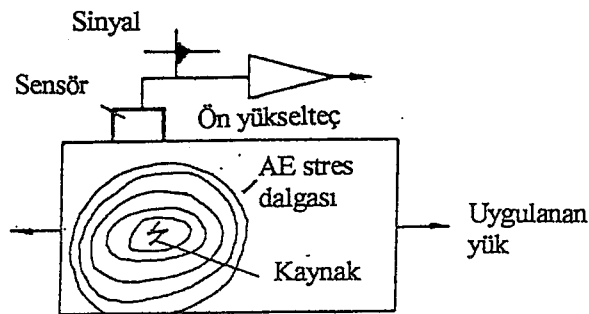
felaketlerin ilk habercisi olarak yüzyıllar boyunca yararlanılmıştır. Bütün bu örneklerde sesler, kulak tarafından duyulabilecek genliktedir ve frekansları da işitilebilirlik içindedir.

Modern AE araştırma çalışmaları, kulağın işitemeyeceği mertebedeki frekanslarda yayılan seslerle ilgilidir. Kabaca frekans aralığı 100 KHz ile 40 MHz olup, çoğu çalışmalar belli bir frekans bandı, örneğin metallerde 100KHz-1.2MHz bandı aralığında yürütülür. Bu tür sinyallerin genliği genellikle çok düşük olduğundan 100 dB mertebesinde kazançlar gereklidir. Dolayısıyla, modern AE çalışmalarının başlayabilmesi için uygun ve güvenilir çeşitli sensörlerin teknolojik olarak geliştirilmesi yanında, düşük gürültü seviyeli yüksek kazançlı yükselticilerinin geliştirilmesi de bir ön gereksinim olmuştur.

Modern AE çalışmaları ile ilgili bu konudaki asıl temel başlangıcın, Kaiser'in 1950'de yaptığı "Çekme Deneylerindeki Akustik Olayların İncelenmesi" konulu doktora tezi olduğu kabul edilmektedir. 1960'lardan itibaren sensör ve yükseltici teknolojilerinin de gelişmesi paralelinde AE tekniğine yoğun bir ilginin olduğu görülmüştür.(ASM Handbook, 1989)

3.1.2 AE Oluşumu ve Algılanması

Belirli bir yük altındaki malzemelerde temel AE kaynakları, çatlak başlangıçları, dislokasyon hareketleri, kristal düzlemlerinin kayması gibi yerel dinamik hareketleri kapsar. Ayrıca oksit tabakasının çatlaması gibi çeşitli yüzey etkileri de aktif AE kaynaklarını oluşturabilmektedir. Dolayısıyla, AE muayene yöntemi ile metal çatlak başlangıcı, yorulma çatlakları ilerlemesi, gerilmeli korozyon çatlaklarının saptanması ve dislokasyon hareketleri gibi çeşitli olaylar incelenebilir. AE oluşumu ve algılanması Şekil 3.1'de şematik olarak gösterilmiştir.



Şekil 3.1 AE oluşumu ve algılanması

Şekil 3.1'de de görüldüğü gibi uygulanan gerilim sonucu kaynaktaki ani hareket bir gerilim dalgası oluşturur. Yapıdaki yayılan dalgalar yüzeye yerleştirilen sensörü uyarır. Malzemeye uygulanan gerilim artarsa, akustik emisyonlar çok fazla miktarlarda üretilecektir. Yüzeye ulaşan zayıf titreşimlerin bir veya daha fazla sensör vasıtasıyla alınıp, yükseltilerek değerlendirilmesi, AE Muayene yöntemi olarak adlandırılır. Bazı hallerde, basit olarak sadece ses yayımını algılayabilen bir AE sistemi yeterli olmakla birlikte, yayımları karakterize etmeye ve onları, kaynakları ile ilişkilendirmeye girildiğinde daha karmaşık AE sinyal değerlendirmeleri gerekmektedir.(ASM Handbook, 1989)

İlk pulsun genişliği ve yüksekliği AE kaynağının dinamiğine bağlıdır. Mikroçatlak ve ani kırılma gibi kaynak prosesleri genelde birkaç mikrosaniye içinde tamamlanır. Dolayısıyla ilk puls "devam süresi" kısa olur. İlk pulsun genliği ve enerjisi, mikrodislokasyon hareketlerinden kaba çatlamalara kadar çok büyük bir aralıkta değişim gösterir.

AE tahribatsız muayene uygulamalarında, her kaynak olayının ayrıntısından ziyade, AE aktivitesinin istatistikî yönü ele alınır. Bu durumda dar bant algılayıcı sensörler ve alınan dalga şeklinin birkaç parametresini ölçebilen fakat saniyede yüzlerce sinyali işleyebilen elektronik donanımlar kullanılır.

3.2 Akustik Emisyonun Diğer Test Yöntemleri ile Kıyaslaması

AE yöntemi, diğer tahribatsız muayene yöntemlerinden esas itibariyle iki açıdan farklılık gösterir: Birincil olarak, sinyal kaynağı malzemenin kendi içindedir, harici kaynak değildir. Geleneksel tahribatsız muayene yöntemlerinde belirli bir enerji türü malzemeye dışarıdan verilerek, bu enerjinin malzeme tarafından nasıl zayıflatıldığı gözlenmektedir yani incelenen malzeme her zaman pasif durumdadır. Halbuki AE yönteminde malzemenin pasif durumu ortadan kaldırılmakta, asıl enerji malzemeye yük uygulayarak verilmekte ve bu şekilde aktif duruma geçirilen AE kaynakları ikincil bir enerji kaynağı olarak kullanılmaktadır. İkinci fark ise; diğer metodlar mevcut geometrik süreksizliklerin varlığını ve şeklini belirlerken, AE yöntemi süreksizliğin hareketini algılar. Bu temel farklılıkların oluşturduğu sonuçlar aşağıda özetlenmiştir. (ASM Handbook, 1989)

- Diğer muayene yöntemlerine göre AE yönteminin karakteristikleri

<u>AE yöntemi</u>	<u>Diğer Yöntemler</u>
- Hataların hareketini algılar.	- Hataların geometrik şeklini algılar.
- Yük gerektirir.	- Yük gerekmez.
- Her bir yükleme kendine özgüdür.	- Muayene tekrar edilebilir.
- Bir yapının bütünlük kontrolü tek aşamalı bir test ile yapılabilir.	- Malzemenin bölgesel tarama yoluyla tümünün taranması yapılır.
- Sadece sensörlere ulaşım yeterlidir.	- Muayene bölgelerinin tamamına ulaşımı gerektirir.
- Malzemeye çok bağlıdır.	- Malzemeye daha az bağlıdır.
- Geometriye daha az bağlıdır.	- Geometriye çok bağlıdır.
- Ana sorun : arka güdültü.	- Ana sorun : geometri.

3.3 Uygulama Alanları

AE, çok geniş bir alanı kapsayan bir doğal olaydır. En büyük ölçekli AE, depremsel olaylar olup, AE muayene ile incelenebilen en küçük ölçekli proses ise yük altındaki metallere dislokasyon hareketidir. Bu ikisi arasında geniş bir laboratuvar incelemesi ve endüstriyel test alanı bulunmaktadır.

Laboratuvar çalışması olarak, malzeme muayenesinde, deformasyon ve kırılma konularının incelenmesinde AE çok elverişli bir araçtır. AE, mikroyapı ve deformasyon şekline sıkı sıkıya bağlı olduğundan, malzemeler AE yayması açısından farklılıklar gösterirler. Gevreklik ve heterojenlik yüksek AE yayınmasına neden olan iki ana faktör olup, sünek deformasyon mekanizmaları alçak yayınma meydana getirirler.

Üretim sürecinde AE yöntemiyle muayene; kaynak dikişlerinin kontrolünde, lehimli bağlantılarda, sıcaklık ve basınç altında yapılan yapıştırma gibi şekil verme işlemlerinde kullanılmaktadır. Genel anlamda ise ne zaman bir proses malzemeyi yüklüyor ve kalıcı bir deformasyon meydana getiriyorsa orada bir AE testinin yapılabileceği gözönünde bulundurulabilir.(ASM Handbook, 1989)

Yapıların yapısal kontrolü amacıyla AE; basınçlı kaplarda, depolama tanklarında, boru hatlarında, uçak ve uzay araçlarında, köprülerde, demiryolu araçlarında hem yeni imal edilen kullanılmamış hem de servis sürecindeki donanımlarda, çatlakların, kaçakların tesbitine, korozyon ve kaynak hatalarının belirlenmesine yönelik olarak kullanılmaktadır. AE Yapısal Test Yöntemi ile ilgili ASME ve ASTM'de prosedürler mevcuttur.

3.4 Akustik Emisyon İzlemeye Genel Bakış

Akustik emisyonun avantajları, aktif hatanın verdiği sinyalin izleme sensörünün konumuna doğru bir yol bulduğu temel karakteristik de yatar. Ayrıca, bu pasif bir teknik olduğundan, bir uyarı göndermek için herhangi bir donanıma ihtiyaç duyulmaz. Alınan sinyaller depolanarak kayıt edilebilir. Emisyon tekniklerinin çatlak büyümesine karşı olan yüksek duyarlılığı ve büyüyen çatlakların konumlarının belirlenebilmesi diğer avantajlardır.

İlave bir avantaj, bütün bir sistemi aynı anda izleme yeteneğidir. Uzaktan izleme yöntemi ile akustik emisyon tekniği uygunsuz ortamlarda kullanılabilir. Dahası, test edilen parça genelde süreç boyunca işlemde kalabilir bu sayede yapı ve malzemelerin bütün hacmi makul bir masrafla incelenebilir. Ayrıca bu teknik uzun dönemli ve hizmet dahili izleme için uygundur.

Gerilim ve kimyasal aktivite gibi yani akustik emisyon olayını yaratacak bir diğer uyarıcıya olan gereksinim dezavantajları teşkil eder. Bu yüzden stabilize haldeki çatlaklar emisyon teknikleri kullanılarak tespit edilemez. Çatlakların ya da diğer hataların boyutu saptanamaz. Bazı malzemeler ve bazı malzemelerin belirli tavlari pek yayıcı değildir ve bu yüzden izleme için uygun değildirler. İzleme sisteminin yüksek duyarlılığı sorunlar ortaya çıkarır. Elektriksel karışma ve çevresel sesler emisyon sinyallerinden ayıklanmalıdır. Ayrıca, kompleks yapılarda görülen, kaynaktan sensöre birden fazla yol olması durumu sinyal teşhisini zorlaştırabilir.(Bray, 1995)

Uçakların, köprülerin, basınçlı kapların kaynaklarının ve gemilerin izlenmesi tipik uygulamalardır. Buna ilaveten, pompalardaki çarklar ve diğer dönme mekanizmaları, hidrolik valflerde izlenebilir.

3.5 Tasarım Hususları

Akustik emisyon ile izlenecek yapıların geniş plakalar ve silindirik şekiller gibi basit geometrik formlarda olması idealdir. Üst üste binmiş yüzeyler ve ses emici izolasyonlar olmamalıdır. Bununla birlikte, tasarım mühendisliği özelliklerin optimal kombinasyonunu seçmek ve değerlendirmek için uzlaşma gereksinim duyar. Bu kombinasyon genelde, yapısal imalat tamamlandığında herhangi bir tahribatsız muayeneyi zorlaştıran özellikleri içermemelidir. Burada vurgulanması gereken esas kavram, tasarım aşamasında yapıların malzeme özelliklerinin saptanması, üretimi ve servis hayatları için test gereksinimlerinin göz önünde bulundurulması gerekliliğidir. Muayeneyi kolaylaştıracak bir uzlaşma, parçanın yapısal bütünlüğü içerisinde daha uzun ve faydalı bir hayatı olmasına katkıda bulunur.

Akustik emisyon izleme teknolojisi, gürültülü ortamlarda konuşlanmış kompleks yapılardaki geçerli ve geçersiz sinyalleri ayırabilmeyi mümkün kılmak için geliştirilmiştir.

3.6 Temel Kavramlar

3.6.1 Akustik Emisyon Kaynakları

Akustik emisyon, ASTM tarafından “bir malzeme içerisindeki sınırlandırılmış bir kaynaktan aniden bırakılan enerji tarafından üretilen geçici gerilim dalgası” olarak tanımlanmıştır. Bu ani dağılımlara yol açan mekanizmalar aşağıda ;

Akustik Emisyon Kaynakları;

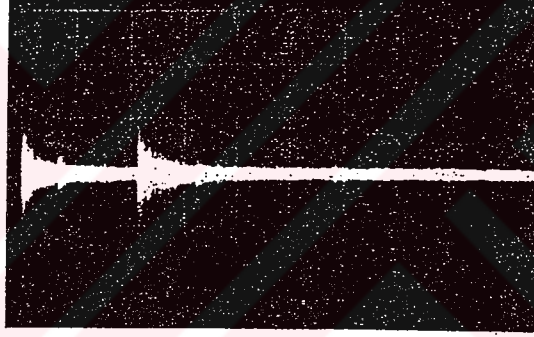
- Çatlak başlangıcı ve büyümesi
- Dislokasyon hareketleri
- Faz değişimleri
- Gevrek içeriklerin kırılması
- Kimyasal aktivite
- Kavitasyon (Bray, 1995)

Daha önce bahsedildiği gibi, akustik emisyonu tetiklemek için bir uyarıcıya ihtiyaç vardır. Önemli bir çeşit uyarıcı olan gerilim, mekanik olarak uygulanabilir, termal yoldan ya da değişen bir manyetik alan vasıtasıyla üretilir. Ferromanyetik malzemelerde, mekanik

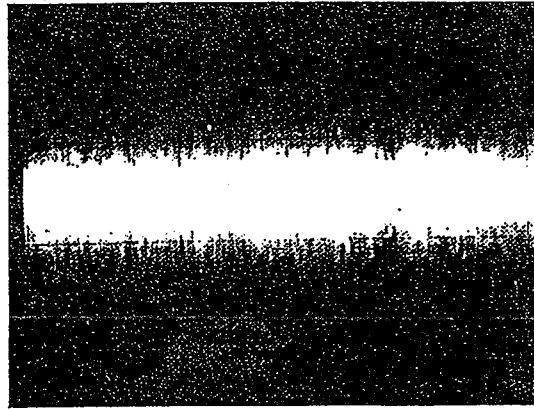
olarak uygulanan gerilim ya da manyetik alan kullanılması, manyetik alan hareketine neden olur. Bu hareket ve küçük hacimlerdeki malzemelerin karşılıklı etkileşimi AE üretir.

3.6.2 Emisyon Çeşitleri

Akustik emisyon sinyalleri geniş bir aralıktaki enerji seviyelerini ve frekansları kapsamakla birlikte genelde iki temel çeşit olarak kabul edilir; patlamalı ve sürekli olarak. Patlamalı olarak adlandırılan çeşit, tekil emisyon olaylarına karşılık gelen emisyon sinyallerine tekabül eden niteliksel tanımdır. Sürekli emisyon, ani oluşan emisyon olaylarından kaynaklanan ve açıkça uzun süre devam eden sinyal seviyesine verilen niteliksel terimdir. Bu emisyon çeşitlerine göre istenmeyen emisyonların teşhis edilip, filtre edilmesi kolaylaşır, mesela sızıntıların sürekli emisyon vermesi gibi. Bu emisyon çeşitlerinin örnekleri sırasıyla Şekil 3.2 ve Şekil 3.3’de gösterilmiştir.



Şekil 3.2 Patlamalı Emisyon



Şekil 3.3 Sürekli Emisyon

Sinyal enerji seviyelerinin tespiti için, seslere yükseltme gerektiren metallerdeki birkaç dislokasyon hareketinden, yükseltmeye hemen hemen hiç ihtiyaç duymayan yüksek seviyeli

seslere kadar değişir. Emisyon frekansları, insanların duyabileceği aralığın aőaęısı ile hemen üzeri arasındadır. Bununla birlikte, en pratik AE izlemeleri kilohertz ya da düşük megahertz aralığında yapılmıştır.(Bray, 1995)

Belirli AE mekanizmaları karakteristik dalga Şekilleri ve genlik aralığı olan sinyaller üretir. Araőtırmacılar, çeşitli kaynaklardan çıkan sinyallerin dalga Şekli karakteristiklerini değerlendirmek amacıyla spektrum analizörleri kullanarak emisyon üreten mekanizmanın veya hatanın çeőidini tespit etmeye çalışırlar. Böyle bir çalışma, sensör ve ilgili elektronik aygıtların her ikisinin de bant geniőlik karakteristikleri göz önünde bulundurularak yapılmalıdır. Bu aygıtların bant geniőlięinin dıőındaki sinyaller alınan uyarılardan filtrelenmek suretiyle ayıklanmasıyla olası önemli bilgilere ulaşmamızı sağlar.

Birçok malzemede yükleme yapıp boşaltıldığında ve daha sonra ikinci kez yükleme yapıldığında, ilk yükleme miktarı aőılmadıęı sürece akustik emisyon üretilemez. Buna mucidine atfen Kaiser etkisi denir. İlk yüklemekten önemli ölçüde düşük yük seviyelerinde AE üretilmesi olayına Felicity etkisi adı verilir. Bunun sebebi, tekrarlanan bir yükleme devrinde, belirli yükleme aralıkları boyunca ilavesel emisyon üretilmesine olanak tanıyan boşaltma esnasında iç gerilimin kısmen dağılmasıdır.(Bray, 1995)

Daha önce bahsedildiği gibi, bazı malzemeler akustik emisyonla izlenmek için uygun değildir. Bu malzemeler basitçe, plastik deformasyon ya da çatlama olduğunda yeterli ses yaymazlar. Aőıkardır ki spesifik uygulamalar için AE kullanımına bu gercek göz önünde bulundurularak karar verilmelidir. Sonuç olarak, yayılan seslerin genliğine tesir eden faktörler Şunlardır: Emisyonu artıran özellikler ve koşullar; anizotropik malzemeler, kırılma ya da bölünme hataları, çatlak yayılması, döküm yapıları, kusurlu malzemeleri, yüksek gerilim oranları, geniş tanecik boyutları, düşük sıcaklıkları ve kalın kısımları içermektedir. Buna karőıt Şekilde, emisyonu azaltan özellikler ve koşullar; izotropik malzemeleri, kanalcık hatalarını, çarpık yapıları, kusursuz malzemeleri, düşük gerilim oranlarını, küçük tanecik boyutlarını, yüksek sıcaklıklarını içerir.

3.6.3 Emisyon Sinyalinin Yayılma Özellikleri

AE testinde, bir yapının malzemesinin sönümlenme özellikleri büyük önem arz etmektedir. Bu özellikler, test malzemeleri için gereken sensörlerin "sayısını" ve "konumunu" önemli ölçüde belirler. Bir yapının sönümlenme özellikleri "malzeme çeşidi" ve "kalınlığıyla" belirlenir.

Pratik olarak, belirli bir izleme çalışması için, bir uyarı üretici ve bir sensör kullanarak elde edilecek bir taklit AE sinyal kaynağı kullanarak sönümlenme problemi tespit edilebilir. Burada esas sorun, bu taklit AE sinyallerinin enerji seviyesini, yapıya zararlı olacağı öngörülen hataların yol açacağı gerçek bir emisyonunkine göre ayarlamaktır. Önemli emisyonların hepsinin ortaya çıkarılmasını temin etmek için yüksek sönümlenmeye sahip malzemelerden yapılan yapılar çok sayıda sensöre ihtiyaç duyar. Malzemeler düşük sönümlenmeye sahipse çok daha az sayıda sensöre ihtiyaç duyulur.

3.7 Sinyal Analiz Parametreleri

AE sinyallerini ölçmede kullanılan metod, algılanan sinyalin bozulan genliğine göre sayılmasıdır. AE etkisi için, sinyallerin kabulü için bir eşik başlangıç değerleri tespit edilir. Bu süreç düşük seviyedeki AE sinyallerini ve arka plandaki gürültüyü devre dışı bırakır. AE sisteminde başlangıç seviyesi ayarlanabilir.(Bray, 1995)

Algılandıktan ve yükseltildikten sonra ana cihaza gönderilen AE sinyali burada daha fazla süzülür, yükseltilir ve nihai adım, artık, sinyalin belirlenmesidir. Bu, bir komparatör devresi ile sağlanır. Komparatör devresi, her ne zaman bir AE sinyali sabit bir eşik seviyesini aştığında sayısal çıkış pulsu üreten bir devredir. Sinyal, eşik seviyesi ve eşik seviyesini aşan pulslar arasındaki ilişki Şekil 3.4'de gösterilmiştir. Eşik seviyesi genellikle test hassasiyetine bağlı olarak operatör tarafından ayarlanır.

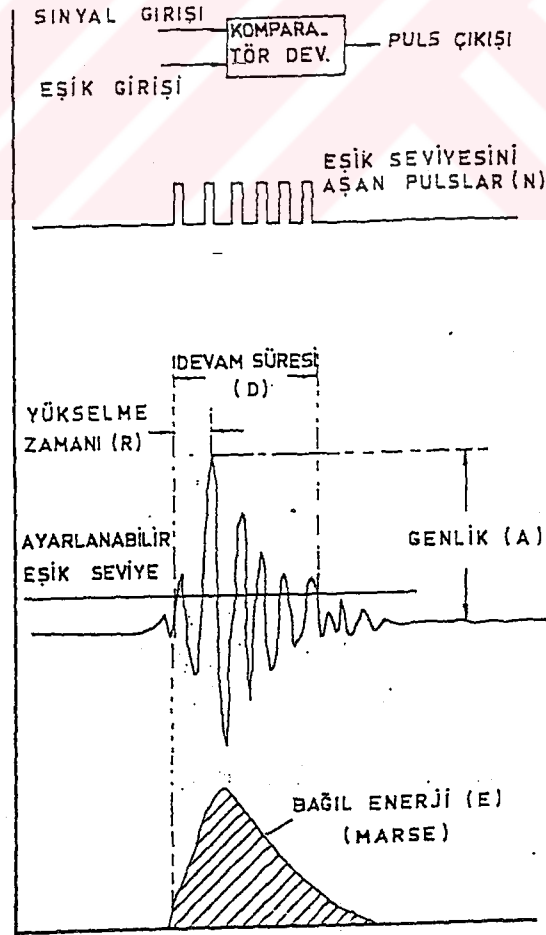
Akustik emisyon olaylarını karakterize etmek açısından önemli olan parametreler aşağıda listelenmiştir. AE tekniğinde beş temel sinyal ölçme parametresi kullanılmaktadır.

AE sinyallerini karakterize etmede kullanılan parametreler;

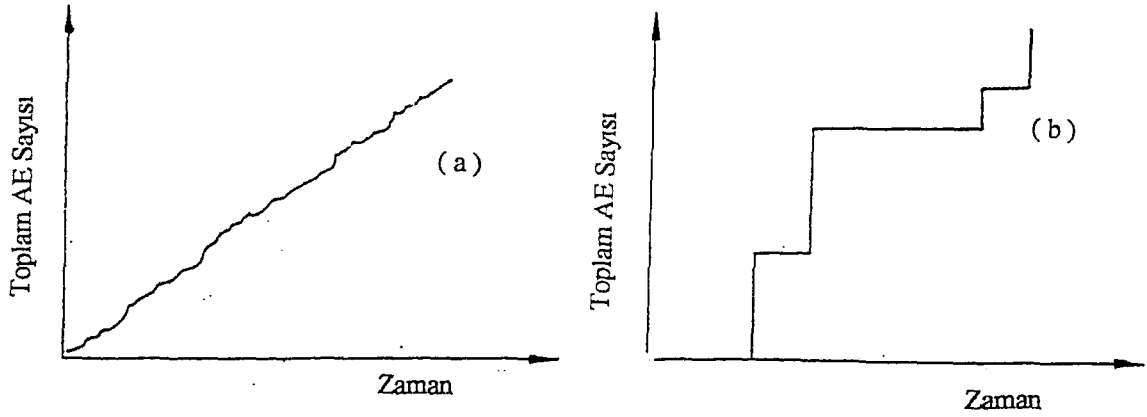
- Maksimum Genlik
- Sinyalin seçilen eşik ölçüsünün üzerinde devam süresi
- Olay başına düşen sayım (puls)(N)
- Düzeltilmiş Sinyal Zarfı altındaki Ölçülen Alan (Enerji-MARSE)
- Yükselme Zamanı

Genlik(A), bir AE dalga şeklinde oluşan en yüksek pik voltajıdır. Bir AE olayının farkedilmesini doğrudan tayin etmesi nedeniyle önemli bir parametredir. AE genlikleri kaynaktaki olayın büyüklüğü ile doğrudan ilişkili olup μV 'lardan voltlar mertebesine geniş bir alanı kapsar. AE genlikleri geleneksel olarak dB ile ifade edilir ve sensörde $1 \mu V=0 \text{ dBae}$, $10 \mu V=20 \text{ dBae}$, $100 \mu V=40 \text{ dBae}$ vb. dir.

Sayı (N), eşik seviyesini geçen puls sayısıdır. Şekil 3.4'deki bir AE pulsunda 6 sayma elde edilecektir. Şekil 3.5'de fazla sayıda küçük pulslu ve az sayıda büyük pulslu olaylar için elde edilen kümütatif (birbiri üzerine toplam) AE eğrileri görülmektedir.



Şekil 3.4 AE sinyali farkedilme prensibi ve AE sinyali ölçüm parametreleri



Şekil 3.5 AE puls eğrileri

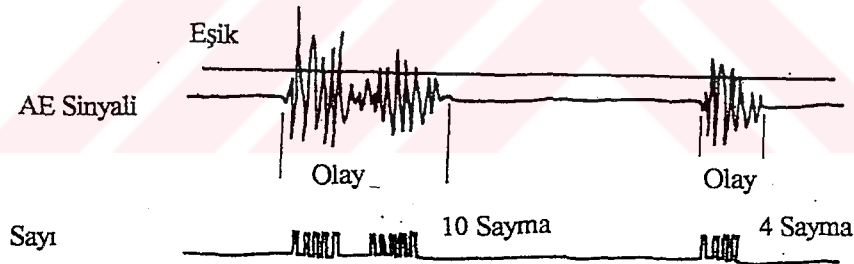
(a) Küçük pulslu çok sayıda AE için kümütatif eğri.

(Toplamda zamana bağlı olarak düzenli bir artış)

(b) Büyük pulslu az sayıda AE için kümütatif eğri.

(Toplamda zamana bağlı olarak basamaklı bir artış)

Diğer bir örnek olarak, Şekil 3.6'da tipik bir AE sinyali ve yükseltilmiş sinyalin 1 V eşik değerini aşması durumunda elde edilen dijital puls lar görülmektedir.



Şekil 3.6 Tipik AE sinyali ve puls pikleri sayısı

Enerji-MARSE, bazen enerji sayısı olarak da adlandırılır ve "düzeltilmiş sinyal zarfı altındaki ölçülen alan"dır. Bu amaca yönelik gerekli donanım daha karmaşık olmasına karşın, AE değerlendirmelerinde çoğu amaçlar için "Sayı"nın yerini almaktadır. Zira MARSE, genlik ve devam süresine bağlıdır.

Devam süresi (D), eşik seviyesini ilk ve son aşan pikler arasında geçen zamandır. Doğrudan mikrosaniye cinsinden ölçülebilir. Ayrıca gürültü süzme gibi sinyale nitelik kazandırma işlemlerinde de faydalıdır.

Yükselme zamanı(R), eşik değerini geçen ilk pik ile en yüksek pik arasında geçen zamandır. Bu parametre AE kaynağı ile algılayıcı arasında dalga ilerleme prosesi ile yakın ilişkilidir.

3.8 Akustik Emisyon Yoklamalarında Kullanılan Teknik ve Uygulamalar

3.8.1 İzlenecek Frekanslar

Tipik mühendislik uygulamalarında, emisyon sinyal frekanslarının sesten düşük seviyeden 50 MHz üzerilerine kadar bir aralıkta sıralandığı ortaya çıkmıştır. Bu yüzden, teknoloji kullanıcıları uygulamayı esas alarak izlenecek frekans aralığını seçmelidirler.

AE izlemede kullanılacak frekans bandının seçimi, genelde çevresel gürültülerin frekanslarının çoğunu aşacak şekilde yüksek, ancak emisyon sinyallerinin oluşturduğu frekansları aşacak kadar aşırı olmayacak şekilde bir aralık seçme meselesidir.

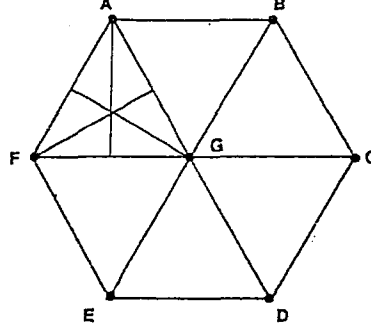
Spesifik uygulamalar ve teknoloji geliştirme araştırmaları için bu basit yaklaşımdan daha karışık frekans seçme prosedürleri gerekebilir.

3.8.2 Emisyon Kaynaklarının Konumu

Emisyon olaylarının yarattığı sinyallerin, dikkatle seçilmiş geometrik düzene göre konuşlanmış sensörlere ulaşmasındaki zaman farklılıkları (Δt), sinyal varış sırası AE kaynaklarının konumlarının belirlenmesi için kullanılır. Sensörlerin düzen ve dizilimleri çeşitli konfigürasyonlara elverişlidir. En çok faydalanılan ikisi üçgen ve lineer düzenlerdir. Üçgen düzenler, emisyon kaynaklarının düz levha gibi düz-tip yapılara ya da levha şeklinde düşünülebilecek basınçlı kaplar gibi silindirik yapılara yerleştirilmesi için kullanılır. Emisyon kaynaklarının düz bir doğru boyunca sıralanması bekleniyorsa lineer düzen kullanılır. Kaynakla birleştirilmiş iki parçanın izlenmesi buna iyi bir örnek teşkil eder.

