

BARAJ GERİSİ ATMOSFERLERİ İÇİN
BİLGİSAYAR DESTEKLİ
PATLAYABİLİRLİK ANALİZİ

Kerim Aydın

Yüksek Lisans Tezi
Maden Mühendisliği Anabilim Dalı
1993

Danışman: Yrd. Doç. Dr. Saim SARAÇ

Kerim Aydiner'in YÜKSEK LİSANS tezi olarak hazırladığı "Baraj Gerisi Atmosferleri İçin Bilgisayar Destekli Patlayabilirlik Analizi" başlıklı bu çalışma, jürimizce lisansüstü yönetmeliğinin ilgili maddeleri uyarınca değerlendirilerek kabul edilmiştir.

25 / 2 / 1993

Üye : Doç. Dr. Güner Önce

Üye : Yard. Doç. Dr. Saim Saraç

Üye : Yard. Doç. Dr. Göktay Ediz

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun 14 / 2 / 1993 gün
ve 344-6 sayılı kararı ile onaylanmıştır.

Prof. Dr. Rüstem KAYA

Enstitü Müdürü

BARAJ GERİSİ ATMOSFERLERİ İÇİN BİLGİSAYAR DESTEKLİ
PATLAYABİLİRLİK ANALİZİ

Kerim Aydıner

Anadolu Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Lisansüstü Yönetmeliği Uyarınca
Maden Mühendisliği Anabilim Dalında
YÜKSEK LİSANS TEZİ
Olarak Hazırlanmıştır

Danışman : Yrd. Doç. Dr. Saim SARAÇ

Ocak - 1993

ÖZET

İleri aşamalara erişmiş kızışmalar için bir önlem olan kızışan bölgelerin barajlanması işlemi bu bölgenin hava ile irtibatının kesilmesini sağlar. Bu işlem inert gaz kullanımı gibi etkili yöntemlerin kullanılması halinde bile bir sürenin geçmesini gerektirir. Barajın sızdırmazlığı, barajlanmış bölgeyi çeviren formasyonların kırık ve çatlaklar içermemesi gibi faktörler de geçecek zamanın uzun veya kısa olmasında etkilidir.

Barajlanmış bölge atmosferi kompozisyonundaki değişimleri izlemek ise barajlama işleminin etkinliğini ölçer. Kızışmanın sönmeye yada patlamaya doğru gidişinin belirlenmesi muhtemel can, malzeme ve kaynak kaybının önlenmesi olanağını getirir. Bu işlem yaşamsal öneme sahiptir. Hatasız yapılacak izleme işlemleri doğru kararlar vermek olanağını sağlar. Baraj gerisi atmosferlerinin izlenmesi için uygun bir yöntem Coward diyagramı yöntemidir.

Bu çalışmada, Coward diyagramı ile baraj gerisi patlayabilirliğinin izlenmesi işleminin hızlı, güvenli ve hatasız olarak yapılabilirliği düşüncesi araştırılmıştır. Bu amaçla hazırlanan bilgisayar programı T.T.K Kozlu bölgesinden alınan gerçek verilerle denenmiş, elde edilen sonuçlar elle yapılan çözümlerle karşılaştırılmıştır.

Elde edilen sonuçlar Coward Diyagramı Yöntemi bilgisayar çözümlerinin amaca uygun olduğunu göstermiştir. Bilgisayar programında değerlendirilen verilerin Coward Diyagramı Yöntemi ile elde edilecek sonuçlarının U.S. Bureau of Mines yöntemi ve Mitchell İndeksi değerleri ile de karşılaştırarak kontrol edilebilmesi olanağı vardır.

Anahtar Sözcükler ; Gaz Patlamaları, Coward Diyagramı, Maden Havalandırma, Yangın İndeksleri.

SUMMARY

Sealing of the heating areas is a measure for underground coal mines and controls the air flow into the heating area. This process needs passing a period even though when inertisation is used. The factors like the isolation of seals and compactness of environmental formations effect this period.

Observing the changes in the composition of the atmosphere behind seals measures the effectiveness of sealing technique. The determination of the state of the heating provides to prevent the losses of life, equipment and source. The monitoring has vital importance. The correct interpretation provides to have right decisions. The most common method to assess the explosibility of the atmosphere behind the seal is Coward Method.

In this study, the ability of fast, reliable and correctly analysing of the explosibility of a mine atmosphere was investigated. For this purpose, a computer program has written. The program has tried for real data taken from T.T.K Kozlu district and the results obtained were compared with manuel results.

The results has shown that the program which uses Coward Method is suitable to the aim. There is a possibility of controlling with comparing of the data from computer programme and the results of Coward Diaphragm with U.S. Bureau of Mines Method and Mitchell Index.

Key Words : Gas Explosions, Coward Diaphragm, Mine Ventilation, Fire Indices.

TEŞEKKÜR

Bu çalışmanın hazırlanması sırasında bilgi ve yönlendirmelerinden yararlandığım ve kendisi ile çalışmaktan gurur duyduğum danışmanım Sayın Yard. Doç. Dr. Saim SARAÇ'a ; Maden Mühendisliği Bölümü Maden İşletme Ana Bilim Dalı Öğretim Üyelerine; çalışmamın yazımını büyük bir özenle gerçekleştiren Maden Müh. Selma Büyükçiftçioğlu ve Nurhan Kocaağa'ya; eğitim hayatımın her döneminde ilgi ve desteklerini gördüğüm kardeşlerime teşekkür ederim.

Kerim AYDINER

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
ÖZET	IV
SUMMARY	V
TEŞEKKÜR	VI
ŞEKİLLER DİZİNİ	XI
ÇİZELGELER DİZİNİ	XIII
1. GİRİŞ	1
2. KENDİLİĞİNDEN YANMA KONUSUNDAKİ ÇALIŞMALAR.....	4
3. KÖMÜRÜN OKSİTLENME MEKANİZMASI	7
3.1.Kömür Oksidasyonunun Kimyası	8
3.2.Oksidasyon Sonucu Oluşan Isı	8
3.3.Piritin Oksidasyonundan Gelen Isı	9
3.4.Su Absorbsiyonundan Oluşan Isı	10
3.5.Oksijen Azalması	10
3.6.Karbon Oksitleri ve Su Buharı Çıkışı	11
4. KENDİLİĞİNDEN YANMAYI ETKİLEYEN FAKTÖRLER	18
4.1. Kömür Yapısından Kaynaklanan Faktörler	18
4.1.1. Kömür rankı	18
4.1.2. Petrografik yapı	19
4.1.3. Parça boyutu	19
4.1.4. Nem içeriği	19
4.1.5. Pirit içeriği	19
4.1.6. Sıcaklık	20
4.1.7. Diğer mineraller	20
4.2. Jeolojik Faktörler	20
4.2.1. Damar kalınlığı	20

İÇİNDEKİLER (devamı)

	<u>Sayfa</u>
4.2.2.Damar eğimi	21
4.2.3.Derinlik	21
4.2.4.Tavan taşının sağlamlığı	21
4.2.5.Jeolojik arıza ve faylanmalar	21
4.3. Madencilik İle İlgili Faktörler	22
4.3.1.Üretim yöntemi	22
4.3.2.İlerleme hızı	23
4.3.3.Topuk boyutu	23
4.3.4.Taban yolları	23
4.3.5.Kömür kayıpları	24
4.3.6.Komşu damarların varlığı	24
4.3.7.Eski üretim yerleri	24
4.3.8.Havalandırma durumu	24
4.3.9.Dolgu kalitesi.....	25
5. KIZIŞMA BELİRTİLERİ	26
5.1.Kömür ve Kayaçlarda Terleme	26
5.2.Pus	26
5.3.Duman	26
5.4.Sıcaklık Artışı	26
5.5.Koku	26
5.6.Yangın Gazları	27
6. KENDİLİĞİNDEN YANMANIN ERKEN TESBİTİ	28
6.1.Koku	28
6.2.Sıcaklık Artışı	29
6.3.Yangın Gazları	29
6.3.1.Hidrojen	31
6.3.2.Etilen ve Propilen.....	31

İÇİNDEKİLER (devamı)

Sayfa

6.3.3.Karbon Dioksit	32
6.3.4.Karbon Monoksit	32
7. YANGIN KRİTERLERİ	33
7.1. Ocak Havası İçin Yangın Kriterleri	33
7.1.1.Graham indeksi	33
7.1.2.Tricket oranı	36
7.1.3.CO ₂ /CO oranı	36
7.1.4.N ₂ /(CO+CO ₂) oranı	38
7.1.5.CO oranı	38
7.2. Baraj Gerisi Yangın Kriterleri	39
7.2.1.CO/OAY oranı	40
7.2.2.CO ₂ /OAY oranı	40
7.2.3.Oksijen azalması	41
7.2.4.Desorbe hidrokarbon indeksi	41
7.2.5.CO-Artık gaz ilişkisi	42
7.2.6.C/H oranı	42
7.2.7.N ₂ /(COxCO ₂) oranı	43
7.3. Baraj Gerisi Patlamaları	44
7.3.1.Le Chatelier eşitliği	45
7.3.2.Bureau of Mines yöntemi	45
7.3.3.Mitchell yöntemi	47
7.3.4.Jones-Tricket yöntemi	48
7.3.5.Ellicot yöntemi	48
7.3.6 Coward diyagramı	49
8. COWARD DİYAGRAMI	50
8.1.Metan-Hava Karışımlarının Patlayabilirliği	50
8.2.Kompleks Yangın Gazlarının Patlayabilirliği	51

İÇİNDEKİLER (devamı)

	<u>Sayfa</u>
8.2.1.Coward diyagramı	52
8.2.2.Grafik yöntemle Coward diyagramının oluşturulması	56
8.2.3.Coward diyagramının yorumlanması	59
8.2.4.Coward yöntemiyle Manuel çözümler	60
9. BARAJ GERİSİ ATMOSFERLERİ İÇİN BİLGİSAYAR DESTEKLİ	
PATLAYABİLİRLİK ANALİZİ	75
9.1.Verilerin Depolanması	75
9.2.Verİ İzleme	78
9.3.Hatalı Verilerin Değiştirilmesi ve İptali	78
9.4.Programa İlişkin Bilgiler ve Uyarılar	78
9.5.İşlem Programları	78
10. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	108
KAYNAKLAR	111
EKLER	

EKLER

- Ek 1 : Kayıt Programı
- Ek 2a : Döküm Menü Ekranı
- Ek 2b : Döküm Menü Programı
- Ek 3a : Tüm Veri Döküm
- Ek 3b : Tüm Veri Döküm Programı
- Ek 4a : Aralık Veri Döküm
- Ek 4b : Aralık Veri Döküm Programı
- Ek 5a : Belirli Bir Tarihte Veri Döküm
- Ek 5b : Tarihe Göre Veri Döküm Programı
- Ek 6 : Değişiklik/İptal Programı
- Ek 7a : İşlem Menü
- Ek 7b : İşlem Menü Programı
- Ek 8 : Coward Diyagramı Programı
- Ek 9a : Coward/USBM/Mitchell Patlayabilirlik Analizi Dökümü
- Ek 9b : Coward/USBM/Mitchell Patlayabilirlik Analiz Programı
- Ek 10a : Yardım Ekranı
- Ek 10b : Yardım Ekranı
- Ek 11 : Yardım Programı
- Ek 12 : Ana Menü Programı

ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
3.1. Sıcaklık artışıyla oksijen azalması	10
3.2. Oksijen azalması ve CO çıkışı	11
3.3. Sıcaklık artışıyla CO değişimi	16
3.4. Kızışmada dedektör gazların gelişimi	17
4.1. İlerletimli ve dönümlü uzun ayak	22
6.1. Kızışma sırasında kokunun gelişimi	29
6.2. Yangın gazlarının sıcaklıkla gelişimi	31
7.1. Sıcaklıkla CO/O ₂ oranının değişimi	35
7.2. Sıcaklıkla CO ₂ /CO oranı değişimi	37
7.3. Sıcaklıkla indeksin değişimi	37
7.4. Sıcaklıkla N ₂ /(CO+CO ₂) oranının değişimi	38
7.5. İndeksin zamanla değişimine örnek	43
7.6. İndeksin zamanla değişimine örnek	44
7.7. Patlayıcı gazlar için patlama diyagramı	46
7.8. Patlayabilirlik indeksinin zamanla değişimi	47
7.9. Coward diyagramı	48
7.10. Ellicot diyagramı	49
8.1. Coward diyagramı	50
8.2. Karışımın alt patlama sınırında yanabilir içeriği	57
8.3. Karışımın üst patlama sınırında yanabilir içeriği	57
8.4. Burun noktasının yanabilir içeriği	58
8.5. Burun noktasının oksijen içeriği	58
8.6. Potansiyel patlama bölgesinde bulunan bir numune için ilave metan, hava veya inert gelişinin etkisi	59
8.7. 282 no'lu numune için Coward diyagramı	62
8.8. 254 no'lu numune için Coward diyagramı	65
8.9. 266 no'lu numune için Coward diyagramı	66
8.10. 272 no'lu numune için Coward diyagramı	67
8.11. 287 no'lu numune için Coward diyagramı	68

ŞEKİLLER DİZİNİ (devamı)

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
8.12. 299 no'lu numune için Coward diyagramı	69
8.13. 307 no'lu numune için Coward diyagramı	70
8.14. 316 no'lu numune için Coward diyagramı	71
8.15. 328 no'lu numune için Coward diyagramı	72
8.16. 335 no'lu numune için Coward diyagramı	73
8.17. 344 no'lu numune için Coward diyagramı	74
9.1. Ana menü	76
9.2. Kayıt kartı	77
9.3. Değişiklik iptal kartı	79
9.4. 282 no'lu numune için Coward diyagramı	84
9.5. 254 no'lu numune için Coward diyagramı	87
9.6. 266 no'lu numune için Coward diyagramı	89
9.7. 272 no'lu numune için Coward diyagramı	91
9.8. 287 no'lu numune için Coward diyagramı	93
9.9. 299 no'lu numune için Coward diyagramı	95
9.10. 307 no'lu numune için Coward diyagramı	97
9.11. 316 no'lu numune için Coward diyagramı	99
9.12. 328 no'lu numune için Coward diyagramı	101
9.13. 335 no'lu numune için Coward diyagramı	103
9.14. 344 no'lu numune için Coward diyagramı	105

ÇİZELGELER DİZİNİ

<u>Çizelge</u>	<u>Sayfa</u>
3.1. Sıcaklık artışıyla gaz çıkışı.....	12
3.2. Sıcaklık artışıyla kömürden gaz çıkışı	13
3.3. Değişik sıcaklıklardan CO ₂ çıkışı	14
3.4. Dedektör gazların 150 ⁰ C'da dağılımı.....	15
3.5. Önemli değişimler gözlenen sıcaklıklar	15
6.1. Yangın gazlarının sıcaklıkla değişimi	30
7.1. Graham indeksi ve yorumları	34
7.2. Graham indeksi için bir uygulama	35
7.3. Desorbe hidrokarbon indeksi değerleri.....	41
7.4. C/H oranı değerleri.....	42
7.5. Ellicot Diyagramı ile patlayabilirlik analizi	49
8.1. Yanıcı gazların patlama sınırları ve burun noktası.....	53
8.2. Burun noktası inert içerikleri	54
8.3. Yanabilir gazları etkisizleştirmek için inert gaz miktarı	55
8.4. Manuel çözüm ile Coward diyagramı oluşturmak üzere T.T.K Kozlu Müessesesi İncirharmanı üretim bölgesinde baraj gerisinden alınan 10 adet hava numunesine ait gaz oranları	63
8.5. Çizelge 8.4'te gaz oranları verilen numunelere ait hesaplama sonuçları	63
8.6. Çizelge 8.4 ve Çizelge 8.5'te Coward diyagramı oluşturmaya yönelik hesaplamaları yapılan numunelere ait U.S. Bureau of Mines İndeksi değerleri	64
8.7. Çizelge 8.4'te gaz oranları verilen numunelere ait Mitchell İndeksi değerleri	64
9.1. Tüm veri döküm	80
9.2. Aralık veri döküm	81
9.3. Tarihe göre döküm	82
9.4. 282 no'lu numune için Coward diyagramı rapor sayfası	85
9.5. Patlayabilirlik analizi programı ekranı	86
9.6. 254 no'lu numune için Coward diyagramı rapor sayfası	88
9.7. 266 no'lu numune için Coward diyagramı rapor sayfası	90
9.8. 272 no'lu numune için Coward diyagramı rapor sayfası	92

ÇİZELGELER DİZİNİ (devamı)

<u>Çizelge</u>	<u>Sayfa</u>
9.9. 287 no'lu numune için Coward diyagramı rapor sayfası	94
9.10. 299 no'lu numune için Coward diyagramı rapor sayfası	96
9.11. 307 no'lu numune için Coward diyagramı rapor sayfası	98
9.12. 316 no'lu numune için Coward diyagramı rapor sayfası	100
9.13. 328 no'lu numune için Coward diyagramı rapor sayfası	102
9.14. 335 no'lu numune için Coward diyagramı rapor sayfası	104
9.15. 344 no'lu numune için Coward diyagramı rapor sayfası	106

1. GİRİŞ

Kömür madenciliği için önemli bir sorun olan gaz patlamaları kömürün oksijen absorpsiyonu ile başlayan bir sürecin son aşamasıdır. Söz konusu süreç kömürün otooksidasyonu olarak tanımlanır. Önleyici tedbirlerle engellenemeyen otooksidasyon olayı otooksidasyona maruz kalan bölgenin barajlanması yoluyla önlenmeye çalışılır. Ancak barajlama işlemi sonrasında yapılması gerekenler de ayrı bir öneme sahiptir. Çünkü barajlanmış bölgede oksijen azalması ve gaz üretiminin artması gibi nedenlerden kaynaklanacak patlamalar büyük tehlikeler getirmektedir.

Çoğu zaman facia boyutuna ulaşan gaz patlamaları ile mücadele için yapılacak kontrol çalışmaları özel bir dikkat ve etkin izleme tekniklerinin kullanılmasını gerektirmektedir. Kömür madenciliğinin başlangıcından beri çeşitli araştırmaların yapılmasına ve birçok mücadele tekniğinin geliştirilmesi çabalarına konu olan otooksidasyon olayı başlangıç aşamalarında tesbit edilmek ve kontrol edilmek zorunluluğunu gerektirmektedir. Aksi durumlar maddi veya manevi pek çok zararı beraberinde getirmektedir;

-Kızışmanın her aşamasında sağlığa zararlı ve zehirleyici pekçok gaz üretilir. Bu gazlardan kaynaklanan ölümlü kazalar veya kalıcı sakatlıklar da bırakabilen yaralanmalar madencilik tarihinde sıkça görülen olaylardır.

-Kızışma sonucu çıkan gazlar ve oluşan ısı özellikle de açık alevli yangın daha önce patlama sınırlarında bulunmayan ocak atmosferine patlayıcı özellik kazandırabilir. En büyük tehlikeyi oluşturan bu durum toplu ölümlere neden olabilir.

-Yangın kontrol altına alınamayarak panonun terk edilmesi durumunda panodaki ekipman ve malzemelerin tahrip olması önemli maddi kayıplar getirir.

-Terk edilen panolarda bırakılan cevherler büyük rezerv kayıplarına neden olurlar.

-Sürekli olarak yangın kontrolü üretim sisteminin kızışma olasılığına karşı uydurulma zorunluluğu ve bir alarm durumunda yangınla mücadele çalışmaları üretimin sürekliliğini büyük ölçüde aksatır.

- Yangın olasılığını azaltmak olası bir kızışmayı mümkün olduğunca erken teşhis etmek ve yangını kontrol altına almak için yapılan pahalı yatırımlar ekonomikliği etkiler (Saraç , 1992).

Kömürün oksidasyonu kömür ve oksijenin varolduğu her koşulda gerçekleşebilen bir olaydır. Olayın gelişimi ve getirdiği tehlikeler daha değişik olmakla birlikte sadece yeraltı madenciliğinde değil; açık işletmelerde, kömürün depolandığı silolarda, denizaşırı taşıma sırasında, hatta apartman depolarında dahi kendiliğinden yanma ile karşılaşılabilir. Ancak yeraltı ocaklarındaki yangın sorunu hava gelirin kısıtlı olması, dar sahalarda çalışılması diğer gazlarında ortamda bulunabilmesi, kendiliğinden kızışma için şartların daha uygun olması, yangınla mücadele tekniklerinin kısıtlı olması nedenlerinden ötürü diğer alanlara oranla çok daha büyüktür.

Kendiliğinden yanma olayı konusundaki araştırmalar kömür üretiminde mekanizasyonun artmasına bağlı olarak yangın sayısının artışıyla yoğunlaşmış ve daha önemli bir görüntü kazanmıştır. Bu yoğunlaşmanın nedenlerini şöyle sıralamak mümkündür :

-Mekanize kazı aletleri kömürü daha fazla ufalamakta, üretilen kömürün tane boyutu daha küçük olmaktadır. Tane boyutunun küçülmesi, kömürün yüzey alanının artmasına ve oksidasyonun hızlanmasına neden olur.

-Yüzeye yakın cevherlerin giderek tükenir olması, kızışmaya daha uygun koşullar sağlayan daha derin seviyelerde üretim yapılmasını gerektirmektedir.

-Yüksek üretim kapasitelerine ulaşılmış olması, üretim sırasında damardan gaz çıkışını arttırmıştır. Aynı nedenle yeraltına gönderilmesi gereken hava miktarları, dolayısıyla hava basınç farklılıkları çok daha yüksek değerlere ulaşmıştır.

-Mekanize ayaklarda ayak techizatı için çok büyük yatırımlar yapılmakta, tüm pano çok pahalı aletlerle donatılmaktadır. Bir panoda ani bir yangının patlaması durumunda bunların tümü terk edilmek zorunda kalmaktadır. Bu panoya yeniden girip, kurtarma çalışmaları yapılabilmeyle birlikte, yüklenilmek zorunda kalınan kayıplar klasik ayaklara oranla çok daha yüksek olmaktadır.

-Mekanize ayakların ekonomik olabilmesi, tüm panonun en az kayıpla üretilmesini gerektirir. Çalışmalardaki uzun süreli bir aksama ekonomikliğı klasik ayaklara oranla çok daha fazla etkiler.

-Montaj ve demontaj sürelerinin uzun olması yangının erken belirlenmesinin önemi daha da artırır.

-Gaz analiz tekniklerinin ve erken uyarı sistemlerinin gelişmesini konuya ilginin artmasında bir başka faktördür (Saraç , 1992).

2. KENDİLİĞİNDEN YANMA KONUSUNDAKİ ÇALIŞMALAR

17.yy'dan günümüze kadar kendiliğinden yanmaya ilişkin pek çok araştırmanın yapıldığı bilinmektedir. Konuyla sadece mühendisler ilgilenmemişler, kömürün karmaşık kimyasal yapısı nedeniyle kimya mühendisleri de bu konuda çalışmalar yapmışlardır.

Başlangıçta stokda bekletilen kömürün kalorifik değerinin azalması, gaz üretmesi, zaman zaman da yanmasının anlaşılmasına yönelik çalışmalar yapılmış; kömürün oksitleme mekanizması, oksidasyonun erken safhalarda belirlenmesi ve kızışma ile mücadele tekniklerinin geliştirilmesi konusunda da çok sayıda çalışma yapılmıştır.

Kendiliğinden yanma üzerindeki ilk makale Oxford'da Dr. PLOT tarafından 1686 yılında yazılmıştır. PLOT bu makalesinde kömür yığınlarındaki yangınları tanımlamış, deneysel çalışmalardan sonra bu olayın piritin oksidasyonuna bağlamıştır. 200 yıl kabul gören bu teori 19.yy'ın ortalarından itibaren yapılan çalışmaların neticesinde, piritin oksidasyonunun kızışma olayında ikinci bir etkiye sahip olduğu anlaşılmıştır.

1848-1870 yılları arasında basılan pek çok makalede, depolanmış kömürün kızışmasında kömür tarafından oksijen absorbe edilmesinin olayın nedeni olduğu ortaya konmuştur.

Kömürün oksidasyonu üzerinde ilk temel araştırmalar ise 1868-1870 yıllarında RICHTERS tarafından yapılmış, FAYOL tarafından ilerletilmiştir. RICHTERS kurutulmuş ince kömürden 180-200°C'de kuru hava geçirmiş, 20 saat sonra numunenin ağırlık kaybettiğini, kimyasal bileşiminin değiştiğini, koklaşma özelliğinin kaybolduğunu belirlemiştir. Absorbsiyonunun başlangıç aşamalarında CO₂ gözlenmediğini, fakat daha yüksek sıcaklıklarda CO₂ çıkışının olduğunu da belirtmiştir. Aynı araştırmacı 1870 yılında kömür oksidasyonunda ilk aşamanın oksijenin yüzey kondansasyonu olduğunu ileri sürmüştür. Absorbsiyon zamanla azalmış fakat tamamen bitmemiştir. Oksijen absorblama yeteneğindeki bu azalma oksidasyon sırasında üretilen CO₂'in yüzey perdelemesi ile açıklanmıştır. Bir başka makalesinde RICHTERS piritli bir numunede kızışmanın çok yavaş ilerlediğini, oksidasyon hızının kendiliğinden yanma için çok düşük kaldığını belirlemiş, kızışma olayının piritin varlığından değil, kömürün kendisinin oksijen absorbe

etmesinden geliştiği sonucuna varmıştır. Bu araştırmacının bulguları sonraki bilim adamlarına da ışık tutmuştur. FAYOL, çok değişik kmrlr üzerinde yaptığı çalışmalarda kömür numunelerinin ağırlıklarındaki değişimin piritten değil, kömürün oksijen absorbsiyonundan kaynaklandığına kesinlik kazandırmıştır.

Kömür yüzeyinin, i yapısından daha hızlı bozuştuğu, geçirimli yığınlarda bozuşmanın daha fazla olduğu belirlenmiştir. Parça kömürlerde bu bozuşmanın çok daha uzun srelerde gerçekleşebildiği, toz kömürlerin ise hızlı bir değişime uğradığı, birkaç ay içinde koklaşma özelliğini yitirdiği anlaşılmıştır. Ayrıca değişik kömür cinslerinin farklı davranışlar gösterdiği, linyitlerin bitümlü kömür stoklarından benzer koşullarda çok daha kızışkan olduğu sonucuna varılmıştır.

1900-1940 yılları arasında konu üzerindeki çalışmalar yoğunlaşmış, çeşitli faktörlerin oksidasyona etkileri araştırılmıştır. LAMPLOUGH ve HILL (1913) kömür oksidasyon ısısını belirlemeye yönelik çalışmalar yapmış, beher ml oksijen tüketimi için 2,8-3,8 kalori ısı üretildiğini ne srmştir. WINMILL (1915) de aynı amaca yönelik çalışmış, bu değer 2,1 kalori olarak belirlemiştir. DAVIS ve BYRNE Amerikan Pittsburg kömürleri için oksidasyon ısı üretimini 2 kalori olarak ölçmüşlerdir. Sonraki yıllarda SCOT (1944) bitümlü ve yarı bitümlü kömürleri için 3,1-4,4 cal/ml'lik ısı çıkışı hesaplamıştır.

Bu süre içindeki en sistematik araştırma WINMILL ve GRAHAM'ın çalışmalarıdır. Bu alışmalar kendilinden kızışmanın erken belirlenebilmesi için yangın ürünlerinden olan CO'n oksijen azalması ile ilişkisini temel alan bir indeksin teklif edilmesiyle sonuçlanmıştır. "Graham İndeksi" olarak bilinen bu kriter günümüzde kullanılagelmıştir. Sonraki yıllarda daha hassas ve kesin gaz ölüm tekniklerinin gelişmesiyle konu üzerindeki çalışmalar yoğunlaşmış, daha bilimsel temellere oturtulmuştur. Bir Türk araştırmacı olan GÜNEY'in kendiliğinden kızışmayı etkileyen faktörler üzerinde yaptığı çalışmalarda bu konudaki temel makaleler arasında yer almıştır.

1970'li yıllarda CHAMBERLAIN ve arkadaşları tarafından yapılan çalışmalar önemli sonuçlar vermiştir. Gerçekleştirilen laboratuvar araştırmalarında düşük sıcaklıklarda kömürün oksidasyonu incelenmiş, çıkan yangın gazları gözlenmiştir. Düşük

ranklı kömürlerin yangına yatkın olduğu ve yangın ürünlerinden CO gazının kızışmayı en erken işaret eden gaz olduğu kanıtlanmıştır.

Günümüzde erken uyarı sistemlerinin çok gelişmesinin ve yeni yangın mücadele tekniklerinin uygulamaya konulması literatürü bu konular bakımından zenginleştirmiştir. Son yıllardaki araştırmaların çoğu yangının erken belirlenebilmesi amacıyla gözönünde tutulacak yangın indeksleri, erken uyarı sistemleri ve yeni mücadele teknikleri üzerine olmuştur (Saraç, 1992).

3. KÖMÜRÜN OKSİTLENME MEKANİZMASI

Kömürün hava ile teması sonucunda oksijen absorbe etmesi ile başlayıp, kömürün oksitlenmesi ve ortamda ısı birikimi ile açık alevli yangına kadar devam eden süreç kömürün "kendiliğinden yanması" olarak tanımlanır.

Çok düşük sıcaklıklarda bile oksijenle temasında okside olan kömür, 40⁰C'tan daha yüksek sıcaklıklarda ekzotermik bir reaksiyon ile yangın gazlarının çıkmasına neden olabilmekte ve ısı açığa çıkarmaktadır. Havalandırma şartlarının açığa çıkan gaz ve ısının ortamda birikmesine engel olamaması ile artan ısı oksitlenmeyi dolayısıyla gaz ve ısı çıkışını artırarak reaksiyonun sürekliliğini sağlayarak kömürün tutuşma sıcaklığında açık alevli yangınları meydana getirmektedir.

Bu reaksiyonu, yani kömürün kendiliğinden yanmasını sağlayan şartları şöyle sıralamak mümkündür.

1 - Normal sıcaklıklarda oksitlenebilen kömür kaynağı

Otooksidasyon için temel malzeme kömürdür. Kömürün okside olması rank, petrografik yapı ve parça boyutu gibi özelliklerine bağlı olarak hızlılık veya yavaşlık arzeder.

2 - Oksitlenme işlemi için yeterli oksijen kaynağı

Oksitlenme kömür ve hava temasından meydana gelmektedir. Dolayısıyla ortamdaki kömürü oksitleyebilecek yeterli miktarda oksijen geliri gereklidir.

3- Isının depolanabilme özelliği

Kömürün, oksijen absorbsiyonundan başlayan kendiliğinden yanma süreci açık alevli yangına ulaşılabilmesi için kızışma sonucu açığa çıkan ısının ortamda birikebilmesi gereklidir. Açığa çıkan ısının ortamda birikebilmesi şartı da hava hızının ortamda biriken ısıyı dağıtmayacak bir hızda olmasıdır.

4- Zaman

Kendiliğinden yanma zamana bağlı bir reaksiyondur. Zamanla gaz ve ısı çıkışı hızlanır.

3.1. Kömür Oksidasyonun Kimyası

Kömürün karmaşık yapısı, oksidasyon olayının pekçok faktörün denetiminde olmasından dolayı kömürün oksitlenme mekanizması hakkında net bir ifade kullanmak imkanını vermemektedir. Ancak bu konuda çalışan araştırmacılar tarafından kabul gören temel hususlar şöyle açıklanabilir.

Otooksidasyonun ilk aşaması kömür-oksijen komplekslerinin ve peroksitlerin oluşumudur. PARTOR ve RALSTEN (1914) ilk aşamada kömür yapısındaki elemanlarla, oksijenin kompleks bileşenler oluşturduğunu, bu komplekslerin duraylı olmadığını kolayca su, CO, CO₂ çıkararak yeni bileşenler yarattığını ortaya koymuşlardı. Bu hipotez FRANCIS (1938) tarafından geliştirilmiş, kömürün oksijen ile reaksiyonu oksijen absorpsiyonu ve oksijen komplekslerinin oluşması ile başladığı onaylanmıştır. Belli bir sıcaklıkta bu olayın gelişimi kömür rankına, kömürün fiziksel özelliklerine ve sıcaklığa bağlanmıştır (Chamberlain et al., 1976; Porter, Ralston, 1914).

Reaksiyonun ikinci adımı otooksidasyon aşamasıdır. İlk aşamada oluşan peroksitlerdeki oksijen kolayca aktif hale geçerek yeni oluşumlara yol açar. Isı, CO₂ ve H₂O üretimiyle karboksil, karbonil ve eter grupları oluşur. Bu, düşük sıcaklıklarda oksidasyonun son aşamasıdır. 100⁰C'dan daha yüksek sıcaklıklarda daha önce şekillenen gruplar bozularak yüksek hidrokarbonlar, CO, CO₂, H₂O ve ısı açığa çıkar.

3.2. Oksidasyon Sonucu Oluşan Isı

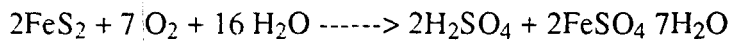
Kömürün oksidasyon ısısı değişik araştırmacılar tarafından değişik tarihlerde ölçülmüştür.

LAMPLOUGH ve HILL (1913), 2,8-3,8 cal/ml O₂, WINMILL (1915), 2,1 cal/ml O₂ ve SCOTT (1944), 3,1-4,4 cal/ml O₂ değerlerini hesaplamışlardır. BERKOWITZ ve SCHEIN kuru linyitin nemli oksijen absorbe etmesiyle 25-50⁰C'lik bir ısı artışı olduğu belirtmişlerdir. Kömürün oksidasyonunda nemin kondanase olması ısısının yardımcı olabileceği ve küçük kömür yığınlarının kızışmasında önemli olabileceği belirtilmektedir.

3.3. Piritin Oksidasyonundan Gelen Isı

Kendiliğinden yanma olayı üzerinde ilk çalışmalar yapan araştırmacılar, kızışmanın tamamen kömür içindeki piritin oksitlenmesinden kaynaklandığı fikrinden hareketle çalışmalar yapmışlardır. 19 yy. sonlarında piritin kızışmaya katkısının az olduğu fikri kabul görmüştür. WINMILL (1916) piritin kömür içinde ancak önemli oranda ince partiküllü piritin bulunmasının yanmayı başlatan önemli bir faktör olabileceğini belirtmişti. Daha sonra yapılan pekçok araştırma bu görüşü doğrular sonuçlar vermiştir (Saraç, 1992).

Piritin bir kömür ocağının nemli havasındaki absorpsiyonu aşağıdaki kimyasal eşitlikle ifade edilir :



Bu reaksiyonların etkisi :

1- Reaksiyon ürünleri orijinal piritten daha büyük hacimli olurlar. Bunun sonucunda kömürün yapısında kırılmalar, parçalanmalar oluşur. Kömürün hava ile temas yüzeyi artar.

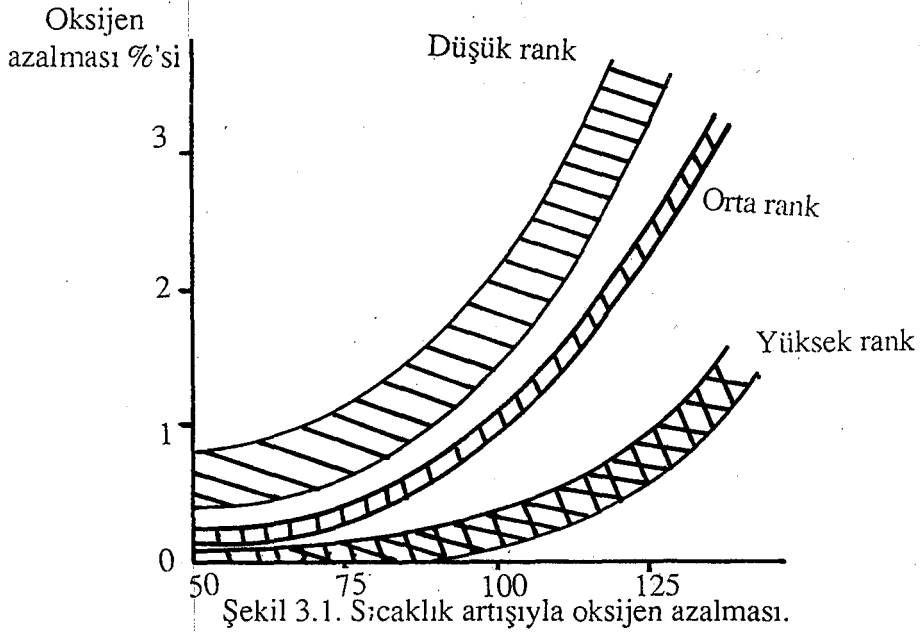
2- Reaksiyon sonucu oluşan ısı, kömür yapısının kızışmasına katkıda bulunur. Bu ısı yukarıda verilen reaksiyon için BOWES (1954) tarafından 316 kCal olarak verilmektedir. Bu değer absorbe edilen oksijen için 4 cal/ml değerine eşdeğer olmaktadır (Coward, 1957).

3.4. Su Absorbsiyonundan Oluşan Isı

BERKOWITZ ve SCHEIN, kuru linyit ile nemli oksijen reaksiyona bırakıldığında sıcaklıkta 25°C 'lik artış kaydetmiş, aynı koşullarda kuru oksijen ile reaksiyona bırakıldığında çok daha az bir artış gözlemişlerdir. Bunun sonucunda kömür yüzeyinde nemin kondanse olma ısının kızıışmaya katkısının olduğunu, bu etkinin küçük ve orta boylu kömür yığınlarının kızıışmasında daha da önemli bir rol alabileceğini öne sürmüşlerdir.

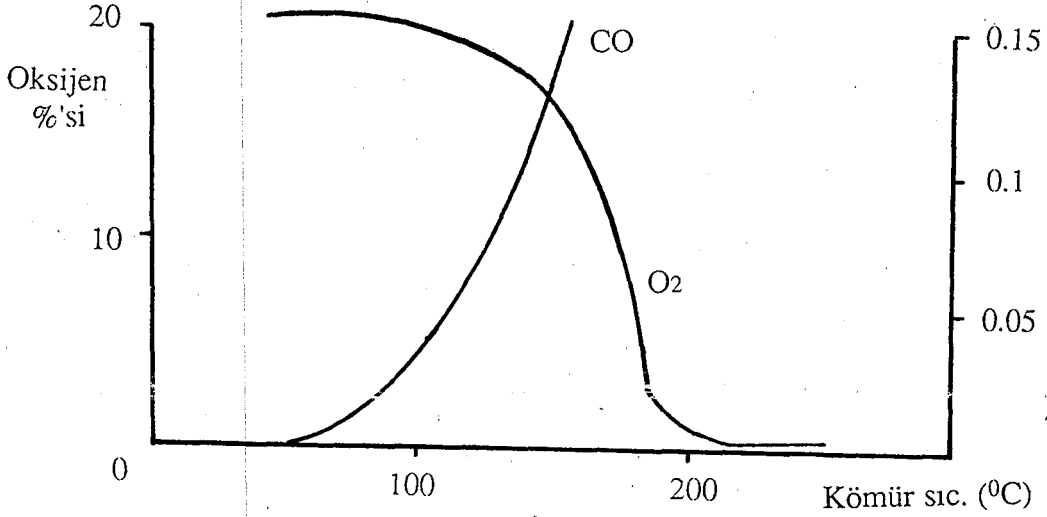
3.5. Oksijen Azalması

CHAMBERLAIN, $50-100^{\circ}\text{C}$ arasında kömür sıcaklığındaki artış ile oksijen azalmasını Şekil 3.1'deki gibi vermektedir.



Oksidasyonda en reaktif olan düşük ranklı kömürler 95°C 'den önce % 1'lik oksijen azalması verirken, 100°C sonra her $7,5^{\circ}\text{C}$ artış için oksijen azalması oranı % 1 kadar olmaktadır. Başka bir deyişle kızıışma ilerledikçe ortamdaki oksijen hızlı bir azalma eğilimine girmektedir.

Kömür rankı arttıkça oksijen azalma yüzdeleri daha düşük değerler elde edilmekte, bu sonuç da yüksek ranklı kömürlerin kızışmaya daha az yatkın olduğunun kanıtı sayılmaktadır.



Şekil 3.2. Oksijen azalması ve CO çıkışı.

Oksijen azalması ile CO çıkışı uyumlu olarak gelişmektedir (Şekil 3.2). Düşük sıcaklıklarda oksijen absorpsiyon hızında nisbeten yavaş bir artış gözlenmekte, fakat sıcaklık arttıkça absorpsiyonların dolayısıyla oksijen azalması hızlanmakta, oksijen tamamen tüketilerek çok hızlı bir şekilde oksijen azalması ve CO çıkışı devam etmektedir (Saraç, 1992).

3.6. Karbon Oksitleri ve Su Buharı Çıkışı

Kızışmanın çok düşük sıcaklıklardan alev alma noktasına kadar olan gelişim sürecinde, karbon oksitleri ve ağır hidrokarbonlar ağırlıklı olarak çok çeşitli gazlar üretilir. Bunların içinde en belirgin olan CO ve CO₂ gazlarının çıkış miktarları, zaman ve sıcaklığın bir fonksiyonu olarak artar.

Bu konuda yapılan çalışmalarda, MAHLER (1913) ve çeşitli sıcaklıklarda kömür üzerinden hava geçirmiş; su, CO₂ çıkışları ölçmüştür (Çizelge 3.1) (Coward, 1957).

Çizelge 3.1. Sıcaklık artışıyla gaz çıkışı.

Sıcaklık °C	Süre (h)	Su (gr)	CO ₂ (gr)	CO (gr)
25 - 30	30	0.02	0.02	0.004
40 - 45	30	0.03	0.02	0.004
60 - 65	30	0.01	0.04	0.006
80 - 85	30	0.33	0.09	0.006
100 - 105	30	0.52	0.20	0.016
125 - 130	20	1.42	0.66	0.060

Çizelgede yanma ürünlerinin çıkış oranları sıcaklık artışına paralel artmakta, 125⁰C'dan sonra artış hızı ise daha fazla olmaktadır.

FRANCIS ve WHEELER (1927) ise bir kömür numunesinin 60⁰C'ta günlerce oksijene maruz bırakarak yaptıkları çalışmalardan reaksiyona giren oksijenin yarısından fazlasının kömür tarafından tutulduğunu, 1/4 kadarının su, 1/9 kadarının CO₂ ve 1/40 kadarının da CO olarak açığa çıktığını belirlemişlerdir (Coward, 1957).

GRAHAM (1916) 50⁰C'ta absorbe edilen oksijenin % 30-40'nın su olarak açığa çıktığını ve üretilen su miktarının sıcaklıkla fazla değişmediğini bulmuştur. Açığa çıkan su miktarı, kızıyan yüzeylerde terleme olarak kendini göstermektedir.

CHAMBERLAIN ve arkadaşları, değişik rankta 17 kömür numunesini, içinden hava geçirerek kontrollü olarak ısıtmış ve çıkan gazların bileşimini sürekli kontrol etmişler ve yangın gazları çıkışı konusunda en temel bilgileri veren sonuçlar elde etmişlerdir. Bu çalışmanın sonuçlarına göre açığa çıkan gazlara ilişkin gözlemler şöyledir (Chamberlain et al., 1970).

a) CO₂ çıkışı

Çizelge 3.2 incelendiğinde düşük sıcaklıklardan itibaren sürekli bir CO₂ çıkışı gözlenmesine karşın, bu CO₂ çıkışının düzensizliği CO₂'nin yangını işaret eden bir gaz olarak değerlendirilemeyeceğini göstermektedir. Ayrıca, ateşlenen ve dizel lokomotiflerin ekzostları gibi yeraltında pekçok kaynaktan CO₂ çıkışı sözkonusudur (Saraç, 1992).

Çizelge 3.2. Sıcaklık Artışıyla Kömürden Gaz Çıkışı

Kömür Sıc. °C	CO ₂ %	O ₂ %	CO %	H ₂ %	CH ₄ %	Etan %	Propan %	Propilen %	Etilen %	OAY %	CO / OAY %
16	0.02	20.83	0.0008		0.1188	0.0046				0.1	0.8
29	0.01	20.91	---		0.1539	0.0056					
35	0.02	20.81	0.0001		0.3132	0.0112	0.0001			0.07	0.14
48	0.02	20.75	0.0002		0.4050	0.0186	0.0003			0.12	0.17
59	0.03	20.57	0.0005		0.5400	0.0354	0.0006			0.30	0.17
73	0.02	20.39	0.0013		0.5400	---	0.0009			0.54	0.24
85	0.01	20.48	0.0030	0.0003	0.2916	0.0385	0.0008			0.49	0.61
97	0.01	20.25	0.0050	0.0003	0.1809	0.0329	0.0008			0.80	0.63
108	0.02	19.88	0.0125	0.0004	0.1080	0.0294	0.0007			1.29	0.97
121	0.06	19.23	0.0265	0.0009	0.0709	0.0287	0.0010			2.11	1.25
137	0.17	17.76	0.0590	0.0028	0.0385	0.0280	0.012	0.0002		3.94	1.50
155	0.44	14.75	0.1100	0.0058	0.0223	0.0273	0.0020	0.0005	0.0012	7.66	1.44
173	0.84	10.72	0.3500	0.0096	0.0132	0.0252	0.0036	0.0013	0.0018	12.59	2.78
191	1.40	5.68	0.6500	0.0119	0.0138	0.0217	0.0050	0.0025	0.0037	18.74	3.47
212	2.30	1.62	1.0000	0.0116	0.0162	0.0172	0.0059	0.0042	0.0058	23.54	4.25
233	3.25	0.09	1.5000	0.0099	0.0169	0.0116	0.0061	0.0064	0.0077		
248	4.20	0.03	1.9500	0.0084	0.0169	0.0084	0.0027	0.0036	0.0098		

OAY : Oksijen Azalma Yüzdesi

b) Metan, Etan, Propan

Bu gazlar, kömürün yapısında bulunan gazlardır. Ancak bu gazlardan metanın oksidasyon ile de üretildiği deneyler sonucunda belirlenmiştir. Çizelge 3.3'de metan üretiminde 100⁰C'a kadar artış daha sonra ise bir azalış gözlenmektedir.

c) Dedektör gazlar

CO, H₂, etilen, propilen gazları dedektör gazlar olarak isimlendirilir. Deneylerde asetilen belirlenememiş, bütan grubu ise sadece yüksek sıcaklıklarda düşük miktarlarda gözlenmiştir. Dedektör gazları içerisinde de kızışmanın gelişimini en iyi CO ifade etmiştir. CO'ten sonra ölçülebilen oranlarda ilk gözlenen gaz H₂ olmuştur. H₂ 10 ppm'e ulaşıncaya kadar, CO oranı çok daha önce 100 ppm'e ulaşmıştır. Etilen ve propilenin 10 ppm'e ulaştığı andaki CO konsantrasyonu ise 1000 ppm'lik çok yüksek değerleri bulmuştur. Çizelge 3.4'de dedektör gazların 150⁰C'deki % dağılımı, Çizelge 3.5'de ise dedektör gazların ilk olarak önemli değişimler gösterdikleri sıcaklıklar verilmektedir.

