

KENDİLİĞİNDEN YANMANIN BELİRLENMESİNDE
SÜREKLİ GÖZLEME SİSTEMİ VERİLERİNİN
DEĞERLENDİRİLMESİ

Ercan ÇAKIROĞLU

Yüksek Lisans Tezi
Maden Mühendisliği Anabilim Dalı

1992

KENDİLİĞİNDEN YANMANIN BELİRLENMESİNDE
SÜREKLİ GÖZLEME SİSTEMİ VERİLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Ercan ÇAKIROĞLU

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

Danışman : Yrd. Doç. Dr. Saim SARAÇ

Şubat - 1992

Ercan ÇAKIROĞLU 'nun YÜKSEK LİSANS tezi olarak hazırladığı" Kendiliğinden Yanmanın Belirlenmesinde Sürekli Gözleme Sistemi Verilerinin Değerlendirilmesi" başlıklı bu çalışma, jürimizce lisansüstü yönetmeliğinin ilgili maddeleri uyarınca değerlendirilerek kabul edilmiştir.

21/02/1992

Üye : Y.Doç.Dr. Saim SARAÇ

Üye : Doç.Dr. Güner ÖNCE

Üye : Y.Doç.Dr. Adnan KONUK

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun **26** SUBAY 1992gün
ve..306-1.....sayılı kararı ile onaylanmıştır.

Prof.Dr. Rüstem KAYA
Enstitü Müdürü

ÖZET

Yeraltı kömür ocaklarında kendiliğinden kızışmanın erken belirlenmesi büyük öneme sahiptir. Gelişen bir yangının erken belirlenmesi ile ocağın büyük zararlara uğraması önlenebilir. Kızışmanın gelişimini izlemede en uygun gösterge ise CO konsantrasyonundaki değişimlerdir.

Bu tezde, kendiliğinden yanma sonucu oluşan ocak yangınlarını önceden belirlemek için bir paket program hazırlanmıştır. Programda, ölçülen CO konsantrasyonları bir kütükte depolanmakta, bu verilerle regrasyon korelasyon analizi yapılmakta, gelecekteki olası CO oranları, en iyi regrasyon eşitliği kullanılarak hesaplanmaktadır. Gaz oranı, belli bir sınır değeri aştığında uyarı mesajı verilmektedir.

Gerçek verilerle yapılan denemeler, programın işlerliğini doğrulamış, yakın geçmişteki gaz verilerinin istatistiksel analize sokularak, geleceğe yönelik tahmin yapmanın, kızışmanın erken belirlenmesinde çok kullanışlı bilgiler verdiğini kanıtlamıştır.

Anahtar Kelimeler: Maden Havalandırma, Kendiliğinden Yanma, Ocak Yangınları,
Yangın İndeksleri

ABSTRACT

The early detection of spontaneous combustion in coal mines has prime importance. Any fire which could be detected at an early stage may save the mine from considerable damage. The most suitable indicator to detect any heating is to observe the changes of CO concentrations.

In this thesis, a computer program was written in order to predict mine fires due to spontaneous combustion. In this programme, measured CO concentrations are stored in a data file, and regression-correlation analyses are carried out by using these data. Probable CO rates in future are calculated by means of the best regression equation. When a limit value is exceeded a warning signal is given.

The trials carried out with actual gas data have confirmed the reliability of the program and proved that, regression analyses using recently stored CO data provide a useful tool to detect heating at early stages.

Key Words: Mine Ventilation, Spontaneous Combustion, Mine Fires, Fire Indices.

TEŞEKKÜR

Bu tezin hazırlanmasında danışmanlığımı yaparak grő,neri ve yardımlarıyla bana yol gösteren değerli hocam Yrd. Doç. Dr. Saim SARAÇ' a , Anadolu Üniversitesi Mhendislik Mimarlık Fakültesi Maden Bölümü ğretim üyelerine , çalışmalarıma destek olan O. A. L. kömür işletmesi yöneticilerine , yeraltı ocak mühendisi Metin ÖZDAMAR ve Celal ÇETİN' e ,tezin hazırlanmasında yardımcı olan arkadaşlarıma ve Yüksek Lisans öğrenimim boyunca maddi ve manevi desteklerini esirgemeyen aileme teőekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
ÖZET.....	iv
ABSTRACT.....	v
TEŞEKKÜR.....	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	xi
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	xiv
1. GİRİŞ.....	1
2. KONU İLE İLGİLİ ARAŞTIRMALAR	2
3. KÖMÜRÜN OKSİTLENME MEKANİZMASI	4
3.1. Kömür Oksidasyonunun Kimyası	5
3.2. Oksidasyon Sonucu Oluşan Isı	5
3.3. Piritin Oksidasyonundan Gelen Isı	6
3.4. Su Absorbsiyonundan Oluşan Isı	6
3.5. Oksijen Azalması	7
3.6. Karbon Oksitleri ve Su Buharı Çıkışı	8
4. KENDİLİĞİNDEN YANMAYI ETKİLEYEN FAKTÖRLER	14
4.1. Kömür Yapısı İle İlgili Faktörler	15
4.1.1. Kömür Rankı	15
4.1.2. Kömürün Damarının Pirit İçeriği	15
4.1.3. Kömürün Nem İçeriği	16
4.1.4. Kömürün Petroğrafik Yapısı	16
4.1.5. Kömürün Parça Boyutu	17
4.1.6. Sıcaklık	17

İÇİNDEKİLER (devam)

	<u>Sayfa</u>
4.1.7 Kömür Yapısındaki Mineraller.....	18
4.2. Jeolojik ve Madencilikle İlgili Faktörler	18
4.2.1. Üretim Yöntemi	18
4.2.2. Derinlik	18
4.2.3. Damar Eğimi	19
4.2.4. Damar Kalınlığı	19
4.2.5. Tektonizma	19
4.2.6. Kazı Hızı	19
4.2.7. Havalandırma Şartları	20
5. KIZIŞMA BELİRTİLERİ	20
5.1. Kömür ve Çevre Kayaçlarda Terleme	21
5.2. Pus	21
5.3. Duman	21
5.4. Sıcaklık Artışı	21
5.5. Koku	22
5.6. Yangın Gazları	22
6. KENDİLİĞİNDEN YANMANIN ÖNCEDEN KESTİRİLMESİ	23
6.1. Koku	24
6.2. Sıcaklık Artışı.....	26
6.3. Yangın Gazları	27
6.3.1. Hidrojen	30
6.3.2. Etilen ve Propilen	31
6.3.3. Karbondioksit	31
6.3.4. Karbonmonoksit	31
7. YANGIN İNDEKSLERİ	33
7.1. Graham İndeksi	33
7.2. Tricket Oranı	36

İÇİNDEKİLER (devam)

	<u>Sayfa</u>
7.3. CO ₂ / CO Oranı.....	37
7.4. N ₂ / (CO + CO ₂) Oranı	38
7.5. CO Oluşumu ve CO Oranı	38
8. OCAK HAVASININ SÜREKLİ GÖZLENMESİ	39
8.1. Yeraltına Sensör Yerleştirme Sistemi	41
8.2. Hortum Sistemi	42
8.2.1. Analiz Aygıtları	43
8.2.2. Sonuçların Kaydedilmesi	44
9. O.A.L' DE UYGULANAN SÜREKLİ GÖZLEME SİSTEMİ	44
9.1. Ocak Gözlem Sisteminin Amaçları ve Genel İşlevleri	45
9.1.1. Dönüştürücüler	47
9.1.2. Bilgi Toplayıcı ve Dönüştürücüler	47
9.1.3. Bilgi Aktarma Sistemi	48
9.1.4. Ana Kumanda Merkezi	49
9.2. Ocak Gözlem Sistemindeki Bilgisayar Program Donanımı	51
9.3. O.A.L. Ocaklarındaki Yerleşim ve Bağlantı	52
9.4. Sistemin İşleyişi ve Depolanış Şekli	54
10. GÖZLEME SİSTEMİ VERİLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ	54
10.1. İstatistiksel Analiz	57
10.1.1. Regrasyon ve Korelasyon Analizi	57
10.1.1.1. Doğrusal Regrasyon	58
10.1.1.2. Eğrisel Regrasyon	60
10.2. Regrasyon Denklemi Yardımıyla Tahmin Yapma	63
10.3. Ocak Gazları Bilgisayar Programı	64
10.3.1. Verilerin Depolanması	65
10.3.2. Verilerin Depolanması Esnasındaki Hataların Giderilmesi	66
10.3.2.1. Bilgi Değişikliği	66
10.3.2.2. Bilgi İptali	66

İÇİNDEKİLER (devam)

	<u>Sayfa</u>
10.3.3. Depolanan Verilerin İşlenmesi	66
10.3.3.1. Tarihe Göre Döküm	67
10.3.3.2. Tarihler Arası Bilgiler	67
10.3.3.3. Tüm Bilgilerin Dökümü	67
10.3.3.4. İstenen Tarihte Grafikselsel Döküm	67
10.3.4. Verilerin İstatistiksel Analize Sokulması	68
10.3.4.1. Regrasyon Denklemi ve Korelasyon Katsayısı	68
10.3.4.2. Ekstrapolasyon ve Grafikselsel Gösterimi	69
10.4. Paket Programın Gerçek Verilerle Sınanması	69
10.4.1. O.A.L Verileriyle Yapılan Denemeler.....	70
10.4.1.1. Normal Verilerle Yapılan Denemeler	70
10.4.1.2. Yangın Dışı CO Gelirin Olması Durumu	72
10.4.1.3. Kızışmanın Oluştığı Anda Ölçülen Verilerle Yapılan Uygulama	74
10.4.2. Manuel Ölçüm Yapılan Ocak Verileriyle Yapılan Uygulama	77
11. SONUÇ VE ÖNERİLER	79
KAYNAKLAR	81