Şekil 3.7'de bir hegzagonal oluşturan altı üçgen görülmektedir. Harfler sensörleri temsil etmektedir. Bir emisyon kaynağının konumunu tespit etmek için çeşitli sensörlere ulaşan uyarıların süresi ve sıralaması kullanılır. Örneğin; eğer sinyal A, F ve G sensörlerine aynı anda ulaşıyorsa, emisyon kaynağının üçgenin merkezinde olması beklenir. Bu dizilim ile izlenecek yapının tümü kapsanincaya kadar, daha başka üçgenler oluşturacak ilave sensörler

eklenebilir. Üçgenler, gereken sinyal akışının çözümlenebilmesinin tespit edilmesi için birden daha fazla kez bölünebilir. Üçgen merkezi haricindeki konumlar için emisyon kaynağının yerinin belirlenmesi daha karışıktır. Bu tarz durumlar için bilgisayar programları kullanılabilir.



Şekil 3.7 Sensörün sinyal alması için üçgensel yerleşimi

Teorik olarak, üçgenler iyice küçülene kadar bu üçgen süreci sürdürülebilir. Ancak, üçgenlerin birçok defa bölünmesinin karşısında teknik sorunların yanı sıra ekonomik sebeplerde bulunmaktadır. Bununla birlikte, hidrostatik test esnasında, geniş basınçlı kaplarda bile bir emisyon kaynağının konumu birkaç inch'lik bir alanda tespit edilebilir. Alan diğer tahribatsız muayene teknikleri yardımıyla daha etraflıca değerlendirilebilir.

3.8.3 Sinyallerin Çevresel Gürültüden Ayırt Edilmesi

Çevresel gürültü; elektriksel karışma veya çeşitli tipte akustik ve titreşim mekanizmaları tarafından kaynaklanmaktadır. Önleyici tedbirler alınmadığı takdirde, enstrümantasyonun bant genişliği içerisinde bir frekans karşılığı ve seçilen başlangıç ölçüsünün üzerinde bir genliği olan herhangi bir elektriksel sinyal yada geçici akustik dalga, geçerli AE sinyalleriyle birlikte sayılacaktır. Birçok uygulama için, elektriksel karışma sorununu çözmek pek zor değildir. İyi tasarlanmış bir enstrümantasyon ve belki konulacak bir filtre yeterli olacaktır. Kablolar üzerine çok tabakalı koruma ve sensörlerin yanına yerleştirilmiş iyi korumalı önyükselticiler gerekebilmektedir.

AE testlerinin başarısı, arka plan gürültüsünün üzerindeki ilgilenilen sinyalleri tespit edebilmeye bağlıdır. AE teknolojisinin giderek daha fazla durum için uygulama için geliştirilmesi sırasında, gürültü sorunlarının üstesinden gelmek için bir çok teknik geliştirilmiştir. (Pollock, 1988)

Gürültü kaynakları iki ana kategoriye ayrılır; elektrik ve mekanik;

Elektrik gürültüsü kaynakları şunlardır:

- ön-amplifikatörün baş kısmında ortaya çıkan 'beyaz' gürültü. İyi ön-amplifikatör tasarımı ile, bu gürültü teorik limite yaklaşan düzeylere düşürülebilir.
- Bilgisayar sistemlerinde ki parazit gürültüleri, iyi-tasarlanmış bir sistemde bu gürültü düşük olacaktır.
- Sistem ve yapının uygun olamayan elektrik topraklamasından kaynaklanan 'toprak devresi' gürültüsü. Genel olarak, bundan kaçınmak için AE sensörünün elektrik bağlantıları yapıdan izole edilmelidir.
- Elektrik anahtar devrelerinin, radyo istasyonlarının, vericilerinin, yıldırımların ve AE ekipmanının civarındaki bu gibi diğer elektromanyetik ışıyım kaynaklarının elektromanyetik paraziti.

Mekanik gürültü kaynakları şunlardır:

- Laboratuvar testlerinde, test makinesi gürültüsü
- Saha testlerinde, tesis işletme gürültüsü. Buna, kabın içindeki bileşenlerin gürültüsü ve bağlantı boruları boyunca dışarıdan gelen gürültü de dahil olabilir.
- Pompa ve valflerden gelen akış gürültüsü
- Tüm sürtünme işlemleri çeşitleri. Yükleme hareket üretir, böylece kap destekleri, merdivenler, kablolar vs. sahada yapılan testler sırasında gürültü kaynakları olabilir.
- Mekanik etki. Rüzgarın taşıdığı tozlar, yağmur ve hatta kar bile dış mekanda yapılan testlerde sorunlara neden olabilir.
- İnsan ve hayvan hareketleri. Sadece insanlar değil, aynı zamanda kuşlar, tünel kazan hayvanlar vs. test edilen nesnenin, sensörlerin yada kabloların yakınlarına hareket edebilir ve böylece gürültü çıkarabilirler.

Gürültü sorunlarının üstesinden gelebilmek için standart teknikler şunlardır:

- Düzgün işletme frekansının seçilmesi
- Özel frekans filtreleri
- Test duyarlılığının azaltılması
- Gürültünün kaynaktan durdurulması
- Gürültü kaynağı ve sensör arasına koruyucu yada zayıflatıcı araçların konması.
- Ekipmanın düzgün topraklanması.
- Gürültü-tabanlı kapı devresi (Pollock, 1998)

İşletme frekansı seçimi; AE araştırmalarının ilk zamanlarında, insanlar ses sahasında mikrofonlar ve radyo-teyp elektroniği kullanıyorlardı. Trafikten ve etrafta dolaşan insanların gürültülerinin karışmasını asgariye indirmek için üniversite öğrencilerinin deneylerini gecenin ortasında zemin kattaki laboratuarlarda yapmaları gerekiyordu. Arkadaki akustik gürültü daha yüksek frekanslarda çok daha sessizleşir, çünkü uzaktaki kaynaklardan gelen gürültüler daha kuvvetli biçimde hafifletilmiştir ve sensöre ulaşmaz. AE testlerinde en yaygın olarak kullanılan frekans sahasının 100 KHz ila 300 KHz bant aralığındadır.. Gürültü hala ciddi bir boyutta ise, bu durum sensörün gereken tespit sahasını tehlikeye atmayacaksa daha da yüksek bir frekansa çıkılabilir.

Özel frekans filtreleri; Mesela yarım mil uzunluğa kadar kablolar kullanan bir boru hattı üzerinde yapılan bir testte, osiloskop saniyede tam olarak 10'luk bir tekrarlamaya hızla geçici sinyaller gösterdi. Bu sinyallerin yakın incelemesi tam olarak 100KHz taşıyıcı frekansında darbeler olduklarını göstermiştir. Bu sinyaller çevredeki vericiden geliyordu; uzun kablolar anten görevi görüyordu. Orada bulunan 100 KHz'yi dışarı atmak için ayarlı özel filtre devreleri yapıldı ve parazit yapan sinyaller önemli oranda azaldı.

Test duyarlılığının azaltılması; Bu prosedür şüphesiz ancak azaltılan duyarlılık hala daha etkili teşhis koymak için gereken emisyonların tespitine izin veriyorsa kabul edilebilir. Cürufan kaynaklanan bir çok küçük ve orta boyutta emisyon ortaya çıkmıştı ve bu arada yüksek-genlikli sinyaller geniş çatlaklara neden olmuştu. Testi düşük duyarlılıkta yaparak, cüruf gürültüsü ortadan kaldırılırken çatlakların yeri de etkili biçimde belirlenebilirdi.

Gürültünün kaynaktan durdurulması; AE izlenirken, yakındaki makinelerde ses çıkaran metal bir plakadan arka plan gürültüsü çıkıyordu. Plaka ve makine arasına darbeleri yumuşatmak ve paraziti ortadan kaldırmak için bir parça lastik yapıştırılabilir.(Pollock, 1998)

Gürültü kaynağı ve sensör arasına koruyucu koyma; Yağmurun bir AE testini bozma tehlikesi vardı. Bu sorun kabın epey yukarısında desteklenen bir plastik plaka ile çözülebilir.

Zayıflatıcı araçların konması; Pompalardan gelen gürültü, metal bağlantılar yerine, pompa ile test edilen nesne arasında uzun bir esnek lastik hortum kullanılarak azaltılabilir.

Gürültü tabanlı kapı devresi; Büyük bir gaz depolama kabının sürekli olarak izlenmesi için, yağmur bir sorun teşkil eder. Bu durum, kabın üzerine monte edilen bir 'yağmur plakası' ile çözülür. Bu plaka üzerine monte edilen bir sensör, yağmur yağdığı anda tespit ediyor ve özel devreler de yağmur durana kadar kap üzerinde AE verileri toplama işini devre dışı bırakıyordu. (Pollock, 1998)

Geçersiz akustik sinyallerle sık karşılaşılır, bu sinyallerin gerçek emisyon olaylarından kaynaklananlarla ayırımını yapmak için kullanılan birkaç teknik aşağıda tarif edilmiştir:

- Genlik ve frekans ayırımı, istenmeyen sinyalleri bir AE sisteminden çekip almak için uygun bir yöntemdir. Bu, ses dizisindeki düşük frekanslı sinyalleri blok ederek, dolayısıyla seslerin büyük bir yüzdesinin AE sinyallerinin dışında tutulması ile olur.
- Genlik dağılımı analiz teknikleri, daha önce tartışılan tekniklere oranla daha karışıktır. Böyle bir teknik, sinyal genliklerini ölçecek, hafızasında tutacak ve bunları genliğe bağlı istatistiksel bir dağılımla gösterebilecek bir enstrümantasyona ihtiyaç duyar. Gelişen bir çatlaktan kaynaklanan AE sinyallerinin genlik yayılması 80 dB kadar olabilir. Bu tip bir veri, olayların logaritmik toplamı- genlik (dB) olarak sergilendiğinde ortaya çıkan eğri düz bir doğruya benzetilebilir. Bu doğrunun eğimi, malzeme özelliklerine, çatlak büyüme oranına ve benzeri faktörlere bağlıdır. Bu yöntem test bileşenlerindeki hataların tespitinde olduğu kadar, bazı çeşit sahte sinyallerin tespitinde de yararlıdır. Örneğin, sabit genlikte sinyal yaratan herhangi bir diğer aygıt ya da donanım genlik dağılım eğrisi üzerinde keskin bir tepe oluşturacak ve böylece kaynağın tespitine imkan verecektir.
- Filtreleme; bir alandan ya da hacimden gelen sinyalleri tespit etmek ve bunları diğer yönlerden gelen sinyallerden ayırmak için kullanılan bir tekniktir. İlk anda, sinyaller belirli bir bölgeden gelenler olarak tespit edilir ancak bu, sahte sinyallerin filtre edilmesi sorununu ortadan kaldırmaz. Bunun sebebi, uzakta konuşlanmış bir emisyon olayından kaynaklanan sinyallerin belirli bir sensöre geçerli sinyallerden daha önce, geçerli bir emisyonunla aynı zaman aralığında ulaşmasıdır. Geçerli emisyon kaynaklarının konum tespiti ve sahte sinyallerin filtre edilmesi, sinyal zamanından ve sıralama değişkenlerinden faydalanan bilgisayar programlarıyla çözümlenir.

Bir sinyal göndericinin konumu belirli olduğunda ve geçersiz verilerle karıştırmadan çatlak gelişimi gibi değişimler izlenmek istendiğinde bölge izolasyonu kullanılabilir. Hatalı bölgeye bir üç-sensörlü düzen, hata merkezde olacak şekilde yerleştirilebilir. Böylece, gelişen bir hatadan kaynaklanan emisyon bu üç sensöre hemen hemen aynı anda ulaşır. Bu üçgen dışında aynı levha üzerinde, emisyon başlangıcının aynı etkiyi yaratabileceği başka bir yer yoktur.

Plan pozisyon indikatörü (PPI), geçerli sinyalleri diğer gürültüden ayırmakta kullanılan bir grafiksel sunudur. PPI için, test malzemesinin yüzeyi planar olarak (CRT) temsil edilir. Bir emisyon sinyali oluştuğunda, malzemenin planar şekli üzerinde test maddesindeki emisyon kaynağının konumuna tekabül eden konumda bir nokta ortaya çıkar. Bu sinyalin genişleyen bir çatlaktan geldiği varsayılacak olursa, aynı alandan gelecek olan tekrarlı sinyaller noktanın ebat ve yoğunluk olarak büyümesine neden olur. Ortam gürültüsü malzeme plan şeklinin tüm yüzü üzerinde küçük, zayıf noktacıklar şeklinde dağılacaktır. Bu prosedür, geçerli AE olaylarını tespit etmek için uygundur. Şekil 3.8'de sensör pozisyonlarını ve AE kaynak haritasını göstermektedir.



Şekil 3.8 Sensör pozisyonlarını ve AE kaynağı alanları

3.8.4 Gerçek Zamanlı İzleme

AE teknolojisinin temel bir avantajı, mühendislik yapılarının gerçek zamanda izlenmesine izin vermesidir. Örneğin, bir basınçlı kabın izlenmesi bu teknolojinin ilk ve en çok faydalanılan uygulamalarındandır. Özellikle gerekli AE için basıncın çok uygun bir kaynak olduğu ve basınçlı kabın hatasının belirlendiği durumda emisyon sinyallerinin anında bir uyarı vermeleri gerçeği göz önünde bulundurulmalıdır. Bu nedenle, basınç yapma sistemi

uygun bir şekilde tasarlandığı takdirde, yüksek masrafa yol açabilecek hatalarının basınçlı kapta oluşmasından daha önce sorunlar halledilir. Buna ek olarak, diğer çatlak büyümelerine dair bilgi sağlanır. Basınçlı kap testine ek olarak, birçok akustik emisyon izleme çalışmalarında AE gerçek zamanlı izleme uygulanabilir. Malzeme yorulması ve korozyon testi, nükleer reaktörler ve boru döşeme işlemleri gibi alanlarda AE uygulanabilir.

3.8.5 Periyodik Veri Değerlendirmesiyle Yapılan Sürekli İzleme ve Veri Biriktirme

Uzun zaman periyotları boyunca çatlak büyümelerinin izlenmesinde yararlanılan temel kavram, çok sayıda sensörlere gelen emisyon sinyallerinin, her bir sensör kümesine varış sıralarının kaydedilmesidir. Böylece belirlenen bant aralıklarındaki bilgiler CRT üzerinde gösterilerek değerlendirilir. Bir önceki periyodik analizden sonra önemli bir çatlak büyümesinin olup olmadığını belirlemek için daha önceki değerlendirme analizleri kullanılabilir.

Birçok yılı kapsayan periyodik kontrollerin yapıldığı durumlarda, kritik çatlak büyümesinin aniden ortaya çıkışı pek olası değildir; bu yüzden yapıların %100 gerçek-zamanlı izlenmesine gerek duyulmaz, istense dahi genellikle maliyet engelleyici olur. Yüksek maliyetli uçak ve hatanın insan hayatı, görev ve uçak kaybı ile sonuçlanabileceği diğer mühendislik yapılarının yapısal bütünlüğünü temin etmek için seçilecek kritik bileşenleri izlemenin maliyeti karşılanabilir. Bu ihtiyaç, son yıllarda uçakların maliyetinin artması ve daha uzun periyotlarda güvenli servis hayatı isteği nedeniyle artmıştır.

3.9 Akustik Emisyon Enstrümantasyon Sistemleri

3.9.1 Enstrümantasyon Seçimi

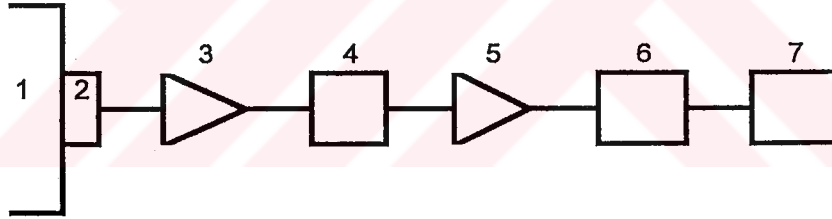
AE sisteminde kullanılan cihazların, aletlerin ve kullanılan sistemlerin bütününe enstrümantasyon denir. AE izleme için tasarlanmış geniş bir dizi enstrümantasyon mevcuttur. Bunlar küçük, tek amaçlı enstrümanlardan çeşitli tipteki verileri analiz edip görüntüleme yeteneğine sahip bilgisayarlı çeşitlerine kadar çeşitlidir. Bu enstrümanların büyük çoğunluğu gayet esnektir ve çeşitli tipteki uygulamalarda kullanılabilirler. Eğer sadece tek bir çeşit teste ihtiyaç varsa, basit ama daha uzman bir enstrümantasyon en ekonomik çözüm olacaktır. G

kanal sayısıdır. Veri işlemesine ve enstrümantasyon görüntülemesine ek olarak her bir sensör ön-yükselticilere, filtrelere ve esas yükselticilere gereksinim duyar. Bu nedenle, gerekli kanal sayısı iyi tespit edilememişse, yeterli kapasiteye sahip bir veri işleme donanımı satın almak daha ekonomiktir. Böylece gerek duyulduğu takdirde bazı bileşenler daha sonra eklenebilir.(Bray, 1995)

3.9.2 AE İzleme Sistemi

Bir AE izleme sisteminin amacı, AE kaynaklarından gelen tüm sinyalleri algılamak, bunların sayı ve dağılımlarını gerilim, basınç, sıcaklık gibi bir yada daha fazla deney değişkeni ile ilişkili olacak şekilde kaydetmek ve söz konusu kaynakların sınıflandırılmasını ve konumlarının belirlenmesini sağlamak olarak özetlenebilir.

Şekil 3.9'de gösterildiği gibi her AE izleme sisteminde, sinyalin ulaştığı ilk nokta algılayıcı olan sensörlerdir. Bunu sırası ile ön yükselteç, filtre, ana yükselteçi, sayıcılar, sinyal değiştirme ve işleme katı ile veri kayıt ve gösterim araçları izlemektedir.



- 1- Malzeme, 2- Sensör, 3- Ön yükselteç, 4- Filtre
- 5- Ana yükselteçi, 6- Sayıcılar, Sinyal değiştirme ve İşleme katı,
- 7- Veri kayıt ve Gösterim aygıtları

Şekil 3.9 Bir AE izleme sisteminin blok şeması

Sensörler: AE sinyallerinin malzeme yüzeyinde oluşturdukları titreşimleri elektriksel işaretlere çevirirler. Çoğu AE uygulamalarında yüksek hassasiyetli ayrıca mekanik gürültüye karşı daha az duyarlı olmaları nedeniyle piezoelektrik sensörler kullanılır.

Bu çınlayan sensörler, tercihli titreşim frekansına sahiptirler. Tipik bir AE testinde incelenen sinyalin dalga şekli üzerinde bu tercihli frekanslar etkindir. Bu çınlayan sensör geniş bantlı

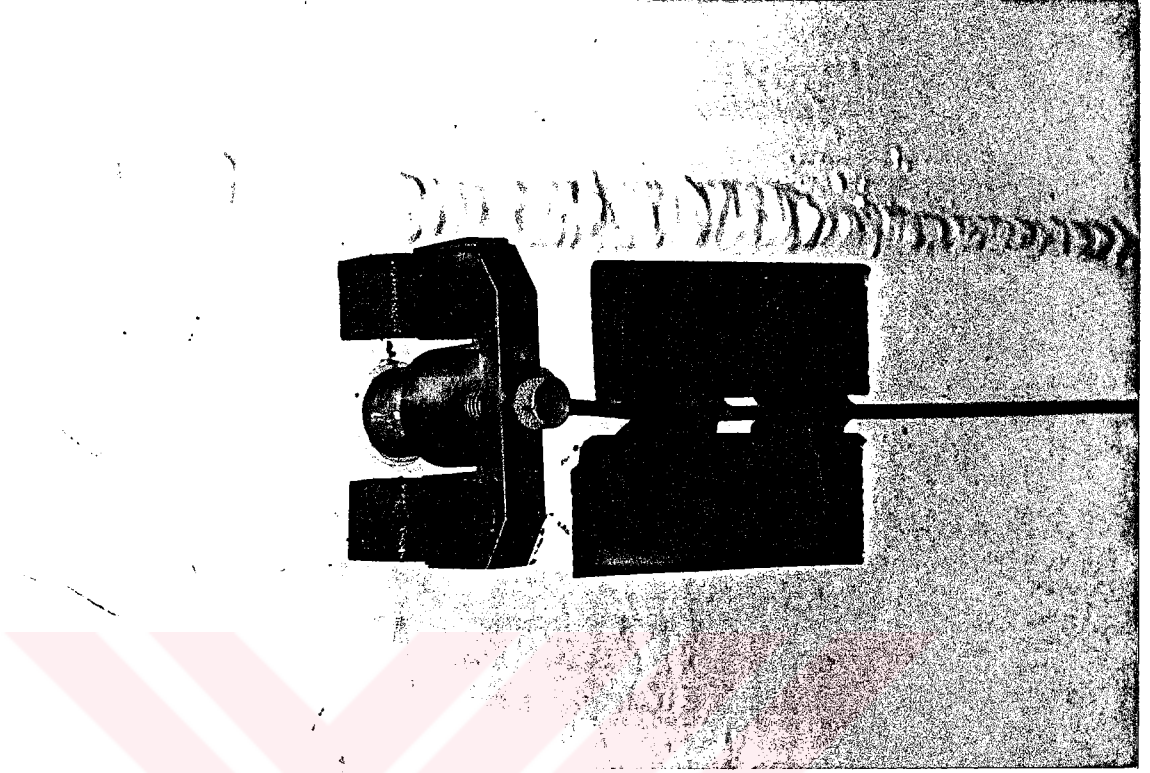
bir geçici AE pulsu ile uyartıldığında kendi doğal titreşim frekansında sanki bir zil gibi çınlar. Sensör çıkışındaki elektriksel sinyal, dolayısıyla bu çınlamanın ürünüdür.

Ön yükselteçler: Akustik emisyon sistemleri, çevresel seslere ve elektriksel karışıma karşı çok duyarlıdır. Bunun sonucu olarak, algılama elemanları ve bağlantı kabloları iyi şekilde korunmalıdır. Bazı test ortamları için sensör yuvasına ya da sensörün birkaç adım (1-2m.) yanına küçük bir ön yükseltici konulması tavsiye edilebilir. Böylece gürültü sinyalleri kablolar boyunca alınmadan evvel ön yükselteçler tarafından zayıf emisyon sinyallerinin kuvveti artırılır. Ön yükselticiler ve sensörler arasında düşük parazit kabloları kullanılır.(Cross, 1972)

Sensörde üretilen sinyal önce ön yükselteç vasıtasıyla üretilir. Bu ön yükselteç genellikle sistemin elektriksel gürültü seviyesini belirler ve tipik olarak 40 dB'lik bir kazanç sağlar.

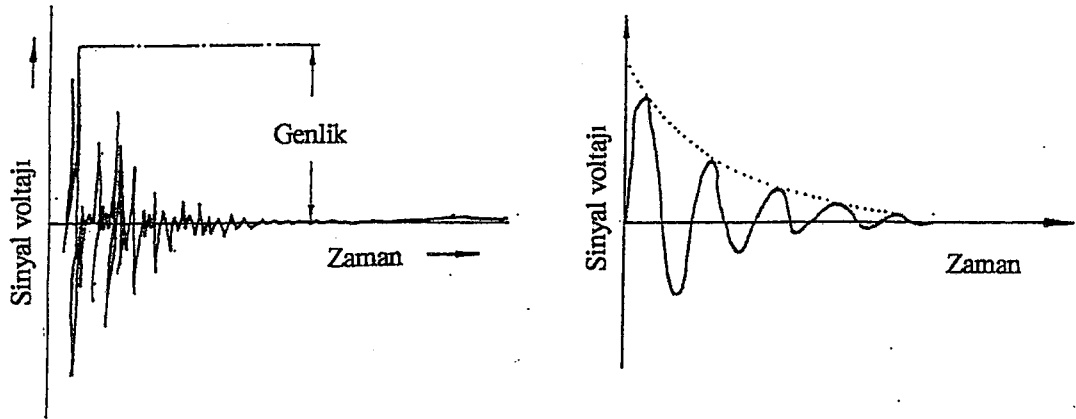
AE'nun konumunun belirlenmesini yapabilen sistemlerde daha fazla sayıda sensöre ve her sensörler için de ayrı yükselteçler kullanmak zorunludur. Burada, ek bir veri işleme birimi aracılığı ile sinyallerin sensörlere varış zamanları arasındaki farklar çözümlenmektedir.

Filtre: Geçerli AE sinyallerinin güçlendirilmesi amacıyla arka plan gürültüsünü ortadan kaldırmak için filtreleme gereklidir. Ön yükselteç ayrıca, alçak veya yüksek geçiş filtrelerini de içerir. En yaygın kullanılan 150 kHz rezonant frekanslı sensörler için genellikle seçilen bant aralığı 100-300 KHz'dir. Diğer çalışma frekanslarında seçilebilir ancak belli kısıtlamalar söz konusudur. Şöyle ki, düşük frekanslarda mekanik arkaplan gürültüleri işe karışırken, yüksek frekanslarda dalga daha hızlı zayıfladığından sensörlerin algılama menzili küçülür. Dolayısıyla kullanım frekansının seçimi, arkaplan gürültü ile algılama menzili arasındaki bir uzlaşma ile belirlenir. Örneğin düşük frekanslar, algılama menzilin daha fazla olması istenen boru hatlarında kullanılırken, yüksek frekanslar, elektrik santrallerindeki yüksek gürültülü buhar hatlarının testinde kullanılabilir.



Şekil 3.10 Bir AE sensörünün tipik yapısı

Ön yükselteç ile gerekli voltaj düzeyine yükseltile ve örneğin 100 KHz.'in altındaki gürültülerin süzöldüğü bir süzgeçten geçirilen bir AE sinyali Şekil 3.11'deki gibidir.

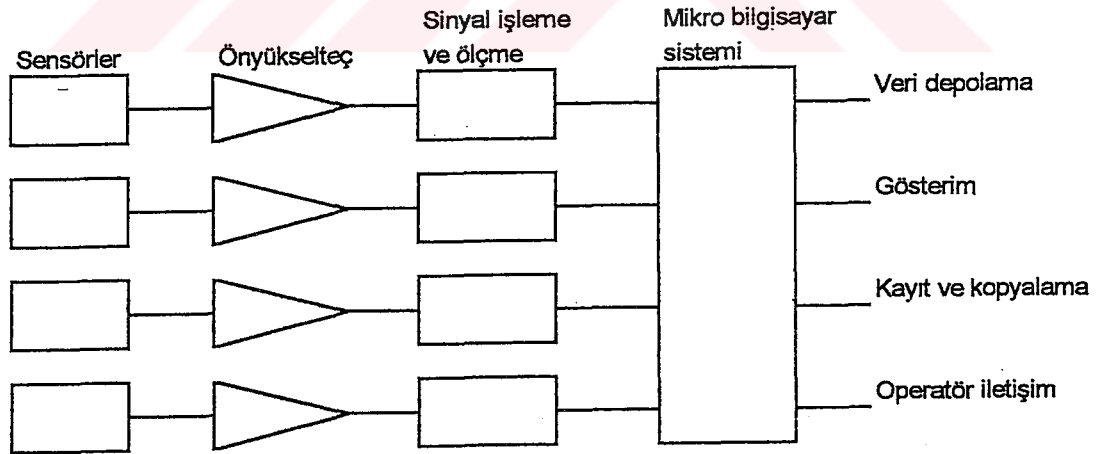


Şekil 3.11 Sensörde elektronik sinyale dönüşmüş bir AE sinyali

Şekil 3.9'daki blok şemaya tekrar dönecek olursak; sinyal son olarak **ana yükselteç**de istenilen düzeye getirilir ve **sayıcılara** verilir. Bu aşamada, yapılmak istenen değerlendirmenin niteliğine göre, daha karmaşık sinyal değiştirme ve işleme katları da kullanılabilir. Sistemdeki son birimler ise **veri kayıt gösterim araçlarıdır**. Bunların başında **osiloskoplar** gelmekte olup genellikle sinyal biçimini izlemekte kullanılırlar. Verilerin daha sonra işlenmesini istendiği durumlarda magnetik teyplerden de yararlanılabilmektedir. Sisteme bir bilgisayar eklenmesi sonuç alınmasını çabuklaştırmakta, bunların yanı sıra sinyalin genliği ve frekansı hakkında bir fikir edinebilmek için sesli gösterim aygıtları kullanılabilir.

3.9.3 Çok Kanallı Sistemler

AE sistemleri, test edilecek yapının büyüklüğü ve karmaşıklığına bağlı olarak 1 ile 100 kanal arasında olabilmektedir. Tipik laboratuvar sistemleri 2-6 kanalıdır. Şekil 3.12'de dört kanallı bir AE sisteminin blok diyagramı görülmektedir. Bizim test çalışmamızda 42 sensör nihayetinde 42 kanal kullanılmıştır.