Çizelge 3.3. Değişik sıcaklıklarda CO₂ çıkışı (%).

Numune No	50 ⁰ C	100 ⁰ C	150 ⁰ C	200 ⁰ C	250 ⁰ C
1	0.10	0.10	0.16	0.6	2.0
2	0.04	0.05	0.10	0.6	2.3
3	0.02	0.06	1.12	1.0	3.6
4	0.01	0.03	0.14	0.8	---
5	0.01	0.01	0.12	0.8	---
6	0.05	0.02	0.14	0.9	---
7	0.01	0.02	0.40	---	---
8	0.01	0.07	0.47	2.0	4.2
9	0.02	0.01	0.44	---	---
10	0.01	0.03	0.30	---	---
11	0.03	0.08	0.90	2.7	4.0
12	0.01	0.12	0.60	2.1	---
13	0.02	0.12	0.45	---	---
14	0.03	0.06	0.90	---	---
15	0.05	0.05	0.60	---	---
16	0.01	0.09	0.90	---	---
17	0.02	0.09	0.90	---	---

Çizelge 3.4. Dedektör gazların 150⁰C'da % dağılımı.

Numune No	% CO	% H ₂	% C ₂ H ₄	% C ₃ H ₆
1	99.6	0.0	0.0	0.4
2	99.3	0.7	0.0	0.0
3	100.0	0.0	0.0	0.0
4	99.1	0.9	0.0	0.0
5	97.3	2.7	0.0	0.0
6	98.2	1.8	0.0	0.0
7	97.2	2.7	0.1	0.0
8	93.6	4.9	1.0	0.5
9	97.3	2.6	0.1	0.0
10	97.3	2.6	0.1	0.0
11	95.6	3.4	0.5	0.0
12	98.0	1.8	0.2	0.0
13	98.4	0.7	0.4	0.5
14	99.9	0.0	0.1	0.1
15	98.5	0.9	0.2	0.4
16	96.4	3.0	0.3	0.3
17	98.6	0.9	0.3	0.2

Çizelge 3.5. Önemli değişimler gözlenen sıcaklıklar (⁰C).

Numune No	CO	H ₂	C ₂ H ₄	C ₃ H ₆
1	45	---	---	150
2	50	---	---	---
3	50	---	---	170
4	60	---	---	---
5	60	80	170	160
6	70	100	---	160
7	50	90	120	---
8	45	80	140	140
9	45	80	120	---
10	30	80	130	---
11	40	85	100	125
12	20	70	100	---
13	40	95	100	100
14	50	---	140	120
15	40	110	110	90
16	30	80	110	130
17	40	130	110	130

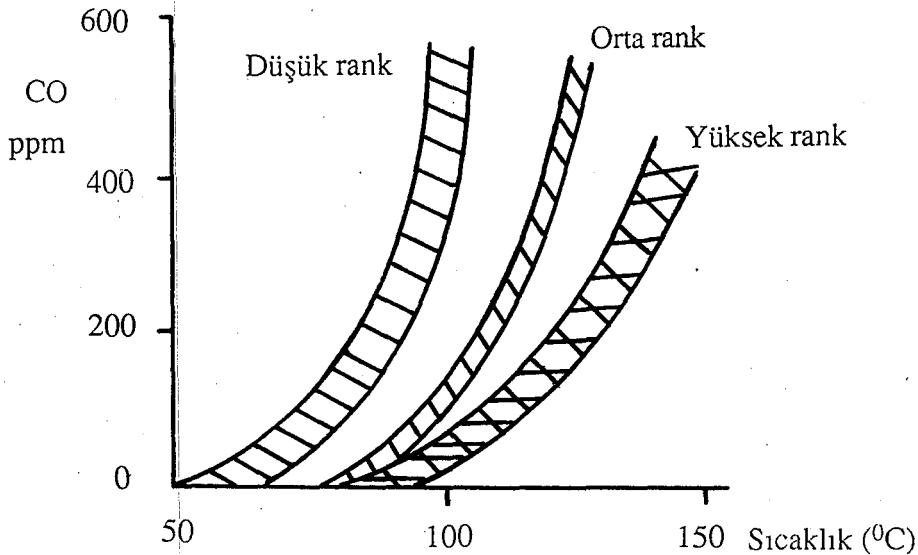
Çizelgedeki değerlerin yorumları şöyle yapılabilir :

1- Dedektör gazlar içinde en belirgin olan CO'tir. Bu gazın diğerlerine oranı % 95'in üzerinde olmaktadır.

2- CO diğer gazlara oranla çok düşük sıcaklıklarda ilk belirgin artışını göstermektedir. CO, 50⁰C gibi düşük bir sıcaklıkta önemli artışlar göstermekte diğer gazlarda 100⁰C'a kadar önemli değişiklikler gözlenmemektedir.

3- Rank azaldıkça kömür numuneleri oksidasyona daha yatkın olmakta daha fazla miktarda dedektör gaz üretilmektedir.

Bu saptamalardan çıkartılan en iyi sonuç ise kızıışmanın gelişimini en iyi işaret eden yangın gazının CO olduğudur. Değişik ranktaki kömür numunelerinin sıcaklıkla değişimi ise Şekil 3.3'te verilmektedir (Chamberlain et al., 1970).



Şekil 3.3. Sıcaklık artışıyla CO değişimi.

Şekilde görüldüğü gibi, düşük ranklı kömürlerin kızıışmaya yatkınlıkları fazla olmaktadır.

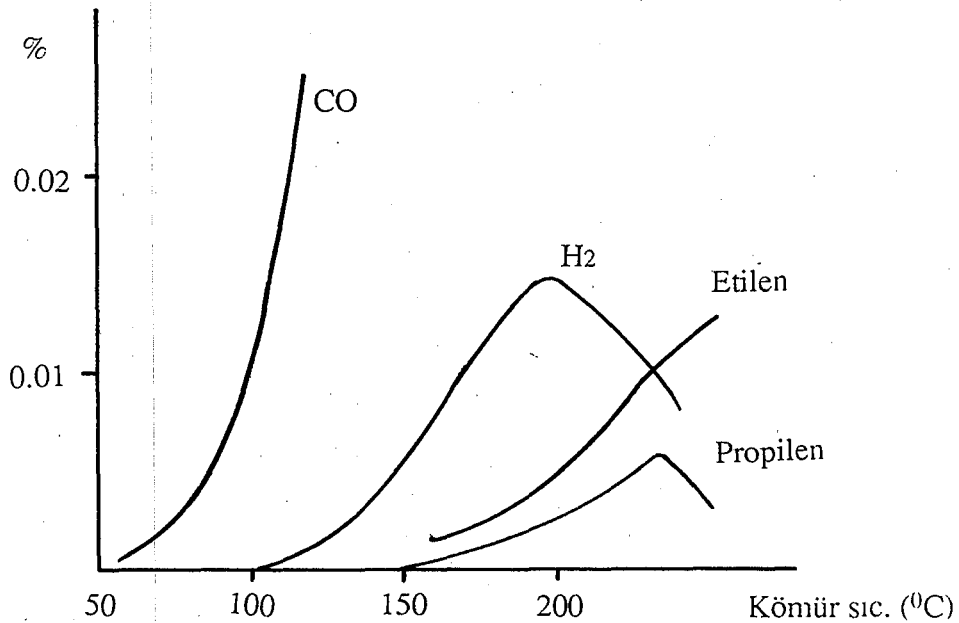
d) Hidrojen

Kızışmanın gelişimini CO'ten sonra en iyi izleyen dedektör gaz hidrojendir. 100⁰C'ta H₂ üretimi hızlı bir şekilde artmaktadır. 200⁰C'ta artık oksijen % 0.5'in altına düştüğünde hidrojen çıkışı da düşmektedir. Tüm deneylerde H₂ konsantrasyonu, %1'den fazla oksijen olması durumunda sıcaklık artışı ile yükselmiştir. Bu durum, düşük O₂ seviyelerinde karbon-oksijen reaksiyonun öncelik aldığını göstermektedir. Bu etki düşük konsantrasyonlarda daha da katlanmakta, kızışmanın saptanması için hidrojen kullanılmasını, CO'den daha az çekici hale getirmektedir.

e) Etilen ve Propilen

Bu gazlar aynı sıcaklıklarda saptanabildiğinden ve benzer artış oranları göstermelerinden dolayı birlikte değerlendirilirler. 150⁰C civarında gözlenmeye başlanmakta, CO ve H₂'e oranla artış hızları da düşük olmaktadır (Chamberlain et al., 1976).

CHAMBERLAIN ve arkadaşları, kızışmanın ilerlemesiyle dedektör gazların gelişimini Şekil 3.4'te özetlemişlerdir



Şekil 3.4. Kızışmada dedektör gazların gelişimi.

Şekil üzerinde yapılacak incelemeler yangının erken belirlenmesinde hangi yangın gazının gözlenmesini daha uygun olacağı konusunda olumlu fikirler verecektir.

4. KENDİLİĞİNDEN YANMAYI ETKİLEYEN FAKTÖRLER

Kendiliğinden yanma olayını etkileyen faktörler üç ana grupta toplanır;

- 1- Kömürün yapısından kaynaklanan etkenler
- 2- Jeolojik yapıdan kaynaklanan etkenler
- 3- Madencilik ile ilgili etkenler

Bunlardan kömürün yapısı ile ilgili etkenler ve jeolojik etkenler başlıkları altında değerlendirilen parametreler kömür ve kömürün içinde bulunduğu jeolojik ortamın özellikleridir. Kontrol edilme imkânları yoktur. Madencilikle ilgili faktörler ise madencilik işlemleridir ki kontrol edilebilme imkânına sahiptirler.

4.1. Kömürün Yapısından Kaynaklanan Faktörler

4.1.1. Kömür rankı

Kömürleşme süreci içinde turbalardan antrasit oluşumuna kadar olan değişimler kendiliğinden yanma özelliğini doğrudan etkilemektedir. Bilindiği gibi karbon içeriğinin artması oksijen içeriğinin azalması ile rank artar. Bu konu üzerindeki tüm araştırmalar yüksek oksijen içerikli kömürlerin kolayca okside olabildiklerini, bu nedenle de kendiliğinden yanmaya çok yatkın olduklarını kuşkuyla yer bırakmayacak şekilde ortaya koymuştur.

Bir önceki bölümde Şekil 3.1 ve Şekil 3.3 kömürün oksidasyonu üzerindeki rank etkisini göstermektedir.

Şekil 3.1'de en yüksek ranklı numune grubu en reaktif olmakta, en yüksek oksijen azalması değerleri bu grupta gözlenmektedir. En az reaktif olan grup ise rankı en düşük olan grup olmakta, bu grup maksimum reaktifliğine ancak 140-150°C civarında ulaşabilmektedir.

Şekil 3.3 oksidasyonun kömür rankı ile değişimini CO üretimi bazında kanıtlamaktadır. Düşük ranklı grup sıcaklık arttıkça daha da hızlanmak üzere daha fazla CO üretmekte, yüksek ranklı kömürlerde ise kızışmanın bir göstergesi olan CO üretimi çok daha düşük değerlerde kalmakta, artış hızı da daha yavaş seyretmektedir (Saraç, 1992).

4.1.2. Petrografik yapı

Kömürün kızışmaya yatkınlığının saptanmasında, rank ile birlikte kömürün petrografik yapısını oluşturan maseraller; Fusit, Vitrit, Klarit ve Durit'in durumunun araştırılmasında aydınlatıcı bilgiler vermektedir. İngiliz NCB kurumu tarafından yapılan çalışmalar Fusit'in en az reaktif olduğunu, genelde Durit'in Vitrit'ten daha reaktif olduğunu göstermiştir.

4.1.3. Parça boyutu

Oksidasyon üzerinde parça boyutunun etkisini araştıran çalışmaların neticesinde ortaya çıkan sonuçlar şöyle özetlenebilir;

Oksidasyon öncelikle kömürün dış yüzeyinin oksitlenmesi şeklinde meydana gelen bir reaksiyondur. Yüzey alanının genişliği oksidasyonun hızını etkilemektedir. Ayrıca parça boyutunun küçülmesi de yüzey alanın artışı ve oksidasyon hızını arttırmaktadır.

SCOTT (1944), 20 mesh'ten daha büyük boyutlu kömürler için oksidasyon hızının yüzey alanı ile doğru orantılı olduğunu, daha küçük boyutlar için ise oksidasyon hızının yüzey alanından daha yavaş arttığını, bir maksimumdan sonra yüzey artışının daha fazla bir etki yapmadığını belirlemiştir (Chamberlain et al., 1957).

4.1.4. Nem içeriği

Kömürün nem içeriğinin kömürün oksidasyonu üzerindeki etkileri ana çizgileriyle şöyledir.

Düşük nem içeriği, oksidasyonun hızlanması yönünde bir etki yaptığı halde yüksek nem miktarları kömürün oksidasyonunu yavaşlatmaktadır.

4.1.5. Pirit içeriği

Oksidasyon olayının ilk araştırmacılarınca kömürün oksidasyonunun ana kaynağı kabul edilen pirit üzerindeki görüşler, günümüzde piritin hava ile temas neticesinde okside olarak çıkardığı ısı ile ortam ısının artmasına ve oksidasyonun hızlanmasına neden olduğu veya kömürün kırılarak hava ile temasının kolaylaşmasına neden olduğu şeklindedir (Gill, Browning, 1971).

4.1.6. Sıcaklık

Kömür sıcaklığının kömürün kendiliğinden yanması üzerindeki genel görüş, kömür ısısının artış hızıyla orantılı olarak oksijen absorpsiyonunun da arttığı şeklindedir.

Ortalama oksidasyon hızı her 180F'lık sıcaklık artışı ile 1,4-2,3 kat artar. Kömür ile oksijen arasındaki reaksiyon 10⁰C gibi çok düşük sıcaklıklarda başlayabilmektedir. CHAMBERLAIN, oksidasyonun kritik sıcaklık denen bir değere kadar oldukça yavaş geliştiğini, bu değerden sonra gaz artış hızının arttığını belirlemiştir. Bu kritik sıcaklık kömür rankı ile değişmekte ve 80-70⁰C arasında bir değer olmaktadır. GRAHAM, ön ısıtma uygulanan kömürlerin kendiliğinden yanmaya yatkınlığının büyük oranlarda arttığı sonucuna varmıştır (Graham, 1924).

4.1.7. Diğer mineraller

Kömür yapısı içinde yer alan bazı maddelerin oksidasyon üzerindeki etkisi şöyle olmaktadır ;

Alkaliler hızlandırıcı, Boratlar ve CaCl₂ geciktirici rol oynarlar. Kömürdeki kül miktarı arttıkça karbon miktarı azalacağından ve sıcaklığı azaltıcı bir etki yapacağından, fazla küllü kömürlerin kendiliğinden yanma eğilimi daha düşüktür (Morris, Atkinson, 1988).

4.2. Jeolojik Faktörler

4.2.1. Damar kalınlığı

Damar kalınlığının oksidasyona etkisinin artırıcı olduğu genel kabul görmüştür. Bu etkiyi açıklayan kriterler ise şu şekilde değerlendirilebilir.

- Kalınlıktaki artış ile termal iletkenlik azalmakta, dolayısıyla ısı birikimi kolaylaşmaktadır.

- Kalın damarda belirli durumlarda tavan veya tabanda bir miktar kömür kazılmadan bırakılmakta, bu bölgelerde kızışma gelişebilmektedir.

- Kalın damarlarda üretim sırasında, özellikle blok göçertmeli sistemlerde üretim kayıpları oldukça yüksek olmakta, göçük büyük miktarda kırılmış kömür kalmaktadır.
- Kalın damarlarda bazı kömür bandları daha kızışkan olabilir.
- Taban yolu kenarlarının dolgu yaparak hava kaçaklarını önlemek güçleşir.
- Kızışan bölgenin belirlenmesi daha zor olur (Saraç, 1992).

4.2.2. Damar eğimi

Eğimli damarlarda hava sıcaklığının gazlardan dolayı hava yoğunluğunun, hava basıncının farklılaşması kaçakları artırır, kızışmayı hızlandırır. Ayrıca eğimli damarlarda tüm damarın kazısı daha zorlaşır ve kömür kayıpları artar (Morris, Atkinson, 1986).

4.2.3. Derinlik

Derin ocaklarda artan kayaç basıncının etkisiyle topuklarda ve kazı arınında oluşan çatlaklar havanın kömür ile reaksiyona girmesini kolaylaştırır. Göçük içinde bırakılan kömür parçaları daha küçük boyutlu olur. Derinlere inildikçe doğal tabaka sıcaklığı artar, kömürün temel sıcaklığı daha yüksek olur. Havalandırma havası sıcaklığının daha yüksek olması bir başka etkili parametredir.

4.2.4. Tavan taşının sağlamlığı

Çok akıcı tavanları tutmak için tavanda bir miktar kömür bırakılan yöntemlerde, bu alan kendiliğinden yanma için potansiyel bir tehlike bölgesi oluşturur. Tavanın çabuk veya geç göçmesi, göçük içinde kalan kayıp kömür miktarını ve boyutunu etkileyerek yangına uygun ortam hazırlayabilir.

4.2.5. Jeolojik arıza ve faylanmalar

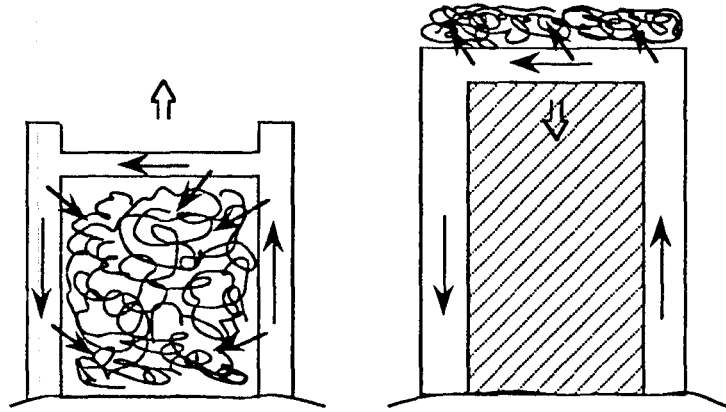
Faylı alanların etkisi iki şekilde olur. Kırık, çatlak ve faylar boyunca hava kaçak yaparak çatlak içlerinde, fay aynalarında biriken kömür tozlarını tutuşturabilir. Ayrıca faylanmalar ayak ilerleme hızını önemli oranda düşürür. İlerleme hızının düşük olması potansiyel yangın kaynaklarına kızışma için yeterli zamanı sağlayabilir.

4.3. Madencilik İle İlgili Faktörler

4.3.1. Üretim yöntemi

Kendiliğinden yanma tehlikesi, uygulanan üretim yöntemi ile doğrudan ilişkilidir. Bu nedenle üretim sisteminin daha projelendirme aşamasında damarın yangına yatkınlığı belirlenmeli, yangın tehlikesi en aza indirgenebilecek bir üretim sistemi seçilmelidir.

Uzun ayak şeklinde çalışılabilecek kömür damarlarında yangına karşı avantajlı bir çalışma ortamını ilerletimli ayağa kıyasla dönümlü ayak sağlamaktadır. Dönümlü ayakta, sağlam kömür içersinde açılan taban yollarından hava kömür içersine kaçak yaparak kızılmaya sebep olamamaktadır. Ancak ilerletimli çalışmada ayak arkasındaki göçüğe sürekli bir hava kaçıışı söz konusudur. Yangın ihtimali söz konusu olan ayakların dönümlü uzun ayak şeklinde üretilmesi bir şekilde yangın kontrolü sağlamaktadır.



Şekil 4.1. İlerletimli ve dönümlü uzun ayak.

Kalın damarlar için seçilecek üretim yönteminin de göçük içersine karışabilecek kömür miktarını en aza indirebilecek şekilde seçilmesi yangın olasılığının daha yüksek olduğu bu tür çalışma ortamları için çok büyük öneme sahiptir.

Topuklu yöntemlerde ise topuk boyutlarının topuğun tavan basıncına direnç gösterebileceği dolayısıyla kırılma ve çatlama oluşmasına müsaade ederek topuk içlerinde hava teması ile oksidasyon başlamasına neden olmayacağı uygun boyutlar seçilmelidir.

Potansiyel yangın bölgeleri olan göçüklere hava kaçıışı ise yangınla mücadele için önemli bir çalışmadır. Dolgusuz yöntemlerde ayak arkasına hava kaçıışı burada kalan kömürlerin kızışmasına neden olmaktadır. Ancak dolgulu çalışma böyle bir riski kaldırarak veya azaltarak uygun bir çalışma imkânı sağlamaktadır.

4.3.2. İlerleme hızı

Kendiliğinden kızışma, zamanın bir fonksiyonu olarak gelişen bir olaydır. Kazı hızı ne kadar yüksek olursa, kömürün hava ile temas süresi o kadar azalır. Dönümlü uzun ayaklarda ve göçüğün dolgu yapılmadığı diğer yöntemlerde ilerleme hızının, ayak arkasındaki ootoksidasyonun açık alevli yangına dönüşmesinden önce ayağın bitirilmesini sağlayacak şekilde seçilmesi gereklidir.

4.3.3. Topuk boyutu

Oda topuk yönteminde ve diğer üretim yöntemlerinde başka amaçla bırakılan topuklar uygun boyutlara sahip olmadıkları zaman tavan basıncı altında hava kaçakları ile potansiyel kızışma bölgesine dönüşebilecek kırık ve çatlakların oluşmasına sebep olurlar.

Kömür direncine, damar derinliğine, üretim yerlerinin etkisine bağlı olarak uygun bir topuk boyutlandırması yapılmaktadır (Saraç, 1992).

4.3.4. Taban yolları

Uzun ayak yönteminde taban yolları kenarından kaçan hava kızışmanın ana kaynağıdır. Taban yollarının sayısı, açılırken uygulanan kazı yöntemi, tahkimat ve deformasyon koşulları etkili faktörlerdendir. Özellikle ilerletimli uzun ayakta taban yolları arasında kalan göçük bölgesi yangın bakımından en kritik bölgedir. Bu bölgeye hava kaçağını azaltmak için en etkili önlem taban yollarının göçük tarafına şerit dolgu yapılmasıdır. Yangına yatkın damarlarda taban yollarının taş içinde açılması da düşünülebilir (Saraç, 1992).

4.3.5. Kömür kayıpları

Göçük içinde üretim kaybı olarak kalan kömür parçalarının oksidasyon ısını dağıtabilecek bir hava akımı yoktur. Ayrıca tane boyutu küçüldükçe kömürün oksidasyon yeteneği artmaktadır. Üretimdeki kömür kayıpları bu nedenlerle kendiliğinden yanma olayının ana kaynağıdır.

Seçilecek kazı yönteminin en az üretim kaybı ile gerçekleştirilebilecek olması kızışmanın kontrolü yönünden önemli olmaktadır.

4.3.6. Komşu damarların varlığı

Çalışılan panonun civarında başka damarların bulunması, özellikle tavanda işletilmeyen ince damarların bulunması yangın riskini artırır. Tavanın göçertilmesi ile ayak arkasını taşla birlikte dolduran kırılmış kömür parçaları yanmaya çok yatkın bir ortam oluşturur.

4.3.7. Eski üretim yerleri

Eskiden çalışılmış sahalar potansiyel yangın kaynakları olduğu gibi, yakınlarındaki panoların kızışma yeteneklerini de artırır. Bu sahalardan kaçak yolları boyunca pano civarına akan sıcak hava ve gazlar buralardaki oksidasyonu hızlandırır.

4.3.8. Havalandırma durumu

Ocak içi havalandırma basıncının büyük farklılıklar göstermesi, kendiliğinden yanmayı etkileyen başlıca faktörlerden birisidir. Özellikle hava giriş ve hava dönüş taban yolları arasında hava basınçları yüksekse, göçük içine doğru olan hava kaçakları fazla olacaktır. Ana vantilatörün emici veya üfleyici çalıştırılması, ocak havası basıncının atmosfer basıncından düşük veya yüksek olmasını belirler. Yüzeye nisbeten yakın seviyelerde çalışılan ocaklarda emici sistemin uygulanması yeryüzünden çatlaklar boyunca kaçak hava gelmesine neden olabilir. Böyle sığ ocaklarda ocak içi hava basıncını yüksek tutmak kaçakları minimize eder (Saraç, 1992).

4.3.9. Dolgu kalitesi

Yüksek kızışma riski taşıyan göçük bölgelerine hava kaçaklarını azaltarak kızışmayı minimize etmek gayesiyle yapılacak etkin bir uygulama olan dolgu işleminin kalitesi mücadele hedefini belirleyen bir kriterdir. Belirli avantajlar getiren bütün dolgu yöntemleri içersinde en etkin kontrolü hidrolik dolgu sağlar.

5. KIZIŞMA BELİRTİLERİ

5.1. Kömür ve Kayaçlarda Terleme

Oksidasyon olayı ekzotermik bir reaksiyondur. Bu reaksiyonun ürünleri arasında ısı ve su buharı da bulunur. Reaksiyon sonucu açığa çıkan su buharı ocak havasını nem doygunluğuna ulaştırır. Aşırı nem kömür, çevre kayaçlar ve tahkimat gibi soğuk yüzeyler üzerinde su kabarcıkları ve terleme olarak görülür.

5.2. Pus

Kızışma olan bölgeden gelen su buharına doymuş, sıcak ve gazlı hava, daha serin olan ana havalandırma havasına karıştığında gözle görülür bir pusluk yaratır.

5.3. Duman

Oksidasyon-açık alevli yangın sürecinin açık alevli yangın öncesindeki son aşaması yangın ürünlerinden oluşan duman aşamasıdır. Dumanın görülmesi açık alevli yangına geçişi ifade eder. Bu aşamada alınabilecek önlem panonun terk edilerek mücadeleye başlamaktır.

5.4. Sıcaklık Artışı

Kızışma olayının temel esprisi sıcaklığın zamanla artmasıdır. Oksidasyon başlangıcında normal kayaç sıcaklığı değerinde olan kömür sıcaklığı, ekzotermik kimyasal reaksiyonlar sonucunda giderek artan bir hızla yükselir ve artan koşullarının uygun olması durumunda, 175⁰C civarında olan açık yanma sıcaklığına kadar ulaşabilir.

5.5. Koku

Kızışmanın ilk aşamalarından itibaren çeşitli yangın gazları ve ağır hidrokarbonlar üretilir. Bu gazların çoğu da kendilerine özgü kokuya sahiptir. Petrolümsü, egzost dumanı gibi olan bu koku yangının karakteristik belirtilerindendir. Kızışma ilerledikçe koku yoğunluğu da artar (Coward, 1957).

5.6. Yangın Gazları

Kendiliğinden yanma her halkasında çok çeşitli gazlar üreten zincirleme bir reaksiyondur. Düşük sıcaklıklardan başlayarak CO, CO₂, H₂, etan, etilen, propilen, asetilen, metan, propan, bütan gibi gazlar açığa çıkar. Bu gazlar kızışma alanından sızarak ocak havasına karışır ve giderek hava içindeki konsantrasyonları yükselir. Bu oranların zamanla değişimi yangın varlığı ve gelişimi hakkında en güvenilir bilgileri verir.

6. KENDİLİĞİNDEN YANMANIN ERKEN TESBİTİ

Kendiliğinden yanma olayının genel hatları ile bilinen bir mekanizması bulunmasına rağmen bu mekanizmanın henüz açıklanamayan spesifik gelişimleri de sözkonusudur. Bu nedenle ve kendiliğinden yanma olayına tesir eden bazı yeraltı koşullarının etkisiyle kendiliğinden yanma olayının izlenmesi sırasında kesin ve net bir belirleyici parametrenin değerlendirilmesi mümkün olamamaktadır.

Kendiliğinden kızışma olayının erken haber alınmasında ve izlenmesinde kullanılan parametreler üç ana grup altında değerlendirilebilir;

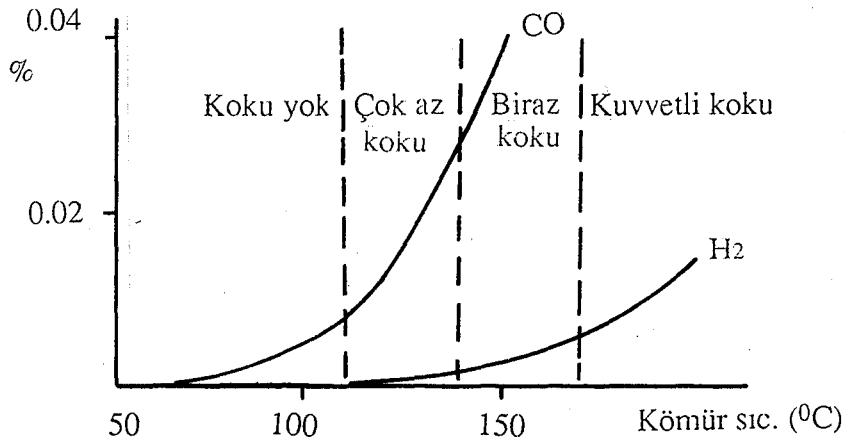
- Koku
- Sıcaklık
- Nem

6.1. Koku

Otooksidasyon sonucunda üretilen gazlar havalandırma havasına karıştıklarında petrolümsü, yağlı bir koku vermekte, bu kokunun farkedilmesi bir kızışmanın varlığının bir göstergesi sayılmaktadır. Kızışma olayında kuluçka periyodundan sonra indikasyon periyodu başlar. Daha sonra CO ve CO₂ oluşumu aratar ve koku algılanır. Koku olgunlaşma periyodunun başladığını ve kısa süre içinde yangın oluşabileceğini haber verir (Coward, 1957).

Ancak kokuyu denetleyen izleme sistemlerinin dezavantajları çoktur. Öncelikle değerlendirmenin insan tarafından yapılıyor olması net bir değerlendirme yapılması olanağını kaldırır. Diğer taraftan kızışma ortamı dışındaki kaynaklardan koku yayılımı ise etkinliği azaltan bir diğer dezavantajdır.

En önemli sakınca kokunun hissedilmesinin yangının oldukça ileri aşamalarında mümkün olabilmesidir. Koku hissedildiği anda oksidasyon merkezindeki ısı 120-150⁰C civarına ulaşmış bulunmakta, çok geç kalınmış olmaktadır. Yangın kokusunu veren gazlar temelde etilen ve propilendir. Bu gazların üretimi ise ancak 100⁰C'nin üzerinde önemli değerlere ulaşabilmektedir (Chamberlain, Hall, 1973).



Şekil 6.1. Kızışma sırasında kokunun gelişimi.

6.2. Sıcaklık Artışı

Otooksidasyon ilk olarak oksijen absorpsiyonu ve ısı çıkışı ile başlamaktadır. Bu nedenle kızışmayı ilk işaret eden gösterge sıcaklık artışıdır. Ancak sıcaklıktaki ilk değişimler kızışan ortam civarı ile sınırlı kalmakta, havalandırma havasındaki sıcaklık artışları çok daha ileri aşamalarda gözlenebilmektedir. Kızışmanın ilk aşamalarındaki sıcaklık artışları kolayca seyreltilmekte, ısısal sensörler etkilenen alana çok yakın yerleştirilmedikçe, sıcaklıkta kayda değer değişimler fark edilmemektedir. Ayrıca ocak havası sıcaklığındaki küçük değişimlerin olası bir kızışmadan mı yoksa diğer sıcaklık artırıcı nedenlerden mi kaynaklandığının ayırt edilmesi çok güç olmaktadır (Saraç, 1992).

6.3. Yangın Gazları

Kömürün kendiliğinden yanma mekanizmasını açıklamaya yönelik laboratuvar araştırmaları düşük sıcaklıklarda itibaren oksidasyonun her aşamasında çok çeşitli gazların üretildiğini ortaya koymuştur. Ocak havasının sürekli olarak analiz edilerek, gaz oranları trendinin gözlenmesinin, kızışmanın erken belirlenmesinde en etkin yöntem olduğu tüm araştırmacılarca kabul edilmektedir. Ancak bu konuda önemli olan istemlere en iyi cevap veren yangın gazının belirlenmesidir.

Kömürün oksitlenme davranışları üzerinde en kapsamlı laboratuvar araştırmalarını yürüten CHAMBERLAIN ve arkadaşlarının sonuçları bu konuda genel kabul görmekte ve günümüzde de geçerliliklerini korumaktadır (Chamberlain et al., 1970). Bu çalışmanın sonuçları özetle şöyledir ;

- Kızışma süresince CO, CO₂, H₂, Metan, Etan, Propan, Etilen, Propilen, Bütan, İzobütan gazları gözlenmektedir.

- Oksidasyon süresince oksijen absorpsiyonu, oksijen azalmasını gerektirmektedir.

- Hidrojen izleri 85⁰C civarında gözlenmeye başlanmakta 150⁰C'tan sonra artış hızı yükselmekte, 200⁰C'ta maximum değerini aldıktan sonra düşme eğilimi göstermektedir.

- Etan ve Etilen 150⁰C civarında üretilmeye başlamakta oluşumları giderek artan bir hızla sürmektedir.

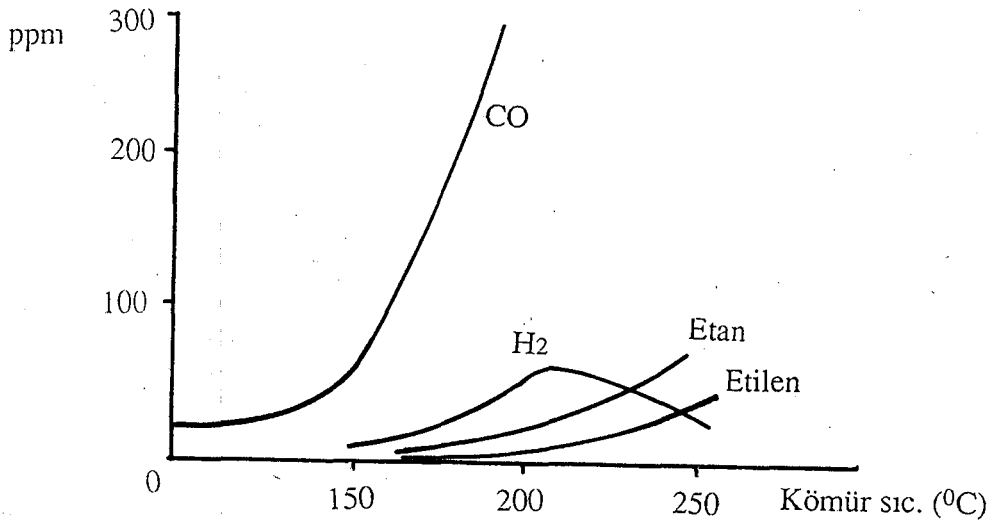
- CO oluşumu kızışmanın ilk aşamalarında üretilmeye başlamakta, sıcaklıkla çok hızlı bir artış trendi göstermektedir.

CHAKRAVORTY ve FENG (1978) tarafından Kanada kömürleri üzerinde yapılan dinamik oksidasyon deneyleri de benzer sonuçlar vermiştir.

Bu deney sonuçlarına göre oluşturulan sıcaklık artışı ile gaz analizi tablosu ve sıcaklık-gaz konsantrasyonundaki değişme grafiği aşağıdaki gibidir

Çizelge 6.1. Yangın gazlarının sıcaklıkla değişimi.

Kömür Sic. (⁰ C)	CO ₂ (%)	O ₂ (%)	CO (%)	H ₂ (%)	C ₂ H ₄ (%)	C ₃ H ₆ (%)
20	0.025	20.8	0.0010	0	0	0
42	0.020	20.7	0.0010	0	0	0
24	0.030	20.6	0.0012	0	0	0
110	0.046	20.1	0.0022	0.0003	0	0
160	0.420	17.3	0.0075	0.0017	0.0003	0.0010
200	1.900	15.2	0.0530	0.0068	0.0014	0.0023
248	3.600	10.8	1.6850	0.0004	0.0045	0.0030



Şekil 6.2 Yangın gazlarının sıcaklıkla gelişimi.

Gerek Çizelge 6.1 ve Şekil 6.2'de verilen değerler gerekse CHAMBERLAIN ve arkadaşlarının çalışma sonuçları ile günümüzdeki çalışma sonuçları aynı olmaktadır.

6.3.1. Hidrojen

Hidrojen 80-100°C civarında gözlenmeye başlanmakta, 220°C'la kadar üretimi hızlı bir şekilde artmaktadır. Bu trend, hidrojenin yangın parametresi olarak kullanılabileceği izlenimini yaratmakla beraber, 220°C'tan sonra hidrojen üretiminin düşüşe geçmesi bu fikri geçersiz kılmaktadır.

6.3.2. Etilen ve Propilen

Bu gazlar 150°C civarında birlikte oluşmakta, sıcaklık artışı ile kararlı bir şekilde artış eğilimi göstermektedirler. Ancak, sadece yangın ürünü olmayıp kömürün doğal gazlarından olmaları, pratikte ölçümlerinin güç oluşu, erken uyarı sistemlerine uygun olmayışları, CO ile kıyaslandıklarında yangının çok daha sonraki aşamalarında oluşup artış hızlarının çok daha yavaş oluşu pratikte fazla kabul görmemelerini getirmiştir (Saraç, 1992).

6.3.3. Karbon Dioksit

Kendiliğinden kızışma olayında çok düşük sıcaklıklarda dahi CO₂ çıkmakta ve zincirin her aşamasında oluşumu sürmektedir. CO₂, sıcaklık artışı ile kararlı bir artış göstermediği ve kızışma dışında başka bazı kaynaklardan da oluştuğu için tek başına yangın kriteri olarak kullanılmaz (Chakravorty, Woolf, 1980).

6.3.4. Karbon Monoksit

Karbon monoksit, diğer yangın gazlarına oranla kızışmanın erken belirlenmesi amacıyla en uygun gaz durumundadır. Bunu getiren CO özellikleri aşağıdaki gibidir.

- Kızışma sırasında 30⁰C gibi çok düşük sıcaklıklardan itibaren CO oluşumu gözlenmektedir. Diğer gazlar için ilk belirlenme sıcaklığı çok daha fazladır.

- CO, sıcaklıkla hızlı konsantrasyon artışı göstermektedir. Mesela; H₂ 10 ppm'e ulaştığı an CO, 100ppm; etilen ve propilen 10 ppm'e ulaştığı an ise CO 1000 ppm'e ulaşmaktadır.

- Kızışma süresince CO çıkan sıcaklıkla logaritmik artmakta ve kararlı bir davranış göstermektedir. Ancak H₂, 220⁰C'a kadar artan bir hızla yükselirken, 220⁰C'tan sonra azalmaya başlamaktadır. CO₂'de kararsız bir davranışa sahiptir.

- CO klasik veya erken uyarı sistemleriyle kolay gözlenebilmektedir.

- CO kömürün doğal gazlarından değildir, yangın dışında ateşleme ve dizel motor ekzostlarından da CO üretimi mümkündür. Yangın dışı kaynaklardan gelecek CO bu gazın gözlenmesi konusundaki dezavantajdır. Ancak sürekli gözlemlerde bu dezavantaj kaldırılabilir. Hava miktarındaki değişmelerin CO konsantrasyonunda yapacağı değişmelerin etkisi de oksijen tüketimini de içeren indekslerle kaldırılabilir (Coward, 1957; Gill, Browning, 1971).

7. YANGIN KRİTERLERİ

Olası bir ocak yangınına erken belirlemeye yönelik çalışmaların ana dayanağı olan yangın kriterleri, kendiliğinden yanma olayının gelişimine bağlı olarak iki grupta değerlendirilebilir.

7.1. Ocak Havası İçin Yangın Kriterleri

Ocak havasını değerlendiren kriterler, kızıışmanın başlangıç aşamasında belirlenmesine yönelik çalışmaların ürünü olarak değerlendirilebilirler. Kızıışma için uygun ortamlarda ocak havasının gözlenmesi ile kızıışmaya yönelik trendi belirlemeye yönelik olarak yapılan çalışmaları kapsarlar.

7.1.1. Graham İndeksi

Kendiliğinden yanmanın erken belirlenmesi için 1920'lerden beri kullanılan ve yaygın kabul gören bu kriter, ocak havasındaki CO oranı ile, okside olan malzeme tarafından tüketilen oksijen oranını kıyaslar (Coward, 1957).

Kendiliğinden yanma olayının en iyi belirticisi olan CO'nın tek başına izlenmesinin, CO'nın havasının seyreltme etkisine maruz kalması ve başka kaynaklardan da CO yayınının mümkün olması gibi başlıca dezavantajlarını, okside olan kömür tarafından tüketilen oksijen oranının da değerlendirilerek elimine etmeye yönelik bir düşüncenin sonucu da bu kriterin formüle edilmiş şekli aşağıdaki gibidir:

$$G.I = \frac{\text{CO Oluşumu (\%)}}{\text{Oksijen Tüketimi (\%)}} \times 100 (\%)$$

Temiz havanın kompozisyonunda % 20.93 O₂ ve % 79.04 N₂ bulunur. Bu durumda numunede, ölçülen azot miktarına karşı bulunması gereken oksijen miktarı;

$$N_2 \times \frac{20.93}{79.04} = N_2 \times 0.265$$

olur. Temiz havaya oranla numunedeki O₂ azalması ise;

$$0.265 \text{ N}_2 - \text{O}_2$$

olur ve bu durumda Graham İndeksi de;

$$\text{G.I} = \frac{\text{CO}}{0.265 \times \text{N}_2 - \text{O}_2} \times 100$$

olarak ifade edilir (Coward, 1957; Gill, Browning, 1971).

Örneğin bir hava numunesinin analizinde

CO₂ : % 0.84

CH₄ : % 0.48

O₂ : % 19.96

N₂ : % 78.84

CO : % 0.005

değerleri bulunmuşsa Graham İndeksi;

$$\text{G.I} = \frac{0.005}{0.917} \times 100 = \%0.5615$$

olarak hesaplanır (Saraç, 1992).

Çizelge 7.1 kızıışmanın gelişiminin Graham İndeksi ile ifade edililişini göstermektedir.

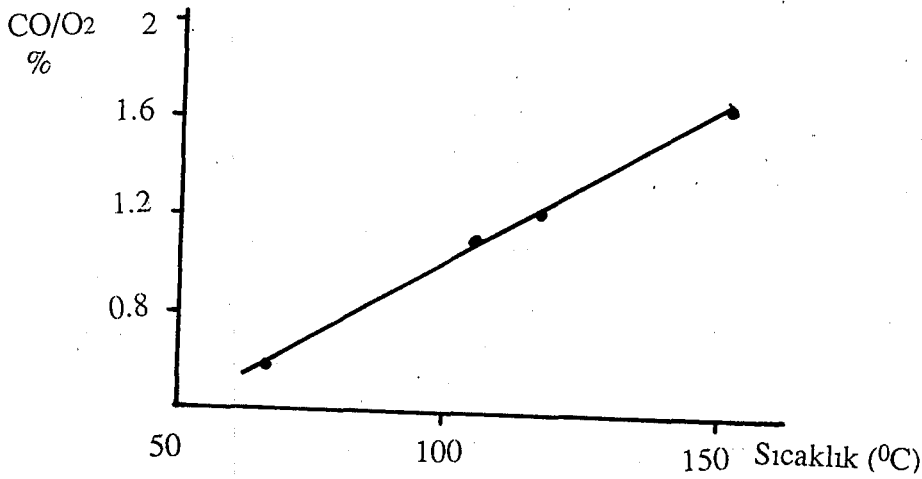
Çizelge 7.1. Graham İndeksi ve yorumları.

GI	Yorum
0.2 civarı	Tehlike yok
0.5 ---> 1	Oksidasyon varlığı ve gelişimi
1 civarı	Kızıışma başlangıcı
1 ---> 2	Kızıışma tehlikeli boyutlarda
2 ---> 3	Açık aleve gidiş

Çizelge 7.2 bir kıvılcımın izlenmesinde Graham Kriterinin kullanımını açıklamaktadır (Gill, Browning, 1971). Şekil 7.1 ise Graham İndeksinin sıcaklığa bağlı değişimini göstermektedir.