EKLER

EK 1. Giriş

EK 2. Paket programın açılması

EK 3. Ana menü

EK 4. Gaz ölçüm değerleri bilgi girişi

EK 4.A. Bilgi giriş formu

EK 5. Tarihe göre döküm

EK 5.A. Tarihe göre döküm

EK 6. Bilgi değişikliği

EK 6.A. . Bilgi değişikliği formu

EK 7. Bilgi iptali

EK 8. Tarihler arası bilgilerin dökümü

EK 8.A.Tarihler arası bilgilerin dökümü

EK 9. Tüm bilgilerin dökümü

EK 9.A. Tüm bilgilerin dökümü

EK 10. Regrasyon ve korelasyon analizi

EK 10.A. Regrasyon ve korelasyon katsayıları

EK 11. İstenen tarihte grafiksel döküm

EK 11.A. CO 30 ppm'in altında ise

EK 11.B. CO 30 ppm'in üstünde ise

ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
3.1. Sıcaklık artışıyla oksijen azalması	7
3.2. Oksijen azalması ve CO çıkışı	8
3.3. Artan sıcaklıkla gaz üretimi	9
3.4. Sıcaklık artışıyla CO değişimi	13
3.5. Kızışma dedektör gazları gelişimi	14
6.1. Kızışma sırasında kokunun gelişimi	25
6.2. Yangın gazlarının sıcaklıkla gelişimi	30
7.1. Sıcaklıkla CO ₂ / CO oranı değişimi	37
7.2. Sıcaklıkla indeksin değişimi	38
8.1. Yeraltı analizör sistemi için bir örnek	42
9.1. Ana kumanda merkezi	46
9.2. OAL' de kullanılan bilgi toplayıcılar ve dönüştürücüler.....	50
9.3. Klavye	50
9.4. OAL müessesesine ait tipik bir mimik diyagram	53
10.1. Gözlem verilerinin grafiksel olarak gösterimi	56
10.2. Ekstrapolasyon	64
10.3. A03 panosu 31.12.1990 tarihli CO ölçüm değerleri	71
10.4. A03 panosu 29.9.1990 tarihli patlatma sonrası CO grafiğindeki tırmanış	73
10.5. CO degerlerinin artışının gözlenmesi	76
10.6. Ekstrapolasyona tabi tutulan eğri denklemi yardımıyla ilk uyarı	76
10.7. Manuel ölçüm değerlerinin grafiksel gösterimi	78
10.8. Manuel ölçüm değerleri ile yapılan tahmin	78

ÇİZELGELER DİZİNİ

<u>Çizelge</u>	<u>Sayfa</u>
3.1. Değişik sıcaklıklarda CO ₂ çıkışı (% CO ₂).....	10
3.2. Dedektör gazlarının 150 °C de % dağılımı	11
3.3. Önemli değişimlerde gözlenen sıcaklıklar (° C)	12
6.1. Yangın gazlarının sıcaklıkla değişimi	29
10.1. OAL ' deki hava hızı, CO, CH ₄ , verilerinin haftalık ortalaması	56
10.2. A03 panosu 31.12.1990 tarihli CO ölçüm değerleri	71
10.3. A03 panosu 29.9.1990 tarihli CO ölçüm değerleri	72
10.4. Kızışma olayının başlaması sırasındaki CO verileri	74
10.5. Regrasyon ve korelasyon katsayıları	75
10.6. Zonguldak havzası manuel ölçüm verileri	77

1-GİRİŞ

Kendiliğinden yanma olayı, yeraltı kömür işletmeciliğinde önemli bir sorun teşkil etmektedir. Kızışma ilk safhalarda önlenemez ve alevli yangına dönüşürse çeşitli kayıplara sebep olabilir;

■ Kızışmanın her safhasında sağlığa zararlı ve zehirleyici gazlar üretilir. Bu gazlardan kaynaklanan ölümlü kazalar veya kalıcı sakatlıklar bırakabilen yaralanmalar madencilikte sıkça görülen olaylardır.

■ Kızışma sonucu çıkan gazlar ve oluşan ısı, özellikle de açık alevli yangın, daha önceden patlama limitlerinde bulunmayan ocak atmosferine patlayıcı özellik kazandırabilir. Büyük tehlike oluşturan bu durum toplu ölümlere sebep olabilir.

■ Yangının kontrol altına alınamayarak panonun terk edilmesi durumunda, panodaki ekipman ve malzemenin tahrip olması önemli maddi kayıplar getirir.

■ Terk edilen panolarda bırakılan cevherler büyük rezerv kayıplarına neden olur.

■ Devamlı olarak yangın kontrolü, üretim sisteminin kızışma olasılığına karşı yudurulma zorunluluğu, bir alarm durumunda yangınla mücadele çalışmaları, üretimin sürekliliğini büyük ölçüde aksatır.

■ Yangın olasılığını azaltmak, olası bir kızışmayı mümkün olduğunca erken teşhis etmek yangını kontrol altına almak için yapılan pahalı yatırımlar ekonomikliği etkiler (Saraç,1991).

■ Yangın olaylarının taşıdığı boyutlar Zonguldak kömür havzasındaki istatistiksel değerlerle verilebilir ;

__(1971-1979) yıllarını kapsayan üretim dönemi içinde meydana gelen yangınların kapatılması sırasında 50 işçi yaşamını kaybetmiştir, 114'ü ise yaralanmıştır. Sözkonusu 9 kazanın 5'i yangın barajının patlaması biçiminde sonuçlanmıştır (Arıoğlu,1985).

__ Zonguldak havzası üretim bölgeleri içersinde yangın bakımından en problemlili olan Armutçuk üretim bölgesinde 1978-1982 yılları arasında çıkan toplam 80 ocak

yangınında ortalama yangın süresi 8.4 ay' dır. 120 üretim bölgesinde yangınsız geçen üretim süresi ortalama 4.17 ay'dır. 1985 yılı içinde yaklaşık 2.7 milyon tonluk bir kömür rezervinin yangın altında bırakıldığı şimdiden ileri sürülebilir. Bu havza yıllık üretiminin % 33' ü kadar olup küçümsenemeyec bir değerdir (Arıoğlu,1985).

Getirdiği olumsuzluklar göz önüne alınarak ocak yangınlarının nedenlerinin iyice araştırılması ve ocak yangınlarıyla etkin mücadelenin yürütülmesi ülke ekonomisi ve işçilerin can sağlığı açısından büyük önem taşımaktadır.

2. KONUYLA İLGİLİ ARAŞTIRMALAR

Maden mühendisliğinde en çok araştırılan konulardan birisi, kömürün kendiliğinden yanma mekanizmasıdır. Bunun nedeni.hem konunun pratikteki önemi, hemde olayı etkileyen parametrelerin çok fazla oluşu , olayın gelişiminin tam olarak açıklanamamış olmasıdır. Kömürün karmaşık kimyasal yapısı, kimya mühendisliği disiplininin araştırmaçıların da konuya ilgi duymasını getirmiştir.

İlk araştırmalar stoklarda bekletilen kömürün kalorifik değerinin azalması, gaz üretmesi ve zaman zaman da yanmasının anlaşılmasına yönelik olarak başlamıştır. Kendiliğinden yanma üzerindeki ilk makale Oxford'da Dr. PLOT tarafından 1686 yılında yazılmıştır. PLOT bu makalesinde kömür yığınlarındaki yangınları tanımlamış, deneysel çalışmalardan sonra bu olayı pirit'in oksidasyonuna bağlamıştır. 19. yüzyılın ortalarında bu tez sorgulanmaya başlanmıştır. Yapılan çalışmalarda piritin kömür kızışmasının başlamasında ikincil bir rol oynadığı gösterilmiştir. 1848-1870 yılları arasında depolanmış kömürün kızışmasında, kömür tarafından oksijen absorbe edilmesinin olayın nedeni olarak ortaya konmuştur.

Kömür oksidasyonu üzerine ilk temel araştırmalar 1868-1870 yıllarında RICHTERS tarafından yapılmış, FOYAL tarafından ilerletilmiştir. RICHTERS kurutulmuş ince kömürden 180-200 °C'de kuru hava geçirmiş, 20 saat sonra numunenin ağırlık kaybettiğini, kimyasal pozisyonunun değiştiğini, koklaşma özelliğinin kaybolduğunu belirlemiştir. 1870 yılında, kömür oksidasyonunda ilk

aşamanın, oksijenin yüzey kondansasyonu olduğunu ileri sürmüştür. Bir başka makalesinde RICHTERS piritli bir numunede kızışmanın çok yavaş ilerlediğini, oksidasyon hızının kendiliğinden yanma için çok düşük kaldığını belirlemiştir, kızışma olayının piritin varlığından değil, kömürün kendisinin oksijen absorbe etmesinden geliştiği sonucuna varmıştır. FAYOL, çok değişik kömürler üzerinde yaptığı çalışmalarda kömür numunelerinin ağırlıklarındaki değişimin piritten değil, kömürün oksijen absorpsiyonundan kaynaklandığına kesinlik kazandırmıştır. Ayrıca değişik kömür cinslerinin farklı davranış gösterdiği, linyitlerin bitümlü kömür stoklarından benzer koşullarda çok daha kızışkan olduğu sonucuna varmıştır.

1900-1940 yılları arasında konu üzerindeki çalışmalar yoğunlaşmıştır. LAMPLOUGH ve HILL (1913) kömür oksidasyon ısısını belirlemeye yönelik çalışmış, beher ml. oksijen tüketimi için 2,8-3,8 kalori ısı üretildiğini öne sürmüştür. WINMILL (1915) ' de aynı amaca yönelik olarak çalışmış, bu değeri 2,1 kalori olarak belirlemiştir. DAVIS ve BYRNE Amerikan pittsburg kömürleri için oksidasyon ısı üretimini 2 kalori olarak ölçmüşlerdir. Sonraki yıllarda SCOTT (1944) bitümlü ve yarı bitümlü kömürler için 3,1-4,4 cal/ml.'lik ısı çıkışı hesaplanmıştır.