Şekil 3.12 Dört kanallı bir AE sisteminin blok diyagramı (ASM Handbook, 1989)

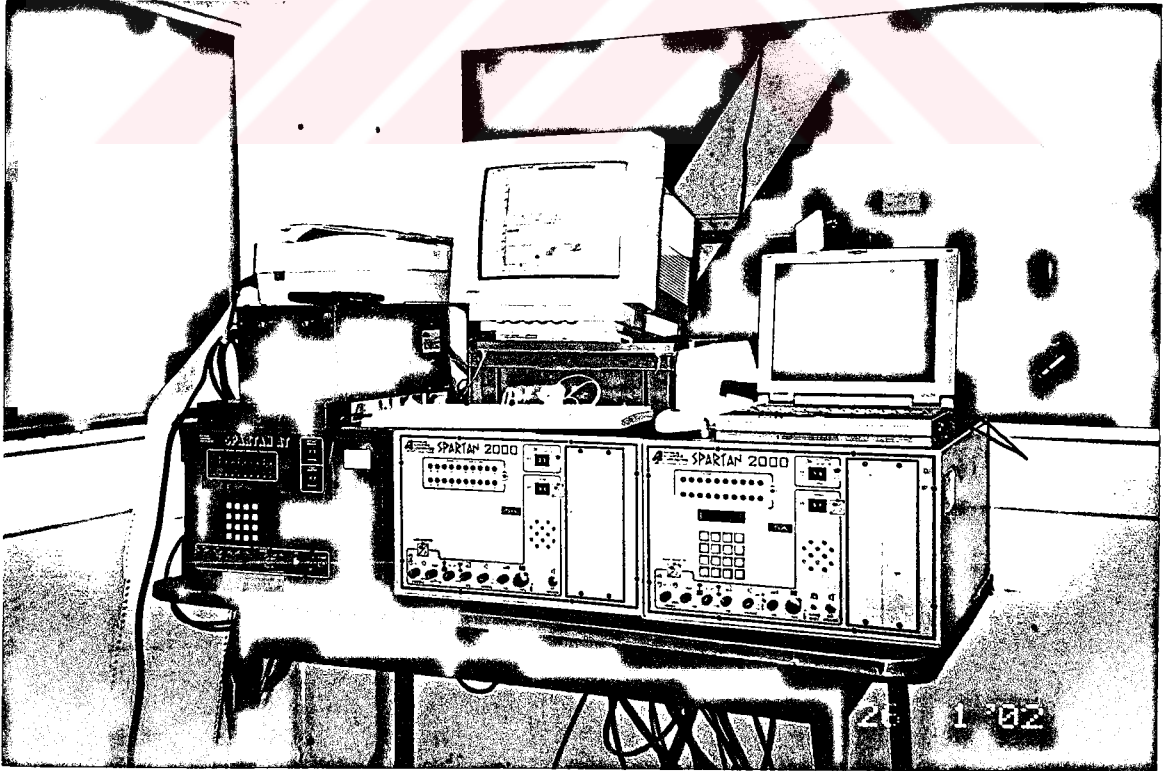
Çok kanallı sistemlerde AE dalgasını alan her kanalda eş zamanlı olarak ölçüm yapılır. Bir ferdi AE olayı, olayın şiddetine, yapıda dalga zayıflamasına ve sensörün konumuna bağlı olarak

olarak bir veya daha fazla kanala vurabilir. Dolayısıyla çok kanallı sistemler için ilk görev, farklı kanallardaki vuruşların aynı AE kaynağından gelip gelmediğinin belirlenmesidir. Sistem tasarımına bağlı olarak bu, yazılım ve donanım ile sağlanır. Çok kanallı sistemler genelde AE kaynağının yerini belirlemede kullanılır.

Tek-kanallı sistemler (Şekil 3.9) genelde bir sensör, ön-kuvvetlendirici, bir veya daha fazla filtre, ikinci bir kuvvetlendirici ve oskiloskop benzeri bir gösterge aygıtından oluşmaktadırlar. Günümüzde ise tipik bir AE sistemi, sensör sinyalini ön-yükselticiler ve sinyal koşullandırıcılar üzerinden analiz, görüntüleme ve depolama ünitelerine yönlendiren çok sayıda kanal içerir.

3.9.4 AE analizinde bilgisayarın faydası

Bilgisayar, veri analizi için gerekli olan bileşenleri, kullanışlı bir veri formuna dönüştürerek analog sinyali dijital hale getiren kayıt aygıtıdır. Veriyi, muayenenin gereksindiği formda işleyebilmek için uygun yazılımlar kullanılmalıdır. (Panzani, 1979)



Şekil 3.13 AE kaynak yerlerinin tespiti için 58 kanallı veri terminali

Bilgisayar tarafından yapılan ana fonksiyonlar şunlardır.

- At modüllerinin ve önemli test parametrelerinin (basınç, gerilim v.b.) belirlenmesinden elde edilen verilerin analizi ve karşılaştırılması.
- Verilerin depolanması ve kaydı.
- Basıncılı kap üzerinde AE kaynak yerlerinin tespiti.
- Analiz sonuçlarının planar görünüşünün (CRT) ekranda gösterilmesi ve bulunması.

3.10 Akustik Emisyon Test Düzeni

Tipik yapı ve sistemlere tahribatsız bir muayene metodu uygulandığı zaman, bir mühendis yapı ve sistemlerin güvenilirlik şartlarını ve buna tekabül müsaade edilen çatlak miktarını belirlemek zorundadır. Test tekrar edilemez olduğundan dolayı donanım düzeni için veri kazanımı çok önemlidir. Teknisyen sensörlerin sayısını ve nasıl yerleştirileceklerini belirlemeli, yapının yeterli şekilde kapsandığını doğrulamalı, dış sinyalleri seçmeli ve ölçüm aşamasına etki eden bazı ekipmanların test hassaslığına da karar vermelidir. Ayrıca teknisyen herhangi bir gürültü problemine karşı mümkün olduğunca duyarlı olmalı ve ana veri kazanımı başlamadan önce problemi gidermelidir. Özel bir metod belirlenmedikçe, bütün bu faktörler operatörün sağduyusuna bırakılmalıdır.

3.10.1 Sensörlerin Yerleşimi

Sensörlerin yerleşimi, gereken miktarın belirlenmesi, bunların konumları ve ayarlanması ile birlikte faydalanılabilecek yerleştirme tekniklerini kapsar. Sensörlerin konumları kap geometrisine, belirlenen kusurlara, onarımlara, malzeme emisyon gücüne ve malzeme sönümlenme özelliğine bağlıdır. Gerekli sensör sayısını test parçasının sinyal sönümlenme karakteristikleri belirler. Açıktır ki, emisyon kaynağı yakınlarında bir sensör olmadıkça yüksek sinyal zayıflatmaya sahip malzemelerde küçük çatlaklardan gelen zayıf sinyaller tespit edilemez veya yapısal geometrisi birtakım iletim sorunlarına neden olabilir. Mesela, ince alüminyum levha malzemesinden yapılmış bir basınçlı kap durumunda sinyal zayıflatma birçok frekans için yüksek kalır. İnce malzeme sadece belirli frekansların geçmesine izin veren bir dalga koruyucu gibi davranır ve bu yüzden bu basınçlı kap için daha kalın bir malzemedan yapılan aynı ebatta bir başka basınçlı kaba gerektiğinden daha fazla sayıda sensör gerekir.

Sensör konumları yüksek gerilim altında bulunan ya da kaynak yakınlarındaki çatlama elverişli olduğu bilinen yerlere göre seçilir. Test çalışmamızda, sensörlerimizi yeni yapılan dokuz ayağın kaynak bölgelerine koymamız buna bir örnektir olacaktır. Diğer durumlarda, düzgün dağıtılmış sensör kümeleriyle bütün bir yapı izlenir. Kısaca, sensörler çatlak büyümesi olması beklenen yerlerin yakınlarına yerleştirilir.(Pollock, 1998)

Sensör aralığı; AE tarafından test edilmiş bir çok yapı aslında silindriktir (tank ve basınçlı kaplar). Genellikle, sensörler silindirik yüzeyleri kuşatan ikizkenar üçgenler formunda planlanır. Çoğu tank ve basınçlı kaplar nadiren daha çok olmak üzere sensör boyutu ve sensör aralığına bağlı olarak 8 - 40 arasında sensöre ihtiyaç duyar. Pratikte, metal basınçlı kapların testinde sensör boşluğu genellikle 4ft-20ft arasında kullanılır. Çok düşük zayıflamanın görüldüğü durumlarda geniş sensör boşlukları uygulanabilir. Sensörler arasındaki 20 dB'den fazla zayıflama olmaması gerekir, bu zayıflama kalem kırma yöntemi ile tespit edilir (Pollock, 1988). AE testi öncesinde sensör aralıkları kontrolü için ön-test kalem kırma kalibrasyon işlemi yapılır. Sensöre 0,3 mm. uzakta 0,1 inç. uzunluğunda 30° açı ile kurşun kalem ucu kırılır. Bu kırma 0,5 metre aralıklarla yapılarak malzemenin zayıflatma etkisi bulunur. Maksimum sensör aralığı eşik aralığının 1 1/2 katından fazla olmamalıdır. "Eşik aralığı" kap üzerinde kırılan bir kurşun kalem kurşununun "değerlendirme eşiğine" eşit bir ölçülen genliğin bulunduğu bir sensörden uzaklık olarak tanımlanır. Sensör aralığı, kurşun kırılmasını minimum sayıda sensör tespit edilecek şekilde belirlenmelidir.(ASME, 1999)

Sensör seçimi; Sensör seçiminin ilk adımı işletme frekansının seçilmesidir. Rezonant frekanslı sensörler rezonant olmayan ('geniş bantlı' yada 'düz frekans yanıtı') sensörlerden daha hassastır. Geniş bantlı sensörler esas olarak frekans spektrumlarını araştırmak isteyen kişilerce yada geniş bir frekans dizisini keşfetmek isteyen ve yüksek hassasiyete ihtiyaç duymayan kişilerce kullanılır.(Pollock, 1998)

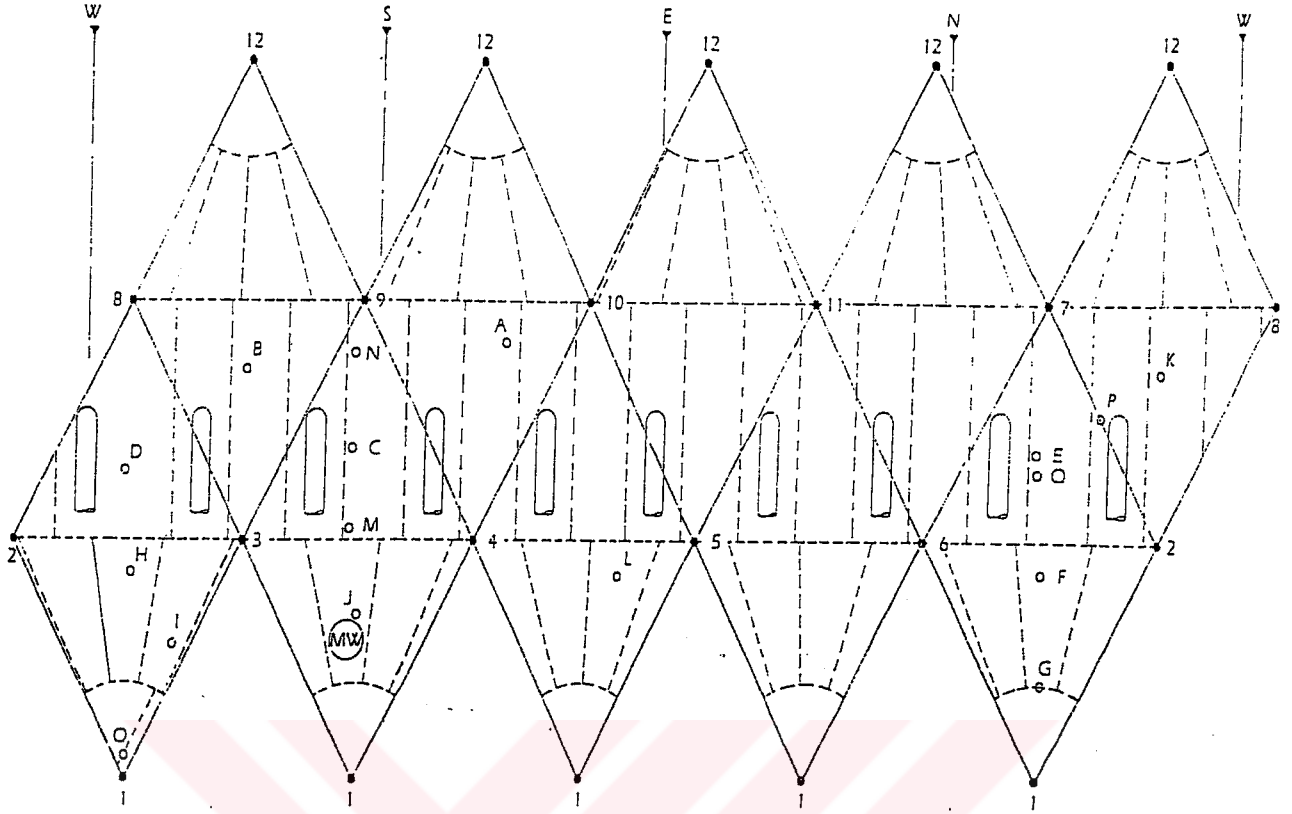
Şu ana kadar en yaygın olarak kullanılan sensör 150 KHz tipidir. Bu kullanım frekansı arka plan gürültülerinin bir çoğunun üstündedir. Düşük frekanslar kompozit materyallerde, boru hatlarında, betonda vs. ekstra tespit için kullanılmakta ve daha yüksek frekanslar ise gerektiğinde arka plan gürültüsünün üzerine çıkmak yada tespit sahasını kısıtlamak için kullanılmaktadır.

Sensör montajı; Sensör monte edilirken, sensör yüzü ile yapının yüzeyi arasında iyi bir akustik kontak temel ihtiyaçtır. Yapının yüzeyi uygun şekilde düz ve temiz olmalıdır. Boya kaldırılmalıdır, çünkü bazı boyalar etkilerini azaltabilir veya eski boyalar alttaki malzemeden ayrılmış olabilir.

Bağlantı, hava boşluklarını ayırmak için kullanılmalı ve iyi bir akustik geçirimsizliği sağlamalıdır. Bağlantı tabakası ince ve sensör yüzeye sıkı bir şekilde tutturulmalıdır. Bu şartlar sağlandığı takdirde bütünleşme etkinliği genellikle iyidir.

Sensör yerinde tam tutulmalıdır. Bunu başarmanın bir yolu bağlantıyı da sağlayacak olan yapıştırıcı kullanmaktır. Yapışkan tabaka, akustik zayıflamadan kaçınmak için ince tutulmalıdır. Hava kabarcıklarından kaçınılmalıdır. Çeşitli türde kuplaj ve tutturma aksesuarı bulunmaktadır. Tipik kuplajlar balmumu, çeşitli türlerde reçine ve silikon gresi ve propilen glikol içerir. Genel olarak kullanılan tutturma aksesuarları manyetik üniteleri, bantları ve çabucak soğuyabilen yapıştırıcıları içerir. Deney çalışmamızda kuplaj malzemesi olarak silikon kullanılmıştır.(Pollock, 1998)

Ses zayıflatma, bazı malzemelerde daha yüksektir. Emisyon sinyallerinin yüksek-frekanslı bileşenleri o kadar ani şekilde zayıflatılır ki, kaynaklarının birkaç feet ötesinden tespit edilmeleri mümkün olmaz. Kaptaki yüksek gerilimli bölgelere çok sayıda yüksek frekanslı sensör yerleştirmek suretiyle sinyal kaynaklarının konumunu tespit etmek için bu gerçekten yararlanabiliriz. Böylece sadece emisyon kaynağına yakın olan bir sensör sinyali tespit edebilir ve AE kaynağının yaklaşık konumunu verir. Uygun kapsam sağlamanın bir yöntemi olarak daha az sayıda düşük-frekanslı sensörler kaba iliştilmiştir. Emisyon olayları hem düşük hem de yüksek frekanslar oluşturduğundan ve çok düşük frekanslar kabda daha fazla noktadan tespit edilebildiğinden, tespit edilen düşük-frekanslı sinyallerin sayısı, emisyon olaylarının bazılarının yüksek frekanslı sensörlerce hangi bölgelerde algılanamadığını gösterebilir. Yeterli kapsam elde edilemediyse, sensör sayılarında ya da yüksek-frekanslı sensörlerin konumlarında bazı değişiklikler yapılabilir.

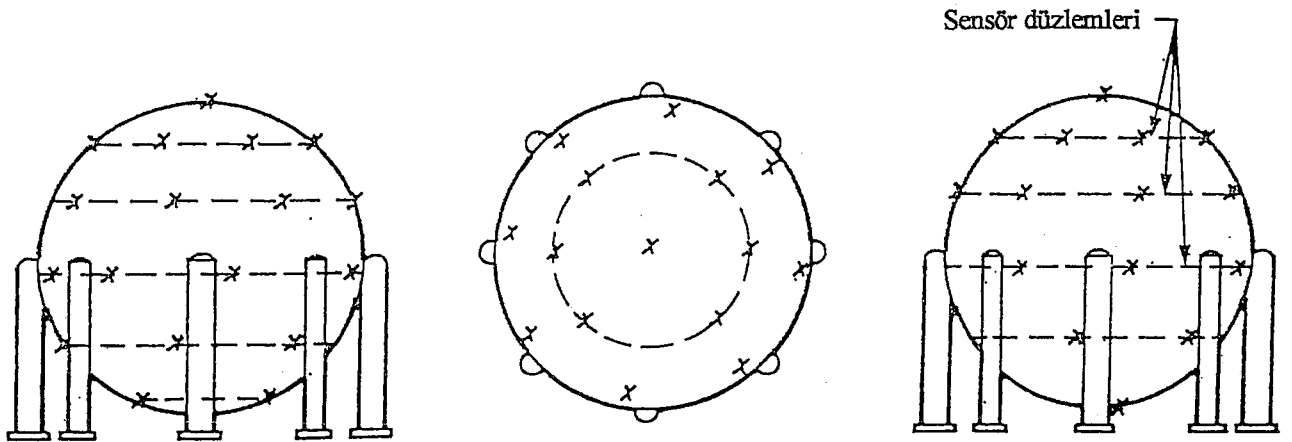


----- kaynak dikişi

- Sensör konumları (1'den 12'ye)
- Emisyon yerleri

Sensörler arası mesafe 8,6 m.(Miller, 1995)

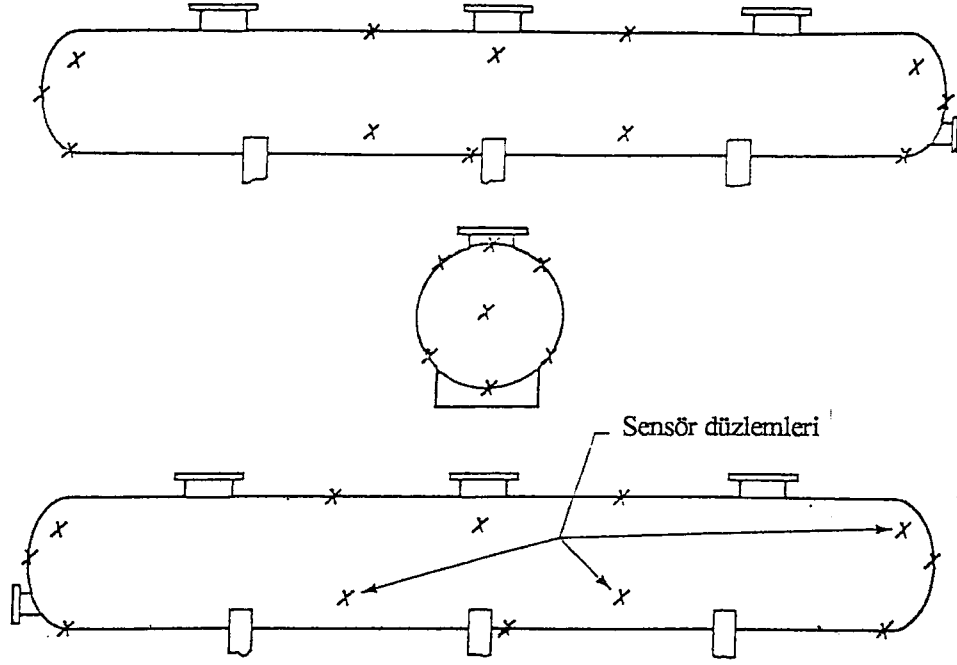
Şekil 3.14 Bir bütan küre tankının model sensör planı ve algılanan emisyonların yerleri



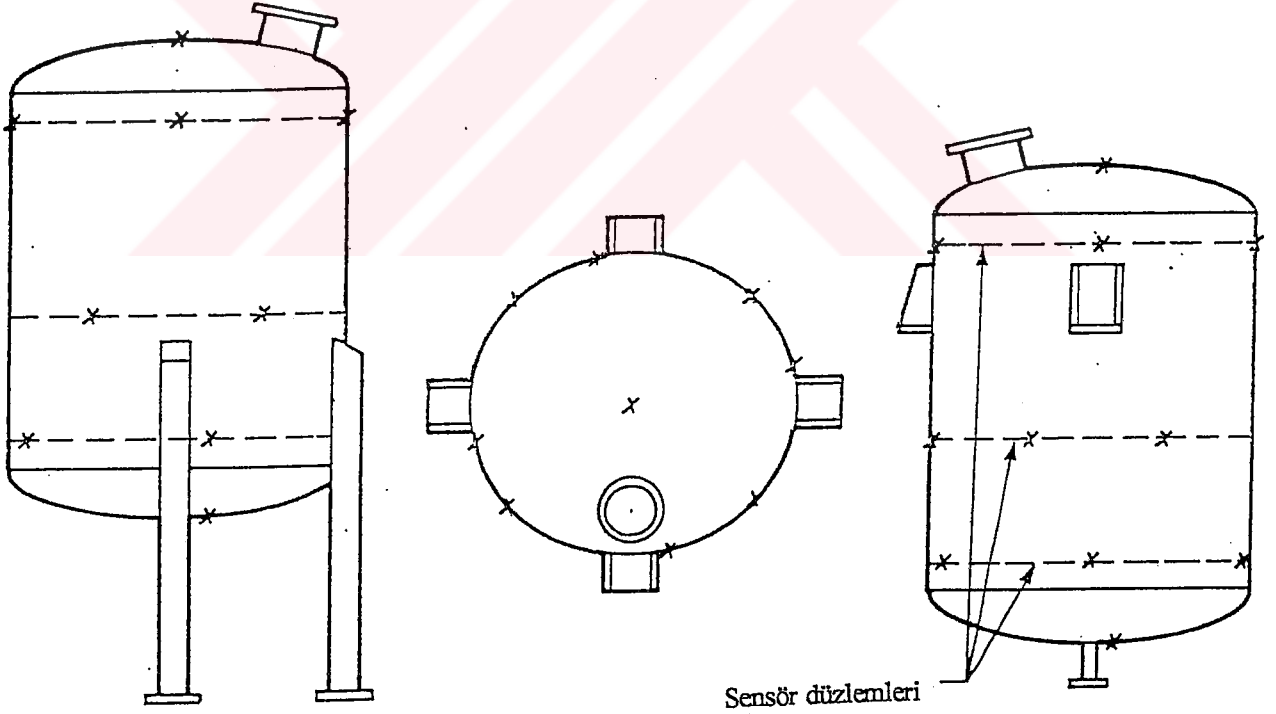
Not:

- "x" sensör konumlarını (komşu sensörler arasındaki maksimum mesafe kabazaltma özelliklerinden belirlenecektir) gösterir.
- İlave sensör sıraları gerekebilir. (ASME, 1999)

Şekil 3.15 Küresel basınçlı kap sensör yerleşimi



Şekil 3.16 Yatay basınçlı kap sensör yerleşimi



Not:

- "x" sensör konumlarını (komşu sensörler arasındaki maksimum mesafe kab sönümlenme özelliklerinden belirlenecektir) gösterir.
- İlave sensör sıraları gerekebilir. (ASME, 1999)

Şekil 3.17 Dik basınçlı kap sensör yerleşimi

3.10.2 Hassaslık Seçimi Prosedürleri

“Hassasiyet” sistemin yapıdaki küçük sinyalleri bulma yeteneğini tanımlamaktadır. Bu biraz sensör boşluğu ve sensör hassasiyeti ile ve biraz da ana cihazın kontrolü ile saptanır."Eşik değeri", kuvvetlendirilmiş AE sinyallerine ile karşılaştırılır. AE sinyalleri bu voltaj eşliğini aştıklarında bir vuruş fark edilir ve sinyal ölçü devresi çalışır.

Pratikte, elektronik gürültüden dolayı 20 dB altındaki eşikleri elde etmek güçtür, bununla beraber 65 dB üstündeki eşiklerde çok hassas duyarlılık gerektirmediğinden hemen hemen hiç kullanılmaz. Daha düşük hassasiyetli, daha yüksek eşik ayarları aşağıda belirtilmiştir:

Çizelge 3.1 Eşik Hassasiyetleri

25 dB Altındaki Eşik	Çok yüksek Hassasiyet
25-35 dB Arasındaki Eşik	Yüksek Hassasiyet
35-45 dB Arasındaki Eşik	Orta Hassasiyet
45-55 dB Arasındaki Eşik	Düşük Hassasiyet
55 dB Altındaki Eşik	Çok Düşük Hassasiyet

Düşünebileceğinizin aksine, her zaman maximum uygun hassasiyeti kullanamazsınız. Hassasiyet arttıkça, sadece daha fazla AE kayıt etmeyecek, bununla beraber akustik istenmeyen gürültüleri toplama riskiniz de artacaktır.

Böylece, tipik olarak genel amaçlı ve bilinmeyen durumlarda önerilen eşik 40 dB' dir. İstisnai olarak ciddi bir arka plan gürültüsü olduğunda veya ilgili sinyalin geniş genlikte olduğu bilindiği taktirde düşük hassasiyet kullanılır. Yüksek hassasiyet ise ilgili sinyalin düşük genlikte olduğu umulduğunda veya nadir olarak yüksek sönüm yada çok geniş sensör boşluğu bulunduğu kullanılır. (Pollock,1988)

3.10.3 AE İzlemede Yükleme Prosedürleri

Emisyon testi için gereken emisyon kaynak simülasyonu genellikle mekanik yükleme ile ya da bir akışkanın yaptığı baskıyla elde edilir. Bununla birlikte, simülasyon termal ya da kimyasal olabilir, ya da simülasyon arta kalmış gerilimleri ve yerçekimi ile ilgili yükleri kullanabilir. Bazı durumlarda, korozyon gibi kimyasal bir olayla ortaya çıkan emisyonu

arttırmak için termal enerji kullanılır. Kaynak nedeniyle oluşan gerilimler ve köprü ve benzeri mühendislik yapılarındaki yerçekimi ile ilgili yükler emisyonu artırır. Bu nedenle, basınçlı kablari bir akışkanla doldurmak emisyonu arttırmak için yeterlidir.

3.10.4 Kayıt Tutulması

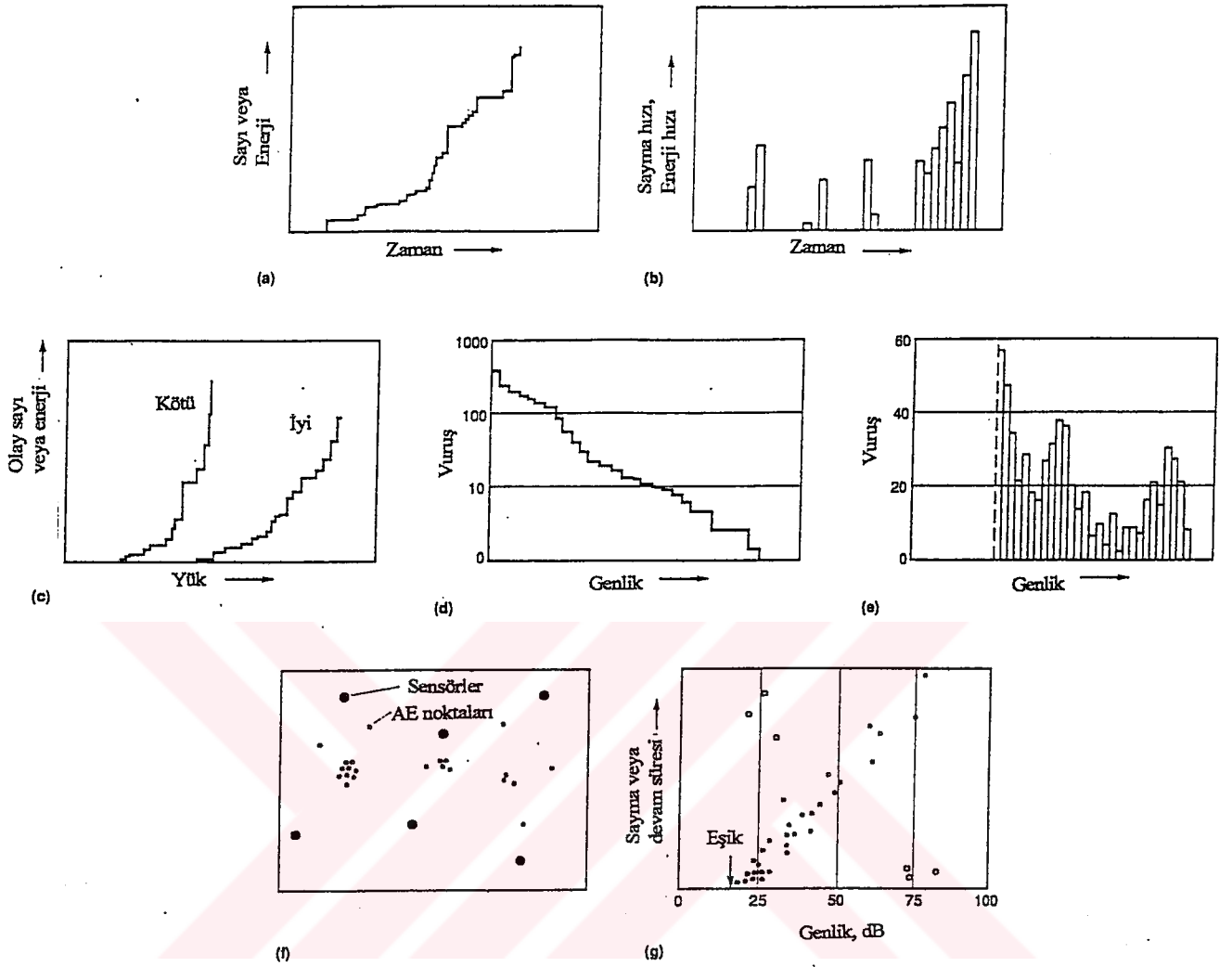
Etkili bir emisyon izleme programı için kayıtların düzgün olması gerekmektedir. Bu kayıtlar, daha önce planlanmış prosedürlerin izlenip izlenmediğini gösterir ve ilerde benzer test parçaları için yapılabilecek çalışmalarda yol gösterir. Kayıtlar özellikle çeşitli türde malzeme ve farklı yükleme koşullarında emisyon karakteristikleri ile çatlak büyüme oranlarının ilişkilendirilebilmesi için istatistiksel veri tedarik etmeleri nedeniyle önemlidir. Kayıtlar en azından aşağıdakileri kapsamalıdır:

- Test maddesinin tam bir tanımı (ebat, şekil, malzeme, termal muamele, kullanılmışsa izolasyon v.b.)
- Bütün sensörlerin konumunu gösterecek şekilde test parçasının çizimi
- Enstrümantasyonun sensör karakteristiklerini de içeren bir tarifi
- Kalibrasyon prosedürleri ve en son enstrümantasyon ayarları
- Yükleme metodu ve seviyesi
- Emisyon verilerinin kayıtları
- Verinin yorumlanması
- Operatörün ve yorumlayıcının adları
- Test tarihi (Pollock, 1998)

3.11 Veri Gösterimleri

Yazılım esaslı AE sistemleri çeşitli tipte grafiksel gösterim yapabilmektedir. Bazı gösterim tipleri Şekil 3.18'de verilmiştir.

