

**BARAJ GERİSİ YANGIN ENDEKSLERİ**

**Öcal Serdar YILDIRIM**

**Anadolu Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü  
Lisansüstü Yönetmeliği Uyarınca  
Maden Mühendisliği Anabilim Dalında  
YÜKSEK LİSANS TEZİ  
olarak hazırlanmıştır.**

**Danışman : Yrd. Doç. Dr. Saim SARAÇ**

**Aralık - 1992**

Öcal Serdar YILDIRIM'ın YÜKSEK LİSANS tezi olarak hazırladığı "Baraj gerisi yangın endeksleri" başlıklı bu çalışma, jürimizce lisansüstü yönetmenliğinin ilgili maddeleri uyarınca değerlendirilerek kabul edilmiştir.

18/12/1992

Üye: Doç. Dr. Güner ÖNCE

Üye: Doç. Dr. M. Gökten

Üye: Y. Doç. Dr. Saime Sarıoğlu

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun 23 ARALIK 1992 gün  
ve 336-1 sayılı kararı ile onaylanmıştır.

Prof. Dr. Rüstem KAYA  
Enstitü Müdürü

## ÖZET

Yeraltı kömür işletmelerinde, barajlanmış panoların tekrar işletmeye açılmasının, ekonomik açıdan önem taşıdığı bilinmektedir. Baraj gerisindeki işletmeye hazır kömür rezervi dikkate alındığında konunun önemi artmaktadır. Baraj gerisi yangın ve patlayabilirlik koşullarının izlenmesi için türetilmiş endeksler bu konunun belirleyicileridir.

Bu tezde, baraj gerisi yangın endeksleri gerçek verilerle uygulanmıştır. Endekslerin davranış modelleri incelenerek, yaklaşımda bulunulmaya çalışılmıştır. Baraj gerisi yangın ve patlayabilirlik koşullarını izleyebilen bir paket program oluşturulmuştur. Ayrıca patlayabilirliğin yerinde ve zamanında belirlenebilmesi için taşınabilir el bilgisayarında kullanılabilen bir program hazırlanmış, eldeki verilerle her iki program çalıştırılarak işlevlikleri kanıtlanmıştır.

Anahtar Kelimeler : Maden Havalandırma, Kendiliğinden Yanma, Yangın ve Patlama Endeksleri.

## ABSTRACT

In underground coal mining, reopening of the stopped area to mining is very important in economical aspects.

When considering the coal reserves behind the stop, which are ready for mining, the subject is becoming more important. Derived indices to trace the explosibility and fire conditions behind the stops are the indicators of the phenomenon.

In this thesis, behind the stopfire indices were tested with real data. Some approaches were tried to be achieved by using behaviour of models of the indices. A computer program was developed which determines the explosible and combustible conditions behind the stop. Moreover, another program was developed for a programmable portable calculator in order to determine the explosible conditions in the right time and place. The analysis carried out using real data has proven the reliability of the both programs.

**Key Words :** Mine Ventilation, Spontaneous Combustion, Fire and Explosion Indices.

## TEŞEKKÜR

Bu tezin oluŐturulmasını ve yüksek lisans öğrenimim süresince, çalışmalarımı yönlendiren danışmanım Yrd. Doç. Dr. Saim SARAÇ'a, ayrıca programlama çalışmaları esnasındaki katkılarından dolayı Bülend OLUKLU'ya ve tez çalışmamı destekleyen, kardeşime teşekkürlerimi sunarım.

## İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	IV
ABSTRACT.....	V
TEŞEKKÜR.....	VI
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	VII
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	VIII
1. GİRİŞ.....	1
2. KONU İLE İLGİLİ ARAŞTIRMALAR.....	1
3. KÖMÜRÜN OKSİTLENME SÜRECİ.....	2
4. KENDİLİĞİNDEN YANMAYI ETKİLEYEN FAKTÖRLER.....	6
4.1. Damarla İlgili Faktörler.....	6
4.2. Jeolojik Faktörler.....	7
4.3. Madencilikle İlgili Faktörler.....	7
5. KENDİLİĞİNDEN YANMANIN BELİRTİLERİ.....	8
5.1. Kömür ve Çevre Kayaçlarda Terleme.....	8
5.2. Pus ve Duman.....	8
5.3. Sıcaklık Artışı.....	8
5.4. Koku.....	8
5.5. Yangın Gazları.....	9
6. BARAJ GERİSİ YANGIN ENDEKSLERİ.....	9
6.1. CO/(O <sub>2</sub> Azalma Yüzdesi) Oranı.....	10
6.2. CO <sub>2</sub> /(O <sub>2</sub> Azalma Yüzdesi) Oranı.....	12
6.3. Oksijen Azalması.....	12
6.4. Desorbe Hidrokarbon Oranı.....	13
6.5. CO-Artık Gaz İlişkisi.....	13
6.6. C/H Oranı.....	14
6.7. N <sub>2</sub> /(CO+CO <sub>2</sub> ) Oranı.....	15
6.8. Trickett Oranı.....	16
7. BARAJ GERİSİ YANGIN ENDEKSLERİ UYGULAMASI.....	17
8. BARAJ GERİSİ ATMOSFERİNİN PATLAYABİLİRLİĞİ.....	24
8.1. Le Chatelier Eşitliği.....	25
8.2. Jones-Trickett Oranı.....	25
8.3. Mitchell Yöntemi.....	26
8.4. Bureau of Mines Yöntemi.....	26

8.5. Coward Üçgeni Yöntemi.....	27
8.6. Ellicott Yöntemi.....	31
9. BARAJ GERİSİ GAZ VERİLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ.....	33
9.1. Bilgisayar Programı ile Değerlendirme.....	33
9.1.1. Bilgi Girişi.....	34
9.1.2. Bilgi Ekleme.....	34
9.1.3. Tarihten Bulma.....	34
9.1.4. Değiştirme.....	34
9.1.5. Bilgi Silme.....	34
9.1.6. Yangın ve Patlayabilirlik Analizi.....	34
9.1.7. Kayıt Listeleme.....	35
9.1.8. Grafik Çizme.....	35
9.1.9. Programın Sonlanması.....	35
9.2. Programın Gerçek Verilerle Çalıştırılması.....	35
9.3. Taşınabilir El Bilgisayarları İçin Patlayabilirlik Programı.....	38
10. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	40
KAYNAKLAR.....	41

#### EKLER

- EK.1. T.T.K., Kozlu Müessesesi, İncivez Barajı Gaz Ölçüm Değerleri
- EK.2. T.T.K., Kozlu Müessesesi, İncivez Barajı Yangın Endeks Değerleri
- EK.3. Yangın ve Patlayabilirlik Analizi Bilgisayar Programı
- EK.4. Yangın ve Patlayabilirlik Analizi Bilgisayar Programı Çıktısı
- EK.5. Taşınabilir El Bilgisayarı İçin Patlayabilirlik Programı

## ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil

3.1. Artan sıcaklıkla gaz üretimi.....	4
3.2. Sıcaklık artışı ile CO <sub>2</sub> değişimi.....	5
3.3. Isınmada dedektör gazların değişimi.....	5
6.1. Sıcaklık ile N <sub>2</sub> /(CO + CO <sub>2</sub> ) Oranının değişimi.....	16
7.1. İncivez Barajında, 24.03.92-28.03.92 tarihleri arasında, CO/OAY, CO <sub>2</sub> /OAY, % O <sub>2</sub> 'nin değişimi.....	18
7.2. İncivez Barajında, 24.03.92-28.03.92 tarihleri arasında, Desorbe Hidrokarbon ve CO-Artık Gaz endekslerinin değişimi.....	20
7.3. İncivez Barajında, 24.03.92-28.03.92 tarihleri arasında, C/H ve N <sub>2</sub> /(CO + CO <sub>2</sub> ) oranlarının değişimi.....	22
7.4. İncivez Barajında, 24.03.92-28.03.92 tarihleri arasında, Trickett oranının değişimi.....	23
8.1. Bureau of Mines patlayabilirlik grafiği.....	27
8.2. Coward üçgeni.....	28
8.3. Ellicott patlayabilirlik grafiği.....	33
9.1. İncivez Barajında, 26.03.92 tarihinde, Mitchell patlayabilirlik katsayısının zamanla değişimi.....	36
9.2. İncivez Barajında, 26.03.92 tarihinde, Graham endeksinin zamanla değişimi .....	37
9.3. İncivez Barajı 26.03.92 tarihi için Ellicott grafiği.....	38



## ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa

### Cizelge

8.1. Yanabilir gazların, patlama limitleri.....	29
8.2. Yanabilir gazların, uç nokta bileşenleri.....	30
8.3. Yanabilir gazların söndürülmesi için gerekli atıl gaz hacimleri.....	30
9.1. İncivez Barajının 26.03.92 tarihinde, açma-kapama civarı gaz ölçüm değerle- ri.....	36
9.2. Taşınabilir el bilgisayarı patlayabilirlik programı çıktı sonuçları.....	39

## 1. GİRİŞ

Kendiliğinden yanma ve ocak gazlarının patlayabilirliğinin, yeraltı kömür işletmelerinde karşılaşılan, işletme maliyetine büyük yükler getiren sorunları oluşturdukları bilinmektedir.

Kendiliğinden yanma ve/veya gaz karışımlarının patlayabilirliği süreci içindeki tepkimeler, patlayıcı ve söndürücü gazlar üretmektedir. Ayrıca, patlama esnasında oluşan, büyük basınç dalgalarının etkileride konu içinde önem taşımaktadır. Her iki süreç, zamanında belirlenemez ve gerekli önlemler alınmaz ise ölümcül kazalara, büyük miktarlarda kömür rezervi ile malzeme ve ekipman kayıplarına neden olabilmektedir. Kendiliğinden yanma ve patlayabilirlik koşullarının erken belirlenmesi bu bakımdan yeraltı kömür işletmeciliğinde yaşamsal bir öneme sahiptir.

Türkiye Taşkömürü ve Türkiye Kömür İşletmeleri Kurumlarına bağlı işletmelerde, kendiliğinden yanma ve patlayabilirliğe bağlı birçok olayın insan sağlığına ve işletme ekonomilerine ağır darbeler vurduğu görülmüştür. En son olayda T.T.K. Kozlu Müessesesine bağlı işletmelerde, metan gazı patlaması ve sonrasında geniş kapsamlı bir yangın ile karşılaşılmıştır. Ocaklar barajlanarak kapatılmış ve olay 263 maden işçisinin yaşamını kaybetmesi ile sonuçlanmıştır.

## 2. KONUYLA İLGİLİ ARAŞTIRMALAR

Kömürün kendiliğinden yanması ve yangından ötürü barajlanan panolarda yangının gelişimi konuları ekonomi ve insan sağlığı açısından önem taşımasından ötürü, ençok araştırılan konulardan olma özelliğini göstermektedir.

Kendiliğinden yanma üzerindeki ilk makale Oxford'da Dr. PLOT tarafından 1686 yılında yazılmıştır. PLOT, bu makalesinde, kömür yığınlarındaki yangınları tanımlamış ve olayı, pirit'in oksidasyonuna bağlamıştır.

1848-1870 yıllarında yapılan çalışmalarda kendiliğinden yanmaya, absorbe edilen oksijenin neden olduğu ortaya konmuştur.

1868-1870 yıllarında, RICHTERS, FAYOL tarafından yapılan çalışmalarda, kömür numunelerinin ağırlık değişiminin pirit'ten değil, kömürün oksijen absorpsiyonundan kaynaklandığına kesinlik kazandırılmıştır.

1891 yılında, gaz karışımlarının patlayabilirliğini belirleme üzerindeki ilk çalışma, LE CHA-

TELIER tarafından yapılmış ve adı ile anılan bağıntıyı geliştirilmiştir.

1900-1940 yılları arasında kendiliğinden yanma ve patlayabilirlik üzerindeki çalışmalar yoğunlaşmıştır. LAMPLOUGH ve HILL (1913) kömür oksidasyon ısısının, 2,8-3,8 kalori/ml oksijen olduğunu bildirmişlerdir. WINMILL DAVIS ve BYRNE (1915), de benzer sonuçlara ulaşmışlardır. GRAHAM (1914), kendiliğinden yanmanın belirlenmesi için CO'nun oksijen azalması ile gösterdiği değişimi belirten oranı önermiştir. (Saraç,1992)

COWARD (1928), metanın patlayabilirliği üzerinde çalışmış ve adı ile anılan bir patlayabilirlik üçgeni geliştirmiştir. HUGHES ve RAYBOLD (1960), Coward üçgenini geliştirmişler ve grafik çözüm yöntemine çevirmişlerdir.

JONES ve TRICKETT (1954), gaz patlamalarının ve yangınların cinsini belirleyen adları ile anılan bağıntıyı geliştirmişlerdir.

ZABETAKİS, STAHL ve WATSON (1959), patlayabilirliği belirlemek üzere Bureau of mines yöntemini, MITCHELL (1979), ise adı ile anılan yöntemi ileri sürmüşlerdir.

ELLİCOTT (1981), HUGHES ve RAYBOLD (1960)'un geliştirdikleri Coward üçgenini, tekrar düzenleyerek grafik çizimine gereksinim duymaksızın, programlanabilir duruma getirmiştir.

Kendiliğinden yanmanın belirlenmesinde, GHOSH ve BANERJEE (1960) C/H oranını, LİTON (1986) CO-Artık Gaz İlişkisi yöntemini, JUSTIN ve KIM (1988) Desorbe-Hidrokarbon endeksinin ileri sürmüşlerdir.

### 3. KÖMÜRÜN OKSİTLENME SÜRECİ

Kömürün, hava ile teması sırasında, oksijen absorbe etmesiyle başlayan ve oksitlenme ile devam eden, ortamda ısı birikimi ile açık alevli yangına kadar gidebilen süreç, kendiliğinden yanma olarak adlandırılmaktadır. Kömürün çok düşük sıcaklıklarda, oksijen absorbe edebildiği ve 40°C nin üzerindeki sıcaklıklarda ekzotermik bir reaksiyona dönüşerek, oksidasyon gazları ve ısı açığa çıkardığı bilinmektedir. Isı açığa çıkışı, ortam sıcaklığını artırmakta ve yükselen ortam sıcaklığı, oksitlenmeyi daha da hızlandırmaktadır. Isı üretim hızının, havalandırma soğutma hızından yüksek olması durumunda, ortamdaki ısı birikimi, kömürün tutuşma sıcaklığına ulaşarak kendiliğinden yanmanın, açık alevli yangına dönüşümüne neden olmaktadır.

Kömürün, kendiliğinden yanabilmesi için, dört ana etmenin birlikteliğinin gerektiği belirtilmektedir. (Durucan ve Güyagüler, 1982)

- Normal sıcaklıkta oksitlenebilen, kömür kaynağı
- Oksidasyon için yeterli, oksijen kaynağı
- Isının, depolanabilme özelliği
- Zaman.

Kömürün oksidasyon süreci, kömür yapısının karışık ve sürece etkiyen faktörlerin çok fazla olmasından dolayı, tam olarak açıklanamamaktadır.

Oksidasyonun ilk aşaması kömür-oksijen komplekslerinin ve peroksitlerin oluşumudur. (Chamberlain et. al, 1970). PARTOR ve RALSTEN (1914), İlk aşamada kömür yapısındaki elemanlarla, oksijenin kompleks bileşenler oluşturduğunu, bu komplekslerin duraylı olmadığını, kolayca su, karbonmonoksit ve karbondioksit çıkararak yeni bileşikler yarattığını ortaya koymuştur. Reaksiyonun ikinci adımı otooksidasyon aşamasıdır. İlk aşamada oluşan, peroksitlerdeki oksijen kolayca aktif hale geçerek, yeni oluşumlara neden olur. Isı, karbondioksit ve su üretimi ile karboksil, karbonil ve eter grubları oluşur. Bu düşük sıcaklıklar, oksidasyonun son aşamasıdır. 100°C den daha yüksek sıcaklıklarda, daha önce şekillenen gurublar bozularak yüksek hidrokarbonlar, karbonmonoksit, karbondioksit, su ve ısı açığa çıkarır. (Saraç, 1992)

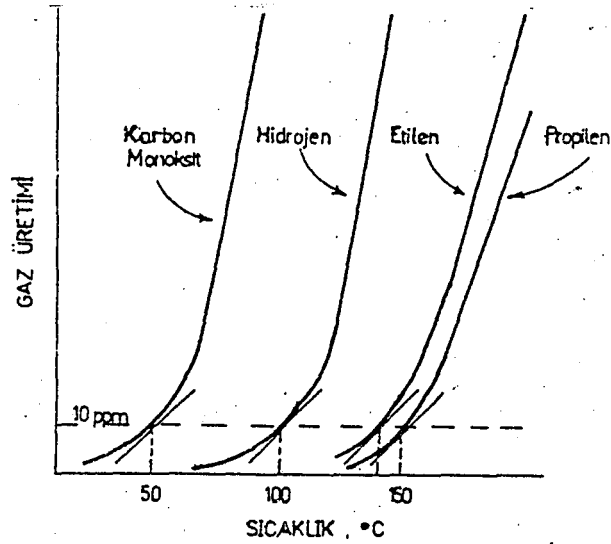
Kömürün oksidasyon ısı, ilk olarak LAMPLOUGH ve HILL (1913) tarafından ölçülmüştür. Tüketilen beher litre oksijen için, 2,8-3,8 kalori ısı üretildiğini belirtmişlerdir. Aynı amaca yönelik olarak, WINMILL (1915)' in, yaptığı çalışmada bu değer, 2,1 cal/ml oksijen olarak verilmiştir. SCOTT (1944), bitümlü ve yarı bitümlü kömürler için, 3,1-4,4 cal/ml oksijen değerini hesaplamıştır. Piritin kömür ocağının nemli havasındaki oksidasyonun 316 kcal'lik ısı verdiği, BOWES (1954) tarafından belirlenmiştir. Bu durum, kömürün okside olmasına katkıda bulunmaktadır. Bu değer, absorbe edilen oksijen için, 4 cal/ml oksijen değerine eşdeğer olmaktadır. BERKOWITZ ve SCHEIN (19 ) kuru linyit ile nemli oksijeni reaksiyona bıraktığında, sıcaklıkta 25°C lik artış kaydetmişler, aynı koşullarda kuru oksijen ile reaksiyona bırakıldığında çok daha az bir artış gözlemişlerdir. Bunun sonucunda, kömür yüzeyi üzerinde nemin kondanse olma ısısının, kızışmaya katkısı olduğunu ileri sürmüşlerdir. (Saraç, 1992)

CHAMBERLAIN (1970), oksidasyon ilerledikçe, ortamdaki oksijenin hızlı bir şekilde azalma eğilimine girdiğini ileri sürmüştür. Oksijen azalması ile karbonmonoksit çıkışının, uyumlu olarak geliştiğini bildirmiştir. Düşük sıcaklıklarda, oksijen absorpsiyon hızında nisbeten yavaş bir artış gözleendiği, fakat sıcaklık arttıkça absorpsiyonun arttığını, dolayısı ile oksijen azalmasının hızlandığını, oksije-

nin tamamen tükenene kadar çok hızlı bir şekilde azaldığını ve karbonmonoksit çıkışının devam ettiğini belirtmiştir.

MAHLER (1913), çeşitli sıcaklıklarda, kömür üzerinden hava geçirmiş, yanma ürünlerinin çıkış oranının sıcaklıkla arttığını ve 125°C den sonra artış hızının çok yükseldiğini belirtmiştir. (Saraç, 1992)

CHAMBERLAIN (1970), artan sıcaklıkla, gaz üretiminin gelişimini Şekil-3.1 deki gibi vermiştir.



Şekil-3.1: Artan sıcaklıkla gaz üretimi

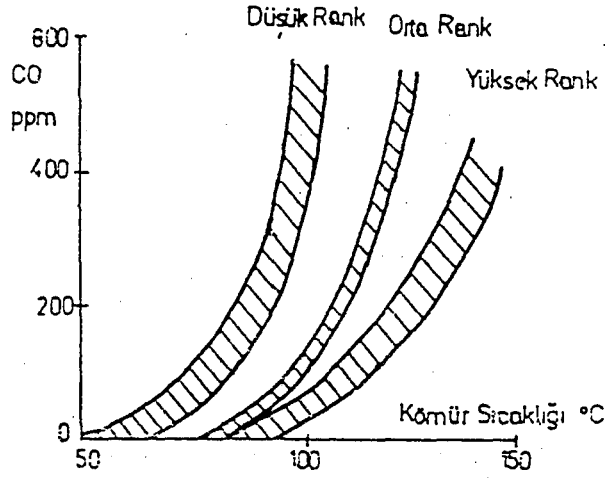
CHAMBERLAIN et. al. (1970), bir başka çalışmalarında kömür numunesi içinden hava geçirek kontrollü olarak ısıtmış, çıkan gazların kompozisyonunu sürekli olarak gözlemişler ve aşağıdaki sonuçları ortaya koymuşlardır;

**Karbondiyoksit Çıkışı :** Karbondiyoksitin düşük sıcaklıklardan, yüksek sıcaklıklara doğru artarak çıkışı sözkonusu olmakta, ayrıca karbondiyoksit çıkışı çok değişkenlik göstermektedir.