Çizelge 7.2. Graham İndeksi için bir uygulama.

No	CO ₂	CH ₄	O ₂	N ₂	CO	GI	İşaretler
1	0.92	0.03	20.03	79.21	0.0008	0.27	Normal
2	0.09	0.02	20.56	79.32	0.0013	0.30	İlk artış sinyali
3	0.12	0.01	20.67	79.20	0.0041	1.37	Terleme, hafif koku
4	0.10	0.01	20.65	79.24	0.0050	1.52	Koku
5	0.19	0.05	20.49	79.27	0.0236	4.72	Duman



Şekil 7.1. Sıcaklıkla CO/O₂ oranının değişimi.

Graham Kriteri hava veya metanın seyreltme etkisinden bağımsızdır. Ateşleme sonrasında geçici CO varlığı gözlenmesine rağmen, CO gazı yangın dışı kaynaklardan oluşmaz. Ocak havasındaki CO seviyesinin yükselmesi ve CO/O₂ oranındaki artış kıvılcımın belirlenmesine kesin kriterdir.

Hava numunesindeki CO, O₂ ve N₂ gazların ayrı ayrı analiz edilmelerinin gerekmesi Graham Kriterinin en büyük dezavantajı olur (Saraç, 1992). Özellikle azot oranının tesbit edilmesine yönelik işlemler güçtür. Yangın dışı kaynaklardan da oksijen tüketimi olması ve yangın bölgesine gelen hava içinde CO bulunması ihtimali de diğer dezavantajlardır (Banarjee, Chakravorty, 1972; Ayvazoğlu, 1986).

Kömür ve oksijen bulunduğu her ortamda oksidasyon olayı gelişir. Dolayısıyla yangın olmasa bile belirli bir CO oluşumu ve oksijen tüketimi söz konusudur (Saraç, 1992). Bu sebeple, öncelikle çalışılan ortamda hava analizleri yapılarak, ocak için baz alınabilecek ortalama bir Graham Kriteri değeri belirlemek faydalı olacaktır. Kızışmanın izlenmesi de, bu ortalama Graham Kriteri değerinden sapmaları izlemek şeklinde yapılabilir (Saraç, 1992; Ayvazoğlu, 1978).

7.1.2. Tricket oranı

Tricket Kriteri olabilecek bir kızışmayı belirlemek yerine ocak havasından alınan numunenin uygunluğunu ve yangının cinsini test etmeğe yöneliktir (Saraç, 1992). Tricket Kriteri;

$$TR = \frac{\%CO_2 + 0.75 \times \%CO - 0.25 \times \%H_2}{0.265 \times \%N_2 - \%O_2}$$

şeklinde formüle edilir.

TR > 1.6 ise alınan numune kuşkuludur.

TR = 0.8-1.6 ise ahşap yangını

TR = 0.5-1 ise yangın kömür, yağ ve konveyör bandından kaynaklanmaktadır (Saraç, 1992).

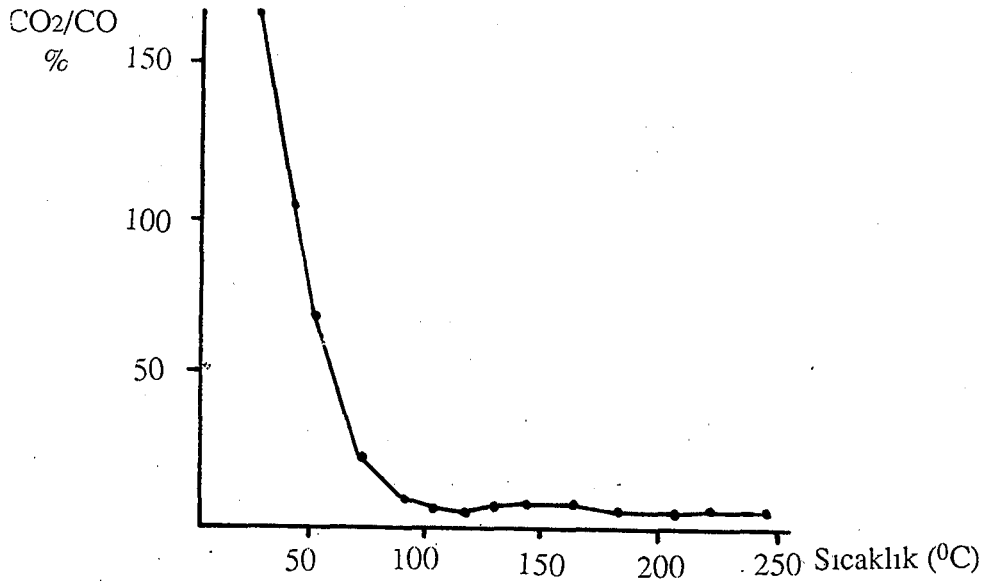
Bu kriterin avantajı, yangınlı sahadan gelen havanın seyrelmesi durumunda da değişmemesidir. Bu nedenle hava çıkış kuyusundaki analizlerde etkili bir şekilde kullanılabilir.

Eşitlikte yer alan beş gazın her numune için ayrı ayrı analiz edilmesi, sadece kendiliğinden yanmaya yönelik olmaması, hassas bir kriter vermemesi bu indeksin sakıncalarıdır. Ayrıca nitrojen enjeksiyonu durumunda uygulanamaz (Saraç, 1992).

7.1.3. CO₂/CO oranı

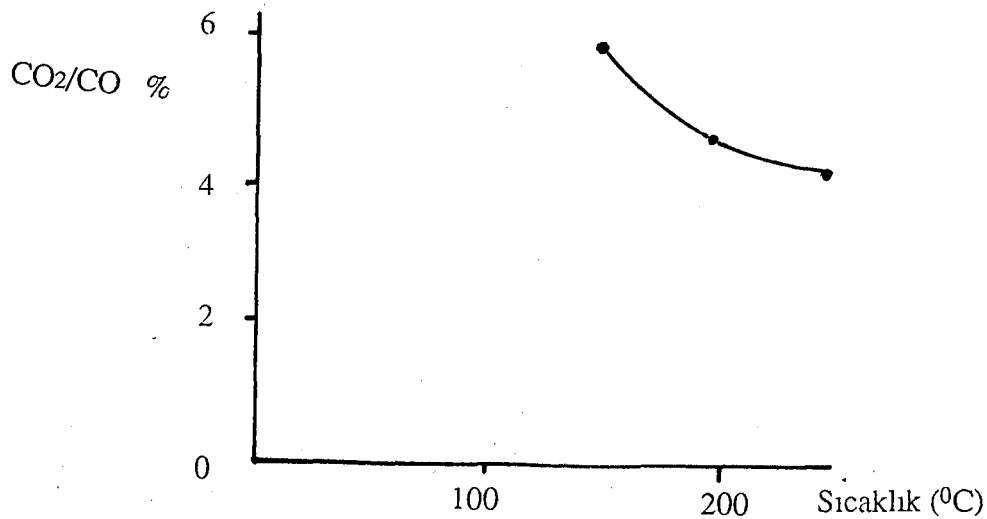
Ocak havasındaki CO ve CO₂ oranlarının sürekli olarak ölçülerek, trendin izlenmesine dayanır. Hava miktarının değişimi, pay ve paydaya aynı oranda yansıdığından oran etkilenmez.

CO_2/CO kriterinin sıcaklıkla değişiminin gösterildiği Şekil 7.2'de görüldüğü gibi, oran, sıcaklık 100°C 'a ulaşana kadar hızla azalmakta, 100°C 'dan daha yüksek sıcaklıklarda az çok sabit bir değerde ($\text{CO}_2/\text{CO} \cong 2.5$) seyretmektedir.



Şekil 7.2. Sıcaklıkla CO_2/CO oranı değişimi.

NAKATA (1980)'nın gaz analiz değerleri de benzer davranış göstermektedir. CO_2/CO oranı 225°C 'a kadar hızlı bir şekilde azalmakta, daha sonra ise bir denge konumuna yaklaşmaktadır.

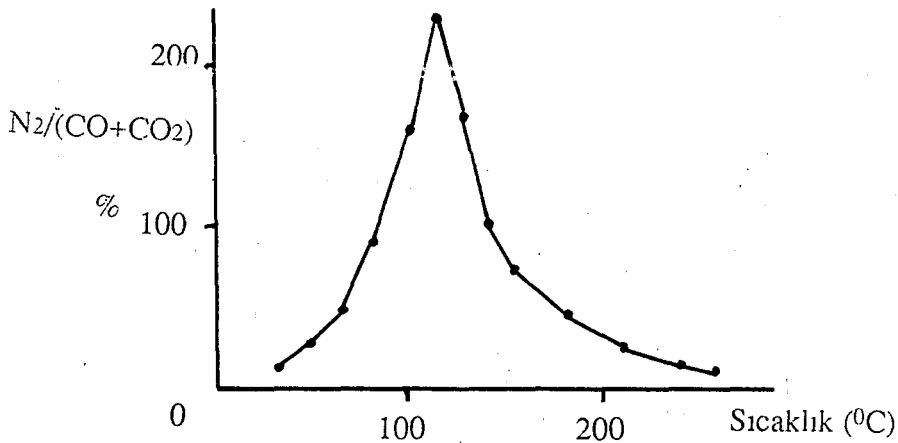


Şekil 7.3. Sıcaklıkla indeksin değişimi.

Bu kriterin dezavantajları; belli bir sıcaklıkta sabit kalması, CO₂ gazının suda çözünebilmesi ve yangın dışı kaynaklardan gelme olasılığının bulunmasıdır. Ancak kızışma başlangıcının izlenmesi sırasında sıcaklık artışının gözlenebileceği bir kriterdir (Saraç, 1992).

7.1.4. N₂/(CO+CO₂) oranı

Hava numunesindeki azot yüzdesinin, CO ve CO₂ yüzdeleri toplamlarına oranı şeklinde ifade edilir.



Şekil 7.4. Sıcaklıkla N₂/(CO+CO₂) oranının değişimi.

Şekil 7.4 izlendiğinde, N₂/(CO/CO₂) oranının, sıcaklığın 100°C'a kadar artması sırasında arttığı, 100°C civarında bir maksimum yaptıktan sonra azalmaya başladığı gözlenmektedir.

Yangın dışında CO₂ gelirinin olmadığı ocaklar için ve baraj gerisi atmosferinin izlenmesi için uygun bir kriterdir. Azot enjeksiyonunun uygulandığı yerlerde kullanılamaz (Morris, 1988).

7.1.5. CO oranı

Kızışmanın gelişimini en iyi ifade eden gaz CO'tir. Bu gaz tek başına bir analiz kriteri olarak kullanılabilir.

Ocak Havasında 0.15 lt/sn oranında bir CO bulunması araştırmayı gerektirir. CO oranının 0.3 lt/sn'den fazla olması ise önemli bir tehlikeyi gösterir (Mackenzie, Strang, 1990).

Ocak havasındaki CO trendinin izlenmesi, kızışmayı erken belirlemek amacıyla kullanılabilecek bir kriter olmakla birlikte, hava miktarının ve hava içindeki CO oranının sürekli ve hassas bir şekilde incelenmesini de gerektirir. Zira CO, ocak havasındaki artışlar için seyrelme göstermekte, nitrojen enjeksiyonlarında konsantrasyon değişimleri vermektedir.

Günümüzde bilgisayar ve erken uyarı sistemlerinin gelişmeleri bu konuda çalışma yapan pek çok araştırmacının, sadece CO oranının izlenmesinin etkin bir kontrol imkânı sağlayacağı yönündeki görüşlerini arttırmıştır. Nitekim, bilgisayar ortamında CO verilerinin toplanması ve bu verilerin istatistik yöntemlerle analiz edilmesi bir kontrol çalışması olarak uygulanmaktadır. Bu tür sürekli gözleme yöntemlerinde başlıca kaynaklardan gelebilecek CO'in etkilerini elimine etmek imkânları da doğmuştur (Chamberlain et al, 1970;Chakravorty, Wolff, 1980).

Erken uyarı sistemleri ve bilgisayar kullanılan ocaklarda sürekli gözleme tekniği ile CO oranının izlenmesi yaygınlaşan bir uygulama olmaktadır.

7.2. Baraj Gerisi Yangın Kriterleri

Erken belirlenememiş bir kızışmanın ilerlemiş aşamalarında yani kızışma trendinin açık alevli yangına geçişi gösterdiği durumda, panonun hava giriş ve çıkış yollarına hava sızdırmaz şekilde yangın barajları inşa edilerek pano terkedilir.

Panoda bulunan ekipman kurtarılamamış olabilir. Ekipman kurtarılmış bile olsa panoda üretilebilecek bir kömür bulunabilir. Barajlamadan maksat, yangının hava temasından uzaklaştırılmak suretiyle söndürülmesi ve panoda bulunan kömür ve ekipmanın kurtarılabilmesi ya da yangının diğer panolara geçmesinin önlenmesidir.

Barajlanmış bölgedeki yangının sönme eğilimini değerlendirmek amacıyla yönelik yangın kriterleri, yangının sönüp sönmediği yada sönmeyi hızlandıracak mücadele tekniklerinin gerekliliğini araştırmak için baraj gerisinden alınan hava numunelerinin analizi sonrasında, bu analizle ilişkin verilerin değerlendirilmesi imkânını sağlar.

Baraj gerisi atmosferini yorumlayan pek çok yangın indeksi bulunmasına karşılık, herhangi bir indeksin durumu net bir şekilde belirttiği söylenemez. Bu durumda en uygun indeks, çalışılan işletmenin şartlarını en iyi ifade edecek şekilde seçilmiş olan indekstir. Ayrıca, farklı yangın indeksleri ile de olayı takip etmekte avantaj vardır.

7.2.1. CO/OAY oranı

Bu oran barajlanmış bölgelerdeki kızıışmanın durumunun belirlenmesinde en kullanışlı kriterdir.

CO/OAY oranını en kullanışlı yangın kriteri yapan avantajlar şöyle sıralanabilir.

- Kızıışmanın gelişimini en iyi ifade eden CO gazını kullanır.
- Metan veya havanın seyreltme etkisinden bağımsızdır.
- Baraj gerisinde kızıışmanın dışında bir CO kaynağı olmadığından kesin bir testtir.

Bu indeksin bazı sakıncaları ise şöyle sıralanabilir.

- Sadece ortalama değer verir. Kızıışmanın yaygınlığı ve maksimum yoğunluğu hakkında bilgi vermez.
- Gaz analizlerindeki analitik hataları düşük oksijen azalması değerleri için hassasiyeti önemli bir oranda etkileyebilir.
- Baraj gerisine atıl gaz enjeksiyonu yapılırsa oran etkilenir.
- Genellikle CO, yangın sürerken giderek artan hızla azalır. Ancak CO'ın ortadan kaybolması her zaman yangının sönmesi anlamına gelmez. Özellikle nemli ocaklarda yangın tamamen sönme dahi, CO'ın ortamdan kaybolması gözlenebilir (Saraç, 1992).

7.2.2. CO₂/OAY oranı

Yangının ileri aşamalarında CO₂ gazının başka hale gelmesinden dolayı, baraj gerisi atmosferi için bu oran da indeks olarak kullanılabilir. Kızıışma dışı kaynaklı CO₂ gelirinin söz konusu olduğu panolarda indeksin kullanılması uygun olmaz.

CO₂/O₂ oranı değeri 25'in altındaki değerler için yüzeysel bir kızışmayı, 50'den yüksek değerler için yüksek yoğunluklu yangını işaret eder.

7.2.3. Oksijen Azalması

Kızışma olaylarında, açık alevli yangınlar % 12.4 O₂ konsantrasyonu altındaki değerler için aktivitesini kaybetmesine karşı, % 1-2 O₂ konsantrasyonlarında bile belirli bir süre devam edebilmektedirler. Sıcaklığın belirli bir değere düşürülememesi durumunda, ilave hava gelişi ile yangınlar yeniden aktivite kazanabilirler (Banerjee et al, 1990).

Baraj gerisi atmosferindeki O₂ oranındaki değişmeyi gözlemek de uygun bir değerlendirme olabilir. Ancak sızdırmazlığın tam sağlanamadığı bir ortamda oksijen oranındaki değişmelerin dikkatli yorumlanmasını gerektirir.

7.2.4. Desorbe Hidrokarbon İndeksi

Bu indeks, sıcaklık artışı ile hidrokarbon çıkışını izlemek amacıyla kullanılır. İndeksin formüle edilmiş ifadesi şöyledir;

$$RI = \frac{1.01(TCH) - CH_4}{TCH + C} \times 1000$$

Bu formülde;

THC Toplam hidrokarbon oranı (ppm)

CH₄ : Metan konsantrasyonu (ppm)

C : Bir sabit (C=0.01)

İndeksin değerlendirilmesi Çizelge 7.3'te verilmiştir.

Çizelge 7.3. Desorbe Hidrokarbon İndeksi değerleri.

0 - 50	Normal sıcaklık
50 - 100	Olası kızışma kaynağı
> 100	Yangının varlığı

7.2.5. CO-Artık Gaz İlişkisi

$$R = 1/3 \text{ CO} \times R_g - 3/2 \times O - 1/2$$

R_g : Artık gaz içeriği ($R_g = 100 - 4, 77O_2 - CH_4 - C_2H_6$)

CO: Numunenin CO konsantrasyonu (ppm)

formülü ile hesaplanan bu indeks, ocak havası analizi ile yangının durumunu belirlemek için kullanılır. Hesaplanan R değerinin 1'den büyük olması sıcaklık artışı, 1'den küçük değerler ise normal sıcaklıkları işaret eder. Yüksek metan çıkışı ve gazlı ocaklar ile %1'in altındaki oksijen konsantrasyonları güvenilir olmaktan uzaktır (Banerjee et al, 1990).

7.2.6. C/H oranı

Yanabilir malzemenin sıcaklık altında C ve H konsantrasyonlarındaki değişimi izlemeye yönelik bu oran:

$$C/H = 6(K+L+N+2P) / [2(X+Z-Y-K+P+N)+M-L]$$

eşitliğinden hesaplanır. Bu ifadede;

$$\begin{array}{llll} K : CO_2 & L : CO & N : CH_4 & P : C_2H_4 (\%) \\ M : H_2 & Y : O_2 & X : N_2 & Z : 20.93/79.04 \end{array}$$

Bu oran oksijen azalması verileriyle kullanıldığında bir yangının yoğunluğu ve yaygınlığını karakterize edebilir. Ancak, tabakalardan gelen metan seyreltici etkisinden ve CO₂ kaynaklarından etkilenebilir (Saraç, 1992). Oranın değerlendirilmesi Çizelge 7.4'tedir.

Çizelge 7.4. C/H oranı değerleri.

C / H Oranı	Yorum
3 - 4	Kızışma Yüzeysel
> 5	Aktif Yangın
> 20	Açık Alevli Yangın

7.2.7. $N_2/(CO+CO_2)$ oranı

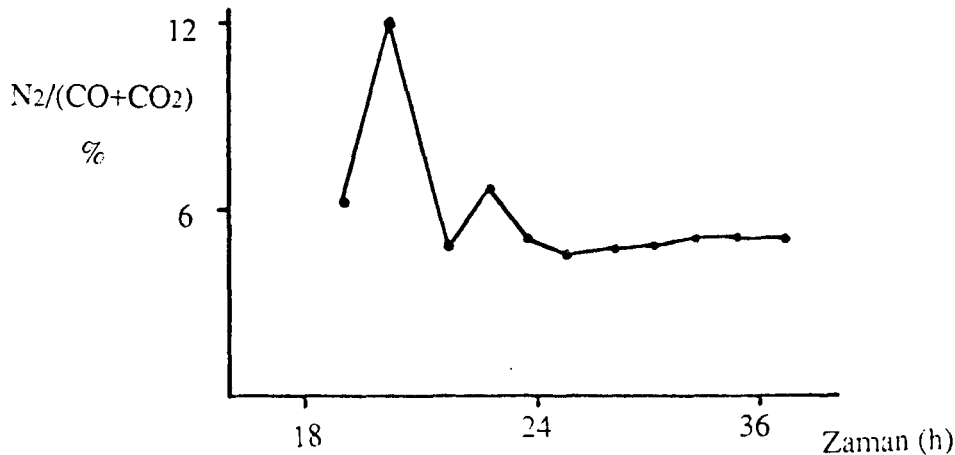
Baraj gerisinde yangının durumunu iyi ifade eden bu oran, yangının sönmeye başlaması ile birlikte azalmakta ve yangının sönmesi ile birlikte sabit bir trend göstermektedir.

Azot enjeksiyonu uygulanan veya yangın dışı kaynaklardan aşırı CO gelirin olduğu panolarda uygulanmaz.

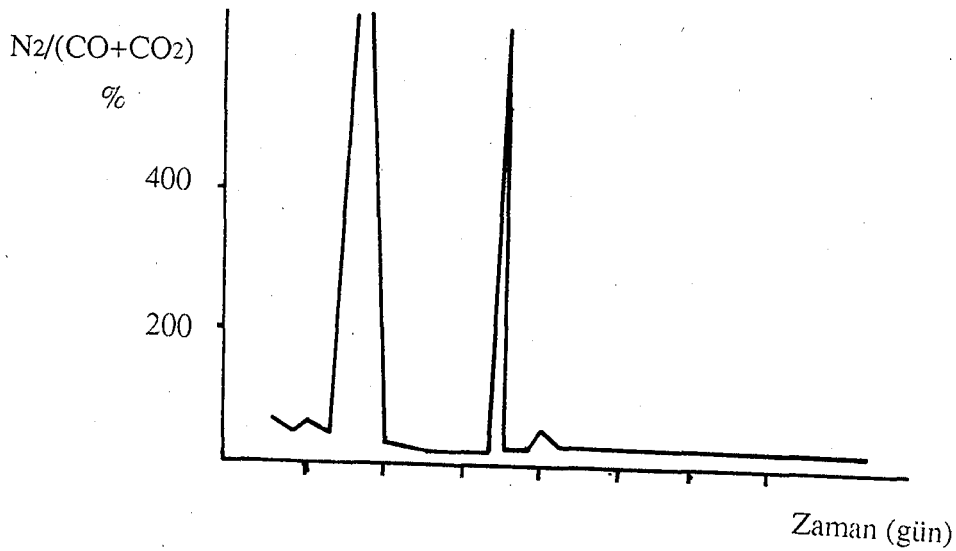
Oranın etkinliğini ifade eden iki örnek Şekil 7.5 ve 7.6'dır.

Şekil 7.5'te kapatılmış bir panoda kızıışma maksimum değerine ulaştıktan sonra, $N_2/(CO+CO_2)$ oranı azalmaya başlamaktadır. Şekildeki küçük pik bir hava kaçağı ile kızıışmanın tekrar aktif hava gelişini ifade etmektedir. Ancak sızdırmazlığın sağlanmasından sonra oran sabit bir trend izlemektedir.

Şekil 7.6 ise yine bir baraj gerisi yangınının gidişatını ifade etmektedir. Şekildeki iki büyük pik iki patlamayı göstermektedir. Bu piklerden sonra zamanla yangın sönme eğilimine girmiştir (Saraç, 1992)



Şekil 7.5. İndeksin zamanla değişimine örnek.



Şekil 7.6. İndeksin zamanla değişimine örnek.

7.3. Baraj Gerisi Patlamaları

Kızışma sonucu barajlanmış panolarda değişik sebeplerden dolayı patlamaların meydana gelmesi ayrı bir tehlikedir ve çok dikkatli değerlendirmeleri gerektirir.

Barajlanmış bir panoda zamanla azalan oksijen oranına rağmen ortamda bulunan patlayıcı gazlar, bir ısı kaynağının bulunması ile baraj gerisinde patlamaya sebep olabilirler. Sızdırmazlığı tam olmayan bir baraj bölgesinde, ortama ilave hava gelişi patlamayı gerçekleştirecek miktarda oksijenin bulunmasına ve patlamaların meydana gelmesine neden olabilir.

Kızışmanın tamamen sona ermediği bir durumda barajın açılması bu bölgeye ilave hava gelişine ve ortamın patlayıcılık kazanmasına neden olabilir.

Patlama risklerini en aza indirmenin şartı etkin izleme ve analizdir. Baraj bölgesi atmosferindeki değişim sürekli olarak kontrol edilerek, baraj atmosferindeki gazların analizleri iyi yorumlanarak barajın açılması sırasında herhangi bir patlama ile karşılaşmak riskleri ortadan kaldırılabilir.

Baraj gerisi atmosferinin değerlendirilmesi sırasında ortam ısısı, kömür tozu ve CH₄, H₂, CO gibi patlayıcı gazların durumunu en iyi ifade edecek bir izleme ve analiz tekniği gereklidir.

7.3.1. Le Chatelier eşitliği

$$X = \frac{100}{P_1/N_1 + P_2/N_2 + \dots + P_n/N_n}$$

P_n : Yanıcı gaz karışımı içindeki her gazın % oranı

N_n : Her yanıcı gazın alt patlama limiti (Metan % 5; CO % 12.5; H₂ % 4.1; Asetilen % 3; Etan % 3.2)

formülü ile ifade edilen Le Chatelier eşitliği; değişik patlayıcı gaz içeren bir karışımın alt patlama limitini hesaplar (Saraç, 1992).

<u>Gaz</u>	<u>Karışım İçindeki Oranı (%)</u>	<u>Alt Patlama Sınırı (%)</u>
Metan	80	5.0
Etan	10	3.2
Hidrojen	10	4.1
CO	--	12.5
Asetilen	--	3.0

Bileşimi yukarıdaki gibi olan bir karışım için alt patlama limiti;

X = % 4.6 olur.

7.3.2. Bureau of Mines Yöntemi

U.S. Bureau of Mines atıl ve patlayıcı gaz içeriklerinin hesaplanmasını gerektiren bir yöntem kullanmaktadır. Yöntem maksimum % 5 H₂ ve % 3 CO içeren atmosferlerle sınırlıdır.

Bu yöntemin işlem sırası şöyledir;

Etkili atıl gazların hacimce yüzdeleri (R₁);

$$R_1 = (N_2 - 3.8 O_2) + 1.5 CO_2$$

Etkili patlayıcı gaz yüzdesi (R₂);

$$R_2 = CH_4 + 1.25 H_2 + 0.4 CO + 1.67 C_2H_6 + 1.85 C_2H_4$$

CH_4 yüzdesinin toplam yanabilir gazların yüzdesine oranı (R);

$$R = \frac{\text{CH}_4}{\text{CH}_4 + \text{H}_2 + \text{CO} + \text{C}_2\text{H}_6 + \text{C}_2\text{H}_4}$$

R_1 , R_2 ve R parametreleri hesaplandıktan sonra bu değerler Şekil 7.7'deki diyagramda yerleştirilir. Elde edilen nokta patlayabilirlik sınırları içinde kalıyorsa patlama özelliğine sahip olduğu anlaşılır.

Gaz analizleri aşağıdaki gibi olan bir atmosferde;

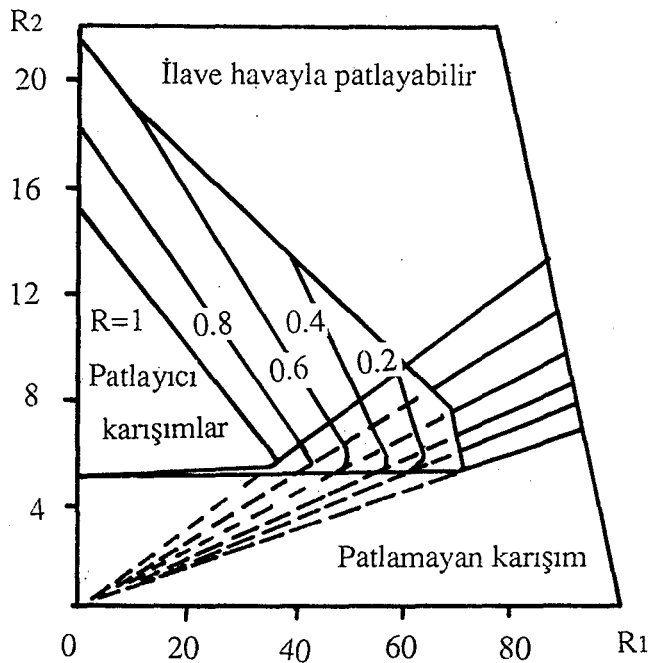
$\text{O}_2 = \% 10.51$ $\text{CH}_4 = \% 2.55$ $\text{CO} = \% 1.5$ $\text{CO}_2 = \% 3.42$
 $\text{N}_2 = \% 80.19$ $\text{H}_2 = \% 1.53$ $\text{C}_2\text{H}_4 = \% 0.05$ $\text{C}_2\text{H}_6 = \% 0.25$

$R_1 = \% 45.3$

$R_2 = \% 5.57$

$R = \% 0.43$

olarak hesaplanır. Bu nokta diyagrama yerleştirildiğinde patlama bölgesine düşer (Saraç, 1992).



Şekil 7.7. Patlayıcı gazlar için patlama diyagramı.

7.3.3. Mitchell Yöntemi

Bu yöntem CO, O₂, H₂ ve CH₄ gazlarını kullanarak bir patlayabilirlik indeksinin hesaplanmasını sağlar.

$$E = E_c \times (O_2/M)$$

eşitliği ile hesaplanır. Bu formülde;

E : Patlayabilirlik indeksi

E_c : Karışımın patlayıcı gaz içeriği % ($E_c = CH_4 + 1.25H_2 + 0.4CO$)

M : Karışımın maksimum izin verilebilir O₂ %'si

$$M = 5 + (7CH_4 / (CH_4 + H_2 + CO_2))$$

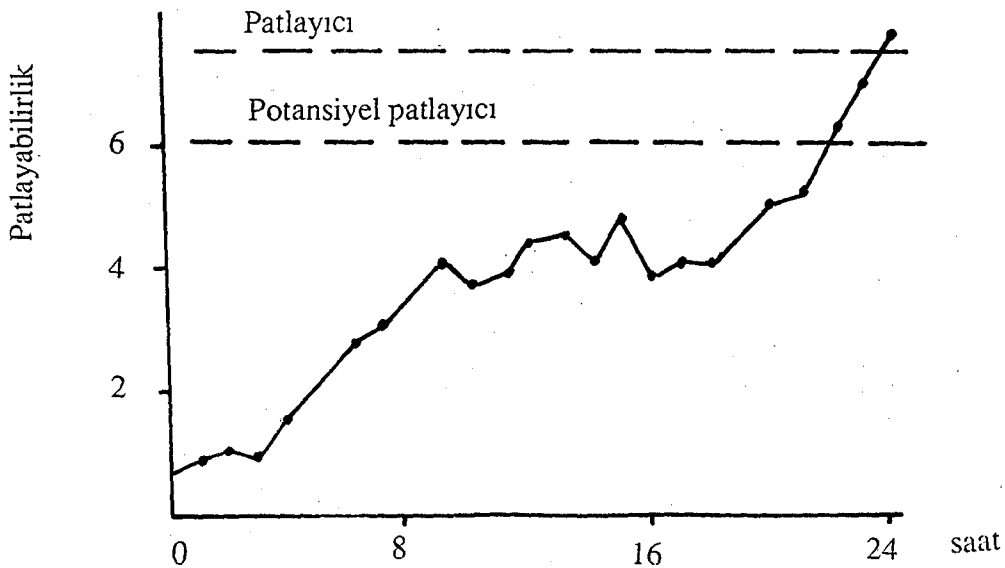
indeks;

E = 6-7.5 için potansiyel olarak patlayabilir

E > 7.5 için patlayıcı

şeklinde yorumlanır (Saraç, 1992).

Zamanla indeksin değişimi ise Şekil 7.8'dedir.



Şekil 7.8. Patlayabilirlik indeksinin zamanla değişimi.

7.3.4. Jones - Trickett Oranı

Oluşan patlamaların niteliğinin belirlenmesinde ve baraj gerisindeki kızıışmanın aktifliğinin yorumlanmasında kullanılan bu oran;

$$JT = \frac{CO_2 + 3/4 CO - 1/4 H_2}{0.2647 N_2 - O_2}$$

eşitliğinden hesaplanır (1). Bu orana ilişkin yorumlama ise;

$JT \equiv 0.5$ için metan patlaması

$JT < 0.5$ için metan veya gaz karışımı patlaması

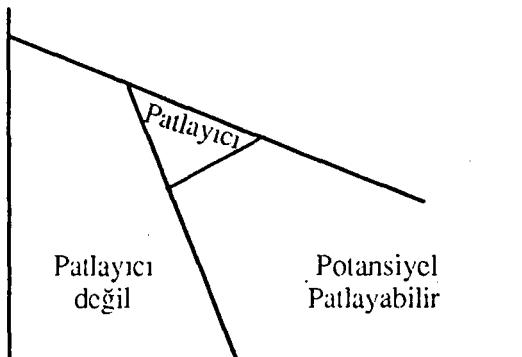
$JT \equiv 0.85$ için kömür tozu patlaması

şeklindedir.

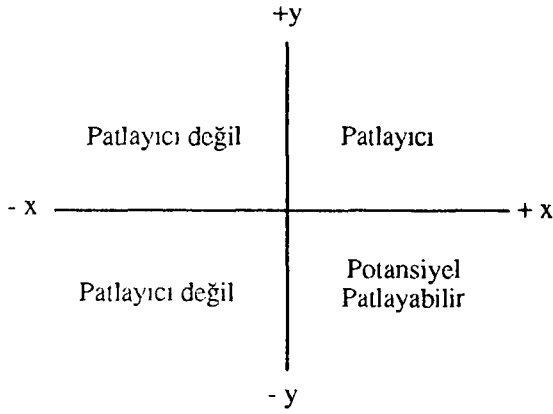
Araştırmalar, uygun bir değerlendirme kriteri olduğunu göstermiştir (Saraç, 1992).

7.3.5. Ellicot Diyagramı

Ellicot (1981) Coward diyagramını modifiye edilmiş bir diyagrama (Şekil 7.10) dönüştürmüş ve numunenin modifiye edilmiş koordinatlarını (X_m, Y_m), gaz karışımının patlayabilirlik durumunu analiz etmek için bu diyagrama taşımıştır (Mitchell, Burns, 1979).



Şekil 7.9. Coward Diyagramı.



Şekil 7.10. Ellicot Diyagramı

Ellicot yöntemiyle patlayabilirlik analizi şu şekilde yapılır.

Çizelge 7.5. Ellicot diyagramı ile patlayabilirlik analizi

Durum	X_m	Y_m
Patlayıcı	+	+
Potansiyel patlayıcı	+	-
Patlayıcı değil	-	-
Patlayıcı değil	-	+

Hava veya inert gaz seyreltmesi yada yanabilir gaz içeriğinin artması ile koşulların değişmesi durumu da modifiye diyagramda değerlendirilir. Genelde hava seyreltmesi, numune noktasının modifiye diyagramın sol üstüne doğru hareket etmesine yol açar. İnert gaz seyreltmesi sol alta doğru, yanabilir gaz içeriğinin artması ise sağa doğru hareket sağlar (Mitchell, Burns, 1979).

7.3.6. Coward Diyagramı

Bu çalışmanın esas konusu olan Coward diyagramı ayrı bir bölüm olarak daha ayrıntılı şekilde ele alınmıştır.

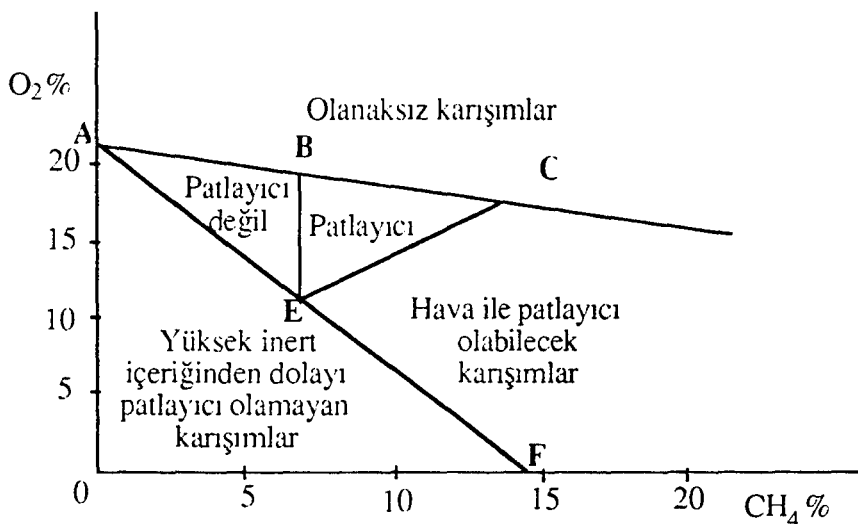
8. COWARD DİYAGRAMI

8.1. Metan-Hava Karışımlarının Patlayabilirliği

Yeraltı ocak yangınları sırasında patlayıcı gazlar üretilir. Bu gazlar ocak havasına karışır. Bu gazlar çeşitli hidrokarbonlardan oluşur ve yetersiz havalandırmadan dolayı ocakta birikir. Yangınla mücadele ekipleri çalışırken ocakta biriken gazların patlaması facialara neden olabilir.

Kömür ocaklarında ana patlayıcı gaz metandır. Kömürün oluşumu sırasında açığa çıkan bu gaz kömür yapısındaki por ve mikrogözenekler içinde basınç altında tutulur. Üretim çalışmaları ile bu basınç dengesi bozularak yeraltı açıklıklarına doğru metan emisyonu başlar. Metan, havada hacimce % 5-14 oranlarında bulunduğu patlama özelliğine sahiptir. Ancak patlama için yeterli oksijen de bulunmalıdır (Hudges, Raybould, 1960; Koenning, Bruce, 1989).

Metan-hava karışımlarının patlayabilirlik analizi % CH_4 apsis, % O_2 ordinat olarak Coward diyagramı adı verilen ve ilk kez COWARD tarafından önerilen bir diyagramda yapılabilir (Mitchell, Burns, 1979; Mackenzie, Strang, 1990).



Şekil 8.1. Coward Diyagramı.

Bu diyagramda;

- A noktası, % 20.93 O_2 ve % 79.07 N_2 içeren doğal atmosfer havasını belirtir. D

noktası ise % 100 CH₄ konsantrasyonunu ifade eder. A-D hattı metan hava karışımlarının değişimlerini ifade eder.

- B noktası, metan alt patlama limiti olan % 5 değeri, C noktası ise metanın üst patlama limiti % 14 değeridir. ABCD hattının altında kalan bölge metan, hava ve fazla nitrojen karışımlarını temsil eder. BE doğrusu, alt patlama limiti CE doğrusu ise üst patlama limiti doğrularıdır. Bu noktanın üzerinde kalan kısım ise teorik olarak olanaksız karışımlar bölgesidir.

- E noktası, daha düşük oksijen değerlerinde patlamanın gelişemeyeceği noktadır ve burun noktası olarak isimlendirilir. Bu noktanın koordinatları; % 5.93 CH₄ ve % 12.24 O₂'dir.

- BCE üçgeni Coward üçgeni olarak anılır ve patlayıcı bölgeyi ifade eder.

- BEF hattının solunda kalan tüm karışımlar CH₄ azlığından veya aşırı inert gaz bulunmasından dolayı patlayıcı değildir.

- EF ve CE hatlarının sağında kalan karışımlar patlayıcı özelliğe sahip değildir. Ancak ilave hava girişiyle seyrebilmekte ve patlayıcı olabilmektedir.

- Ortamda CO₂'in bulunması durumunda, bu gazın azottan daha fazla bir söndürücü etkiye sahip olmasından dolayı burun noktası biraz yukarı doğru çekilir. % 15.07 O₂ ve % 6.6 CH₄ noktasına gelir. Ancak normal ocak havasında CO₂ içeriği çok düşüktür ve patlama sınırları üzerinde etkisi önemsizdir (Hudges, Raybould, 1960).

8.2. Kompleks Yangın Gazlarının Patlayabilirliği

Yeraltı kömür ocaklarında ana patlayıcı gaz metandır ve normal koşullarda ocak havasında sadece metan ölçümü yeterli görülür. Ancak, kömürün oluşumu sırasında daha pek çok gaz bulunabilmekte, ayrıca kızışma gibi nedenlerle de oluşabilmektedir (Hudges, Raybould, 1960). Bunlar CO, CO₂, H₂ ve ağır hidrokarbonlar gibi yangın gazlarıdır.

Ortamda metan dışında diğer patlayıcı gazların da bulunması, metan bakımından patlayıcı sınırlar içinde olmayan gaz karışımlarına patlayıcı özellik kazandırabilir. Bu şekilde çok az metan içeren linyit ocaklarında dahi patlayıcı atmosferler oluşabilmektedir.

Çok ilerleyerek denetim dışına çıkan kızışmalarda, yangın bölgesinin hava gelirini kesmek için pano hava giriş ve çıkış yolları barajlanır. Baraj gerisi atmosferi zamanla büyük değişiklikler gösterir. Hava gelirinin kesilmesi ile patlayıcı gaz oranları yükselir, oksijen oranı azalır. Kızışma sonucu ortamda yeterli ısı kaynağının da bulunmasından dolayı baraj gerisinde ardışık patlamalar oluşur. Baraj gerisinde hızlı oksijen tüketiminden dolayı zamanla oksijen oranının çok azalması patlama koşullarını ortadan kaldırır. Ancak, kaçak hava akımının sözkonusu olması veya barajın açılarak panoya yeniden girilmesi aşamasında, bu bölgeye temiz hava gelmesi durumunda ortam yeniden patlayıcı özellik kazanabilir.

Bu nedenle baraj gerisi atmosferinin değerlendirilmesinde, barajlama işlemi sürerken veya baraj açılırken emniyetin sağlanmasında patlayabilirlik analizlerinin hızlı ve doğru bir şekilde yapılması daha da önem kazanır (Koenning, Bruce, 1989)

8.2.1. Coward Diyagramı

Coward diyagramı birden fazla yanıcı gaz içeren karışımların patlayabilirliğinin araştırılmasında da kullanılabilir. Ancak, bu durumda yatay eksen olarak toplam yanıcı gaz yüzdesi alınır. Yanıcı gaz olarak CH_4 , CO ve H_2 gazları temel alınır. Ortamda diğer hidrokarbonların da bulunması durumunda bunların oranları H_2 yüzdesine eklenir (Hudges, Raybould, 1960).

Coward diyagramının çizilmesi için yapılacak işlemler ve hesap sırası aşağıdaki gibi olmaktadır.

Toplam Yanabilir Oranı (% C);

$$\% C = \text{CH}_4 + \text{CO} + \text{H}_2 \dots\dots\dots(1)$$

CH_4 , CO ve H_2 hava numunesi içinde bulunan gaz oranlarıdır. Toplam Yanabilir içindeki gaz oranları (% CH_4 , % CO , % H_2);

$$\% \text{CH}_4 = \frac{\text{CH}_4}{\% C}, \% \text{CO} = \frac{\text{CO}}{\% C}, \% \text{H}_2 = \frac{\text{H}_2}{\text{CH}_4} \dots\dots\dots(2)$$

% CH₄, % CO, % H₂, hava numunesi içindeki toplam yanıcı gaz yüzdesi içinde her bir gazın % oranlarıdır.

Karışımın alt ve üst patlama sınırları (AP, UP)

$$AP = \frac{100}{\sum \left(\frac{Y_i}{AP_i} \right)} \dots\dots\dots (3)$$

$$UP = \frac{100}{\sum \left(\frac{Y_i}{UP_i} \right)} \dots\dots\dots (4)$$

AP : Karışımın alt patlama sınırı (%)

UP : Karışımın üst patlama sınırı (%)

AP_i : i gazı için alt patlama sınırı (%), Çizelge 8.1'den

UP_i : i gazı için üst patlama sınırı (%), Çizelge 8.2'den

Y_i : i gazının toplam yanıcılar içindeki oranı (%)

Çizelge 8.1. Yanıcı gazların patlama sınırları ve burun noktası.

Gaz	Alt Sınır (%)	Üst Sınır (%)	Burun Noktası Koordinatları	
			Yanabilir %	O ₂ %
CH ₄	5.0	15	5.93	12.24
CO	12.5	74	13.78	6.07
H ₂	4.1	74	4.30	5.12

B noktasının koordinatları (B_y, B_O)

$$B_y = AP \dots\dots\dots (5)$$

$$B_O = 20.93 - 0.209 \times AP \dots\dots\dots (6)$$

B_O : B noktasının oksijen içeriği (%)

B_y : B noktasının yanabilir içeriği (%)

C noktasının koordinatları (C_y, C_O)

$$C_y = UP \dots\dots\dots (7)$$

$$C_O = 20.93 - 0.209 \times UP \dots\dots\dots (8)$$

C_O : C noktasının oksijen içeriği (%)

C_Y : C noktasının yanabilir içeriği (%)

Burun noktasının koordinatları (E_Y , E_O)

$$E_Y = \frac{N_2}{(N_2 + CO_2)} \times \frac{100}{\Sigma(Y_i / K_i)} + \frac{CO_2}{(N_2 + CO_2)} \times \frac{100}{\Sigma(Y_i / L_i)} \dots\dots\dots(9)$$

E_Y : Karşım için burun noktasının yanabilir içeriği (%)

N_2 , CO_2 : Numunedeki gaz oranları %

K_i : i gazı için burun noktasındaki yanabilir içeriği (%)
(hava ve fazla N_2 içindeki; Çizelge 8.2)

L_i : i gazı için burun noktasındaki yanabilir içeriği (%)
(hava ve fazla CO_2 içindeki, Çizelge 8.2)

Çizelge 8.2. Burun noktası inert içerikleri (hacimce yüzde).