Bu süre içindeki en sistematik araştırma WINMILL ve GRAHAM 'çalışmalarıdır. Bu çalışmalar kendiliğinden kızışmanın erken belirlenebilmesi için yangın ürünlerinden olan CO'in, oksijen azalması ile ilişkisini temel alan bir indeksin teklif edilmesiyle sonuçlanmıştır. "GRAHAM İNDEKSİ" olarak bilinen bu kriter günümüze dek kullanılagelmiştir. Sonraki yıllarda daha hassas ve kesin gaz ölçme tekniklerinin gelişmesi ile konu üzerindeki çalışmalar yoğunlaşmış, araştırmalar daha bilimsel temellere oturmuş, yüzlerce makale yazılmıştır. Bir Türk araştırmacı olan GÜNEY'in, kendiliğinden kızışmayı etkileyen faktörler üzerinde yaptığı çalışmalar da, bu konudaki temel makaleler arasında yerini almıştır.

1970'li yıllarda CHAMBERLAIN et.al. tarafından yapılan çalışmalar önemli sonuçlar vermiştir. Gerçekleştirilen labaratuvar araştırmalarında düşük sıcaklıklarda kömürün oksidasyonu incelenmiş, çıkan yangın gazları gözlenmiştir. Düşük ranklı kömürlerin yangına daha yatkın olduğu ve yangın ürünlerinin CO gazının, kızışmayı en erken işaret eden gaz olduğu kanıtlanmıştır.

Günümüzde erken uyarı sistemlerinin çok gelişmesi ve yeni yangınla mücadele tekniklerinin uygulamaya konulması literatürü bu konular açısından zenginleştirmiştir. Son yıllardaki araştırmaların çoğu yangının erken belirlenebilmesi amacıyla gözönünde tutulacak yangın indeksleri, erken uyarı sistemleri ve yeni mücadele teknikleri üzerinedir.

3. KÖMÜRÜN OKSİTLENME MEKANİZMASI

Genel olarak, kömür ve karbon içeren kayaçların hava ile teması esnasında oksijen absorbe etmesiyle başlayan ve oksitlenme ile devam eden yavaş ısınması ve ısı birikimi ile açık alevli yangına kadar gidebilmesi kendiliğinden yanma olarak adlandırılır. Kömür oksijen ile temas ettiğinde oksijen absorbe etmekte, absorpsiyon +40 °C üzerindeki sıcaklıklarda kimyasal reaksiyona dönüşmekte, ısı açığa çıkmakta ve ortam sıcaklığı yükselmektedir. Yükselen ortam sıcaklığı yanısıra yangın gazlarının çıkışı olmaktadır. Yükselen ısı havalandırma akımı ile uzaklaştırılamaması veya ısı üretim hızının havalandırma soğutma hızından fazla olması durumunda ısı birikimi hızla artacak ve bu mekanizma önlenemez ise ısınma kömürün tutuşmasına sebep olacaktır.

Bu gelişim doğrultusunda kömürün kendiliğinden yanabilmesi için dört temel unsurun var olması gerekir.

1-Normal sıcaklıklarda oksitlenebilen kömür kaynağı: Kömür ve karbon içeren kayaçlar kendiliğinden yanmaya olanak vermektedir. Değişik faktörlere bağlı olarak oksidasyona uğrarlar. Özellikle toz kömürler yüzey alanları arttığından daha hızlı oksidasyona uğrarlar.

2-Yeterli oksijen kaynağı: Kızışma bir oksidasyon olduğu için yeterli derecede oksijene gereksinim vardır. Kızışmanın devam edebilmesi için sürekli bir hava gelmesine ihtiyaç vardır.

3- Isı depolama özelliği: Kömürün oksijen absorpsiyonu sonucu elde edilen ısının depolanması kızışma zincirinin devamı açısından temel parametredir. Araştırmalarda 1 ml. oksijen için 2,1-3,3 cal'lik ısı açığa çıktığı bulunmuştur. Isı birikiminin

oluşması için şart, oksidasyon için yeterli havanın gelmesi, fakat oluşan ısının hava ile taşınmamasıdır. Bu da oldukça yavaş bir hava akımını gerektirir.

4-Zaman: Kızışma olayı zamanın bir fonksiyonu olarak gelişen bir olaydır. Kimyasal reaksiyonlar, ısı ve gaz çıkışı zamanla artar. Kızışmayı sağlayan parametreler belli bir zaman içinde aynı ortamda bulunmalıdırlar.

3.1. Kömür Oksidasyon Kimyası

Kömürün oksitlenme mekanizması, kömür yapısının çok kompleks olması ve olayın pek çok faktörün denetiminde bulunmasından dolayı tam olarak açıklanamamaktadır. Olayın gelişimi üzerinde değişik sonuçlar alınıp, farklı yorumlar ileri sürülmüştür. Ancak bazı temel hususlar genel kabul görmüştür.

Oksidasyonun ilk aşaması kömür-oksijen komplekslerinin ve peroksitlerin oluşumudur. PARTOR ve RALSTEN (1914), ilk aşamada kömür yapısındaki elamanlarla oksijenin kompleks bileşenler oluşturduğunu, bu komplekslerin duyarlı olmadığını, kolayca SU, CO, CO₂ çıkararak yeni bileşikler yarattığını ortaya koymuştur.

Reaksiyonun ikinci adımı otoksidasyon aşamasıdır. İlk aşamada oluşan peroksitlerdeki oksijen kolayca aktif hale geçerek yeni oluşumlara yol açar. Isı, CO₂ ve H₂O üretimi ile karboksil, karbonil ve eter grupları oluşur. Bu, düşük sıcaklıklarda oksidasyonun son aşamasıdır. 100 °C'den daha yüksek sıcaklıklarda daha önce şekillenen gruplar bozularak yüksek hidrokarbonlar, CO, CO₂, Su ve ısı açığa çıkar.

3.2. Oksidasyon Sonucu Oluşan Isı

LAMPLOUGH ve HILL (1913) kömürün oksidasyon ısısını ilk olarak ölçmüşler ve beher litre oksijen için 2,8-3,8 kalori ısı üretildiğini ortaya koymuşlardır. Diğer bir çalışmada WINMILL (1915) bu değeri 2,1 cal/(ml. O₂ tüketimi) olarak vermiştir. SCOTT (1944) çeşitli bitümlü ve yarı bitümlü kömürler için 3,1-4,4 cal değerini hesaplamıştır. Bir katı üzerinde su buharı kondanse olduğunda da,

buharlaşma ısısından dolayı bir miktar ısı oluşur. BERKOWITZ ve SCHEIN kuru linyitin nemli oksijen absorbe etmesi ile 25-50 °C 'lik bir ısı artışı olduğunu belirtmişlerdir. Kömürün oksidasyonunda, nemin kondanse olması ısısının yardımcı olabileceği ve küçük kömür yığınlarının kızışmasında önemli olabileceği belirtilmektedir.

3.3. Pirit'in Oksidasyonundan Gelen Isı

İlk çalışmalarda kızışmanın tamamen piritten kaynaklandığı düşünölmekteydi. Daha sonra kızışmanın, kömürün kendisinin oksijen absorbe etmesinden kaynaklandığı belirtilmiştir. WINMILL (1916), kömür içinde ancak önemli oranda ince partiküllü pirit bulunması durumunda, yanmayı başlatmada önemli bir faktör olabileceğini, yüksek kristalli damarlar halinde bulunması durumunda ise başlangıç kızışmasına fazla katkısı olmadığını belirtmiştir. Daha sonra yapılan çalışmalar bu görüşü doğrulamıştır. Pirit içermeyen ocaklarda kendiliğinden yanma olayının görülmesi bu sonucun doğruluğunu kanıtlamaktadır.

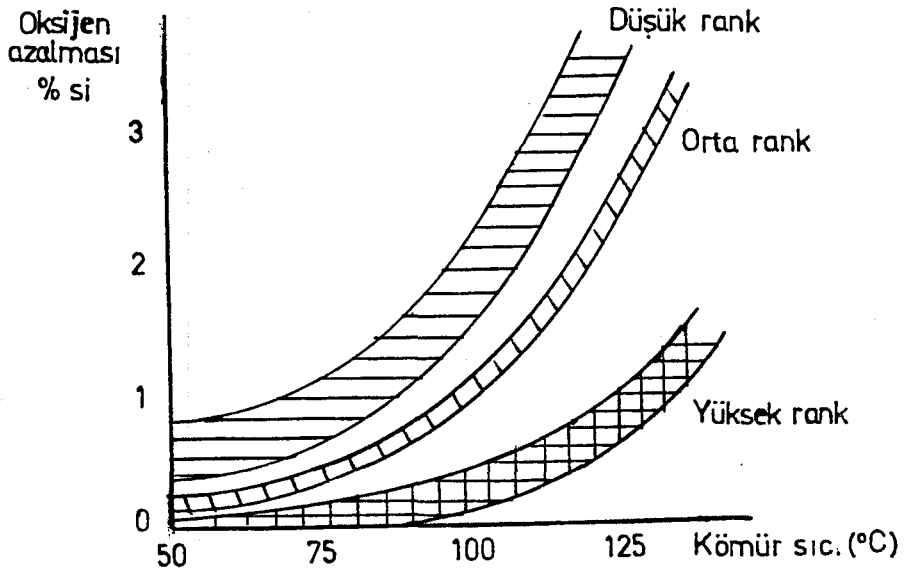
3.4. Su Absorbsiyonundan Oluşan Isı

Bir katı madde yüzeyinde su buharı kondanse olduğunda, buharlaşma ısısından dolayı birmiktar ısı açığa çıkar. Isı çıkışı, aynı zamanda varolan diğer fiziksel ve kimyasal olaylar tarafından etkilenir. BERKOWITZ ve SCHEIN, kuru linyit ile nemli oksijen reaksiyona bırakıldığında sıcaklıkta 25 °C'lik artış kaydetmiş, aynı koşullarda kuru oksijen ile reaksiyona bırakıldığında çok daha az bir artış gözlemişlerdir. Bunun sonucunda, kömür yüzeyi üzerinde nemin kondanse olma ısısının kızışmaya katkısı olduğunu, bu etkinin küçük ve orta boyutlu kömür yığınlarının kızışmasında daha da önemli bir rol alabileceğini öne sürmüşlerdir(Saraç,1991).

3.5. Oksijen Azalması

Kendiliğinden kızışma bir oksidasyon olayıdır ve sürekli olarak oksijen tüketimi sözkonusudur. Kızışan ortama devamlı şekilde oksijen geliri olmazsa ortamdaki oksijen olay ilerledikçe azalır. Bunuda yangın barajlarının gerisinden alınan hava numunelerindeki oksijen azalması kanıtlamaktadır.