**Metan, Etan ve Propan Çıkışı :** Kömürün doğal yapısındaki gazlar olmakla beraber, oksidasyon sonucunda da üretilmektedir. Metan çıkışı 100°C ye kadar artış, daha sonrada azalış göstermektedir.

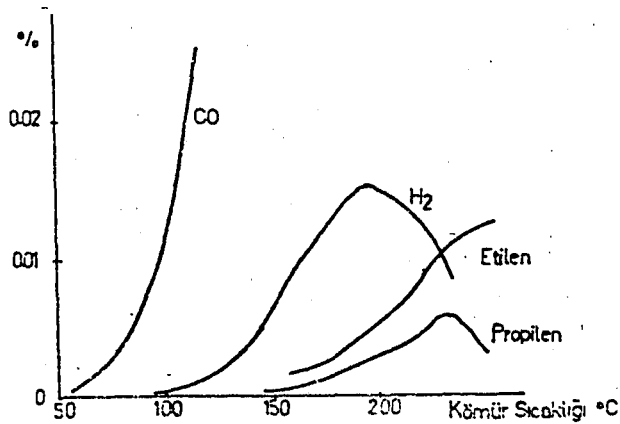
Dedektör Gazların Çıkışı : Karbonmonoksit, hidrojen, etilen ve propilen gazları "Dedektör Gazları" olarak adlandırılır. Dedektör gazların oluşum sıraları, karbonmonoksit, hidrojen, etilen ve propilen olarak belirlenmiştir. Dedektör gazları içinde, kızışmanın gelişimini en iyi karbonmonoksit göstermekte ve diğer gazlara oranla çok daha düşük sıcaklıklarda gözlenmektedir.

Değişik ranttaki kömür numunelerinin, sıcaklık artışı ile ürettikleri karbonmonoksit miktarları Şekil-3.2 deki gibi verilmiştir. (Chamberlain et. al, 1970)



Şekil-3.2 : Sıcaklık artışı ile karbonmonoksit değişimi.

CHAMBERLAIN et. al. (1970), ısınmada dedektör gazların gelişimini Şekil-3.3 de ki gibi vermişlerdir.



Şekil-3.3 : Isınmada dedektör gazların gelişimi.

Hidrojen : Isınmanın gelişimini, karbonmonoksitten sonra en iyi izleyen dedektör gazın hidrojen olduğu ve üretiminin, 100<sup>0</sup>C den sonra hızla arttığı bildirilmiştir. Hidrojen konsantrasyonunun, % 1 den fazla oksijen olması durumunda, sıcaklık artışı ile yükseldiği ve tersi durumda hidrojen azalma olduğu belirtilmiştir.

Etilen ve Propilen : Bu gazların, aynı sıcaklıkta saptanabilmesinden ve benzer artış oranları göstermelerinden dolayı, birlikte değerlendirilmiştir. 150<sup>0</sup>C civarında gözlemlendiği ve artış hızlarının, karbonmonoksit ve hidrojene oranla az olduğu belirtilmiştir.

#### 4. KENDİLİĞİNDEN YANMAYI ETKİLEYEN FAKTÖRLER

Bütün kömürlerin, kendiliğinden yanmaya karşı duyarlı olduğu ve kendiliğinden yanmanın gerçek nedeninin oksidasyon olduğu bilinmektedir. Olayın ortaya konması için araştırmacılar oksidasyonu etkileyen faktörleri belirlemeye çalışmışlardır.

Kendiliğinden yanma olayında etkin olan faktörler üç ana gurup altında toplanabilir. Damarla ilgili faktörler, Jeolojik Faktörler, Madencilikle İlgili Faktörler. (Morris and Atkinson, 1988)

Jeolojik ve damarla ilgili faktörler içsel faktörler adı altında da değerlendirilmekte ve madenci tarafından kontrol edilemeyen parametreleri içermektedir. Madencilik ile ilgili faktörler ise maden mühendisinin denetimi altında bulunan işletmecilik uygulamalarıdır. Anılan bu faktörler aşağıda ki gibi sıralanabilir.

##### 4.1. Damarla İlgili Faktörler

- Rank
- Petrografik Bileşim
- Sıcaklık
- Hava Miktarı
- Nem
- Sülfür İçeriği
- Diğer Mineraller
- Isınmanın ve Önceki Oksidasyonun Etkisi
- Porozite

- Isı İletgenliği, Özgül Isı
- Gevreklik
- Yüzeysel Hareketlerden Dolayı Isınma
- Bakteriler

#### 4.2. Jeolojik Faktörler

- Damar Kalınlığı
- Damar Eğimi
- Göçme Karakteri
- Faylanma, Kırılmalık
- Kömür Tozlaşma Bilirirliği
- Komşu Damarlar
- Örtü Tabakası Kalınlığı
- Jeotermal Gradyant

#### 4.3. Madencilikle İlgili Faktörler

- Üretim Yöntemi
- İlerleme Hızı
- Topuk Koşulları
- Tavan Koşulları
- Kırılmalar
- Dolgu
- Ahşap Tahkimat Etkisi
- Yollar
- Kaçak Hava
- Çok Sayıda Damarda Çalışma
- Kömür Kayıpları
- Eski Üretim Yerleri
- Makinalardan Dolayı Isınmanın Etkisi
- Havalandırma Basıncı, Barometrik Basıncı
- Nem.



## 5. KENDİLİĞİNDEN YANMANIN BELİRTİLERİ

Kendiliğinden yanma olayının, belirlenmesinde temel olarak kullanılan belirtilerin, beş ana grup altında değerlendirildiği bilinmektedir. (Durucan ve Güyagüler, 1982)

- Kömür ve Çevre Kayaçlarda Terleme
- Pus ve Duman
- Sıcaklık Artışı
- Koku
- Yangın Gazları

### 5.1. Kömür ve Çevre Kayaçlarda Terleme

Oksidasyon süreci boyunca oluşan su buharı, ocak havasını doymunluğa ulaştırdıktan sonra çevre kayaçlar, kömür yüzeyi ve tahkimat üzerinde yoğunlaşmakta ve buralarda terleme şeklinde kendini göstermektedir.

### 5.2. Pus ve Duman

Isınma olan bölgeden gelen, su buharına doymuş sıcak ve gazlı hava, daha serin olan ana havalandırma havasına karıştığında pusluluk ve duman yaratmaktadır.

### 5.3. Sıcaklık Artışı

Oksidasyon ilk olarak, oksijen absorpsiyonu ve ısı çıkışı ile başlamaktadır. Zamanla artan ısı, açık alevli yangında 175°C ye kadar ulaşabilmektedir. Isınmış ortamın sıcaklığı, havalandırma havası ile taşınarak önemli sıcaklık artışlarına neden olmaktadır. Bu nedenle açık yüzeylerdeki ve dönüş havasındaki sıcaklık artışları kendiliğinden yanmanın önemli belirtileri olarak bilinmektedir.

### 5.4. Koku

Kokunun kendiliğinden yanma için bir gösterge olduğu, ancak deneyim gerektirdiği bilinmektedir. Normal dönüş havasından ayırt edebilmek için yağlı, petrolümsü ve aromatik bir kokunun algulanması gerektiği bildirilmektedir. (Mackenzie-Wood and Strang, 1990)

CHAMBERLAIN (1970), kömür sıcaklığının 120°C ye kadar koku olayının dikkati çekmediğini ve karbonmonoksitin 50°C nin altında oluşumunun dikkate alınması durumunda, kokunun yetersizli-

ğini belirtmektedir. (Mackenzie-Wood and Strang, 1990)

### 5.5. Yangın Gazları

Kömür her sıcaklıkta, oksidasyon hızının artışına bağlı olarak, çok çeşitli gazlar açığa çıkarılmaktadır.

CHAKRAVORTY ve FENG (1978), yangın gazlarının oluşum aşamaları için aşağıdaki sonuçları çıkarmıştır.

Hidrojen; 80-100°C civarında gözlenmekte, 220°C ye kadar hızla artmakta, daha sonra ki üretimi düşüşe geçmektedir.

Etilen ve Propilen; 150°C civarında birlikte oluşmakta ve kararlı bir artma göstermektedir.

Karbondioksit; ısınma ile üretimi başlamakta ve oksidasyon süresince devam etmektedir.

Karbonmonoksit; 30°C gibi çok düşük sıcaklıklarda gözlenmeye başlamakta ve gelişimi logaritmik olarak artmaktadır.

## 6. BARAJ GERİSİ YANGIN ENDEKSLERİ

Bir panodaki kızışmanın, alınan birincil önlemlerle engellenememesi ve yangının ilerlemesi durumunda son çare olarak pano hava giriş ve dönüş yolları yangın barajları ile kapatılır. Barajlama başarılı olması için kurallara uygun yapılması ve baraj gerisinin iyi seçilmiş olması gerekir.

Barajlanmış panolarda, hava gelirinin kesilmesi kızışmayı önce yavaşlatacak sonra sönme eğilimine girmesini sağlayacaktır. Ancak bir yangının sönme mekanizması bakımından, normal yangınlar ile kömür yangınları arasında önemli farklar vardır. Normal yangınlarda alevin hava ile ilişkisinin kesilmesi ve oksijen oranının % 12'nin altına çekilmesi yangının kısa sürede sönmesini sağlar. Kömür yangınlarında ise kızışma % 5-6 gibi düşük oksijen seviyelerinde de sürer ve içten yanma devam eder. Bu aşamada ortama temiz havanın gelmesi içten kızışmayı açık alevli yangına dönüştürebilir. Barajlanmış panolarda bırakılan malzeme, ekipman ve yüzbinlerce ton kömür rezervi önemli ekonomik kayıplar oluşturmaktadır. Bu nedenle barajlanmış panolara yangının sönmesinden sonra yeniden girilmesi amaçlanır. Barajların açılmasına karar verilmesi kritik özellik taşımaktadır. Barajlar açılıp bölgeye temiz hava gönderildiğinde yangının yeniden canlanması olasılığı göz önünde tutulmalıdır. Bu durum kurtarma ve yangınla mücadele ekiplerinin güvenliğini tehlikeye düşürmektedir. Bu nedenle barajların açılmasına karar verildiğinde, kızışmanın tam olarak sönmüş olması gerekmektedir.

Kızışmanın gelişimini izlemede ve yangının sönüp sönmediğine karar vermede, temel alınan veriler baraj gerisinden alınan hava numunelerinin gaz analiz değerleridir.

Baraj gerisindeki kızışmanın izlenmesine ve yangın aşamasının yorumlanmasına yönelik olarak literatürde pek çok endeks önerilmektedir. Ancak her koşul altında başarılı sonuçlar veren standart bir endeks bulunmamakta, önerilen endekslerin çalışılan bölgenin özellikleri dikkate alınarak uygulanması gerekmektedir. Baraj gerisi yangın koşullarını irdelenmesinde kullanılan başlıca endeksler řu şekilde sıralanabilir;

- CO/(O<sub>2</sub> Azalma yüzdesi) Oranı
- CO<sub>2</sub>/(O<sub>2</sub> Azalma yüzdesi) Oranı
- Oksijen azalması
- Desorbe Hidrokarbon Oranı
- CO-Artık Gaz İlişkisi
- C/H Oranı
- N<sub>2</sub>/(CO + CO<sub>2</sub>) Oranı
- Trickett Oranı

#### 6.1. CO/(O<sub>2</sub> Azalma Yüzdesi) Oranı

Barajlanmış panolardaki yangının gelişiminin izlenmesinde en yaygın olarak kullanılan endekstir. GRAHAM (1914), tarafından önerilmiş olup, aşağıdaki gibi ifade edilmektedir. (Koennig and Bruce, 1987)

$$G.I. = \frac{\text{CO oluřumu (\%)}}{\text{O}_2 \text{ tüketimi (\%)}} \times 100$$

Temiz havanın % 20,93 O<sub>2</sub>, % 79,04 N<sub>2</sub> içerdđiđi bilinmektedir. Bu durumda numunede, ölçülen azot miktarına karşı bulunması gereken O<sub>2</sub> miktarı;

$$N_2 \times \frac{20,93}{79,04} = N_2 \times 0,265$$

olarak hesaplanır.

Temiz havaya oranla numunedeki O<sub>2</sub> azalması ise;

$$0,265 \times N_2 - O_2$$

şeklinde ifade edilebilir. Bu durumda, graham indeksi;

$$G.I. = \frac{CO}{0,265 N_2 - O_2} \times 100$$

şeklinde belirlenir. CO, N<sub>2</sub>, O<sub>2</sub> numunedeki gaz oranlarıdır.

AYVAZOĞLU (1986), Graham endeksinin kullanım limitlerini aşağıdaki şekilde belirtmiştir.

<u>G.I.</u>	<u>Yorum</u>
0,2 civarı	Tehlikesiz durum
0,5 civarı	Oksidasyon varlığı ve gelişimi
1 civarı	Isınma başlangıcı
1-2 arası	Isınma tehlikeli boyutta
2-3 arası	Açık alevli yangına gidiş.

İnert gaz kullanımında, oran aşağıdaki gibi ifade edilmiştir. (Mitchell and Burns, 1979)

$$G.I. = \frac{CO}{\left(\frac{O_2'}{N_2'}\right) N_2 - O_2} \times 100$$

Oranda kullanılan elemanlar, aşağıdaki gibidir;

O<sub>2</sub>' : Giriş borusundan alınan numunedeki % O<sub>2</sub>

N<sub>2</sub>' : Giriş borusundan alınan numunedeki % N<sub>2</sub>

O<sub>2</sub> : Çıkış borusundan alınan numunedeki % O<sub>2</sub>

N<sub>2</sub> : Çıkış borusundan alınan numunedeki % N<sub>2</sub>

CO : Numunedeki % CO

Oranda, kendiliğinden yanmanın en iyi belirleyicisi CO gazı kullanılmaktadır. Metan ve havanın seyreltme etkisinden bağımsızdır. Baraj gerisinde ısınma dışında bir CO kaynağı olmadığından, oran kesinlik taşımaktadır. Oran, ısınmanın yoğunluğu hakkında ortalama değer vermektedir. Baraj gerisi yangın sönerken, CO hızla azalır. CO'nun yok olmasının, yangının tamamen sönmeye karşı-

lık gelmediği, nemli ocaklarda yangının tamamen sönmese dahi CO'nun ortamdaki kaybolması gerçeği ile ters düştüğü bilinmektedir. Oran ayrıca gaz analizinin analitik hatalarından ve düşük O<sub>2</sub> azalmasından olumsuz olarak etkilenebilmektedir.

### 6.2. CO<sub>2</sub>/(O<sub>2</sub> Azalma Yüzdesi) Oranı

Yangının ileri aşamasında CO<sub>2</sub> gazının baskın hale gelmesinden dolayı, baraj gerisi atmosferi için bu oranın kullanılabileceği önerilmektedir. Oranın azalması, yangının sönmeye başladığını işaret etmektedir. Ancak, ısınma dışı kaynaklı CO<sub>2</sub> gelişinin sözkonusu olabileceği panolarda endeksin kullanılmasının uygun olmayacağı ve CO<sub>2</sub>'nin suda çözünbilmesinin de oran için olumsuzluk yarattığı belirtilmektedir. (Saraç 1992)

BANERJEE et al. (1990) oranın, 25'in altındaki değerlerin için yüzeysel ısınma, 50'nin üzerindeki değerleri için yüksek yoğunluklu yangın yorumu yapılabileceğini belirtmekle birlikte, diğer oranlarla desteklenmesi gerektiğini belirtmişlerdir.

Oran, aşağıdaki gibi ifade edilmektedir;

$$\text{CO}_2 / \text{OAY} = \frac{\text{CO}_2}{0,265 \text{ N}_2 - \text{O}_2} \times 100$$

CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>, O<sub>2</sub> numunedeki % gaz oranlarıdır.

### 6.3. Oksijen Azalması

Baraj gerisi yangının izlenmesinde kullanılan önemli endekslerden birisi de, oksijen oranı ve zamanla oksijen oranında gözlenen azalmadır.

Yangın atmosferinde ölçülen oksijen oranının, yorumlanması aşağıdaki gibi yapılır. (Mackenzie-Wood and Strang, 1990)

<u>O<sub>2</sub> Oranı</u>	<u>Yorum</u>
% 12 den fazla	Açık alevli yangın
% 12 den az	Açık alevsiz yangın
% 5 civarı	Kendiliğinden yanma için belirsizlik noktası
% 2 civarı	Kendiliğinden yanmanın sönmeye noktası civarı
% 1 civarı	Değerin bir süre sabit kalması, yanmanın sönmeye

#### 6.4. Desorbe Hidrokarbon Oranı

Justin ve Kim (1988), sıcaklık artışı ile hidrokarbonların çıkışını temel alan bu endeksi aşağıdaki gibi önermişlerdir. (Banerjee et. al., 1990)

$$R.I. = \frac{1,01 (T.H.C.) - CH_4}{T.H.C. + C} \times 1000$$

Endekste kullanılan elemanlar;

T.H.C. : Toplam hidrokarbon konsantrasyonu (ppm)

CH<sub>4</sub> : Metan konsantrasyonu (ppm)

C : Sabit (0,01)

Endekste, normal çevre sıcaklığının etkisiyle yayılan metanın etkisi de dikkate alınmıştır. Hesaplanan endeks değeri aşağıdaki gibi yorumlanır.

<u>R.I.</u>	<u>Yorum</u>
0-50	Normal sıcaklık
50-100	Olası ısınma
>100	Yangın varlığı

Endeks değeri arttıkça, kızışmanın yoğunluğunun yükseldiği ve normal metan oluşumunun, yanma ürünü olarak oluşan metanı maskeleyebileceği belirtilmektedir. (Banerjee et. all., 1990)

#### 6.5. CO-Artık Gaz İlişkisi

LITTON (1986), ocak havasını üç temel bileşene ayırmıştır. (Banerjee et. al., 1990)

- Oksijen ve oksijene eşdeğer azot,
- Metan ve etan,
- Artık gazlar; karbonmonoksit, karbondioksit, azot'a eşdeğer kullanılan oksijen,

Üç temel bileşenin, normal sıcaklıktaki durumu Req, sıcaklık artışı ile ulaşacağı durum Ract olarak verilmiştir. Bu değişim Ract/Req olarak belirlenmiş ve barajlanmış sahalardaki koşulları ifa-

de ettiği bildirilmiştir.

LITTON (1986), artık gazlar içinde CO'nun değişimini temel alan endeksi aşağıdaki gibi önermiştir. (Banerjee et. al., 1990)

$$\frac{R_{act}}{R_{eq}} = 1/3 (CO)_5 \times R_g^{-3/2} \times O^{-1/2}$$

Endekste kullanılan elemanlar aşağıdaki gibidir.

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

$(CO)_5$  : Numunedeki CO oranı (ppm)

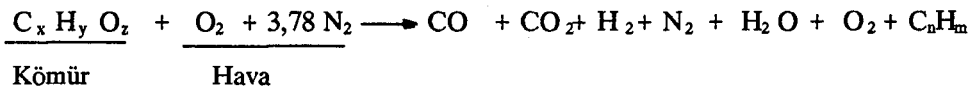
$O_2$ ,  $CH_4$ ,  $C_2H_6$  numunedeki gaz oranlarıdır.

Endeks 1'den büyük değer verdiğinde sıcaklığın yükseldiği, 1'den küçük değerlerde normal sıcaklık durumunu gösterdiği sonucu çıkarılmaktadır. CO oranının, bakteriyel etkilerden dolayı sıfır olması,  $O_2$  oranının % 1'in altında olması durumlarında ve metan gelirinin yüksek olduğu gazlı ocaklarda güvenilir olmadığı belirtilmektedir. (Banerjee et. all., 1990)

#### 6.6. C/H Oranı.

GHOSH ve BANERJEE (1967), bir yakıtın karbon ve hidrojen bileşenlerinin yanma miktarını sıcaklık ile orantılamışlardır. Düşük sıcaklıklarda hidrojenin tamamen yandığını, yanmamış karbonun ise kurum halinde toplandığını ve yanma ürünlerinin C/H değerinin azaldığını belirtmişlerdir. (Banerjee et. al., 1990)

Oksijen içeren bir organik yakıtın sözkonusu olması durumunda, C/H oranı yerine, C/(Kullanılabilir Hidrojen) oranının kullanılabileceği belirtilmektedir. Burada yakıt ( $C_x H_y$ ,  $ZH_2O$ ) ve kullanılabilir hidrojen ( $H_2$ - $O_2$ ) olarak ifade edilmektedir.  $H_2$  ve  $O_2$  yakıt içindeki hidrojen ve oksijen yüzdeleri göstermektedir. Karbon kısmı,  $CO_2$ , CO ve hidrokarbon gibi yanma ürünlerinden hesaplanmaktadır. Hidrojen kısmı ise, yayılan  $H_2$ , hidrokarbonlardan ve su şekilli hidrojenden belirlenmektedir. Yanma reaksiyonu;



şeklindedir.