Şekil 3.18 (a) ve (b)'de zamana bağlı olarak sırasıyla toplam kümütatif sayma ve sayma hızı formunda AE verileri görülmektedir. Kümütatif eğri toplam AE miktarını verirken hız eğrisi (histogram) test sırasında meydana gelen AE aktivitesindeki zamanla değişimi göstermektedir.(ASM Handbook, 1989)

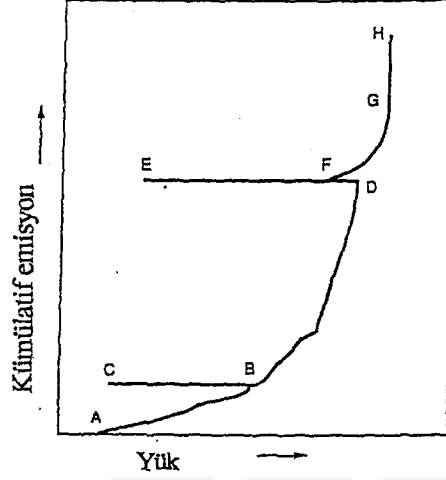


Şekil 3.18 Tipik AE veri gösterimleri

Şekil 3.18 (c)'de AE verilerinin yüke bağlı değişimi görülmektedir. Bu, en temel eğrilerden birisi olup doğrudan AE sebep/sonuç ilişkisini göstermektedir. Bu tür grafikler iyi parçanın kötü parçadan ayırt edilmesine olanak sağlar; kötü parça iyi parçadan her yüklenmede daha düşük yüklerde (yani daha erken) ve daha fazla miktarda AE yaymaya başlamaktadır. AE verisinin yüke karşı bu tür değişim eğrisi, Şekil 3.19'de görüldüğü gibi Kaiser ve Felicity etkilerinin de en iyi gösterim biçimidir. AE testi genellikle artan yük koşulları altında yapılır. Bazı malzemeler önceden belirli bir düzeye yüklenmiş iseler, yeniden AE yayabilmeleri için önceki yük düzeyinin aşılması gerekir. Buna Kaiser Etkisi denir. Şekil 3.19'de A'dan B'ye ilk yüklemde emisyon gözlenirken B'den C'ye yük boşaltmada ve tekrar B'ye yüklemeye kadar emisyon olmaz (yatay çizgi). Yük, D'ye kadar, daha fazla emisyon gözlenerek artırılır ve diğer bir yük boşaltma/ yeniden yükleme işlemi tatbik edilirse bu sefer, yüksek stres seviyesi

nedeniyle malzemedeki önemli süreksizlikler F noktasında, yani bir önceki maksimum D yükünün altında emisyon başlar. Bu davranış da Felicity Etkisi olarak bilinir. Felicity Oranı (FR):

$$FR = \text{Emisyonun tekrar başladığı yük} / \text{Bir önceki maksimum yük}$$



Şekil 3.19 Kaiser ve Felicity Etkileri

Teknik olarak, Kaiser etkisi, Felicity oranı 1'e eşit veya daha büyük olarak yorumlanır. Elyaf takviyeli plastikler için malzeme hasara yaklaştıkça Felicity oranının sistematik olarak azaldığı belirlenmiş olup ASME AE Muayene Standardında, Felicity oranı 0,95'in altındaki elyaf takviyeli plastikten yapılmış basınçlı kaplar reddedilmektedir. Şekil 13'de ayrıca yükün sabit tutulduğu (G-H) periyodunda emisyonun devam ettiği görülmektedir. Felicity etkisindeki gibi burada da yapısal olarak önemli malzeme süreksizliklerinin kararsız tabiatı söz konusudur. AE testinde, bu etkilerden dolayı, yükleme programına çok dikkat edilmesi gerekmektedir.(ASM Handbook, 1999)

Tekrar Şekil 3.18'e dönersek, (d) ve (e)'de sırasıyla genlik dağılım fonksiyonunun kümülatif ve diferansiyel şekilleri görülmektedir. X-ekseni genliği, Y-ekseni ise kaç tane vuruşun (AE sinyalinin) o genlikte olduğunu (diferansiyel) veya o genliği aştığını (kümülatif) göstermektedir.

Şekil 3.18 (f)'de düzlemsel olarak kaynakların konumları gösterilmektedir. Bu gösterim, esas itibarıyla yapının bir haritası olup her AE kaynağının hesaplanmış konumu uygun pozisyonlarda bir nokta olarak gösterilmekte, sensör konumları da referans olarak büyük

noktalar halinde belirtilmektedir. Bu gösterimde, en aktif kaynaklara karşılık gelen nokta kümeleri, yapısal açıdan önem taşıyan hataların yerlerini işaret eder.

Şekil 3.18 (g) ise genliğe bağlı olarak sayısı (veya devam süresini) nokta nokta vermektedir. Her bir vuruş (AE sinyali), gösterimde bir nokta olarak temsil edilir ve onun pozisyonu dalganın şekli ve büyüklüğü hakkında bilgi verir. Bu tip bir gösterim özellikle, istenmeyen ses (gürültü)lerin belirlenmesinin yapıldığı "veri kalite değerlendirmesi"nde kullanılır. Gösterimde pulslu kaynaklardan yayılan AE sinyalleri köşeden köşeye bir bant oluştururken, elektronik girişimlerden gelen gürültü sinyalleri ana bandın altında (sağ alttaki yuvarlaklar) ve sürtünme, sızıntı gibi kaynaklardan gelen gürültü sinyalleri de ana bandın üstünde (sol üstteki yuvarlaklar) yer alırlar.

Tipik bir yazılım esaslı AE sistemi ile operatörün istemi doğrultusunda bu gösterimler test sırasında gözlemlenebilir ve sonra raporlandırılır.

4. BASINÇLI KAPLARDA AKUSTİK EMİSYON MUAYENE YÖNTEMİ

Akustik emisyon testlerinin basınçlı kaplara ilk ticari kullanım, yapılarını görüntülemek için olan benzer testlerin gelişmesinden sonra olmuştur. 1968 yılında akustik emisyon testi petrol kullanımında olan çatlayan bir tanka fabrika hatasını belirlemek için kullanılmıştır. Akustik emisyon testleri o zamandan bu tarafa petrol ve kimya endüstrisi basınçlı kapları için önemli bir tahribatsız test tekniği olmuştur.(Miller, 1995)

Akustik emisyon testinin diğer öteki tahribatsız tekniklerden önemle üstün avantajları vardır. Çünkü bu testin belirli bir bölge ile sınırlandırılmış alanda tüm yapıdaki süreksizlikleri değerlendirme ve belirleme gibi bir kapasitesi vardır. Sonuç olarak akustik emisyon testi, geniş kapsamlı bir bölgede güvenilir bir değerlendirme, güvenli çalışma için basınçlı kap çalıştırma basınçları hakkında bilgi sağlamaktadır. Diğer test metotları ise kırılma mekanizmasının öncelikli değerlendirilmesi gerektiği veya uygun çalışma basıncı için tahminlerin belirlenmesine dayanır.

Akustik emisyon testi, dökümante edilebilecek süreksizliklerin yerleri belirlenerek bir kabın "parmak izi" gibi kullanılabilir. Belirli bir zaman geçtikten sonra yapılacak testlerde daha önceki testlerde değerlendirilir.

Akustik emisyon testi metal ekipmanındaki süreksizlikleri ve hasarları belirler. Ana metalde akustik emisyon yaratan ana hata biçimleri; çatlak büyümesi, gerilme korozyon çatlama, kristal hataları, akmayı içeren belli metalurjik değişimler, gevreyerek çatlamalardır. Ayrıca tipik kaynak birleştirme bölgelerindeki hata biçimi üreten akustik emisyon şunları içerir: tamamlanmamış ergime, iyi nüfuziyetten yoksunluk, boşluklar ve gözeneklilik, kirliliklerdir. Ana metaldeki katmerlenmede önemli akustik emisyon gönderen süreksizliklerdendir. Gerilmemiş bölgedeki süreksizlikler ve pasif süreksizlikler akustik emisyon oluşturmazlar.

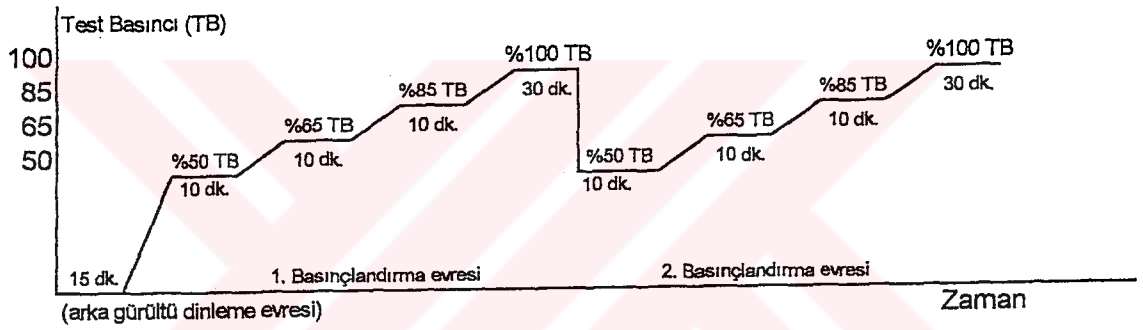
4.1 Basınçlı Kaplarda Akustik Emisyon Testi Uygulama Zamanları

Akustik emisyon teknikleri; depolama tanklarına ve basınçlı kapların tahribatsız olarak muayenesi için sıkça üç nedenden dolayı uygulanır.

1. Yeni imal edilmiş basınçlı kapların kalitesinin onaylanmasında.
2. Basınçlı kabın servis zamanını doldurmasından sonra aralıklı değerlendirmesi için.
3. Basınçlı kabın sürekli olarak aktif gözlenmesi için.

4.1.1 Yeni İmal Edilmiş Basınçlı Kapların Testleri

Birçok kural basınç kapların dizayn basıncının % 150 si kadar hidrostatik basınç testini gerektirir. Sonuç olarak bu kapların yeterli yapısal mukavemetini kesinleştirmek, geometrik süreksizliklerde bölgesel akmaya sebep olacak ve yüksek basınç gerilmelerini rahatlatmak için bir test geliştirilmiştir. Bu bölgesel akma hidrotestin istenilen bir özelliğidir ve temel akustik emisyonun kaynağıdır. Genelde bu tarz emisyonlar gerçek emisyonlarla karıştırılır veya gerçek süreksizlikleri gizler.



Şekil 4.1 Akustik Emisyon Testinde Basınçlandırma Kademeleri ve Süreleri

Bu problemin üstünden gelmek için yeni basınçlı kaplar ikinci defa bu hidroteste basınç altında tutuluyor ve ikinci defa elde edilen veriler basınçlı kabın çalışma şartlarını değerlendirmede kullanılır. İkinci basınç döngüsü sırasında akustik emisyon seviyesi oldukça azalır ve bir çok durumda sadece süreksizlikler yayılabilir. İlk basınç döngüsü sırasındaki ilk akmadan gelen gürültü problemleri, ikinci döngü sırasındaki kaiser etkisinden kaynaklanan hassaslık kaybı, akustik emisyonun yeni basınç kaplarda görüntülemeyi zor hale getirir.

Yükleme öncesinde arka plan gürültü düzeyini ölçmek için 15 dakikalık bir izleme süresi (Şekil 4.1) gerekir. Değerlendirme eşiği üzerindeki yabancı bir gürültü ortadan kaldırılamazsa, incelemenin operatör tarafından yeniden değerlendirilmesi ve filtre edilmesi gerekir.

Akustik emisyon testi uygulaması yeni üretilmiş basınçlı kaplara ve tanklara her zaman rutin bir test olarak uygulanmaz. Üretimin kalitesinin kesinleştirilmesini ve süreksizliklerin yerlerinin ve boyutlarının temel hatlarının haritasının çıkmasını sağlar.(Miller, 1995)

Fabrika ortamındaki üretim testleri, akustik emisyon testi için neredeyse ideal şartlar sunar. Hidrostatik test imkanları yer almaktayken ve akustik emisyon sinyalleri ile karışabilecek çevresel gürültü kaynakları minimize edilir. Satınalma aşamasında yapılan akustik emisyon testleri, tamiratların kolayca olmasına imkan sağlar ve basınçlı kabın kullanıma alınmadan gerekli testlerin yeniden yapılmasına ve duruma göre geri çevrilmesine imkan sağlar. Sonuç olarak üretim testi yüksek gerilimli kapların eğer tespit edilmediyse süreksizliklerin belirlenmesine ve giderilmesine izin vererek bu hataları önler.

Akustik emisyon testi, radyografi ve ultrasonik inceleme teknikleri gibi süreksizliklerin yerini ve durumunu belirlemek için kullanılabilir. Bu şekilde akustik emisyon teknikleri, radyografi ve ultrasonik metodlarla ölçülendirilen ve belirlenen süreksizliklerin yapısal önemlerinin belirlenmesini sağlar.(Miller, 1995)

4.1.2 Kullanımdaki Basınç Kaplarının Testleri

Bu alandaki kaplar endişe verir çünkü onların çalışma şartlarına göre çıkacak yada çıkabilecek süreksizlikler henüz bilinmemektedir. Servis denetiminde belirlenen tarihte en çok kullanılan test akustik emisyon testidir. Akustik emisyon testi ile birlikte kullanılan, kırılma mekanizmaları ve ultrasonik inceleme basınç kabının tüm bir karakteristiğini ortaya çıkararak belli bir derece hayat koruyucu önlemler alınır.

Kırılma mekanizmalarının kaynak noktası şudur, her yapısal parça (metal olmayanlarıda içerir) süreksizlikler içerir ve bu, basınçlı kaplara yapılan denemeler ve çeşitli tahribatsız testlerle ortaya çıkar. Kırılma mekanizmaları (1) spesifik yükleme şartları altında kritik bir süreksizliğin neler üretebileceğini matematiksel olarak ifade eder. Akustik emisyon testleri yerlerini belirler ve diğer tahribatsız muayene testleri (2) süreksizliklerin boyutlarını belirler, ele alınan matematiksel ifade (1) hangi şartlar altında hatanın oluşabileceğini veya (2) süreksizliklerin ne zaman tamir gerektirebileceğini belirler.

Akustik emisyon normalde akmayı belirlemeden çok çatlak büyümesini tespit için kullanılır. Bir test sırasındaki çatlak büyümesi uygun olmayan bir durumdur ve çok kötü hale gelen kaplarda oluşabilir. Basınçlı kaplar kırılmadan önce sızdırma yapacak şekilde dizayn edilmiştir. Kırılma mekanizmaları mekanikteki yetersizlikleri anlamamıza büyük artış getirmiştir ve bugün anlaşılmıştır ki ani kırılma basınçlı kaplarda kabul edilemez. Birçok petro-kimya şirketi eski basınçlı kaplarını sızdırmadan önceki kırılmada veya kırılmadan sonraki sızdırmada yenilemektedir. Böylece ani bir hatanın meydana gelerek potansiyel bir tehlikenin önlenmesini sağlıyorlar.(Miller, 1995)

Kapların akustik emisyon testinin yaygın bir amacında kapların taşıyabileceği akışkana göre uygun akma basıncı altında tutmaktır. Bir kabın içerisine oksijeni veya suyu yerleştirmek, genellikle kaptaki hasarla sonuçlanan hidrotesti gerektirir. Sonuç olarak bir hidrotest, boru hattında veya eklemlerdeki contaların tahribatını gerektirebilir. Bu tarz olaylar eklenebilir problemlere yol açabilir.(Miller, 1995)

Genellikle işletme altındaki basınçlı kaplar, kap içerisinde son 12 ay içerisinde ulaşılan en yüksek basınç değerinin %10 fazlası, akustik emisyon testinde esas alınacak basınç değerini verecektir. Daha yüksek basınçlar arzu edilmez ve rahatlatma valfi ve diğer güvenlik araçlarının hasarına sebep olabilir. Basınç döngüsü sonuçlarından akustik emisyon aktivitesi beklenmeyen güvenli çalışma basıncı bulunmasını sağlar.

Birinci devrin sonunda, ön-analiz bitmemişse yada potansiyel süreksizlik varlığını gösteriyorsa, ikinci bir devir yapılmalıdır.

Not: Onarılan bir ekipman olması durumunda, AE analiz kriterlerimize göre önemli olarak gösterilmiş ise ikinci devrin uygulanması gerekir.

Çizelge 4.1 Akustik emisyon testinin tipik petrol ve kimya endüstrisindeki kullanımı

Uygulama	Yapı
- Süreksizlik tespiti	- Atmosferik kaplar - Basınç kapları - Borulama sistemleri -Denizdeki platformlar
- Sızdırmazlık tespiti	- Kaplar - Borular - Valfler
- Akış tespiti	- Valfler - Borular

4.1.3 Basınçlı Kaplarının Sürekli Gözlenmesi

Akustik emisyon testi basınçlı kaplar için sürekli gözleme tekniği olarak kullanılabilen bir tahribatsız malzeme muayene testidir. Basınçlı kaplar genellikle 40 yıllık çalışma ömrüne sahiptir. Basınçlı kaplar tüm çalışma ömürleri boyunca hasar görürler veya çatlak başlamaları olabilir ve çalışma şartlarındaki çevresel etkilerden dolayı bu çatlaklar çalışma ömrü boyunca artabilir. Kabın sürekli gözlenmesi, sıradan tahribatsız tekniklerin problemi belirmeden önce herhangi bir akustik emisyon aktivitesinin erken uyarısına imkan sağlar.

Tesislerin çalıştırılmamasını gerektiren diğer belirleme metodları oldukça pahalıdır. Bunlar kabın içinin kötüleşmesi ve çatlaması durumlarında gereklidir. Sürekli akustik emisyon testlerinin aktif tutulması güvenli çalışmaya imkan sağlar buda tesisin çalışma sürelerini uzatarak tesise kar sağlar.

Akustik emisyon testinin geniş bir kullanım alanı vardır, diğer metotlarda petrol ve kimya endüstrilerinde kullanılırlar. Akustik emisyon testlerinin tipik kullanım yerleri Çizelge 4.1'de listelenmiştir.(Miller, 1995)

5. DENEYSEL ÇALIŞMA

5.1 Deneyin Amacı

Test çalışması 2000 m³ hacimli bir Küre Tanka yapılmıştır. Bu Küre Tankın temelinde deprem güçlendirme çalışmaları yapılmış olduğundan dokuz adet ayağı değiştirilmiştir. Ayrıca kürenin alt kepine üç adet yeni nozl takılıp, alt ve üst girişleride yenilenmiştir. Bu yenileme çalışmalarının sonunda kaynak dikişlerinde olabilecek kusurların önem arz etmesinden ötürü, bu revizyon çalışmalarından sonra tankın güvenli çalışmasının kontrolü için akustik emisyon tahribatsız yöntemi ile bütün tank hacminin kontrolüne karar verilmiştir.

5.2 Deney Malzemesinin Özellikleri

Yapının Tanımlanması

- Kabın Türü: Küre - 2000 m³ - 9 ayaklı
- Yapıldığı yıl: 1982
- Dış çap (mm): 15690
- Duvar kalınlığı (mm): 25.2 - 27.4
- Duvar malzemesi: A515
- İç tabaka kalınlığı: belirtilmedi
- İç tabaka malzemesi: belirtilmedi
- Maksimum İşletme Basıncı (MOP) (bar): 6.5
- Sızdırmazlık Basıncı (bar): 13.33
- Dizayn Basıncı (bar): 10.29
- Güvenlik valf Basıncı (bar): Bildirilmedi

<u>Koşullar</u>	<u>Kap Hizmetteyken</u>	<u>AE Testinde</u>
- Basınç (bar)	2.5 (kış) - 5 (yaz)	Pmax = 13.33
- İç sıcaklık (°C)	Bildirilmedi	Çevre sıcaklığı
- Dış sıcaklık (°C)	Bildirilmedi	Çevre sıcaklığı
- İç ürün	Bütan	Su
- İç ürün yoğunluğu	Bildirilmedi	1
- İzolasyon (Evet/ Hayır)	Hayır	Hayır

AE Cihaz Sistemi

- AE cihazı - Kanal sayısı: SPARTAN - 58
- Testte kullanılacak kanal sayısı: 42
- Sensör rezonans Frekansı (kHz): 150
- Önyükseltici (tipi): Sensörle bileşik , Kazanç (dB): 40
- Bant genişliği (kHz): 100 - 300
- Değerlendirme eşiği (dB): 50

Açıklayıcı bilgiler;

1. Sensörler
2. Ön yükseltici
- 2 Sinyal düzenleme filtresi
- 3 Sinyal düzenleyici ana yükseltici
- 4 Gürültüyü geri çeviren ve atış formuna dönüştüren sinyal düzenleyici
- 5 58 kanallı kaydedici
- 6 Zaman analizi (Δt) merkezi
- 7 Dijital yazıcı
- 8 Merkezi hafıza deposu
- 9 Osiloskop (gerçek zamanlı gösterim)

5.3 Deney Malzemesinin Teste Hazırlanması

Bu test için gerekli olan 42 adet ön yükselticili sensör test kabına monte edildi. Sensörler kürenin duvarlarını manyetik olarak tutmakta ve sensörlerle yüzey arasında iyi bir AE bağı sağlamak içinde silikon bağı kullanılmıştır.

Bu yerleştirmeler 15,69m. çapındaki kürenin çevresine uyuyacak şekilde konumlandırılmıştır. Bu yerleştirme (Şekil 5.1a ve Şekil 5.1b) eş mesafeli olarak, test için kullanılacak 42 sensör arasında teorikte 3,707 metre minimum yakın boşluğu bırakacak şekilde konumlandırılmıştır.

Manyetik olarak tutan sensörleri dizayn edilen yerine yerleştirdikten sonra küreden uzak bir mesafeye konumlandırılmış akustik emisyon ana cihaz elemanları, koaksiyel kablolarla sensörlere bağlamışlardır.

Belirlenen emisyonlar önyükseltici ile yükseltip koaksiyel kablolarla ötedeki sinyal denetleme ünitesine gönderildi. Değerlendirme ünitesinde yükseltilmiş sinyaller filtre edilerek civata sürtünmelerinden, flanş hareketlerinden, yakındaki makinelerden gelebilecek seslerden, düşük frekanslı gürültü sinyallerini ve yakındaki radyo vericilerinin parazitlerini engellemek için bir filtreden geçirildiler. Filtre ettikten sonra ana yükselticide güçlendirilerek, emisyon sinyalinin ulaştığı Δt zamanını gösteren tekli bir sinyal atışına çevrildi. Sinyal düzenleyici yükselticiden gelen atışlar toplam emisyon ve enerji oranını elde etmek için kullanıldı.

Yükselticiden gelen ham veriler bir ses kaydedicide depolanır. Ham sinyaller ayrıca osiloskoptan depolanmış verinin izometrik yerini göstermek için kullanıldı. Böylece depolanmış emisyon mevkilerinin yerini eş-zamanlı olarak görüp, esasen sinyal kalitesini kontrol eder, sızıntı gibi nedeni belirlenemeyen problemlerin yerlerini bulur, değerlendirme yapıldı. Ayrıca sinyaller bir hoparlör yardımıyla sese dönüştürüldüler. (Miller, 1995)

Vuruşlar, sensörlerle üçgenlere bölünen kabın, süreksizliğin Δt farkındaki sinyallerin ulaşma farkından doğan zaman analizlemeye giriş yapan üç sensörden yaratılmaktadır. Geçerli Δt değerleri hafızada depolanmakta ve konumuna göre ayıklanmaktadır. Eğer bir konum istatistiksel bir önem içeriyorsa, o zaman dijital yazıcıda belirtilir.

Son adım ise sinyalin ulaşma zamanının belirlenerek değerlendirilmesidir. Zaman analizi ve sistemin depolama bölümü; değişik sensörlerdeki zaman farklılıklarını belirler; geçerli Δt 'leri hafızada tutar; önemli gelişmelere sebep olan sinyalleri yazar ve hafızada tutulan Δt lere gerçek zamanlı osiloskop görüntüsü yaratır. Bu son bilgi sayesinde test sonuçlarını depolandığı gibi kaliteli bir şekilde izlenebilir.

Ardışık Yükleme Devresi

Küre tankın bir hidrostatik testi esnasında AE incelemesinin amaçları şunlardır:

- Basınç artışı sırasında kabın tutumunun izlenmesi
- Maksimum test basıncına kadar yapısal bütünlüğün kontrol edilmesi
- Kabın durumu için gerekli kriterlere uygun olarak AE kaynaklarının teşhisinin yapılması

Yöntemin uygulamasında ilk etap, basınç değerlerinin tespit edilmesidir. Genel bir kural olarak, işletme altında bulunan basınçlı bir kabı test ediyor olmamızdan ötürü; gerilme düzeni

Maksimum Test Basıncı (Hidrostatik Test Basıncı) ($P_{max} = 1,3 \times \text{Dizayn basıncı}$) ve Maksimum İşletme Basıncı (MOP) (kürenin son oniki ay içerisinde görmüş olduğu maksimum basınç) olmak üzere iki basıncı kullanarak test yapılmıştır. Şekil 5.3a testin teorik ve Şekil 5.3b gerçek basınç değerleri görülmektedir. Şekil 5.3c 'de Birinci Basınçlandırma devresi hidrostatik basınç değerleri, Şekil 5.3d 'de İkinci Basınçlandırma devresi hidrostatik test basınç değerleri görülmektedir.

Basınç artışları %90, %100, %110 MOP ve en az %85, %100 P_{maks} olacaktır. Her artış için bekletme süresi 10 dakika, sonuncusu için ise 30 dakika olacaktır. Emisyon kabiliyetine dayalı olarak, bekletme süreleri uzatılabilir.

Birinci devrin sonunda, ön-analiz bitmemişse yada potansiyel süreksizlik varlığını gösteriyorsa, ikinci bir devir yapılmalıdır. Bu ikinci devir birinci devrin son iki 10 dakikalık bekleme süresini ve ardından %98 P_{maks} 'ta 30 dakikalık bir bekleme süresini içerecektir.

Not: İkinci devre yüklemeye kürenin son yüklemeye basıncını %98 P_{max} 'da tutarak, %100 P_{max} üzerine çıkmada oluşabilecek bir akma gerilmesi oluşumu engellenir ve istenmeyen sinyallerin alınması engellenir.

Test 13,33 bara kadar gerçekleştirildi. Basınçlar kürenin üzerindeki üzerindeki manometreden okunmuştur. Ayrıca enstrümantasyon sistemine bağlı olan küre üzerindeki diğer basınç ölçer olan basınç sensörü test için kullanılan gerçek basınç değerlerini vermektedir.

Basınç sensörünce okunan basınç değerleri;

- birinci basınç yüklemeye devresi gözleminden;

6,05 bar = 93 % MOP

7,00 bar = 100 % MOP

7,70 bar = 110 % MOP

11,40 bar = 85 % P_{max}

13,33 bar = 100 % P_{max}

- ikinci basınç yükleme devresi gözleminden;
7,70 bar = 110 % MOP
11,40 bar = 85 % Pmax
13,10 bar = 98 % Pmax

Çizelge 5.1 Akustik emisyon bölgelerinin MONPAC/IPAC kriterlerine göre sınıflandırılması.

DERECE	RENK	YORUM	TAVSİYE
A	Yeşil	Çok küçük bölge	Hareket yok (Sonuçlar ileriki testler için kaydedildi.)
B	Mavi	Küçük bölge	Görsel inceleme (korozyon, piting v.b. yüzey kusurları)
C	Mor	Aktive bölge	Diğer tahribatsız metotlarla ileriki zamanlarda kontrol edilmesi veya AE testinin yeniden yapılması.
D		Şiddetli bölge	Diğer tahribatsız metotlarla hemen kontrol edilmesi veya servisteyken periyodik AE testi yapılması.
E	Kırmızı	Kritik bölge	Acil muayenenin tamamlanması veya kapatılması. - Diğer tahribatsız yöntemlerle izleme -sonuçlara göre kürenin kapatılması veya sürekli AE ile izlenmesi.

5.4 Deney sonuçlarının değerlendirilmesi

Şekil 5.1'de görüldüğü üzere;

Küre tankın, Şekil 5.1a alt ve Şekil 5.1b üst yarı kürelerinin görünüşüdür. Şekillerde sensörlerin küre tankın üzerine montaj pozisyonları ve tespit edilen AE bölgelerini göstermiştir.

AE kaynakları tespit edilmiştir sensörler;

C derece bölge sensörleri: 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 41

B derece bölge sensörleri: 1, 28, 40, 42

A derece sensör bölgesi: 2, 5, 36

Diğer bölgelerden emisyon alınmadığı için sınıflandırılmamıştır.

C dereceleri yeni yapılan bölgelerle ilgilidir. Yeni parçalar gerilim salıvermekten ötürü C derecesindedir.

Not: Küre'ye yeni ayaklar, alt kepe üç yeni nozlu ayrıca yeni alt ve üst girişler yapılmıştır.