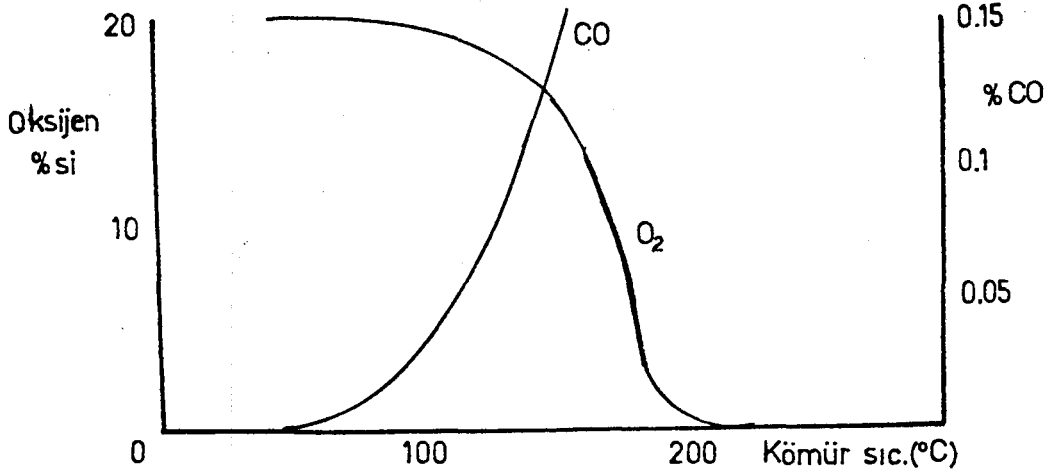
CHAMBERLAIN (1970) 50-100 °C arasında kömür sıcaklığındaki artış ile oksijen azalmasını Şekil-3.1'deki gibi vermektedir.



Şekil-3.1: Sıcaklık artışıyla oksijen azalması

Kömür rankı artıkça oksijen azalma yüzde değerleri daha düşük olmaktadır. Yani yüksek ranklı kömürler kızışmaya daha az yatkın olmaktadır.

Oksijen azalması ile CO çıkışı uyumlu olarak gelişmektedir. (Şekil-3.2) Düşük sıcaklıklarda oksijen absorpsiyon hızında nisbeten yavaş bir artış gözlenmektedir. Sıcaklık arttığında absorpsiyon hızlanmakta, oksijen tamamen bitenedek çok hızlı bir şekilde oksijen azalması ve CO çıkışı devam etmektedir.

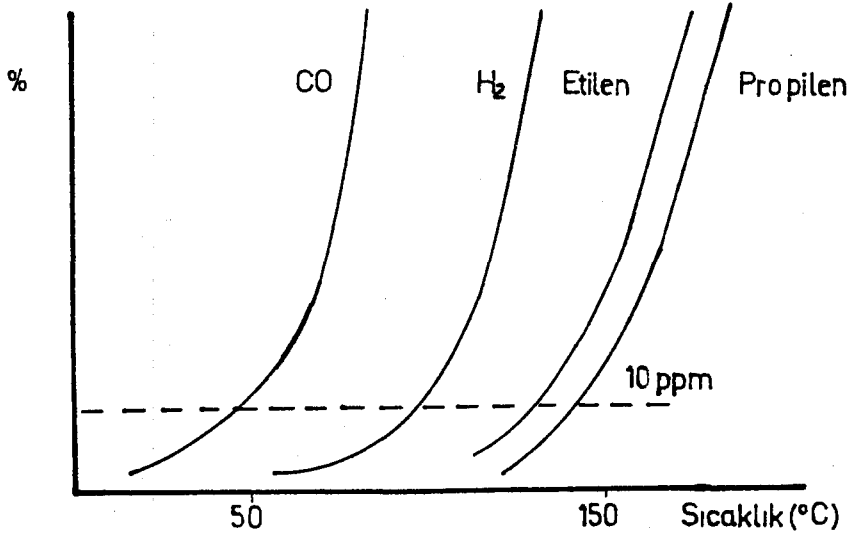


Şekil 3.2: Oksijen azalması ve CO çıkışı

3.6. Karbon Oksitleri ve Su Buharı Çıkışı

Kızıışmanın çok düşük sıcaklıklardan alev alma noktasına kadar olan gelişim süresince karbon oksitleri ve ağır hidrokarbonlar ağırlıklı çok çeşitli gazlar üretilir. Bunların içinde en belirgin olan CO ve CO₂ gazlarının çıkış miktarları, zaman ve sıcaklığın bir fonksiyonu olarak artar. MAHLER (1913) Çeşitli sıcaklıklarda kömür üzerinden hava geçirmiş; Su, CO, CO₂ çıkışlarını ölçmüştür. Bu sonuçlara göre yanma ürünlerinin çıkış oranı sıcaklıkla artmakta, 125 °C'den sonra artış hızı çok yükselmektedir.

CHAMBERLAIN (1970), Artan sıcaklıkla gaz üretiminin gelişimini Şekil 3.3'deki gibi vermiştir.



Şekil-3.3: Artan sıcaklıkla gaz üretimi

CHAMBERLAIN et.al. (1970) bir başka çalışmalarında bir kömür numunesinin içinden hava geçirerek kontrollu olarak ısıtmış, çıkan gazların kompozisyonunu sürekli olarak gözlemiştir. Aynı işlem değişik ranktaki 17 ayrı kömür numunesine uygulanmıştır. Yangın gazlarının çıkışı konusunda en temel bilgileri veren bu çalışmanın sonuçları şöyle özetlenebilir.

a) CO₂ Çıkışı: Düşük sıcaklıklarda dahi CO₂ çıkışının söz konusu olması ve sıcaklık artışıyla hızlanarak artması CO₂ ölçümlerinin yangın göstergesi olarak kullanılabilmesi sonucunu verebilir ancak CO₂ çıkışının çok değişken olması, yeraltında yangın dışında pek çok kaynaktan CO₂ gelirmesinin olması bu fikri çürütmektedir (Çizelge-3.1).

b) Metan, Etan, Propan: Bunlar kömürün doğal yapısındaki gazlardır. Yapılan deneylerde sıcaklığın artmasıyla metan gazının artışı gözlenmiştir. Bu olay, Metan, Etan, Propan gibi gazların oksidasyon sonucunda da üretildiğini göstermiştir. Metan'da 100 °C'ye kadar artış, daha sonra ise bir azalış belirlenmiştir.

c) Dedektör gazları: CO, H₂, Etilen, Propilen gazları "Dedektör Gazları" olarak isimlendirilir. Yapılan deneylerde Asetilen belirlenememiş, Bütan grubu ise sadece yüksek sıcaklıklarda düşük miktarlarda gözlenmiştir. Dedektör gazları içinde kızışmayı en iyi ifade eden CO gazıdır. CO'den sonra ölçülebilen oranlarda gözlenen gaz H₂'nin 10 ppm'e ulaştığı anda CO 100 ppm'e çoktan ulaşmaktadır. Etilen ve Propilen'in 10 ppm'e ulaştığı zaman CO konsantrasyonu 1000 ppm'lik yüksek değerlerde doluşmaktadır.

Çizelge-3.2'de dedektör gazlarının 150 °C'deki % dağılımını, Çizelge-3.3'de dedektör gazlarının ilk olarak önemli değişimler gösterdiği sıcaklık değerleri verilmiştir.

Çizelge-3.1: Değişik sıcaklıklarda CO₂ çıkışı (% CO₂)

Numune No	50 °C	100 °C	150 °C	200 °C	250 °C
1	0.1	0.1	0.16	0.6	2
2	0.04	0.05	0.1	0.6	2.3
3	0.02	0.06	1.12	1	3.6
4	0.01	0.03	0.14	0.8	
5	0.01	0.01	0.12	0.8	
6	0.05	0.02	0.14	0.9	
7	0.01	0.02	0.4		
8	0.01	0.07	0.47	2	4.2
9	0.02	0.01	0.44		
10	0.01	0.03	0.3		
11	0.03	0.08	0.9	2.7	4
12	0.01	0.12	0.6	2.1	
13	0.02	0.12	0.45		
14	0.03	0.06	0.9		
15	0.05	0.05	0.6		
16	0.01	0.09	0.9		
17	0.02	0.09	0.9		

Çizelge-3.2: Dedektör gazlarının 150 °C'de % dağılımı.

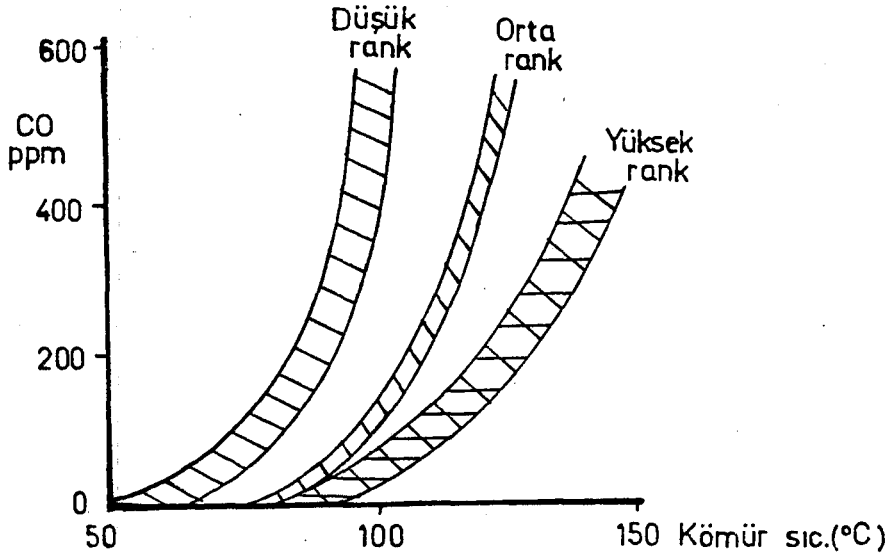
Numune No	% CO	% H2	% C2H4	% C3H6
1	99.6	0	0	0.4
2	99.3	0.7	0	0
3	100	0	0	0
4	99.1	0.9	0	0
5	97.3	2.7	0	0
6	98.2	1.8	0	0
7	97.2	2.7	0.1	0
8	93.6	4.9	1	0.5
9	97.3	2.6	0.1	0
10	97.3	2.6	0.1	0
11	95.6	3.4	0.5	0
12	98	1.8	0.2	0
13	98.4	0.7	0.4	0.5
14	99.9	0	0.1	0.1
15	98.5	0.9	0.2	0.4
16	96.4	3	0.3	0.3
17	98.6	0.9	0.3	0.2