Yangın gazlarının C/H oranı, adı geçen yazarlar tarafından aşağıdaki gibi önerilmiştir.

$$C/H = \frac{6 (CO_2 + CO + CH_4 + 2C_2H_4)}{[2 (N_2 \times 0,265 - O_2 - CO_2 + C_2H_4 + CH_4) + H_2 - CO]}$$

CO<sub>2</sub>, CO, CH<sub>4</sub>, C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, H<sub>2</sub> numunedeki gaz oranlarıdır.

C/H oranının, 3-4 civarında olması yüzeysel kızışmayı, 15'in üstündeki değerler aktif yangını, 20'den büyük değerler ahşap malzemeninde yandığı açık alevli yangını ifade etmektedir.

Oranın yangını karakterize edebilmesi için O<sub>2</sub> tüketim verileriyle kullanılması gerekir. Ahşap yangınları için kullanışlı bir ölçüt olduğu ve Graham endeksine oranla yangını daha iyi temsil ettiği belirtilmektedir.

Tabakalardan gelen metanın seyreltici etkisi, CO<sub>2</sub>'nin çok kaynaklı oluşu ve suda eriyebilmesi, düşük oksijen azalması değerlerindeki çalışmalardan olumsuz etkilenmesi oranın sakıncalı yönleridir. Ayrıca oran, düşük sıcaklıkta oksidasyonun tükettiği oksijeni dikkate almamaktadır.

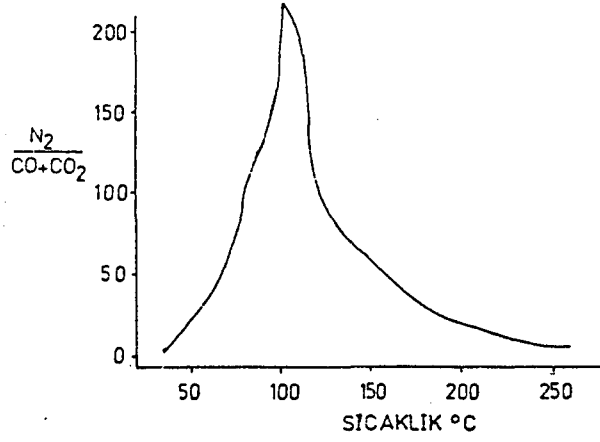
#### 6.7. N<sub>2</sub> / (CO + CO<sub>2</sub>) Oranı

Barajlanmış sahalar için, iyi bir gösterge olduğu bildirilen bu oranın, azot enjeksiyonunun uygulandığı veya yangın dışı kaynaklardan aşırı karbondioksit gelirin olduğu panolarda uygulanamayacağı belirtilmektedir. (Saraç, 1992)

CHAMBERLAIN et. al. (1970), oranın, kızışma sıcaklığının belirlenmesinde kullanılabileceğini ve yangının sönmeye başlaması ile birlikte oranın düşme eğilimine girdiğini, sönmüş yangınlarda da sabit bir değerde seyrettiğini belirtmektedirler. Oranın, 100°C de maksimum noktaya ulaştıktan sonra, 250°C ye kadar azalma gösterdiği ve sonra sabit değerde seyrettiği saptanmıştır. (Morris, 1988)

Sıcaklıkla endeksin değişimi Şekil-6.1 de verilmiştir. (Moris, 1988)





Şekil-6.1 : Sıcaklıkla,  $N_2 / (CO + CO_2)$  oranının değişimi.

#### 6.8. Trickett Oranı

TRICKETT (1954), yanma olayı esnasında yakıtın cinsinin ve alınan numunenin doğruluğunun irdelenmesi için adı ile anılan aşağıdaki oranı önermiştir. (Mackenzie Wood and Strang, 1990)

$$T.R. = \frac{CO_2 + 0,75 CO - 0,25 H_2}{0,2647 N_2 - O_2}$$

$CO_2$ ,  $CO$ ,  $H_2$ ,  $N_2$ ,  $O_2$  numunedeki % gaz oranlarıdır.

Trickett oranının,  $N_2$ ,  $CO_2$  gibi atıl gaz enjeksiyonunun yapıldığı yerlerde, yüksek metan varlığında ve yetersiz oksijen koşullarında kullanılmaması önerilmektedir. Oranın, havalandırmanın seyreltici özelliğinden etkilenmediği bilinmektedir. Trickett oranının, 0,4 den küçük olması yangın durumunun olmadığını ve gazların, aktif yangın durumunun artık gazları olduğu şeklinde yorumlanmaktadır. Oranın 1,6 dan büyük olması durumunda ise analiz ve numunede hata olasılığının söz konusu olduğu bildirilmiştir.

MITCHELL (1977), oranın kullanım limitlerini şu şekilde önermiştir. Trickett Oranı = 0,4-0,5 ise, yakıt sadece metandır. Oran 0,5-1,0 aralığında ise yakıt, kömür, petrol, bandır. 0,9-1,6 aralığında yakıt ahşap tahkimat elemanlarıdır.

## 7. BARAJ GERİSİ YANGIN ENDEKSLERİ UYGULAMASI

Barajlanarak kapatılmış panolarda, baraj gerisi atmosferin izlenmesine yönelik olarak önerilen yangın endekslerinin hiç biri, pratikte karşılaşılan olayların yorumlanmasında her zaman başarılı olamamaktadır. Bu nedenle, bu konuda tüm araştırmacılarca kabul edilen standart bir endeks yoktur. Ortam koşullarını değerlendirmede tüm endekslerin uygulanması ve varılan sonuçların birkaç endeks tarafından desteklenmesi gerekir

Yeraltı kömür ocaklarında daha önceki barajlama çalışmaları sırasında edinilen deneyimler ve kaydedilen veriler, gözönüne alınan damar için en uygun endeksin belirlenmesinde önemli ipuçları sağlar.

Önceki bölümlerde açıklanan endeksleri gerçek verilerle denemek için T.T.K. Kozlu Müessesesi yeraltı ocaklarından alınan gaz analiz değerleri, bu amaçla kullanılmıştır.

Bilindiği gibi, 3 Mart 1992 tarihinde Kozlu yeraltı ocaklarında çok geniş kapsamlı bir gaz patlaması olayı yaşanmış, patlama sonrasında açık alevli yangın oluşmuştur

Kurtarma çalışmalarına hemen başlanmakla birlikte yangının daha da yayılması ve kurtarma ekiplerini de tehdit etmesi ile tüm ocaklar ana kuyu diplerinden barajlanarak kapatılmıştır. Bu facia ile 293 maden işçisi yaşamını kaybetmiş, bunların büyük çoğunluğunun cesetleri zorunlu olarak baraj gerisinde kalmıştır.

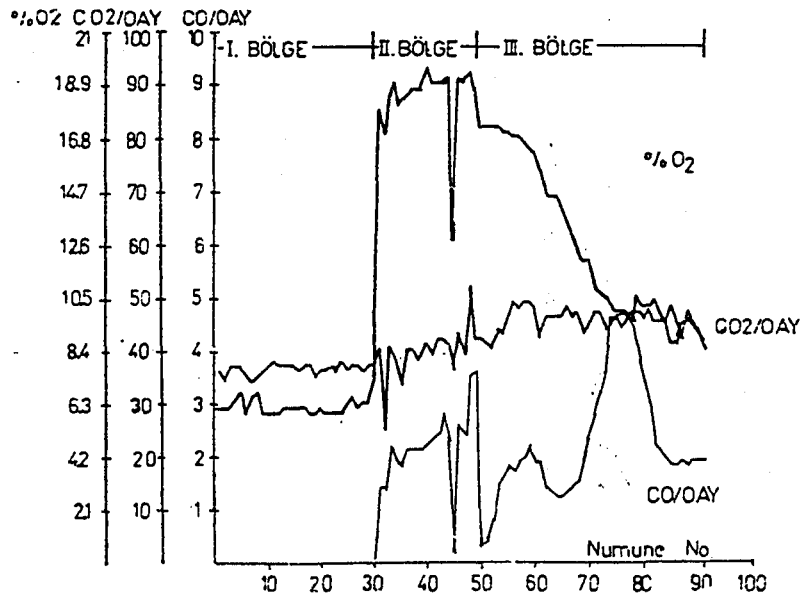
Hava gelirin kesilmesi ile yangının sönmesi için 23 gün beklenmiş, bu süre içinde her yangın barajından işletme yetkililerince hava numuneleri alınmış ve gaz analizleri yapılarak bilgisayar ortamında bu veriler depolanmıştır. Analizler 15 dakika gibi oldukça düşük zaman aralıklarıyla yapılmıştır. Elde edilen veriler yorumlanarak yangının gelişimi izlenmeye çalışılmıştır.

Hayatını kaybeden madenci naaşlarının yeraltında kalmasından ötürü, ülke çapında oluşan kamuoyunun da baskısıyla barajlama işleminden 23 gün sonra 26 Mart 1992 tarihinde tüm barajlar aynı anda kurallara uygun olarak açılmış ve yeraltına hava gönderilmiştir. Basılan temiz hava, oksijen yetersizliği nedeniyle sönme eğilimine girmiş olan yangını yeniden canlandırmış, kurtarma çalışmalarını tehlikeye düşürmüştür. Bu durumda ocaklar yeniden tahliye edilerek, tüm kuyu dipleri yeniden barajlanmıştır.

Ocak idaresi yeraltına su basmaktan başka çare kalmadığına karar vererek, bu kararı uygulamaya sokmuştur. Günümüze kadar yaşanan gelişmeler, tüm yeraltı açıklıklarının su altında bir süre bekletilmesi, suyun pompalanarak yeryüzüne atılması ve sonunda barajların açılarak ocaklara yeniden girilmesi şeklinde olmuştur

Bu gelişim içinde, yangın barajlarının 26.Mart.1992 tarihinde açılıp yeniden canlanması mühendislik açısından yeniden incelenmesi gereken bir konudur. Baraj gerisi atmosferin gaz analiz sonuçları yeniden değerlendirmeye alınarak barajların açılma kararının hatalı olup olmadığının araştırılması, literatürde önerilen yangın endeksleri uygulanarak karar verilseydi daha gerçekçi değerlendirme yapma olanağı olabilirdiydi sorusuna cevap aranması, bundan sonra karşılaşılabilecek benzer sorunlara ışık tutabilir.

Bu amaçla, olay süresince kaydı tutulan gaz analiz değerleri incelemeye alınmıştır. Bu araştırmada İncivez Kuyu'sunda ki baraj gerisi ölçüm değerleri ana kütle olarak seçilmiştir. Örneklem ise bu barajların 24-28. Mart.1992 tarihleri arasında ki ölçümlerden oluşturulmuştur. Gaz verileri olarak CO, CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, O<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>, H<sub>2</sub> gazlarının yüzde değerleri kullanılmıştır. 91 adet ölçüm, baraj gerisi yangın endeksleri olan, CO/OAY, CO-Artuk Gaz, Desorbe Hidrokarbon, N<sub>2</sub>/CO+CO<sub>2</sub>, C/H, Trickett, oranlarına uygulanmıştır. Ölçüm değerleri ve endeks sonuçları Ek 1 ve Ek 2 verilmiştir. Endeks değerlerinin, numune alım sırasına bağlı olarak grafikleri oluşturulmuştur.



Şekil-7.1 : İncivez Barajında 24.03.92 - 28.03.92 tarihleri arasında CO/OAY, CO<sub>2</sub>/OAY, % O<sub>2</sub> nin değişimi.

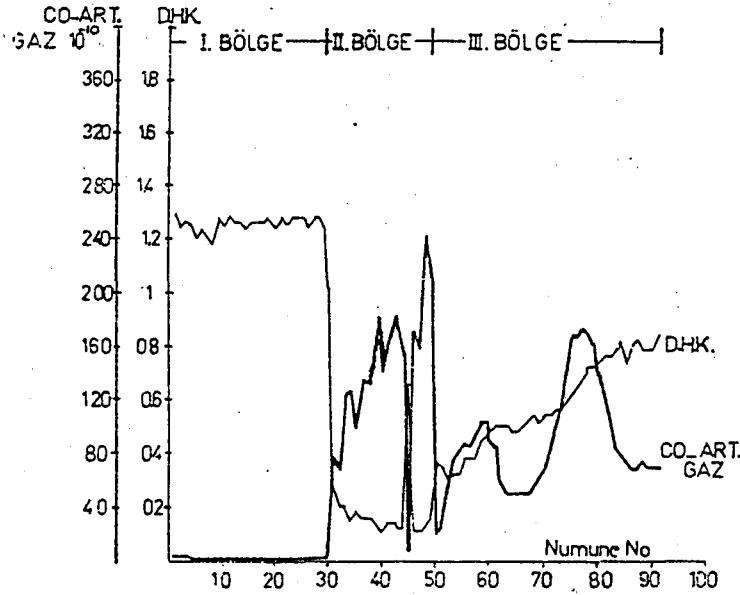
Şekil-7.1 de, CO/OAY, CO<sub>2</sub>/OAY oranlarının zamana göre değişimleri % O<sub>2</sub> ile birlikte verilmiş ve aşağıdaki sonuçlar çıkarılmıştır. Grafik, oksijen miktarına bağlı olarak üç bölgeye ayrılmaktadır.

I. Bölge : Baraj gerisine hava verilmeden önceki bölge olup, 29 nolu numune alım zamanına kadar sürmektedir. Birinci bölgede, oksijen oranı % 6 civarında seyretmektedir. Bu bölgedeki O<sub>2</sub> değeri, oksijen limit değeri olan % 5'e yakın olduğundan kendiliğinden yanma için belirsizlik taşıdığı görülmektedir. Birinci bölgede, CO/OAY değerleri, 0,2 nin altında olduğundan, yangın için tehlikesiz bir durumu göstermektedir. Bu durum, oksijen miktarının, yangın için belirsizlik yorumu ile desteklenmektedir. Birinci bölgede, CO<sub>2</sub>/OAY endeksi, 34-38 arasında değer almaktadır. Endeksin limit değeri 25'in altında ise yüzeysel kızışma, 50 nin üzerindeki değerler yüksek yoğunluklu yangın olarak yorumlanmaktadır. Endeksin ortalama 36 değerinde, yatay doğrusal hareket ettiği düşünüldüğünde, bölgedeki durumun yüzeysel kızışmanın üzerinde, yangının altında olduğu görülmektedir. Bu bölge için CO/OAY ile CO<sub>2</sub>/OAY arasında, limit değerlerin yorumu açısından ilişkisizlik gözlenmektedir.

II. Bölge : Baraj gerisine hava verildiği, O<sub>2</sub> oranının % 6,3 den % 9,6 ya kadar yükseldiği ve % 19,4 değerinden sonra düşüş başlangıcına geçtiği, 29 ve 49 nolu numune alım zamanları arasındaki bölgedir. Oksijen oranı, 40 nolu numune noktasında % 19,6 ile maksimum değerine ulaşmıştır. 45 nolu numune noktasında, oksijen % 12,9 değerine düşmüştür. Bu düşüşün nedeni, bir patlamanın gerçekleştiğidir. İkinci bölgede, oksijen oranının, limit değer % 12 nin üzerinde oluşu, açık alevli yangın olarak yorumlanmaktadır. İkinci bölgede, CO/OAY endeksi, ortama O<sub>2</sub> girişi ile artış göstermektedir. 30-33 nolu numune alım zamanı arasında oran, 0,2 den 1,4 değerine yükselmiştir. Bu değer, limit değer 1 den büyük olması, ısınmanın tehlikeli durumda olduğunu göstermektedir. 36-43 nolu numune alım zamanı aralığında, oran 2,1 den 2,8 değerine artış göstermiştir. Bu değerlerin, limit değer 2 ile 3 arasında olması, yangının açık alevli özellik gösterdiği şeklinde yorumlanır. 36-43 nolu aralıkta, O<sub>2</sub> oranının % 12 nin üzerinde oluşu, CO/OAY için yapılan yorumu desteklemektedir. 45 nolu noktada görülen ani O<sub>2</sub> düşüşü, CO/OAY oranının 0,2 değerine düşmesine neden olmuştur. 49 nolu numune alım zamanında, CO/OAY 3,6 değerine yükselerek, açık alevli yangın yorumunu vermektedir. İkinci bölgede, CO<sub>2</sub>/OAY endeksi, önce 40 değerine, daha sonra 32 nolu numune noktasında, ortama verilen havanın seyreltici etkisinden, olumsuz olarak etkilenerek 25 değerine düşmüştür. Bu değer, süreç içinde alınan minimum değerdir. 29-44 nolu numune alım noktaları arasında, CO<sub>2</sub>/OAY oranı, ortamdaki O<sub>2</sub> nin varlığından dolayı artma eğilimi göstermektedir. Bu artış, CO/OAY da da gözlenmektedir. Bu aralıkta, CO<sub>2</sub>/OAY daki dalgalanmalar, CO/OAY eğrisinden fazladır. Bu durumun nedeni, CO<sub>2</sub> gazının, O<sub>2</sub> gazındaki dalgalanmalardan etkilendiğidir. 29-49 nolu numune noktala-

ri arasında, oran değeri, limit değeri 50 ye yaklaşma eğilimindedir. Bu aralıktaki davranış, CO/OAY ile desteklenmektedir.

III. Bölge : Baraj gerisine hava girişinin durduğu, O<sub>2</sub> oranını % 19,6 dan % 8,6 ya kadar düşüğü, 49-91 nolu numune alım zamanı arasındaki bölgedir. 30-70 nolu numune alım zaman aralığında, O<sub>2</sub> oranının, limit değeri % 12 nin üzerinde olması, bu aralıktaki ortamda açık alevli yangının sürdüğü şeklinde yorumlanır. 70 nolu noktadan sonra O<sub>2</sub> oranı, hızla azalma göstermekte ve % 8,6 değerine inmektedir. Bu aralıktaki O<sub>2</sub> değerinin, limit değeri % 12 nin altında oluşu, alevsiz yangın durumunun sürdüğünü göstermektedir. Üçüncü bölgede, CO/OAY endeksi, oksijenin azalma eğilimine girmesinden etkilenerek, 50 nolu numune alma noktasında 0,3 değerine kadar düşmüştür. 59 nolu numune alma noktasında, 2,2 değerine ulaşarak açık alevli yangın durumuna girmiştir. 72-80 nolu numune alma aralığında, maksimum değeri 4,7 ye ulaşmış, oksijen azalmasına bağlı olarak, yoğun yangın koşullarından inişe geçmiştir. Üçüncü bölgede, CO<sub>2</sub>/OAY endeksi, 49 nolu noktadan sonra, 40-50 değerleri arasında yatay olarak hareket etmektedir. Bu durum, yüksek yoğunluklu yangına yaklaşıldığı yorumunu getirmektedir. CO<sub>2</sub>/OAY endeksinin III. bölgedeki hareketi, CO/OAY endeksi tarafından desteklenmektedir.



Şekil-7.2 : İncivez Barajında, 24.03.92-28.03.92 tarihleri arasında Desorbe Hidrokarbon ve CO-Artık Gaz endekslerinin değişimi

Şekil-7.2 de Desorbe Hidrokarbon ve CO-Artık Gaz endekslerinin, numune alım zamanına

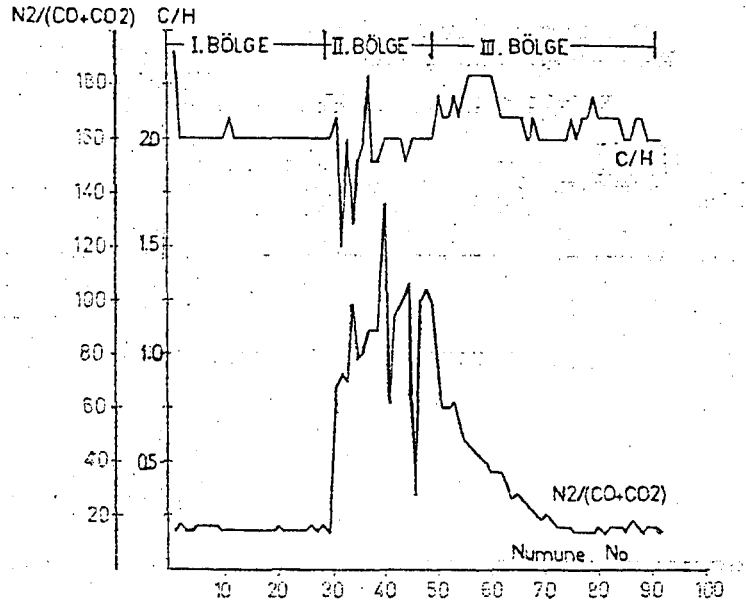
karşılık değişimi verilmiş ve aşağıdaki sonuçlar çıkarılmıştır. Sonuçlar oksijen miktarına göre ayrılmış üç bölge halinde verilmektedir.