Gaz	Yanabilir		Oksijen	
	N_2	CO_2	N_2	CO_2
CH_4	5.93	6.66	12.24	15.07
H_2	4.30	5.73	5.12	7.61
CO	13.78	18.00	6.07	8.80

$$E_O = 0.2093 \times (100 - E_I - E_Y) \dots\dots\dots(10)$$

E_O : Burun noktasında oksijen içeriği (%)

E_Y : Burun noktasında yanabilir içeriği (%)

E_I : Burun noktasında fazla atıl gaz yüzdesi

$$E_I = \frac{N_2}{N_2 + CO_2} \times \frac{\Sigma(G_i \times Y_i)}{\Sigma(Y_i \times K_i)} + \frac{CO_2}{N_2 + CO_2} \times \frac{\Sigma(H_i \times Y_i)}{\Sigma(Y_i \times L_i)} \dots\dots\dots(11)$$

G_i : Birim hacim i yanabilir gazını etkisiz hale getirmek için gerekli N_2 hacmi
(Çizelge 8.3)

H_i : Birim hacim i yanabilir gazını etkisiz hale getirmek için gerekli CO_2 hacmi
(Çizelge 8.3)

Çizelge 8.3. Yanabilir gazları etkisizleştirmek için inert gaz miktarları (hacimce %).

Gaz	Atıl Gaz	
	N ₂	CO ₂
CH ₄	6.00	3.20
H ₂	16.55	10.20
CO	4.15	2.16

F noktasının koordinatları (F_y , F_o)

$$F_y = -20.93 \times E_y / (E_o - 20.93) \dots\dots\dots (12)$$

$$F_o = 0 \dots\dots\dots (13)$$

F_y : F noktasının yanabilir içeriği (%)

F_o : F noktasının oksijen içeriği (%)

Bu şekilde, diyagram üzerinde yer alan noktalara ait koordinatlar hesaplandıktan sonra diyagramın çizimine geçilebilir. Diyagramda toplam yanabilir yüzdesi apsiste, oksijen içeriği de ordinatta yer alır. Diyagramın çiziminden sonraki işlem, patlayabilirlik analizi yapılacak numunenin diyagram üzerinde yerleştirilmesi işlemidir.

Numunenin yerleştirileceği noktanın apsisi, numunenin içerdiği toplam yanıcı gaz yüzdesi; ordinatı ise numunenin oksijen içeriğidir. Diyagram üzerinde numunenin yeri belirlendikten sonra numuneye ilişkin yorum yapılır.

Potansiyel patlama bölgesinde bulunan bir numune için yapılacak yorum, bazı hesaplamaların da yapılmasını gerektirir. Zira, bu bölgede bulunan bir numune için ilave hava gelişi numunenin alındığı ortamın patlayıcı özellik kazanması riskini getirir. Bu riskin büyüklüğünü ve alınabilecek tedbirler için yeterli zaman bulunup bulunmadığının belirlenmesi önemli olmaktadır.

Potansiyel patlama bölgesindeki bir numune için yapılacak işlemler de aşağıdaki gibidir.

Birim hacim karışımı istenen bir orana seyreltmek için gerekli hava hacmi Q ;

$$Q = OC/SC - 1 \dots\dots\dots (14)$$

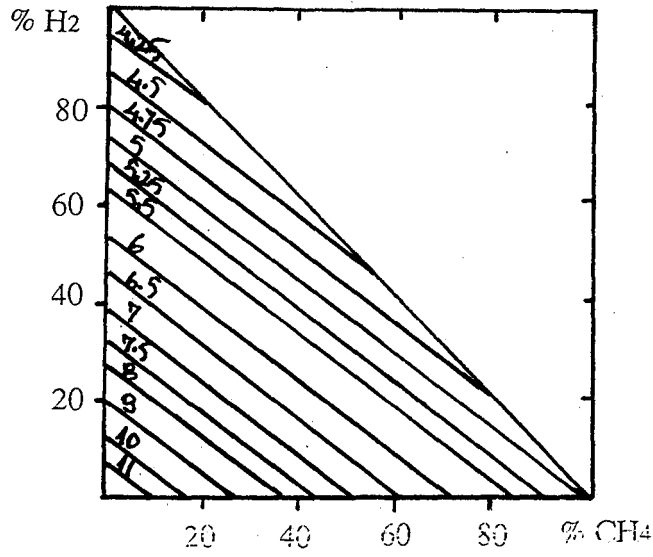
- Q : Birim hacim karışımı istenen bu arana seyreltmek için gerekli hava hacmi (m^3)
- OC: Orjinal atmosferin yanabilir yüzdesi
- SC: Ulaşılabacak atmosferin yanabilir yüzdesi (Hudges, Raybould, 1960; Coward, 1928).

8.2.2. Grafik Yöntemle Coward Diyagramının Oluşturulması

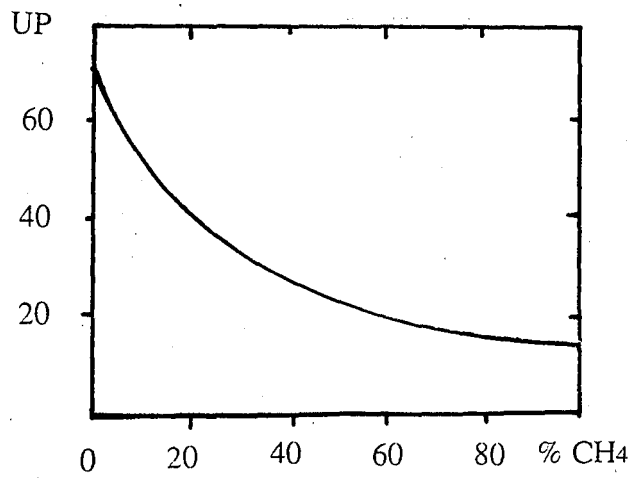
Coward diyagramının uzun ve karmaşık işlemlerini kolaylaştırmak ve hızlı bir değerlendirme süreci sağlamak amacıyla Raybould ve Hudges (1960) tarafından bir grafik yöntem önerilmiştir (Hudges, Raybould, 1960; Coward, 1928). Bu yöntemde noktaların koordinatları hesaplamak yerine, bir seri abaktan okuma yoluyla belirlenmektedir. Bunun dışında Coward yöntemi aynen uygulanır.

Bu yönteme ait işlem sırası aşağıdaki gibidir.

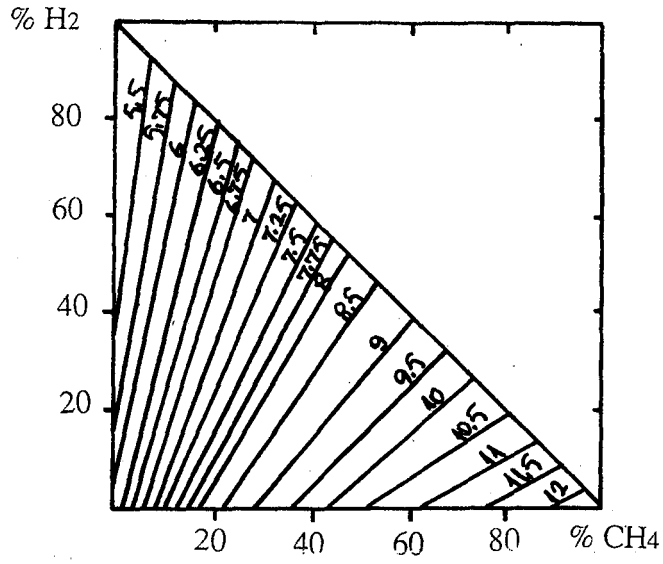
1. Adım: Toplam yanabilir oranı (1), yanabilir gazların toplam yanabilirler içindeki yüzdeleri (2) eşitliklerinden hesaplanır.
2. Adım: Karışımın alt patlama sınırı ; Şekil 8.2'den,
Karışımın üst patlama sınırı; Şekil 8.3'den,
Burun noktasının yanabilir içeriği; Şekil 7.4'den
Burun noktasının oksijen içeriği; Şekil 7.5'den belirlenir.
3. Adım: Temiz havaya karşılık gelen A noktası ile % 100 yanabilir gaz içeriğini ifade eden D noktası diyagramda işaretlenip AD doğrusu çizilir. Bu doğru üzerinde B ve C noktaları ile E burun noktası işaretlenir. AE doğrusunun yatay eksenini kestiği nokta F olarak alınır. Böylece diyagram oluşturulmuş olur.
4. Adım: Numune noktası diyagramda işaretlenerek yorumlanır. II. bölgeye düşen karışımlar için patlayıcı bölgeye girmeye neden olacak ilave temiz hava miktarı hesaplanır (Şekil 8.2, 8.3, 8.4, 8.5).



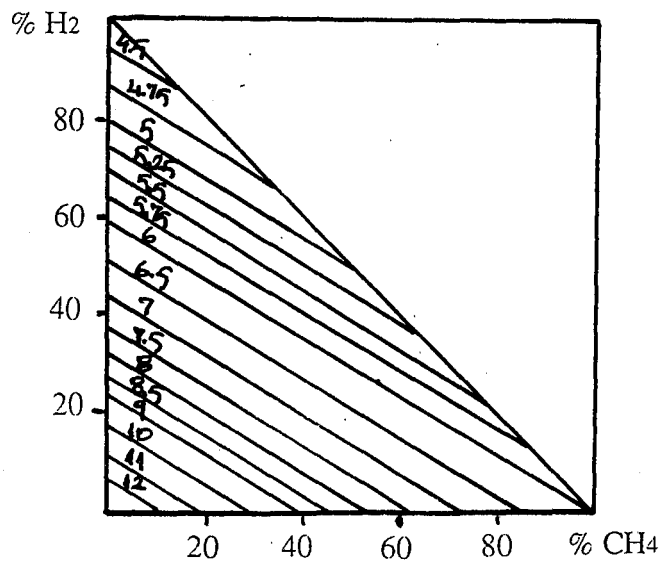
Şekil 8.2. Karışımın alt patlama sınırında yanabilir içeriği.



Şekil 8.3. Karışımın üst patlama sınırında yanabilir içeriği.



Şekil 8.4. Burun noktasının yanabilir içeriği.



Şekil 8.5. Burun noktasının oksijen içeriği.

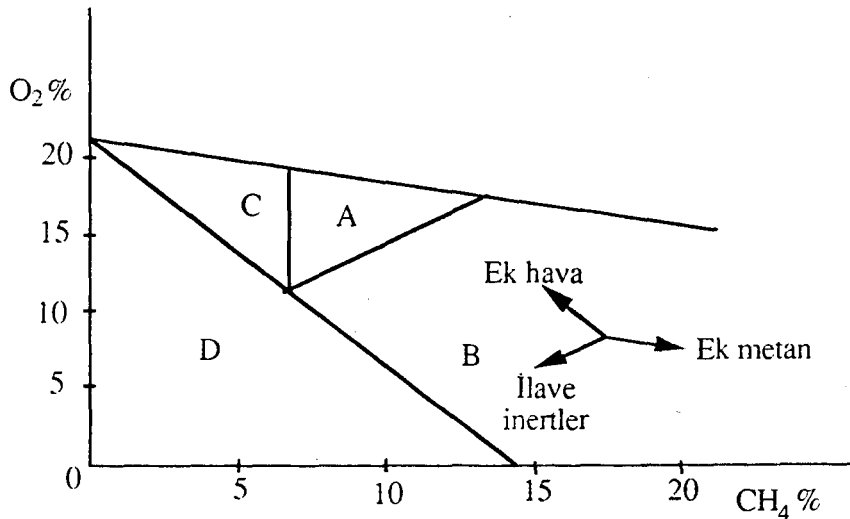
8.2.3. Coward Diyagramının yorumlanması

Coward diyagramı 4 bölgeden oluşmaktadır. Bu bölgelerden birisi A-D hattının üst kısmında kalan bölgedir ki; bu bölgeye düşecek kompozisyonda bir hava-gaz karışımının olması mümkün değildir.

Diyagram üzerindeki BCE üçgeni patlama bölgesidir. Kompozisyonu, bu üçgenin sınırladığı alanda değişen atmosferler patlayıcıdır.

B-E ve E-F hatlarının solunda kalan alan yüksek inert içeriğini; yanabilir gaz içeriğinin azlığını, bağlı olarak da bu bölgede yer alan numunenin temsil ettiği atmosferin patlayıcı olmadığını ifade eder.

C-E ve E-F hatlarının sağında kalan alan ilave hava gelişinin olmadığı şartlar için patlayıcı değildir. Ancak ilave hava geliş bu bölgede bulunan bir hava numunesinin patlayıcılık kazanmasını sağlar.



Şekil 8.6. Potansiyel patlama bölgesinde bulunan bir numune için ilave hava, metan veya inert gelişinin etkisi.

Şekil 8.6'da koordinatları; Q_y , Q_o olan bir numune için yorum yapılacak olursa söylenebilecek olanlar şunlardır :

-Numune potansiyel patlama bölgesinde bulunmaktadır. Yani numunenin alındığı atmosfer ilave hava gelişli ile patlayıcı olabilecektir.

-Q noktasının yeri, ilave hava gelişliyle A-Q hattı üzerinde A noktasına doğru değişecektir. Bu değişme ile numune patlayıcı bölgeye girecektir.

-Numunenin bulunduğu noktanın koordinatlarındaki değişme ilave yanabilir gaz gelişli ile sağa doğru olacaktır (D noktasına doğru). İnert gaz gelişli ise Q noktasının patlamaz bölgeye doğru (O noktası) hareketini sağlayacaktır.

8.2.4. Örnek veriler için manuel çözümler

Coward diyagramını oluşturmaya yönelik işlemler 25.03.1992 tarihinde T.T.K. Kozlu Müessesesi İncir Harmanı üretim bölgesinden alınan 282 numaralı numuneye ait veriler kullanılarak aşağıdaki gibi örneklenmektedir.

Ölçülen gaz oranları ;

$$\text{CH}_4 = \% 12.10$$

$$\text{CO} = \% 0.0075$$

$$\text{H}_2 = \% 0.00$$

$$\text{O}_2 = \% 6.00$$

$$\text{CO}_2 = \% 5.40$$

Toplam yanabilir içeriği (%);

$$\text{TY} = 12.11$$

Toplam yanabilirler içinde gaz oranları (%);

$$\% \text{CH}_4 = 99.92$$

$$\% \text{CO} = 0.08$$

$$\% \text{H}_2 = 0.00$$

Karışımın alt patlama sınırı (%);

$$\text{AP} = 5.024$$

Alt patlama sınırında O_2 içeriği (%);

$$\text{BO} = 19.88$$

Karışımın üst patlama sınırı (%);

$$UP = 15.01$$

Üst patlama sınırında O_2 içeriği (%);

$$CO = 17.79$$

Burun noktasında yanabilir içeriği (%);

$$EY = 5.94$$

Burun noktasında O_2 içeriği (%);

$$EO = 12.24$$

F noktasının yanabilir içeriği (%);

$$FY = 14.29$$

F noktasının O_2 içeriği (%);

$$FO = 0.00$$

olarak hesaplanır

Elde edilen bu değerlerle oluşturulan diyagram (Şekil 8.7) üzerinde numune ($TY = 12.11$; % $O_2 = 6.00$) koordinatları ile belirtilir.

Bu nokta potansiyel patlama bölgesine düşmektedir. Bu; ilave hava gelişinin patlama ihtimali doğuracağıının ifadesidir. Bu sebeple ilave hava gelişinin numuneyi alt ve üst patlama limitlerine ulaştırabilecek hava miktarları belirlenir.

Numuneyi üst patlama sınırına ulaştırabilecek hava miktarı;

$$QU = (12.11 / 6.70) - 1 = 0.81 \text{ m}^3/\text{birim hacim}$$

Numuneyi alt patlama sınırına ulaştırabilecek hava miktarı;

$$QA = (12.11 / 5.8) - 1 = 1.09 \text{ m}^3/\text{birim hacim}$$

Birim hacim için 0.81 m^3 ilave hava geliş numunenin alındığı atmosferin patlayıcı bölgeye girmesini sağlar. Birim hacim için 1.09 m^3 ilave hava gelişine kadar sözkonusu atmosfer patlayıcı bölgede kahr.

Aynı numune için U.S. Bureau of Mines yöntemi değerleri hesaplanacak olursa ;

Bu numune için N_2 oranı (%);

$$N_2 = 76.49$$

Etkili gazların hacimce yüzdesi (%);

$$R_1 = 61.79$$

Etkili patlayıcı gaz yüzdesi (%);

$$R_2 = 12.103$$

R faktörü ;

$$R = 0.99$$

Bu nokta patlama diyagramında, ilave hava gelişi ile patlayabilir bölgeye düşer.

Bu numune için Michell indeksi değerleri hesaplanacak olursa;

Karışımın patlayıcı gaz içeriği (%);

$$EC = 12.103$$

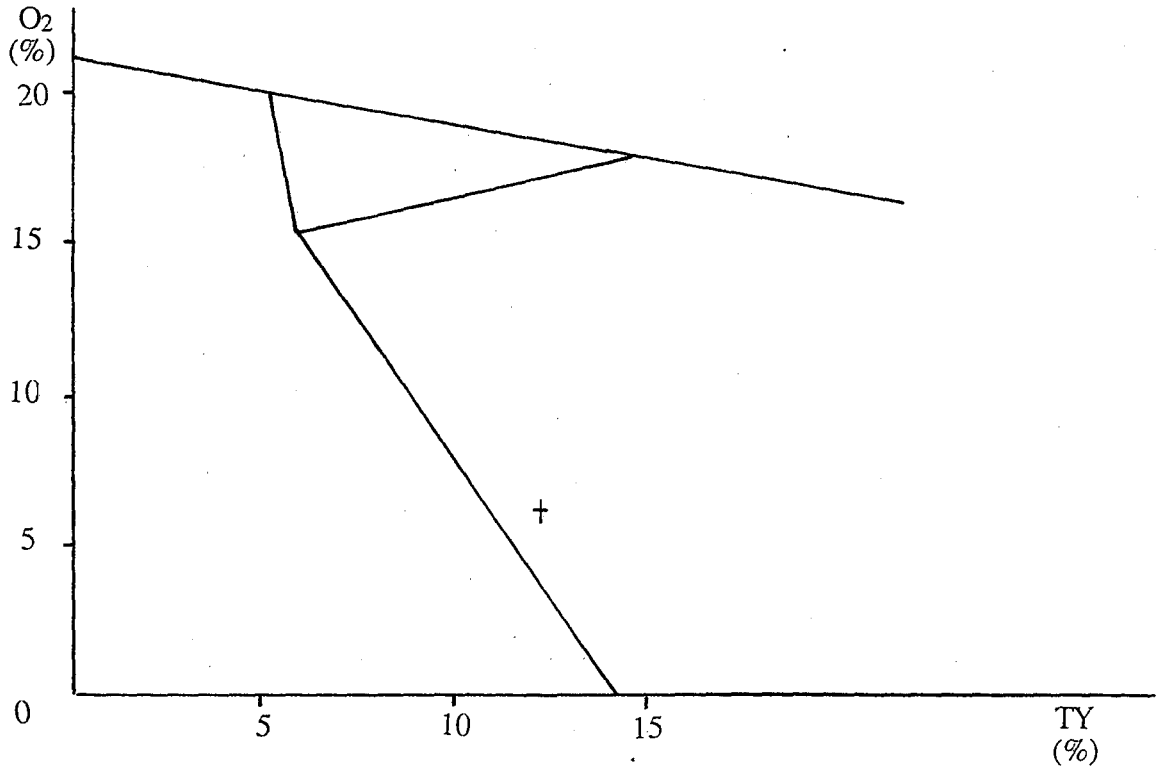
Karışımın maksimum izin verilebilir O₂ yüzdesi;

$$M = 11.996$$

Patlayabilirlik indeksi;

$$E = 6.05$$

Bu değerler için numunenin alındığı atmosfer potansiyel patlama bölgesinde bulunmaktadır.



Şekil 8.7. 282 numaralı numune için Coward diyagramı.

Çizelge 8.4. Manuel çözüm ile Coward diyagramı oluşturmak üzere, T.T.K Kozlu Müessesesi İncirharmanı üretim bölgesinde baraj gerisinden alınan 10 adet hava numunesine ait gaz oranları.

NO	Tarih	Saat	CH ₄ (%)	CO (%)	H ₂ (%)	O ₂ (%)	CO ₂ (%)	TY (%)	Yanabilirler içinde		
									CH ₄ (%)	CO (%)	H ₂ (%)
254	23/03/92	15.00	11.50	0.020	0.000	5.40	5.10	11.52	99.83	0.17	0.00
266	24/03/92	14.40	11.60	0.0092	0.000	6.50	5.00	11.61	99.91	0.09	0.00
272	25/03/92	03.00	12.10	0.0086	0.001	6.00	5.40	12.11	99.92	0.007	0.001
287	26/03/92	08.50	12.00	0.007	0.001	6.00	5.40	12.01	99.92	0.058	0.022
299	26/03/92	19.15	1.53	0.0375	0.001	18.20	1.10	1.57	97.53	2.32	0.53
307	27/03/92	03.55	3.10	0.09	0.001	15.10	2.75	3.19	97.15	2.82	0.03
316	27/03/92	13.45	3.55	0.12	0.001	13.50	3.60	3.67	96.73	3.24	0.03
328	28/03/92	03.55	4.80	0.17	0.01	9.90	5.00	4.98	96.39	3.41	0.20
335	28/03/92	10.55	4.90	0.24	0.26	8.70	5.45	5.17	94.78	4.60	0.58
344	28/03/92	21.20	5.00	0.38	0.019	8.40	5.40	5.40	92.59	7.01	4.00

Çizelge 8.5. Çizelge 8.4'de gaz oranları verilen numunelere ait hesaplama sonuçları.

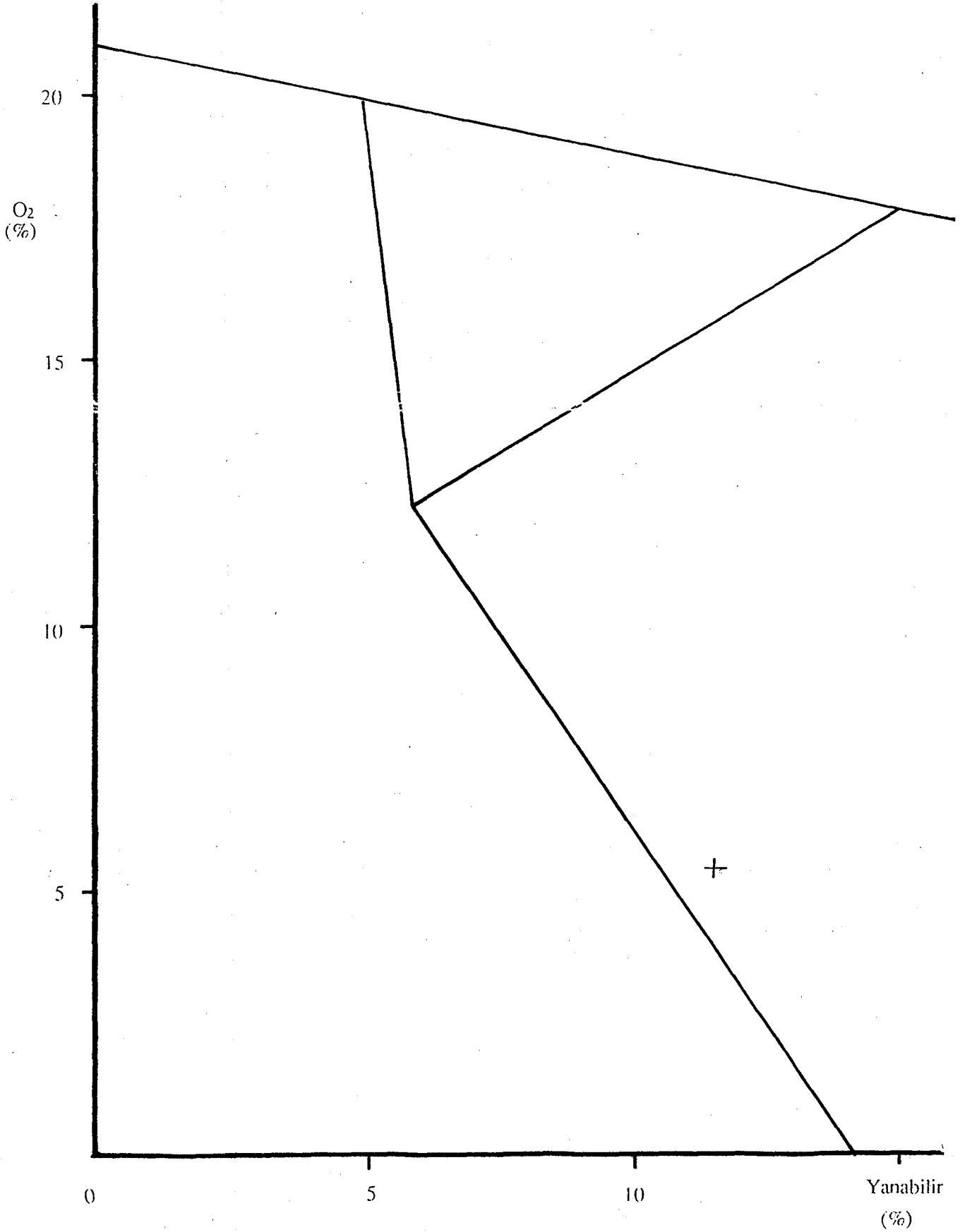
Alt Pat. Limitinde		Üst Pat. Limitinde		Burun noktasında		FY	Bölge	QU	QA
Yanabilir (%)	O ₂ (%)	Yanabilir (%)	O ₂ (%)	Yanabilir (%)	O ₂ (%)				
5.001	19.89	15.02	17.79	5.94	12.23	14.29	2	0.81	0.95
5.001	19.89	15.01	17.79	5.93	12.24	14.28	2	0.75	1.04
5.002	19.88	15.01	17.79	5.93	12.24	14.28	2	0.82	1.11
5.002	19.88	15.01	17.79	5.93	12.24	14.28	2	0.86	1.11
5.05	19.87	15.29	17.73	6.21	12.13	14.77	3	---	---
5.09	19.86	15.35	17.72	6.02	12.17	14.38	3	---	---
5.10	19.86	15.55	17.68	6.04	12.15	14.40	3	---	---
5.11	19.86	15.45	17.70	5.89	11.98	14.12	3	---	---
5.23	19.84	15.65	17.66	6.08	11.94	14.16	3	---	---
4.99	19.89	15.82	17.62	6.17	12.01	14.48	3	---	---

Çizelge 8.6. Çizelge 8.4 ve Çizelge 8.5'de Coward diyagramı oluşturmaya yönelik hesaplamaları yapılan numunelere ait U.S. Bureau of Mines İndeksi değerleri.

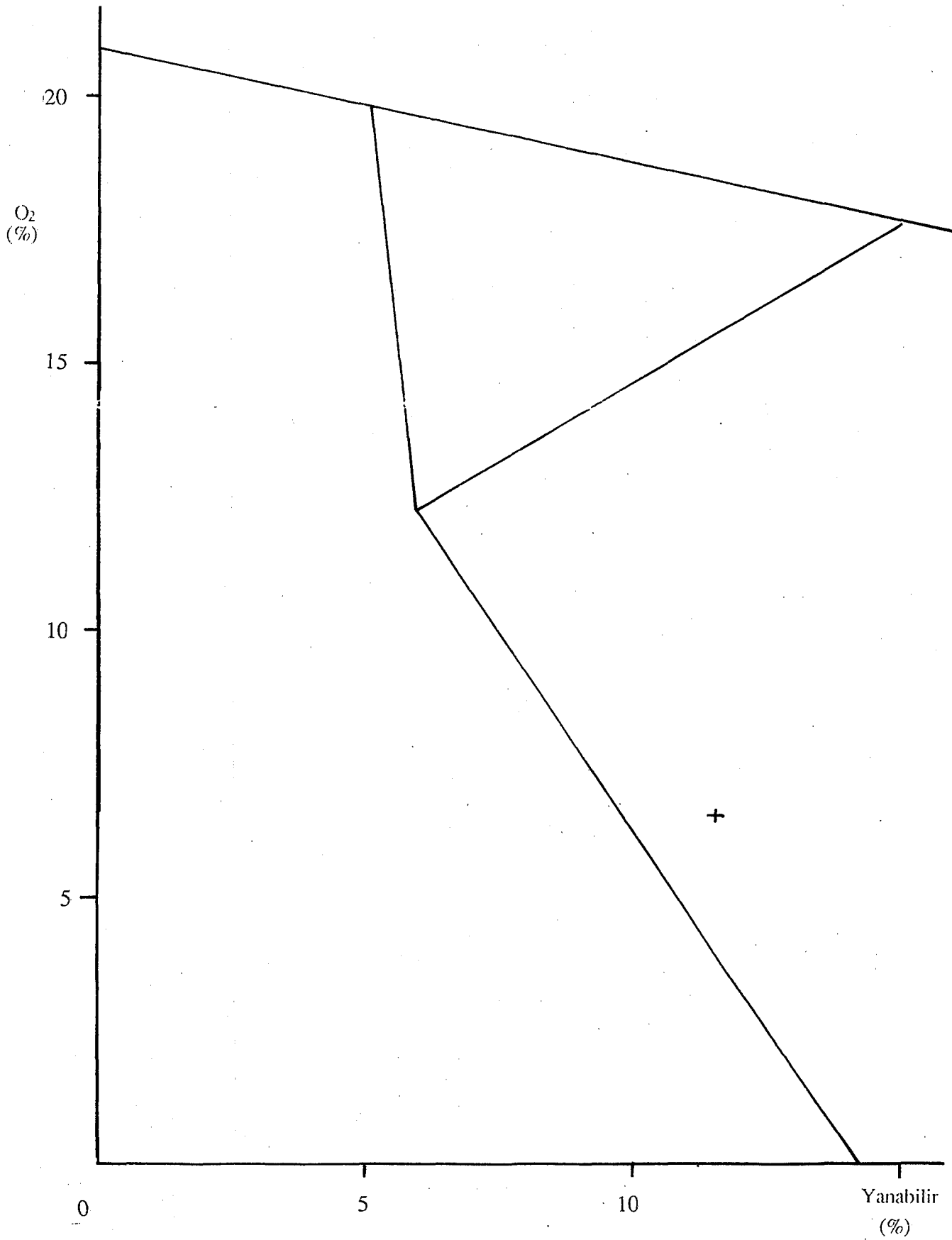
Numune No	Etkili atıl gaz %'si (hacimce) R ₁	Etkili patlayıcı gaz %'si (hacimce) R ₂	R Faktörü	Diyagram üzerinde yeri
254	65.11	11.51	0.998	İlave hava
266	59.69	11.60	0.999	ilave hava
272	61.79	12.10	0.999	ilave hava
287	61.89	12.00	0.999	ilave hava
299	11.62	1.55	0.944	Patlamaz
307	25.71	3.14	0.918	Patlamaz
316	33.33	3.60	0.967	Patlamaz
328	49.91	4.99	0.964	Patlamaz
335	55.80	5.03	0.948	Patlamaz
344	56.98	5.18	0.926	Patlamaz

Çizelge 8.7. Çizelge 8.4'de gaz oranları verilen numunelere ait Mitchell indeksi değerleri.

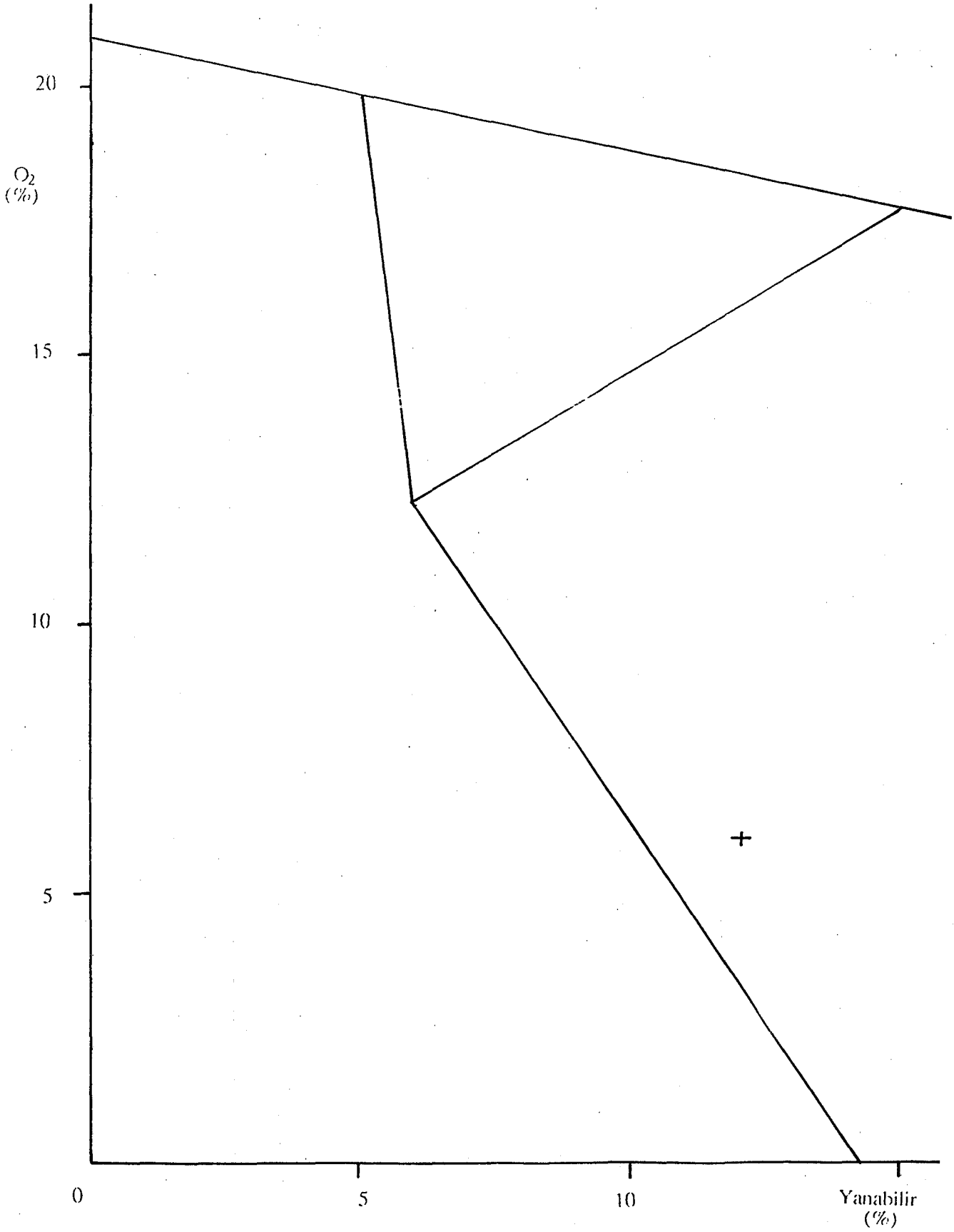
Numune No	E (%)	M (%)	E	Yorum
254	11.508	11.988	5.18	Potansiyel
266	11.604	11.994	6.28	Potansiyel
272	12.105	11.995	6.06	Potansiyel
287	12.004	11.995	6.00	Potansiyel
299	1.546	11.832	2.36	Patlamaz
307	3.137	11.781	4.02	Patlamaz
316	3.599	11.753	4.13	Patlamaz
328	4.881	11.747	4.11	Patlamaz
335	5.029	11.352	3.85	Patlamaz
344	5.176	11.483	3.78	Patlamaz



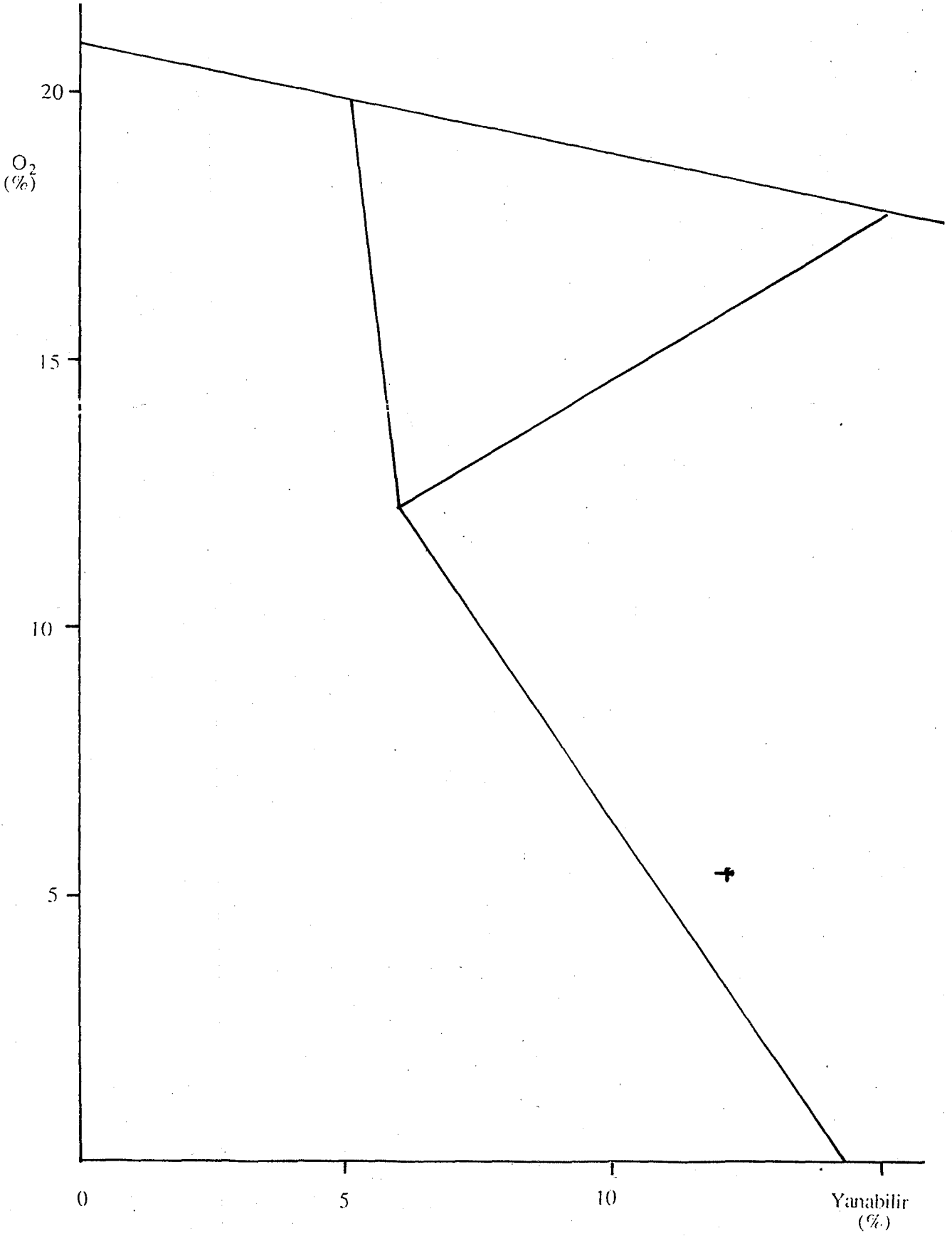
Şekil 8.8 254 no'lu numune için Coward Diyagramı



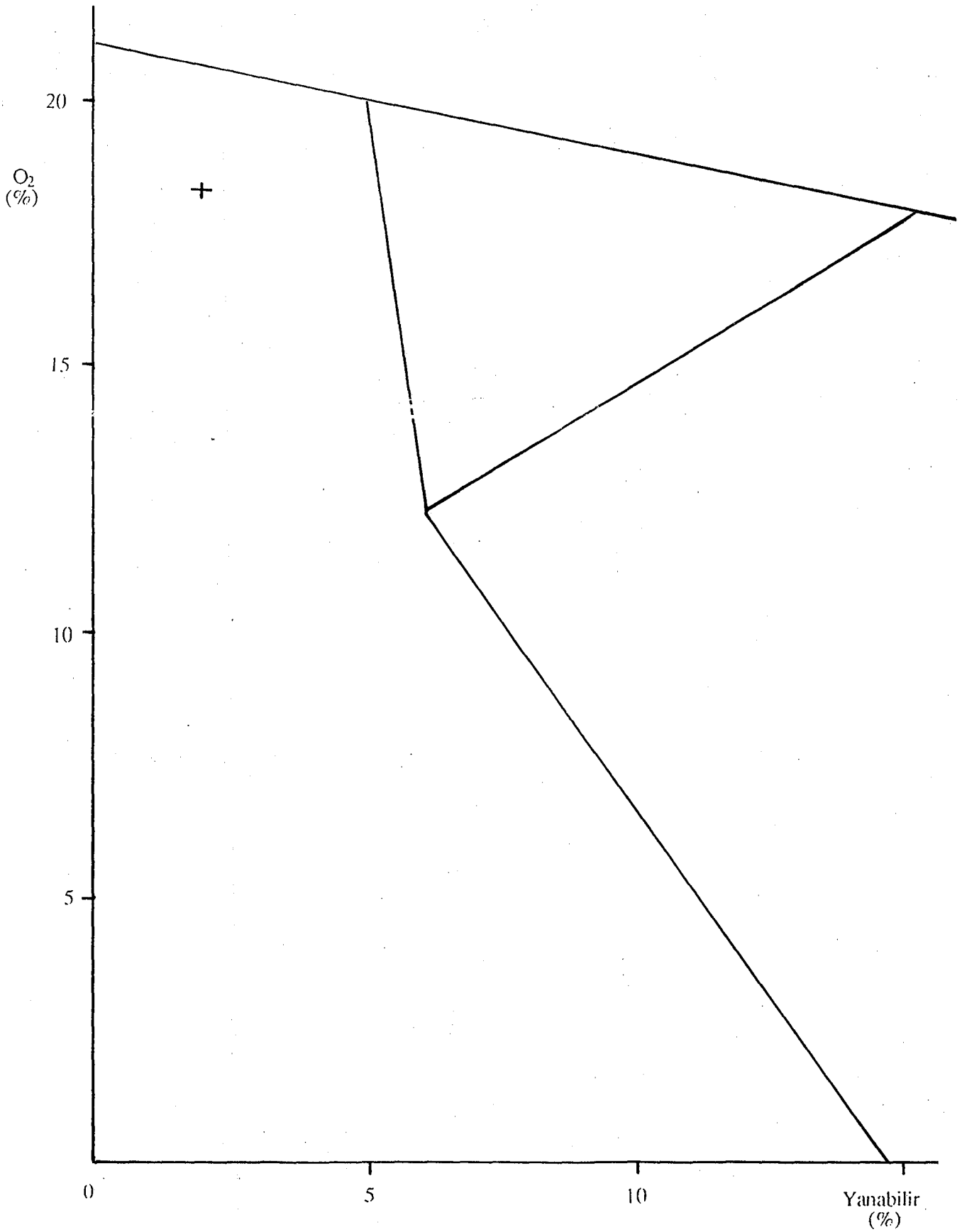
Şekil 8.9 266 no'lu numune için Coward Diyagramı



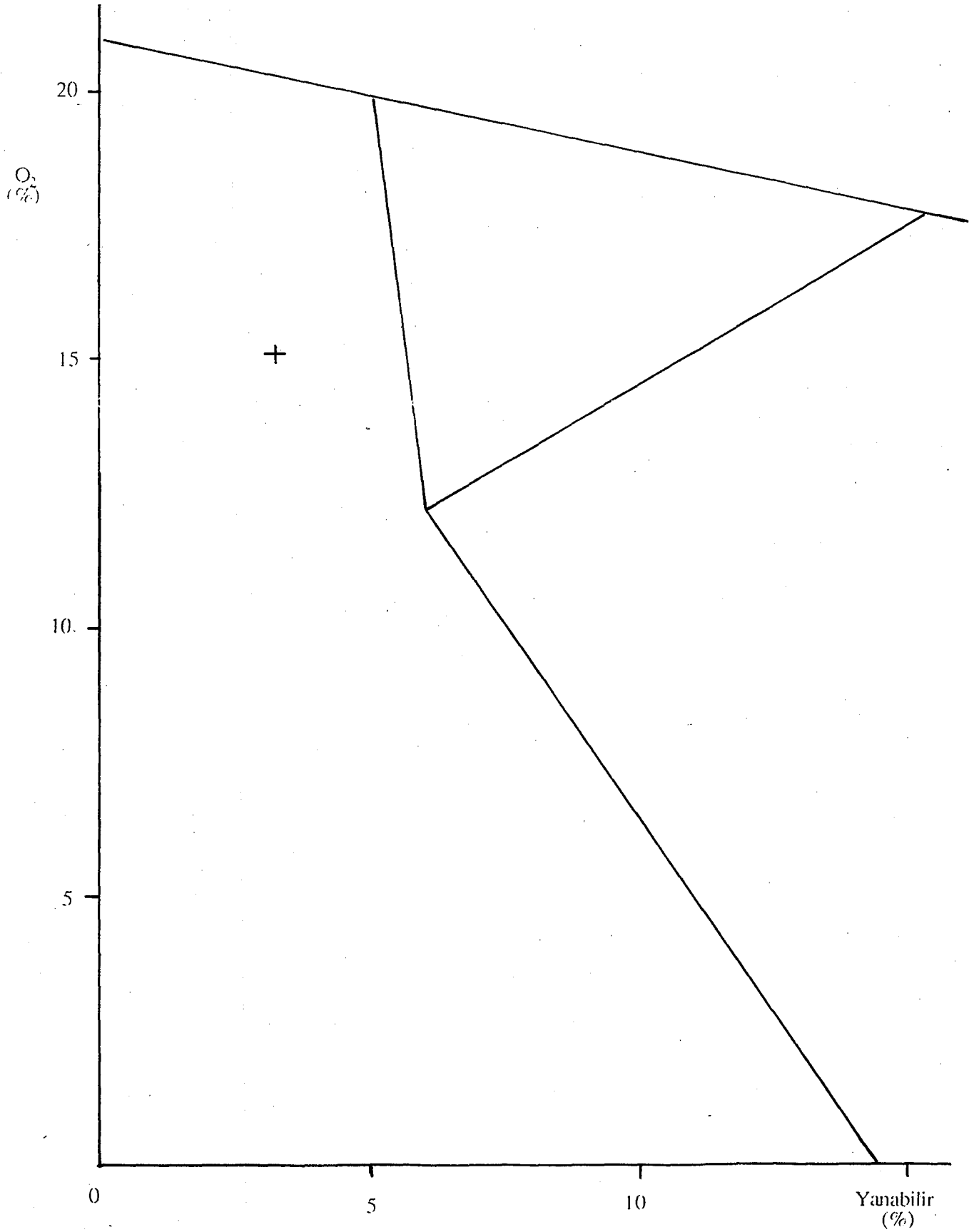
Şekil 8.10. 272 no'lu numune için Coward Diyagramı



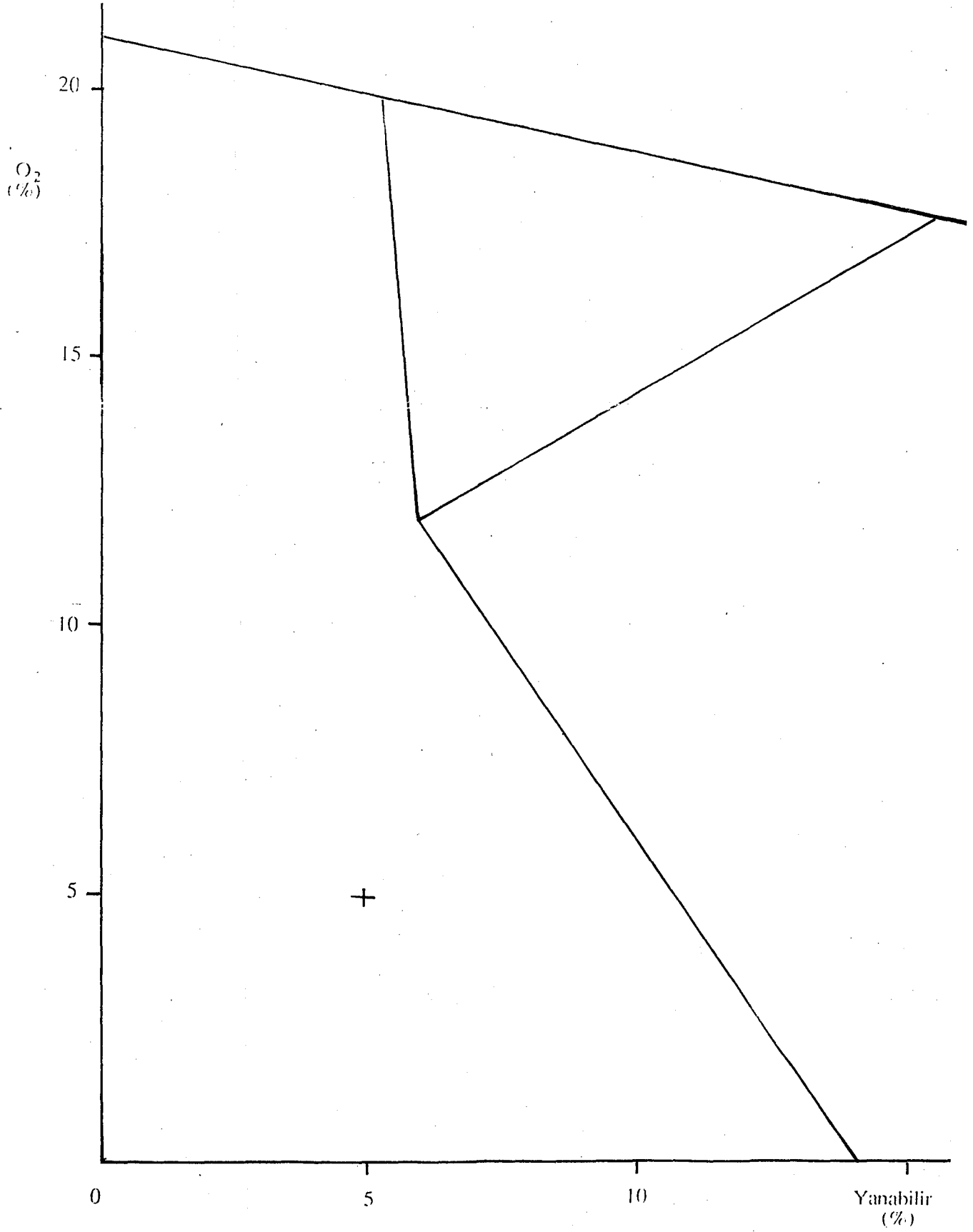
Şekil 8.11. 287 no'lu numune için Coward Diyagramı.