Burada çıkartılabilecek sonuç, kızışmanın gelişimini en iyi işaret eden yangın gazının CO olduğudur. Değişik ranktaki kömür numunelerinin, sıcaklıkla değişimi ise Şekil-3.4 'deki gibi verilmektedir. Düşük ranklı kömürlerde düşük sıcaklıklarda dahi CO üretimi hızlı bir artış göstermektedir. 90 °C'ye kadar 100 ppm'lik CO değerlerine ulaşmaktadır. Orta ranklı kömürlerde ise başlangıçta daha yavaş bir hızla CO üretmekte, 100 °C 'den sonra ise önceki grubun artış hızına paralel bir trend göstermektedir. Yüksek ranklı gruplar ise başlangıçta en yavaş CO üretim hızına sahip olmakta, ancak 130-135 °C sıcaklıkta 200 ppm 'lik CO oranına ulaşabilmektedir. Bu sonuçlar doğrultusunda düşük ranklı kömürler kızışmaya daha yatkın diyebiliriz.

Çizelge-3.3: Önemli değişimlerde gözlenen sıcaklıklar (°C)

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

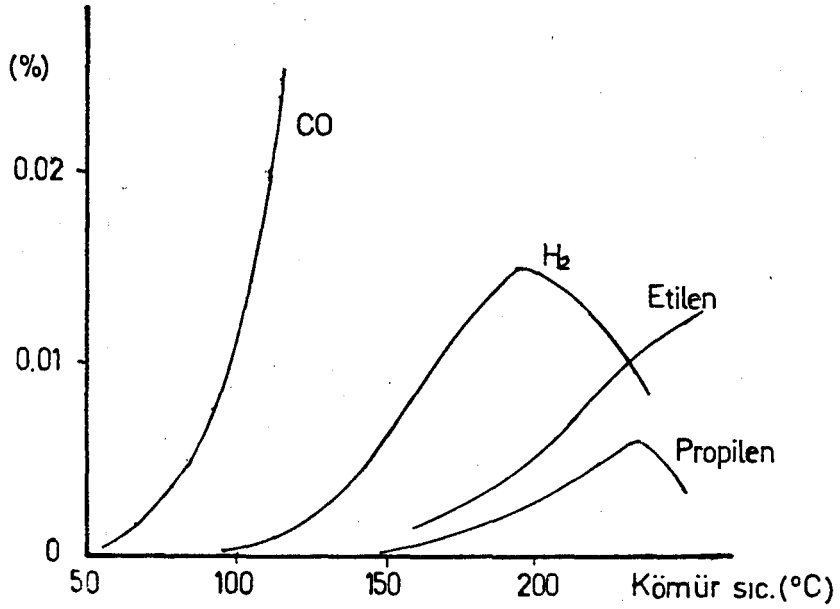
d) Hidrojen: H₂ gazı kızışmanın gelişimini CO'den sonra en iyi gösteren dedektör gazıdır. 100 °C ' de H₂ üretimi hızlı bir şekilde artmaktadır. 200 °C'de artık oksijen % 0,5 'in altına düştüğünde hidrojen çıkışıda düşmektedir. Bütün deneylerde H₂ konsantrasyonu %1'den fazla oksijen olmasında, sıcaklık artışıyla yükselmiştir. O₂ oranı %1'in altına düştüğünde, H₂'dede bir düşüş görülmekte, bu durum karbon-oksijen reaksiyonunun düşük O₂ seviyelerinde öncelik aldığını göstermektedir. Bu etki düşük konsantrasyonlarda daha da katlanmakta, kızışmanın saptanması için hidrojen kullanılmasını, CO'den daha az çekici hale getirmektedir.



Şekil-3.4 : Sıcaklık artışıyla CO değişimi

e) Etilen ve Propilen : Bu gazlar aynı sıcaklıklarda saptanabildiğinden ve benzer artış oranları gösterdiklerinden birlikte değerlendirilir. 150 °C civarında gözlenmeye başlanmakta, CO ve H₂'e oranla artış hızları daha düşük olmaktadır.

CHAMBERLAIN ve ark. kızıışmanın ilerlemesi ile dedektör gazlarının gelişimini Şekil-3.5'deki gibi özetlemişlerdir. 200 °C 'de Hidrojen % 0,012'lik bir maksimum değerinden azalmaya başladığında Propilen ve Etilen % 0,005 den daha az konsantrasyonlarda bulunmakta, CO ise bu sıcaklıkta % 1 gibi çok yüksek bir orana ulaşmış olmakta, bu noktanın ötesinde hızlı bir artış eğilimi göstermektedir.



Şekil-3.5: Kızışma dedektör gazlarının gelişimi

4. KENDİLİĞİNDEN YANMAYI ETKİLİYEN FAKTÖRLER

Kömürün kendiliğinden yanmaya yatkınlık derecesi değişik faktörlerin birleşik etkisi ile oluşmaktadır. Araştırmalar aşağıdaki faktörlerin kömürlerin kendiliğinden yanmaya yatkınlığını etkilediğini göstermiştir. Bu faktörleri iki ana grup altında toplamak mümkündür.

Bunlar;

Kömürün yapısıyla ilgili faktörler: Oksitlenmenin başlamasını, devam etmesini, hızını ve kömürün oksitlenme kapasitesini dolayısıyla üreteceği ısı miktarını belirler.

Madencilik ve jeolojik faktörler: Kömürün oksitlenmesi için uygun ortamın sağlanmasını, oksitlenecek malzemenin teminini, üretilen ısının ortamda korunmasını ve önleyici tedbirleri etkiler.

4.1. Kömürün Yapısı İle İlgili Faktörler

4.1.1. Kömürün rankı

Kömürlerin oksijen absorpsiyon karakteri rank ile orantılı olarak değişmektedir. Kömürleşme sürecindeki turbalardan antrasite kadar geçen süre içerisinde geçen değişimler, kendiliğinden yanma özelliğine direk olarak etkilemektedir.

Turbalar düşük karbon, yüksek uçucu madde, oksijen ve nem içerirken, antrasitler yüksek karbon, düşük uçucu madde, oksijen ve nem içermektedir. Bu konuda yapılan ilk araştırmalarda PORTER VE OVITZ 'in yorumu şöyle olmuştur; "Kömür oksijen içeriği, kömürün oksijen absorbe edebilme yeteneği ile direk bağlantılı gözükmekte, yüksek oksijen içerikli kömürler kolayca oksijen absorbe edebilmekte, bu nedenle kendiliğinden yanmaya çok yatkın olmaktadır.

Aynı şekilde düşük ranklı kömürlerde inkübasyon süresi 3-6 ay arasında iken, yüksek ranklı kömürlerde 9-18 ay arasında değişmektedir. bu süreler üretim faaliyetlerinden etkilenmektedir (Önce, Saraç, 1986).

Düşük ranklı kömürler sıcaklık artışıyla hızlanan CO üretmekte, buna nazaran yüksek ranklı kömürlerde kızışmanın göstergesi olan CO üretimi çok daha düşük değerlerde kalmaktadır.

Düşük kaliteli kömürler kendiliğinden yanmaya çok daha yatkındır. Örneğin antrasit kömürlerde kendiliğinden yanma olasılığı linyitten çok daha az olmaktadır. Bu genellemede diğer faktörlerin etkisiyle istisnalar olabilir.

4.1.2. Kömür damarının pirit içeriği

Kömür damarları içerisinde değişik miktarlarda görülen pirit, nemli bir ortamda hava ile temasında kolaylıkla oksitlenebilmekte ve açığa çıkan ısı yanmaya

destek olmaktadır. Kömürün kendiliğinden yanmasının temel nedeni olarak pirit kabul ediliyordu. Ancak yapılan araştırmalar sonucunda kömürün düşük sıcaklıkta oksitlenme karakterinin belirlenmesi ve pirit içermeyen kömürlerinde kendiliğinden yanmaya yatkın olması gerçeğinin ortaya çıkması neticesinde ikincil bir etken durumunu almıştır.

Kömür damarının içerisindeki pirit oksitlendiğinde, kömürün şişerek parçalanmasına, böylelikle artan yüzey alanında oksitlenmenin hızlanmasına neden olmaktadır (Önce,Saraç,1986).

4.1.3. Kömürün nem içeriği

Nemin kızışmaya etkisi üzerindeki düşünceler farklıdır. Bazı araştırmacılar nem içeriğinin doğrudan bir yangına yatkınlık indeksi olabilecek kadar önemli olduğunu düşünmektedir. Sıcak havalarda yağmur yağdığında kömür stoklarının daha kızışkan olması bu görüşü desteklemektedir. Genel olarak, düşük miktardaki bir-nem içeriğinin kızışmayı hızlandırdığı, büyük nem miktarlarının ise kızışmayı geciktirdiği söylenebilir. Nemin varlığı piritin oksidasyonuna da yardımcı olmaktadır. Düşük nem, katalizör etkisi yapmakta,yüksek nem ve yüksek gaz içeriği ise kömür içerisindeki boşlukları doldurarak kömür yüzeyinin oksijen ile temasını önlemektedir (Saraç,1991).

4.1.4. Kömürün petrografik yapısı

Kömürün ana yapısını oluşturan dört temel madde olan fusit , vitrit , klarit ve durit miktarı da yanmaya yatkınlık derecesini etkiler. İngiliz NCB kurumu tarafından yapılan çalışmalar füsitin en az reaktif olduğunu, genelde düritin vitritten daha reaktif olduğunu göstermiştir. Kömürün kızışmaya yatkınlığının saptanmasında rank ile birlikte bu masarellerin durumunun araştırılması da aydınlatıcı bilgiler vermektedir (Saraç,1991).