Desorbe-Hidrokarbon endeksinin hesaplanmasında kullanılan, toplam hidrokarbon miktarının gaz analizi ile belirlenememiş olmasından ötürü, sadece metan gazı kullanılarak hesaplamalar yapılmıştır. Yapılan bu hatanın, endeks limit değerini kullanmaksızın ihmal edilebileceği düşünülmüştür. Endeksin, bu şekilde kullanılmasından amaç, metanın baraj gerisi yangın koşullarındaki davranışını, endeks modeli içinde yorumlamaktır.

I. Bölge : Bölge içinde Desorbe Hidrokarbon endeksi, yatay doğrusal bir hareketle, 1,2-1,3 arasında değer almaktadır. Bu hareket CO/OAY, CO<sub>2</sub>/OAY ve % O<sub>2</sub> tarafından desteklenmektedir. CO-Artık Gaz endeksinin, birinci bölgedeki aldığı değerler 1.10<sup>-10</sup>-4.10<sup>-10</sup> değerleri arasında olup, yatay doğrusal hareket etmektedir. Bu hareket CO/OAY, CO<sub>2</sub>/OAY, Desorbe Hidrokarbon endeksleri ve % O<sub>2</sub> tarafından da desteklenmektedir.

II. Bölge : Ortama havanın verilmesinden ötürü, metanda seyrelme oluşmuş ve Desorbe Hidrokarbon endeksi değerlerinin bu bölge içinde ani düşüşüne neden olmuştur. Bu etki, endeksin süreç içindeki minimum 0,1 değerine kadar düşüşü ile açıklanmaktadır. 45 nolu noktada, % O<sub>2</sub> nin 12,9'a düşüşü, endeksin 0,12 den 0,66 değerine kadar yükselmesine neden olmuştur. CO-Artık Gaz endeksinin bölge içinde yapmış olduğu ani yükselme, ortama O<sub>2</sub> nin girişi ile birlikte yangının kısa zamanda ani gelişme gösterdiği şeklinde yorumlanabilir. Endeks, 45 nolu numune alım noktasında, O<sub>2</sub> nin % 12,9'a düşmesinden etkilenerek, 156.10<sup>-10</sup> dan 8.10<sup>-10</sup> değerine düşmüştür. Bu ani düşüş, CO/OAY ve CO<sub>2</sub>/OAY tarafından desteklenmektedir. 48 nolu numune alım noktasında, oran maksimum değeri 244.10<sup>-10</sup> değerine ulaşmaktadır. Bu artış CO/OAY ile benzerlik göstermektedir. CO-Artık Gaz endeksinin en önemli özelliği, CO/OAY endeksi ile çok benzer davranış modeli göstermesidir.

III. Bölge : Desorbe Hidrokarbon endeksi bölge içinde, havanın seyreltici etkisinin sona ermesi ile birlikte artan doğrusal bir hareket vermektedir. Bu artış, 0,16 değerinden başlayıp 0,84 değerinde sona ermiştir. Bu artışın özelliği, CO/OAY ve CO-Artık Gaz endekslerinin gösterdiği aşırı dalgalanmalara sahip olmayışı ve kararlı bir artış göstermesidir. CO-Artık Gaz endeksi, oksijen azalmasından, diğer endekslerden daha fazla etkilenerek, 244.10<sup>-10</sup> dan 20.10<sup>-10</sup> değerine kadar düşüş göstermektedir. Endeks geniş dalgalanmalar ile 59 nolu noktada 104.10<sup>-10</sup>, 77 nolu noktada 176.10<sup>-10</sup> değerine ulaşmaktadır. Bu bölgede CO/OAY ve CO-Artık Gaz endekslerinin benzer davranış modeli göstermeleri dikkat çekicidir.



Şekil-7.3 : İncivez Barajında, 24.03.92 - 28.03.92 tarihleri arasında C/H ve N<sub>2</sub>/(CO+CO<sub>2</sub>) oranlarının değişimi

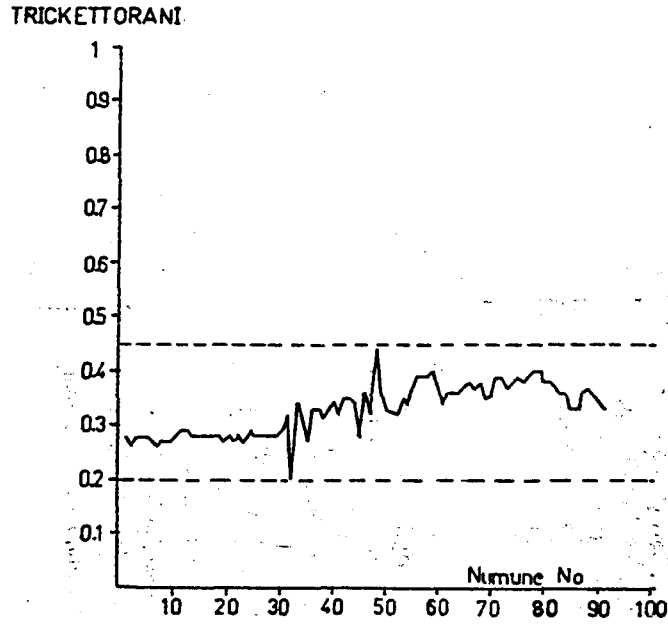
Şekil-7.3 de C/H ve N<sub>2</sub>/(CO+CO<sub>2</sub>) endekslerinin, numune alın zamanına karşılık değişimi verilmiş ve aşağıdaki sonuçlar çıkarılmıştır. Sonuçlar O<sub>2</sub> miktarına göre ayrılmış üç bölge halinde verilecektir.

I. Bölge : C/H oranı bölge içinde, diğer endekslerde olduğu gibi yatay doğrusal hareket yapmaktadır. Bu esnada aldığı değerler 2-2,5 arasındadır. N<sub>2</sub>/(CO+CO<sub>2</sub>) endekside benzer hareketi 17-18 değerleri arasında yapmaktadır.

II. Bölge : Ortama havanın verildiği ikinci bölgede, C/H endeksinin elemanlarının seyrelme göstererek, endeksin düşüşe geçtiği belirlenmiştir. Bu düşüş 31 nolu numune alın noktasındaki 2,1 değeri ile başlamış, 32 nolu noktada minimum değeri olan 1,5'e düşmesi ile tamamlanmıştır. 45 nolu numune alın noktasında, O<sub>2</sub> oranının % 12,9 değerine düşmesi, patlama sonucu gerçekleşmiştir. Patlama sonucu oluşan gaz ürünlerin, endeksin bu noktadan sonra yükselmesine neden olduğu gözlenmiştir. Bölge içinde N<sub>2</sub>/(CO+CO<sub>2</sub>) endeksinin ani artışlar gösterdiği ve bunun yangının gelişiminden kaynaklandığıdır. İkinci bölge içinde N<sub>2</sub>/(CO+CO<sub>2</sub>) oranının yükselişi ortam sıcaklığının yükselmeye başladığını göstermektedir. Bu durumun, CO/OAY ve CO-Artık Gaz endeksi tarafından da desteklendiği görülmektedir. Oran, oksijen miktarındaki değişimlere karşı duyarlılık göstermektedir. N<sub>2</sub>/(CO+CO<sub>2</sub>) endeksi, bölge içinde 136 değeriyle maksimum, 27 değeri ile minimum duruma ulaş-

mıştır. Bu davranış, oranın  $O_2$  değişimi ve sonuçlarına duyarlılığını göstermektedir. Bölge içinde  $CO/OAY$ ,  $CO$ -Artık Gaz ve  $N_2/(CO+CO_2)$  endekslerinin davranış modelleri benzerdir. Ayrıca  $C/H$ ,  $CO_2 /OAY$  ve Desorbe Hidrokarbon endeksleri de kendi aralarında benzer davranış modeli göstermektedirler.

III. Bölge :  $C/H$  endeksi, oksijenin azalma eğilimine girdiği bölgede artan eğrisel bir hareket göstermektedir. Bu artış 2 ile başlamış ve 2,3 değerine kadar sürdürmüştür. Bu hareket,  $CO_2/OAY$  ve Desorbe hidrokarbon endeksinin, aynı bölgedeki davranış modeli ile benzerdir.  $N_2/(CO+CO_2)$  endeksinin, üçüncü bölgedeki davranışı azalan eğri özelliği taşımaktadır. Bu azalış 49 nolu noktadaki 98 değeri ile başlamış ve süreç sonunda 16 değeri ile sona ermiştir. Azalışın gerçek nedeni ikinci bölgedeki yüksek yoğunluklu yangının üçüncü bölgede oksijen azalmasından ötürü zayıflamasıdır. Orandaki azalış, ortam sıcaklığının ikinci bölgeden daha fazla olduğunu göstermektedir.



Şekil-7.4 : İncivez Barajında 24.03.92-28.03.92 tarihleri arasında Trickett oranının değişimi

Şekil-7.4'de Trickett oranının, İncivez Barajı'ndaki değişimi verilmiştir. Trickett oranının tüm süreç içinde, 0,20-0,44 aralığında değer aldığı belirlenmiştir. Trickett oranının birinci bölgede yatay doğrusal, ikinci bölgede artan doğrusal, üçüncü bölgede azalma eğilimi gösteren doğrusal hareket yaptığı yorumu getirilebilir. Oranın 0,20-0,44 aralığında olması, limit değer 0,4'den küçük olduğunu göstermektedir. Bu durum Trickett oranına göre yangının söz konusu olmadığını belirtmektedir. Ancak bu durum diğer yangın endekslerini sonuçları ile ters düşmektedir. Trickett oranının limit değerlerinin bölgesel olarak değişim gösterdiği sonucu ortaya çıkmaktadır.



Yapılan uygulamalar sonucu, Kozlu bölgesi ocakları için, bazı endekslerin kullanım limitleri için aşağıdaki yorum yapılabilmektedir.

- CO<sub>2</sub>/OAY oranı için, 28 in altındaki değerler yüzeysel kızışmayı, 40 in üzerindeki değerler yüksek yoğunluklu yangın durumunu belirtmektedir.

- CO-Artık Gaz endeksi için, 2.10<sup>-10</sup> civarı tehlikesiz, 70.10<sup>-10</sup> un üzerindeki değerler yüksek yoğunluklu yangın koşullarını göstermektedir.

- N<sub>2</sub>/CO+CO<sub>2</sub> endeksi için, barajın kapatılmasından kısa bir süre sonra alacağı, 14 değerinin üstündeki değerler, ortamın yangın için tehlikeli durumda olduğu şeklinde değerlendirilebilmektedir.

## 8. BARAJ GERİSİ ATMOSFERİNİN PATLAYABİLİRLİĞİ

Bir panoda kızışmanın çok ilerlemesi ve bölgenin barajlanarak kapatılması sonrasında, baraj gerisi atmosferinin bileşimi büyük değişiklikler gösterir. Hava gelirinin kesilmesi ve kızışmanın sürmesi ile patlayıcı gaz oranları yükselir. Yeraltı kömür ocaklarında ana patlayıcı gaz metandır. Metan kömürün yapısında bulunan bir gaz olmakla beraber, kızışma sırasında da bir miktar metan çıkışı olur. Metanın patlama sınırı olarak % 5-15 değerleri verilir. % 5'in altında metan azlığından, % 15'in üstünde ise oksijen yetersizliğinden patlama oluşmaz. Ancak bu sınırlar sadece metan-hava karışımları için geçerlidir. Ortamda kömür tozunun veya karbonmonoksit, hidrojen, etan, propilen, butan gibi diğer patlayıcı gazlarında bulunması durumunda patlama sınırları tamamen değişir. Baraj gerisinde kızışmanın sürmesi ile çok çeşitli yangın gazları üretilir. Bu gazların büyük çoğunluğunu da yukarıda sıralanan patlayıcı gazlar oluşturur. Baraj ilk yapıldığında atmosfer hızla patlayıcı özellik kazanır. Ancak süreç içinde oksijen tüketiminin ve yangın gazları çıkışının çok hızlanması ile oksijen oranının çok düşmesi nedeni ile patlayıcılık kaybolur.

Bu gelişmeler gözönünde tutulduğunda, özellikle barajların açılma aşamasının çok kritik olduğu anlaşılır. Barajlar açılıp, ortama temiz hava gönderildiğinde, ek hava gelmesi ile atmosfer patlayıcı özellik kazanır. Bu durum kurtarma ve yangınla mücadele ekiplerinin güvenliğini tehlikeye düşürür. Özellikle bu kritik koşullarda ocak havasından kısa zaman aralıklarında numune alınıp, gaz analizleri yapılması ve ocak atmosferinin patlayabilirlik konumunun araştırılması gerekir. Metan ve yangın gazlarından oluşan bir karışımın patlayabilirlik özelliğinin yorumlanması amacı ile literatürde çeşitli grafiksel veya matematiksel yöntemler önerilmektedir. Bu yöntemler şunlardır;

- Le Chatelier Eşitliği
- Jones-Trickett Oranı
- Mitchell Yöntemi

- Bureau of Mines Yöntemi
- Coward Üçgeni Yöntemi
- Ellicott Yöntemi

### 8.1 Le Chatelier Eşitliği

LE CHATELIER (1891), çeşitli patlayıcı gazlardan oluşan karışımın, alt patlama limitini;

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

$$P_1 + P_2 + \dots + P_n = 100$$

şeklinde ifade etmiştir. (Hughes and Raybold, 1960)

P<sub>n</sub>: Karışım içindeki her gazın % de miktarı

N<sub>n</sub> : Karışım içindeki her gazın, alt patlama limiti.

Metan % 5, Karbonmonoksit % 12,5, Hidrojen % 4,1, Asetilen % 3, Etan % 3,2

### 8.2. Jones-Trickett Oranı

JONES ve TRICKETT (1954), oluşan patlamaların niteliğinin belirlenmesinde ve baraj gerisindeki ısınmanın aktifliğini yorumlamak için aşağıdaki oranı önermişlerdir. (Mackenzie-Wood and Strang, 1990)

$$J.T. = \frac{CO_2 + 0,75 CO - 0,25 H_2}{0,2647 N_2 - O_2}$$

TRICKETT (1954), oranın, baraj gerisi patlamalar için çok kullanışlı olduğunu ve yorumlanmasının aşağıdaki şekilde yapıldığını belirtmiştir.

J.T.	Yorum
0,5	Metan patlaması
0,87	Kömürtozu patlaması
0,5-0,87	Kömürtozu ve metanın birlikte oluşturdukları patlama

### 8.3. Mitchell Yöntemi

MITCHELL (1979), karbonmonoksit, oksijen, hidrojen ve metan gazlarına dayandırılmış, endeksi önermektedir. (Mackenzie-Wood ve Strang, 1990)

Numunenin, analizi sonrası, patlayabilirlik endeksi aşağıdaki gibi belirlenmektedir.

$$E = E_c \times \left( \frac{O_2}{M} \right)$$

E : Patlayabilirlik endeksi

$E_c$  : Karışımın patlayıcı gaz içeriği %

$$= (CH_4 + 1,25 H_2 + 0,4CO)$$

M : Karışımın maksimum izin verilebilen  $O_2$  yüzdesi

$$= 5 + 7 \left( \frac{CH_4}{CH_4 + H_2 + CO} \right)$$

Endeksin, 6-7,5 arası aldığı değerler potansiyel patlayıcı, 7,5 den büyük değerleri patlayıcı olarak yorumlanacağı belirtilmektedir. Endeksin zamana göre gelişiminin izlenmesiyle, patlayabilirlik koşullarının yorumlanmasının daha etkin olacağı önerilmektedir.

### 8.4. Bureau of Mines Yöntemi

ZABETAKIS et. al. (1959), karışımın patlayıcılığının yorumlanmasında, atıl ve patlayıcı gaz içeriklerinin hesaplanmasına dayandırılmış, bir grafiksel yöntem önermişlerdir. Yöntem aşağıdaki gibi açıklanmaktadır. (Koenning and Bruce, 1987)

Yangın gazlarının, etkin atıl bileşenleri,  $N_2$  ve  $CO_2$  dir. Etkin atıl gazların hacimce yüzdesi;

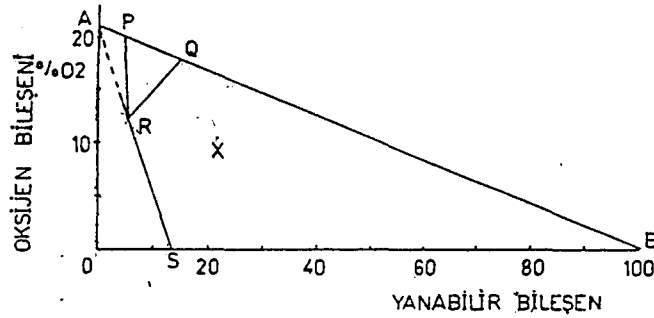
$$E.I. = (N_2 - 3,8 O_2) + 1,5 CO_2$$

Yangın gazlarının, etkin yanabilir bileşenleri,  $CH_4$ ,  $H_2$ ,  $CO$ ,  $C_2 H_6$  ve  $C_2 H_4$  dür. Etkin yanabilir gazların hacimce yüzdesi;

$E.C. = CH_4 + 1,25 H_2 + 0,4CO + 1,67C_2 H_6 + 1,85C_2 H_4$  eşitliği ile hesaplanmaktadır.



Şekil-8.2. de metan için Coward üçgeni gösterilmektedir. Y eksenini 0-20,93 %  $O_2$ , X eksenini 0-100 %  $CH_4$  için düzenlenmiştir. (Vutukuri and Lama 1986)



Şekil-8.2 : Coward Üçgeni

Coward üçgeni elemanları, aşağıdaki gibi tanımlanmaktadır.

A noktası ; Saf hava (% 20,93  $O_2$  + % 79,04  $N_2$ )

B noktası ; Saf metan (% 100  $CH_4$ )

AB doğrusu ; Metan hava karışım doğrusu

P noktası ; En düşük patlama limiti

Q noktası ; En yüksek patlama limiti

R noktası ; Uç nokta (Burun noktası)

S noktası ; Uç nokta karışımının, oksijensiz ortam analiz noktası

X noktası ; Örnek karışım noktası

Üçgen, üç ayrı bölgeye ayrılmaktadır.

(1) PRS hattının solunda kalan bölge, patlayıcı değildir.

(2) QRS hattının sağında kalan bölge, potansiyel patlayıcıdır.

(3) PQR üçgeni ise, kendiliğinden patlayıcı bölgedir.

HUGHES ve RAYBOLD (1960), Coward geleneksel üçgenini, kompleks gaz karışımlarının patlayabilirliğinin, belirlenmesinde kullanılabilecek, grafiksel yöntem geliştirmişlerdir. Coward üçgeni, hidrojen ve karbonmonoksit içinde benzer şekilde uygulanmaktadır. Coward üçgeni yönteminin ayrıntıları aşağıda sırası ile verilmiştir

a- Alt ve üst patlama limitleri; (P ve Q noktaları koordinantları). P ve Q noktalarının oksijen

bileşeni değerleri;

$$L_{L,U} = \frac{100}{\sum (P_j / L_j)}$$

$L_{L,U}$  : Karışımın en düşük ve en yüksek patlama limitleri

$P_j$  : Yanabilir gazların konsantrasyonu

j, tüm yanabilir gazlar için

$L_j$  : Yanabilir gazın en düşük ve en yüksek patlama limitleri (Çizelge-8.1)

Yüksek hidrokarbonların konsantrasyonları, en geniş patlama aralığına sahip hidrojen gazına eklenmesi önerilmektedir.