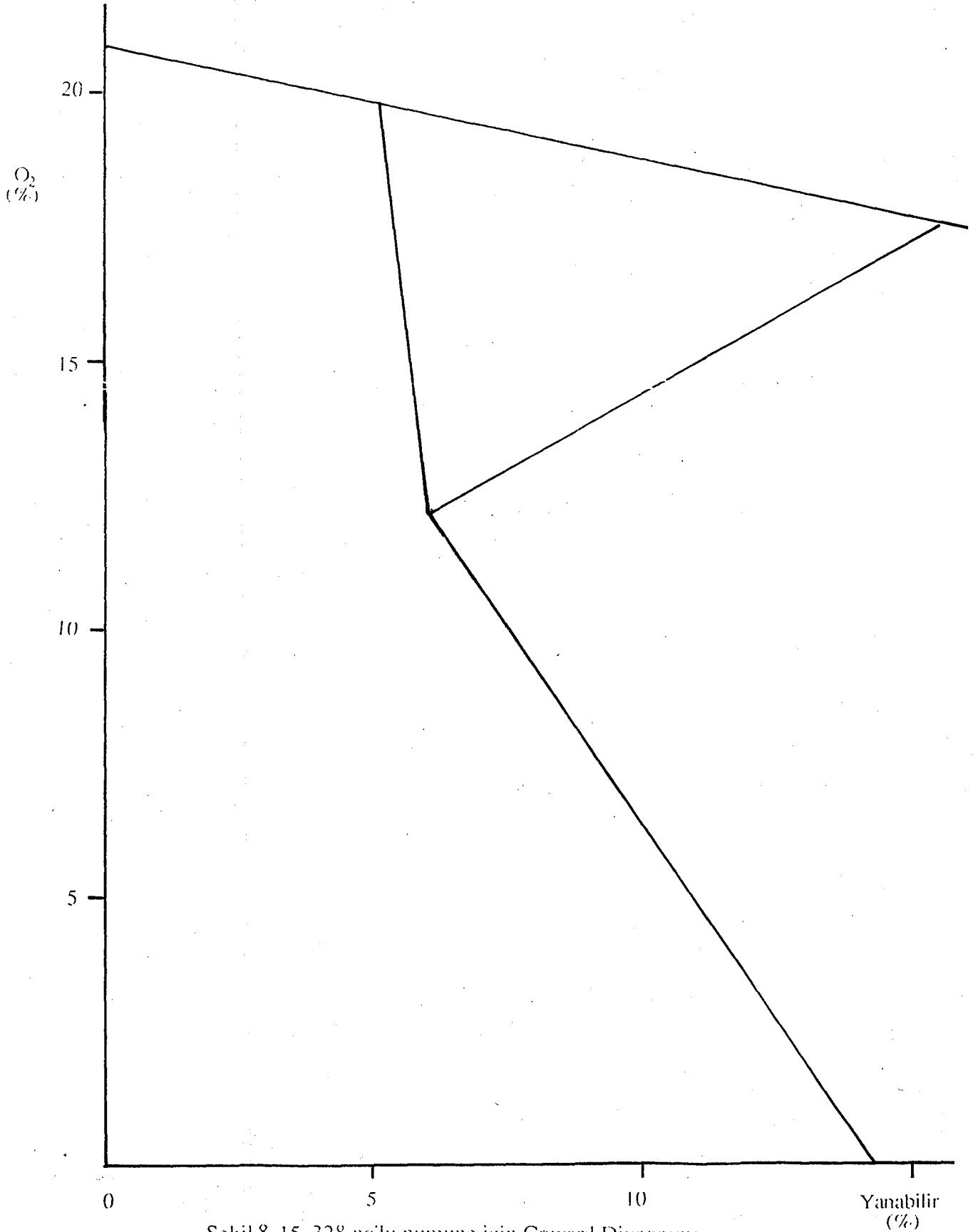
Şekil 8.12. 299 no'lu numune için Coward Diyagramı



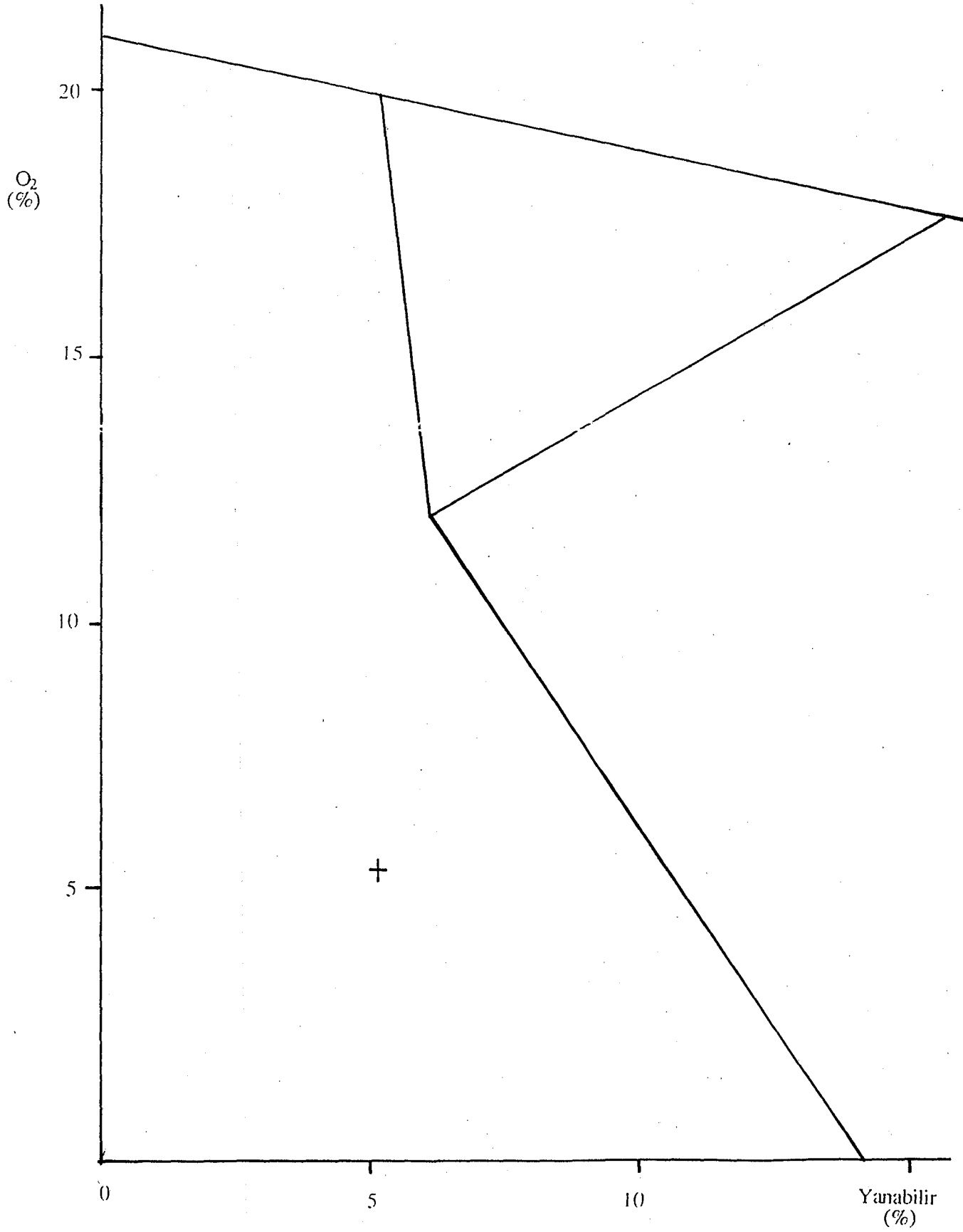
Şekil 8.13. 307 no'lu numune için Coward Diyagramı



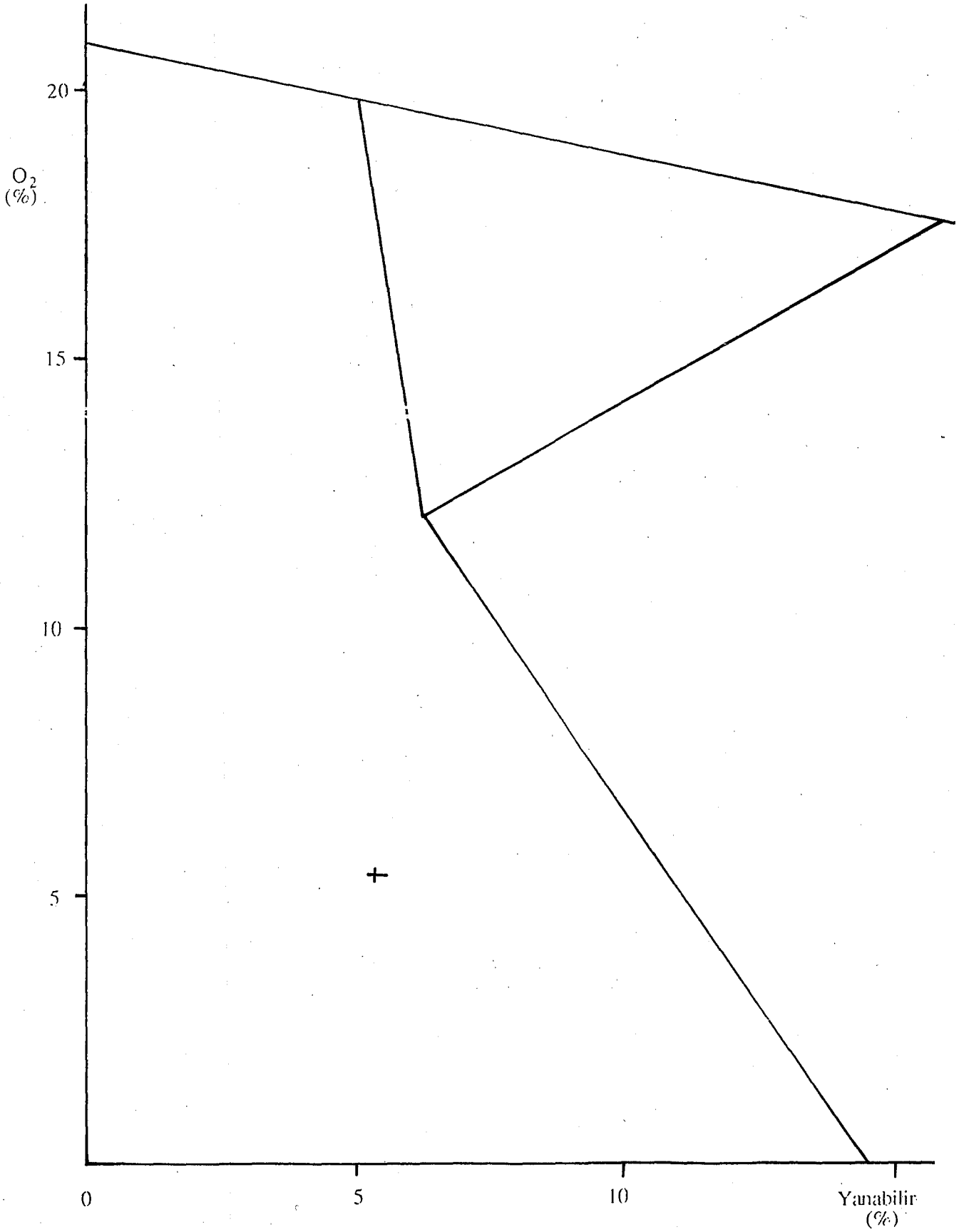
Şekil 8.14. 316 no'lu numune için Coward Diyagramı



Şekil 8.15. 328 no'lu numune için Coward Diyagramı



Şekil 8.16. 335 no'lu numune için Coward Diyagramı



Şekil 8.17. 344 no'lu numune için Coward Diyagramı

9. BARAJ GERİSİ ATMOSFERLERİ İÇİN BİLGİSAYAR DESTEKLİ PATLAYABİLİRLİK ANALİZİ

Baraj gerisi patlayabilirliğinin Coward diyagramı yöntemiyle izlenmesi patlayabilirlik kontrolü amacına uygun bir çalışmadır. Ancak, yöntem manuel çözümler için çok zaman kaybettirici uzun işlemleri gerektirmektedir. Yöntemin bu mahzurunu bilgisayar kullanılan çözüm teknikleri ortadan kaldırmaktadır.

Bu çalışma için hazırlanan paket program Coward diyagram yöntemi ile patlayabilirlik analizini daha hızlı ve etkin yapabilmek amacını taşımaktadır. Patlayabilirlik analizleri için atmosferin patlayabilirlik eğilimini belirleyecek tek bir indeks kullanılabilmekle birlikte sonucun diğer indekslerle de kontrol edilmesi güvenilirliği arttıracaktır. Bu amaçla U.S. Bureau of Mines yöntemi ve Mitchell indeksi değerleri ile de patlayabilirlik analizi imkanı sağlayan bir paket program hazırlanmıştır.

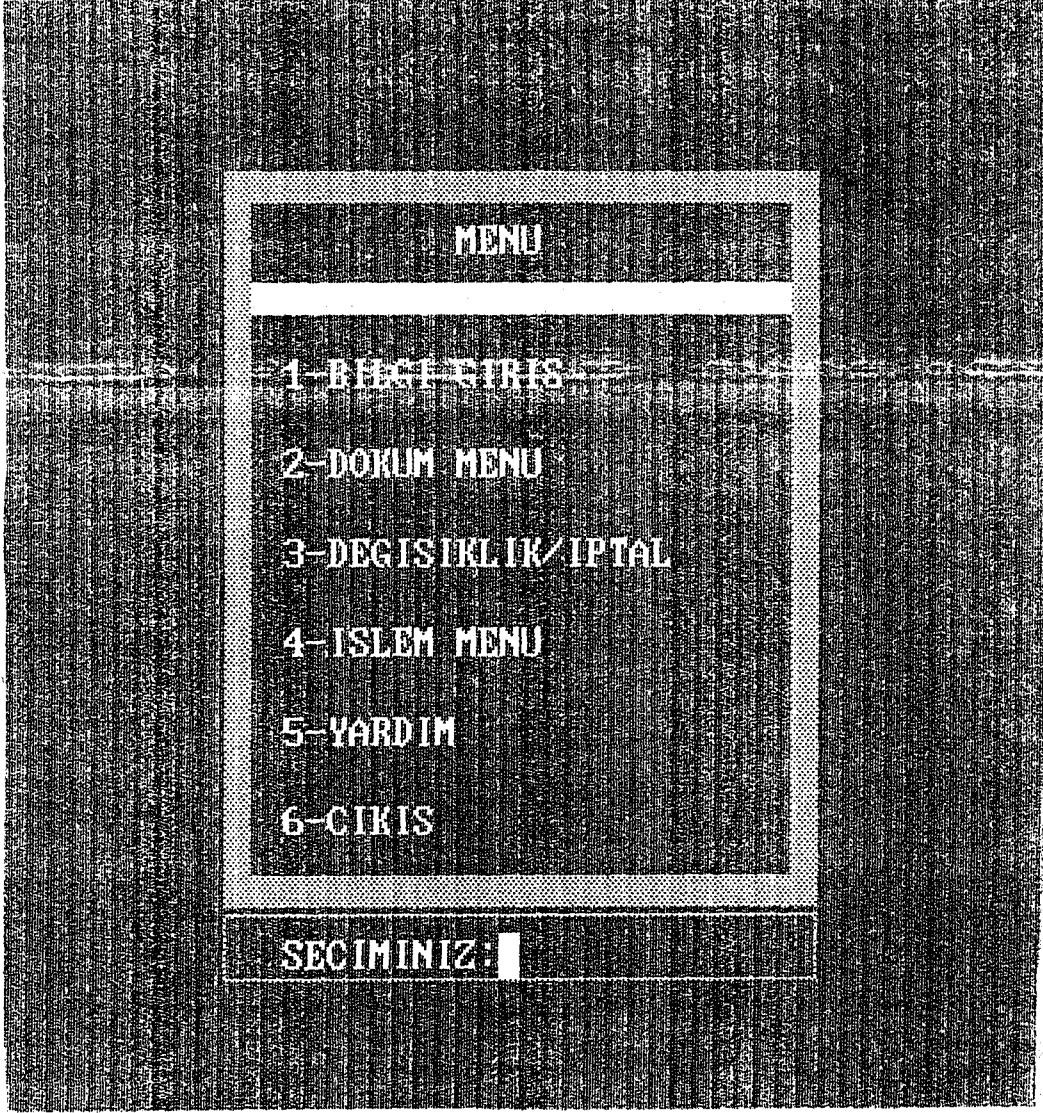
Paket program; veri depolama, veri izleme ve veri analiz fonksiyonlarını içermektedir. Program ana menüden seçilecek işlemlerle başlatılır. Şekil 9.1 ana menü ekranını göstermektedir.

9.1. Verilerin Depolanması

Paket programda baraj gerisinden alınıp analizi yapılmış hava numunelerinin gaz bileşenleri, numunenin kayıt tarihi, kayıt saati ve numunenin alındığı barajın hacmi gibi veriler kayıt programı ile kütükde depolanmaktadır.

Kayıt işlemi kayıt kartı üzerinde, kayıt tarihi GG/AA/YYYY şeklinde, kayıt saati SS:DD şeklinde, gaz oranları % ve baraj hacmi m^3 olarak yapılmaktadır.

Kayıt sırasında girilen bilgilerden değiştirilmesi gerekenler varsa işlem satırında, değişiklik işlemi seçilip, değişiklik yapılacak satır numarası belirtilerek değişiklik yapılabilir. Girilen bilgiler kaydedilmek isteniyorsa işlem satırında "kayıt" seçilerek kayıt yapılır. Şekil 9.2 kayıt kartını göstermektedir.



Şekil 9.1. Ana menü

BILGI GİRİŞ KARTI		
KAYIT NUMARASI	(mm)	:
KAYIT TARİHİ	(gg/aa/yyyy)	:
KAYIT SAATİ	(ss:dd)	:
METAN (CH ₄)	:	%
K. MONO. (CO)	:	%
HİDRO. (H ₂)	:	%
AZOT (N ₂)	:	%
OKSİJ. (O ₂)	:	%
K. DİO. (CO ₂)	:	%
BARAJ HACMİ (M ³)	:	
KAYIT/DUZELTME:		

Şekil 9.2. Kayıt kartı.

9.2. Veri İzleme

Veri izleme programları manyetik ortamda depolanan verilerin izlenmesi imkanını sağlamaktadır. Bu amaç için üç tane alt program bulunmaktadır.

Belirli bir günde verileri izlemeye yönelik, Belirli Tarihte Döküm, iki farklı tarih arasındaki verileri izlemeye yönelik Aralık Döküm ve tüm verileri izlemeye yönelik Tüm Veri Döküm programları, döküm menüsünden seçilebilir.

Bu programlar kağıda çıktı almak imkanını da sağlamaktadır. Çizelge 9.1, 9.2, 9.3 veri izleme programlarına ait printer çıktılarıdır.

9.3. Hatalı Verilerin Değiştirilmesi ve İptali

Manyetik ortamda depolanmış veriler üzerinde yapılacak değişiklikler yada verilerin iptal edilmesi işlemleri için Değişik / İptal programı kullanılır.

Değişiklik yada iptal işleminin yapılacağı verilerin bulunduğu tarihteki kayıt programın çalıştırılması sırasında kayıt tarih ve saatinin girilmesi ile ekrana çağırılır. İşlem sırasında değişiklik veya iptal işlemi seçilerek hatalı veriler değiştirilebilir yada bu tarihteki bütün veriler iptal edilebilir. Şekil 9.3 bir değişiklik kartını göstermektedir.

9.4. Programa İlişkin Bilgiler ve Uyarılar

Paket programın kullanılması sırasında karşılaşılabilecek güçlüklerle ilişkin uyarılar ve bilgilendirmeler için Yardım Programı kullanılır. Bu program paket programın çalıştırılması sırasında karşılaşılabilecek bir zorluk yada hatayı ortadan kaldırmak amacına yönelik bilgileri içermektedir. Bu programın diğer bir işlevi ise ilk kullanıcılar için paket programın tanıtımının yapılacağıdır.

9.5. İşlem Programları

İşlem programları olarak iki ayrı program bulunmaktadır. Bu programlar işlem menüsünden seçilerek çalıştırılırlar. Bu programlardan ilki Coward diyagramı yöntemi ile patlayabilirlik analizi yapan bir programdır.

BİLGİ DEĞİŞİKLİK KARTI			
KAYIT NUMARASI	(mm)	:	291
KAYIT TARİHİ	(gg/aa/yyyy)	:	26/03/1992
KAYIT SAATİ	(ss:dd)	:	14:10
METAN	(CH ₄)	✓	1.21
K. MON	(CO ₂)	✓	0.007
HİDRO.	(H ₂)	✓	0.001
AZOT	(N ₂)	✓	
OKSİ.	(O ₂)	✓	18.20
K. DİO.	(CO ₂)	✓	1.10
BARAJ HACMI	(M ³)	:	5000
<DEĞİŞİK/İPTAL/KAYIT>		?	

Şekil 9.3. Değişiklik/İptal kartı.

		TUM GAZ VERILERI DOKUMU							
NO	TARİH	SAAT	% CH4	% CO	% H2	% N2	% O2	% CO2	B.HAC
267	24/03/1992	16:45	12.20	0.014	0.001		6.00	5.30	5000
268	24/03/1992	18:10	12.00	0.009	0.000		5.90	5.30	5000
269	24/03/1992	20:50	12.20	0.009	0.000		6.00	5.50	5000
270	24/03/1992	22:40	12.40	0.009	0.000		6.00	5.40	5000
271	25/03/1992	01:00	12.00	0.009	0.001		6.10	5.30	5000
272	25/03/1992	03:00	12.10	0.009	0.001		6.00	5.40	5000
273	25/03/1992	05:00	12.00	0.008	0.000		6.00	5.40	5000
274	25/03/1992	07:00	12.20	0.008	0.000		6.00	5.30	5000
275	25/03/1992	08:55	12.10	0.008	0.000		6.20	5.30	5000
276	25/03/1992	10:55	12.20	0.008	0.000		6.00	5.30	5000
277	25/03/1992	12:50	12.10	0.008	0.000		6.20	5.20	5000
278	25/03/1992	14:40	11.80	0.008	0.000		6.10	5.35	5000
279	25/03/1992	16:45	12.00	0.008	0.000		5.90	5.40	5000
280	25/03/1992	19:05	12.00	0.008	0.000		6.00	5.30	5000
281	25/03/1992	20:45	12.40	0.008	0.000		5.90	5.20	5000
282	25/03/1992	22:30	12.10	0.008	0.001		6.00	5.40	5000

devam için < ENTER >

23/03/1992--24/03/1992 TARİHLERİ ARASI EĞİCİ DÖKÜMÜ									
NO	TARİH	SAAT	% CH4	% CO	% H2	% N2	% O2	% CO2	B.HAC
251	23/03/1992	09:00	11.50	0.021	0.000		5.90	5.35	5000
252	23/03/1992	11:00	11.60	0.021	0.000		6.00	5.35	5000
253	23/03/1992	12:50	11.70	0.021	0.000		5.90	5.10	5000
254	23/03/1992	15:00	11.50	0.02	0.000		5.40	5.10	5000
255	23/03/1992	16:50	16.50	0.019	0.000		5.80	5.00	5000
256	23/03/1992	19:00	11.60	0.018	0.001		6.00	5.30	5000
257	23/03/1992	20:50	11.60	0.018	0.001		6.00	5.00	5000
258	23/03/1992	22:40	11.60	0.017	0.001		6.10	5.00	5000
259	24/03/1992	01:05	11.60	0.016	0.001		6.00	5.10	5000
260	24/03/1992	02:55	11.80	0.016	0.000		6.10	5.10	5000
261	24/03/1992	04:55	11.80	0.015	0.000		6.10	5.30	5000
262	24/03/1992	06:40	11.80	0.015	0.001		6.10	5.30	5000
263	24/03/1992	09:00	11.60	0.014	0.000		6.60	5.20	5000
264	24/03/1992	10:50	11.70	0.014	0.000		6.50	5.00	5000
265	24/03/1992	12:55	13.70	0.014	0.000		6.30	4.90	5000
266	24/03/1992	14:40	11.60	0.009	0.000		6.50	5.00	5000

devam için < ENTER >

Çizelge 9.3. Belirli bir tarihte veri döküm

NUMARA	TARİH	SARF	25/03/1992 TARİHİNDE VERİ DÖKÜMÜ				
			XCH4	XCO	XH2	XN2	XO2
271	25/03/1992	01:00	12.00	0.009	0.001	6.10	5.30
272	25/03/1992	03:00	12.10	0.009	0.001	6.00	5.40
273	25/03/1992	05:00	12.00	0.008	0.000	6.00	5.40
274	25/03/1992	07:00	12.20	0.008	0.000	6.00	5.30
275	25/03/1992	08:55	12.10	0.008	0.000	6.20	5.30
276	25/03/1992	10:55	12.20	0.008	0.000	6.00	5.30
277	25/03/1992	12:50	12.10	0.008	0.000	6.20	5.20
278	25/03/1992	14:40	11.80	0.008	0.000	6.10	5.35
279	25/03/1992	16:45	12.00	0.008	0.000	5.90	5.40
280	25/03/1992	19:05	12.00	0.008	0.000	6.00	5.30
281	25/03/1992	20:45	12.40	0.008	0.000	5.90	5.20
282	25/03/1992	22:30	12.10	0.008	0.001	6.00	5.40

tekrar için < I >, devam için < D > : ■

Program, manyetik ortamda depolanmış verileri kullanarak Coward diyagramını oluşturmaya yönelik işlemleri yapmaktadır. Bu işlemlerden sonra Coward diyagramı oluşturularak patlayabilirlik analizi yapılan numunenin diyagram üzerindeki yeri belirlenmektedir (Şekil 9.4). Bu işlem sırasında numunenin ikinci bölgede bulunduğu durumlar için havanın seyreltme etkisi gözönüne alınarak numunenin alındığı atmosferin kritik bölgeye girme riskini araştıran hesaplamalar yapılmaktadır.

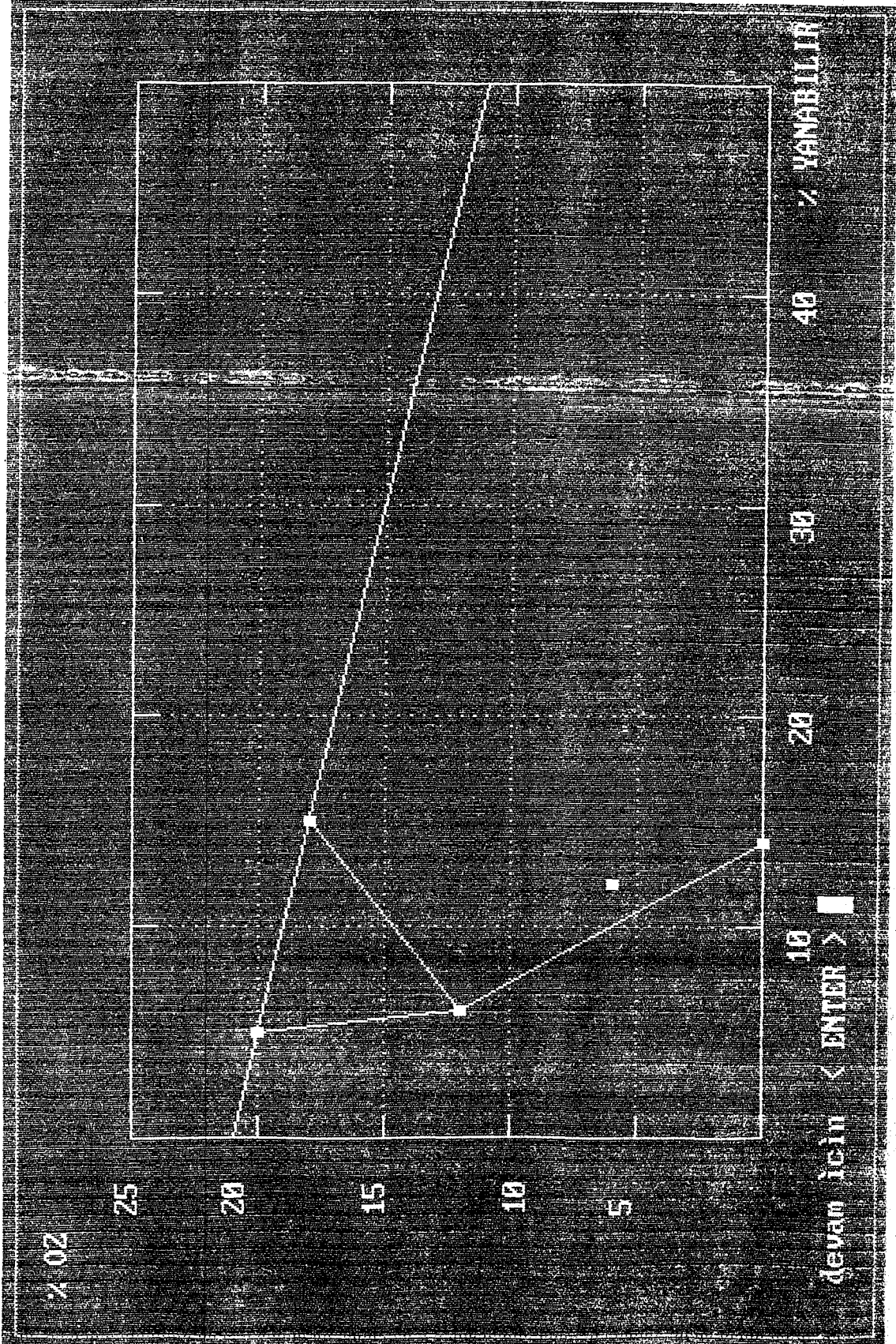
Numuneye ait bütün hesaplama ve analiz sonuçları rapor sayfasında ekrana verilmektedir (Çizelge 9.4).

Program numunenin kayıt tarihi ve kayıt saatinin klavyeden girilmesiyle başlatılır.

İkinci program Coward diyagramı yöntemi ile U.S. Bureau of Mines yöntemi ve Mitchell indeksi değerlerinin birlikte yorumlandığı bir programdır.

Kaydedilmiş bütün numunelere ait verilerin kullanılması ile her numunenin Coward diyagramı üzerinde bulunduğu yer ve yine her numuneye ait U.S. Bureau of Mines yöntemi ve Mitchell indeksi değerleri hesaplanmaktadır. Bu işlemlerin sonrasında elde edilen sonuçlar ekran veya kağıda dökülmektedir. Çizelge 9.5 bu programa ait ekranı göstermektedir.

Şekil 9.6. ve Çizelge 9.6 ile izleyen şekil ve çizelgeler elle çözümler için seçilmiş verilere ait bilgisayar programı çıktılarıdır.



Şekil 9.4. 282 no'lu numune için Coward Diyagramı

NUMUNEYE AIT ANALİZ SONUÇLARI

Toplam Yanabilir:	12.189 %	02 İçerik = 6 %
Alt patlama limitinde:		
% Yanabilir =	5.001893	% 02 = 19.88461
Üst patlama limitinde:		
% Yanabilir =	15.0089	% 02 = 17.79314
Burunda:		
% Yanabilir =	5.932047	% 02 = 12.23939

Z. BOLGE

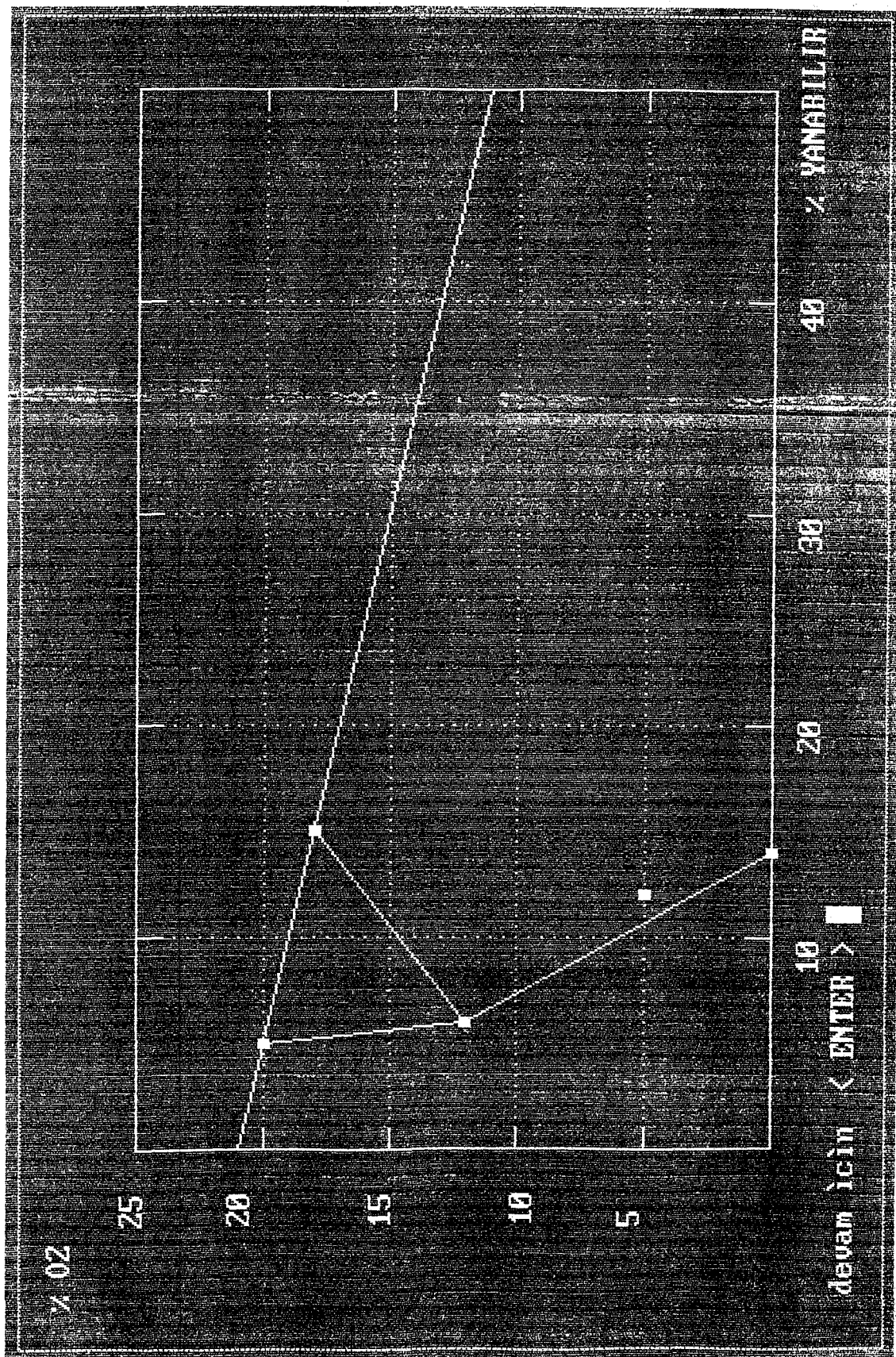
Hava gelisi ile tehlikeli olabilir. Potansiyel patlama bölgesi
Barajlanmış bölge atmosferini:

Üst sınırı seyreltebilecek hava hacmi = 4066.018 m³
Alt sınırı seyreltebilecek hava miktarı = 5991.439 m³
Üst sınırı seyreltme için gerekli süre = 406.6018 sn
Alt sınırı seyreltme için gerekli süre = 599.1439 sn

baska numune için işlem yapılacak mı [E / H]

PATLAYABİLİRLİK ANALİZİ									
TARİH	SAAT	NO	02	T.Y.	BOL	R1	R2	R	MIC
26/03/1992	08:50	287	6.00	12.000	2	62.3	12.00405	9993338	6.006909
26/03/1992	10:50	288	13.00	5.707	3	32.8	5.70364	9987734	6.187986
26/03/1992	13:05	289	17.90	1.793	3	12.78	1.76809	9760178	2.727482
26/03/1992	13:45	290	18.10	1.458	3	11.9	1.42409	9602195	2.272472
26/03/1992	14:10	291	18.20	1.218	3	11.49	1.21406	9934318	1.856156
26/03/1992	14:35	292	18.30	1.159	3	11.11	1.12449	949094	1.843413
26/03/1992	14:55	293	18.50	1.128	3	10.275	1.09409	9485815	1.814467
26/03/1992	15:15	294	18.50	1.056	3	10.23	1.02325	9469697	1.700889
26/03/1992	15:30	295	18.50	1.16	3	10.23	1.12485	9482759	1.866464
26/03/1992	15:55	296	18.20	.941	3	12.34	90525	9351754	1.505971
26/03/1992	17:15	297	19.00	.888	3	7.80500	87805	9797297	1.428672
26/03/1992	18:05	298	20.30	.053	3	3.07000	05205	9433962	0925449
26/03/1992	19:15	299	18.20	1.619	3	11.49	1.59648	9759111	2.50417
26/03/1992	20:15	300	17.90	1.806	3	12.93	1.77325	9689922	2.763552
26/03/1992	21:25	301	17.40	1.981	3	15.13	1.93325	9594116	2.971454
26/03/1992	22:25	302	16.90	2.097	3	17.48	2.03966	9537435	3.069042
26/03/1992	23:20	303	16.50	2.286	3	19.225	2.23520	9623797	3.242808
27/03/1992	00:30	304	16.00	2.496	3	21.575	2.43925	9615384	3.435955

devam için < ENTER >



Şekil 9.5. 254 no'lu numune için Coward Diyagramı

NUMUNEYE AIT ANALİZ SONUÇLARI

Toplam Yanabilir: 11.52 % 02 İçerigt= 5.4 %
 Alt patlama limitinde ;
 % Yanabilir= 5.005214 % 02= 19.88391
 Ust patlama limitinde ;
 % Yanabilir = 15.02079 % 02= 17.79066
 Burunda :
 % Yanabilir= 5.935871 % 02= 12.23735

2 .BOLGE

Hava gelisi ile tehlikeli olabilir;Potansiyel patlama bölgesi

Barajlanmış bölge atmosferini :

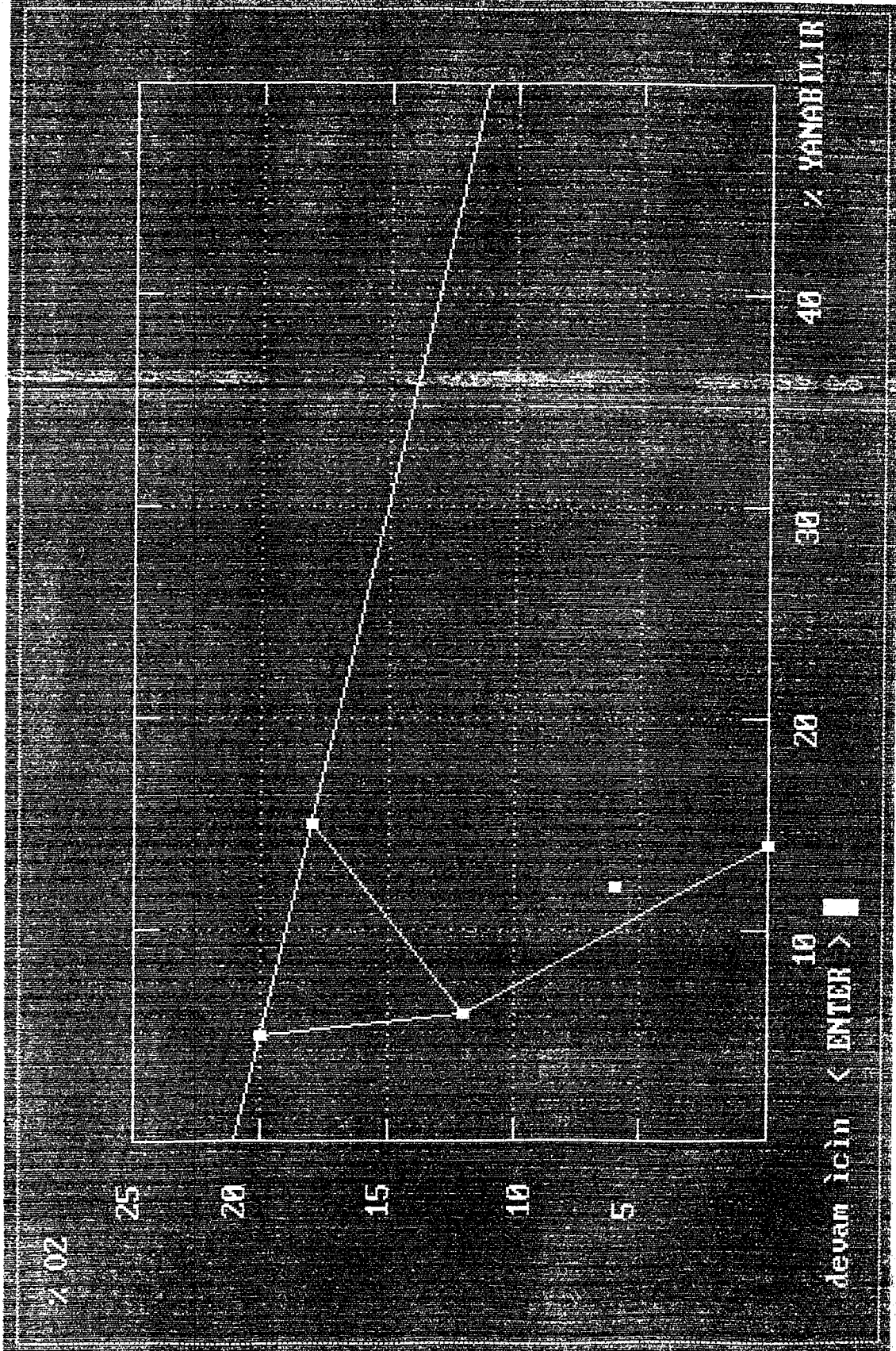
Ust sinira seyreltebilecek hava hacmi= 4159.847 m3