Şekil 5.2'de görüldüğü üzere;

Şekil 5.2a teorik olan ardışık basınçlandırma devresini göstermektedir. Şekil 5.2b uygulanan gerçek basınçlandırma devresini göstermektedir ve bu basınç değerleri tankın üzerindeki basınç sensörü tarafından algılanıp sisteme gönderilen değerlerdir. Şekil 5.2c ve Şekil 5.2d 'de tank üzerindeki manometreden okunan değerleri vermektedir

Şekil 5.3' de görüldüğü üzere;

Metal tanklar ve kaplar için akustik emisyon testi ASME, ASTM veya SPI'nin sayısal değerlendirme kriterleri kullanılarak gerçekleştirilebilir. Bu tarz uygulama, belirgin nümerik değerler, kabın malzemesine, tipine, çalışma şartlarına, önceki yükleme şartlarına ve kullanılan test ekipmanına göre değişir.(Miller, 1995)

Örneğin; herhangi bir kabın test için uygulama kriterleri; maksimum çalışma seviyesinde basınçlandırılan, karbon çelikli bir tankta, üreticinin spesifik akustik emisyon sisteminde istenen değerleri şöyle olabilir;

- Yükleme sırasındaki emisyon: Her sensör için iki dakikadan sonra ikiden fazla vuruş olmamalıdır.
- Vuruşların sayısı: Çalışma yükü altındaki bütün sensörlerde 60 geçmeyecek kadar vuruş ve yükteki %5' lik artışta bütün sensörlerde 60'dan daha fazla olmayan vuruş.
- Büyük genlikteki referans vuruşlar: Bütün vuruş genlikleri 65 dB'ye eşit veya az olmalıdır.(referans genliğini aşan olay 5'den az olmalıdır). (Pollock, 1988)

Bizim test çalışmamızda yukarıda istenen değerler, IPAC firması tarafından küre tankın malzemesine, tipine, çalışma şartlarına, önceki yükleme şartlarına, test ekipmanına v.b. değerlere göre değerlendirilip tespit edilmiştir, test sonuçları bu değerlere göre raporlandırılmıştır.

Yukarıdaki kriterler değişik üretici ekipmanlarını veya başka bir malzemeden üretilmiş tankları veya farklı çalışma şartlarını tutmayabilir. (Miller, 1995)

Şekil 5.3 sensör kanallarının aldığı vuruşları göstermektedir. Ve bunların IPAC'e göre derecelendirilmesi yapılmıştır. Şeklin esası, belli eşik gerilimler üzerinde alınan vuruşların derecelendirmeye etkisini göstermektedir.

Şekil'den derecelendirilmiş sensörlerin ne kadar vuruş aldıkları görülmektedir. İkinci devre basınçlandırmada vuruşların ne kadar azaldığını görebiliriz. ET1 ve EA artış aktivitesi, hasarlı olabilecek bölgenin göstergesidir. Artan vuruş genlikleri, olabilecek süreksizlik bölgelerindeki aktiviteyi göstermektedir.

IPAC firmasının alınan vuruşların sayısına göre sınıflandırmada;

C derece bölge sensörleri:17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 41

B derece bölge sensörleri: 1, 28, 40, 42

A derece sensör bölgesi: 2, 5, 36

Not: Yüksek genlikli vuruşlar çoğunlukla mevcut büyüyen çatlakları belirtir.

Şekil 5.4' de görüldüğü üzere;

Şekil'de aktif emisyon alan sensörlerin derecelerine göre bölgelerini ve kayda değer emisyon almayan sensörleri göstermektedir.

Şekil 5.5' de görüldüğü üzere;

Global Analiz;

Şekilde bütün kanalların toplam emisyon saymaları birleştirilmiş olarak görülmektedir. Genlik-zaman diyagramından, basınç artışları ile emisyon saymalarındaki artışları görüyoruz., ikinci basınçlandırmada emisyon sayılarındaki azalma görülmektedir. Akustik emisyonun

basınçla birlikte yavaş kademeli artışı, kritik olmayan süreksizliklerdeki büyümeyi gösterir. Basınçla birlikte vuruş ve enerjideki artışta görülmektedir.

İlk basınç devresinde Pmax basınca kadar artışta emisyon önemlidir. Yüksek gerilimler kaydedildi. Kürede %85 ve %100 Pmax'da emisyonlar devam etmektedir. Pmax'da kümülatif enerji basınçla orantılıdır. İkinci devre bazı emisyonlar %85 Pmax sonunda göstermektedir.

Şekil 5.6' görüldüğü üzere;

Bölgesel Analiz;

Şekilde her sensörün kümülatif enerji-zaman diyagramı görülmektedir. AE veren sensörlerin ve A,B ve C olarak derecelendirilmiş sensörlerin birinci basınçlandırma seviyesinin %85 Pmax seviyelerinde yüksek enerji artışlarının başladığı gözlenmiştir.

Şekil 5.7.a-b-c-d-e-f-g-h-i-j 'de görüldüğü üzere;

Bölgesel analiz;

Şekiller AE tespit edilen sensörlerin tanımlanmasını göstermektedir.

Şekil 5.7.a-b-c-d-e-f-g-h-i (Sensör 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25)'de

Bu sensörlerin bölgeleri yeni yapılan ayak desteklerini kaplamaktadır. Birinci yüklemde güçlü emisyonlar kaydedilmiştir. Enerji basınçla birlikte artmıştır fakat basınçta tutma periyodunda iyi stabil durumdadır. İkinci devrede kayda değer emisyonlar bulunmamıştır.

Şekil 5.7j (Sensör 41)'de

Sensör 41 küre tankın tepesindedir. Ardışık basınç yüklemesi esnasında bu sensör yüksek emisyonlar vermiştir. Basınçta tutarken bu bölge iyi stabil haldedir. İkinci devre yüklemde çok az olay farkedilmiştir. Bu emisyonlarda yeni kaynaklardan gerilim salıverilmesinden ötürüdür. Malzemeyi stabilken dinliyoruz, stabilken emisyon olmaması malzemenin kalitesini garantilemektedir.

Şekil 5.8'de görüldüğü üzere;

Konum analizi;

Konum analizinde, emisyonlar lineer ve plan şeklinde gözlenmektedir . Analizde emisyon kaynakları gözlenmemiştir.

Şekil 5.8.a 'da görüldüğü üzere;

Sensörlerin, AE algıladıkları yerleri lineer olarak göstermektedir. AE yerlerinin hangi sensörler arasında oluştuğunu görülmektedir.

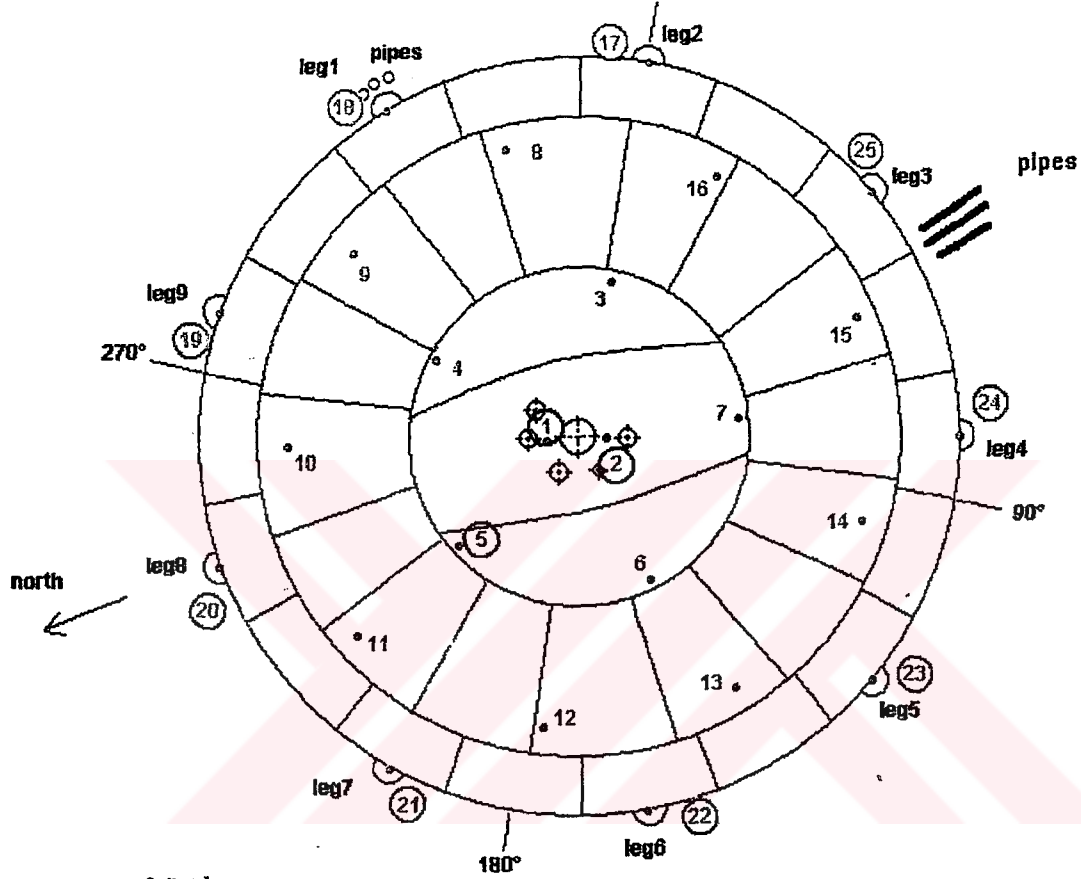
Şekil 5.8.b-c-d-e' de görüldüğü üzere;

Sensörlerin, AE algıladıkları yerleri kürede plan düzlem şeklinde gösterimidir. AE yerlerinin hangi sensörler arasında oluştuğu görülmektedir. Şekilden'de görüldüğü gibi alınan pulsalar çok azdır, belli bölgede birikmiş bir puls yoğunluğu yoktur.

Şekilleri incelediğimizde Kürenin işletmeye alınması bakımından hiçbir sakınca yoktur. Bulunan kusurlar çok küçük değerdedirler ve bu yerler diğer periyodik testlerde ön bilgi olması açısından önemlidir. İstenirse C seviyesindeki bölgeler diğer bir tahribatsız muayene yöntemleri ile daha ileriki zamanlarda kontrol edilebilir.



Sensör pozisyonları ve AE bölgeleri
Alt yarıküre- üst görünüş

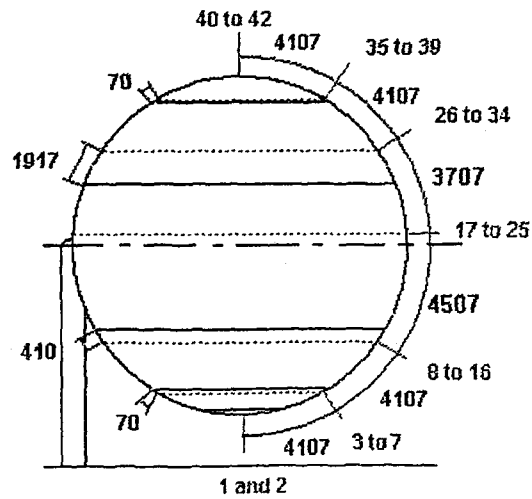


3 üst kep
18 üst plaka
16 alt plaka
3 alt kep
_ kaynak
_ mesafe (mm.)
..... sensör sıraları

• sensörler

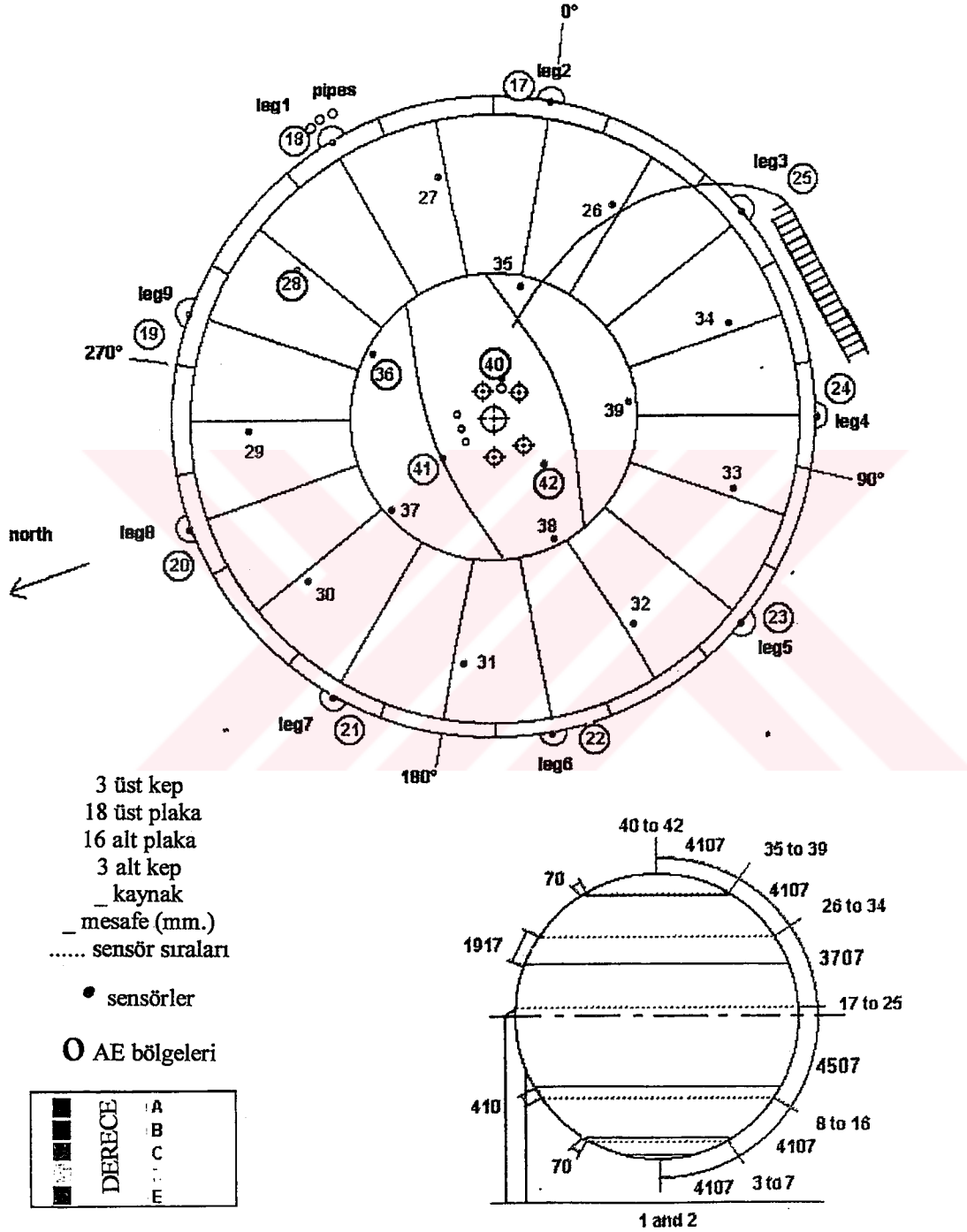
○ AE bölgeleri

DERECE	A	B	C	E
0				
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				



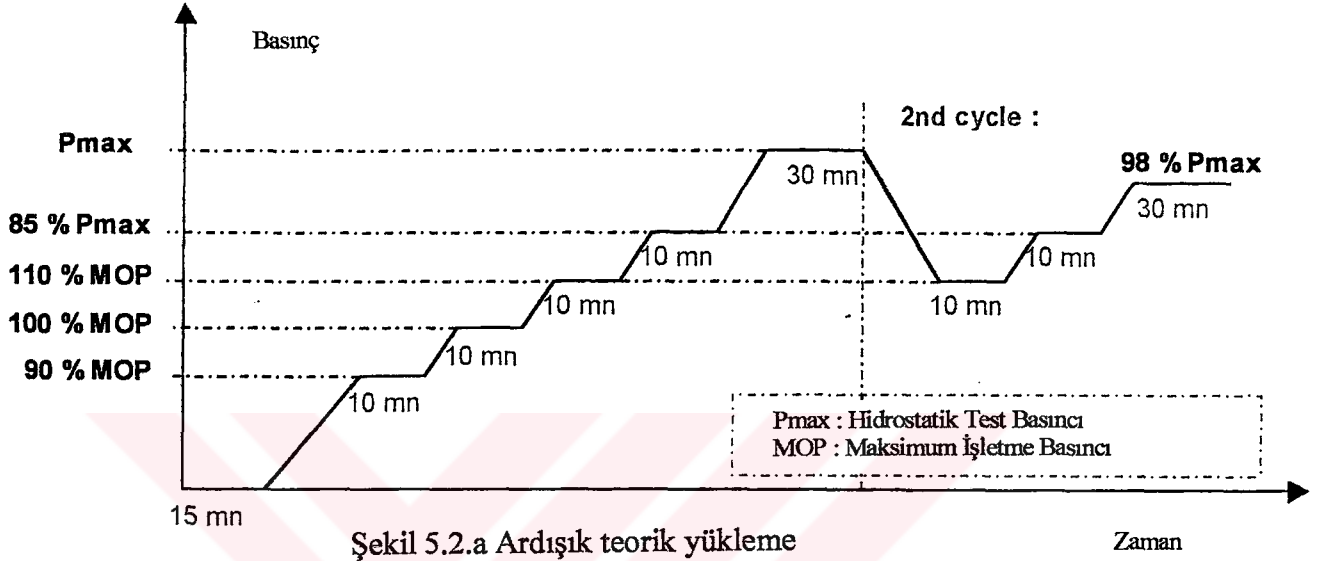
Şekil 5.1a Küre tankın yapısı- 9 ayaklı

Sensör pozisyonları ve AE bölgeleri
Üst yarıküre- üst görünüş



Şekil 5.1b Küre tankın yapısı- 9 ayaklı

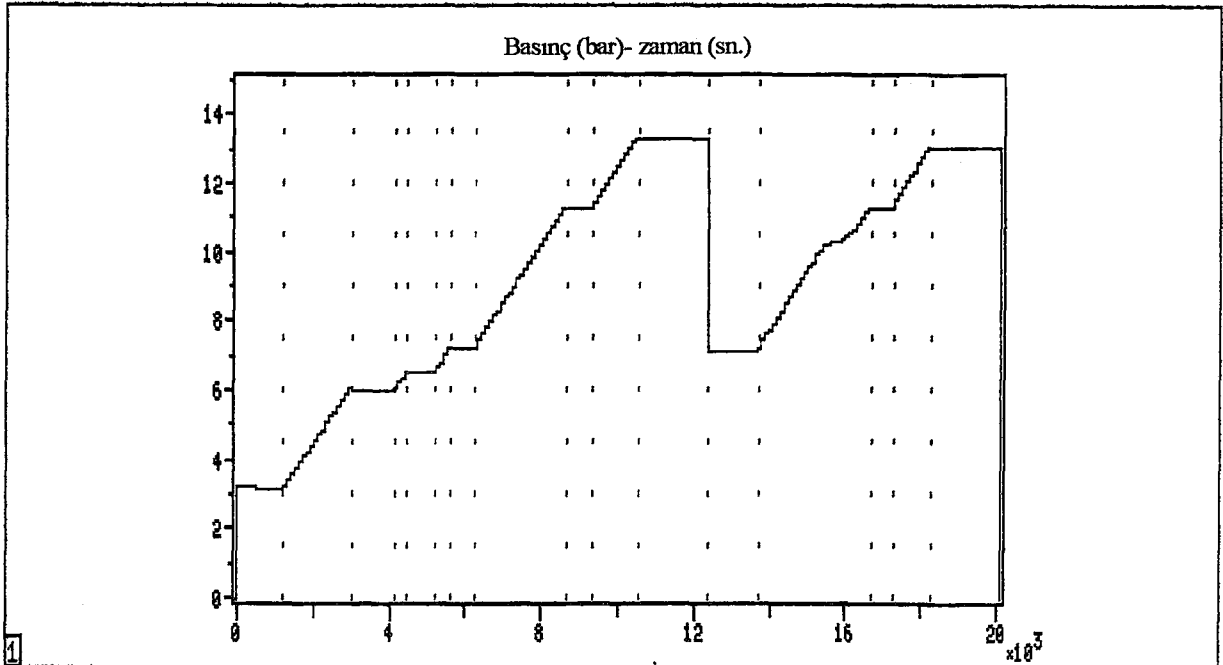
a-Teorik yükleme



Şekil 5.2.a Ardışık teorik yükleme

b-Gerçek uygulama

C:TMH0000.DTA

AYGAZ-Yarımca/Izmit- sphere 2000 m3 #201 Feb 10,2002 10:56:15
HOLD06 98%Pmax 005:34:58

Hits:13487 # Ev:8271 ΣN:164878 ΣEner:173443 Load: 13.12

Şekil 5.2.b Ardışık gerçek uygulama

KÜRE TANK (2.000 M³)
HİDROSTATİK ve AKUSTİK EMİSYON TESTİ

1. BASINÇLANDIRMA DEVRESİ

Saat	Basınç
10:56	3,00
11:16	3,00
11:19	3,25
11:21	3,50
11:24	3,75
11:26	4,00
11:29	4,25
11:32	4,50
11:34	4,75
11:37	5,00
11:39	5,25
11:42	5,50
11:44	5,75
11:45	6,00
12:21	6,00
12:23	6,25
12:25	6,50
12:36	6,50
12:40	6,75
12:43	7,00
12:45	7,15
12:56	7,15
12:56	7,25
12:58	7,50
13:01	7,75
13:03	8,00
13:05	8,25
13:08	8,50
13:11	8,75
13:13	9,00
13:15	9,25
13:18	9,50
13:21	9,75
13:23	10,00
13:25	10,25
13:27	10,50
13:30	10,75
13:32	11,00
13:35	11,25
13:36	11,33
13:47	11,33
13:48	11,50
13:51	11,75
13:53	12,00
13:56	12,25
13:58	12,50
14:00	12,75
14:02	13,00
14:05	13,25
14:06	13,33
14:36	13,33

15 dk lık dinleme devresi başladı

* 09:30-10:00 arasında, üst kep üzerinde bulunan tüm nozullar taşınarak, küre içerisindeki hava dışarı atıldı. 3,00 bara ulaşıldı.

* 10:15 Center Punch yapıldı
10:56 itibari ile dinleme işlemine başlandı.

%90 MOP

1. Basamak / 15 dk Dinleme

%100 MOP

2. Basamak / 10 dk Dinleme

%110 MOP

3. Basamak / 10 dk Dinleme

%85 P max

4. Basamak / 10 dk Dinleme

%100 P max

5. Basamak / 30 dk Dinleme

* MOP: Maksimum İşletme Basıncı

** P max: Hidrostatik Test Basıncı

Şekil 5.2c 1.Basınçlandırma devresi

KÜRE TANK (2.000 M³)
HİDROSTATİK ve AKUSTİK EMİSYON TESTİ

2. BASINÇLANDIRMA DEVRESİ

Saat	Basınç
14:49	13,33
15:06	7,15
15:28	7,15
15:29	7,25
15:31	7,50
15:33	7,75
15:36	8,00
15:38	8,25
15:41	8,50
15:43	8,75
15:45	9,00
15:47	9,25
15:50	9,50
15:52	9,75
15:54	10,00
15:58	10,25
16:09	10,50
16:12	10,75
16:14	11,00
16:16	11,25
16:18	11,33
16:28	11,33
16:29	11,50
16:31	11,75
16:33	12,00
16:36	12,25
16:38	12,50
16:41	12,75
16:44	13,00
16:45	13,00
17:15	13,00

%110 MOP

1. Basamak / 10 dk Dinleme

* 14:49 da alt menhol kapağı üzerinden 2" Drain hattı açılarak, basınç düşürülmeye başlandı

%85 P max

2. Basamak / 10 dk Dinleme

%98 P max

3. Basamak / 10 dk Dinleme

* MOP: Maksimum İşletme Basıncı

** P max: Hidrostatik Test Basıncı

Şekil 5.2d 2.Basınçlandırma devresi

Kanal Numarası	1.Devre							2.Devre				IPAC* Class
	ET1	EA	EH Hold at					ET2	EA	EH Hold at		
			93% MOP	100% MOP	110% MOP	85% Pmax	100% Pmax			85% Pmax	98% Pmax	
1	199	4	12	1	4	10	19	3	0	0	0	B
2	145	5	6	2	1	6	15	3	0	0	2	A
3	8	0	1	0	0	1	6	1	0	0	1	NC
4	24	1	2	1	1	2	2	1	0	0	1	NC
5	109	3	8	2	2	7	16	9	0	0	4	A
6	44	0	2	1	1	8	11	1	0	0	1	NC
7	21	0	0	2	0	4	7	0	0	0	0	NC
8	69	0	3	1	5	4	10	42	8	0	1	NC
9	183	3	13	1	3	10	16	6	0	2	6	NC
10	66	0	3	2	2	7	14	4	0	0	3	NC
11	180	2	11	3	3	16	35	9	0	0	4	NC
12	40	0	3	3	1	5	11	3	0	0	3	NC
13	156	0	11	1	4	12	21	8	0	0	5	NC
14	159	3	6	2	6	15	30	9	1	0	6	NC
15	156	3	5	2	7	16	24	3	0	0	6	NC
16	153	3	6	1	6	10	21	6	0	2	3	NC
17	757	84	32	10	19	55	80	32	4	1	25	C
18	303	21	13	2	11	21	50	13	3	0	11	C
19	263	20	2	7	6	12	46	11	0	1	6	C
20	168	16	6	1	9	10	36	3	0	0	4	C
21	300	42	11	4	10	11	34	7	0	0	4	C
22	346	35	15	8	15	21	36	24	1	2	12	C
23	418	61	16	2	13	14	41	14	0	1	15	C
24	556	52	15	6	8	42	70	29	2	1	28	C
25	416	37	20	7	13	22	47	34	0	6	17	C
26	14	0	0	0	1	2	10	4	1	0	0	NC
27	32	0	2	1	0	1	9	0	0	0	0	NC
28	61	3	0	2	2	6	31	1	0	0	3	B
29	54	3	2	0	0	5	3	1	0	0	1	NC
30	26	0	2	0	0	5	6	2	0	0	0	NC
31	78	2	6	1	1	6	11	7	0	0	6	NC
32	56	0	2	1	0	6	7	2	0	0	2	NC
33	93	2	3	0	4	8	11	2	0	0	0	NC
34	31	1	1	0	1	1	3	0	0	0	0	NC
35	54	1	4	0	3	8	9	2	0	0	0	NC
36	67	4	3	0	1	6	35	4	0	0	1	A
37	39	0	1	0	3	4	6	2	0	0	0	NC
38	64	0	4	3	2	2	7	1	0	0	0	NC
39	31	0	5	0	2	2	3	2	0	0	2	NC
40	69	5	3	3	3	4	9	2	0	0	0	B
41	353	53	21	6	14	11	28	4	1	0	2	C
42	73	5	7	2	1	6	13	3	0	0	1	B

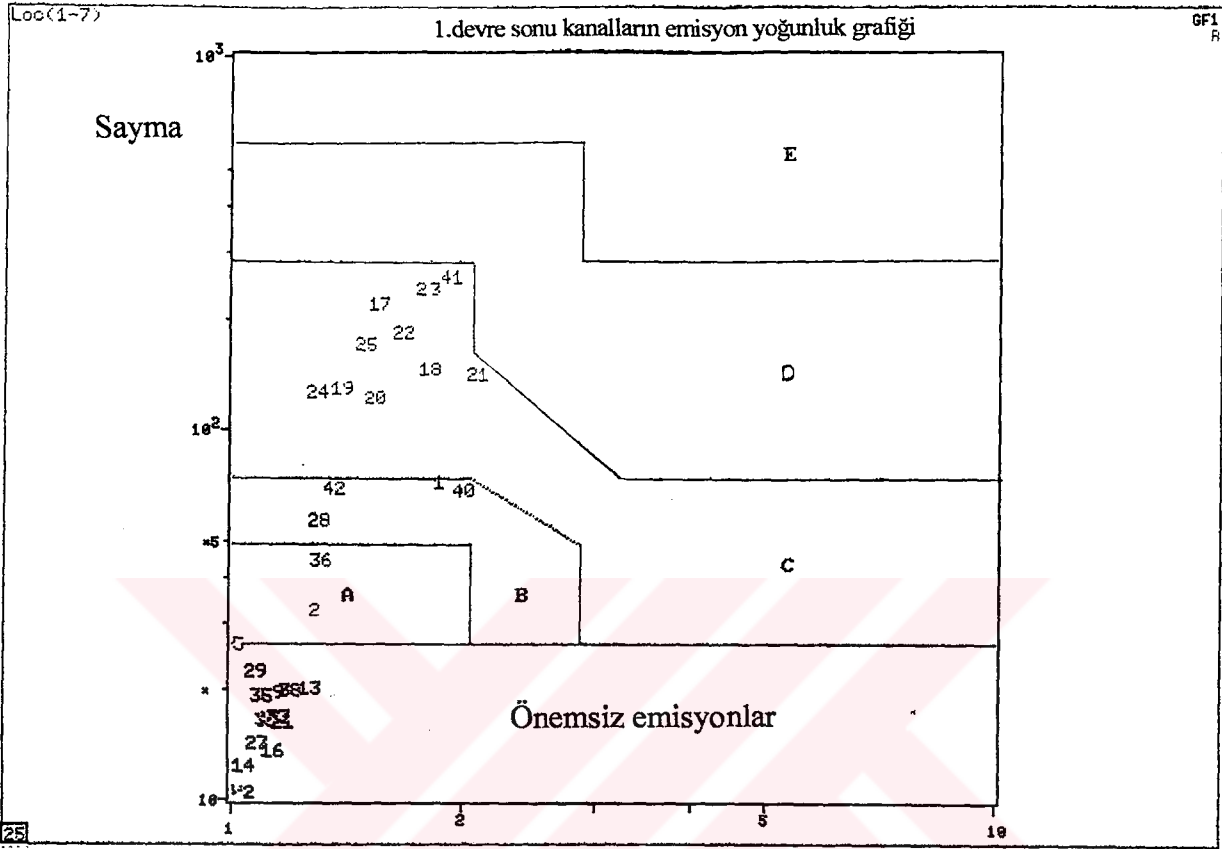
ET₁ : gerilimi 50 dB'den büyük vuruşların sayısı (50dB=değerlendirme eşiği- 1. devre)