4.1.5. Kömürün parça boyutu

Kömürün oksidasyonu yüzey alanıyla orantılı olarak gelişmektedir. Kömür boyutu küçüldüğünde yüzey alanı artacak ve hava ile temas eden yüzeyler fazlalaşacaktır. Çalışmalarda büyük parça boyundaki kömürlerde oksidasyon yüzeyde kalmakta ve derinlere inememektedir. Kömür kazı işleriyle ufalandığında ve tavan basıncıyla kırıklandığında yüzey alanı ve geçirimsizliği artar. Buda kızışmaya uygun bir durumdur. Buna toz kömürün bulunduğu göçük alanları, silolar veya çatlamış topuklarda oluşan yangınlar örnek olarak gösterilebilir.

4.1.6. Sıcaklık

Kömür sıcaklığı yangını etkileyen ana faktörlerden birisidir. Oksijen absorpsiyonu sıcaklık artışı ile hızlanmaktadır. Ortalama oksidasyon hızı her 18 °F'lık sıcaklık artışı ile 1,4-2,3 katı artar. Bu nedenle kömürün damar içindeki, stoklama veya yükleme anındaki başlangıç sıcaklığı oldukça belirleyicidir. Kömür ile oksijen arasındaki reaksiyon 10 °C gibi çok düşük sıcaklıklarda başlayabilmektedir. Kömür sıcaklığının artışı kendiliğinden yanma olayının bir göstergesi olarak yangının erken belirlenmesinde kullanılmaktadır. Chamberlain (1974), oksidasyonun kritik sıcaklık denenen bir değere kadar oldukça yavaş geliştiğini, bu değerden sonra gaz artış hızının arttığını belirlemiştir. Bu kritik sıcaklık kömür rankı ile değişmekte ve 30-70 °C arasında bir değer almaktadır .

Şekil-3.1 ve Şekil-3.5 sıcaklık artışının etkisini açık bir şekilde ortaya koymaktadır. Sıcaklık artışı ile kızışma göstergeleri olan oksijen azalma yüzdesi ve CO üretimi artmaktadır. Sıcaklık yüksek derecelere doğru geliştikçe bu göstergelerin artış hızları da artmaktadır. GRAHAM (1938), ön ısıtma uygulanan kömürlerin kendiliğinden yanmaya yatkınlığının büyük oranlarda arttığı sonucuna varmıştır (Saraç,1991).

4.1.7. Kömür yapısındaki mineraller

Kömürün içersindeki diğer mineraller kendiliğinden kızışma olayını hızlandırabilir veya yavaşlatabilir. Alkaliler kendiliğinden yanma olayında hızlandırıcı olurken, boratlar ve CaCl_2 geciktiricidir. Kömürlerde kül miktarı fazla ise göreceli olarak karbon miktarı azalacaktır. Burada kül, sıcaklığı azaltıcı bir etki yapacaktır. Dolayısıyla kül içeriği fazla olan kömürlerde kendiliğinden yanma eğilimi az olacaktır.

4.2. Jeolojik ve Madencilikle ilgili Faktörler

4.2.1. Üretim yöntemi

Yeraltı kömür ocaklarında uygulanacak üretim yöntemi bölge şartlarına uygun olarak geliştirilmelidir. İlerletimli uzun ayaklarda ayak arkası göçüğü sürekli olarak hava akımı içinde olduğundan göçük içine fazla miktarda hava kaçmakta ve göçükte kalan kömürü kızıştırarak kendiliğinden yanmaya neden olmaktadır. Dönümlü çalışmada ise ayak arkası ile birlikte taban yollarıda göçertildiğinden, göçük içine hava kaçması minimize edilmektedir. Dönümlü yöntemde ayak arkasının doldurulması ile kömürün kızışma olasılığı oldukça azaltılmış olmaktadır.

4.2.2. Derinlik

Derinlik artışı gerek arazi basıncının gerekse doğal tabaka sıcaklığının artışı gerektirir. Arazi basıncının etkisi ile oluşan çatlaklar havanın kömürle reaksiyona girmesini kolaylaştırır. Ayrıca göçükte kalan kömür parçaları daha küçük boyutlu olur. Derine basılan havalandırma havası daha sıcak olacaktır. Bütün bunlar kendiliğinden kızışma olayını arttırıcı yönde etki etmektedir.

4.2.3. Damar eğimi

Fazla eğimli damarlarda kızışmayı arttırıcı bir etki görülmektedir. Eğimli damarlarda kazı zorlaşır ve kömür kayıpları artar. Meyilli damarlarda hava sıcaklığı, gazlardan dolayı hava yoğunluğu, hava basıncının farklılaşması kaçakları arttırarak kendiliğinden kızışma için uygun ortam oluşturmaktadır.

4.2.4.Damar kalınlığı

Damar kalınlığı arttıkça yangın olasılığı o kadar artar. Yangın bakımından damarın bir dilimde alınması gerekir. Ancak, kalın damarlar buna imkan sağlamaz ve en problemliler olarak nitelenirler. Kalınlık artışı ile termal iletkenlik azalmakta ve dolayısıyla ısı birikimi kolaylaşmaktadır. Kalın damarlar tavan göçertmeli olarak alındıklarında göçükteki üretim kayıpları çok yüksek olmakta ve burada kalan kömür kırılarak kızışmaya olanak sağlamaktadır.

4.2.5. Tektonizma

Damar içersinde düşük kaliteli kömür bantlarının bulunması, üretim yapılan damarın yakınında ince bir damar bulunması kendiliğinden yanmayı kolaylaştırmaktadır. Faylı ve arızalı kısımlar kritik bölgelerdir. Bunların etkisi iki şekildedir. Kırık, çatlak ve faylar boyunca hava kaçak yaparak çatlak içlerinde, fay aynalarında biriken kömür tozlarını tutuşturabilir. Faylı bölgelerde ayak hızı düşürülür. Bu da yangın kaynaklarının kızışması için gerekli zamanı sağlayabilir.

4.2.6. Kazı hızı

Kömürün kendiliğinden kızışması olayında sıcaklık artışı zamanın bir fonksiyonudur. Kazı hızı ne kadar az olursa sıcaklık artışına o oranda imkan verecek ve kendiliğinden kızışma olasılığı artacaktır. Kazı hızı ne kadar fazla olursa kömürün hava

ile temas süresi o kadar azalacak ve sıcaklık artışıda dolaylı olarak yavaşlayacaktır. Kazı hızının yüksek olması kendiliğinden kızışma olasılığını azaltır. Kazı hızı çalışılan damarında özelliğine bakılarak, kızışmanın başlamadan kömürün alınmasını sağlayacak şekilde düzenlenmelidir.

4.2.7. Havalandırma şartları

Ocak içinde havalandırma basıncının büyük farklılıklar göstermesi kendiliğinden yanmayı etkileyen başlıca faktörlerden birisidir. Özellikle hava giriş ve hava dönüş taban yolları arasında hava basınçları farkı yüksekse, göçük içine doğru olan hava kaçakları fazla olacaktır. Yeraltına gerekenden fazla hava göndermek bu açıdan sakıncalıdır. Fazla hava yüksek hava basıncı, dolayısıyla kaçakların fazla olması anlamına gelmektedir.

5. KIZIŞMA BELİRTİLERİ

Kömürün çok düşük sıcaklıklarda oksijen absorbe etmesinden, açık alevli yangına geçene kadar çeşitli zincirleme reaksiyonlar gelişmekte, ortamda pek çok kimyasal ve fiziksel değişimler oluşmaktadır. Bu değişimlerin yansımaları kızışma belirtileri olarak yansımaktadır.

Kendiliğinden yanma olayının belirlenmesinde temel olarak kullanılan bu belirtiler şunlardır;

__Kömür ve çevre kayalarda terleme

__Pus

__Duman

__Sıcaklık artışı

__Koku

__Yangın gazları

5.1. Kömür ve Çevre Kayaçlarda Terleme

Oksidasyon olayı geliştikçe kömür sıcaklığı önemli oranda artar. Ayrıca, oksidasyonun her aşamasında bir miktar su buharı açığa çıkar. Oluşan bu su buharı ocak havasını nem doygunluğuna ulaştırarak, aşırı nemin daha soğuk yüzeyli kömür, diğer kayaçlar ve tahkimat üzerinde yoğunlaşmasına yol açar. Yoğunlaşma, bu yüzeyler üzerinde su kabarcıkları, damlalar ve terleme olarak kendini gösterir (Gill,1971).

5.2. Pus

Kızışma olan bölgeden gelen su buharına doymuş, sıcak ve gazlı hava, daha serin olan ana havalandırma havasına karıştığında gözle görülür bir pusluluk yaratır. Pusun oluşması dönüş havasının sıcaklık ve nemliliğine, karıştığı havanın sıcaklık ve nemliliğine bağlı olarak önemli bir gösterge olabilir veya hiç farkedilmeyecek boyutlarda da olabilir (Gill,1971,Coward,1957).

5.3. Duman

Kızışmanın ileri aşamalarında, özellikle açık alevli yangına dönüşme öncesinde, yangın ürünlerini içeren gözle görülebilir bir duman oluşmaktadır. Dumanın görülmesi ciddi bir tehlikenin varlığını işaret eder, en kısa sürede panonun terkedilerek yangınla mücadeleye girişilmesini gerektirir.

5.4. Sıcaklık Artışı

Kızışma olayının temel esprisi sıcaklığın zamanla artmasıdır. Oksidasyon başlangıcında normal kayaç sıcaklığı değerinde olan kömür sıcaklığı, ekzotermik kimyasal reaksiyonlar sonucunda giderek artan bir hızla yükselir ve ortam koşullarının uygun olması durumunda, 175 °C civarında olan açık yanma sıcaklığına kadar ulaşabilir. Kızışkan ortamın uğradığı bu sıcaklık değişimleri, açık yüzeylere

aynen yansımamakla birlikte, arında belirgin sıcaklık artışlarına yol açar. Bu yüzeyleri yalayıp geçen havalandırma havasındada önemli sıcaklık artışları oluşur. Göçük içi kızışmalarda da kaçaklar, dönüş havası sıcaklığını artırır. Gerek açık yüzeylerdeki, gerekse pano dönüş havasındaki sıcaklık yükselmeleri kızışmanın en belirgin göstergelerinden birisidir.