P ve Q noktalarının yanabilir bileşeni değerleri;

20,93 - 0,209 ( $L_{L,U}$ )

Çizelge-8.1 : Yanabilir gazların patlama limitleri

Yanabilir Gaz	En düşük limit %	En yüksek limit %
CH <sub>4</sub>	5	15
CO	12,5	74
H <sub>2</sub>	4	75

b- Uç nokta yanabilir bileşeni;

$$C_N = \frac{N_2}{T} \left[ \frac{100}{\sum (P_j / n_{1,j})} \right] + \frac{CO_2}{T} \left[ \frac{100}{\sum (P_j / n_{2,j})} \right]$$

$C_N$  : Karışımın uç noktası yanabilir bileşeni

$n_{1,j}$  : Gaz için uç nokta bileşeni (Çizelge-8.2)

$n_{2,j}$  : Gaz için uç nokta bileşeni (Çizelge-8.2)

$$T = N_2 + CO_2$$

c- Uç nokta, oksijen bileşeni;

$$O_N = 0,2093(100 - X_N - C_N)$$

$$X_N = \frac{N_2}{T} \left[ \frac{\sum (V_{1,j} \cdot P_j)}{\sum (P_j / n_{1,j})} \right] + \frac{CO_2}{T} \left[ \frac{\sum (V_{2,j} \cdot P_j)}{\sum (P_j / n_{2,j})} \right]$$

$X_N$ : Uç noktadaki aşırı inert gaz

$O_N$ : Karışımın, uç nokta oksijen bileşeni

$V_{1,j}$ : Birim hacim yanabilir gaza karşılık, gerekli azot hacmi, (Çizelge-8.3)

$V_{2,j}$ : Birim hacim yanabilir gaza karşılık, gerekli karbondioksit hacmi, (Çizelge-8.3)

Çizelge-8.2: Yanabilir gazların uç nokta bileşenleri

Yanabilir Gaz	Oksijen Bileşeni		Yanabilir Bileşeni	
	N <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub>	N <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub>
CH <sub>4</sub>	12.24	15.07	5.93	6.66
CO	6.07	8.8	13.78	18
H <sub>2</sub>	5.12	7.61	4.3	5.73

Çizelge-8.3 : Yanabilir gazların söndürülmesi için gerekli atıl gazları hacimleri

Yanabilir Gaz	Atıl Gaz	
	N <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub>
CH <sub>4</sub>	6	3,2
CO	4,15	2,16
H <sub>2</sub>	16,55	10,2

d- Uç noktanın, oksijensiz ortam analiz noktası;

S noktası yanabilir bileşen değeri;

$$\frac{-20,93 C_N}{O_N - 20,93}$$

S noktası oksijen bileşen değeri = 0

Bu eşitlikler yardımıyla P,Q,R,S noktalarının koordinantları hesaplandıktan sonra Şekil-8.2'de ki Coward üçgeni oluşturulmuş olur. Analizin son aşaması numune alınan atmosferin bu diyagram üzerinde işaretlenmesidir. Bu amaçla numune noktasının koordinatlarının hesaplanması gerekir

X noktası yanabilir bileşen değeri;

$$\sum (\% CH_4 + \% H + \% CO)$$

ifadesinden hesaplanır. Ordinant ise;

Xy=Numunedeki % O<sub>2</sub> oranı

olarak alınıp, X noktası oluşturulan diyagram üzerinde işaretlenir. Noktanın düştüğü bölgeye göre yorum yapılır

### 8.6 Ellicott Yöntemi

Patlayabilirliğin belirlenmesi için önerilen yöntemlerin büyük bir çoğunluğu patlama diyagramlarının çizimini gerektirmektedir. Diyagram çizimi periyodik ve sık numune alma durumunda karmaşık bir durum oluşturur. Kritik koşullarda olabildiğince hızlı bir değerlendirme yapılması da yaşamsal öneme sahiptir. Sözkonusu güçlüklerin çözümü ve hızlı bir değerlendirme olanağı yaratmak için Ellicott (1981), diyagram çizimini gerektirmeyen bir teknik önermiştir.

Yöntem, Coward diyagramındaki Burun Noktası'nı orijin kabul eden kartezyen koordinant sistemini temel almaktadır. Kartezyen koordinant sistemindeki noktaları, açısız koordinant sistemine çevrilmesi için orjin Burun Noktası'na taşınır Coward üçgeni elemanları olan P,Q,S,X noktaları açısız koordinant sistemine dönüştürülür. Noktaların açısız değerleri karşılaştırılarak örnek karışım noktasının açısı belirlenir. Örnek karışım noktası açısız koordinantları, kartezyen koordinant sistemine çevrilir ve Şekil-8.3'de ki konumuna göre yorumlama yapılır. Yöntemin işlem sırası aşağıdaki gibidir;

a- Koordinantlar dönüşümü için orjin, uç noktaya hareket ettirilir.



$$(X, Y) \longrightarrow (X - C_N, Y - O_N)$$

b- P, Q, S, ve X noktaları koordinatları kutupsal forma çevrilir.

$$\begin{array}{ll} P \longrightarrow r_p, \theta_p & S \longrightarrow r_s, \theta_s \\ Q \longrightarrow r_q, \theta_q & X \longrightarrow r_x, \theta_x \end{array}$$

c- X örnek karışım noktası için, açılal koordinantlar,  $r_m$   $\theta_m$  aşığıdaki gibi hesaplanır.

- Patlama Durumu  $\theta_p > \theta_x > \theta_q$

$$r_m = r_x$$

$$\theta_m = \left[ \frac{(\theta_x - \theta_q)}{(\theta_x - \theta_q) + (\theta_p - \theta_x)} \right] \times 90$$

- Potansiyel Patlama Durumu  $\theta_q > \theta_x$  veya  $\theta_x > \theta_s$

$$r_m = r_x$$

$$\theta_m = \left\{ \left[ \frac{(\theta_x - \theta_s)}{(\theta_x - \theta_s) + (\theta_q - \theta_x)} \right] \times 90 \right\} + 270$$

- Patlamaz Durum

$$r_m = r_x$$

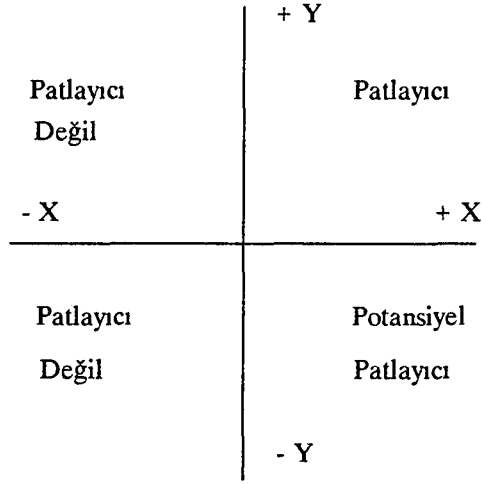
$$\theta_m = \left\{ \left[ \frac{(\theta_x - \theta_p)}{(\theta_x - \theta_p) + (\theta_s - \theta_x)} \right] \times 180 \right\} + 90$$

d- Örnek karışım noktası açılal koordinantları, kartezyen koordinant sistemine dönüştürülür.

$$r_m, \theta_m \longrightarrow (X_m, Y_m)$$

e-  $(X_m, Y_m)$  koordinantları, Ellicott grafiğine göre analiz edilerek patlayabilirlik durumu belirlenir. (Şekil-8.3)

<u>DURUM</u>	<u>X<sub>m</sub></u>	<u>Y<sub>m</sub></u>
Patlayıcı	+	+
Pot. Patlayıcı	+	-
Patlamaz	-	-
Patlamaz	-	+



Şekil-8.3 : Ellicott patlayabilirlik grafiği

## 9. BARAJ GERİSİ GAZ VERİLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

### 9.1. Bilgisayar Programı ile Değerlendirme.

Barajlanarak kapatılan panolarda yangın ve patlayabilirlik koşullarının hızlı bir şekilde değerlendirilmesi, barajın açılması esnasında baraj gerisi atmosferin patlama olasılığı taşımamasından ötürü büyük önem taşımaktadır. Bu nedenle koşulların değişiminin, bilgisayar programları ile sürekli izlenmesi gerekliliği doğmaktadır. Bu amaçla, maden mühendisine hızlı ve doğru bir karar vermede büyük yardımı olabilecek bir bilgisayar programı hazırlanmıştır.

Patlayabilirlik ve yangın koşullarını irdeleyen programın kapsamı aşağıdaki gibi olup, program listesi EK.3 de verilmiştir.

- Bilgi Girişi
- Bilgi Ekleme
- Tarihten Bulma
- Değiştirme
- Bilgi Silme
- Yangın ve Patlayabilirlik Analizi
  - Mitchell Yöntemi
  - Ellicott Ekli Coward Üçgeni
  - Graham Endeksi

- Kayıt Listeleme
- Grafik Çizme
- Programın İşleyişinin Sonlanması

#### 9.1.1. Bilgi Girişi

Baraj gerisi gaz değerleri ve tarih manyetik ortamda bir kütüğü kaydedilmektedir. Veri olarak, tarih ve CO, CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, O<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>, H<sub>2</sub> gazlarının oranları girilmektedir. Tarih, gün/ay/yıl(--/--/--), gaz değerleri % formunda verilmelidir. Bilgi girişi süresince, bilgi giriş formu ekranda görüntülenir. Bilgi girişi sonrası ana menüye dönlür.

#### 9.1.2. Bilgi Ekleme

Baraj gerisi gaz değerlerinin, sürekli girişine dönük olan bilgi ekleme, bilgi girişi ile kaydedilmiş verilerin, devamının eklenmesi içindir. Birbirini izleyen sürekli girişler için bilgi ekleme alt programı kullanılmalıdır. Bilgi ekleme formu, bilgi giriş formu ile aynıdır.

#### 9.1.3. Tarihten Bulma

Kaydedilmiş verileri, tarih girilmek suretiyle ekrandan veya yazıcıdan alınmasını sağlayan alt programdır. Giriş için verilen tarih --/--/--formunda olmalıdır.

#### 9.1.4. Değişirme

Bilgi girişi veya bilgi ekleme, esnasında yapılmış olan hataların giderilmesi amacına yönelik olan alt program parçasıdır. İşlem, tarihin --/--/-- formunda girilmesiyle yapılır. Tarihin girilmesi sonrasında, bilgi ekleme formuna benzer form ekranda görüntülenir. Veriler uygun sırasınca girilerek değiştirme işlemi tamamlanır.

#### 9.1.5. Bilgi Silme

Bilgi girişi veya bilgi eklemesi ile girilen herhangi bir kaydın programda kullanılması gerekliliği ortaya çıktığında, tarih girmek suretiyle o kaydın silinmesini sağlayan alt programdır.

#### 9.1.6. Yangın ve Patlayabilirlik Analizi

Analiz program parçası, depolanmış verilerin yangın ve patlayabilirlik analizinin yapıldığı kısımdır. Analizde kullanılacak veri sayısı, kullanıcı tarafından belirlenmektedir. Kullanılacak veri sayısı, son veriden başlayarak geriye doğru alınmaktadır. Bu kısımda, işlem için 10 veri kullanılmalıdır. Analiz programı, üç kısımdan oluşmaktadır; Mitchell patlayabilirlik yöntemi, Ellicott Ekli Coward Patlayabilirlik yöntemi ve Graham yangın endeksi. Uygulanan yöntem sonuçları, kayıt no, tarih, katsayı ve uyarı mesajı şeklinde alınabilmektedir. Ellicott Ekli Coward Patlayabilirlik yönteminde, bunlara ek olarak Coward üçgeni elemanları da alınmaktadır.

#### 9.1.7. Kayıt Listeleme

Bilgi girişi veya bilgi ekleme seçenekleri ile depolanmış tüm verilerin ekrandan görüntülenmesini veya yazıcıdan alınmasını sağlar.

#### 9.1.8. Grafik Çizme

Yangın ve patlayabilirlik analizi seçeneğinde hesaplanan, Mitchell patlayabilirlik katsayısı ve Graham endeksi zaman ve kayıt nosuna karşı grafiksel dökümünün ekranda görüntülenmesini veya yazıcıdan alınmasını sağlar.

#### 9.1.9. Programın İşleyişinin Sonlaması

Programın çalışmasının, ana menüdeki ilgili seçenek yardımıyla sonlanmasıdır.

#### 9.2. Programın Gerçek Verilerle Çalıştırılması

Programın gerçek verilerle denenerek işlerliğinin kanıtlanması, amacıyla 3.Mart.1992 tarihinde, T.T.K. Kozlu Müessesesinde meydana gelen patlama olayında, İncivez barajına ait ölçüm sonuçları için program çalıştırılmıştır. Örneklem, üç özelliği kapsayacak şekilde oluşturulmuştur.

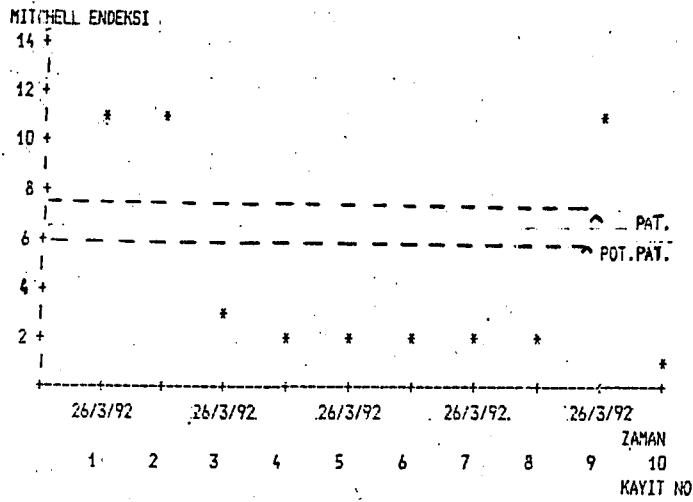
- Barajın kapalı olduğu durum
- Barajın açıldığı durum
- Barajın tekrar kapatıldığı durum.

İncivez barajına ait örneklem, Çizelge-9.1 deki gibidir. Bu çizelge, programın kayıt listeleme seçeneğinin kullanılması sonucu elde edilmiştir.

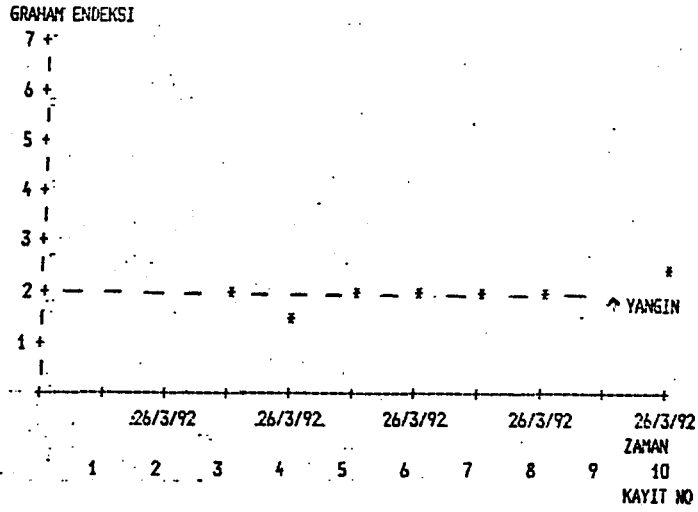
Çizelge-9.1 : İncivez Barajının 26.03.92 tarihinde açma-kapama civarı göz ölçüm değerleri

No	Tarih	CO	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	O <sub>2</sub>	N <sub>2</sub>	H <sub>2</sub>
1	26/3/92	0.0037	5.1000	14.000	6.3000	74.5960	0.0000
2	26/3/92	0.0150	4.8000	11.500	7.5000	76.1850	0.0000
3	26/3/92	0.0562	1.0500	1.9800	18.3000	78.6120	0.0010
4	26/3/92	0.0395	0.7700	1.4100	18.9000	78.8790	0.0010
5	26/3/92	0.0440	0.8500	1.5000	18.8000	78.805	0.0010
6	26/3/92	0.0475	0.8500	1.5000	18.7000	78.901	0.0010
7	26/3/92	0.0465	0.7900	1.3200	18.9000	78.9420	0.0010
8	26/3/92	0.0465	0.8000	1.3200	19.0000	78.832	0.0010
9	26/3/92	0.0180	2.8000	7.0000	12.900	77.281	0.0010
10	26/3/92	0.0455	0.7500	1.1000	19.200	78.903	0.0010

Program, bu veriler kullanılarak çalıştırıldığında sonuçlar Ek.4 deki gibi çıktı olarak alınabilmektedir. Mitchell patlayabilirlik katsayısının ve Graham endeksinin grafiksel çıktısı ile koşulların zamana göre değişimi izlenebilmektedir. Şekil-9.1 de Mitchell patlayabilirlik katsayısının, Şekil-9.2 de ise Graham endeksinin zamana karşı çıktıları verilmiştir.



Şekil-9.1 : İncivez Barajında, 26.03.92 tarihinde, Mitchell patlayabilirlik katsayısının zamanla değişimi



Şekil-9.2 : İncivez Barajında, 26.03.92 tarihinde, Graham endeksinin zamanla değişimi

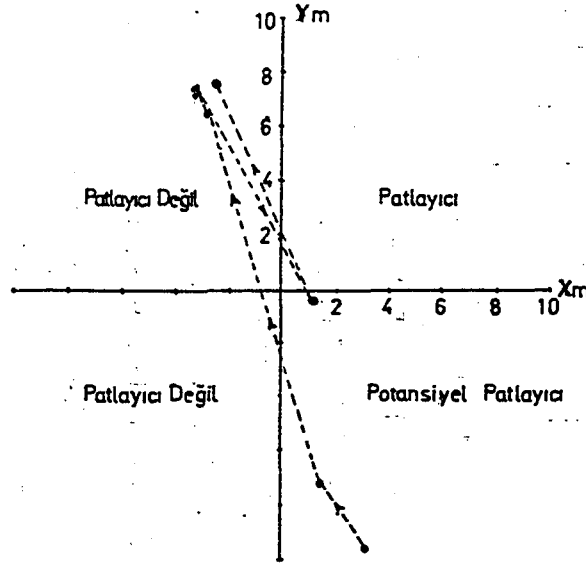
Programın çalıştırılması sonucu elde edilen katsayıların, değerlendirilmesi aşağıdaki gibidir. Mitchell patlayabilirlik yönteminde, 1 ve 2 nolu numuneler, barajın kapalı olduğu durumda alınmış olup, ortamın patlayıcı olduğunu belirtmektedir. Ortama hava verilmesi 3 nolu numune alım zamanında gerçekleşmiş olup, bu noktadan sonra ortam patlayıcı olmayan özellik göstermiştir. Ancak 9 nolu numune patlayıcı karışımı ifade etmektedir.

Ellicott ekli Coward patlayabilirlik yönteminde, baraja hava verilmesi öncesi, potansiyel patlayıcı olan ortam, hava verilmesinden sonra patlayıcı olmayan koşullara dönüşmüştür. 9 nolu numune, ortamın potansiyel patlayıcı özellik gösterdiğini belirlemiştir. Şekil-9.3 de İncivez Barajının 26.03.92 deki Ellicott noktalarının zamana göre değişimi verilmektedir.

Aynı koşullar altında, Mitchell yöntemi patlayıcı özellik sonucu verirken Ellicott ekli Coward yöntemi potansiyel patlayıcı özellik göstermektedir.

Mitchell yönteminin, Ellicott yöntemine göre patlayabilirlik açısından farklılık göstermesi Mitchell yönteminin limit sınırlarının farklı ocaklar için farklı değer aldığı ifade etmektedir.

Graham endeksine göre barajın kapalı olduğu durumda yangın için tehlikesiz iken, barajın açılması ile birlikte ortamın açık alevli yangına yaklaştığı belirlenmektedir.



Şekil-9.3. : İncivez Barajı 26.03.1992 tarihi için Ellicott Grafiği

### 9.3. Taşınabilir El Bilgisayarı İçin Patlayabilirlik Programı

Ocak havasının ve barajlanmış sahaların tekrar açılmasında baraj gerisi atmosferinin, patlayabilirliğinin belirlenmesi, yeraltı kömür işletmelerinde önemli bir sorunu oluşturduğu bilinmektedir.

Patlama olayı, karışımı oluşturan gazların ve zamanın fonksiyonudur. Patlayıcı olmayan bir karışım, kısa bir zaman içinde potansiyel patlayıcı veya patlayıcı duruma gelebilmektedir. Bu nedenle uygulamada gaz ölçümünün alındığı yerde, patlayabilirlik koşullarının belirlenmesi gerekliliği ortaya çıkmaktadır.

Patlayabilirliğin yerinde ve hızlı bir şekilde belirlenebilmesi amacıyla CASIO FX-850P taşınabilir el bilgisayarı için bir program hazırlanmıştır. Program, Ellicott ekli Coward üçgeni yönteminde çalışmaktadır.

Program çalıştırıldığında CO, CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, O<sub>2</sub>, N<sub>2</sub> ve H<sub>2</sub> gazlarının oranları % olarak girilmektedir. Karışımın patlayabilirliği kartezyen koordinant sisteminde nokta olarak verilmektedir.

Patlayabilirlik programı Ek-5 de verilmiştir. Program, iki ölçüm değeri ile denenmiş ve Çizelge-9.2 deki sonuçlar alınmıştır.

Programın çalıştırılması sonucu elde edilen çıktı, iki özellik taşımaktadır.

- Coward üçgeni elemanları
- Ellicott yöntemine göre, karışımın kartezyen koordinant sistemindeki nokta değeri.

Sonuçların değerlendirilmesi, Coward üçgeninin çizimi ve/veya Ellicott yönteminin nokta değerine uygulanması ile yapılabilmektedir.

Yapılan uygulamada, 1 ölçüm değerleri potansiyel patlayıcı özellik, 2. ölçüm değerleri ise patlamaz özellik göstermiştir.