Alt sinira seyreltebilecek hava miktarı= 5827.986 m3

Ust sinira seyreltme için gerekli süre= 415.9847 sn

Alt sinira seyreltme için gerekli süre= 582.7986 sn

baska numune için işlem yapılacak mı [E / H]



Şekil 9.6. 266 no'lu numune için Coward Diyagramı

NUMUNEYE AIT ANALİZ SONUÇLARI

Toplam Yanabilir: 11.609 % 02 İçerigi= 6.5 %
 Alt patlama limitinde ;
 % Yanabilir= 5.002327 % 02= 19.88451
 Ust patlama limitinde ;
 % Yanabilir = 15.00928 % 02= 17.79306
 Burunda ;
 % Yanabilir= 5.93262 % 02= 12.2399

2. BOLGE

Hava gelisi ile tehlikeli/olabilir;Potansiyel patlama bölgesi

Barajlanmış bolge atmosferini :

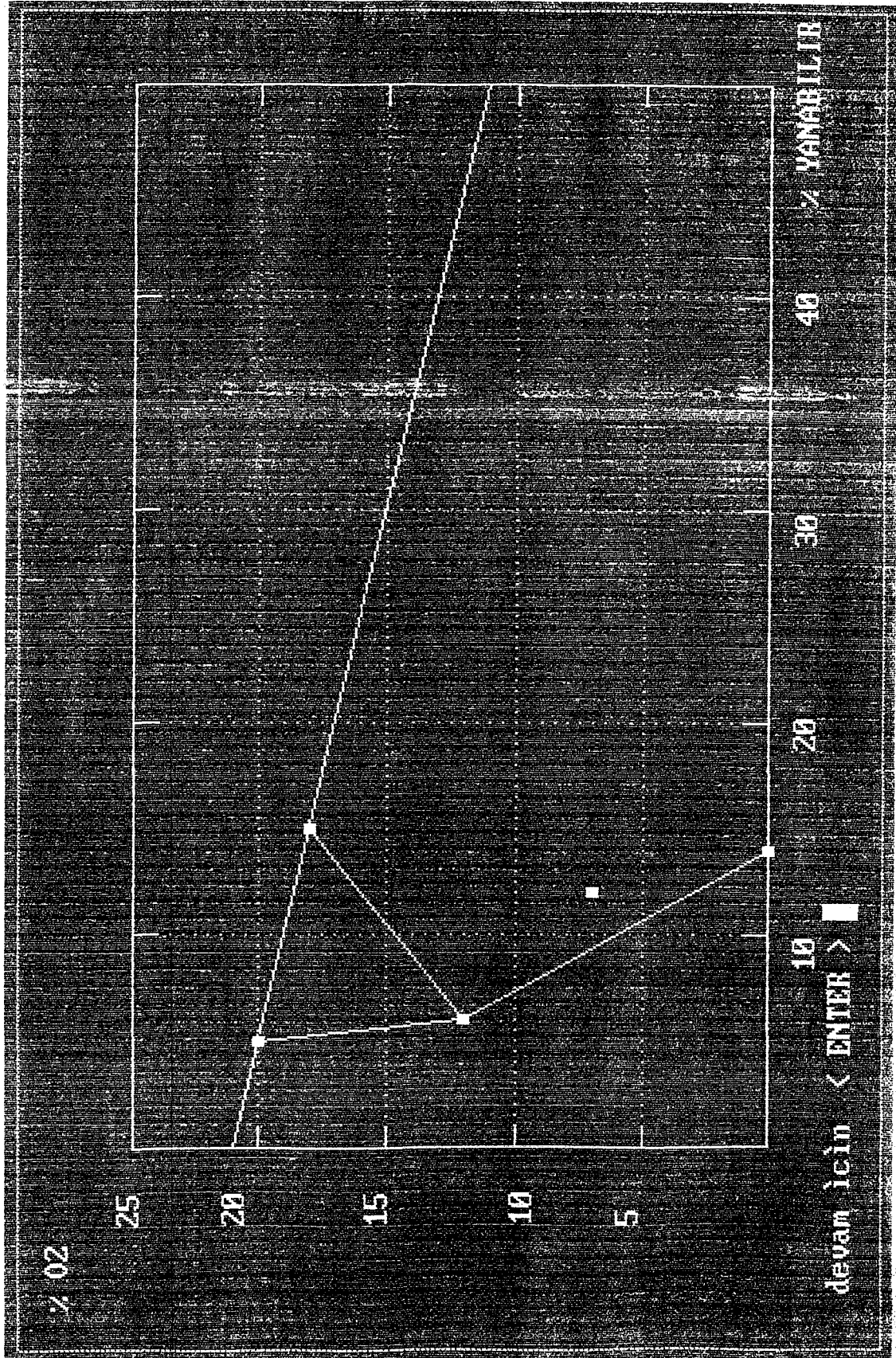
Ust sinira seyreltebilecek hava hacmi= 3739.025 m3

Alt sinira seyreltebilecek hava miktarı= 5349.007 m3

Ust sinira seyreltme için gerekli süre= 373.9029 sn

Alt sinira seyreltme için gerekli süre= 534.9006 sn

baska numune için işlem yapılacak mı [E / H]



Şekil 9.7. 272 no'lu numune için Coward Diyagramı

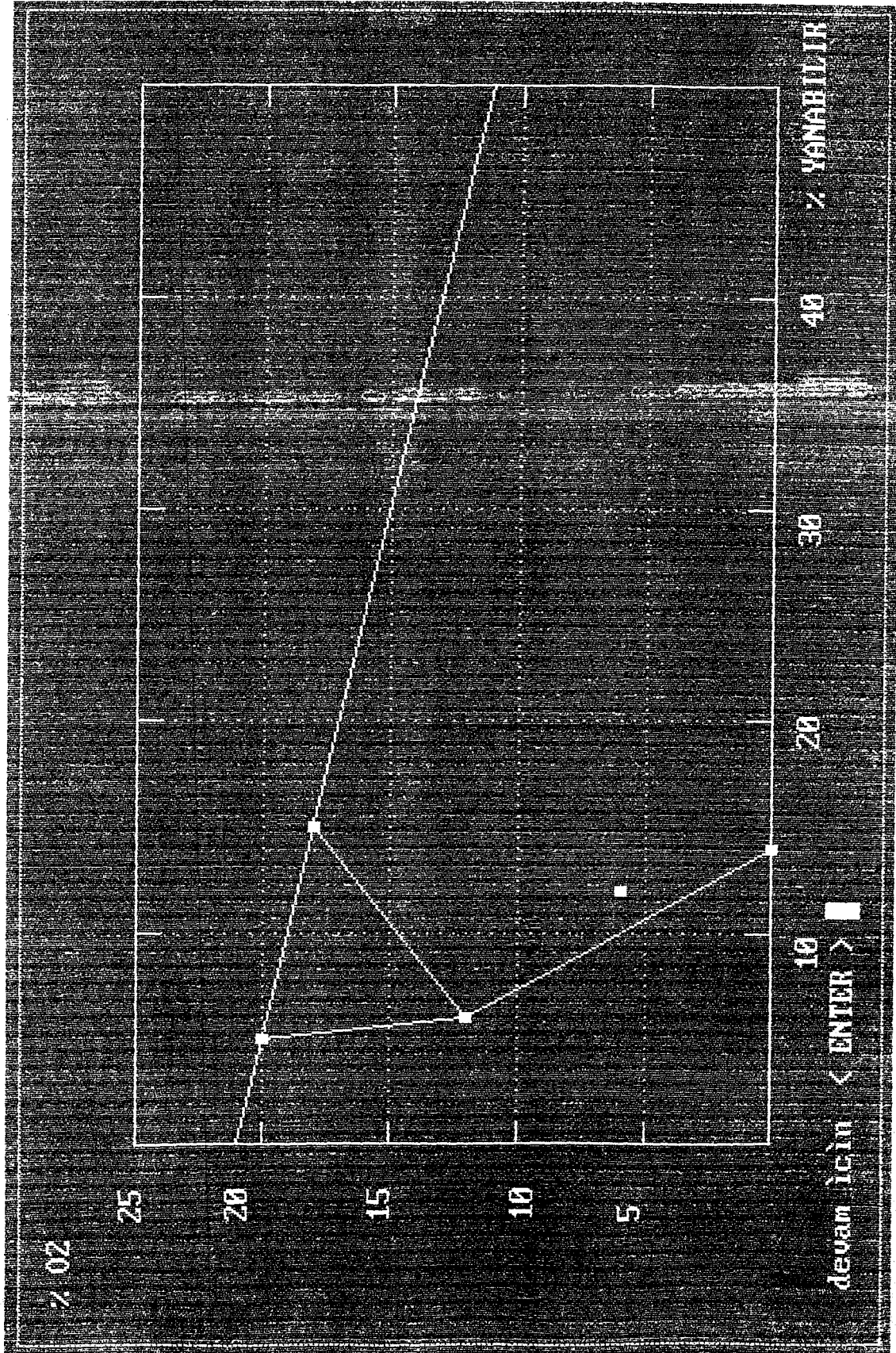
NUMUNEYE AİT ANALİZ SONUÇLARI

Toplam Yanabilir: 12.11 % 02 İçerigi= 6 %
 Alt patlama limitinde :
 % Yanabilir= 5.00214 % 02= 19.88455
 Üst patlama limitinde :
 % Yanabilir = 15.00988 % 02= 17.79294
 Burunda :
 % Yanabilir= 5.932326 % 02= 12.23918

2. BÖLGE

Hava gelisi ile tehlikeli olabilir: Potansiyel patlama bölgesi
 Barajlanmış bölge atmosferini :
 Üst sınırı seyreltebilecek hava hacmi= 4065.955 m³
 Alt sınırı seyreltebilecek hava miktarı= 5991.799 m³
 Üst sınırı seyreltme için gerekli süre= 406.5955 sn
 Alt sınırı seyreltme için gerekli süre= 599.1799 sn

baska numune için işlem yapılacak mı [E / H]



Şekil 9.8. 287 no'lu numune için Coward Diyagramı

NUMUNEYE AIT ANALİZ SONUÇLARI

Toplam Yanabilir: 12.008 % O2 İçeriği= 6 %
 Alt patlama limitinde ;
 % Yanabilir= 5.001658 % O2= 19.88465
 Üst patlama limitinde ;
 % Yanabilir = 15.00797 % O2= 17.79334
 Barunda ;
 % Yanabilir= 5.931782 % O2= 12.23959

Z .BOLGE

Hava geliş i ile tehlikeli olabilir:Potansiyel patlama bölgesi

Barajlanmış bölge atmosferini :

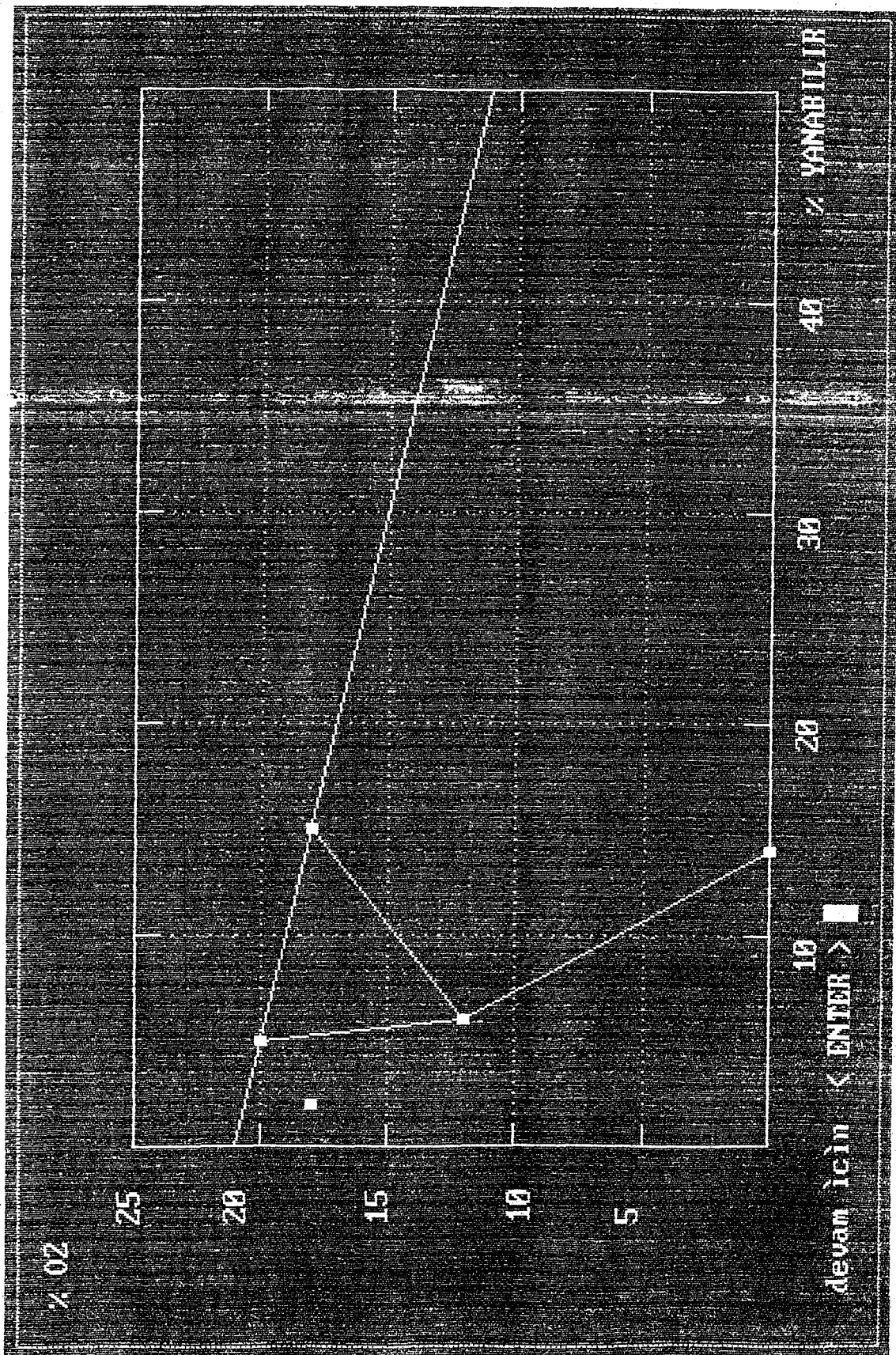
Üst sınıra seyreltebilecek hava hacmi= 4041.227 m3

Alt sınıra seyreltebilecek hava miktarı= 5912.125 m3

Üst sınıra seyreltme için gerekli süre= 404.1227 sn

Alt sınıra seyreltme için gerekli süre= 591.2125 sn

baska numune için işlem yapılacak mı [E / H]



Şekil 9.9. 299 no'lu numune için Coward Diyagramı

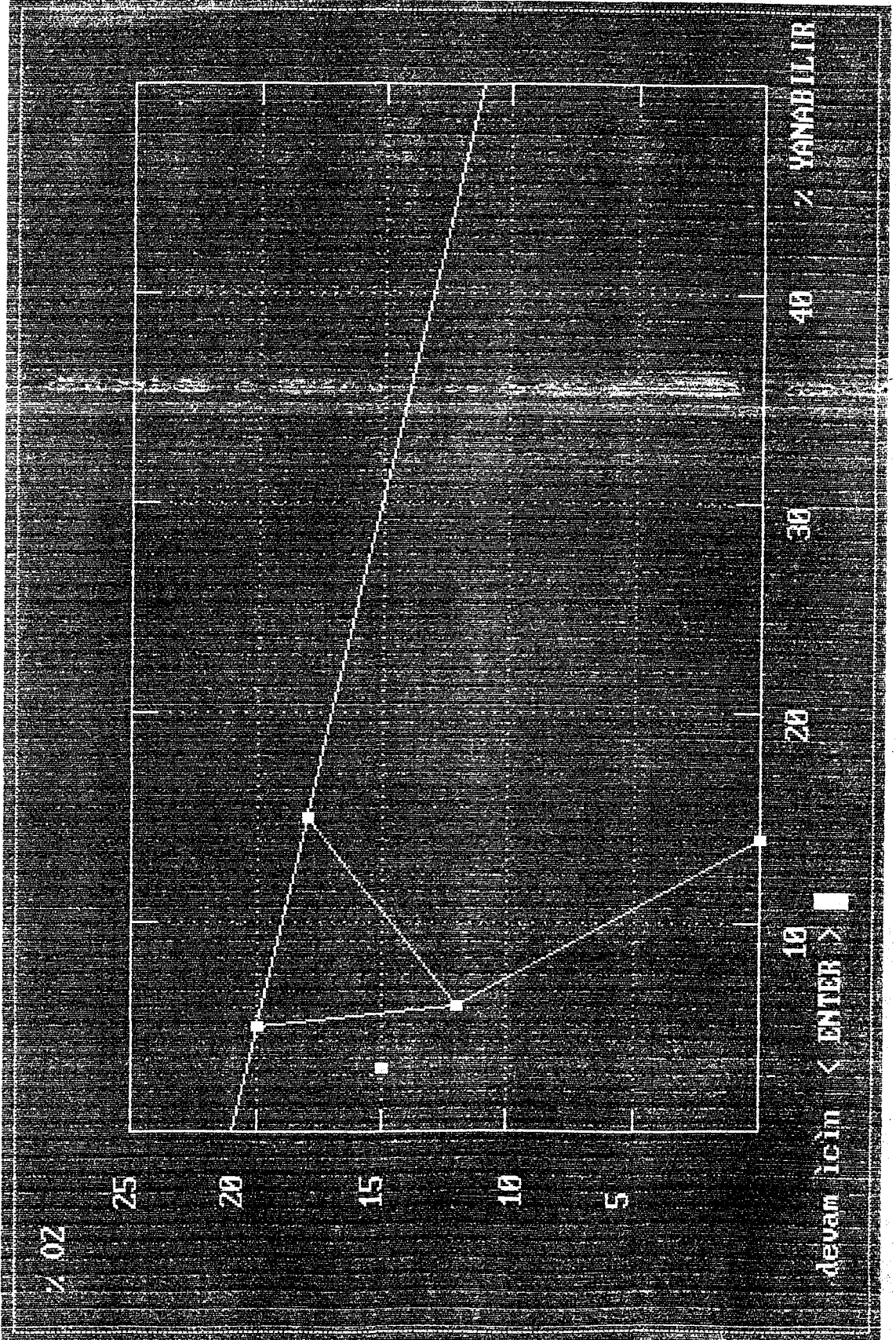
NUMUNEYE AİT ANALİZ SONUÇLARI

Toplam Yanabilir: 1.619 % 02 İçerigi= 18.2 %
 Alt patlama limitinde ; % Yanabilir= 5.070722 % 02= 19.87022
 Üst patlama limitinde ; % Yanabilir = 15.29373 % 02= 17.73364
 Burunda ; % Yanabilir= 6.008937 % 02= 12.17272

3 . BOLGE

Numune patlamaz bölgede

baska numune için işlem yapılacak mı [E / H]



Şekil 9.10. 307 no'lu numune için Coward Diyagramı

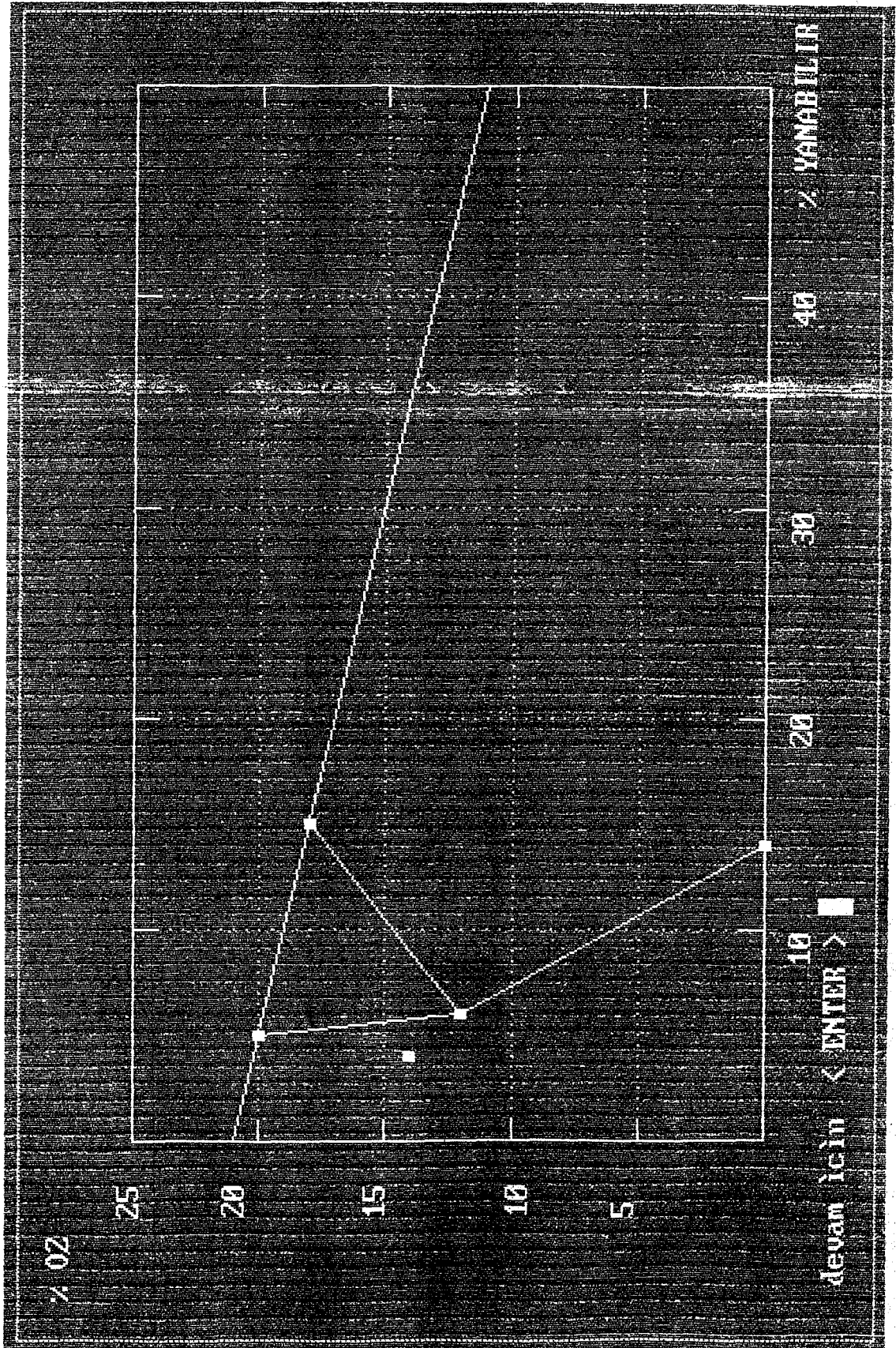
NUMUNEYE AIT ANALİZ SONUÇLARI

Toplam Yanabilir: 3.191 %	02 İçerik: 15.1 %
Alt patlama limitinde;	% 02= 19.86709
% Yanabilir = 5.085714	
Ust patlama limitinde;	% 02= 17.72206
% Yanabilir = 15.34899	
Burada;	% 02= 12.16279
% Yanabilir = 6.026106	

3 . BOLGE

Numune patlamaz bolgede

baska numune için işlem yapılacak mı [E / H]



Şekil 9.11. 316 no'lu numune için Coward Diyagramı

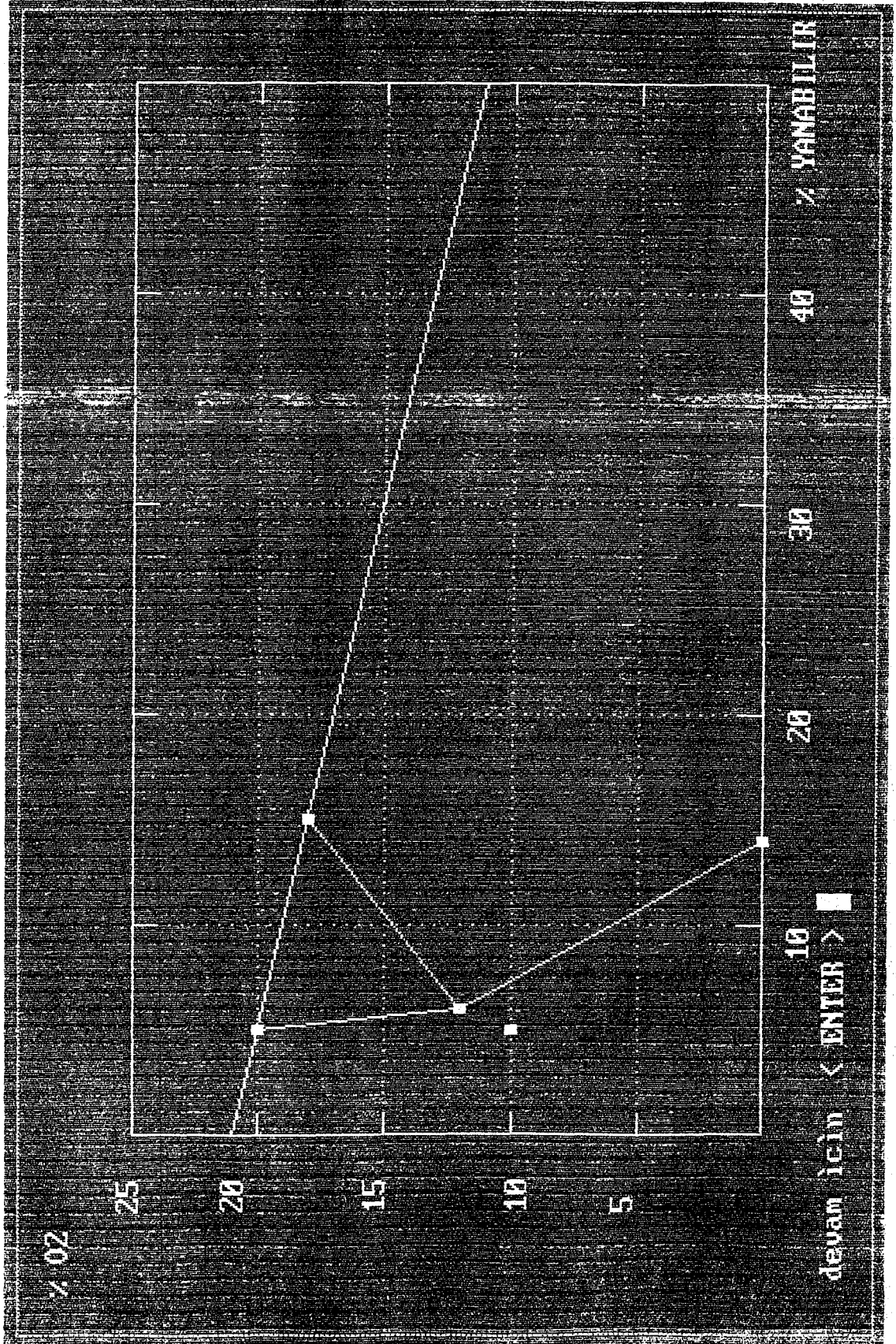
NUMUNEYE AİT ANALİZ SONUÇLARI

Toplam Yanabilir: 3.671 % 02 İçeriği= 13.5 %
 Alt patlama limitinde ; % Yanabilir= 5.099717 % 02= 19.86416
 Üst patlama limitinde ; % Yanabilir= 15.40484 % 02= 17.71039
 Burunda ; % Yanabilir= 6.041886 % 02= 12.15087

3 .BOLGE

Numune patlamaz bolgede

baska numune için işlem yapılacak mı [E / H]



Şekil 9.12. 328 no'lu numune için Coward Diyagramı

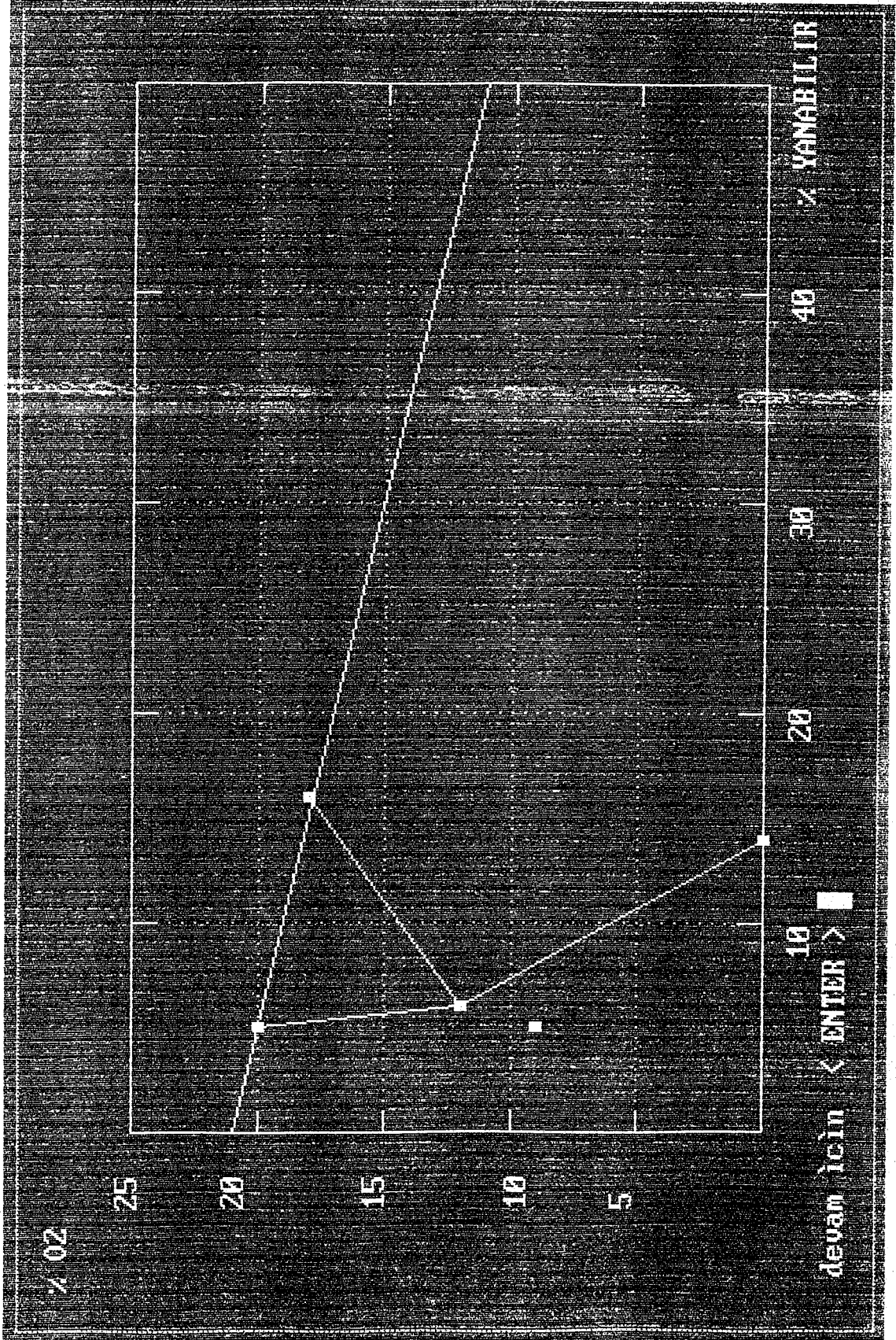
MUMUNEYE AIT ANALİZ SONUÇLARI

Toplam Yanabilir: 4.98 % 02 İceriliği = 9.9 %
 Alt patlama limitinde ; % 02 = 19.86363
 Üst patlama limitinde ;
 Burunda ; % Yanabilir = 5.182255
 % Yanabilir = 15.4451
 % Yanabilir = 6.042913 % 02 = 17.70198
 % 02 = 12.12961

3 .BOLGE

Mumune patlamaz bolgede

baska mumune için işlem yapılacak mı [E / H]



Şekil 9.13. 335 no'lu numune için Coward Diyagramı

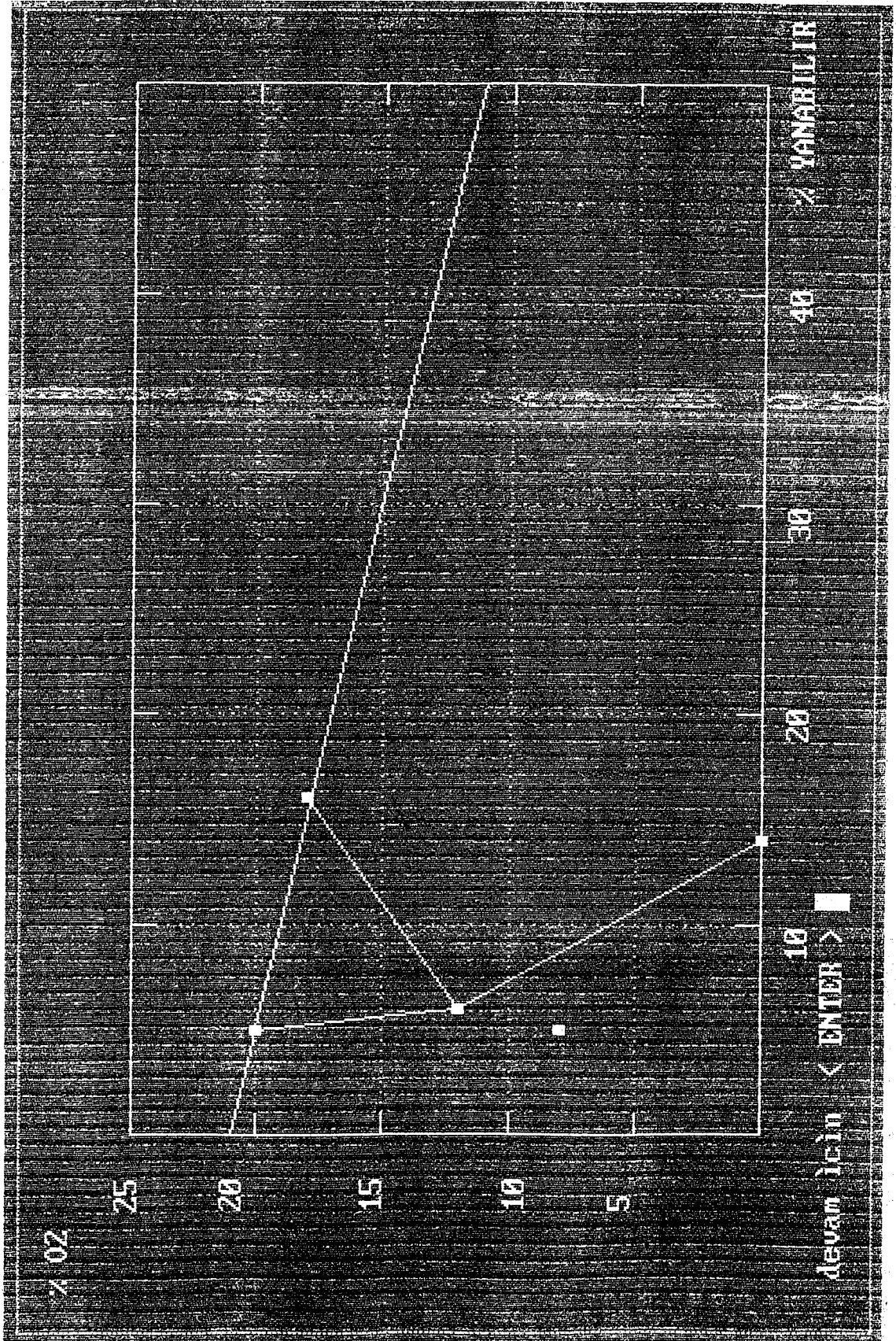
MUMUNEYE AIT ANALİZ SONUÇLARI

Toplam Yanabilir: 5.166 %	OZ İçeriği= 8.7 %
Alt patlama limitinde ;	
% Yanabilir= 5.137531	% OZ= 19.85626
Üst patlama limitinde ;	
% Yanabilir = 15.64216	% OZ= 17.66079
Burunda ;	
% Yanabilir= 6.079292	% OZ= 12.06503

3 .BOLGE

Mumune patlamaz bolgede

başka numune için işlem yapılacak mı [E / H]



Şekil 9.14. 344 no'lu numune için Coward Diyagramı

NUMUNEYE AIT ANALİZ SONUÇLARI

Toplam Yanabilir:	5.399 %	02 İçerdiği= 8.4 %
Alt patlama limitinde ;		
% Yanabilir=	5.216254	% 02= 19.8398
Üst patlama limitinde ;		
% Yanabilir =	15.93917	% 02= 17.59871
Burada ;		
% Yanabilir=	6.169122	% 02= 12.01181

3. BÖLGE

Numune patlamaz bölgede

başka numune için işlem yapılacak mı [E / H]

10. SONUÇ VE ÖNERİLER

Kızışma ile mücadele için başlangıç noktası üretim faaliyetine başlamadan önce çalışılacak kömürün kızışma eğiliminin belirlenmesi işlemidir. Kızışmaya yatkınlığı belirlenerek risk sınıflaması yapılan kömürde kızışmayı erken belirlemek amacıyla, uygun kontrol yönteminin belirlenmesi en doğru yaklaşımdır. Seçilecek kontrol yöntemi başlangıç çalışmalarıyla yanabilirlik eğilimi belirlenen kömürün kızışmasını en iyi ifade edecek kömür özelliği dikkate alınarak belirlenmelidir.

Planlama aşamasında kızışma riski taşıyan kömür için belirlenen kontrol tekniği ışığında üretim başladıktan sonra ortaya çıkabilecek bir kızışma olayı bilinen mücadele teknikleriyle önlenmeye çalışılır. Üretim sırasında kızışmayı erken belirlemeye yönelik kontrol çalışmalarının özünü hatasız, sürekli ve hızlı karar verme imkânı sağlayacak bir izleme çalışması oluşturmaktadır. Gerek ocak içinde numune alımı için gerekse alınan numunelerin doğru değerlendirilmesi için hassas, modern ve hızlı araçların seçilmesi, bunların en az hata ile kullanılması ve elde edilecek sonuçların doğru değerlendirilmesi gerekmektedir.

Uygun kontrol tekniklerinin kullanılmasına rağmen tesbit edilemeyen kızışmaların büyük boyutlara ulaşığı ve artık önleyici mücadele teknikleriyle de yenilmesi mümkün olmayacak kızışmış bölgeler için tek çare bu bölgenin barajlanarak kapatılmasıdır.

Barajlama ile yangının boğulabilmesi için baraj sızdırmazlığının tam olması baraj bölgesine hava akışının olmaması ve baraj gerisi ile dış ortam arasındaki basınç dengesinin tam olması gerekmektedir.

Bu noktadan sonra yangının sönmesini beklemek mümkündür. Ancak ilave önlemler (inertleştirme gibi) ekonomik şartlar dahilinde değerlendirilebilir. Barajlanmış bölge atmosferinin patlama olasılığı barajlama ile yangının kontrol altına alınması çalışmaları için en büyük tehlikedir. Bu sebeple baraj gerisi atmosferinin durumu izlemek zorunludur. Düzenli alınacak hava numuneleri ve bunların analizleri bu konuda karar vermek imkânı sağlar.

Baraj gerisinden alınacak hava numuneleri seçilecek patlayabilirlik indeksleri ile değerlendirilirler. Bu amaçla hazırlanmış olan Coward diyagramı ile baraj gerisi patlayabilirliğinin bilgisayar destekli analizi paket programı doğru, sürekli ve hızlı bir değerlendirme imkânı getirecektir.

Patlayabilirliğin izlenmesinde U.S. Bureau of Mines yöntemi ve Mitchell indeksi değerleri de kullanılabilir. Paket programda Coward diyagramı ile bu iki yöntem ortak yorumlanmaktadır.

Paket program, T.T.K. Kozlu Müessesesi, İncir Harmanı üretim bölgesinde baraj gerisinden 23-29 Mart 1992 tarihleri arasında alınmış 100 adet hava numunesi ile denenmiştir.

Bilindiği gibi T.T.K. Kozlu Müessesesinde 3 Mart 1992 tarihinde meydana gelen gaz patlaması sonrasında açık alevli yangın oluşmuş; yangının yayılmasını önlemek amacıyla ocaklar kuyu diplerinden barajlanarak kapatılmıştır. Barajlanarak kapatılan ocaklar 26 Mart 1992 tarihinde açılmıştır. Barajların açılması sırasında temiz hava geliş-i sönme trendi gösteren ocaklardan bazılarında yangının yeniden canlanmasını sağlamıştır. Bu durum, kurtarma çalışmalarını tehlikeye düşürmüş ocaklar yeniden kapatılmıştır.

Paket programla değerlendirilen hava numuneleri izlenen baraj atmosferi için 23 Mart 1992, 26 Mart 1992 tarihleri arasındaki 37 numunede potansiyel patlama bölgesini göstermişlerdir. 26 Mart 1992 tarihinde alınan 288 numaralı numuneden itibaren alınan numuneler patlamaz bölgeyi yani yangının sönme trendine girdiğini göstermişlerdir.

U.S. Bureau of Mines patlama diyagramı bilgisayarda elde edilmemiş olmasına rağmen program ile elde edilen değerler kağıt üzerinde hazırlanmış diyagramlarda yorumlanabilir.

Bu çalışmanın bir sonucu olarak U.S. Bureau of Mines yöntemi ve Mitchell indeksi değerlerinin baraj atmosferlerinin patlayabilirlik analizleri için kabaca bir fikir verdiği; bu iki yöntemin Coward diyagramı ile elde edilen değerlere yakın sonuçlar vermesi sebebi ile Coward diyagramı ile ulaşılan daha net sonuçları kontrol etmek amacıyla kullanılabileceği söylenebilir.

Program ile hedeflenen başarı, numunelerin alınması, yapılan analizlerle elde edilen verilerin kaydedilmesi ve bu verilerin izlenmesi işlemlerinin en az hata ile yapılmasına bağlıdır. Bu sebeple; numune alma işleminin özellikle kritik atmosferler için kısa aralıklarla ve düzenli yapılması gerekmektedir. Belirli bir seyirde devam eden atmosferlerde anomali değerlerin gözlenmesi durumunda numune alma süresi kısa tutularak olası değişiklikler erken belirlenmelidir. Alınan numunelerin analizleri hatasız yapılarak kaydedilmelidir. Aksi durumlar yangınlara, bağlı olarak can ve malzeme kayıplarına sebep olur.

Verilerin bilgisayarda değerlendirilmesi sırasında baraj gerisindeki yangının sönme trendi dikkatle izlenerek tehlikeli gidişler için uygun önlemler kısa sürede belirlenmelidir.

KAYNAKLAR

- Ayvazoğlu, E., 1978, EKİ Kozlu Bölgesi Çay ve Acılık Kömürlerinin Oksidasyonun Erken Tesbiti Yönünden İncelenmesi, Türkiye 1.Kömür Kongresi, s. 539-563.
- Banerjee, S.C., Chakravorty, R., May 1972, Heatings in Coal Mines, Colliery Guardian, pp. 230-232.
- Banerjee, S.C., et. al., 1990. An Approach to Assessing the Status of Sealed-off Fires by Examination of Fire Indices, Mining Sci. and Tech., 10, pp. 37-51.
- Chakravorty, R., Feng, K., Jan. 1978, Studies on the Early Detection of Spontaneous Combustion in a Hydraulic Mine, CIM, pp. 83-91.
- Chakravorty, R., Wolff, R.L., 1980, Evaluation of Systems for Early Detection of Spontaneous Combustion in Coal Mines, 2nd Int. Mine Vent. Congress, pp. 429-436.
- Chakravorty, R., Kolada, R., October 1988, Prevention and Control of Spontaneous Combustion in Coal Mines, Min. Engineering.
- Chamberlain, E.A. et.al., 1970, The Ambient Temperature Oxidation of Coal in Relation to the Early Detection of Spontaneous Heating, Min.Eng., No:121, pp. 1-16.
- Chamberlain, E.A. et.al., Hall, E., May 1973, The Practical Early Detection of Spontaneous Combustion, Colliery Guardian.
- Chamberlain, E.A., March 1974, Spontaneous Combustion of Coal, Colliery Guardian, pp. 79-82.
- Chamberlain, E.A. et.al., July 1976, Gases Evolved and Possible Reactions During Low Temperature Oxidation of Coal, Fuel, pp. 217-222.