Kızışan bölge açık yüzeylere yakınsa, arına elle dokunulduğunda fark edilebilir. Olağan dışı sıcak bölgelerin belirlenmesinde son yıllarda kızıl ötesi ışınli aletlerin kullanımı başarılı sonuçlar vermiştir (Chakravorty,1988).

5.5. Koku

Kızışmanın ilk aşamalarından itibaren çeşitli yangın gazları ve ağır hidrokarbonlar üretilir. Bu gazların çoğuda kendilerine özgü kokuya sahiptir. Petrolümsü, egzoz dumanı gibi olan koku yangının karakteristik belirtilerindendir. Kızışma ilerledikçe koku yoğunluğuda artar.Yangın kokusu eski yıllardan beri yangının teşhis edilmesinde kullanılmaktadır (Saraç,1991).

5.6. Yangın Gazları

Kendiliğinden yanma, her halkasında çok çeşitli gazlar üreten zincirleme bir reaksiyondur. Düşük sıcaklıklardan başlayarak CO, CO₂, H₂, Etan, Etilen, Propilen, Asetilen, Metan, Propan, Bütan gibi gazlar açığa çıkar. Bu gazlar kızışma alanından sızarak ocak havasına karışır ve giderek hava içindeki konsantrasyonları yükselir. Bu oranların zamanla değişimi,yangının varlığı ve gelişi hakkında en güvenilir bilgileri verir.

Tüm yangın indeksleri yangın gazlarını kullanmakta, kapatılmış barajların durumunun yorumlanmasında da baraj gerisi atmosferindeki gazların değişimi gözlenmektedir. Modern erken uyarı sistemleride yangın gazlarının, özelliklede CO gazının izlenmesini temel almaktadır.

6. KENDİLİĞİNDEN YANMANIN ÖNCEDEDEN KESTİRİLMESİ

Yeraltı kömür ocaklarında olası kızışma olaylarının olabildiğince erken belirlenmesinin önemi büyüktür. Sıcaklık yükseldikçe oksidasyon ve gaz çıkışı hızlanmakta, olayın ileri aşamalarında sorunlar ağırlaşmaktadır.

■ Bazı yangın gazları son derece zehirleyicidir. Örneğın CO için emniyet tüzüğüne öngörülen tehlike sınırı % 0,005, CO₂ için ise %0,5 dir. Yangının farkedilmeden çok ilerlemesi ani ve toplu ölümlere neden olabilmektedir. Bu bölgelere ancak özel solunum cihazları ile girilebilmekte, kurtarma ve yangınla mücadele çalışmaları çok güçleşmektedir.

■ Olası bir yangın tehlikesi karşısında uygulanacak yangınla mücadele tekniklerinin başarı şansı, kızışmanın ulaştığı aşama ile doğrudan ilgilidir. Kızışma ne kadar erken belirlenirse uygulanacak tekniklerin başarı şansı o kadar artar. Pratik ve ucuz yöntemlerle lokal kızışmaların önlenmesi mümkün olabilir.

■ Mekanize ayaklarda donanımın sökülüp uzaklaştırılması haftalar süren çalışmaları gerektirir.

■ Çok ilerlemiş kızışmalarda tek çözüm, hava giriş ve çıkış yollarının barajlanarak panonun kapatılmasıdır. Bir süre sonra bu panoya yeniden girilebilse bile cevherin önemli bir kısmı kaybedilecek, yeni topuklar bırakmak gerekecektir.

Kızışmanın olabildiğince ilk aşamalarda belirlenmesinin önemi, mekanizmanın gelişimini en kararlı ve en erken biçimde hangi parametrenin temsil edebileceğı sorusunu beraberinde getirmektedir. Gözönünde tutulacak ve sürekli olarak gözlenecek parametre;

- ___ Kızışmayı olabildiğince en erken aşamada işaret etmelidir.
- ___ Kızışmanın gelişimi ile paralel olarak kararlı bir eğilim göstermelidir.
- ___ Pratik, ucuz ve uygulanabilir olmalıdır.
- ___ Diğer ocak koşullarından etkilenmemelidir.

___ İnsan duyuları gibi subjektif değerlendirmelere değil, kimyasal analizler gibi objektif ölçütlere dayanmalıdır.

___ Düşük seviyelerde dahi uygun hassasiyette ölçülebilir olmalıdır.

___ Hatalı yangın alarmı verme olasılığı düşük olmalıdır.

___ Üretim çalışmalarını aksatmamalıdır.

___ Seri olarak okuma ve değerlendirme olanağı vermelidir.

Kendiliğinden yanma mekanizmasının tam olarak açıklanamamış olması ve yeraltı çalışma koşullarının sınırlayıcı olmasından dolayı, bu gereklerin hepsini birden karşılayabilecek bir parametrenin her koşul altında kullanılabilmesi çok güçtür. Nitekim literatürde en çok tartışılan konuların başında, yangının gelişimini incelemeye kullanılabilecek en uygun yangın indeksinin seçilmesi gelmektedir.

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

:: Koku

:: Sıcaklık artışı

:: Yangın gazları

6.1. Koku

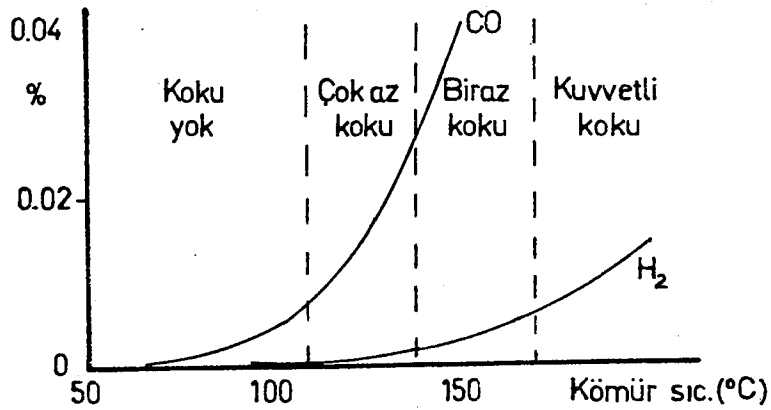
Yeraltı kömür madenciliğinin ilk yıllarından beri, ocak havasında algılanan koku değişimi kızışmanın bir işareti olarak kullanılmaktadır. Otoksidasyon sonucunda üretilen gazlar havalandırma havasına karışıkları petrolümsü, yağlı bir koku vermekte, bu kokunun farkedilmesi bir kızışmanın varlığının göstergesi sayılmaktadır. Kızışma olayında Kuluçka Periyodundan sonra İndikasyon periyodu başlar. Daha sonra CO ve CO₂ oluşumu artar ve koku algılanır. Koku, olgunlaşma periyodunun başladığını, kısa süre içinde yangın oluşabileceğini heber verir.

Pek çok ocakta, yangın kokusunun farkedilmesi sonucunda yangınla mücadelede başarı elde edilmişse de, yöntem önemli sakıncalar içermektedir (Coward,1957, Banarjee,1972);

- Kokunun belirlenmesi insan duyu organlarına dayanan, tamamen subjektif bir değerlendirmedir. Bu konuda yetenekli ve deneyimli nezaretçileri gerektirir. Ayrıca, yeraltında uzun süre çalışan insanlarda zamanla koku alma yeteneği zayıflamaktadır.

- Motor yağları, egzoz dumanları, sentetik madde kokuları hatalı alarm verilmesine yol açabilir veya farkedilen kokunun bu kaynaklardan geldiği düşünülerek yangın tehlikesi gözardı edilebilir.

- En önemli sakınca kokunun hissedilmesinin, yangının oldukça ileri aşamalarında mümkün olabilmesidir. Koku hissedildiği anda oksidasyon merkezindeki ısı 120-150 °C civarına ulaşmış bulunmakta, çok geç kalınmış olmaktadır. Yangın kokusu veren gazlar temelde etilen ve propilen'dir. Bu gazların üretimi ise ancak 100 °C'nin üzerinde önemli değerlere ulaşabilmektedir. Kızışma sırasında oluşan kokunun sıcaklıkla gelişimi Şekil-6.1'de verilmiştir (Chamberlain.,1973, Ayvazoğlu,1978).



Şekil-6.1: Kızışma sırasında kokunun gelişimi

Bu önemli sakıncalar ve diğer parametrelerin uygulanmasında teknolojik gelişmeler, koku izleme yönteminin çok ilkel düzeyde kalmasına yol açmıştır. Yöntem günümüzde ancak çok küçük ve ilkel ocaklarda uygulanmaktadır.

6.2. Sıcaklık Artışı

Otooksidasyon ilk olarak oksijen absorpsiyonu ve ısı çıkışı ile başlamaktadır. Bu nedenle kızışmayı ilk işaret eden gösterge sıcaklık artışıdır. Ancak sıcaklıktaki ilk değişimler kızışan ortam civarı ile sınırlı kalmakta, havalandırma havasındaki sıcaklık artışları çok daha ileri aşamalarda gözlenebilmektedir. Kızışmanın ilk aşamalarındaki sıcaklık artışları kolayca seyreltilmekte, ısısal sensörler etkilenen alana çok yakın yerleştirilmedikçe, sıcaklıkta kaydadeğer değişimler farkedilememektedir. Ayrıca, ocak havası sıcaklığındaki küçük değişmelerin olası bir kızışma ortamından mı, yoksa diğer sıcaklık artırıcı nedenlerden mi kaynaklandığının ayırt edilmesi çok güç olmaktadır (Chakravorty,1980, Chamberlain.,1973).