Çizelge-9.2 : Taşınabilir el bilgisayarı patlayabilirlik programı çıktı sonuçları

% Gaz	I. Ölçüm	II. Ölçüm
CO	0.0180	0.0455
CO <sub>2</sub>	2.8	0.75
CH <sub>4</sub>	7	1.1
O <sub>2</sub>	12.9	19.2
N <sub>2</sub>	77.281	78.903
H <sub>2</sub>	0.001	0.001
Px	5.00	5.12
Py	19.88	19.85
Qx	15.03	15.50
Qy	17.78	17.69
Rx	5.96	6.07
Ry	12.33	12.15
Xx	7.01	1.14
Xy	12.9	19.20
Sx	14.51	14.47
Sy	0	0
Xm	1.13	-3.52
Ym	-0.37	7.84



## SONUÇ ve ÖNERİLER

Yeraltı kömür işletmeciliğinde, kendiliğinden yanma ve gaz patlamaları baraj gerisi atmosferi için birlikte irdelenmesi gereken iki önemli sorunu oluşturmaktadır.

Baraj gerisi atmosferinin değerlendirilmesinde, literatürde önerilen yangın endeksleri, ortamdaki oksijen oranı ile birlikte yorumlanmalıdır. Graham endeksi ile CO-Artık Gaz endeksi, baraj gerisi için çok benzer davranış modeli göstermektedir. CO-Artık Gaz endeksinin, yangın koşullarını daha iyi yorumladığı, ancak kullanım limit değerlerinin farklı ocaklar için, farklı değerler aldığı belirlenmiştir. Bu nedenle kullanılmadan önce, gözönüne alınacak ocağa özgü limit değerler saptanmalıdır. Kozlu Bölgesi verilerinin değerlendirilmesi sonucunda, CO-Artık Gaz endeksinin;  $2.10^{-10}$  civarında tehlikesiz bölgeyi işaret ettiği,  $70.10^{-10}$  un üzerindeki değerlerin ise yüksek yoğunluklu yangın koşullarını gösterdiği gözlenmiştir.  $CO_2/O.A.Y.$  endeksi; yangın koşullarında diğer endekslerde görüldüğü gibi geniş ve büyük dalgalanmalar göstermemektedir. Endeksin, 28'in altındaki değerlerinin yüzeyel kızışmayı, 40'ın üzerindeki değerlerinin ise yüksek yoğunluklu yangın koşullarını gösterdiği belirlenmiştir. Desorbe Hidrokarbon endeksinin uygulanabilmesi için, yangın esnasında oluşan hidrokarbonların ve normal koşullarda tabakalardan yayılan metan miktarının ölçülmesi zorunluluğu vardır. Desorbe Hidrokarbon endeksinin davranış modeli, C/H oranı ile benzerlik göstermektedir.  $N_2/(CO + CO_2)$  endeksi, diğer endekslerden farklı davranış modeli göstermektedir. Endeks, yoğun yangın koşullarını örneklemesine rağmen, oksijenin azalma gösterdiği durumlarda yaklaşımı diğer endekslere göre zayıf kalmıştır. Trickett oranının, literatürde verilen limit değerleri, Kozlu Bölgesi için geçersiz kalmaktadır. Limit değerlerin uygulamalar ile yeniden belirlenmesi zorunluluğu doğmuştur.

Baraj gerisi yangın ve patlayabilirlik koşullarının belirlenmesi için hazırlanan programda; Mitchell, Ellicott ekli Coward patlayabilirlik yöntemi ve Graham endeksi uygulanarak, katsayılar zaman ve uyarılar ile birlikte alınmaktadır. Katsayıların grafiksel dökümü ile koşulların gelişiminin net olarak izlenebilmesi sağlanmaktadır. Program ile yapılan uygulamalar sonucunda, Mitchell yöntemine göre patlayıcı özellik gösteren karışımın, Ellicott ekli Coward yöntemine göre potansiyel patlayıcı özellik gösterdiği belirlenmiştir.

Hazırlanan paket programın sonuçlarının alınmasının, uygulamada zaman alacağı açıktır. Patlayabilirlik koşullarının kısa zaman diliminde değişebilmesinden dolayı uygulamada taşınabilir el bilgisayarı programının kullanılması, sonuçların kısa zamanda ve yerinde alınmasını sağlayacaktır.

## KAYNAKLAR

- ARIOĞLU, E. Haziran 1985, Yeraltı kömün madencilğinde yangına karşı savaşta azotenjeksiyonu, Teknik Rapor.
- BANERJEE S.C., SINGH B., , Recent advances in mine fire reserache İndia, Central Mining Research Station, Dhanbad, Bihar, India.
- BANERJEE S.C., et all., 1990, An approach to assesing the status of sealed-off fires by examination of fire indices, Mining Science and Technology, 10, pp 37-51
- CHAMBERLAIN, E.A. et all., 1970, The ambient temperature oxidation of coal in relation to the early detection of spontaneous heating, Mining Engineer, No: 121, pp 1-16
- DİDARİ, V., 1986, Yeraltı ocaklarında kömürün kendiliğinden yanması ve risk indeksleri, Madencilik, pp 29-34
- DURUCAN Ş., GÜYAGÜLER T., 1982, Yeraltı kömür madencilğinde çevre sorunları ve çözüm yöntemleri, Genel Maden İşçileri Sendikası Yayını, s. 142-167
- ELLİCOTT, C.W., 1981, Assesment of the explosibility of gas mixture and monitoring of sample-time trends, Explosions and Fires in Coal Mines Symposium, pp 20.1-20.11
- HUGHES, A.J., RAYBOLD W.E., 1960, The rapid determination of the explosibility of mine fire gases, The Mining Engineer, pp 37-53
- HOŞGİT, M.E., ,Kendiliğinden yanmanın önlenmesi, Madencilik, Cilt XV, 6, s 45-54
- KOENNIG. T., BRUCE.W., 1987, Mine fire indicators, proceedings of the 3. rd. Mine ventilation symposium, s. 433-437
- KURAL, O., 1988, Kömür kimyası ve teknolojisi, İstanbul, s 103-113
- MACKENZIE-WOOD, P., STRANG, J., 1990, Fire gases and their interpretation, The Mining Engineer, pp 471-478
- MITCHELL D.W., BURNS F.A., 1979, Interpreting the state of a mine fire, IR 1103, US Dept. Labour, MSHA pp 1-18
- MORRIS R., 1988, A new fire ratio for determining conditions in sealed arces, The Mining Engineer, pp. 369-375
- MORRIS. R., ATKINSON T., 1988, Seam factors and the spantaneous heating of coal, Mining Science and Technology, 7, pp 149-159
- MORRIS R., ATKINSON T., 1986, Geological and mining factors affecting spontaneous heating of caal, Mining Science and Technology, 3, pp 217-231
- PROCARIONE J.A., 1988, Spontaneous combustion test applied to abandoned coal mine refu-

se, Mining Science and Technology 6, pp147-152

SARAÇ S., 1992, Yeraltı kömür ocaklarında kendiliğinden yanma, T.C. Anadolu Üniversitesi

Müh. Mim. Fak. No: 121, s 1-66

VUTUKURI V.S., LAMA R.D, 1986, Explosibility of mine atmospheres and fire gases, Envi-

ronmental Engineering in Mines, pp 489-497

EK 1. T.T.K. KOZLU MÜESSESESİ, İNCİVEZ BARAJI GAZ ÖLÇÜM DEĞERLERİ

NO	TARİH	% CO	% CO <sub>2</sub>	% CH <sub>4</sub>	% O <sub>2</sub>	% N <sub>2</sub>	% H <sub>2</sub>
1	24.03.92	0,0130	5	14,8	6,1	74,087	0,000
2	24.03.92	0,0115	4,8	14,1	6	75.088	0.000
3	24.03.92	0.0120	5.1	14.3	6	74.588	0.000
4	24.03.92	0.0115	5	14	6.3	74.585	0.000
5	24.03.92	0.0072	4.9	13.6	6.8	74.692	0.000
6	24.03.92	0.0072	4.9	14.2	6	74.892	0.000
7	24.03.92	0.0100	4.6	13.5	6.7	75.189	0.001
8	24.03.92	0.0100	4.7	13.3	6.8	75.190	0.000
9	24.03.92	0.0100	5	14.5	6	74.489	0.001
10	24.03.92	0.0061	5.2	14.2	6	74.592	0.001
11	24.03.92	0.0060	5.3	14.6	6	74.094	0.000
12	24.03.92	0.0057	5.2	14.4	6	74.393	0.001
13	25.03.92	0.0054	5.1	14.4	6.1	74.394	0.000
14	25.03.92	0.0052	5.1	14.2	6.2	74.493	0.001
15	25.03.92	0.0051	5.1	14.4	6.1	74.394	0.000
16	25.03.92	0.0049	5	14.4	6.1	74.495	0.001
17	25.03.92	0.0047	5.1	14.4	6.1	74.394	0.001
18	25.03.92	0.0045	5.1	14.5	6	74.394	0.001
19	25.03.92	0.0044	4.9	14.3	6.05	74.744	0.001
20	25.03.92	0.0044	5	14.1	6.2	74.695	0.000

EK. 1. T.T.K. KOZLU MÜESSESESİ, İNCİVEZ BARAJI GAZ ÖLÇÜM DEĞERLERİ (Devam)

NO	TARİH	% CO	% CO <sub>2</sub>	% CH <sub>4</sub>	% O <sub>2</sub>	% N <sub>2</sub>	% H <sub>2</sub>
21	25.03.92	0.0044	5	14.5	6	74.495	0.000
22	25.03.92	0.0043	5.1	14.3	6.1	74.494	0.001
23	25.03.92	0.0042	5	14.6	6	74.394	0.001
24	25.03.92	0.0041	5.2	14.6	6	74.194	0.001
25	26.03.93	0.0040	5	14.7	6.1	74.196	0.000
26	26.03.92	0.0037	4.9	14	6.7	74.396	0.000
27	26.03.92	0.0035	5	14.6	6.2	74.196	0.000
28	26.03.92	0.0037	4.9	14.5	6.3	74.295	0.001
29	26.03.92	0.0037	5.1	14	6.3	74.596	0.000
30	26.03.92	0.0150	4.8	11.5	7.5	76.185	0.000
31	26.03.92	0.0395	1.15	2.7	17.9	78.209	0.001
32	26.03.92	0.0595	1.02	2	17.1	79.819	0.001
33	26.03.92	0.0562	1.05	1.98	18.3	78.612	0.001
34	26.03.92	0.0395	0.77	1.41	18.3	78.879	0.001
35	26.03.92	0.0520	0.97	1.75	18.1	78.127	0.001
36	26.03.92	0.0500	0.92	1.67	18.5	78.409	0.001
37	26.03.92	0.0440	0.85	1.5	18.8	78.805	0.001
38	26.03.92	0.0475	0.85	1.5	18.7	78.901	0.001
39	26.03.92	0.0460	0.84	1.45	18.8	78.863	0.001
40	26.03.92	0.0300	0.55	0.89	19.6	78.929	0.001

EK 1. T.T.K., KOZLU MÜESSESİN, İNCİVEZ BARAJI GAZ ÖLÇÜM DEĞERLERİ (Devam)

NO	TARİH	% CO	% CO <sub>2</sub>	% CH <sub>4</sub>	% O <sub>2</sub>	% N <sub>2</sub>	% H <sub>2</sub>
41	26.03.92	0.0465	0.79	1.32	18.9	78.492	0.001
42	26.03.92	0.0465	0.8	1.32	19	78.832	0.001
43	26.03.92	0.0510	0.76	1.25	19.1	78.838	0.001
44	26.03.92	0.0405	0.71	1.1	19.2	78.948	0.001
45	26.03.92	0.0180	2.8	7	12.9	77.281	0.001
46	26.03.92	0.0455	0.75	1.1	19.2	78.903	0.001
47	26.03.92	0.0455	0.72	1.1	19.2	79.033	0.001
48	26.03.92	0.0500	0.75	1.2	19.4	78.599	0.001
49	26.03.92	0.0800	0.93	1.5	18.7	78.789	0.001
50	26.03.92	0.0110	1.3	3.7	17.5	77.488	0.001
51	26.03.92	0.0140	1.3	3.4	17.5	77.785	0.001
52	26.03.92	0.0270	1.25	3.1	17.6	78.023	0.001
53	27.03.92	0.0460	1.4	3.15	17.5	77.903	0.001
54	27.03.92	0.0575	1.55	3.3	17.1	77.991	0.001
55	27.03.92	0.0630	1.6	3.8	17.1	77.436	0.001
56	27.03.92	0.0620	1.73	3.9	17	77.307	0.001
57	27.03.92	0.0720	1.8	4	16.8	77.327	0.001
58	27.03.92	0.0795	1.8	4.6	16.7	76.819	0.001
59	27.03.92	0.0840	1.9	4.85	16.5	76.665	0.001
60	27.03.92	0.0800	2	5	16.2	76.719	0.001

EK 1. T.T.K, KOZLU MÜESSESESİ, İNCİVEZ BARAJI GAZ ÖLÇÜM DEĞERLERİ (devam)

NO	TARİH	% CO	% CO <sub>2</sub>	% CH <sub>4</sub>	% O <sub>2</sub>	% N <sub>2</sub>	% H <sub>2</sub>
61	27.03.92	0.0900	2	5.1	15.7	77.109	0.001
62	27.03.92	0.0800	2.58	5.2	14.9	77.239	0.001
63	27.03.92	0.0800	2.8	5.2	14.5	77.419	0.001
64	27.03.92	0.0750	2.8	5	14.5	77.624	0.001
65	27.03.92	0.0800	3	5	14.2	77.719	0.001
66	27.03.92	0.1000	3.49	5.3	13.4	77.709	0.001
67	27.03.92	0.1200	3.79	5.4	12.6	78.090	0.000
68	27.03.92	0.1300	4	5.7	12.3	77.87	0.001
69	27.03.92	0.1670	3.8	5.5	12.1	78.433	0.000
70	27.03.92	0.2200	4.2	5.6	11.5	78.474	0.006
71	27.03.92	0.2700	4.6	5.7	11.1	78296	0.034
72	27.03.92	0.3210	4.65	5.8	10.9	78.312	0.017
73	27.03.92	0.3800	4.65	5.8	10.5	78.640	0.03
74	27.03.92	0.4950	4.8	6	10.1	78.56	0.045
75	28.03.92	0.4900	4.9	6.6	10	77.920	0.09
76	28.03.92	0.5100	4.8	6.8	9.9	77.971	0.019
77	28.03.92	0.5000	4.95	7.2	9.8	77.536	0.014
78	28.03.92	0.4700	5	7.6	9.8	77.115	0.015
79	28.03.92	0.3700	4.6	7.6	10.7	76.710	0.02
80	28.03.92	0.3300	4.8	8	10.1	76.760	0.01

EK 1. T.T.K. KOZLU MÜESSESESİ, İNCİVEZ BARAJI GAZ ÖLÇÜM  
DEĞERLERİ (Devam)

NO	TARİH	% CO	% CO <sub>2</sub>	% CH <sub>4</sub>	% O <sub>2</sub>	% N <sub>2</sub>	% H <sub>2</sub>
81	28.03.92	0.3000	4.75	8.2	10.2	76.52	0.03
82	28.03.92	0.2250	4.6	8.1	10.3	76.762	0.013
83	28.03.92	0.2200	4.8	8.5	9.8	76.621	0.053
84	28.03.92	0.2100	4.9	8.8	9.6	76.479	0.011
85	28.03.92	0.1920	4.35	8	10.1	77.332	0.026
86	28.03.92	0.2100	4.63	8.7	9.3	77,087	0.73
87	28.03.92	0.2200	5	8.9	9.2	76.52	0.16
88	28.03.92	0.1950	4.8	8.3	10	76.704	0.001
89	28.03.92	0.2100	4.8	8.5	9.5	76.936	0.054
90	28.03.92	0.2100	4.8	8.4	9.4	77.157	0.033
91	28.03.92	0.2150	5	9	8.6	77.14	0.045



EK 2. T.T.K., KOZLU MÜESSESİ, İNCİVEZ BARAJI YANGIN ENDEKSİ DEĞERLERİ

NO	TARİH	CO/OAY	CO <sub>2</sub> /OAY	DESORBE HİDRO- KARBON	CO-ARTIK GAZ 10 <sup>10</sup>	C/H	$\frac{N_2}{CO+CO_2}$	TRICKETT ORANI
1	24.03.92	0,1	36,95	1,29	4	2,5	14,78	0,28
2	24.03.92	0,08	34,54	1,24	4	2	15,61	0,26
3	24.03.92	0,09	37,05	1,25	4	2	14,59	0,28
4	24.03.92	0,09	37,13	1,23	4	2	14,88	0,28
5	24.03.92	0,06	37,71	1,2	2	2	15,22	0,28
6	24.03.92	0,05	35,39	1,24	2	2	15,26	0,27
7	24.03.92	0,08	34,78	1,19	3	2	16,31	0,26
8	24.03.92	0,08	35,81	1,17	3	2	15,96	0,27
9	24.03.92	0,07	36,39	1,27	3	2	14,87	0,27
10	24.03.92	0,04	37,77	1,24	2	2	14,33	0,28
11	24.03.92	0,04	38,87	1,27	2	2,1	13,96	0,29
12	24.03.92	0,04	37,92	1,26	2	2	14,29	0,29
13	25.03.92	0,04	37,46	1,26	2	2	14,57	0,28
14	25.03.92	0,04	37,66	1,24	2	2	14,59	0,28
15	25.03.92	0,04	37,46	1,26	2	2	14,57	0,28
16	25.03.92	0,04	36,65	1,26	2	2	14,88	0,28
17	25.03.92	0,03	37,46	1,26	1	2	14,57	0,28
18	25.03.92	0,03	37,19	1,27	1	2	14,57	0,28
19	25.03.92	0,03	35,62	1,25	1	2	14,24	0,27
20	25.03.92	0,03	36,78	1,24	1	2	15,93	0,28

EK 2. T.T.K., KOZLU MÜESSESESİ, İNCİVEZ BARAJI YANGIN ENDEKS  
DEĞERLERİ (Devam)

NO	TARİH	CO/OAY	CO <sub>2</sub> /OAY	DESORBE HİDRO- KARBON	CO-ARTIK GAZ 10 <sup>6</sup>	C/H	$\frac{N_2}{CO+CO_2}$	TRICKETT ORANI
21	25.03.92	0,03	36,39	1,27	1	2	14,89	0,27
22	25.03.92	0,03	37,39	1,25	1	2	14,59	0,28
23	25.03.92	0,03	36,46	1,27	1	2	14,87	0,27
24	25.03.92	0,03	38,06	1,27	1	2	14,26	0,29
25	26.03.92	0,03	36,87	1,28	1	2	14,83	0,28
26	26.03.92	0,03	37,65	1,23	1	2	15,17	0,28
27	26.03.92	0,03	37,14	1,27	1	2	14,83	0,28
28	26.03.92	0,03	36,6	1,27	1	2	15,15	0,28
29	26.03.92	0,03	37,87	1,23	1	2	14,62	0,28
30	26.03.92	0,12	37,83	1,03	5	2	15,82	0,29
31	26.03.92	1,4	40,7	0,26	76	2,1	65,75	0,32
32	26.03.92	1,47	25,17	0,2	72	1,5	73,94	0,2
33	26.03.92	2,22	41,47	0,19	125	2	71,06	0,34
34	26.03.93	1,97	38,44	0,14	124	1,6	97,44	0,31
35	26.03.92	1,81	33,81	0,17	99	1,9	77,42	0,27
36	26.03.92	2,19	40,38	0,16	121	2	80,83	0,33
37	26.03.92	2,11	40,8	0,15	129	2,3	88,15	0,33
38	26.03.92	2,15	38,48	0,15	129	1,9	87,91	0,31
39	26.03.92	2,19	40,02	0,14	134	1,9	89,01	0,33
40	26.03.92	2,28	41,79	0,09	170	2	136,08	0,34

EK 2. T.T.K, KOZLU MÜESSESİ, İNCİVEZ BARAJI YANGIN ENDEKS DEĞERLERİ (Devam)