- Coward, H.F., 1928, Explosibility of Atmospheres Behind Stoppings, Trans. Ins. Min. Engineers, pp. 77.
- Coward, H.F., 1957, Research on Spontaneous Combustion of Coal Mines-A Review, NCB Res. Report. No: 142.
- Gill, F., Browning, E., February 1971, Spontaneous Combustion in Coal Mines, Colliery Guardian, pp. 79-85.
- Graham, J.I., 1924, Spontaneous Combustion of Coal, J. Soc. Chem. Indust., 43.
- Hudges, A.J., Raybould, W.E., Oct. 1960, The Rapid Determination of the Explosibility of Mine Fire Gases, Min. Eng., 120, 1, pp. 37-53.
- Koenning, T., Bruce, W., 1989, Mine Fire Indicators, 4th US Mine Ventilation Symp., Berkeley.
- Mackenzie, W., Strang, J., June 1990, Fire Gases and Their Interpretation, Min. Eng., pp. 470-479.
- Mitchell, D.W., Burns, F.A., 1979, Interpreteting the State of a Mine Fire, IR 1103, US Dept. Labour.
- Morris, R., Atkinson T., 1986, Geological and Mining Factors Affecting Spontaneous Heating of Coal, Mining Sci. and Tech., 3, pp. 217-231.
- Morris, R., Feb. 1988, A New Fire Ratio for Determining Conditions in Sealed Areas, Min. Eng., pp. 369-375.
- Porter, G.C., Ralston, O.C., 1914, A Study of the Oxidation of Coal, US Bureau of Mines. 65, pp. 1-30.
- Saraç, S., 1992, Yeralı Ocaklarında Kendiliğinden Yanma, A.Ü Müh. Mim. Fak.

EK.1 : KAYIT PROGRAMI

```
10 KEY OFF:CLS
20 SCREEN 3
30 OPEN "R",#1,"KAA",55
40 FIELD #1, 5 AS NU$,10 AS TA$,5 AS SA$,5 AS ME$,5 AS CM$,5 AS
   HI$,5 AS AZ$,5 AS OK$,5 AS CD$,5 AS SV$
50 CLS
60 FOR I=1 TO LOF(1)/55
70 TT=VAL(NU$)
80 NEXT I
90 LINE(75,290)-(375,310),7,B
100 LOCATE 22,10:PRINT "Bir önceki kayıt numarası=";TT
110 FOR J=1 TO 8000
120 NEXT J:CLS
130 LINE(140,50)-(560,70),7,B
140 LINE(140,73)-(560,126),7,B
150 LINE(140,129)-(560,245),7,B
160 LINE(140,248)-(560,268),7,B
170 LOCATE 22,10:PRINT STRING$(70,32)
180 LOCATE 5,32:PRINT "BILGI GIRIS KARTI"
190 LOCATE 7,18:PRINT "KAYIT NUMARASI           (nnnn)   :"
200 LOCATE 8,18:PRINT "KAYIT TARİHİ           (gg/aa/yyyy)  :"
210 LOCATE 9,18:PRINT "KAYIT SAATİ           (ss:dd)   :"
220 LOCATE 11,18:PRINT "METAN           (CH4)       :  %"
230 LOCATE 12,18:PRINT "K.MONO.           (CO)        :  %"
240 LOCATE 13,18:PRINT "HİDRO.           (H2)         :  %"
250 LOCATE 14,18:PRINT "AZOT           (N2)          :  %"
260 LOCATE 15,18:PRINT "OKSİJ.           (O2)          :  %"
270 LOCATE 16,18:PRINT "K.DİO.           (CO2)         :  %"
280 LOCATE 17,18:PRINT "BARAJ HACMI   (M3)          :  "
290 LOCATE 19,22:PRINT "KAYIT/DUZELTME:"
300 LOCATE 7,55:LINE INPUT "",C$:LSET NU$=C$
310 LOCATE 8,53:LINE INPUT "",C$:LSET TA$=C$
320 LOCATE 9,55:LINE INPUT "",C$:LSET SA$=C$
330 LOCATE 11,46:LINE INPUT "",C$:LSET ME$=C$
340 LOCATE 12,46:LINE INPUT "",C$:LSET CM$=C$
350 LOCATE 13,46:LINE INPUT "",C$:LSET HI$=C$
360 LOCATE 14,46:LINE INPUT "",C$:LSET AZ$=C$
370 LOCATE 15,46:LINE INPUT "",C$:LSET OK$=C$
380 LOCATE 16,46:LINE INPUT "",C$:LSET CD$=C$
390 LOCATE 17,46:LINE INPUT "",C$:LSET SV$=C$
400 LOCATE 19,40:LINE INPUT T$
410 IF T$="KAYIT" THEN 470
420 IF T$="DUZELTME" THEN 430
430 LOCATE 22,10:INPUT"duzeltme için satır numarası giriniz:",X
440 ON X GOTO 300,310,320,330,340,350,360,370,380,390
450 GOTO 430
460 LOCATE 22,1:PRINT STRING$(80,205)
470 PUT#1,I
480 LOCATE 22,10:INPUT "kayıt işlemine devam edilecek mi",C$
490 IF C$="E" OR C$="e" THEN 520
500 IF C$="H" OR C$="h" THEN 500
510 GOTO 480
```

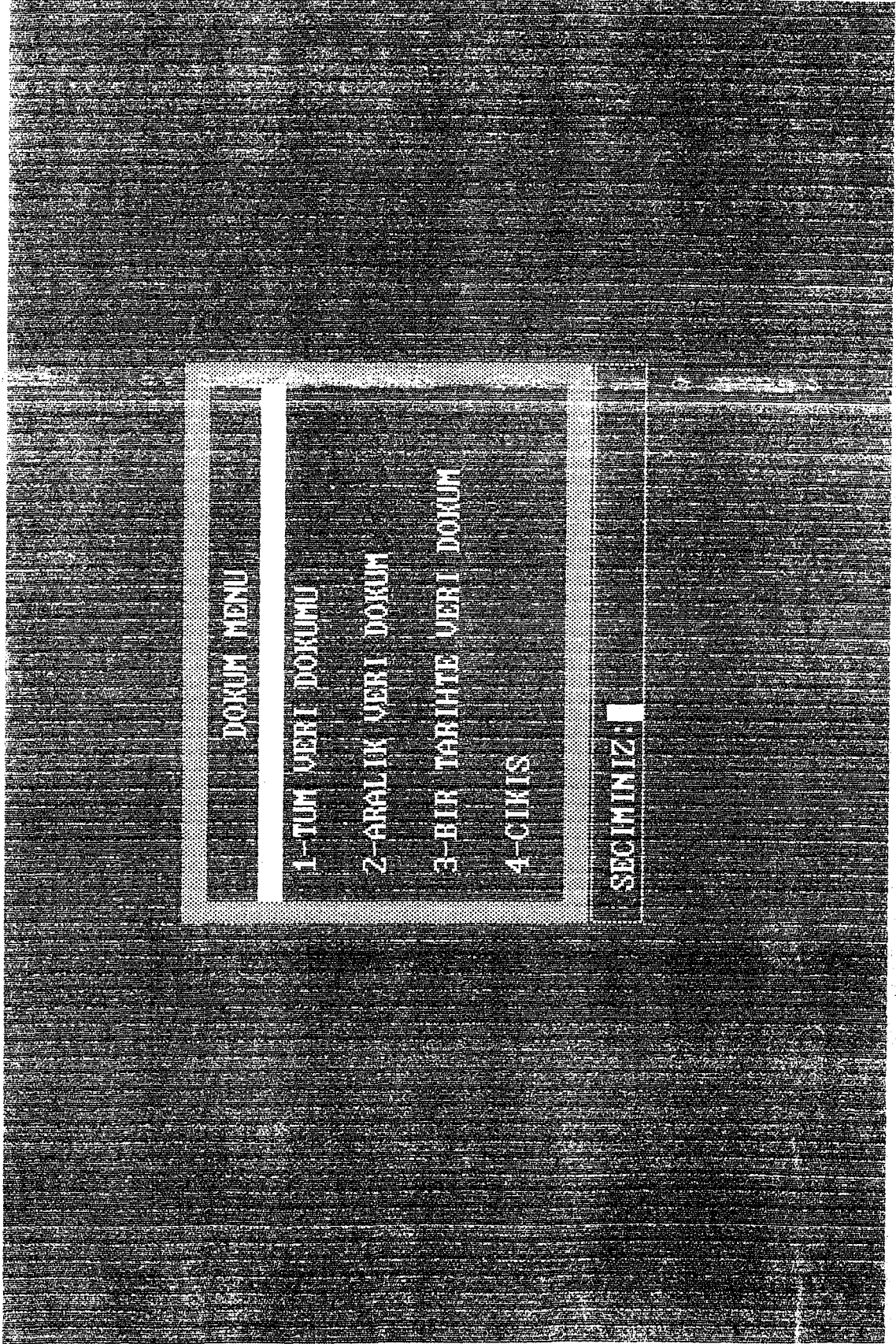
EK.1 : KAYIT PROGRAM1 (devam)

520 GOTO 50

530 CLOSE #1:CHAIN "KAAMNU"

540 REM "KAAKAY"

EK.2a : DOKUM MENU EKRANI



EK.2b : DOKUM MENU PROGRAMI

```
10 KEY OFF:CLS
20 SCREEN 3
30 FOR I=1 TO 10
40 LINE (210-I,80-I)-(455+I,220+I),7,B
50 LINE (210,110-I)-(455,110-I)
60 NEXT I
70 LOCATE 7,33:PRINT "DOKUM MENU"
80 LOCATE 9,27:PRINT "1-TUM VERI DOKUMU"
90 LOCATE 11,27:PRINT "2-ARALIK VERI DOKUM"
100 LOCATE 13,27:PRINT "3-BIR TARHTE VERI DOKUM"
110 LOCATE 15,27:PRINT "4-CHKIS"
120 LINE (200,232)-(465,252),7,B
130 LOCATE 18,28:INPUT "SECMINIZ:".X
140 FOR I=202 TO 463:FOR J=234 TO 250
150 PSET (I,J)
160 NEXT J:NEXT I
170 IF X=1 THEN CHAIN "TUMDOK"
180 IF X=2 THEN CHAIN "ARADOK"
190 IF X=3 THEN CHAIN "TARDOK"
200 IF X=4 THEN CHAIN "KAMNU"
210 REM "DOKMNU"
```

EK.3a : TUM VERI DOKUMU

TUM GAZ VERILERI DOKUMU

NO	TARİH	SAAT	% CH4	% CO	% H2	% N2	% O2	% CO2	B.H
51	23/03/1992	09:00	11.50	0.021	0.000		5.90	5.35	5000
52	23/03/1992	11:00	11.60	0.021	0.000		6.00	5.35	5000
53	23/03/1992	12:50	11.70	0.021	0.000		5.90	5.10	5000
54	23/03/1992	15:00	11.50	0.02	0.000		5.40	5.10	5000
55	23/03/1992	16:50	11.50	0.019	0.000		5.80	5.00	5000
56	23/03/1992	19:00	11.60	0.018	0.001		6.00	5.30	5000
57	23/03/1992	20:50	11.60	0.018	0.001		6.00	5.00	5000
58	23/03/1992	22:40	11.60	0.017	0.001		6.10	5.00	5000
59	24/03/1992	01:05	11.60	0.016	0.001		6.00	5.10	5000
60	24/03/1992	02:55	11.80	0.016	0.000		6.10	5.10	5000
61	24/03/1992	04:55	11.80	0.015	0.000		6.10	5.30	5000
62	24/03/1992	06:40	11.80	0.015	0.001		6.10	5.30	5000
63	24/03/1992	09:00	11.60	0.014	0.000		6.60	5.20	5000
64	24/03/1992	10:50	11.70	0.014	0.000		6.50	5.00	5000
65	24/03/1992	12:55	13.70	0.014	0.000		6.30	4.90	5000
66	24/03/1992	14:40	11.60	0.009	0.000		6.50	5.00	5000
67	24/03/1992	16:45	12.20	0.014	0.001		6.00	5.30	5000
68	24/03/1992	18:10	12.00	0.009	0.000		5.90	5.30	5000
69	24/03/1992	20:50	12.20	0.009	0.000		6.00	5.50	5000
70	24/03/1992	22:40	12.40	0.009	0.000		6.00	5.40	5000
71	25/03/1992	01:00	12.00	0.009	0.001		6.10	5.30	5000

islam devam ediyor...

NO	TARİH	SAAT	% CH4	% CO	% H2	% N2	% O2	% CO2	B.H
72	25/03/1992	03:00	12.10	0.009	0.001		6.00	5.40	5000
73	25/03/1992	05:00	12.00	0.008	0.000		6.00	5.40	5000
74	25/03/1992	07:00	12.20	0.008	0.000		6.00	5.30	5000
75	25/03/1992	08:55	12.10	0.008	0.000		6.20	5.30	5000
76	25/03/1992	10:55	12.20	0.008	0.000		6.00	5.30	5000
77	25/03/1992	12:50	12.10	0.008	0.000		6.20	5.20	5000
78	25/03/1992	14:40	11.80	0.008	0.000		6.10	5.35	5000
79	25/03/1992	16:45	12.00	0.008	0.000		5.90	5.30	5000
80	25/03/1992	19:05	12.00	0.008	0.000		6.00	5.30	5000
81	25/03/1992	20:45	12.40	0.008	0.000		5.90	5.20	5000
82	25/03/1992	22:30	12.10	0.008	0.001		6.00	5.40	5000
83	26/03/1992	00:50	11.90	0.007	0.000		6.10	5.20	5000
84	26/03/1992	02:50	11.20	0.007	0.001		6.80	4.90	5000
85	26/03/1992	04:50	11.70	0.007	0.000		6.40	5.30	5000
86	26/03/1992	06:50	12.00	0.007	0.001		6.10	5.20	5000
87	26/03/1992	08:50	12.00	0.007	0.001		6.00	5.40	5000
88	26/03/1992	10:50	5.70	0.007	0.001		13.00	2.80	5000

EK.3a : TUM VERİ DOKUMU (devam)

89	26/03/1992	13:05	1.75	0.042	0.001		17.90	1.20	5000
90	26/03/1992	13:45	1.40	0.057	0.001		18.10	1.12	5000
91	26/03/1992	14:10	1.21	0.007	0.001		18.20	1.10	5000
92	26/03/1992	14:35	1.10	0.058	0.001		18.30	1.10	5000

islem devam ediyor...

NO	TARİH	SAAT	% CH4	% CO	% H2	% N2	% O2	%CO2	B.H
93	26/03/1992	14:55	1.07	0.057	0.001		18.50	1.05	5000
94	26/03/1992	15:15	1.00	0.055	0.001		18.50	1.02	5000
95	26/03/1992	15:30	1.10	0.059	0.001		18.50	1.02	5000
96	26/03/1992	15:55	0.88	0.06	0.001		18.20	1.00	5000
97	26/03/1992	17:15	0.87	0.017	0.001		19.00	0.67	5000
98	26/03/1992	18:05	0.05	0.002	0.001		20.30	0.14	5000
99	26/03/1992	19:15	1.58	0.038	0.001		18.20	1.10	5000
00	26/03/1992	20:15	1.75	0.055	0.001		17.90	1.30	5000
01	26/03/1992	21:25	1.90	0.08	0.001		17.40	1.50	5000
02	26/03/1992	22:25	2.00	0.096	0.001		16.90	1.80	5000
03	26/03/1992	23:20	2.20	0.085	0.001		16.50	1.95	5000
04	27/03/1992	00:30	2.40	0.095	0.001		16.00	2.25	5000
05	27/03/1992	01:30	2.60	0.07	0.001		15.70	2.45	5000
06	27/03/1992	02:45	3.00	0.08	0.000		15.60	2.60	5000
07	27/03/1992	03:55	3.10	0.09	0.001		15.10	2.75	5000
08	27/03/1992	04:55	3.25	0.10	0.001		14.80	2.95	5000
09	27/03/1992	06:55	3.40	0.09	0.001		14.60	3.00	5000
10	27/03/1992	07:10	3.50	0.1	0.001		14.30	3.25	5000
11	27/03/1992	08:25	3.45	0.12	0.001		14.10	3.30	5000
12	27/03/1992	09:25	3.62	0.1	0.001		13.60	3.55	5000
13	27/03/1992	10:45	3.62	0.11	0.001		13.40	3.65	5000

islem devam ediyor...

NO	TARİH	SAAT	% CH4	% CO	% H2	% N2	% O2	%CO2	B.H
14	27/03/1992	11:50	3.72	0.1	0.001		13.20	3.75	5000
15	27/03/1992	12:35	3.70	0.1	0.001		13.30	3.70	5000
16	27/03/1992	13:45	3.55	0.12	0.001		13.50	3.60	5000
17	27/03/1992	14:50	3.70	0.11	0.000		12.90	3.87	5000
18	27/03/1992	16:15	4.00	0.125	0.000		12.10	4.25	5000
19	27/03/1992	17:15	4.20	0.13	0.000		11.80	4.40	5000
20	27/03/1992	18:05	4.20	0.14	0.000		11.70	4.30	5000
21	27/03/1992	19:30	4.30	0.14	0.000		11.30	4.20	5000
22	27/03/1992	20:20	4.00	0.146	0.019		11.00	4.70	5000
23	27/03/1992	21:25	4.20	0.15	0.028		10.80	4.75	5000

EK.3a : TUM VERİ DOKUMU (devam)

324	27/03/1992	22:20	4.50	0.145	0.02		10.70	4.80	5000
325	27/03/1992	23:20	4.50	0.17	0.028		10.40	5.00	5000
326	28/03/1992	00:45	4.80	0.155	0.009		10.40	5.00	5000
327	28/03/1992	01:45	4.70	0.16	0.02		10.40	4.80	5000
328	28/03/1992	03:05	4.80	0.17	0.01		9.90	5.00	5000
329	28/03/1992	04:10	4.90	0.195	0.01		9.50	5.20	5000
330	28/03/1992	05:15	4.80	0.195	0.01		9.60	5.10	5000
331	28/03/1992	06:15	4.80	0.2	0.01		9.40	5.10	5000
332	28/03/1992	07:15	4.70	0.21	0.03		9.30	5.20	5000
333	28/03/1992	08:45	4.70	0.22	0.031		8.90	5.30	5000
334	28/03/1992	09:55	4.70	0.245	0.032		8.80	5.40	5000

islem devam ediyor...

NO	TARİH	SAAT	% CH4	% CO	% H2	% N2	% O2	%CO2	B.H
335	28/03/1992	10:55	4.90	0.24	0.026		8.70	5.45	5000
336	28/03/1992	12:30	5.00	0.255	0.032		8.50	5.30	5000
337	28/03/1992	13:35	5.00	0.275	0.027		8.50	5.30	5000
338	28/03/1992	14:50	5.10	0.295	0.089		8.30	5.60	5000
339	28/03/1992	15:15	4.90	0.315	0.06		8.60	5.40	5000
340	28/03/1992	17:15	4.90	0.325	0.03		8.50	5.40	5000
341	28/03/1992	18:15	4.90	0.327	0.022		9.60	5.30	5000
342	28/03/1992	19:15	4.95	0.345	0.024		8.40	5.40	5000
343	28/03/1992	20:15	4.80	0.35	0.048		8.50	5.30	5000
344	28/03/1992	21:20	5.00	0.38	0.019		8.40	5.40	5000
345	28/03/1992	22:25	4.60	0.35	0.026		9.10	5.10	5000
346	28/03/1992	23:20	4.70	0.36	0.035		8.90	5.20	5000
347	29/03/1992	00:45	5.00	0.415	0.03		7.10	5.60	5000
348	29/03/1992	02:30	5.00	0.43	0.093		7.90	5.60	5000
349	29/03/1992	03:30	5.10	0.435	0.096		7.90	5.70	5000
350	29/03/1992	04:45	5.10	0.455	0.085		7.60	5.70	5000

dokum sonu...

EK.3b : TUM VERİ DOKÜM PROGRAMI

```
10 KEY OFF:CLS
20 SCREEN 3
30 OPEN "R",#1,"KAA",55
40 FIELD #1,5 AS NU$,10 AS TA$,5 AS SA$,5 AS ME$,5 AS CM$,5 AS HI$,5
   AS AZ$,5 AS OK$,5 AS CD$,5 AS SV$
50 LOCATE 22,10:INPUT "ekran veya yazıcı için tercihinizi giriniz 15/PJ
   : ",C$
60 IF C$="S" OR C$="s" THEN 60
70 IF C$="P" OR C$="p" THEN 400
80 CLS
90 LINE (5,9)-(719,25),7,B
100 LOCATE 2,28:PRINT "TUM GAZ VERİLERİ DOKÜMÜ"
110 LOCATE 3,3:PRINT "NO          TARİH          SAA1    % CH4    % CO    % H2
   % N2    % O2    % CO2    B.HAC"
120 LINE (5,28)-(719,42),7,B
130 LINE (5,48)-(719,280),7,B
140 J=4
150 FOR I=1 TO LOF(1)/55
160 GET#1,1
170 J=J+1
180 LOCATE J,2:PRINT NU$
190 LOCATE J,8:PRINT TA$
200 LOCATE J,20:PRINT SA$
210 LOCATE J,29:PRINT ME$
220 LOCATE J,37:PRINT CM$
230 LOCATE J,45:PRINT HI$
240 LOCATE J,53:PRINT AZ$
250 LOCATE J,61:PRINT OK$
260 LOCATE J,68:PRINT CD$
270 LOCATE J,74:PRINT SV$
280 IF J=20 THEN 290 ELSE GOTO 360
290 LOCATE 23,10:PRINT "devam için herhangi bir tuşa dokununuz"
300 IF INKEY$="" THEN 300
310 LOCATE 23,10:PRINT STRING$(70,32)
320 FOR K=5 TO 20
330 LOCATE K,2:PRINT STRING$(76,32)
340 NEXT K
350 J=4
360 NEXT I
370 LOCATE 23,10:INPUT "tekrar için <T>,devam için <D>:",C$
380 IF C$="D"OR C$="d" THEN 720
390 IF C$="T" OR C$="t" THEN 60
400 CLS
410 LOCATE 22,10:INPUT "printer hazır olduðu zaman < ENTER > ",I$
420 WHILE INKEY$="" :WEND
430 CLS:K=0
440 LOCATE 22,10:PRINT "devam için bir tuşa dokununuz"
450 WHILE INKEY$="" :WEND
460 CLS
470 LPRINT:TAB(28):"TUM GAZ VERİLERİ DOKÜMÜ"
```

EK.3b : TUM VERI DOKUM PROGRAMI (devam)

```
% N2    % O2    % CO2    B.HAC"
500 LPRINT STRING$(80,205)
510 FOR I=1 TO LOF(1)/55
520 GET#1,I
530 LPRINT  NU$;TAB(8);TA$;TAB(20);SA$;TAB(29);ME$;TAB(37)
      ;CM$;TAB(45);HI$;TAB(53);AZ$;TAB(61);UK$;TAB(68);CD$
      ;TAB(74);SV$
540 K=K+1
550 IF K>20 THEN 570
560 GOTO 630
570 LPRINT STRING$(80,205)
580 LPRINT;TAB(15);"islem devam ediyor..."
590 LPRINT STRING$(80,205)
600 LPRINT;TAB(3);"NO          TARİH          SAA7    % CH4    % CO    % H2
      % N2    % O2    %CO2    B.HAC"
610 LPRINT STRING$(80,205)
620 K=0
630 NEXT I
640 LPRINT STRING$(80,205)
650 LPRINT;TAB(20);"dokum sonu..."
660 LPRINT :LPRINT
670 CLS
680 LOCATE 24,10:INPUT "listeyi tekrar ister mısınız LE/HI :".C$
690 IF C$="E" OR C$="e" THEN 400
700 IF C$="H" OR C$="h" THEN 720
710 GOTO 680
720 CLOSE #1:CHAIN"DOKMNU"
730 REM"TUMDOK"
```

EK.4a : ARALIK VERİ DOKUMU

24/03/1992--25/03/1992 TARİHLERİ ARASI BİLGİ DOKUMU

NO	TARİH	SAAT	% CH4	% CO	% H2	% N2	% O2	% CO2	B.HAC
259	24/03/1992	01:05	11.60	0.016	0.001		6.00	5.10	5000
260	24/03/1992	02:55	11.80	0.016	0.000		6.10	5.10	5000
261	24/03/1992	04:55	11.80	0.015	0.000		6.10	5.30	5000
262	24/03/1992	06:40	11.80	0.015	0.001		6.10	5.30	5000
263	24/03/1992	09:00	11.60	0.014	0.000		6.60	5.20	5000
264	24/03/1992	10:50	11.70	0.014	0.000		6.50	5.00	5000
265	24/03/1992	12:55	13.70	0.014	0.000		6.30	4.90	5000
266	24/03/1992	14:40	11.60	0.009	0.000		6.50	5.00	5000
267	24/03/1992	16:45	12.20	0.014	0.001		6.00	5.30	5000
268	24/03/1992	18:10	12.00	0.009	0.000		5.90	5.30	5000
269	24/03/1992	20:50	12.20	0.009	0.000		6.00	5.50	5000
270	24/03/1992	22:40	12.40	0.009	0.000		6.00	5.40	5000
271	25/03/1992	01:00	12.00	0.009	0.001		6.10	5.30	5000
272	25/03/1992	03:00	12.10	0.009	0.001		6.00	5.40	5000
273	25/03/1992	05:00	12.00	0.008	0.000		6.00	5.40	5000
274	25/03/1992	07:00	12.20	0.008	0.000		6.00	5.30	5000
275	25/03/1992	08:55	12.10	0.008	0.000		6.20	5.30	5000
276	25/03/1992	10:55	12.20	0.008	0.000		6.00	5.30	5000
277	25/03/1992	12:50	12.10	0.008	0.000		6.20	5.20	5000
278	25/03/1992	14:40	11.80	0.008	0.000		6.10	5.35	5000
279	25/03/1992	16:45	12.00	0.008	0.000		5.90	5.40	5000

işlem devam ediyor...

NO	TARİH	SAAT	% CH4	% CO	% H2	% N2	% O2	% CO2	B.HAC
280	25/03/1992	19:05	12.00	0.008	0.000		6.00	5.30	5000
281	25/03/1992	20:45	12.40	0.008	0.000		5.90	5.20	5000
282	25/03/1992	22:30	12.10	0.008	0.001		6.00	5.40	5000

dokum sonu...

EK.4b : ARALIK VERİ DOKUM PROGRAMI

```

10 KEY OFF:CLS
20 OPEN "R",#1,"KAA",55
30 FIELD #1, 5 AS NU$,10 AS TA$,5 AS SA$,5 AS NE$,5 AS CM$,5 AS
   HI$,5 AS AZ$,5 AS OK$,5 AS CD$,5 AS SV$
40 CLS
50 LINE (60,275)-(555,280),7,B
60 LOCATE 20,10:PRINT "dokum baslangic tarihini giriniz :"
70 LOCATE 20,47:LINE INPUT BT$
80 LINE (60,303)-(555,308),7,B
90 LOCATE 22,10:PRINT "dokum bitis tarihini giriniz      :"
100 LOCATE 22,47:LINE INPUT ST$
110 BT$=BT$+SPACE$(10-LEN(BT$))
120 ST$=ST$+SPACE$(10-LEN(ST$))
130 CLS
140 L=5
150 FOR I=1 TO LOF(1)/55
160 GET#1,I
170 IF TA$=BT$ THEN BT=I:GOTO 190
180 NEXT I
190 FOR I=1 TO LOF(1)/55
200 GET#1,I
210 IF TA$=ST$ THEN ST=I
220 NEXT I
230 LOCATE 23,10:INPUT "yazıcı veya ekran için tercihin giriniz L S/P
   J",C$
240 IF C$="S" OR C$="s" THEN 270
250 IF C$="P" OR C$="p" THEN 600
260 GOTO 230
270 CLS
280 LINE(2,5)-(718,15),7,B
290 LINE(2,22)-(718,38),7,B
300 LINE (2,45)-(718,300),7,B
310 LOCATE 1,15:PRINT BT$:"--":ST$:" YARIMLERİ ARASI BİLGİ DOKUMU"
320 LOCATE 3,2:PRINT" NO      TARİH      SAAT      % CH4      % CO      % H2
   % N2      % O2      % CO2      B.HAC"
330 FOR I=BT TO ST
340 GET#1,I
350 LOCATE L,2:PRINT NU$
360 LOCATE L,8:PRINT TA$
370 LOCATE L,19:PRINT SA$
380 LOCATE L,28:PRINT NE$
390 LOCATE L,36:PRINT CM$
400 LOCATE L,45:PRINT HI$
410 LOCATE L,52:PRINT AZ$
420 LOCATE L,59:PRINT OK$
430 LOCATE L,66:PRINT CD$
440 LOCATE L,74:PRINT SV$
450 L=L+1
460 IF L>20 THEN 480
470 GOTO 550

```

EK.4b : ARALIK VERİ DOKÜM PROGRAMI (devam)

```
480 LOCATE 23,10:PRINT "devam için < ENTER >"
490 IF INKEY$="" THEN 490
500 FOR K=5 TO 21
510 LOCATE K,2:PRINT STRING$(76,32)
520 NEXT K
530 L=5
540 LOCATE 23,10:PRINT STRING$(70,32)
550 NEXT I
560 LOCATE 23,10:INPUT "devam için L D J ;tekrar için L T J".L$
570 IF C$="D" OR C$="d" THEN
580 IF C$="T" OR C$="t" THEN 40
590 GOTO 560
600 CLS
610 LOCATE 22,10:INPUT "devam için L D J, donus için L G J".L$
620 IF C$="D" OR C$="d" THEN 650
630 IF C$="G" OR C$="g" THEN 230
640 GOTO 610
650 CLS
660 LOCATE 22,10:PRINT "printer hazır olduğu zaman < ENTER >"
670 IF INKEY$="" THEN 670
680 CLS
690 L=0
700 LPRINT
710 LPRINT;TAB(10);BT$;"--";ST$;" TARİHLERİ ARASI BİLGİ DOKÜMÜ"
720 LPRINT STRING$(80,205)
730 LPRINT TAB(2);" NO TARİH SAAT % CH4 % CO % H2"
% N2 % O2 % CO2 B.HAC"
740 LPRINT STRING$(80,205)
750 FOR I=BT TO ST
760 GET#1,I
770 LPRINT;TAB(2);NU$;TAB(8);TA$;TAB(19);SA$;TAB(28);MC$;TAB(36);
CM$;TAB(45);HI$;TAB(52);AZ$;TAB(59);OK$;TAB(66);LD$
;TAB(74);SV$
780 L=L+1
790 IF L>20 THEN 810
800 GOTO 870
810 LPRINT STRING$(80,205)
820 LPRINT;TAB(10);"işlem devam ediyor..."
830 LPRINT STRING$(80,205)
840 LPRINT TAB(2);" NO TARİH SAAT % CH4 % CO % H2"
% N2 % O2 % CO2 B.HAC"
850 LPRINT STRING$(80,205)
860 L=0
870 NEXT I
880 LPRINT STRING$(80,205)
890 LPRINT ;TAB(10);"doküman sonu..."
900 LOCATE 23,10:INPUT "devam için L D J,tekrar için L T J".L$
910 IF C$="D" OR C$="d" THEN 840
920 IF C$="T" OR C$="t" THEN 40
```

EK.4b : ARALIK VERİ DOKÜMAN PROGRAMI (devam)

940 CLOSE#1:CHAIN"DOKMNU"

950 REM"ARADOK"

EK.5a : BİR TARİHTE VERİ DOKUMU

27/03/1992 TARİHİNDE VERİ DOKUMU

NUMARA	TARİH	SAAT	%CH4	%CO	%H2	%N2	%O2	%CO2	B.HAC
304	27/03/1992	00:30	2.40	0.095	0.001		16.00	2.25	5000
305	27/03/1992	01:30	2.60	0.07	0.001		15.70	2.45	5000
306	27/03/1992	02:45	3.00	0.08	0.000		15.60	2.60	5000
307	27/03/1992	03:55	3.10	0.09	0.001		15.10	2.75	5000
308	27/03/1992	04:55	3.25	0.10	0.001		14.80	2.95	5000
309	27/03/1992	06:55	3.40	0.09	0.001		14.60	3.00	5000
310	27/03/1992	07:10	3.50	0.1	0.001		14.30	3.25	5000
311	27/03/1992	08:25	3.45	0.12	0.001		14.10	3.30	5000
312	27/03/1992	09:25	3.62	0.1	0.001		13.60	3.55	5000
313	27/03/1992	10:45	3.62	0.11	0.001		13.40	3.65	5000
314	27/03/1992	11:50	3.72	0.1	0.001		13.20	3.75	5000
315	27/03/1992	12:35	3.70	0.1	0.001		13.30	3.70	5000
316	27/03/1992	13:45	3.55	0.12	0.001		13.50	3.60	5000
317	27/03/1992	14:50	3.70	0.11	0.000		12.90	3.87	5000
318	27/03/1992	16:15	4.00	0.125	0.000		12.10	4.25	5000
319	27/03/1992	17:15	4.20	0.13	0.000		11.80	4.40	5000
320	27/03/1992	18:05	4.20	0.14	0.000		11.70	4.30	5000
321	27/03/1992	19:30	4.30	0.14	0.000		11.30	4.20	5000
322	27/03/1992	20:20	4.00	0.146	0.019		11.00	4.70	5000
323	27/03/1992	21:25	4.20	0.15	0.028		10.80	4.75	5000
324	27/03/1992	22:20	4.50	0.145	0.02		10.70	4.80	5000
325	27/03/1992	23:20	4.50	0.17	0.028		10.40	5.00	5000

dokum sonu...

EK.5b : TARIHE GORE VERİ DOKUM PROGRAMI

```
10 KEY OFF:CLS
20 SCREEN 3
30 OPEN "R",#1,"KAA",55
40 FIELD #1, 5 AS NU$,10 AS TA$,5 AS SA$,5 AS ME$,5 AS CM$,5 AS
   HI$,5 AS AZ$,5 AS OK$,5 AS CD$,5 AS SV$
50 CLS
60 LINE ( 60,275)-(580,280),7,B
70 LOCATE 20,10:PRINT "dokum yapılacak tarini giriniz : "
80 LOCATE 20,45:LINE INPUT VT$
90 CLS
100 LOCATE 22,10:INPUT "ekran veya yazıcı için tercihin giriniz L B/P
   J : ",C$
110 IF C$="S" OR C$="s" THEN 130
120 IF C$="P" OR C$="p" THEN 470
130 CLS:L=3
140 LINE (5,3)-(710,14),7,B
150 LINE(5,18)-(710,30),7,B
160 LINE(5,33)-(710,300),7,B
170 LOCATE 1,26:PRINT VT$;" TARIHİNDE VERİ DOKUMU"
180 LOCATE 2,2:PRINT "NUMARA"
190 LOCATE 2,11:PRINT "TARİH"
200 LOCATE 2,21:PRINT "SAAT"
210 LOCATE 2,28:PRINT "%CH4"
220 LOCATE 2,35:PRINT "%CO"
230 LOCATE 2,42:PRINT "%H2"
240 LOCATE 2,49:PRINT "%N2"
250 LOCATE 2,56:PRINT "%O2"
260 LOCATE 2,63:PRINT "%CO2"
270 LOCATE 2,70:PRINT "B.HAL"
280 FOR I=1 TO LOF(1)/55
290 GET#1,1
300 VT$=VT$+SPACE$(10-LEN(VT$))
310 IF TA$=VT$ THEN 350
320 GOTO 450
330 LOCATE 22,10:PRINT "kayıtlarda aranan tarihe rastlanmamıştır"
340 FOR J=1 TO 5000 :NEXT J
350 LOCATE L+1,2:PRINT
   NU$;TAB(9);TA$;TAB(20);SA$;TAB(28);ME$;TAB(35)
   ;CM$;TAB(42);HI$;TAB(4 9);AZ$;TAB(56);OK$;TAB(63)
   ;CD$;TAB(70);SV$
360 L=L+1
370 IF L=20 THEN 380 ELSE GOTO 450
380 LOCATE 23,10:PRINT "devam için K-ENTER > : "
390 IF INKEY$="" THEN 390
400 FOR K=4 TO 20
410 LOCATE K,2:PRINT STRING$(76,32)
420 NEXT K
430 LOCATE 23,10:PRINT STRING$(70,32)
440 L=3
450 NEXT I
```

EK.5b : TAKIHE GORE VERI DOKUM PROGRAMI (devam)

```
460 GOTO 730
470 CLS
480 LOCATE 22,10:PRINT "printer hazır olduğu zaman < ENTER >"
490 WHILE INKEY$="":WEND
500 CLS
510 L=0
520 LPRINT VT$;" TARIHİNDE VERİ DOKUMU"
530 LPRINT STRING$(80,205)
540 LPRINT
550 LPRINT TAB(2);"NUMARA";TAB(9);"TARİH";TAB(20);"SAAT";TAB(28);
    "%CH4";TAB(35) ;"%CÜ";TAB(42);"%H2";TAB(49);"%N2"
    ;TAB(56);"%O2";TAB(63);"%CÜ2";TAB(70);"B.HAL"
560 LPRINT STRING$(80,205)
570 FOR I=1 TO LOF(1)/55
580 GET#1,I
590 VT$=VT$+SPACE$(10-LEN(VT$))
600 IF TA$=VT$ THEN 620
610 GOTO 690
620 LOCATE L+1,2:LPRINT NU$;TAB(9);TA$;TAB(20);SA$;TAB(28);
    ME$;TAB(35);CM$;TAB(42);Rİ$;TAB(49);A2$;TAB(56);OK$;
    TAB(63);CÜ$;TAB(70);SV$
630 IF L=20 THEN 650
640 GOTO 690
650 LPRINT STRING$(80,205)
660 LPRINT TAB(10);"işlem devam ediyor..."
670 LPRINT STRING$(80,205)
680 L=0
690 NEXT I
700 LPRINT STRING$(80,205)
710 LPRINT ;TAB(20);"dokum sonu..."
720 LPRINT :LPRINT
730 LOCATE 23,10:INPUT "tekrar için < T >, devam için < D > :".C$
740 IF C$="T" OR C$="t" THEN 50
750 IF C$="D" OR C$="d" THEN 770
760 GOTO 730
770 CLOSE #1:CHAIN"DOKMNU"
780 REM "TARDOK"
```

EK. 6 : DEGİSİKLIK/IPTAL PROGRAMI

```

10 KEY OFF:CLS
20 OPEN "R",#1,"KAA",55
30 FIELD #1,5 AS NU$,10 AS TA$,5 AS SA$,5 AS ME$,5 AS CM$,5 AS HI$,5
   AS AZ$,5 AS OK$,5 AS CD$,5 AS SV$
40 SCREEN 3
50 CLS
60 LINE( 60,230)-(600,240),7,B
70 LINE ( 60,260)-(600,270),7,B
80 LOCATE 17,10:PRINT "degisiklik / iptal yapılacak varın : "
90 LOCATE 19,16:PRINT "qırılan tarih için kayıt saati:"
100 LOCATE 17,49:LINE INPUT DT$
110 LOCATE 19,52:LINE INPUT KS$
120 DT$=DT$+SPACE$(10-LEN(DT$))
130 KS$=KS$+SPACE$(5-LEN(KS$))
140 CLS
150 LINE (120,25)-(570,45),7,B
160 LINE (120,50)-(570,100),7,B
170 LINE (120,105)-(570,210),7,B
180 LINE (120,215)-(570,240),7,B
190 LOCATE 3,28:PRINT "BILGI DEGİSİKLIK KARTI"
200 LOCATE 5,17:PRINT "KAYIT NUMARASI          (nnnn)  : "
210 LOCATE 6,17:PRINT "KAYIT TARİHİ          (gg/aa/yyyy)  : "
220 LOCATE 7,17:PRINT "KAYIT SAATİ          (ss:dd)  : "
230 LOCATE 9,17:PRINT "METAN          (CH4)  :  %"
240 LOCATE 10,17:PRINT "K.MON          (U02)  :  %"
250 LOCATE 11,17:PRINT "HİDR0.          (H2)  :  %"
260 LOCATE 12,17:PRINT "AZOT          (N2)  :  %"
270 LOCATE 13,17:PRINT "OKSİ.          (O2)  :  %"
280 LOCATE 14,17:PRINT "K.Dİ0.          (CO2) :  %"
290 LOCATE 15,17:PRINT "BARAJ HAÇM1      (M3)  :  %"
300 LOCATE 17,18:PRINT "<DEĞİSİK/IPTAL/KAYIT>"
310 FOR I=1 TO LOF(1)/55
320 GET#1,I
330 IF DT$=TA$ AND KS$=SA$ THEN GOTO 340 ELSE GOTO 300
340 LOCATE 5,53:PRINT NU$
350 LOCATE 6,50:PRINT TA$
360 LOCATE 7,53:PRINT SA$
370 LOCATE 9,50:PRINT ME$
380 LOCATE 10,50:PRINT CM$
390 LOCATE 11,50:PRINT HI$
400 LOCATE 12,50:PRINT AZ$
410 LOCATE 13,50:PRINT OK$
420 LOCATE 14,50:PRINT CD$
430 LOCATE 15,50:PRINT SV$
440 LOCATE 17,42:INPUT X
450 LOCATE 17,42:PRINT STRING$(10,32)
460 ON X GOTO 470,790,890
470 LOCATE 21,15:INPUT "degisiklik yapılacak değeri giriniz".DD$
480 LOCATE 21,10:PRINT STRING$(70,32)
490 IF DD$="NUMARA" THEN GOSUB 590:GOTO 490

```

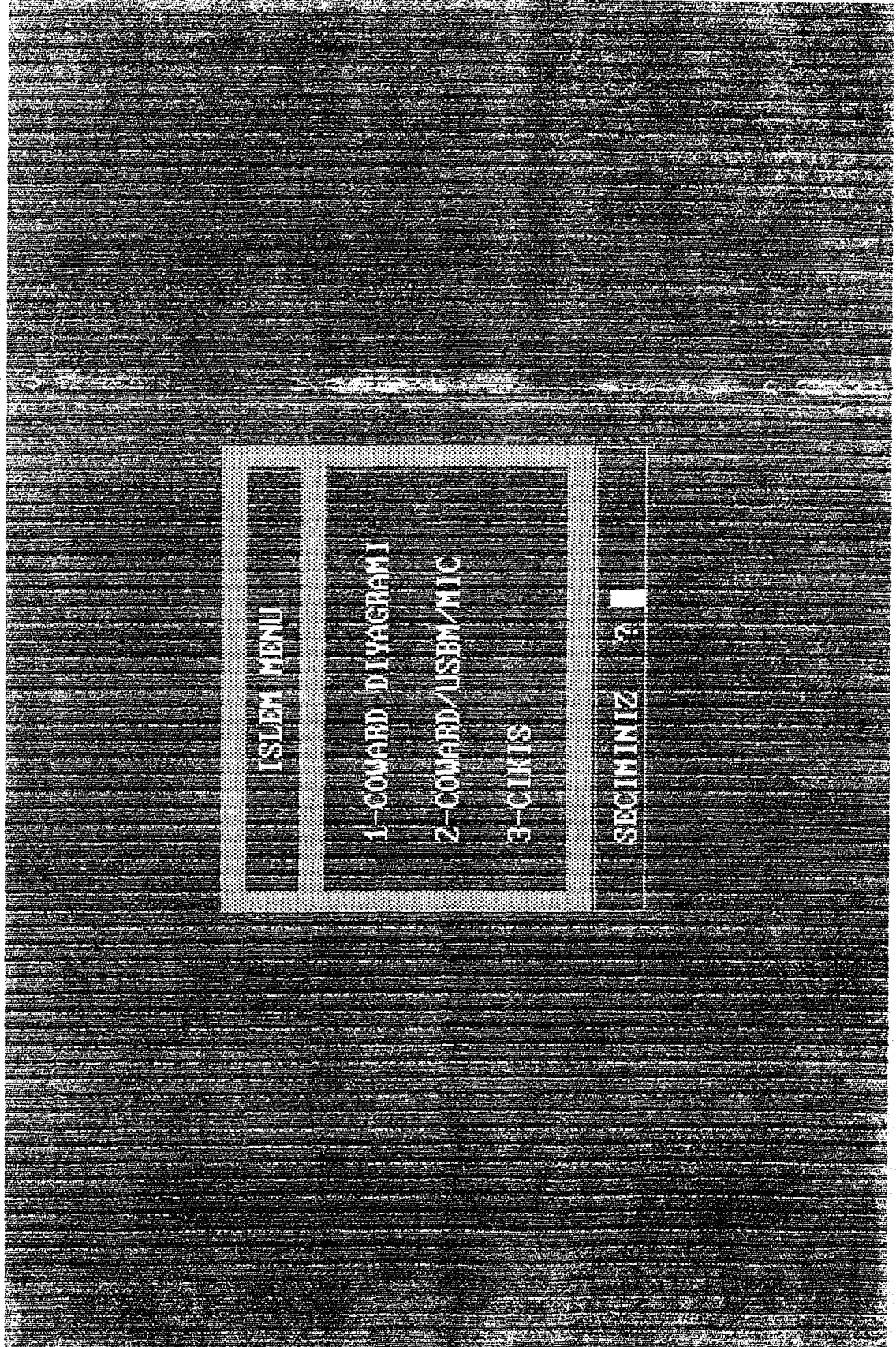
EK.6 : DEGİSİKLIK/IPTAL PROGRAMI (devam)

```
500 IF DD$="TARİH" THEN GOSUB 610:GOTO 440
510 IF DD$="SAAT" THEN GOSUB 630:GOTO 440
520 IF DD$="METAN" THEN GOSUB 650:GOTO 440
530 IF DD$="K.MON" THEN GOSUB 670:GOTO 440
540 IF DD$="HİDRO" THEN GOSUB 690:GOTO 440
550 IF DD$="AZOT" THEN GOSUB 710:GOTO 440
560 IF DD$="OKSI" THEN GOSUB 730:GOTO 440
570 IF DD$="K.DİO" THEN GOSUB 750:GOTO 440
580 IF DD$="B.HAC" THEN GOSUB 770:GOTO 440
590 LOCATE 5,58:PRINT STRING$(5,32)
600 LOCATE 5,58:LINE INPUT "",DD$:LSET NU$=DD$:RETURN
610 LOCATE 6,53:PRINT STRING$(10,32)
620 LOCATE 6,53:LINE INPUT "",DD$:LSET TA$=DD$:RETURN
630 LOCATE 7,55:PRINT STRING$(5,32)
640 LOCATE 7,55:LINE INPUT "",DD$:LSET SA$=DD$:RETURN
650 LOCATE 9,50:PRINT STRING$(5,32)
660 LOCATE 9,50:LINE INPUT "",DD$:LSET NE$=DD$:RETURN
670 LOCATE 10,50:PRINT STRING$(5,32)
680 LOCATE 10,50:LINE INPUT "",DD$:LSET CM$=DD$:RETURN
690 LOCATE 11,50:PRINT STRING$(5,32)
700 LOCATE 11,50:LINE INPUT "",DD$:LSET HI$=DD$:RETURN
710 LOCATE 12,50:PRINT STRING$(5,32)
720 LOCATE 12,50:LINE INPUT "",DD$:LSET AZ$=DD$:RETURN
730 LOCATE 13,50:PRINT STRING$(5,32)
740 LOCATE 13,50:LINE INPUT "",DD$:LSET OK$=DD$:RETURN
750 LOCATE 14,50:PRINT STRING$(5,32)
760 LOCATE 14,50:LINE INPUT "",DD$:LSET CD$=DD$:RETURN
770 LOCATE 15,50:PRINT STRING$(5,32)
780 LOCATE 15,50:LINE INPUT "",DD$:LSET SV$=DD$:RETURN
790 C$=STRING$(5,32):LSET NU$=C$
800 C$=STRING$(10,32):LSET TA$=C$
810 C$=STRING$(5,32):LSET SA$=C$
820 C$=STRING$(5,32):LSET NE$=C$
830 C$=STRING$(5,32):LSET CM$=C$
840 C$=STRING$(5,32):LSET HI$=C$
850 C$=STRING$(5,32):LSET AZ$=C$
860 C$=STRING$(5,32):LSET OK$=C$
870 C$=STRING$(5,32):LSET CD$=C$
880 C$=STRING$(5,32):LSET SV$=C$
890 PUT #1,1:GOTO 910
900 NEXT I
910 FOR I=1 TO LOF(1)/55
920 GET#1,I
930 IF TA$=STRING$(10,32) AND SA$=STRING$(5,32) THEN 560
940 P=P+1
950 PUT#1,P
960 NEXT I
970 LOCATE 22,10:INPUT "baska degisiklik veya iptal islemi var
mi",C$
980 IF C$="E" OR C$="e" THEN 40
```