ET₂ : gerilimi 50 dB'den büyük vuruşların sayısı (50dB=değerlendirme eşiği- 2. devre)

EA : gerilimi 65 dB'den büyük vuruşların sayısı (referans eşik- 1.ve 2. devre)

EH : İki dakikadaki vuruş sayısı

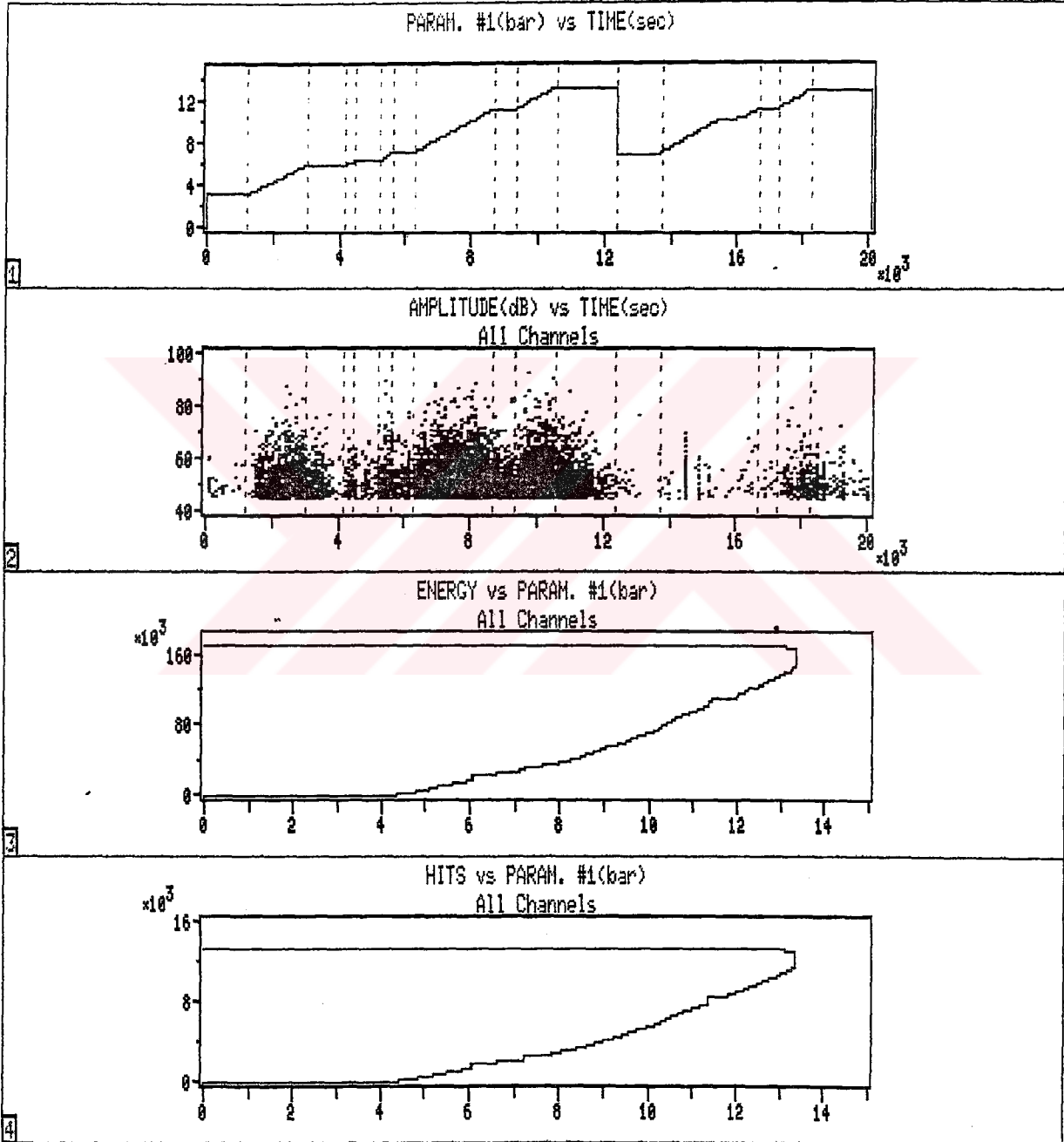
Şekil 5.3 IPAC-ASME tablosu



Şekil 5.4 IPAC sınıflandırması

- Grafik 1 basınç (bar) - zaman (sn.)
Grafik 2 genlik (dB) - zaman (sn.)
Grafik 3 kümülatif enerji - basınç (bar)
Grafik 4 kümülatif vuruş - basınç (bar)

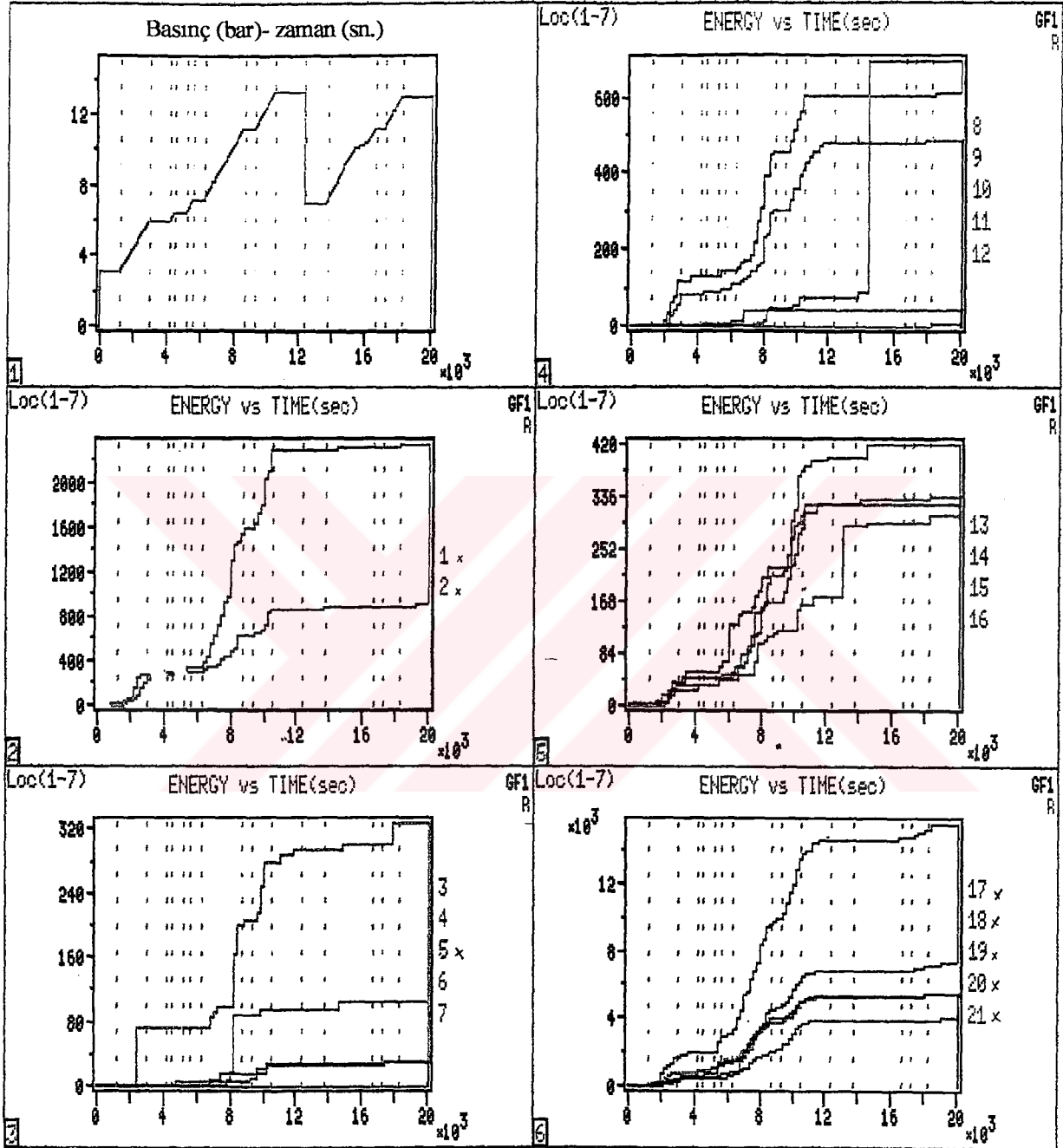
C:\TMM0000.DTA

AYGAZ-Yarimca/Izmit- sphere 2000 m3 #201 Feb 10,2002 10:56:15
HOLD06 98%Pmax 0 05:34:58

Hits:13487 # Ev:8271 ΣN:164878 ΣEner:173443 Load: 13.12

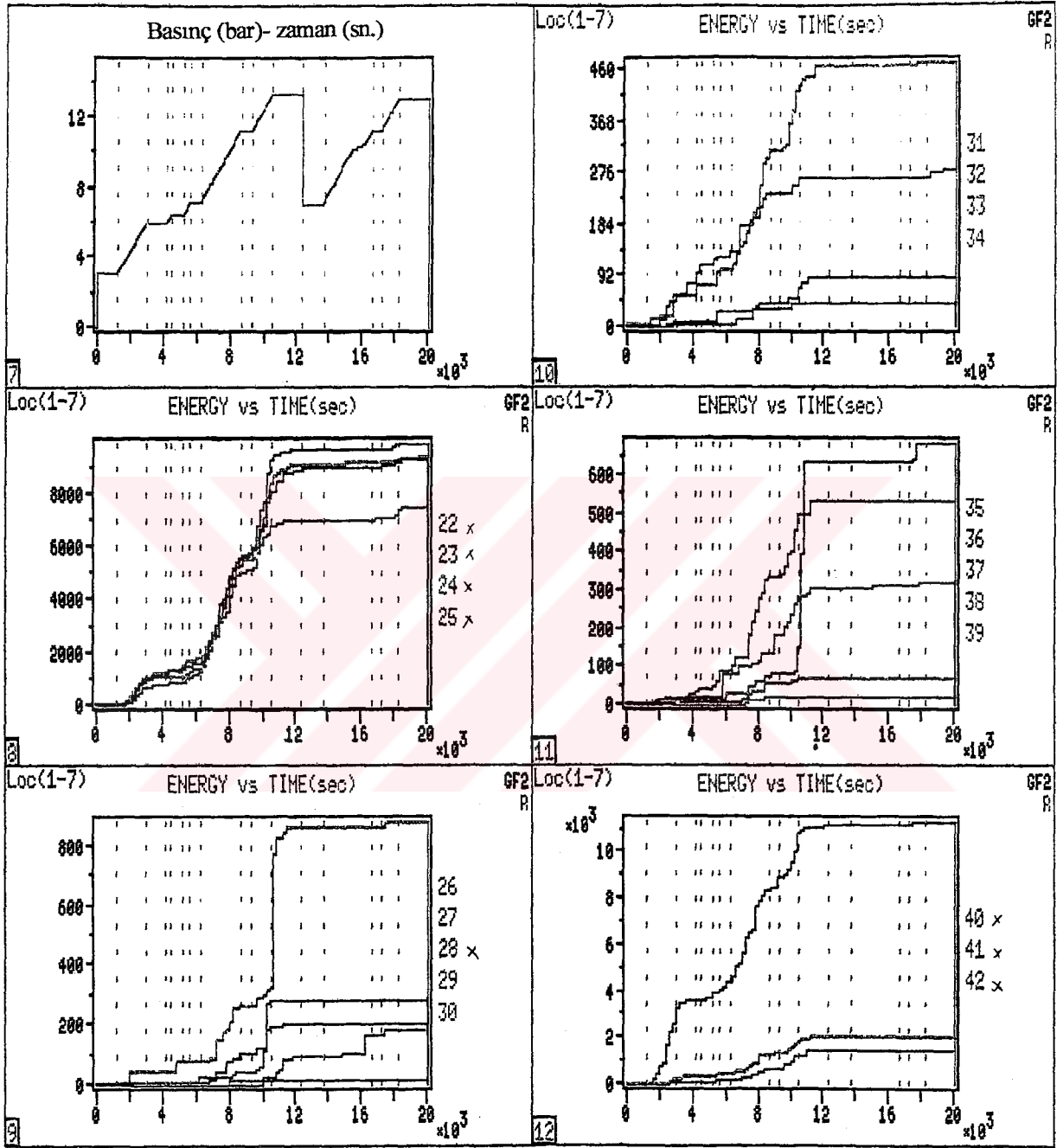
Şekil 5.5 Global Emisyon

C:TMM0000.DTA

AYGAZ-Yarınca/Izmit- sphere 2000 m3 #201 Feb 10,2002 10:56:15
HOLD06 98%Pmax 0 05:34:58

Hits:13487 # Ev:8271 ΣN:164878 ΣEner:173443 Load: 13.12

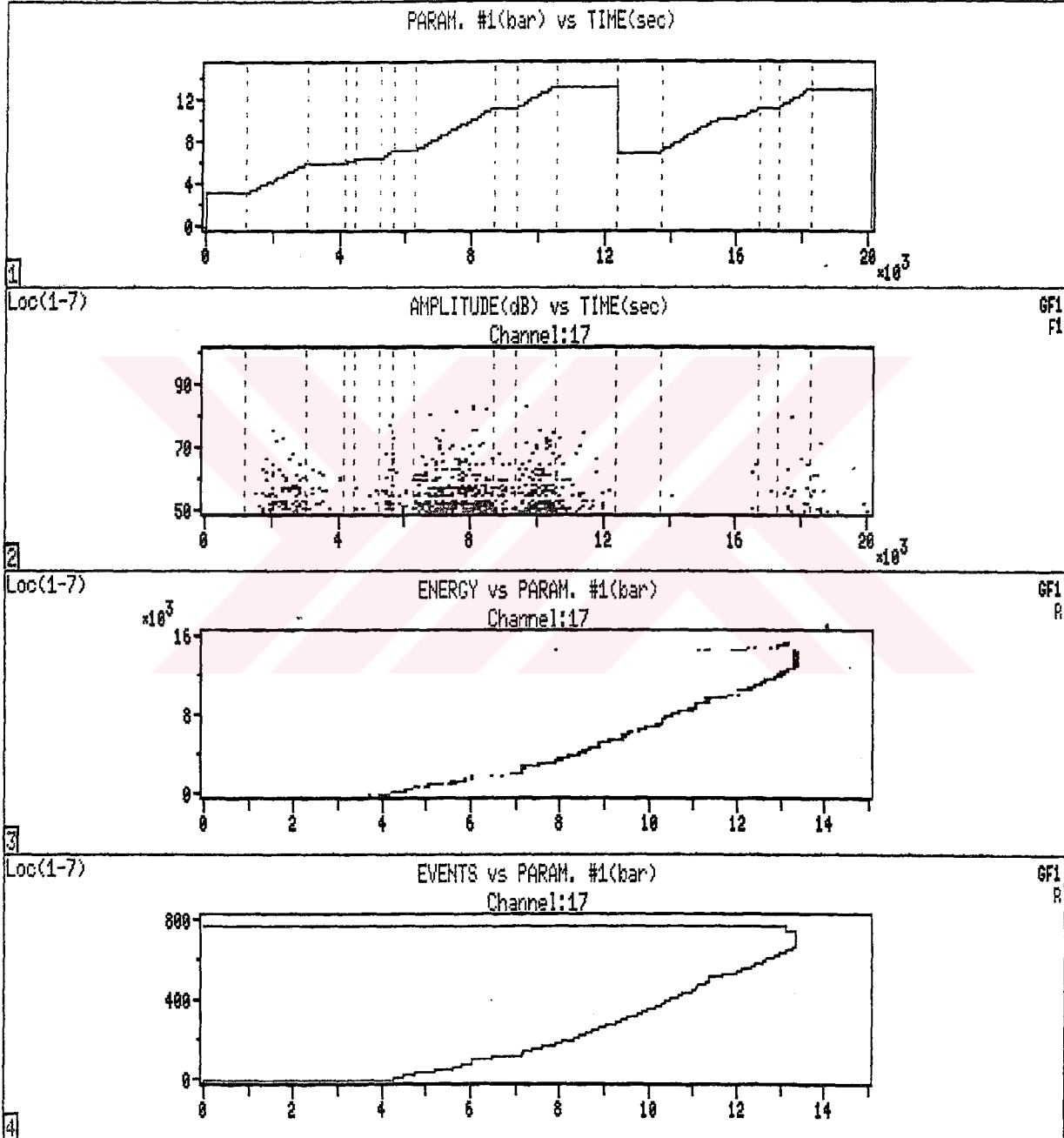
Şekil 5.6a Kümülatif enerji – zaman (sn.) grafikleri, (1-21 kanalları arası)



Şekil 5.6b Kümülatif enerji – zaman (sn.) grafikleri, (22-42 kanalları arası)

- Grafik 1 basınç (bar) - zaman (sn.)
Grafik 2 genlik (dB) - zaman (sn.)
Grafik 3 kümülatif enerji - basınç (bar)
Grafik 4 kümülatif olay - basınç (bar)

C:TMM000.DTA

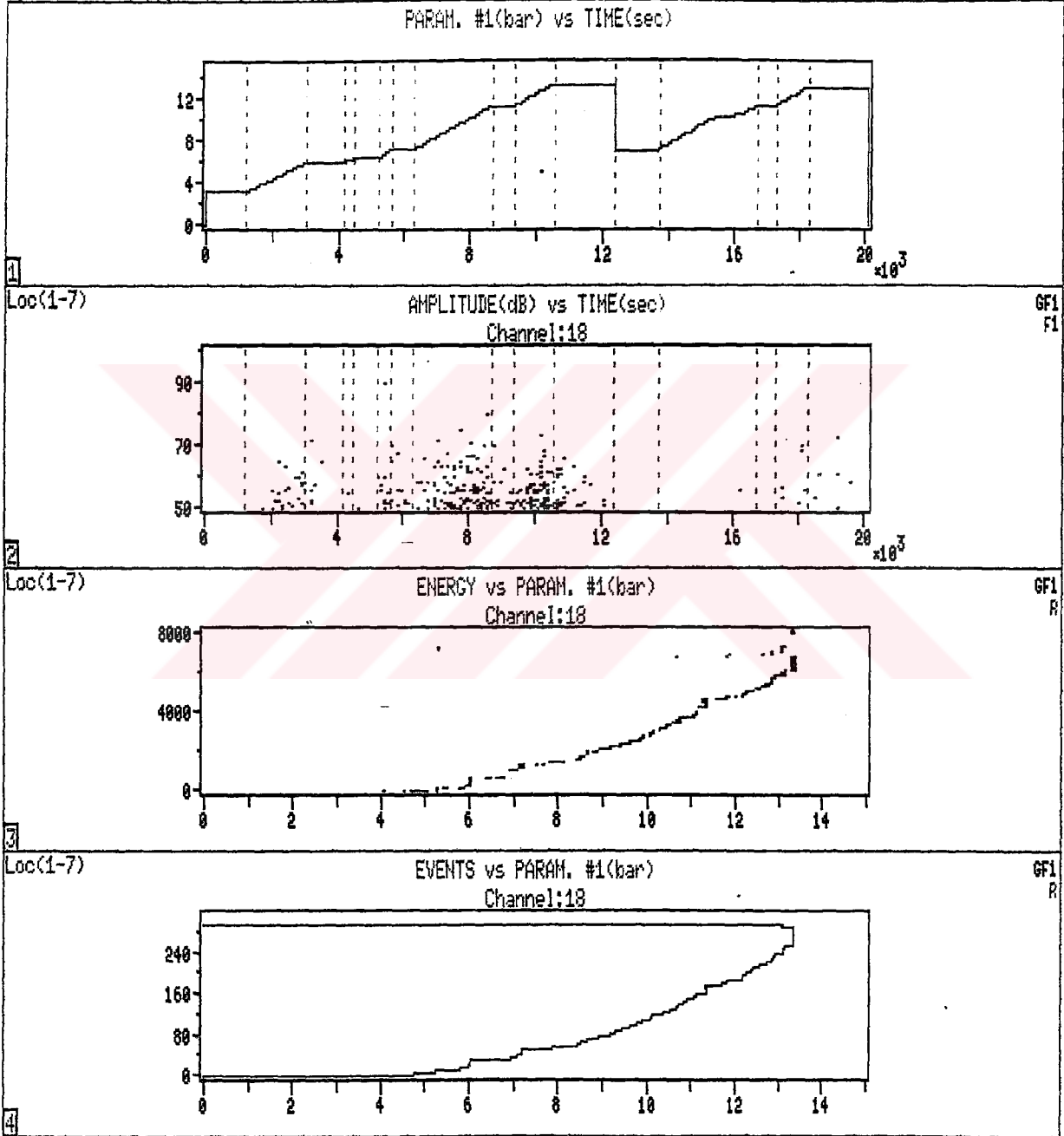
AYGAZ-Yarimca/Izmit- sphere 2000 m3 #201 Feb 10, 2002 10:56:15
HOLD06 98%Pmax 0 05:34:58

Hits:13487 # Ev:8271 ΣN:164878 ΣEner:173443 Load: 13.12

Şekil 5.7a Bölgesel emisyon aktivitesi - kanal 17

- Grafik 1 basınç (bar) - zaman (sn.)
Grafik 2 genlik (dB) - zaman (sn.)
Grafik 3 kümülatif enerji - basınç (bar)
Grafik 4 kümülatif olay - basınç (bar)

C:TMM0000.DTA

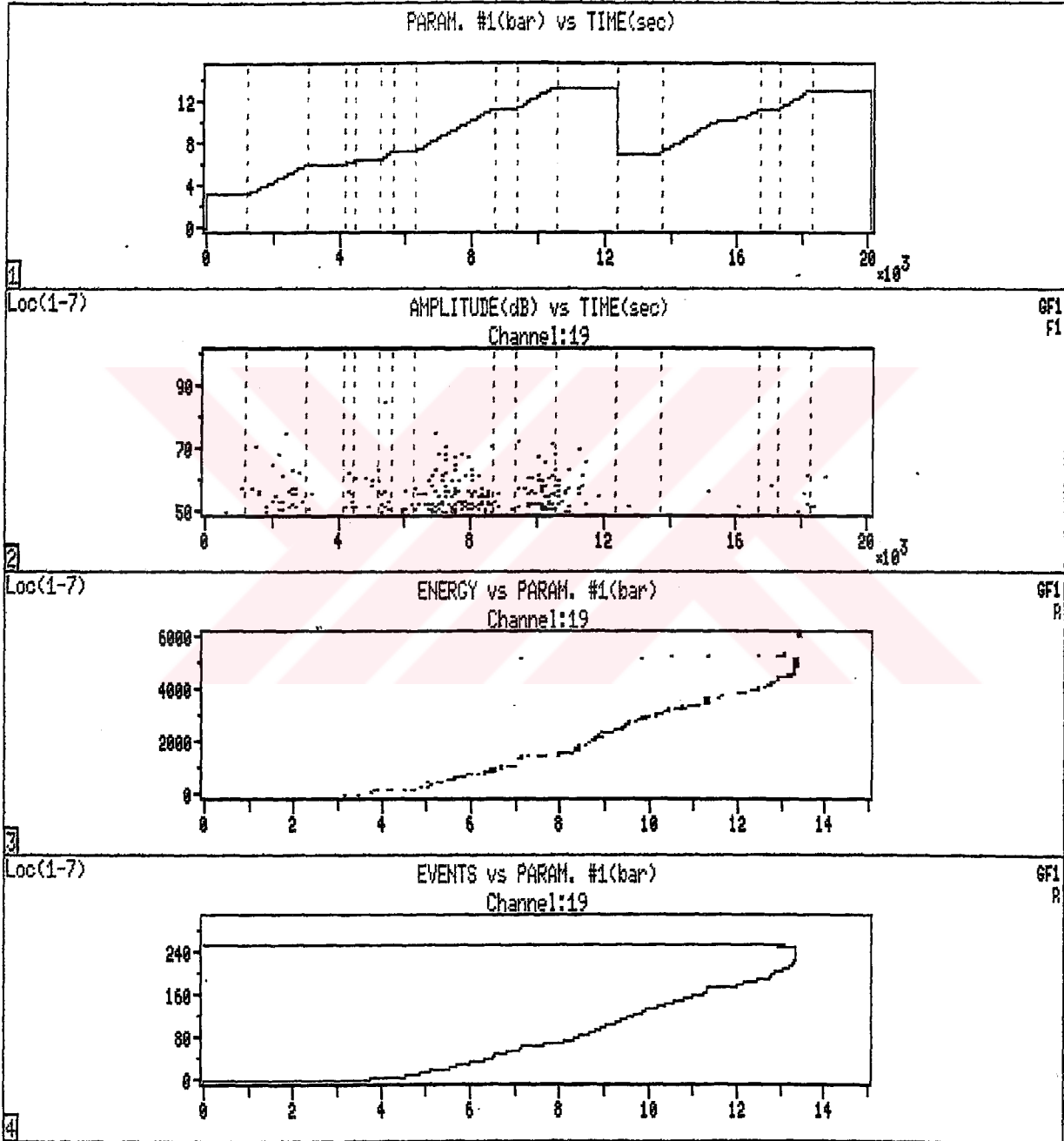
AYGAZ-Yarimca/Izmit- sphere 2000 m3 #201 Feb 10,2002 10:56:15
HOLD06 98XPmax 0 05:34:58

Hits:13487 # Ev:8271 ΣN:164878 ΣEner:173443 Load: 13.12

Şekil 5.7b Bölgesel emisyon aktivitesi - kanal 18

- Grafik 1 basınç (bar) - zaman (sn.)
Grafik 2 genlik (dB) - zaman (sn.)
Grafik 3 kümülatif enerji - basınç (bar)
Grafik 4 kümülatif olay - basınç (bar)

C:TMH0000.DTA

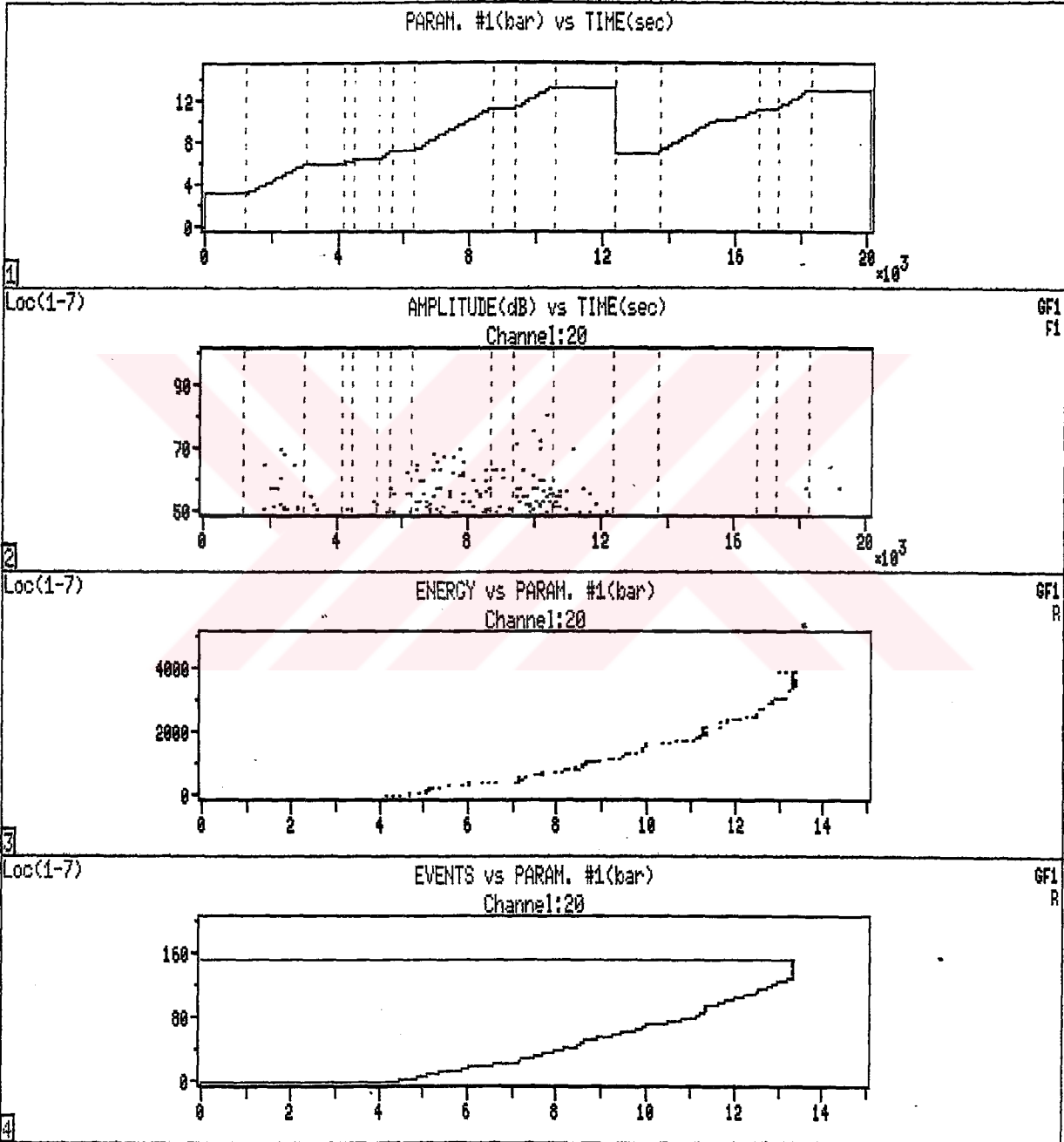
AYGAZ-Yarimca/Izmit- sphere 2000 m3 #201 10 Feb,2002 10:56:15
HOLD06 98%Pmax 0 05:34:58

Hits:13487 # Ev:8271 ΣN:164878 ΣEner:173443 Load: 13.12

Şekil 5.7c Bölgesel emisyon aktivitesi - kanal 19

- Grafik 1 basınç (bar) - zaman (sn.)
Grafik 2 genlik (dB) - zaman (sn.)
Grafik 3 kümülatif enerji - basınç (bar)
Grafik 4 kümülatif olay - basınç (bar)