NO	TARİH	CO/OAY	CO <sub>2</sub> /OAY	DESORBE HİDRO- KARBON	CO-ARTIK GAZ 10 <sup>6</sup>	C/H	TRICKETT	
							$\frac{N_2}{CO+CO_2}$	ORANI
41	26.03.92	2,3	39,12	0,13	143	2	62,9	0,32
42	26.03.92	2,46	42,32	0,13	156	2	93,13	0,35
43	26.03.92	2,85	42,41	0,12	184	2	97,21	0,35
44	26.03.92	2,35	41,25	0,11	156	1,9	105,19	0,34
45	26.03.92	0,24	36,94	0,65	9	2	27,42	0,28
46	26.03.92	2,66	43,88	0,11	175	2	99,19	0,36
47	26.03.92	2,47	39,05	0,11	160	2	103,24	0,32
48	26.03.92	3,5	52,49	0,12	241	2	98,25	0,44
49	26.03.92	3,67	42,68	0,15	217	2	78,01	0,36
50	26.03.92	0,36	42,84	0,36	19	2,2	59,11	0,33
51	26.03.92	0,45	41,76	0,33	23	2,1	59,2	0,32
52	26.03.92	0,88	40,64	0,3	46	2,1	61,1	0,32
53	27.03.92	1,46	44,53	0,31	75	2,2	53,87	0,35
54	27.03.92	1,61	43,45	0,32	79	2,1	48,52	0,34
55	27.03.92	1,84	46,78	0,37	91	2,2	46,56	0,37
56	27.03.92	1,78	49,62	0,38	86	2,3	43,14	0,39
57	27.03.92	1,95	48,76	0,38	93	2,3	41,31	0,39
58	27.03.92	2,17	49,22	0,44	104	2,3	40,87	0,39
59	27.03.92	2,2	49,79	0,46	103	2,3	36,64	0,4
60	27.03.92	1,94	48,42	0,48	89	2,3	36,88	0,38

EK 2. T.T.K., KOZLU MÜESSESESİ, İNCİVEZ BARAJI YANGIN ENDEKS DEĞERLERİ (Devam)

NO	TARİH	CO/OAY	CO <sub>2</sub> /OAY	DESORBE HİDRO- KARBON	CO-ARTIK GAZ 100	C/H	N <sub>2</sub> CO+CO <sub>2</sub>	TRİCKETİ ORANI
62	27.03.92	1,44	46,33	0,49	60	2,1	29,04	0,36
63	27.03.92	1,33	46,54	0,49	54	2,1	26,88	0,36
64	27.03.92	1,24	46,13	0,48	50	2,1	27	0,36
65	27.03.92	1,25	46,91	0,48	50	2,1	25,23	0,37
66	27.03.92	1,39	48,52	0,5	53	2,1	21,65	0,38
67	27.03.92	1,48	46,83	0,51	56	2	19,97	0,37
68	27.03.92	1,56	47,99	0,54	58	2,1	18,85	0,38
69	27.03.92	1,92	43,75	0,52	72	2	19,77	0,35
70	27.03.92	2,37	45,18	0,53	87	2	17,75	0,36
71	27.03.92	2,8	47,68	0,54	102	2	16,08	0,39
72	27.03.92	3,26	47,2	0,55	118	2	15,75	0,39
73	27.03.92	3,68	44,97	0,55	133	2	15,63	0,37
74	27.03.92	4,62	44,78	0,57	167	2	14,84	0,38
75	28.03.92	4,6	46,01	0,62	167	2,1	14,46	0,39
76	28.03.92	4,74	44,6	0,64	173	2	14,68	0,38
77	28.03.92	4,65	46,06	0,67	170	2,1	14,23	0,39
78	28.03.92	4,42	47,01	0,71	162	2,1	14,1	0,4
79	28.03.92	3,84	47,78	0,71	142	2,2	15,43	0,4
80	28.03.92	3,22	46,87	0,74	119	2,1	14,96	0,38

EK 2. T.T.K., KOZLU MÜESSESESİ, İNCİVEZ BARAJI YANGIN  
ENDEKS DEĞERLERİ(Devam)

NO	TARİH	CO/OAY	CO <sub>2</sub> /OAY	DESORBE HİDRO- KARBON	CO-ARTIK GAZ 10 <sup>10</sup>	C/H	$\frac{N_2}{CO+CO_2}$	TRİCKETT ORANI
81	28.03.92	2,98	47,13	0,76	110	2,1	15,15	0,38
82	28.03.92	2,24	45,81	0,75	84	2,1	15,91	0,37
83	28.03.92	2,09	45,69	0,78	78	2,1	15,26	0,36
84	28.03.92	1,97	45,94	0,81	74	2,1	14,97	0,36
85	28.03.92	1,85	41,86	0,74	69	2	17,03	0,33
86	28.03.92	1,89	41,61	0,8	71	2	15,93	0,33
87	28.03.92	1,99	45,14	0,82	75	2,1	14,66	0,36
88	28.03.92	1,89	46,48	0,77	70	2,1	15,36	0,37
89	28.03.92	1,93	44,09	0,78	72	2	15,36	0,35
90	28.03.92	1,9	43,45	0,77	71	2	15,4	0,34
91	28.03.92	1,82	42,22	0,83	69	2	14,79	0,33

### EK 3. YANGIN ve PATLAYABİLİRLİK ANALİZİ BİLGİSAYAR PROGRAMI

```
1 REM"patyan
2 CLS:PRINT#fff,"Hazırlayan:Özal Serdar YILDIRIM"
3 PRINT#fff,
4 PRINT#fff,"T.C.Anadolu Üniversitesi,Fen Bilimleri Enstitüsü,Maden İşletme Anabilim Dalı'nca master tezi eki olarak hazırlanmıştır."
5 PRINT#fff,
6 PRINT#fff,"Konu:Baraj Gerisi Yangın ve Patlayabilirlik Koşullarının İrdelenmesi"
7 PRINT#fff,"Program Basic ile Amstrad 6128'de hazırlanmıştır."
8 PRINT#fff,"Veriler 4 olarak girilmelidir."
9 PRINT#fff,
10 IF INKEY$="" THEN 10
20 DIM A$(30),b(30,7),k(30),e(30),xul(30),c1r(30),x1o(30),s1x(30),y1l(30),r1o(30),y1o(30),s1y(30),rp(30),qps(30),rq(30),
30 DIM px1(30),qxu(30),pyl(30),qyu(30),cr1(30),cr2(30),cr(30),ec(30),yu1(30),rs(30),qts(30),rx(30),qtz(30),rm(30),qtm(30),
40 DIM x1l(30),x12(30),ro(30),xl(30),sx(30),sy(30),xc(30),yo(30),mc(30),r10(30),ym(30),ki(30)
50 CLS
60 PRINT#fff,"      *ANA MENU*"
70 PRINT#fff,
80 PRINT#fff,"      1.BİLGİ GİRİŞİ"
90 PRINT#fff,"      2.BİLGİ EKLEME"
100 PRINT#fff,"      3.TARİHTEN BULMA"
110 PRINT#fff,"      4.DEGİSTİRME"
120 PRINT#fff,"      5.BİLGİ SİLME"
130 PRINT#fff,"      6.YANGIN VE PATLAYABİLİRLİK"
140 PRINT#fff,"          ANALİZİ"
150 PRINT#fff,"          -MITCHELL YÖNTEMİ"
160 PRINT#fff,"          -ELLCOTT EKLI"
170 PRINT#fff,"          COWARD ÜÇGENİ"
180 PRINT#fff,"          -GRAHAM ENDEKSİ"
190 PRINT#fff,"      7.KAYIT LİSTELEME"
200 PRINT#fff,"      8.GRAFIK ÇİZME"
210 PRINT#fff,"      9.SON"
220 PRINT#fff,
230 PRINT#fff,
240 PRINT#fff,
250 PRINT#fff,
260 INPUT "SEÇİMİNİZ ";sc
270 IF sc<1 OR sc>9 THEN PRINT "yanlış seçim":GOTO 260
280 ON sc GOTO 290,440,650,770,1000,1440,1200,1320,1330
290 REM"bilgi girişi"
300 CLS
310 INPUT "Eski DOSYA Kullanılacak mı E/H giriniz";cep$
320 IF cep$="e" OR cep$="E" THEN IERA,"bilgi" ELSE GOTO 330
330 OPENOUT "bilgi"
340 INPUT "tarzhi gir,--/--/---";tr$
350 INPUT"karbonmonoksit";co
360 INPUT"karbondioksit";ca
370 INPUT"metan";me
380 INPUT"oksijen";o
390 INPUT"azot";az
400 INPUT"hidrojen";hi
410 PRINT#9,tr$,";";co$,";";ca$,";";me$,";";o$,";";az$,";";hi$;
```

### EK3. YANGIN ve PATLAYABİLİRLİK ANALİZİ BİLGİSAYAR PROGRAMI (Devam)

```
420 INPUT "bilgi girişi yapılacak mı? e/h gir";e$
430 IF e$="e" OR e$="E" THEN CLS:GOTO 340 ELSE CLOSEOUT:GOTO 50
440 REM bilgi ekleme
450 GOSUB 1350
460 'bilgi girme'
470 CLS
480 PRINT USING "kayıt no=### ";k
490 INPUT"tarih gir--/--/--";a$(k)
500 INPUT"karbonmonoksit";b(k,1)
510 INPUT"karbondioksit";b(k,2)
520 INPUT"metan";b(k,3)
530 INPUT"oksijen";b(k,4)
540 INPUT"azot";b(k,5)
550 INPUT"hidrojen";b(k,6)
560 INPUT"bilgi eklenecek mi?,e/h";e$
570 IF e$="e" OR e$="E" THEN k=k+1:CLS :GOTO 470
580 TERA."BILGI"
590 OPENOUT "bilgi"
600 FOR m=1 TO k
610 PRINT#9,a$(m);";";b(m,1);";";b(m,2);";";b(m,3);";";b(m,4);";";b(m,5);";";b(m,6)
620 NEXT m
630 CLOSEOUT
640 GOTO 50
650 REM "tarihten bulma"
660 GOSUB 1670
670 CLS
680 t=0
690 INPUT"arama yapılacak tarihi gir, --/--/--";tr$
700 PRINT#fff," CO CO2 CH4 O2 N2 H2"
710 FOR m=1 TO k-1
720 IF tr$=a$(m) THEN t=t+1:PRINT b(m,1);b(m,2);b(m,3);b(m,4);b(m,5);b(m,6):GOTO 750
730 NEXT m
740 IF t=0 THEN PRINT"aranan tarih yok"
750 INPUT"arama yapılacak mı? e/h gir";e$
760 IF e$="e" OR e$="E" THEN GOTO 670 ELSE GOTO 50
770 REM"degistirme "
780 CLS
790 GOSUB 1670
800 INPUT "degistirme yapılacak tarihi gir,--/--/--";tr$
810 FOR m=1 TO k-1
820 IF a$(m)=tr$ THEN y=m:GOTO 840
830 NEXT m
840 CLS
850 INPUT "karbonmonoksit";b(y,1)
860 INPUT"karbondioksit";b(y,2)
870 INPUT "metan";b(y,3)
880 INPUT"oksijen";b(y,4)
890 INPUT"azot";b(y,5)
```

EK 3. YANGIN ve PATLAYABİLİRLİK ANALİZİ BİLGİSAYAR PROGRAMI (Devam)

```

900 INPUT"hidrojen";b(y,6)
910 INPUT"degisme yapılacak mi,e/h gir":e#
920 IF e#="e" OR e#="E" THEN GOTO 780
930 IERA,"bilgi"
940 OPENOUT "bilgi"
950 FOR m=1 TO k-1
960 PRINT#9, a$(m);",";b(m,1);",";b(m,2);",";b(m,3);",";b(m,4);",";b(m,5);",";b(m,6)
970 NEXT m
980 CLOSEOUT
990 GOTO 50
1000 REM"silme"
1010 CLS
1020 GOSUB 1670
1030 INPUT"silinecek tarihi gir,--/--/--";tr$
1040 FOR m=1 TO k-1
1050 IF a$(m)=tr$ THEN y=m:GOTO 1060
1060 NEXT m
1070 PRINT "aranan tarih yok"
1080 a$(y)="*"
1090 INPUT "silinecek kayıt var mi?,e/h gir":e#
1100 IF e#="e"OR e#="E" THEN CLS:GOTO 1030
1110 IERA,"bilgi"
1120 OPENOUT "bilgi"
1130 FOR m=1 TO k-1
1140 IF a$(m)='*' THEN GOTO 1160
1150 PRINT#9,a$(m);",";b(m,1);",";b(m,2);",";b(m,3);",";b(m,4);",";b(m,5);",";b(m,6),
1160 NEXT m
1170 CLOSEOUT
1180 GOSUB 1670
1190 GOTO 50
1200 CLS:REM"keyit listeleme"
1210 INPUT "ekran için (0) yazıcı için (8) giriniz";fff
1220 GOSUB 1670
1230 PRINT#fff," NO TARİH CO CO2 CH4 O2 N2 H2"
1240 PRINT#fff,"-----"
1250 FOR m=1 TO k-1
1260 PRINT#fff,USING "### -& ##.###& ##.###& ##.###& ##.###& ##.###& ##.###&";m,a$(m),b(m,1),b(m,2),b(m,3),
(m,5),b(m,6)
1270 NEXT m
1280 PRINT#fff,"herhangi bir tuşa basınız"
1290 IF INKEY#="" THEN 1290
1300 GOTO 50
1310 CLOSEIN
1320 CHAIN"grafik"
1330 REM"son"
1340 END
1350 k=1
1360 OPENIN "bilgi"

```



EK 3. YANGIN ve PATLAYABİLİRLİK ANALİZİ BİLGİSAYAR PROGRAMI (Devam)

```
1370 WHILE NOT EOF
1380 INPUT #9, tr$, co, ca, me, o, az, hi
1390 a$(k)=tr$:b(k,1)=co:b(k,2)=ca:b(k,3)=me:b(k,4)=o:b(k,5)=az:b(k,6)=hi
1400 k=k+1
1410 WEND
1420 CLOSEIN
1430 n=k:NNN=K-1:nn=k-1 :RETURN
1440 REM"hesap"
1450 GOSUB 1670
1460 CLS
1470 INPUT "ekran icin (0) yazici icin (8) giriniz";fff
1480 INPUT "kac kayitla islem yapmak istersiniz"; bas
1490 nn=k-bas:n=bas
1500 GOSUB 1770
1510 PRINT"herhangi bir tusa basiniz"
1520 IF INKEY$="" THEN 1520
1530 GOTO 50
1540 REM"kayıt listeleme"
1550 CLS
1560 INPUT "ekran icin (0) yazici icin (8) giriniz";fff
1570 GOSUB 1670
1580 FOR m=1 TO k-1
1590 PRINT#fff,USING "### -& ##.#1##    ##.####    ##.####    ##.####    ##.####    ##.####";n,a$(n),b(m,1),
),b(m,4),b(m,5),b(m,6)
1600 NEXT m
1610 PRINT"herhangi bir tusa basiniz"
1620 IF INKEY$="" THEN 1620
1630 GOTO 50
1640 CLOSEIN
1650 REM"son"
1660 END
1670 k=1
1680 OPENIN "bilgi"
1690 WHILE NOT EOF
1700 INPUT #9, tr$, co, ca, me, o, az, hi
1710 a$(k)=tr$:b(k,1)=co:b(k,2)=ca:b(k,3)=me:b(k,4)=o:b(k,5)=az:b(k,6)=hi
1720 k=k+1
1730 WEND
1740 CLOSEIN
1750 n=k :NNN=K-1 :nn=k-1
1760 RETURN
1770 REM"mitchell yontemi"
1780 PRINT#fff,
1790 PRINT#fff,
1800 PRINT#fff,"MITCHELL PATLAYABILILIK YONTEMI SONUCLARI"
1810 PRINT#fff,
1820 PRINT#fff,"KAYIT NO    TARİH    MITCHELL PAT.KATSAYISI"
1830 PRINT#fff,"-----"
1840 J=0:nn=k-bas
```

EK 3. YANGIN ve PATLAYABİLİRLİK ANALİZİ BİLGİSAYAR PROGRAMI (Devam)

```

1850 OPENOUT"seri"
1860 FOR j=nn TO k-1
1870 J=J+1
1880 ec(j)=b(i,3)+(1.25*b(i,6))+(0.4*b(i,1))
1890 mc(j)=(5+(7*b(i,3)))/(b(i,3)+b(i,6)+b(i,1))
1900 e(j)=ec(j)*(b(i,4)/mc(j))
1910 PRINT#fff, USING "###      &          ###.###";i,a$(i),e(j)
1920 PRINT#9,i;"",a$(i);",",e(j);
1930 IF e(j)<=5.99 THEN PRINT#fff,"KARISIM PATLAYICI DEGILDIR"
1940 IF e(j)>=6 AND e(j)<=7.49 THEN PRINT#fff,"KARISIM POTANSİYEL PATLAYICIDIR"
1950 IF e(j)>=7.5 THEN PRINT#fff,"KARISIM PATLAYICIDIR"
1960 PRINT#FFF
1970 NEXT i
1980 CLOSEOUT
1990 PRINT#fff
2000 PRINT#fff,
2010 PRINT#fff,
2020 PRINT#fff,"*****"
2030 PRINT#fff,
2040 PRINT#fff,
2050 PRINT#fff,
2060 PRINT#fff,"          ELLICOTT EKLI"
2070 PRINT#fff,"COWARD PATLAYABİLİRLİK YÖNTEMİ SONUÇLARI"
2080 PRINT#fff,"-----"
2090 GOSUB 1670 :nn=k-bas
2100 FOR i=nn TO k-1
2110 j=j+1
2120 px1(j)=(b(i,3)+b(i,1)+b(i,6))/((b(i,3)/5)+(b(i,1)/12.5)+(b(i,6)/4))
2130 qxu(j)=(b(i,3)+b(i,1)+b(i,6))/((b(i,3)/15)+(b(i,1)/74)+(b(i,6)/75))
2140 pyl(j)=20.93-(0.209*px1(j))
2150 qyu(j)=20.93-(0.209*qxu(j))
2160 cr1(j)=((b(i,5)/(b(i,5)+b(i,2)))*((b(i,3)+b(i,1)+b(i,6))/((b(i,3)/5.93)+(b(i,1)/13.78)+(b(i,6)/4.3))))
2170 cr2(j)=((b(i,2)/(b(i,5)+b(i,2)))*((b(i,3)+b(i,1)+b(i,6))/((b(i,3)/6.66)+(b(i,1)/18)+(b(i,6)/5.73))))
2180 cr(j)=cr1(j)+cr2(j)
2190 x11(j)=((b(i,5)/(b(i,5)+b(i,2)))*(((b(i,3)*6)+(b(i,6)*16.55)+(b(i,1)*4.15))/((b(i,3)/5.93)+(b(i,6)/4.3)+(b(i,1)/13.78))))
2200 x12(j)=(b(i,2)/(b(i,5)+b(i,2)))*(((b(i,3)*3.2)+(b(i,6)*10.2)+(b(i,1)*2.16))/((b(i,3)/6.66)+(b(i,6)/5.73)+(b(i,1)/18))))
2210 x1(j)=x11(j)+x12(j)
2220 ro(j)=0.2093*(100-x1(j)-cr(j))
2230 sx(j)=((-20.93*cr(j))/(ro(j)-20.93))
2240 sy=0
2250 xo(j)=(b(i,3)+b(i,1)+b(i,6))
2260 yo(j)=b(i,4)
2270 PRINT#fff,"px          py"
2280 PRINT#fff,USING"###.###      ###.###";px1(j),py1(j)
2290 PRINT#fff,"qx          qy"
2300 PRINT#fff,USING"###.###      ###.###";qxu(j),qyu(j)
2310 PRINT#fff,"rx          ry"
2320 PRINT#fff,USING"###.###      ###.###";cr(j),ro(j)