EK.6 : DEG1SIKLIK/IPTAL PROGRAMI (devam)

```
990 IF C$="H" OR C$="h" THEN 1010
1000 GOTO 970
1010 CLOSE #1:CHAIN"KAAMNU"
1020 REM"KAADEIP"
```

EK.7a : ISLEM MENU EKRANI



EK.7b : ISLEM MENU PROGRAMI

```
10 KEY OFF:CLS
20 SCREEN 3
30 FOR L= 1 TO 10
40 LINE(257-L,95-L)-(457+L,115+L),7,B
50 LINE(257-L,115+L)-(457+L,220+L),7,B
60 NEXT L
70 LOCATE 8,36:PRINT "ISLEM MENU"
80 LOCATE 11,30:PRINT "1-COWARD DIYAGRAMI"
90 LOCATE 13,30:PRINT "2-COWARD & USBM & MIC"
100 LOCATE 15,30:PRINT "3-CIKIS"
110 LINE (247,232)-(467,252),7,B
120 LOCATE 18,33:PRINT "SECIMINIZ"
130 LOCATE 18,43:INPUT X
140 FOR K=249 TO 465:FOR J=234 TO 250
150 PSET (K,J)
160 NEXT J:NEXT K
170 ON X GOTO 180,190,200
180 IF X=1 THEN CHAIN "KAAISL"
190 IF X=2 THEN CHAIN "KAAIND"
200 IF X=3 THEN CHAIN "KAAMNU"
210 REM"ISLMNU"
```

EK.8 : COWARD DİYAGRAMI PROGRAMI

```

10 KEY OFF:CLS
20 SCREEN 3
30 OPEN "R",#1,"KAA",55
40 FIELD #1,5 AS NU$,10 AS TA$,5 AS SA$,5 AS ME$,5 AS CM$,5 AS HI$,
   AS AZ$,5 AS OK$,5 AS CD$,5 AS SV$
50 CLS
60 LINE (100,275)-(620,295),7,B
70 LINE (100,305)-(620,325),7,B
80 LOCATE 21,15:INPUT"numunenin kayıt tarihi (gg/aa/yyyy) : ",KT$
90 LOCATE 23,15:INPUT " numunenin kayıt saati (ss:dd) : ",SS$
100 FOR I=1 TO LOF(1)/55
110 GET#1,I
120 KT$=KT$+SPACE$(10-LEN(KT$))
130 SS$=SS$+SPACE$(5-LEN(SS$))
140 IF KT$=TA$ AND SS$=SA$ THEN 160
150 GOTO 1560
160 LLS
170 TY=VAL(ME$)+VAL(CM$)+VAL(HI$)
180 YME=(VAL(ME$)/TY)*100
190 YCM=(VAL(CM$)/TY)*100
200 YHI=(VAL(HI$)/TY)*100
210 AZ=100-
   (VAL(ME$)+VAL(CM$)+VAL(HI$)+VAL(CD$)+VAL(OK$)+VAL(EI$)+VAL(EL$))
220 AP=100/((YME/5)+(YCM/12.5)+(YHI/4.1))
230 UP=100/((YME/15)+(YCM/74)+(YHI/74))
240 BD=20.93-.209*AP
250 CD=20.93-.209*UP
260 EET=(VAL(ME$)/5.93)+(VAL(CM$)/13.78)+(VAL(HI$)/4.3)
270 EY=TY/EET
280 EEK= TY+(6*VAL(ME$))+ 4.15*VAL(CM$) + 16.55*VAL(HI$)
290 ED=.2093*(100-(EEK/EET))
300 FY=(-20.93*EY)/(ED-20.93)
310 OK=VAL(OK$)
320 LINE (5,5)-(715,345),7,B
330 LINE (100,50)-(100,300):LINE (100,300)-(600,300)
340 LINE (600,300)-(600, 50):LINE (600,50)-(100,50)
350 LOCATE 2,4:PRINT"% 02"
360 LOCATE 22,69:PRINT "% YANBİLİR"
370 FOR K=300 TO 50 STEP-50
380 FOR J=100 TO 110
390 PSET (J,K):PSET(490+J,K)
400 NEXT J:NEXT K
410 FOR K=100 TO 600 STEP 100
420 FOR J=1 TO 10
430 PSET (K,300-J):PSET (K,50+J)
440 NEXT J:NEXT K
450 FOR L=200 TO 500 STEP 100:FOR J=300 TO 50 STEP 50
460 PSET(L,J)
470 NEXT J:NEXT L
480 FOR K=100 TO 600 STEP 5:FOR J=50 TO 300 STEP 10

```

EK.8 :COWARD DIYAGRANI PROGRAM) (devam)

```

490 PSET (K,J)
500 NEXT J:NEXT K
510 LOCATE 18,9:PRINT "5"
520 LOCATE 15,9:PRINT "10"
530 LOCATE 11,9:PRINT "15"
540 LOCATE 7,9:PRINT "20"
550 LOCATE 4,9:PRINT "25"
560 LOCATE 23,22:PRINT "10"
570 LOCATE 23,33:PRINT "20"
580 LOCATE 23,45:PRINT "30"
590 LOCATE 23,56:PRINT "40"
600 LOCATE 23,66:PRINT "50"
610 XXR=300-10*INT(20.93+.5):YYR=100
620 LINE (YYR,XXR)-(600,189)
630 YYB=100+10*INT(UP+.5):XXB=300-10*INT(UB+.5)
640 YYC=100+10*INT(UP+.5):XXC=300-10*INT(UD+.5)
650 YYE=100+10*INT(EY+.5):XXE=300-10*INT(ED+.5)
660 YYF=100+10*INT(FY+.5):XXF=300
670 YYQ=100+10*INT(QY+.5):XXQ=300-10*INT(QUR+.5)
680 PSET (YYB,XXB):PSET (YYC,XXC)
690 PSET (YYE,XXE):PSET (YYF,XXF)
700 PSET (YYQ,XXQ)
710 FOR K=-2 TO 2
720 FOR J=-2 TO 2
730 PSET (YYB+K,XXB+J):PSET (YYC+K,XXC+J)
740 PSET (YYE+K,XXE+J):PSET (YYF+K,XXF+J)
750 PSET (YYQ+K,XXQ+J)
760 NEXT J:NEXT K
770 LINE (YYB,XXB)-(YYE,XXE)
780 LINE (YYC,XXC)-(YYE,XXE)
790 LINE (YYE,XXE)-(YYF,XXF)
800 GOSUB 910
810 IF BBQ=2 THEN GOTO 820 ELSE GOTO 830
820 GOSUB 1170
830 LOCATE 24, 5:INPUT "devam coin < ENTER > :";T$
840 T$=INKEY$:IF T$="" THEN GOTO 850
850 CLS
860 LINE (15,9)-(715,24),7,B
870 LINE (15,35)-(715,280),7.5
880 LINE (17,37)-(718,145),7.5
890 LOCATE 2,26:PRINT "NOBONE IS FIT ENFLIZ BOWLEMP"
900 GOTO 1290
910 A=107/500
920 C=(198-XXQ)/(600-YYQ)
930 IF A < C THEN GOTO 950
940 GOTO 960
950 BBQ=4:GOTO 1160
960 IF XXQ=XXE AND YYQ=YYE THEN 970 ELSE GOTO 1020
970 QYQ=(XXE-XXQ)/(YYQ-YYE)
980 QYF=(XXE-XXQ)/(YYQ-YYE)

```

EK.8 :COWARD DIYAGRAMI PROGRAMI (devam)

```

990 IF QYQ<QYR THEN 1000 ELSE GOTO 1010
1000 BBQ=2:GOTO 1160
1010 BBQ=1:GOTO 1160
1020 IF XXQ<XXE AND YYQ<YYE THEN 1030 ELSE GOTO 1060
1030 QYQ=(XXE-XXQ)/(YYE-YYQ)
1040 QYR=(XXE-XXB)/(YYE-YYB)
1050 IF QYQ>QYR THEN 1060 ELSE GOTO 1070
1060 BBQ=1:GOTO 1160
1070 BBQ=3:GOTO 1160
1080 IF XXQ > XXE AND YYQ >= YYE THEN 1090 ELSE GOTO 1140
1090 QYQ=(YYQ-YYE)/(XXQ-XXE)
1100 QYR=(YYF-YYE)/(XXF-XXE)
1110 IF QYQ>QYR THEN 1120 ELSE GOTO 1130
1120 BBQ=2:GOTO 1160
1130 BBQ=3:GOTO 1160
1140 IF XQE<XXQ AND YYQ<YYE THEN 1150
1150 BBQ=3
1160 RETURN
1170 EGB=-(20.93-UQK)/TY
1180 EGC=(CO-EQ)/(UP-EY)
1190 EGB=-(BU-EQ)/(EY-AP)
1200 TTX=((EG-UQK)-(EGC*EY)+(EGB*TY))/(EGB-EGC)
1210 TRX=((EU+UQK)-(EGB*EY)+(EGB*TY)/(-EGB-EGB))
1220 QQU=(TY/TTX)-1
1230 QQA=(TY/TRX)-1
1240 SSU=VAL(SV$)*QQU
1250 SSA=VAL(SV$)*QQA
1260 TSU=SSU/10
1270 TSA=SSA/10
1280 RETURN
1290 LOCATE 4,14:PRINT "Toplam Yanabilir:";TY;"%"
1300 LOCATE 4,43:PRINT "Uz Icerisi:";VALUE$;"%"
1310 LOCATE 5,4:PRINT "Alt patlama limitinde:"
1320 LOCATE 6,15:PRINT "% yanabilir=";AP
1330 LOCATE 6,40:PRINT "% U2=";BU
1340 LOCATE 7,4:PRINT "Ust patlama limitinde:"
1350 LOCATE 8,15:PRINT "% Yanabilir =";UP
1360 LOCATE 8,40:PRINT "% U2=";CO
1370 LOCATE 9,4:PRINT "Burunda:"
1380 LOCATE 10,15:PRINT "% Yanabilir=";EY
1390 LOCATE 10,40:PRINT "% U2=";EQ
1400 LINE (18,150)-(713,278),7,B
1410 LOCATE 12,10:PRINT BBQ;" ":"BOLGE"
1420 IF BBQ=1 THEN GOTO 1530
1430 IF BBQ=2 THEN GOTO 1460
1440 IF BBQ=3 THEN GOTO 1540
1450 IF BBQ=4 THEN GOTO 1550
1460 LOCATE 13,0:PRINT "Hava bulisi ile tehlikeyi"
1470 LOCATE 14,10:PRINT "Bereketli bir toprak buldunuz."

```

EK.8 :COWARD DIYAGRAMI PROGRAMI (devam)

```
1480 LOCATE 15,10:PRINT "Ust sinira seyreltebilecek hava  
hacmi=";SSU;"m3"  
1490 LOCATE 16,10:PRINT "Alt sinira seyreltebilecek hava  
miktarı=";SSA;"m3"  
1500 LOCATE 17,10:PRINT "Ust sinira seyreltme icin gerekli  
sure=";TSU;"sn"  
1510 LOCATE 18,10:PRINT "Alt sinira seyreltme icin gerekli  
sure=";TSA;"sn"  
1520 GOTO 1620  
1530 LOCATE 13,10:PRINT "PATLAMAYA HAZIR BOLGE":BEEP:GOTO 1620  
1540 LOCATE 13,10:PRINT "Numune patlamaz bolgede":GOTO 1620  
1550 LOCATE 13,10:PRINT "Bu numune icin hatalı veri  
girilmistir.":GOTO 1620  
1560 NEXT I  
1570 CLS  
1580 LOCATE 21,10:PRINT "aranan kayıt bulunamadı"  
1590 FOR L=1 TO 5000  
1600 NEXT L  
1610 CLS  
1620 LOCATE 22,10:INPUT "baska numune icin islem yapılacak mı (E /  
H)",C$  
1630 IF C$="E" OR C$="e" THEN 50  
1640 IF C$="H" OR C$="h" THEN 1650  
1650 CLOSE #1:CHAIN"ISLMNU"  
1660 REM"KAAISL"
```

**EK.9a : COWARD/USBM/MITCHELL PATLAYABİLİRLİK
ANALIZİ DOKUMU**

PATLAYABİLİRLİK ANALIZİ

RIH	SAAT	% O2	% T.Y	BOL	R1	R2	R	MIC
03/1992	09:00	5.90	11.521	2	62.605	11.5084	.9981772	5.673105
03/1992	11:00	6.00	11.621	2	62.225	11.6084	.9981929	5.819259
03/1992	12:50	5.90	11.721	2	62.23	11.7084	.9982084	5.771438
03/1992	15:00	5.40	11.52	2	65.13	11.508	.9982638	5.191508
03/1992	16:50	5.80	11.519	2	62.46	11.5076	.9988499	5.691516
03/1992	19:00	6.00	11.619	2	62.15	11.60845	.9983647	5.816999
03/1992	20:50	6.00	11.619	2	61.7	11.60845	.9983647	5.816999
03/1992	22:40	6.10	11.618	2	61.32	11.60805	.9984507	5.913016
03/1992	01:05	6.00	11.617	2	61.85	11.60765	.9985366	5.815164
03/1992	02:55	6.10	11.816	2	61.47	11.8064	.9986459	6.01325
03/1992	04:55	6.10	11.815	2	61.77	11.806	.9987305	6.012318
03/1992	06:40	6.10	11.816	2	61.77	11.80725	.9986459	6.012818
03/1992	09:00	6.60	11.614	2	59.72	11.6056	.9987946	6.394121
03/1992	10:50	6.50	11.714	2	59.8	11.7056	.9988049	6.351407
03/1992	12:55	6.30	13.714	2	58.41	13.7056	.9989791	7.205979
03/1992	14:40	6.50	11.609	2	59.8	11.6036	.9992248	6.292273
03/1992	16:45	6.00	12.215	2	61.15	12.20685	.9987719	6.11333
03/1992	18:10	5.90	12.009	2	62.53	12.0036	.9992506	5.908114
03/1992	20:50	6.00	12.209	2	61.45	12.2036	.9992629	6.108252
03/1992	22:40	6.00	12.409	2	61.3	12.4036	.9992747	6.208252
03/1992	01:00	6.10	12.01	2	61.77	12.00485	.9991673	6.10889

RIH	SAAT	NO	% O2	% T.Y	BOL	R1	R2	R	MIC
03/1992	03:00	6.00	12.11	2	61.3		12.10485	.9991742	6.058744
03/1992	05:00	6.00	12.008	2	62.3		12.0032	.9993338	6.007335
03/1992	07:00	6.00	12.208	2	61.15		12.2032	.9993447	6.107335
03/1992	08:55	6.20	12.108	2	60.39		12.1032	.9993393	6.259246
03/1992	10:55	6.00	12.208	2	61.15		12.2032	.9993447	6.107335
03/1992	12:50	6.20	12.108	2	60.24		12.1032	.9993393	6.259246
03/1992	14:40	6.10	11.808	2	61.845		11.8032	.9993226	6.00579
03/1992	16:45	5.90	12.008	2	62.68		12.0032	.9993338	5.907213
03/1992	19:05	6.00	12.008	2	62.15		12.0032	.9993338	6.007335
03/1992	20:45	5.90	12.408	2	61.38		12.4032	.9993552	6.103879
03/1992	22:30	6.00	12.109	2	61.3		12.10445	.9992568	6.057826
03/1992	00:50	6.10	11.907	2	61.62		11.9028	.9994121	6.055691
03/1992	02:50	6.80	11.208	2	58.51		11.20405	.9992662	6.354498
03/1992	04:50	6.40	11.707	2	60.63		11.7028	.9994021	6.246846
03/1992	06:50	6.10	12.008	2	61.62		12.00405	.9993338	6.107025
03/1992	08:50	6.00	12.008	2	62.3		12.00405	.9993338	6.006909
03/1992	10:50	13.00	5.707	3	32.8		5.70365	.9987734	6.127986

**EK.9a : COWARD/USBM/MITCHELL PATLAYABİLİRLİK
ANALİZİ DOKUMU (devam)**

03/1992	13:05	17.90	1.793	3	12.78	1.76805	.9760178	2.727482
03/1992	13:45	18.10	1.458	3	11.9	1.42405	.9602195	2.272472
03/1992	14:10	18.20	1.218	3	11.49	1.21405	.9934318	1.856156
03/1992	14:35	18.30	1.159	3	11.11	1.12445	.949094	1.843413

RIH	SAAT	% D2	% T.Y	BOL	R1	R2	R	MIC
03/1992	14:55	18.50	1.128	3	10.275	1.09405	.9485815	1.814467
03/1992	15:15	18.50	1.056	3	10.23	1.02325	.9469697	1.700889
03/1992	15:30	18.50	1.16	3	10.23	1.12485	.9482759	1.866464
03/1992	15:55	18.20	.941	3	12.34	.90525	.9351754	1.505971
03/1992	17:15	19.00	.888	3	7.805001	.87805	.9797297	1.428672
03/1992	18:05	20.30	.053	3	3.070001	.05205	.9433962	.0925449
03/1992	19:15	18.20	1.619	3	11.49	1.59645	.9759111	2.50417
03/1992	20:15	17.90	1.806	3	12.93	1.77325	.9689922	2.763552
03/1992	21:25	17.40	1.981	3	15.13	1.93325	.9591116	2.971454
03/1992	22:25	16.90	2.097	3	17.48	2.03965	.9537435	3.069042
03/1992	23:20	16.50	2.286	3	19.225	2.23525	.9623797	3.242808
03/1992	00:30	16.00	2.496	3	21.575	2.43925	.9615384	3.435955
03/1992	01:30	15.70	2.671	3	23.015	2.62925	.9734182	3.572058
03/1992	02:45	15.60	3.08	3	23.62	3.032	.974026	4.092
03/1992	03:55	15.10	3.191	3	25.745	3.13725	.9714822	4.111292
03/1992	04:55	14.80	3.351	3	27.185	3.29125	.9698598	4.237497
03/1992	06:55	14.60	3.491	3	28.02	3.43725	.973933	4.340022
03/1992	07:10	14.30	3.601	3	29.535	3.54125	.9719522	4.392129
03/1992	08:25	14.10	3.571	3	30.37	3.49925	.9661159	4.315775
03/1992	09:25	13.60	3.721	3	32.645	3.66125	.9728568	4.313078
03/1992	10:45	13.40	3.731	3	33.555	3.66525	.9702493	4.270433

RIH	SAAT	% D2	% T.Y	BOL	R1	R2	R	MIC
03/1992	11:50	13.20	3.821	3	34.465	3.76125	.9735671	4.296184
03/1992	12:35	13.30	3.801	3	34.01	3.74125	.973428	4.306572
03/1992	13:45	13.50	3.671	3	33.1	3.59925	.9670389	4.244561
03/1992	14:50	12.90	3.81	3	35.785	3.744	.9711286	4.19598
03/1992	16:15	12.10	4.125	3	40.395	4.05	.969697	4.2663
03/1992	17:15	11.80	4.33	3	40.76	4.252	.9699769	4.36626
03/1992	18:05	11.70	4.34	3	41.99	4.256	.9677419	4.347431
03/1992	19:30	11.30	4.44	3	43.36	4.356	.9684684	4.29292
03/1992	20:20	11.00	4.165	3	45.25	4.08215	.9603842	3.931786
03/1992	21:25	10.80	4.378	3	46.085	4.295	.9593422	4.055003
03/1992	22:20	10.70	4.665	3	46.54	4.583	.9646302	4.269335
03/1992	23:20	10.40	4.698	3	47.98	4.603	.9578544	4.197058

EK.9a : COWARD/USBM/MITCHELL PATLAYABILIRLIK
ANALIZI DOKUMU (devam)

03/1992	00:45	10.40	4.964	3	47.98	4.87325	.9669621	4.416145
03/1992	01:45	10.40	4.88	3	47.68	4.789	.9631148	4.347135
03/1992	03:05	9.90	4.98	3	49.88	4.8805	.9638554	4.227752
03/1992	04:10	9.50	5.105	3	51.7	4.9905	.9598432	4.173055
03/1992	05:15	9.60	5.005	3	51.17	4.8905	.9590409	4.137046
03/1992	06:15	9.40	5.01	3	51.93	4.8925	.9580838	4.058194
03/1992	07:15	9.30	4.94	3	53.46	4.8215	.951417	3.967682
03/1992	08:45	8.90	4.951	3	55.13	4.82675	.9493031	3.811713
03/1992	09:55	8.80	4.977	3	55.66	4.838	.9443439	3.804142

RIH	SAAT	% D2	% T.Y	BOL	R1	R2	R	MIC
03/1992	10:55	8.70	5.166	3	56.115	5.0285	.9485095	3.894516
03/1992	12:30	8.50	5.287	3	56.65	5.142	.9457159	3.900011
03/1992	13:35	8.50	5.302	3	56.65	5.14375	.9430404	3.923159
03/1992	14:50	8.30	5.484	3	57.86	5.32925	.9299781	3.969306
03/1992	15:15	8.60	5.275	3	56.42	5.101	.9289099	3.975933
03/1992	17:15	8.50	5.255	3	56.8	5.0675	.9324453	3.921633
03/1992	18:15	9.60	5.249	3	51.47	5.0583	.9335111	4.425692
03/1992	19:15	8.40	5.319	3	57.18	5.118	.9306261	3.932746
03/1992	20:15	8.50	5.198	3	56.65	5	.9234321	3.89758
03/1992	21:20	8.40	5.399	3	57.18	5.17575	.9260974	4.010722
03/1992	22:25	9.10	4.976	3	54.07	4.7725	.9244374	4.004503
03/1992	23:20	8.90	5.095	3	54.98	4.88775	.9224731	4.011377
03/1992	00:45	7.10	5.445	3	63.42	5.2035	.9182736	3.436175
03/1992	02:30	7.90	5.523	3	59.38	5.28825	.9053051	3.884591
03/1992	03:30	7.90	5.631	3	59.53	5.394	.9057006	3.958498
03/1992	04:45	7.60	5.64	3	60.67	5.38825	.9042553	3.825394

dokum sonu...

EK. 9b : COWARD/USBM/MITCHELL PATLAYABİLİRLİK ANALİZ PROGRAMI

```

10 KEY OFF:CLS
20 SCREEN 3
30 OPEN "R",#1,"KAA",55
40 FIELD#1 ,5 AS NU$,10 AS TA$,5 AS SA$,5 AS ME$,5 AS LM$,5 AS HI$
   ,5 AS AZ$,5 AS OK$,5 AS CD$,5 AS BV$
50 CLS
60 LOCATE 22,10:INPUT "ekran veya yazıcı için tercihiniz LB/PJ ":C$
70 IF C$="S" OR C$="s" THEN 100
80 IF C$="P" OR C$="p" THEN 1080
90 CLS
100 LOCATE 22,10:PRINT "islemi baslatmak için herhangi bir tuşu
    kullanınız"
110 IF INKEY$="" THEN 110
120 CLS
130 LINE(2,8)-(718,18),7,B
140 LINE(2,20)-(718,35),7,B
150 LINE(2,38)-(718,300),7,B
160 LOCATE 1,28:PRINT "PATLAYABİLİRLİK ANALİZİ"
170 LOCATE 3,2:PRINT "TARİH"
180 LOCATE 3,14:PRINT "SAAT"
190 LOCATE 3,21:PRINT "NO"
200 LOCATE 3,26:PRINT "% 02"
210 LOCATE 3,32:PRINT "% T.Y"
220 LOCATE 3,39:PRINT "BÜLGE"
230 LOCATE 3,46:PRINT "R1"
240 LOCATE 3,54:PRINT "R2"
250 LOCATE 3,64:PRINT "R"
260 LOCATE 3,73:PRINT "MİC"
270 L=3
280 FOR I=1 TO LUF(1)/55
290 GET#1,1
300 TY=VAL(ME$)+VAL(LM$)+VAL(HI$)
310 YME=(VAL(ME$)/TY)*100
320 YCM=(VAL(LM$)/TY)*100
330 YH1=(VAL(HI$)/TY)*100
340 AP=100/((YME/5)+(YCM/12.5)+(YH1/4.1))
350 UP=100/((YME/15)+(YCM/74)+(YH1/74))
360 BU=20.93-.209*AP
370 CU=20.93-.209*UP
380 EET=(VAL(ME$)/5.93)+(VAL(LM$)/13.78)+(VAL(HI$)/4.3):EY=TY/EET
390 EEK=TY+6*VAL(ME$)+4.15*VAL(LM$)+16.55*VAL(HI$)
400 ED=.2093*(100-(EEK/EET))
410 FY=(-20.93*EY)/(ED-20.93)
420 OK$=VAL(OK$)
430 XXR=300-INT(ABS(10*20.93)):YYR=100
440 YYB=100+INT(10*AP):XXB=300-INT(10*BU)
450 YYC=100+INT(10*UP):XXC=300-INT(10*CU)
460 YYE=100+INT(10*EY):XXE=300-INT(10*ED)
470 YYF=100+INT(10*FY):XXF=300
480 YYD=100+INT(10*TY):XXD=300-INT(10*CU)

```

**EK.9b : COWARD/USBM/MITCHELL PATLAYABİLİRLİK
ANALIZI PROGRAMI (devam)**

```
490 AZ%=100-(VAL(ME$)+VAL(CM$)+VAL(HI$)+VAL(OK$)+VAL(CD$))
500 EAY=(AZ%-(3.8*VAL(OK$)))+1.5*VAL(CD$)
510 EYY=VAL(ME$)+1.25*VAL(HI$)+.4*VAL(CM$)+1.67*VAL(ET$)
    +1.85*VAL(EL$)
520 TCY=VAL(ME$)+VAL(HI$)+VAL(CM$)+VAL(ET$)+VAL(EL$)
530 FRR=VAL(ME$)/TCY
540 MI=5+(7*VAL(ME$)/(VAL(ME$)+VAL(CM$)+VAL(HI$)))
550 EP=VAL(ME$)+1.25*VAL(CM$)+.4*VAL(HI$)
560 MIC=EP*(OOK/MI)
570 GOSUB 590
580 GOTO 850
590 A=107/500
600 C=(198-XXQ)/(600-YYQ)
610 IF A < C THEN GOTO 630
620 GOTO 640
630 BBQ=4:GOTO 840
640 IF XXQ<XXE AND YYQ > YYE THEN 650 ELSE GOTO 700
650 QYQ=(XXE-XXQ)/(YYQ-YYE)
660 QYR=(XXE-XXQ)/(YYC-YYE)
670 IF QYQ<QYR THEN 680 ELSE GOTO 690
680 BBQ=2:GOTO 840
690 BBQ=1:GOTO 840
700 IF XXQ<XXE AND YYQ<YYE THEN 710 ELSE GOTO 760
710 QYQ=(XXE-XXQ)/(YYE-YYQ)
720 QYR=(XXE-XXB)/(YYE-YYB)
730 IF QYQ>QYR THEN 740 ELSE GOTO 750
740 BBQ=1 :GOTO 840
750 BBQ=3 :GOTO 840
760 IF XXQ>XXE AND YYQ>=YYE THEN 770 ELSE GOTO 820
770 QYQ=(YYQ-YYE)/(XXQ-XXE)
780 QYR=(YYF-YYE)/(XXF-XXE)
790 IF QYQ>QYR THEN 800 ELSE GOTO 810
800 BBQ=2:GOTO 840
810 BBQ=3:GOTO 840
820 IF XXQ<XXE AND YYQ<YYE THEN 830
830 BBQ=3
840 RETURN
850 LOCATE L+1,2 :PRINT TA$
860 LOCATE L+1,14:PRINT SA$
870 LOCATE L+1,21:PRINT NU$
880 LOCATE L+1,26:PRINT OK$
890 LOCATE L+1,31:PRINT TI
900 LOCATE L+1,40:PRINT BBQ
910 LOCATE L+1,43:PRINT EAY
920 LOCATE L+1,51:PRINT EYY
930 LOCATE L+1,60:PRINT FRR
940 LOCATE L+1,70:PRINT MIC
950 L=L+1
960 IF L<21 THEN 1040 ELSE GOTO 970
```

**EK.9b : COWARD/USBM/MITCHELL PATLAYABİLİRLİK
ANALIZI PROGRAMI (devam)**

```
970 LOCATE 23,10:PRINT "devam için < ENTER >"
980 IF INKEY$="" THEN 980
990 LOCATE 23,10:PRINT STRING$(70,32)
1000 FOR K=4 TO 21
1010 LOCATE K,2:PRINT STRING$(78,32)
1020 NEXT K
1030 L=3
1040 NEXT I
1050 LOCATE 23,10:INPUT "devam için L D J ;tekrar için L I J",L$
1060 IF C$="D" OR C$="d" THEN 1940
1070 IF C$="I" OR C$="i" THEN 50
1080 CLS
1090 L=0
1100 LOCATE 22,10:PRINT "printer hazır olduğu zaman < ENTER >"
1110 IF INKEY$="" THEN 1110
1120 CLS
1130 LPRINT
1140 LPRINT TAB(28);"PATLAYABİLİRLİK ANALIZI"
1150 LPRINT STRING$(80,205)
1160 LPRINT;TAB(2);"TARİH";TAB(14);"SAAT";TAB(20);"NG";TAB(25);"%
02";TAB(31);"%1.Y";TAB(38);"BOL";TAB(45);"R1";TAB(54);"R2";
TAB(64);"R";TAB(73);"MIC"
1170 LPRINT STRING$(80,205)
1180 FOR I=1 TO LOF(1)/55
1190 GET#1,I
1200 TY=VAL(ME$)+VAL(CM$)+VAL(HI$)
1210 YME=(VAL(ME$)/TY)*100
1220 YCM=(VAL(CM$)/TY)*100
1230 YHI=(VAL(HI$)/TY)*100
1240 AP=100/((YME/5)+(YCM/12.5)+(YHI/4.1))
1250 UP=100/((YME/15)+(YCM/74)+(YHI/74))
1260 BD=20.93-.209*AP
1270 CD=20.93-.209*UP
1280 EET=(VAL(ME$)/5.93)+(VAL(CM$)/13.76)+(VAL(HI$)/4.3)
1290 EY=TY/EET
1300 EEK=TY+ 6* VAL(ME$) + 4.15*VAL(CM$) + 16.55*VAL(HI$)
1310 ED=.2093*(100-(EEK/EET))
1320 FY=(-20.93*EY)/(ED-20.93)
1330 DUK=VAL(DK$)
1340 XXR=300-INT(ABS(10*20.93));YYR=100
1350 YYB=100+INT(10*AP);XXB=300-INT(10*BD)
1360 YYC=100+INT(10*UP);XXC=300-INT(10*CD)
1370 YYE=100+INT(10*EY);XXE=300-INT(10*ED)
1380 YYF=100+INT(10*FY);XXF=300
1390 YYG=100+INT(10*TY);XXG=300-INT(10*DUK)
1400 AZ%=100-(VAL(ME$)+VAL(CM$)+VAL(HI$)+VAL(DK$)+VAL(CD$))
1410 EAY=(AZ%-(3.8*VAL(DK$)))+1.5*VAL(CD$)
1420 EYY=VAL(ME$)+1.25*VAL(HI$)+.4*VAL(CM$)+1.67*VAL(EI$)
+1.85*VAL(EL$)
```

**EK.9b : COWARD/USBM/MITCHELL PATLAYABİLİRLİK
ANALIZI PROGRAMI (devam)**

```

1430 TCY=VAL(ME$)+VAL(HI$)+VAL(CM$)+VAL(ET$)+VAL(EL$)
1440 FRR=VAL(ME$)/TCY
1450 MI=5+(7*VAL(ME$)/(VAL(ME$)+VAL(CM$)+VAL(HI$)))
1460 EP=VAL(ME$)+1.25*VAL(CM$)+.4*VAL(HI$)
1470 MIC=EP*(DOK/MI)
1480 GOSUB 1500
1490 GOTO 1760
1500 A=107/500
1510 C=(198-XXQ)/(600-YYQ)
1520 IF A < C THEN GOTO 1540
1530 GOTO 1550
1540 BBQ=4:GOTO 1750
1550 IF XXQ<XXE AND YYQ > YYE THEN 1560 ELSE GOTO 1610
1560 QYQ=(XXE-XXQ)/(YYQ-YYE)
1570 QYR=(XXE-XXC)/(YYC-YYE)
1580 IF QYQ<QYR THEN 1590 ELSE GOTO 1600
1590 BBQ=2:GOTO 1750
1600 BBQ=1:GOTO 1750
1610 IF XXQ<XXE AND YYQ<YYE THEN 1620 ELSE GOTO 1670
1620 QYQ=(XXE-XXQ)/(YYE-YYQ)
1630 QYR=(XXE-XXB)/(YYE-YYB)
1640 IF QYQ>QYR THEN 1650 ELSE GOTO 1660
1650 BBQ=1 :GOTO 1750
1660 BBQ=3 :GOTO 1750
1670 IF XXQ>XXE AND YYQ>=YYE THEN 1680 ELSE GOTO 1730
1680 QYQ=(YYQ-YYE)/(XXQ-XXE)
1690 QYR=(YYF-YYE)/(XXF-XXE)
1700 IF QYQ>QYR THEN 1710 ELSE GOTO 1720
1710 BBQ=2:GOTO 1750
1720 BBQ=3:GOTO 1750
1730 IF XXQ<XXE AND YYQ<YYE THEN 1740
1740 BBQ=3
1750 RETURN
1760 LPRINT ;TAB(1);TA$;TAB(13);SA$;TAB(20);NU$;TAB(20);OK$;TAB(20)
;TY;TAB(38);BBQ;TAB(41);EAY;TAB(51);EYY;TAB(61);FRR;TAB(71)
;MIC
1770 L=L+1
1780 IF L>20 THEN 1810
1790 NEXT I
1800 GOTO 1880
1810 LPRINT STRING$(80,205)
1820 LPRINT TAB(5);"islem devam ediyor..."
1830 LPRINT STRING$(80,205)
1840 LPRINT;TAB(2);"TARİH";TAB(14);"SAAT";TAB(21);"NU";TAB(25);"%
02";TAB(31);"%
T.Y";TAB(39);"BOL";TAB(45);"R1";TAB(54);"R2";TAB(64);"R"
;TAB(73);"MI C"
1850 LPRINT STRING$(80,205)
1860 L=0

```

**EK.9b : COWARD/USBM/MITCHELL PATLAYABILIRLIK
ANALIZ PROGRAMI (devam)**

```
1870 GOTO 1790
1880 LPRINT STRING$(80,205)
1890 LPRINT TAB(20);"dokum sonu..."
1900 LPRINT :LPRINT
1910 LOCATE 22,10:PRINT "devam icin [ D ], tekrar icin [ T ]"
1920 IF C$="D" OR C$="d" THEN 1910
1930 IF C$="T" OR C$="t" THEN 50
1940 CLOSE#1:CHAIN"ISLMNU"
1950 REM"KAAIND"
```

PROGRAM HAKKINDA

Bu paket program gocuk bölgesinden alınan periyodik gaz ölçümlerini, COWARD yöntemi ile değerlendirerek barajlanmış bölge atmosferlerinin patlayabilirliklerinin izlenmesi amacıyla hazırlanmıştır.

Program kayıt,değişiklik-iptal,dokum ,işlem ve yardım programlarından meydana gelmektedir.Dokum,ve işlem programları ile printer çıktıları alınabilmektedir.

Kayıt programı ile veri girişi yapılırken yanlış kayıt yapılması halinde hemen düzeltme yapılabilir.

Değişiklik ve iptal programı ile değişiklik ve iptal işlemi aynı programla yapılabilir.

Dokum programı günlük dokum, belirli bir aralıkta dokum ve tüm bilgi dokum programlarından oluşmaktadır.

devam için < D > dönüş için < E > ■

ACIKLAMALAR

- * Kayıt bölümünde işlem kutucuguna yapılacak işlem KAYIT veya DÜZELTME olarak girilmelidir
- ** Değişiklik-İptal programında DEĞİŞİKLİK/İPTAL/KAYIT işlemleri sırasıyla 1,2,3 sayıları ile belirtilir.
- *** Değişiklik-İptal programında değişiklik yapılacak satırdaki ifade SAAT gibi B.HAC gibi < değişiklik yapılacak satır > ifadesinin bulunduğu satıra yazılmalıdır.
- **** İşlem bölümünde COWARD Diyagramı üzerinde gösterilen numuneye ait değerlendirmeler analiz sayfasında görülebilir.
- ***** Program U.S.B.M İndeks değerlerini numunenin Coward diyagramı üzerindeki yeri ile birlikte değerlendirme imkanı da sağlar.

devam için < D > idonus için < E > ■

EK.11 : YARDIM PROGRAMI

```
10 KEY OFF:CLS
20 SCREEN 3
30 LINE (5,5)-(715,285).7,B
40 LOCATE 2,30:PRINT "PROGRAM HAKKINDA"
50 LINE (250,30)-(410,30)
60 FOR L=1 TO 3
70 LINE(20+L,100)-(28+L,105)
80 LINE (28+L,105)-(35+L,60)
90 NEXT L
100 LOCATE 7,6:PRINT "Bu paket program gocuk bolgesinden alınan
    periodik gaz olcumlerini,"
110 LOCATE 8,6:PRINT "COWARD yontemi ile degerlendirerek
    barajlanmış bolge atmosferlerinin"
120 LOCATE 9,6:PRINT "patlayabilirliklerinin izlenmesi amacıyla
    hazırlanmıştır."
130 FOR L=1 TO 3
140 LINE (20+L,170)-(28+L,175)
150 LINE (28+L,175)-(35+L,130)
160 NEXT L
170 LOCATE 11,6:PRINT "Program kayıt,degisiklik-iptal,dokum ,
    islem ve yardım programlarından"
180 LOCATE 12,6:PRINT "meydana gelmektedir.Dokum,ve islem
    programları ile printer "
190 LOCATE 13,6:PRINT "ciktıları alınabilmektedir."
200 FOR L=1 TO 3
210 LINE (20+L,230)-(28+L,235)
220 LINE (28+L,235)-(35+L,190)
230 NEXT L
240 LOCATE 15,6:PRINT "kayıt programı ile veri girisi yapılırken
    yanlış kayıt yapılması halinde"
250 LOCATE 16,6:PRINT "hemen düzeltme yapılabilir."
260 LOCATE 17,6:PRINT "Degisiklik ve iptal programı ile degisiklik
    ve iptal işlemi aynı programla"
270 LOCATE 18,6:PRINT "yapılabilir."
280 LOCATE 19,6:PRINT "Dokum programı günlük dokum, belirli bir
    aralıkta dokum ve tüm bilgi"
290 LOCATE 20,6:PRINT "dokum programlarından oluşmaktadır."
300 LOCATE 22,10:INPUT "devam için < D > donus için < E >".C$
310 IF C$="D" OR C$="d" THEN 330
320 IF C$="E" OR C$="e" THEN 10
330 CLS
340 LINE (5,5)-(715,285).7,B
350 LOCATE 2,30:PRINT "ACIKLAMALAR"
360 LINE (250,30)-(380,30)
370 LOCATE 4,3:PRINT "*" Kavıt durumunda islem kutucuğuna
    yapılacak islem KAYIT veya DÜZELTME
380 LOCATE 5,6:PRINT "olarak girilmelidir"
390 LOCATE 7,3:PRINT "** Degisiklik-iptal programında
    DEĞİŞİKLİK/İPTAL/KAYIT işlemleri"
400 LOCATE 8,6:PRINT "Sirasıyla 1,2,3 sayıları ile belirtilir."
```

EK.11 : YARDIM PROGRAMI (devam)

```
410 LOCATE 10,3:PRINT "***      Degisiklik-Iptal programında
      degisiklik yapılacak satırdaki ifade"
420 LOCATE 11,6:PRINT "SAAT gibi B.HAC gibi < degisiklik yapılacak
      satır > ifadesinin bulunduğu"
430 LOCATE 12,6:PRINT "satıra yazılmalıdır."
440 LOCATE 14,3:PRINT "****      Islem bolumunde COWARD Diyagramı
      üzerinde gösterilen numuneye ait "
450 LOCATE 15,6:PRINT "degerlendirmeler analiz sayfasında
      gorulebilir."
460 LOCATE 17,3:PRINT "*****      Program U.S.B.M Indeks degerlerini
      numunenin Coward diyagramı"
470 LOCATE 18,6:PRINT "uzerindeki yeri ile birlikte degerlendirme
      imkanı da saglar."
480 LOCATE 22,10:INPUT "devam için < D >,donus için < E > ",C$
490 IF C$="D" OR C$="d" THEN 10
500 IF C$="E" OR C$="e" THEN 510
510 CHAIN"KAAMNU"
520 REM "KAAYAR"
```

EK.12 : ANA MENU PROGRAMI

```
10 KEY OFF:CLS
20 SCREEN 3
30 FOR I=1 TO 10
40 LINE (220-I,65-I)-(420+I,275+I),7,B
50 LINE (220,100-I)-(420,100-I)
60 NEXT I
70 LOCATE 6,33:PRINT "MENU"
80 LOCATE 9,28:PRINT "1-BILGI GIRIS"
90 LOCATE 11,28:PRINT "2-DOKUM MENU"
100 LOCATE 13,28:PRINT "3-DEGISIKLIK/IPTAL"
110 LOCATE 15,28:PRINT "4-ISLEM MENU"
120 LOCATE 17,28:PRINT "5-YARDIM"
130 LOCATE 19,28:PRINT "6-CIKIS"
140 LINE (210,288)-(430,308),7,B
150 LOCATE 22,28:INPUT "SECIMINIZ:",X
160 FOR I=212 TO 428:FOR J=290 TO 306
170 PSET (I,J)
180 NEXT J:NEXT I
190 IF X=1 THEN CHAIN "KAAKAY"
200 IF X=2 THEN CHAIN "DOKMNU"
210 IF X=3 THEN CHAIN "KAADEIP"
220 IF X=4 THEN CHAIN "ISLMNU"
230 IF X=5 THEN CHAIN "KAAYAR"
240 IF X=6 THEN CHAIN "KAAGIR"
250 REM "KAAMNU"
```