C:TMM0000.DTA

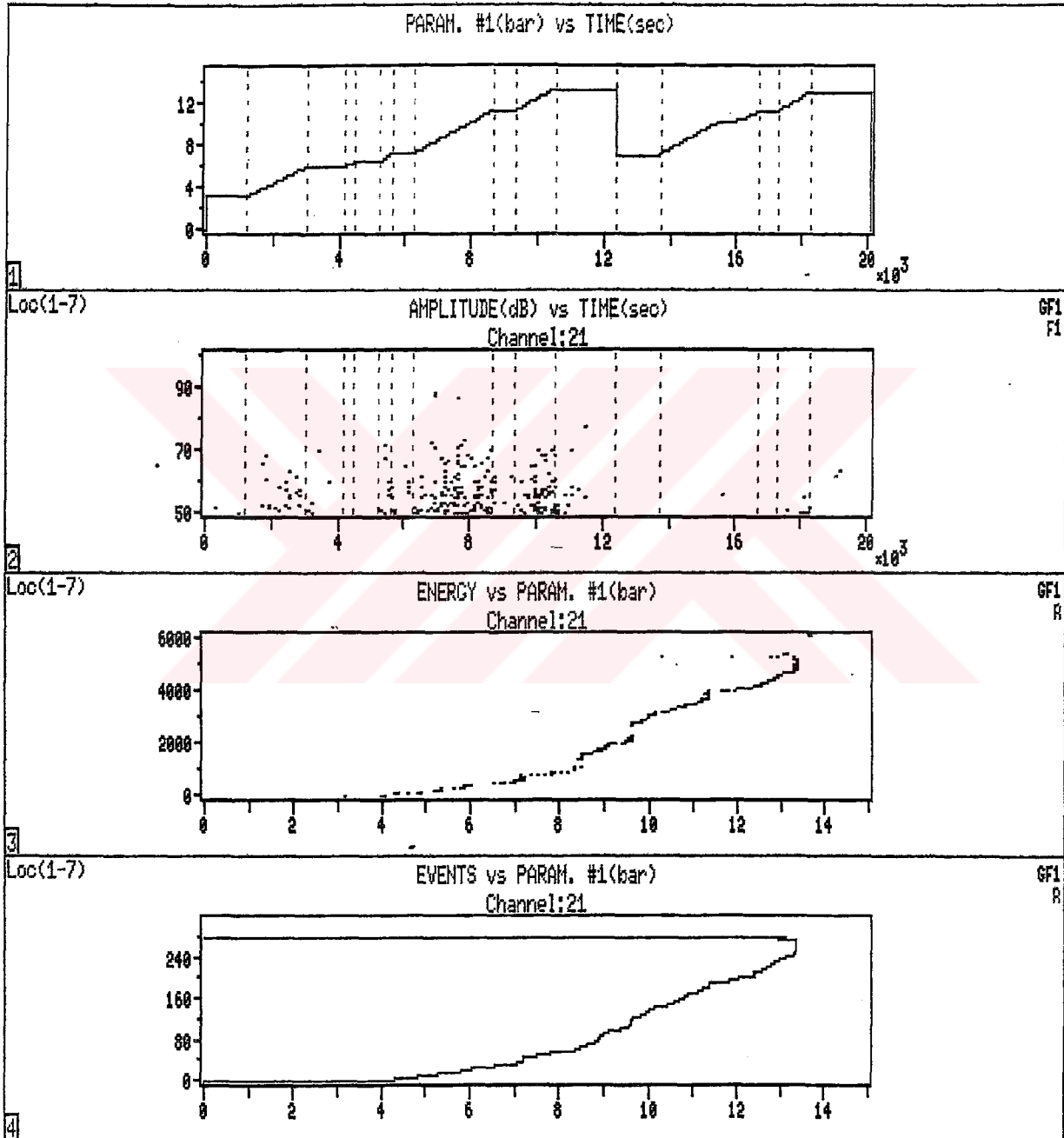
AYGAZ-Yarımca/Izmit- sphere 2000 m3 #201 10 Feb,2002 10:56:15
HOLD06 98%Pmax 0 05:34:58

Hits:13487 # Ev:8274 ΣN:164878 ΣEner:173443 Load: 13.12

Şekil 5.7d Bölgesel emisyon aktivitesi - kanal 20

- Grafik 1 basınç (bar) - zaman (sn.)
Grafik 2 genlik (dB) - zaman (sn.)
Grafik 3 kümülatif enerji - basınç (bar)
Grafik 4 kümülatif olay - basınç (bar)

C:TMH0000.DTA

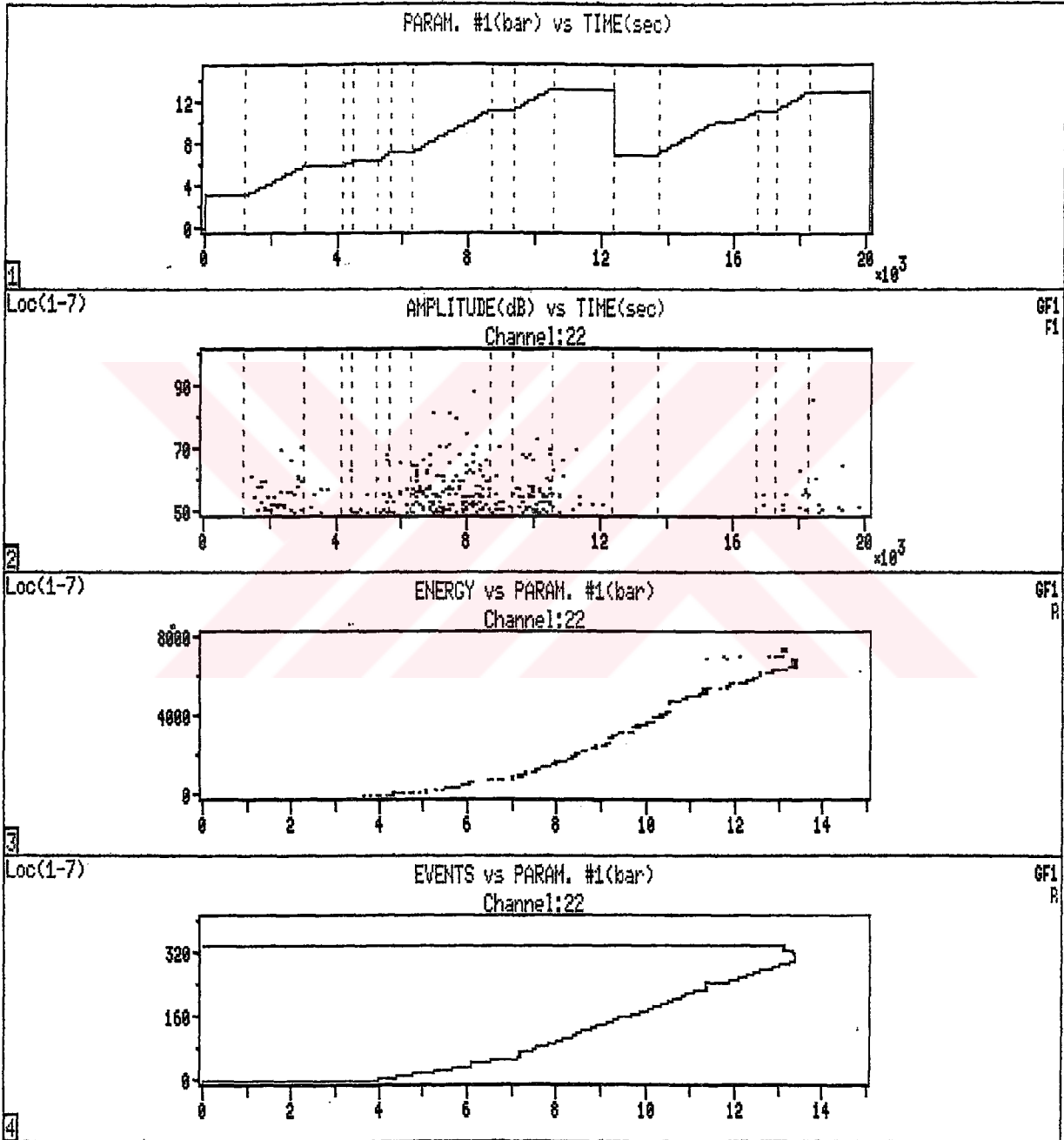
AYGAZ-Yarımca/Izmit- sphere 2000 m3 #201 Feb 10,2002 10:56:15
HOLD06 98%Pmax 0 05:34:58

Hits:13487 # Ev:8271 ΣN:164878 ΣEner:173443 Load: 13.12

Şekil 5.7e Bölgesel emisyon aktivitesi - kanal 21

- Grafik 1 basınç (bar) - zaman (sn.)
Grafik 2 genlik (dB) - zaman (sn.)
Grafik 3 kümülatif enerji - basınç (bar)
Grafik 4 kümülatif olay - basınç (bar)

C:TMH0000.DTA

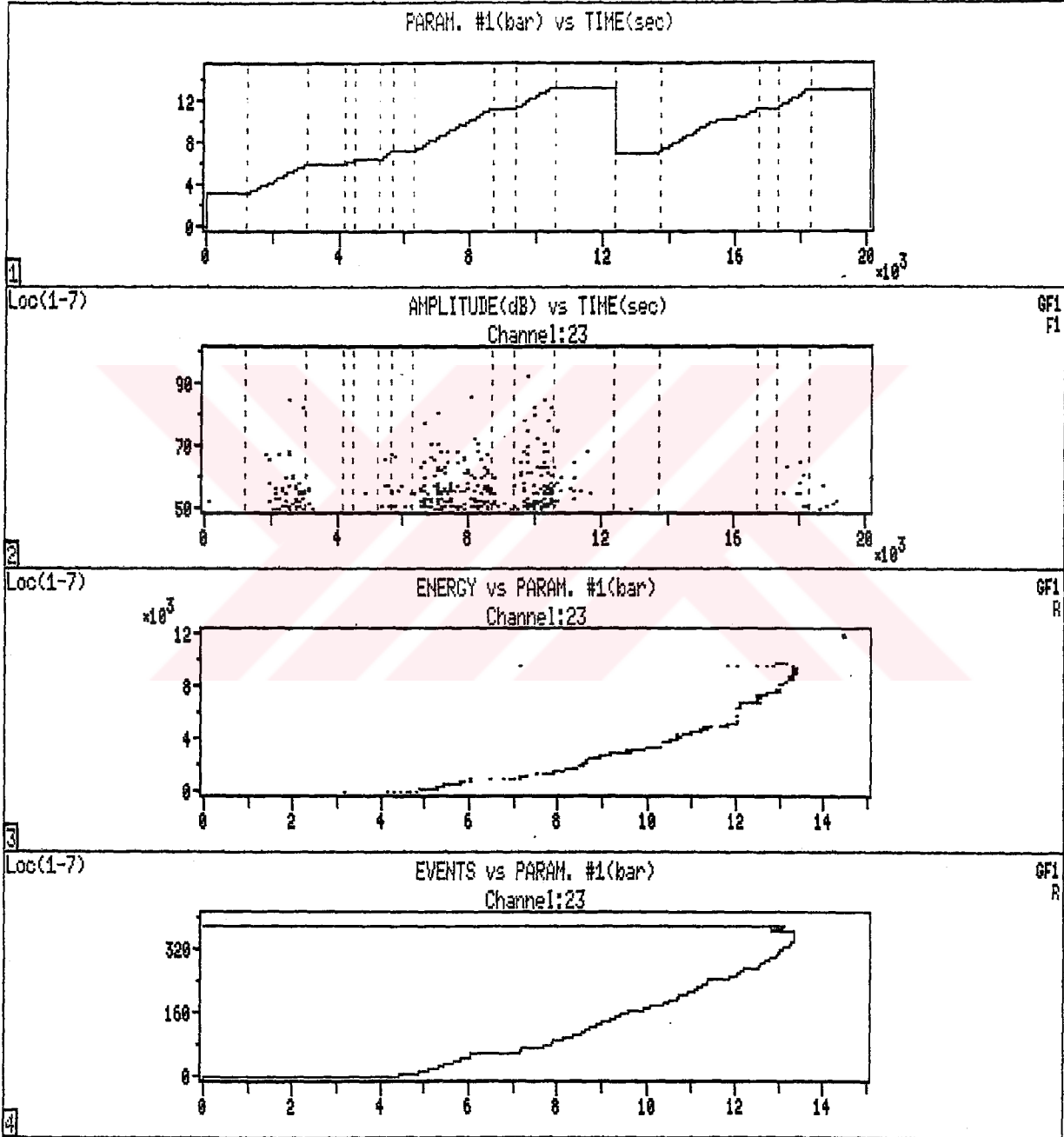
AYGAZ-Yarimca/Izmit- sphere 2000 m3 #201 Feb 10,2002 10:56:15
HOLD06 96XPmax 0 05:34:58

Hits:13487 # Ev:8271 ΣN:164878 ΣEner:173443 Load: 13.12

Şekil 5.7f Bölgesel emisyon aktivitesi - kanal 22

- Grafik 1 basınç (bar) - zaman (sn.)
Grafik 2 genlik (dB) - zaman (sn.)
Grafik 3 kümülatif enerji - basınç (bar)
Grafik 4 kümülatif olay - basınç (bar)

C:\TMM0000.DTA

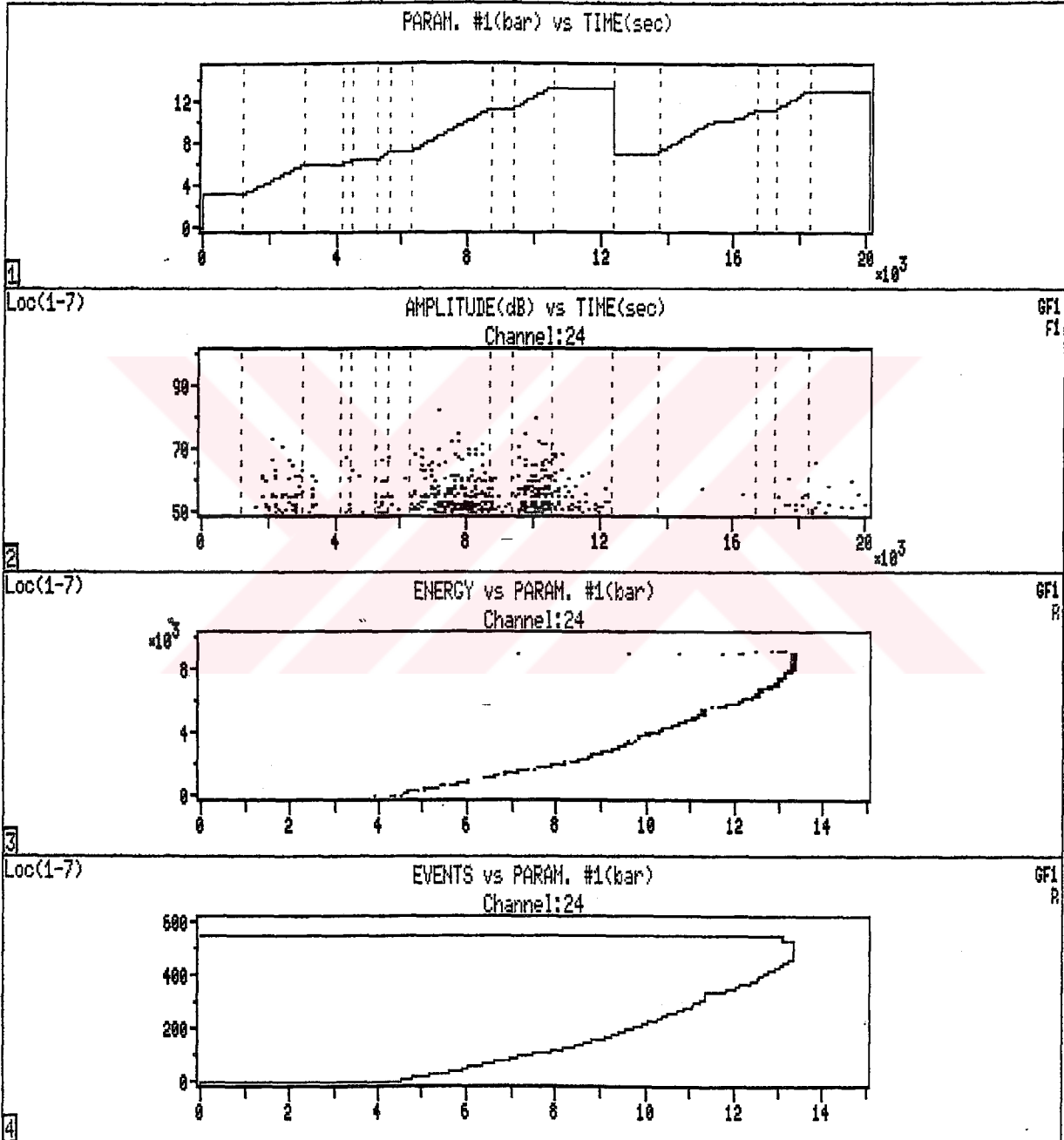
AYGAZ-Yarimca/Izmit- sphere 2000 m3 #201 Feb 10, 2002 10:56:15
HOLD06 98%Pmax 0 05:34:58

Hits:13487 # Ev:9271 ΣN:164878 ΣEner:173443 Load: 13.12

Şekil 5.7g Bölgesel emisyon aktivitesi - kanal 23

- Grafik 1 basınç (bar) - zaman (sn.)
Grafik 2 genlik (dB) - zaman (sn.)
Grafik 3 kümülatif enerji - basınç (bar)
Grafik 4 kümülatif olay - basınç (bar)

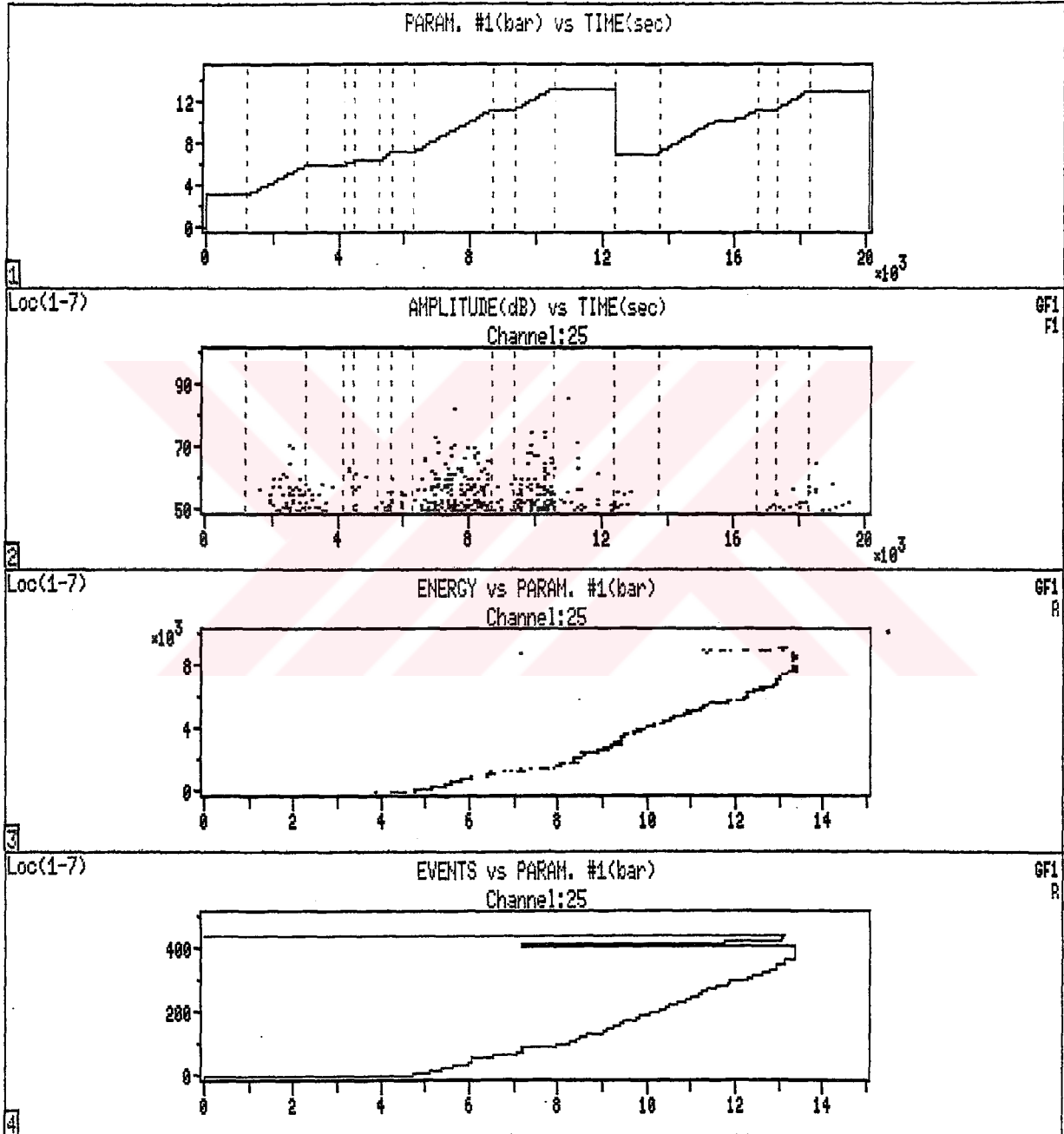
C:TMH0000.DTA

AYGAZ-Yarimca/Izmit- sphere 2000 m3 #201 10 Feb,2002 10:56:15
HOLD06 98%Pmax 0 05:34:58Hits:13487 # Ev:8271 Σ N:164878 Σ Ener:173443 Load: 13.12

Şekil 5.7h Bölgesel emisyon aktivitesi - kanal 24

- Grafik 1 basınç (bar) - zaman (sn.)
Grafik 2 genlik (dB) - zaman (sn.)
Grafik 3 kümülatif enerji - basınç (bar)
Grafik 4 kümülatif olay - basınç (bar)

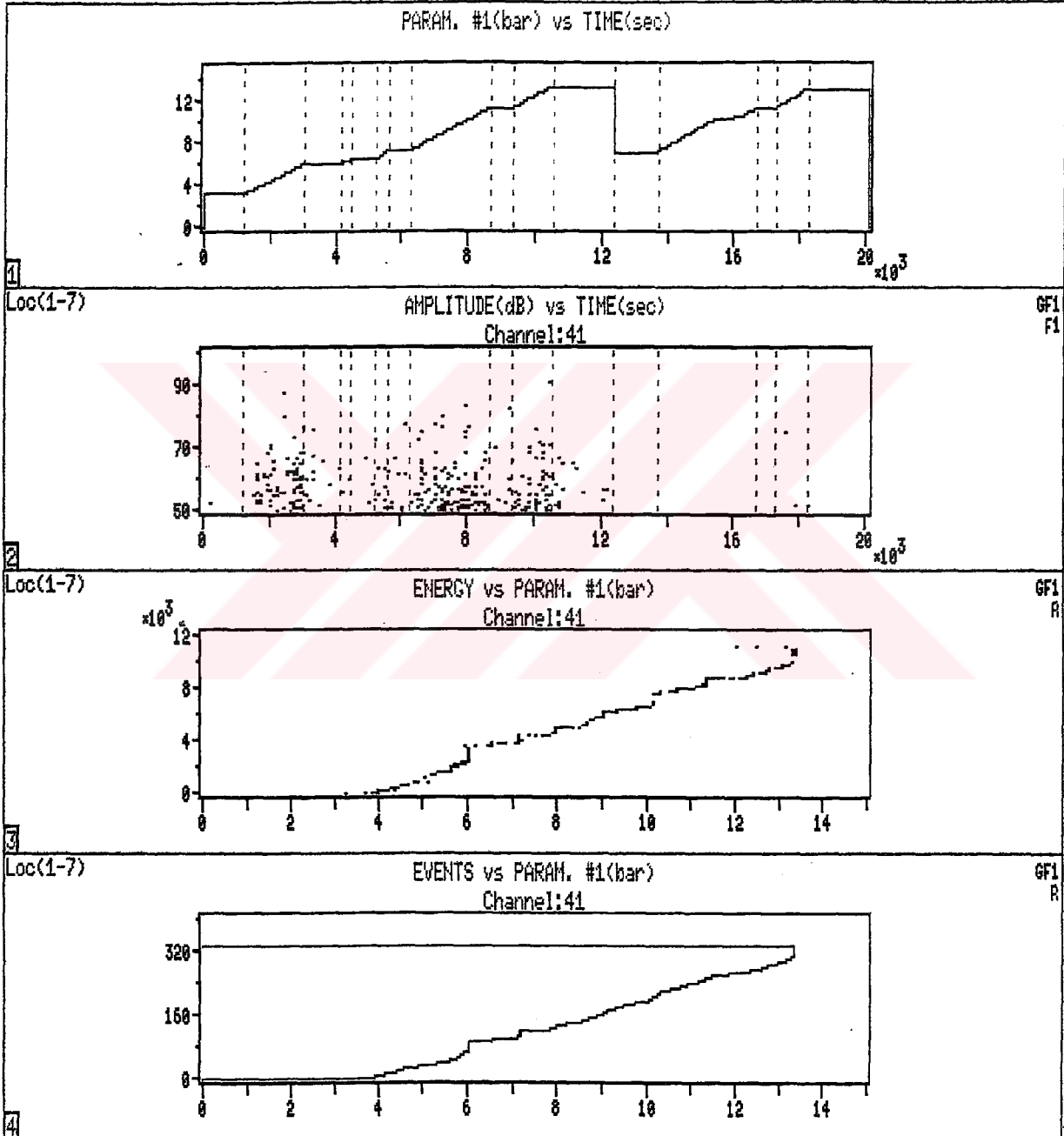
C:TMH0000.DTA

AYGAZ-Yarimca/Izmit- sphere 2000 m3 #201 10 Feb,2002 10:56:15
HOLD06 98%Pmax 0 05:34:58Hits:13487 # Ev:8271 Σ N:164878 Σ Ener:173443 Load: 13.12

Şekil 5.7i Bölgesel emisyon aktivitesi - kanal 25

- Grafik 1 basınç (bar) - zaman (sn.)
Grafik 2 genlik (dB) - zaman (sn.)
Grafik 3 kümülatif enerji - basınç (bar)
Grafik 4 kümülatif olay - basınç (bar)

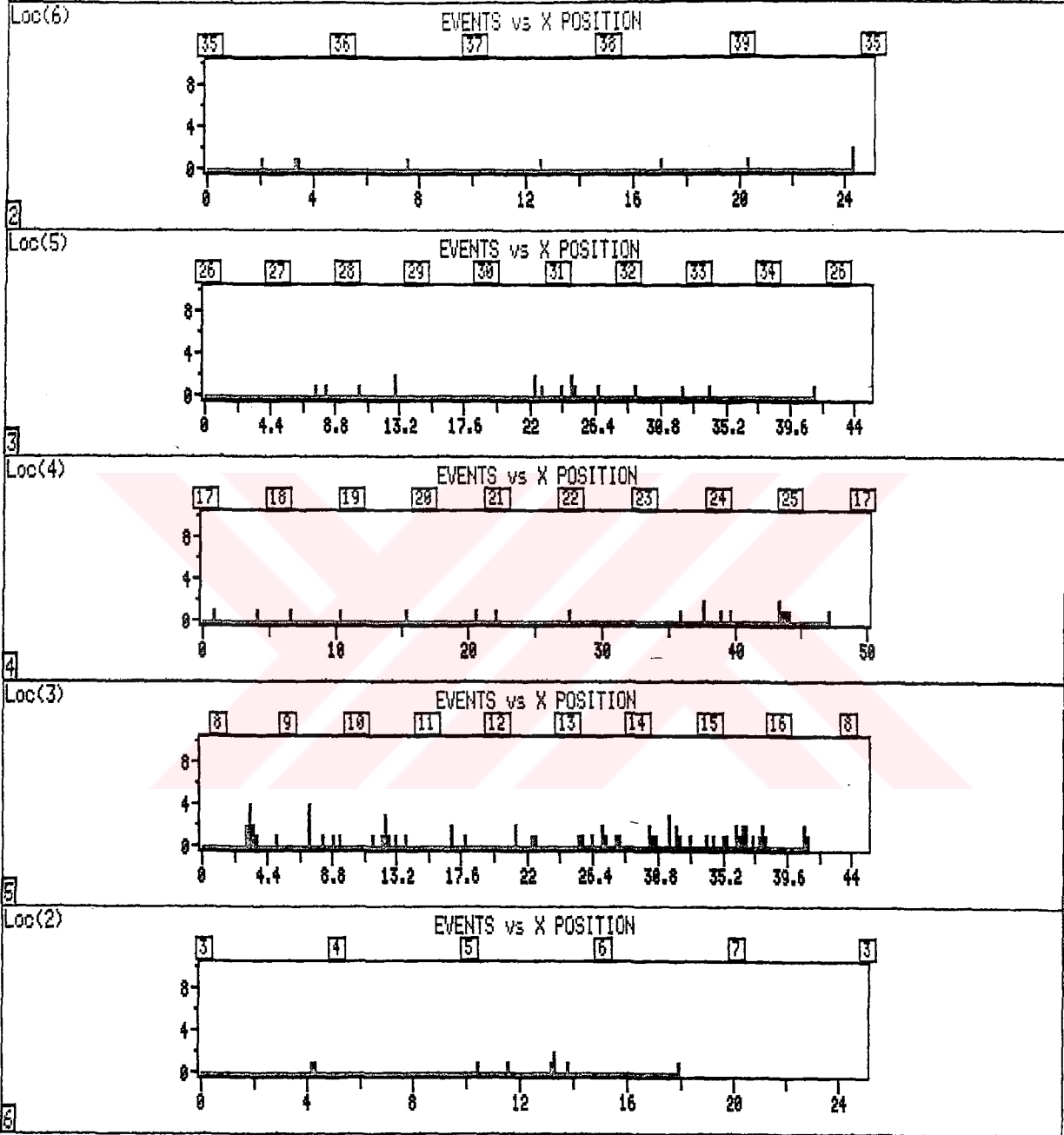
C:TMH0000.DTA

AYGAZ-Yarimca/Izmit- sphere 2000 m3 #201 Feb 10,2002 10:56:15
HOLD06 98%Pmax 0 05:34:58