```

BK 3. YANGIN ve PATLAYIBILIRLIK ANALİZİ BİLGİSAYAR PROGRAMI (Devam)

```

2330 PRINT#fff,"xx      xy"
2340 PRINT#fff,USING"###.###      ###.###";xo(j),yo(j)
2350 PRINT#fff,"sx      sy"
2360 PRINT#fff,USING"###.###      ###.###";sx(j),sy(j)
2370 x11(j)=px1(j)-cr(j)
2380 xu1(j)=qxu(j)-cr(j)
2390 c1r(j)=cr(j)-cr(j)
2400 x1o(j)=xo(j)-cr(j)
2410 s1x(j)=sx(j)-cr(j)
2420 y11(j)=py1(j)-ro(j)
2430 yu1(j)=qyu(j)-ro(j)
2440 r1o(j)=ro(j)-ro(j)
2450 y1o(j)=yo(j)-ro(j)
2460 s1y(j)=sy(j)-ro(j)
2470 rp(j)=((x11(j)^2)+(y11(j)^2))^0.5 :DEG
2480 qtp(j)=ATN((y11(j))/(x11(j)))
2490 IF x11(j)<0 AND y11(j)>0 THEN qtp(j)=180-ABS(qtp(j))
2500 IF x11(j)<0 AND y11(j)<0 THEN qtp(j)=270-ABS(qtp(j))
2510 IF x11(j)>0 AND y11(j)<0 THEN qtp(j)=360-ABS(qtp(j))
2520 rq(j)=((xu1(j))^2+(yu1(j))^2)^0.5
2530 qtq(j)=ATN((yu1(j))/(xu1(j)))
2540 IF xu1(j)<0 AND yu1(j)>0 THEN qtq(j)=180-ABS(qtq(j))
2550 IF xu1(j)<0 AND yu1(j)<0 THEN qtq(j)=270-ABS(qtq(j))
2560 IF xu1(j)>0 AND yu1(j)<0 THEN qtq(j)=360-ABS(qtq(j))
2570 rs(j)=((s1x(j)^2)+(s1y(j)^2))^0.5
2580 qts(j)=ATN((s1y(j))/(s1x(j)))
2590 IF s1x(j)<0 AND s1y(j)>0 THEN qts(j)=180-ABS(qts(j))
2600 IF s1x(j)<0 AND s1y(j)<0 THEN qts(j)=270-ABS(qts(j))
2610 IF s1x(j)>0 AND s1y(j)<0 THEN qts(j)=360-ABS(qts(j))
2620 rx(j)=((x1o(j)^2)+(y1o(j)^2))^0.5
2630 qtx(j)=ATN((y1o(j))/(x1o(j)))
2640 IF x1o(j)<0 AND y1o(j)>0 THEN qtx(j)=180-ABS(qtx(j))
2650 IF x1o(j)<0 AND y1o(j)<0 THEN qtx(j)=270-ABS(qtx(j))
2660 IF x1o(j)>0 AND y1o(j)<0 THEN qtx(j)=360-ABS(qtx(j))
2670 IF qtp(j)>qtx(j) AND qtx(j)>qtq(j) THEN GOTO 2700
2680 IF qtq(j)>qtx(j) OR qtx(j)>qts(j) THEN GOTO 2720
2690 GOTO 2740
2700 rm(j)=rx(j)
2710 qtm(j)=(((qtx(j)-qtq(j))/(qtp(j)-qtq(j)))*90):GOTO 2760
2720 rm(j)=rx(j)
2730 qtm(j)=(((qtx(j)-360)-(qts(j)-360))/(qtq(j)-(qts(j)-360))*90)+270:GOTO 2760
2740 rm(j)=rx(j)
2750 qtm(j)=(((qtx(j)-qtp(j))/(qts(j)-qtp(j)))*180)+90
2760 xm(j)=rm(j)*COS(qtm(j))
2770 ym(j)=rm(j)*SIN(qtm(j))
2780 PRINT#fff
2790 IF xm(j)>0 AND ym(j)>0 THEN PRINT#fff,i,a$(i)," (xm,ym)=";"(;"xm(j)",";ym(j)"): PRINT#fff,"KARISIM PATLAYICIDIR"
2800 IF xm(j)>0 AND ym(j)<0 THEN PRINT#fff,i,a$(i)," (xm,ym)=";"(;"xm(j)",";ym(j)"): PRINT#fff,"KARISIM POTANSİYEL PATLAYI

```

EK 3. YANGIN ve PATLAYABİLİRLİK ANALİZİ BİLGİSAYAR PROGRAMI (Devam)

```
2810 IF xm(j)<0 AND ym(j)>0 THEN PRINT#fff,i,a$(i)," (xm,ym)=", "(";xm(j);";ym(j)"): PRINT#fff,"KARISIM PATLAYICI DEGIL
2820 IF xm(j)<0 AND ym(j)<0 THEN PRINT#fff,i,a$(i)," (xm,ym)=", "(";xm(j);";ym(j)"): PRINT#fff,"KARISIM PATLAYICI DEGIL
2830 PRINT#fff,
2840 NEXT i
2850 PRINT#fff,
2860 PRINT#fff,
2870 PRINT#fff,
2880 PRINT#fff,
2890 PRINT#fff,"*****"
2900 PRINT#fff,
2910 PRINT#fff,
2920 PRINT#fff,
2930 PRINT#fff,
2940 PRINT#fff,"GRAHAM ENDEKSINE GORE YANGIN DURUMU"
2950 PRINT#fff,
2960 PRINT#fff,"KAYIT NO   TARİH   GRAHAM KATSAYISI"
2970 PRINT#fff,"-----"
2980 GOSUB 1670
2990 REM"graham endeksi"
3000 OPENOUT"graham":nn=k-bas
3010 FOR i=nn TO k-1
3020 j=j+1
3030 ki(j)=(b(i,1)/(0.265*b(i,5)-b(i,4)))*100
3040 PRINT#fff,USING"###      &      ###.###" ;i;a$(i);ki(j)
3050 IF ki(j)<=0.3 THEN PRINT#fff,"TEHLIKE SOZKONUSU DEGILDIR"
3060 IF ki(j)>=0.31 AND ki(j)<=0.7 THEN PRINT#fff,"OKSIDASYON ARTMAKTADIR"
3070 IF ki(j)>=0.71 AND ki(j)<=1.5 THEN PRINT#fff,"TEHLIKE SOZKONUSU ETKİN MÜCADELE BASLATILMALIDIR"
3080 IF ki(j)>=1.51 AND ki(j)<=2.5 THEN PRINT#fff,"COK TEHLIKELI DURUM"
3090 IF ki(j)>=2.51 THEN PRINT#fff,"YANGIN"
3100 PRINT#fff
3110 PRINT#fff
3120 PRINT#9,a$(i);";";i;";";ki(j)
3130 NEXT i
3140 CLOSEOUT
3150 RETURN
```

### EK 3. YANGIN ve PATLAYABİLİRLİK ANALİZİ BİLGİSAYAR PROGRAMI (Devam)

```
10 REM"grafik
20 DIM aaa(30),fff(30,30),bbb(30),ax(30)
30 CLS
40 INPUT "ekran 0 yazici 8 giriniz";fff
50 PRINT#fff,
60 MODE 2
70 PRINT#fff,"                MITCHELL PATLAYABILIRLIK GRAFIGI"
80 PRINT#fff,
90 PRINT#fff,
100 PRINT#fff,
110 OPENIN"sari"
120 WHILE NOT EOF
130 i=i+1:IF i=11 THEN GOTO 170
140 INPUT#9,aaa(i),a$(i),bbb(i):GOTO 160
150 PRINT#fff,aaa(i),a$(i),bbb(i)
160 WEND
170 CLOSEIN
180 k=14
190 FOR i=1 TO 14
200 j=INT((bbb(i)/1))
210 fff(15-j,i)=1
220 NEXT i
230 PRINT#fff,"MITCHELL ENDEKSI"
240 FOR i=1 TO 14
250 IF ABS(14+1-i-INT((14+1-i)/2)*2)<>0 THEN GOTO 280
260 PRINT#fff, USING"### +";k/1;
270 GOTO 290
280 PRINT#fff,"  l";
290 FOR j=1 TO 14
300 IF fff(i,j)=1 THEN PRINT#fff, "   *";ax(j)=i
310 IF fff(i,j)=0 THEN PRINT#fff,"   ";
320 NEXT j
330 IF i=8 THEN PRINT#fff,TAB(60)"   ^ POT.PAT.":GOTO 360
340 IF i=7 THEN PRINT#fff,TAB(60)"   ^   PAT.":GOTO 360
350 PRINT#fff
360 k=k-1
370 NEXT i
380 a=6
390 PRINT#fff, TAB(a-1);"+";FOR i=1 TO 10
400 PRINT#fff, TAB(a) STRING$(6,"-");"+";
410 a=a+7
420 NEXT i
430 a=3
440 FOR i=0 TO 10
450 IF aaa(i)=0 THEN GOTO 470
460 PRINT#fff,TAB(a-1)a$(i);
470 a=a+7
480 NEXT i:PRINT#fff,"
490 a=3:FOR i=0 TO 10
```

ZAMAN"

EK 3. YANGIN ve PATLAYABİLİRLİK ANALİZİ BİLGİSAYAR PROGRAMI (Devam)

```
500 IF aaa(i)=0 THEN GOTO 520
510 PRINT#fff,TAB(a)aaa(i);
520 a=a+7
530 NEXT i:PRINT#fff,"
540 PRINT #fff,"Herhangi bir tusa basınız"
550 IF INKEY$="" THEN 550
560 CLEAR
570 PRINT#fff
580 CHAIN"grafik1
```

KAYIT NO"

### EK 3. YANGIN ve PATLAYABİLİRLİK ANALİZİ BİLGİSAYAR PROGRAMI (Devam)

```
10 REM"grafiki
20 DIM aaa(30),fff(30,30) ,bbb(30),a$(30),ax(30)
30 CLS
40 INPUT "ekran 0 yazici 8 giriniz";fff
50 PRINT#fff,
60 MODE 2
70 PRINT#fff,"          GRAHAM YANGIN GRAFIGI"
80 PRINT#fff,
90 PRINT#fff,
100 PRINT#fff,
110 OPENIN"graham"
120 WHILE NOT EOF
130 i=i+1:IF i=11 THEN GOTO 170
140 INPUT#9,a$(i),aaa(i),bbb(i):GOTO 160
150 PRINT#fff,aaa(i),a$(i),bbb(i)
160 WEND
170 CLOSEIN
180 k=14
190 FOR i=1 TO 14
200 j=INT((bbb(i)/0.5))
210 fff(15-j,i)=1
220 NEXT i
230 PRINT#fff,"GRAHAM ENDEKSI"
240 FOR i=1 TO 14
250 IF ABS(14+1-i-INT((14+1-i)/2)*2)<>0 THEN GOTO 280
260 PRINT#fff, USING"### +";k/2;
270 GOTO 290
280 PRINT#fff,"  !";
290 FOR j=1 TO 14
300 IF fff(i,j)=1 THEN PRINT#fff, "      *";ax(j)=i
310 IF fff(i,j)=0 THEN PRINT#fff,"      ";
320 NEXT j
330 IF i=11 THEN PRINT#fff,TAB(60)"      ^ YANGIN":GOTO 350
340 PRINT#fff
350 k=k-1
360 NEXT i
370 a=6
380 PRINT#fff, TAB(a-1);"+";:FOR i=1 TO 10
390 PRINT#fff, TAB(a) STRING$(6,"-");"+";
400 a=a+7
410 NEXT i
420 a=3
430 FOR i=0 TO 10
440 IF aaa(i)=0 THEN GOTO 460
450 PRINT#fff,TAB(a-1)a$(i);
460 a=a+7
470 NEXT i:PRINT#fff,"
480 a=3:FOR i=0 TO 10
```

ZAMAN"

EK 3. YANGIN ve PATLAYABİLİRLİK ANALİZİ BİLGİSAYAR PROGRAMI (Devam)

```
490 IF aaa(i)=0 THEN GOTO 510  
500 PRINT#fff,TAB(a)aaa(i);  
510 a=a+7
```

```
520 NEXT i:PRINT#fff,"
```

KAYIT NO"

```
530 PRINT #fff,"Herhangi bir tusa basiniz"
```

```
540 IF INKEY#="" THEN 540
```

```
550 CLEAR
```

```
560 PRINT#fff
```

```
570 CHAIN"patyan",50
```



EK 4. YANGIN ve PATLAYABİLİRLİK ANALİZİ BİLGİSAYAR  
PROGRAMI ÇIKTIISI

MITCHELL PATLAYABİLİLİK YONTEMI SONUCLARI

KAYIT NO TARİH MITCHELL PAT.KATSAYISI

1	26/3/92	11.9928
KARISIM PATLAYICIDIR		
2	26/3/92	11.6221
KARISIM PATLAYICIDIR		
3	26/3/92	3.9608
KARISIM PATLAYICI DEGILDIR		
4	26/3/92	2.6309
KARISIM PATLAYICI DEGILDIR		
5	26/3/92	2.8462
KARISIM PATLAYICI DEGILDIR		
6	26/3/92	2.8401
KARISIM PATLAYICI DEGILDIR		
7	26/3/92	2.4318
KARISIM PATLAYICI DEGILDIR		
8	26/3/92	2.4447
KARISIM PATLAYICI DEGILDIR		
9	26/3/92	11.7515
KARISIM PATLAYICIDIR		
10	26/3/92	1.9403
KARISIM PATLAYICI DEGILDIR		

\*\*\*\*\*

EK 4. YANGIN ve PATLAYABİLİRLİK ANALİZİ BİLGİSAYAR  
PROGRAMI ÇIKTISI (Devam)

ELLICOTT EKLI  
COWARD PATLAYABİLİRLİK YONTEMI SONUCLARI

---

px	py
5.001	19.885
qx	qy
15.003	17.794
rx	ry
5.978	12.423
xx	xy
14.004	6.300
sx	sy
14.706	0.000

1            26/3/92            (xm,ym)=( 3.19604268 , -9.57545445 )  
KARISIM POTANSİYEL PATLAYICIDIR

px	py
5.004	19.884
qx	qy
15.016	17.792
rx	ry
5.978	12.406
xx	xy
11.515	7.500
sx	sy
14.679	0.000

2            26/3/92            (xm,ym)=( 1.79971447 , -7.17605842 )  
KARISIM POTANSİYEL PATLAYICIDIR

px	py
5.084	19.868
qx	qy
15.344	17.723
rx	ry
6.033	12.200
xx	xy
2.037	18.300
sx	sy
14.466	0.000

3            26/3/92            (xm,ym)=(-2.8130245 , 6.7278762 )  
KARISIM PATLAYICI DEĞİLDİR

BK 4. YANGIN ve PATLAYABİLİRLİK ANALİZİ BİLGİSAYAR  
PROGRAMI ÇIKTISI (Devam)

px	py	
5.082	19.868	
qx	qy	
15.342	17.724	
rx	ry	
6.029	12.189	
xx	xy	
1.451	18.900	
sx	sy	
14.437	0.000	

4            26/3/92            (xm,ym)=(-3.25918948 , 7.44149883 )  
KARISIM PATLAYICI DEĞİLDİR

px	py	
5.086	19.867	
qx	qy	
15.357	17.720	
rx	ry	
6.034	12.189	
xx	xy	
1.545	18.800	
sx	sy	
14.449	0.000	

5            26/3/92            (xm,ym)=(-3.19072554 , 7.32649549 )  
KARISIM PATLAYICI DEĞİLDİR

px	py	
5.093	19.866	
qx	qy	
15.384	17.715	
rx	ry	
6.042	12.183	
xx	xy	
1.549	18.700	
sx	sy	
14.458	0.000	

6            26/3/92            (xm,ym)=(-3.20493814 , 7.23814995 )  
KARISIM PATLAYICI DEĞİLDİR

EK 4. YANGIN ve PATLAYABİLİRLİK ANALİZİ BİLGİSAYAR  
PROGRAMI ÇIKTISI (Devam)

px	py	
5.103		19.863
qx	qy	
15.427		17.706
rx	ry	
6.053		12.171
xx	xy	
1.368		18.900
sx	sy	
14.464		0.000

7            26/3/92            (xm,ym)=(-3.34981118 , 7.48418548 )  
KARISIM PATLAYICI DEĞİLDİR

px	py	
5.103		19.863
qx	qy	
15.427		17.706
rx	ry	
6.053		12.171
xx	xy	
1.368		19.000
sx	sy	
14.465		0.000

8            26/3/92            (xm,ym)=(-3.33813812 , 7.57908531 )  
KARISIM PATLAYICI DEĞİLDİR

px	py	
5.008		19.883
qx	qy	
15.032		17.788
rx	ry	
5.964		12.333
xx	xy	
7.019		12.900
sx	sy	
14.519		0.000

9            26/3/92            (xm,ym)=( 1.13651948 , -0.378266042 )  
KARISIM POTANSİYEL PATLAYICIDIR

EK 4. YANGIN ve PATLAYABİLİRLİK ANALİZİ BİLGİSAYAR  
PROGRAMI ÇIKTIISI (Devam)

px	py	
5.121	19.860	
qx	qy	
15.501	17.690	
rx	ry	
6.072	12.152	
xx	xy	
1.147	19.200	
sx	sy	
14.479	0.000	

10 26/3/92 (xm,ym)=(-3.52439296 , 7.84292315 )  
KARISIM PATLAYICI DEGILDIR

\*\*\*\*\*

GRAHAM ENDEKSINE GORE YANGIN DURUMU

KAYIT NO TARİH GRAHAM KATSAYISI

1 26/3/92 0.0275  
TEHLIKE SOZKONUSU DEGILDIR

2 26/3/92 0.1182  
TEHLIKE SOZKONUSU DEGILDIR

3 26/3/92 2.2194  
COK TEHLIKELI DURUM

4 26/3/92 1.9721  
COK TEHLIKELI DURUM

EK 4. YANGIN ve PATLAYABİLİRLİK ANALİZİ BİLGİSAYAR  
PROGRAMI ÇIKTIISI (Devam)

5	26/3/92	2.1120
COK TEHLIKELI DURUM		
6	26/3/92	2.1505
COK TEHLIKELI DURUM		
7	26/3/92	2.3024
COK TEHLIKELI DURUM		
8	26/3/92	2.4597
COK TEHLIKELI DURUM		
9	26/3/92	0.2375
TEHLIKE SOZKONUSU DEGILDIR		
10	26/3/92	2.6619
YANGIN		

DK 5. TAŞINABİLİR EL BİLGİSAYARI İÇİN PATLAYABİLİRLİK PROGRAMI

```

10 REM"cwdell
20 INPUT"CO,CO2,CH4,O2,N2,H2,";b1,b2,b3,b4,b5,b6
30 PRINT "CO=";b1;"CO2=";b2;"CH4=";b3;"O2=";b4;"N2=";b5;"H2=";b6
40 px1=(b3+b1+b6)/((b3/5)+(b1/12.5)+(b6/4))
50 qxu=(b3+b1+b6)/((b3/15)+(b1/74)+(b6/75))
60 py1=20.93-(0.209*px1)
70 qyu=20.93-(0.209*qxu)
80 cr3=(b5/(b5+b2))
90 cr1=cr3*((b3+b1+b6)/((b3/5.93)+(b1/13.78)+(b6/4.3)))
100 cr4=(b2/(b5+b2))
110 cr2=cr4*((b3+b1+b6)/((b3/6.66)+(b1/18)+(b6/5.73)))
120 cr=cr1+cr2
130 x13=((b3*6)+(b6*16.55)+(b1*4.15))
140 x11=cr3*x13/((b3/5.93)+(b6/4.3)+(b1/13.78))
150 x14=((b3*3.2)+(b6*10.2)+(b1*2.16))
160 x12=cr4*x14/((b3/6.66)+(b6/5.73)+(b1/18))
170 x1=x11+x12
180 ro=0.2093*(100-x1-cr)
190 sx=((-20.93*cr)/(ro-20.93))
200 sy=0
210 xo=(b3+b1+b6)
220 yo=b4:DEG
230 PRINT;"Px=";px1;"Py=";py1
240 PRINT;"Qx=";qxu;"Qy=";qyu
250 PRINT;"Rx=";cr;"Ry=";ro
260 PRINT;"Xx=";xo;"Yy=";yo
270 PRINT;"Sx=";sx;"Sy=";sy
280 x11=px1-cr;y11=py1-ro
290 xui=qxu-cr;yui=qyu-ro
300 cir=cr-cr:ri0=ro-ro
310 x10=xo-cr;y10=yo-ro
320 s1x=sx-cr:s1y=sy-ro
330 qtp=ATN(y11/x11)
340 IF x11<0 AND y11>0 THEN qtp=180-ABS(qtp)
350 IF x11<0 AND y11<0 THEN qtp=270-ABS(qtp)
360 IF x11>0 AND y11<0 THEN qtp=360-ABS(qtp)
370 qtq=ATN(yui/xui)
380 IF xui<0 AND yui>0 THEN qtq=180-ABS(qtq)
390 IF xui<0 AND yui<0 THEN qtq=270-ABS(qtq)
400 IF xui>0 AND yui<0 THEN qtq=360-ABS(qtq)
410 qts=ATN(s1y/s1x)
420 IF s1x<0 AND s1y>0 THEN qts=180-ABS(qts)
430 IF s1x<0 AND s1y<0 THEN qts=270-ABS(qts)
440 IF s1x>0 AND s1y<0 THEN qts=360-ABS(qts)
450 rx=((x10^2)+(y10^2))^0.5:rm=rx
460 qtx=ATN(y10/x10)
470 IF x10<0 AND y10>0 THEN qtx=180-ABS(qtx)
480 IF x10<0 AND y10<0 THEN qtx=270-ABS(qtx)
490 IF x10>0 AND y10<0 THEN qtx=360-ABS(qtx)
500 IF qtp>qtx AND qtx>qtq THEN GOTO 530

```

EK 5. BAŞINABİLİR EL BİLGİSAYARI İÇİN PATLAYABİLİRLİK PROGRAMI  
(Devam)

```
510 IF qtq>qtx OR qtx>qts THEN GOTO 540
520 GOTO 550
530 qtm=((qtx-qtq)/(qtp-qtq))*90:GOTO 560
540 qtm=(((qtx-360)-(qts-360))/(qtq-(qts-360))*90)+270:GOTO 560
550 qtm=((qtx-qtp)/(qts-qtp))*180+90
560 xm=rm*COS(qtm)
570 ym=rm*SIN(qtm)
580 PRINT;"(Xm,Ym)=";xm;ym
590 END
```

T.C. ANADOLU ÜNİVERSİTESİ



\*T0000056\*

TEZ YUK .Y58

Yıldırım, Kemal

Uluslararası Para Fonu kredi kaynakları ve kullanı

TE