Hits:13487 # Ev:8271 ΣN:164878 ΣEner:173443 Load: 13.12

Şekil 5.7j Bölgesel emisyon aktivitesi - kanal 41

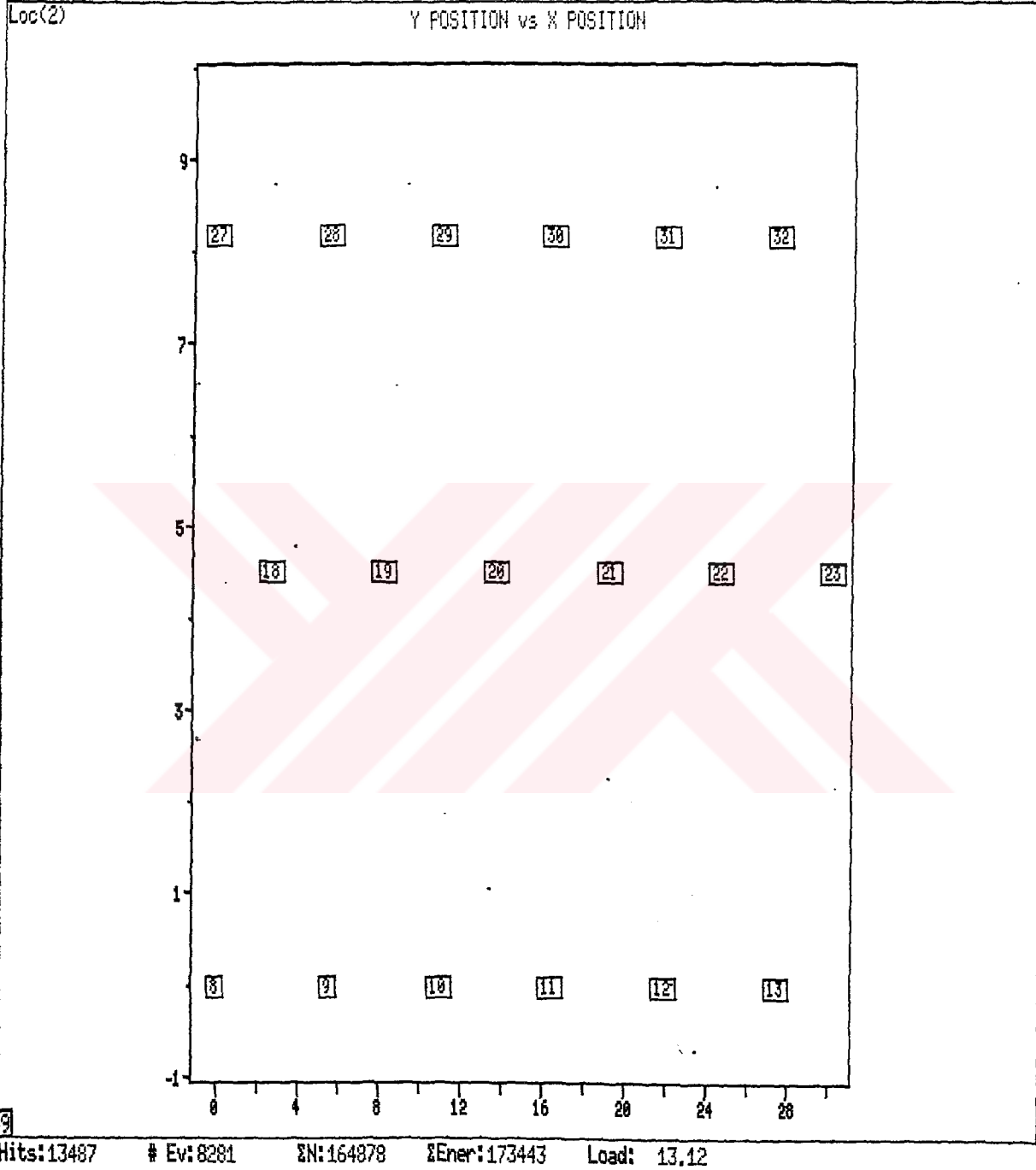
C:TMM000.DTA

AYGAZ-Yarimca/Izmit- sphere 2000 m3 #201 Feb 10,2002 10:56:15
HOLD06 98%Pmax 0 05:34:58

Hits:13487 # Ev: 9271 ΣN:164878 ΣEner:173443 Load: 13.12

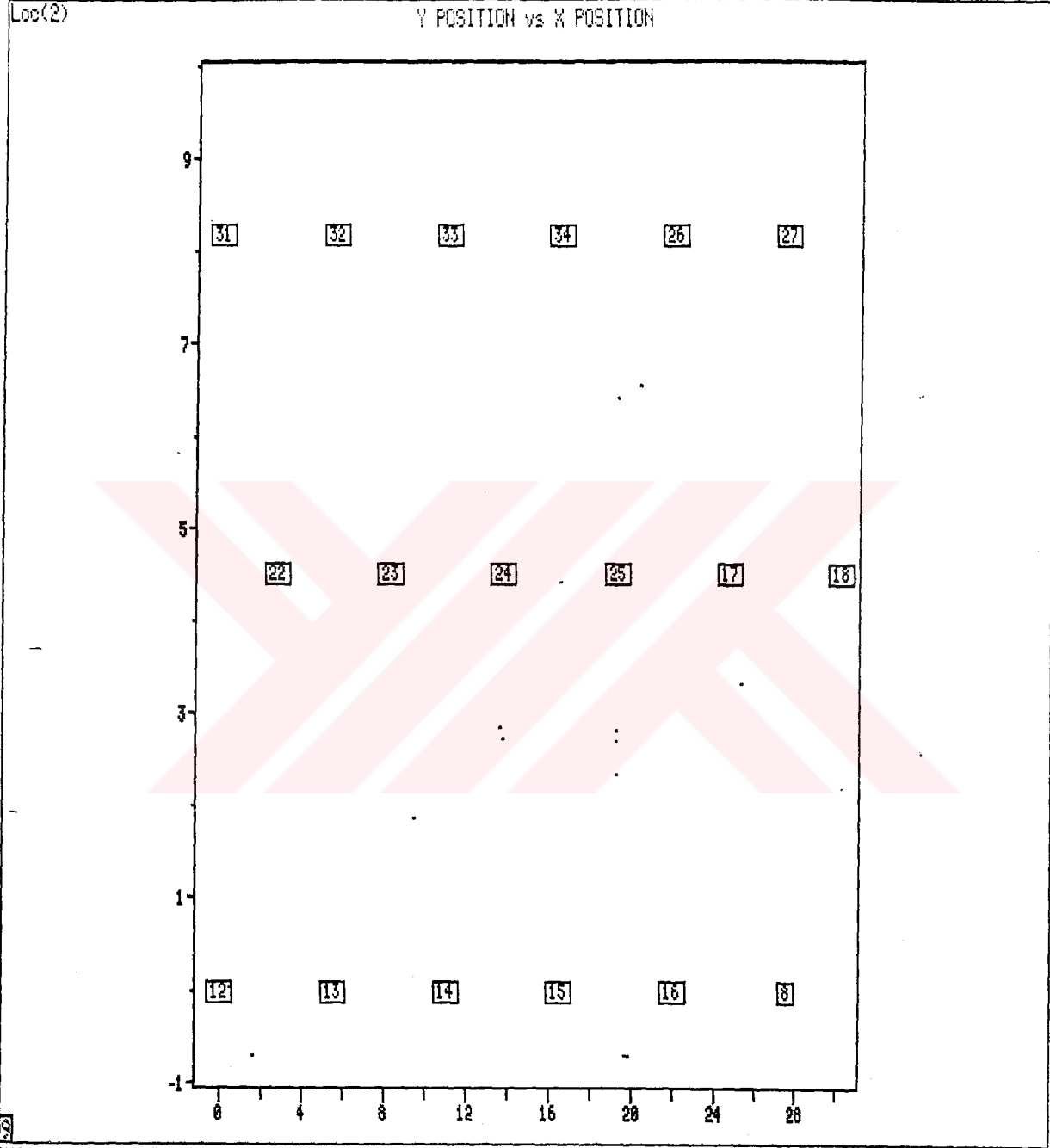
Şekil 5.8.a AE olay yerleri - doğrusal görünüş

C:TMH0000.DTA

AYGAZ-Yarimca/Izmit- sphere 2000 m3 #201 Feb 10,2002 10:56:15
HOLD06 98%Pmax 0 05:34:50

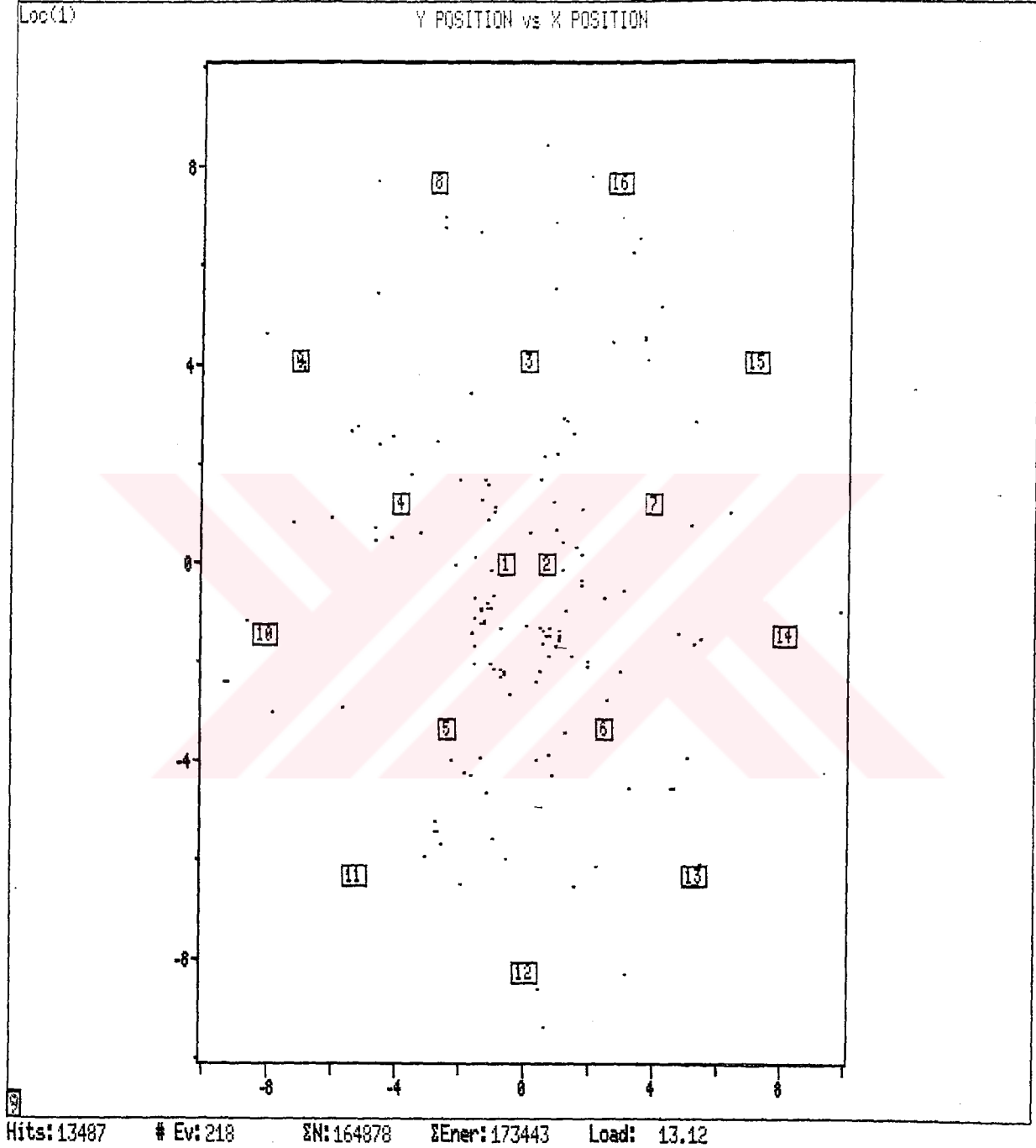
Şekil 5.8b AE olay yerleri - plan görünüş

C:TMH0000.DTA

AYGAZ-Yarimca/Izmit- sphere 2000 m3 #201
HOLD06 98%PmaxFeb 10,2002 10:56:15
0 05:34:58

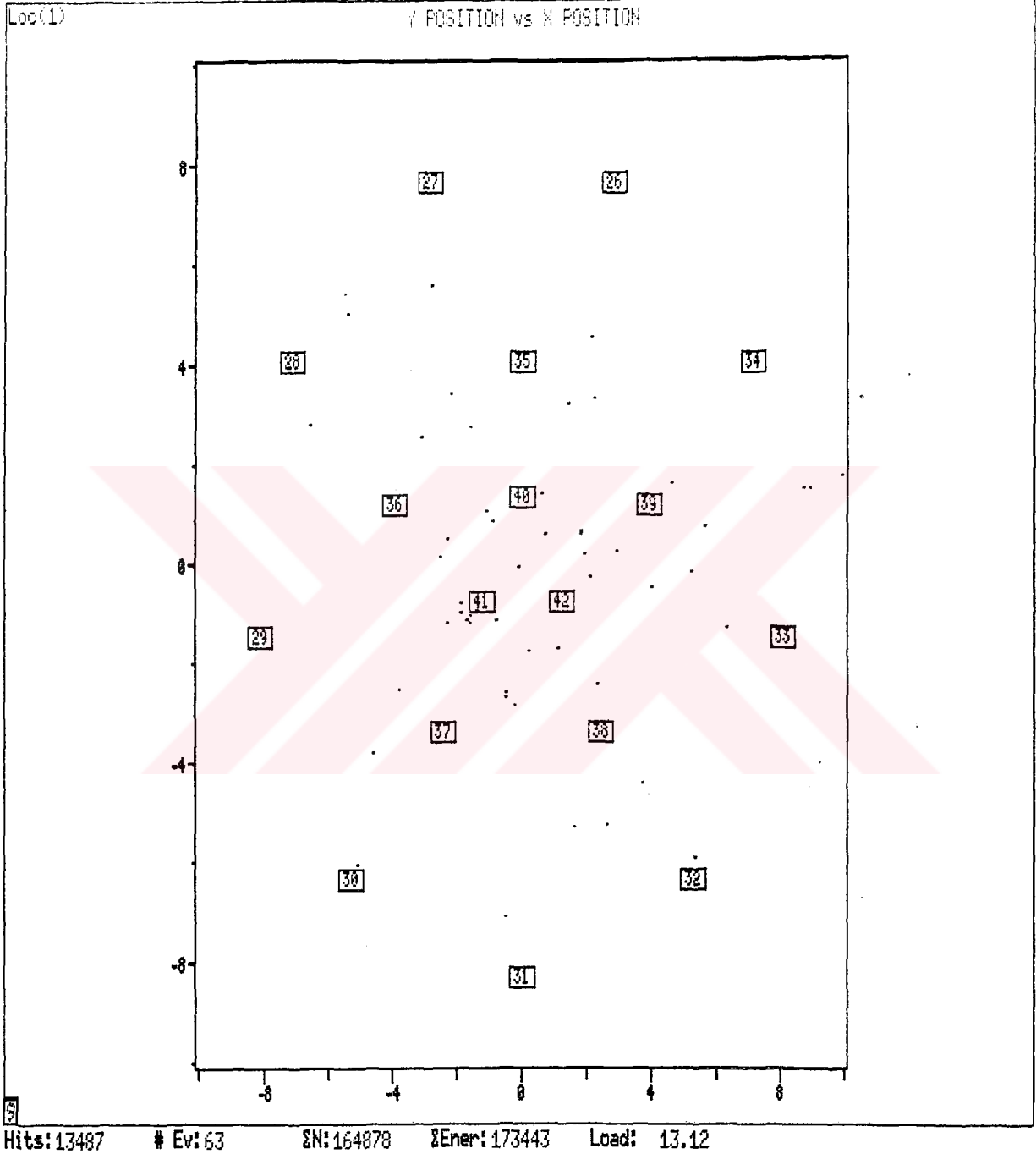
Şekil 5.8c AE olay yerleri - plan görünüş

C:THM0000.DTA

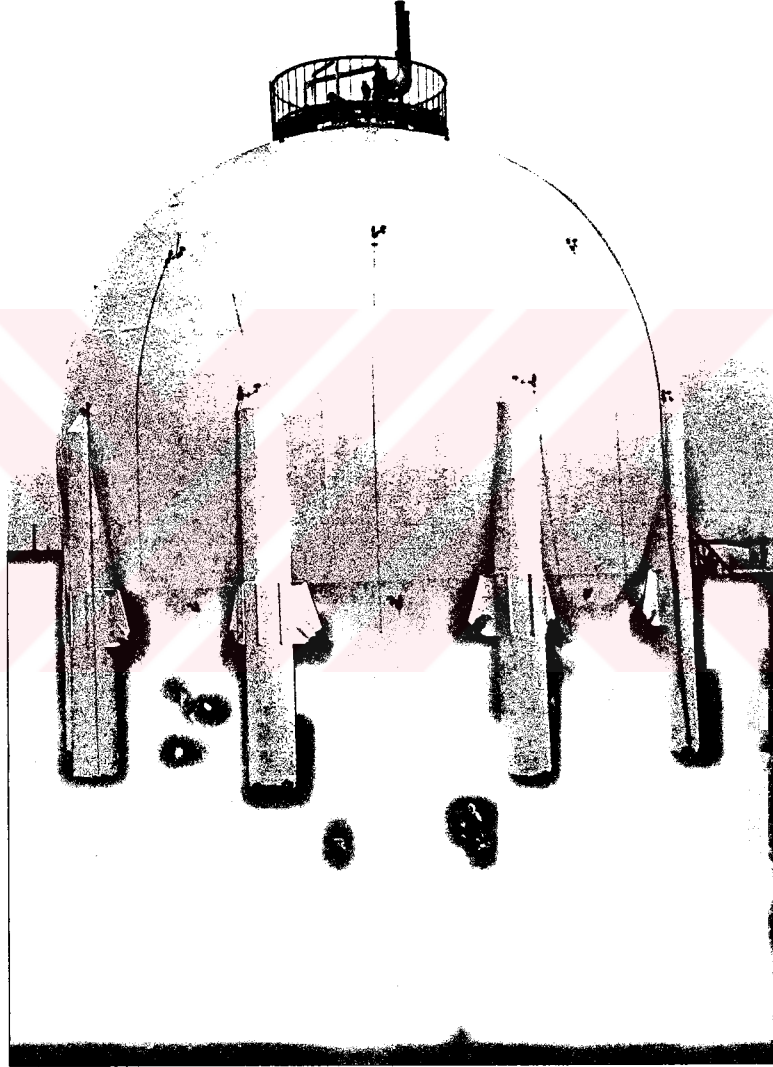
AYGAZ-Yarimca/Izmit- sphere 2000 m3 #201 Feb 10, 2002 10:56:15
HOLD06 98%Pmax 0 05:34:58

Şekil 5.8d AE olay yerleri - alt plan görünüş

C:THM0000.DTA

AYGAZ-Yarimca/Izmit- sphere 2000 m3 #201
HOLD06 98%PmaxFeb 10, 2002 10:56:15
0 05:34:58

Şekil 5.8e AE olay yerleri - üst plan görünüş



Şekil 5.9 Test Edilen Küre Tank (2000 m³)

6. SONUÇLAR ve ÖNERİLER

Mevcut akustik emisyon testi birinci basınçlandırma devresinde 17 ayrı bölgeden emisyonlar alınmıştır ve bu bölgelerin küredeki pozisyonları tespit edilmiştir. Test sonuçlarına göre, birçok emisyon kaynağının nedeni olarak, kürenin değiştirilen ayaklarına ve nozullarına yapılan yeni kaynak dikişlerinden gerilim salıverilmesi gösterilebilir.

Test sonuçları analizine göre;

C derece bölge sensörleri: 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 41

B derece bölge sensörleri: 1, 28, 40, 42

A derece sensör bölgesi: 2, 5, 36

Diğer sensör bölgelerinden emisyonlar hissedilmediği için bu bölgeler değerlendirmeye alınmamıştır.

Bütün dataların sonuçları ileriki zamanlarda bu tanka yapılacak periyodik testlerde ön bilgi olması bakımından kaydedilmiştir.

Şekil 5.1.a ve 5.1.b 'de emisyon aldığımız bölgeler ayrıntılı olarak görülmektedir. Şekil 5.3 incelendiğinde, birinci basınçlandırma devresinde elde edilen 50 dB üzerindeki vuruşları gösteren ET1 değerinin, ikinci basınçlandırma devresindeki ET2 değerine göre dikkate değer bir biçimde azaldığı görülmektedir. Testi yapan firmanın operatörü tankın özelliklerine göre ET2 değerinin 60'dan fazla olmamasını tank güvenliği için uygun görmüştür. Bizim tankımızın da ikinci basınçlandırmadan elde edilen ET2 sonuçları bu değeri aşmadığından ötürü, tank ET2 yönünden kusursuzdur. Diğer değerlendirme 65 dB üzerindeki vuruşları gösteren EA ile yapılır. Yine testi yapan firma operatörü tankın özelliklerine göre EA değerinin 5'den fazla olmamasını uygun görmüştür. Birinci basınçlandırma devresinde EA değeri malzeme akmasından ötürü yüksek çıkmıştır, ancak bizim için önemli olan ikinci basınçlandırma devresi olduğu için ilk basınçlandırmada malzeme akmasından oluşan emisyonlar ikinci basınçlandırmada oluşmamıştır. Bunun sonucunda çok az sayıda emisyonlar alınmıştır ve alınan bu değerlerde 5'den küçük olduğu için tank EA yönünden kusursuzdur.

Diğer değerlendirme, tankı sabit basınçta bekletmede ilk iki dakikadan sonra alınan vuruş sayısı EH olup, yine testi yapan firma operatörü tarafından EH değerinin 2'den fazla olmaması

uygun görülmüştür. Bizim için önemli olan ikinci basınçlandırma devresi 85% Pmax durumunda, sonuçlar kap emniyeti için istenen değerdedir. Şekil 5.3'ün genel olarak ET, EA ve EH 'a sonuçlarına göre değerlendirilmesi ile emisyon bölgeleri A, B ve C olarak derecelendirilmiş ve önemli kaynak dikiş kusurlarının olmadığı anlaşılmıştır. Sonuçlar operatörün yorumuna bağlıdır.

Şekil 5.5 'de sensörlere gelen bütün emisyon sinyallerinin toplanmış hali görülmektedir. Basınç artışı ile genlik-zaman diyagramından, emisyon saymalarındaki artışları iki basınçlandırma devresinde de görmekteyiz. İlk basınçlandırma devresinde malzeme akmasından dolayı alınan önemsiz sinyallerin ikinci basınçlandırma devresinde almamamızla, emisyon yoğunluğunun ikinci basınçlandırma da ne kadar azaldığını görülmektedir. Ayrıca basınç-enerji ve basınç-vuruş diyagramlarından da basınç artışları ile enerji ve alınan vuruşlardaki artışları görülmektedir.

Şekil 5.6 'da ki enerji-zaman diyagramlarında birinci basınçlandırma devresi 85% Pmax seviyesinde yüksek enerji artışları farkedilmiştir. Bu diyagram ile tankın servisteyken kullanılabileceğimiz maximum işletme basıncı hakkında yorum yapabiliriz.

Şekil 5.7.a-b-c-d-e-f-g-h-i, yeni yapılan ayakların kaynaklı bölgelerinden, Şekil 5.7.j 'de küre tankın üst bölgesinde ki kaynaklı bölgeden sensörlerin C derece emisyon aldığı diyagramları göstermektedir. Birinci ardışık basınç yüklemesi esnasında her kaynaklı bölgeden güçlü emisyonlar alınmıştır. Enerji basınçla birlikte artmıştır fakat basınçta tutma periyodlarında iyi stabil durumdadırlar. İkinci basınçlandırma devrelerinde kayda değer emisyonlar alınmadığı görülmektedir, alınan emisyonlarda yeni yapılan kaynaklardan gerilim salıverilmesinden ötürüdür.

Şekil 5.8.b-c-d-e ikinci basınçlandırma devresinde kürenin plan görünüşü üzerinde emisyon pulsı alınan yerleri göstermektedir. Şekilden'de görüldüğü üzere alınan puls sayıları çok azdır ve belli bölgelerde birikmiş bir puls yoğunluğu yoktur, dolayısıyla olarak emisyon alınan yerler kusur teşkil etmemektedir.

Şekilleri incelediğimizde küre işletmeye alınması bakımından hiçbir sakınca yoktur. Sözkonusu alınan emisyonların nedeni olarak, kaynak dikişi bölgelerindeki gerilimin açığa çıkması gösterilebilir.

Akustik Emisyon yöntemi petrol ve kimya endüstrilerinde kullanılan basınçlı kapların hacimsel denetimleri için pratik bir tahribatsız muayene yöntemi halini almaktadır.

Akustik emisyonun en özgün karakteristiği, bu tekniğin geometriye çok bağlı olması ve birçok durumda iki muayenenin aynı sonucu vermemesidir. Bu nedenle, muayeneci her bir çalışmaya, özgün bir çalışma gibi yaklaşmalı ve bu çalışmanın talep ettiği en iyi enstrümantasyon ve analiz sistemini sağlamalıdır.

Çevresel parazitlerin genliği ve frekansları bu tip bir testin uygulamasını sınırlar. Elektriksel ve mekanik kaynaklı istenmeyen parazit ve seslerin alınışını azaltmak için çeşitli teknikler kullanılmaktadır. Ancak bunlar için oldukça fazla ek çalışma gerekmektedir. Yapılacak araştırmalar ile bunların etkileri en aza indirilmeye çalışılmalıdır.

Zamanla daha fazla uygulamalar yapıp tecrübeler arttıkça AE test sonuçlarını değerlendirme kapasitesinde daha fazla gelişmeler umut edilmektedir, böylelikle de alışılmış bir teknik olarak kullanılması kolaylaşacaktır.

Basınçlı Kaplar çevre için önemli tehlikeler arz etmesinden dolayı imalat ve işletme sürecinde arzu edilen teknik şartları sağlamaları gerekir. Eskiden beri kullanılagelen tahribatsız yöntemlerin yanısıra, gelişen teknolojiyle birlikte özellikle kaynak esnasında dikişte oluşan çatlak başlangıçlarının saptanmasında kullanılan akustik emisyon yöntemi de günümüz için bazı dezavantajlarına rağmen önemli alternatif bir yöntem durumunda olup, kullanımının daha da yaygınlaşacağı kanısındayım.

KAYNAKLAR

- Bray, E.B. ve McBride, D., (1995), *Nondestructive Testing Techniques*, John Wiley & Sons, New York
- Chuse, R. ve Carson, B. E., (1993), *Pressure Vessels*, McGraw-Hill, New York.
- Cross, N. O., Loushin, L. L. ve Thompson, J. L., (1972), "Acoustic Emission Testing of Pressure Vessels for Petroleum Refineries and Chemical Plants", *American Society for Testing and Materials*, 270-296.
- Gür, C.H. ve Gümrükçüoğlu, M., (1999), "Türkiye'de Tahribatsız Muayenenin Gelişimi", *Kaynak Teknolojisi II. Ulusal Kongresi*, 12-13 Kasım 1999, Ankara.
- Habiboğlu, H., (1993), "Basınçlı Kapların İmalatı, Test Yöntemleri ve Peryodik Kontrolleri", *tmmob Makine Mühendisleri Odası Sempozyumu*, 10-12 Şubat 1993, İstanbul.
- Koçum, S., (1997), "Kaynak Dikişlerinin Tahribatsız Muayene Yöntemleriyle Test Edilmesi", *Kaynak Teknolojisi I. Ulusal Kongresi*, 13-14-15 Kasım 1997, Ankara.
- Kohan, A. L., (1987), *Pressure Vessel Systems*, McGraw-Hill, New York.
- Kwon, J.R., Lyu, G.J., Kim, J.Y. ve Lee, T.H. (2001), "Acoustic emission testing of repaired storage tank", *International Journal of Pressure Vessels and Piping*, 78: 373-378.
- Miller, R. K., (1995), *Nondestructive Testing Handbook, Acoustic Emission Testing, Second Edition, Volume 5*, Published by the American Society for Nondestructive Testing.
- Nondestructive Examination*, (1999), *Asme Boiler and Pressure Vessel Code*, New York.
- Nondestructive Evaluation and Quality Control*, (1989), *Asm Metals Handbook, 9.Edition, Volume 17*, 278-292.
- Panzani, C., Possa, G. ve Tonolini, F., (1979), "Cise Experience with Acoustic Emission Monitoring in Pressure Vessel Hydrotests", *the Deutsche Gesellschaft für Metallkunde*, Bad Nauheim, West Germany.
- Pollock, A. A., (1988), *Practical Guide to Acoustic Emission Testing*, Physical Acoustic Corporation, New Jersey.
- Topuz, A., (1993), *Tahribatsız Muayeneler*, Yıldız Teknik Üniversitesi Yayınları, İstanbul.
- TS 3362, (1979), *Basınçlı Kaplar Hesaplama Kuralları*, Türk Standartlar Enstitüsü, Ankara.

AC YÜZELERİNE YATIRILAN
DOKÜMANLARI
KAYITLI
1993

ÖZGEÇMİŞ

Doğum tarihi	12.07.1976	
Doğum yeri	Kayseri	
Ortaokul	1987-1991	T.E.D Kayseri Koleji
Lise	1991-1994	Kayseri N.M.Küçükköçer Anadolu Lisesi
Lisans	1995-1999	Yıldız Teknik Üniversitesi Mühendislik Fak. Makine Mühendisliği Bölümü
Yüksek Lisans	1999-2002	Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Makine Müh. Anabilim Dalı, İmal Usulleri Programı
Çalıştığı Kurumlar	1999-2001	Hektaş İnşaat Şirketler Grubu