Yangına karşı erken uyarı sistemlerinde kullanılan sensör tiplerinden birisi ocak havasındaki sıcaklık değişimini esas alan ısısal sensörlerdir. Çok hassas olan bu sensörler maksimum hassasiyete ayarlandığında vücut ısısını veya lokomotif egzoz ısısını dahi saptayabilir. Ancak sıcaklık artışının etkili bir şekilde izlenebilmesi için çok sayıda sensörün ocak boyunca ve özellikle şüpheli bölgelere çok yakın yerlerde sıkça yerleştirilmesi gerekir. Bu ise sistemin ekonomikliğini büyük ölçüde sarsar, ısısal sensörlerin kullanımını kısıtlar (Chakravorty,1980, Chamberlain,1973).

Kömür stokları ve yeraltı ocaklarında olası bölgelerdeki kızışma noktalarının varlığının araştırılmasındaki son gelişmeler kızıl ötesi ışınli aletlerin kullanılması yönündedir. Kore ve Vietnam savaşlarında, geceleyin hedeflerin belirlenmesinde kızıl ötesi ışınli gözleyiciler başarıyla kullanılmıştır (Chakravorty,1980).

Mutlak sıfırın üstündeki sıcaklıklara sahip tüm nesnelere kızıl ötesi enerji yayarlar. Kızıl ötesi termometreleri bu sıcak yüzeylerden yayılan ışınları toplayıp, radyasyon enerjisini elektrik sinyallerine dönüştürme yeteneğine sahiptir. Elektrik sinyalleri sıcaklığa göre kalibre edilerek sıcaklık ölçümü gerçekleştirilir. Bu termometrelerden bazıları önceden belirlenmiş bir standardı referans olarak, sıcaklık farkını ölçecek şekilde tasarımılandırılmışken, bazıları ise doğrudan mutlak sıcaklığı ölçer.

Bu aletlerle pek çok ocakta gerçekleştirilen denemeler bir taban yolunda 30-60 m. uzaklıktaki sıcaklık değişimlerinin 2 °C hassasiyetle ölçülebileceğini göstermiştir. Ocaktaki farklı bölgeler için sıcaklık normları belirlendikten sonra, kızıl ötesi aletlerle şüphelenilen bölgede düzenli aralıklarla ölçümler yapılır. Anormal değerler alınan yerlerde sıcaklık trendinin gözlenmesi için ölçümler sıklaştırılır.

Kızıl ötesi tekniklerin pratik uygulamalarında çok başarılı sonuçlar alınmıştır (Saraç,1991). Özellikle kızıl ötesi termometreler ve gözleyicilerin birlikte kullanıldığı durumlarda başarı şansı artmaktadır. Kızıl ötesi tekniklerin başarı şansı, ölçümler sırasında gözlenen termal anomalilerin doğru şekilde yorumlanmasına bağlıdır. Ölçüm sonuçlarının bilgisayarla değerlendirilmesi ve gözlenen sahanın bilgisayarda termal haritasının çıkartılması son yıllarda uygulanan tekniklerdendir (Saraç,1991).

Kızıl ötesi tekniklerin en büyük eksikliği, göçük içi kızışmaların belirlenmesi için uygun olmayışlarıdır. Bu sakınca, bu aletlerin yeraltı kızışmalarının belirlenmesinde çok yaygınlaşmasını kısıtlamaktadır.

6.3. Yangın Gazları

Kömürün kendiliğinden yanma mekanizmasını açıklamaya yönelik laboratuvar araştırmaları düşük sıcaklıklardan itibaren, oksidasyonun her aşamasında çok çeşitli gazların üretildiğini ortaya koymuştur. Kızışan kömürün koku verici ve zehirleyici gazlar çıkardığı çok eski yıllardan beri pratikte de bilinen bir olgudur. Eski madenciler yangını kokusundan veya yanlarında getirdikleri fare, kanarya gibi küçük hayvanların soludukları havaya gösterdikleri davranışlardan teşhis etmeye çalışmışlardır.

Ocak havasının sürekli olarak analiz edilerek, gaz oranları trendinin gözlenmesinin, kızışmanın erken belirlenmesinde en etkili yöntem olduğu tüm araştırmacılarca kabul edilmektedir. Ancak bu konuda önemli olan, istemlere en iyi cevap veren yangın gazının belirlenmesidir. Kriter olarak kabul edilecek yangın gazının;

- Oksidasyonun olabildiğince en erken aşamalarında yeterli hassasiyette ölçülebilir oranlarda oluşması,
- Kızıışmanın ilerlemesiyle uyumlu olarak kararlı bir trend göstermesi,
- Yangın dışı kaynaklardan gelme olasılığının olmaması,
- Başka gazlara dönüşmemesi,
- Erken uyarı sistemleri ile gözlenmeye uygun olması gerekir.

Kömür yapısının çok karmaşık olması ve kızıışmayı etkileyen faktörlerin çok çeşitli olmasından dolayı kendiliğinden yanma mekanizması tam olarak açıklanamamakta, bu zincirleme reaksiyonlar sırasında üretilen gazlar için her koşula uyan formüller verilememektedir. Değişik kömürler için yapılan laboratuvar deneylerinde gaz üretim davranışları farklı olmaktadır. Bu durumda bir gazın yukarıda sıralanan koşulların tümünü, her ocak şartları için gerçekleşmesi mümkün olmamaktadır.

CUDMORE, etilen ve propilen'in yangın kokusu vererek kızıışmanın başlangıç aşamalarında yayıldığını öne sürmüştür (Cudmore,1964). KITAGAWA da, kızıışmanın başlarında CO ile birlikte etilenin çıktığını gözlemiştir (Kitagawa,1959). PURSALL ve ark. ocak havasında etilen, propilen ve asetilenin saptanmasının kızıışmanın kesin bir işareti olduğunu, etilen konsantrasyonundaki artışı, CO oranındaki yükselmenin izlediğini savunmuşlar, etilen konsantrasyonunun izlenmesinin kızıışmanın gelişimini en iyi ifade eden yöntem olduğunu ileri sürmüşlerdir (Pursall,1968).

Kömürün oksitlenme davranışları üzerinde en kapsamlı laboratuvar araştırmalarını yürüten CHAMBERLAIN ve ark. nın sonuçları, bu konuda genel kabul görmekte ve günümüzde de geçerliliklerini korumaktadır (Chamberlain,1970). Bu sonuçlar 3.6 bölümünde ayrıntılı olarak ele alınmış, kızıışmanın ilerlemesi ile gaz üretim değerlerinin özeti Şekil-3.5'de verilmiştir.

Söz konusu şeklin ve Çizelge-3.2'nin incelenmesinden şu ilginç sonuçlar çıkarılmaktadır;

- Kızıışma süresince CO, CO₂, H₂, Metan, Etan, Propan, Etilen, Propilen, Bütan,

İzobütan gazları gözlenmektedir.

- Otooksidasyon süresince oksijen absorpsiyonu, oksijen azalmasını getirmektedir.

- Hidrojen izleri 85 °C civarında gözlenmeye başlanmakta, 150 °C den sonra artış hızı yükselmekte, 200 °C de maksimum değerini aldıktan sonra düşme eğilimi göstermektedir.

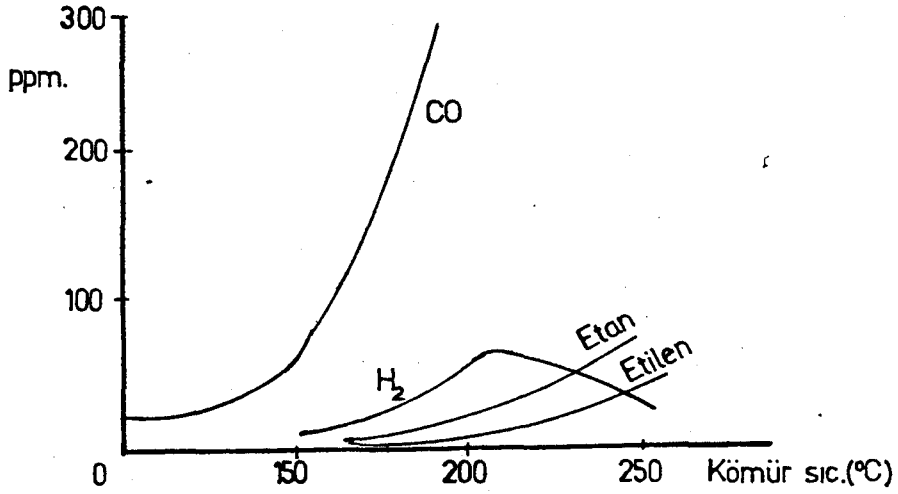
- Etan ve Etilen 150 °C civarında üretilmeye başlamakta, oluşumları giderek artan bir hızla sürmektedir.

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

CHAKRAVORTY ve FENG (1978) tarafından Kanada kömürleri üzerinde yapılan dinamik oksidasyon deneyleri benzer sonuçlar vermiştir (Chakravorty,1978). Sıcaklık artışı ile, çıkan gazların analizi Çizelge-6.1 'deki gibi olmuştur. Şekil-6.2 ise sıcaklıktaki değişme ile gaz konsantrasyonlarındaki değişimin eğrisel yorumunu vermektedir.

Çizelge-6.1: Yangın gazlarının sıcaklıkla değişimi.

Kömür sic. (°C)	C O2 (%)	O2 (%)	CO (%)	H2 (%)	C2H6 (%)	C3H6 (%)
20	0.0250	20.8000	0.0010	0.0000	0.0000	0.0000
42	0.0200	20.7000	0.0010	0.0000	0.0000	0.0000
24	0.0300	20.6000	0.0012	0.0000	0.0000	0.0000
110	0.0460	20.1000	0.0022	0.0003	0.0000	0.0000
160	0.4200	17.3000	0.0075	0.0017	0.0003	0.0010
200	1.9000	15.2000	0.0530	0.0068	0.0014	0.0023
248	3.6000	10.8000	1.6850	0.0004	0.0045	0.0030



Şekil-6.2 : Yangın gazlarının sıcaklıkla gelişimi

Bu sonuçlar Chamberlain ve ark. nın yıllar önce verdikleri değerlerle çakışmakta, onların teorilerini desteklemektedir. Pratikteki gözlemler de genel olarak bu desteği kuvvetlendirmektedir.

Pekçok yangın gazı arasından, kızışmanın erken belirlenmesinde parametre olarak kullanılabilir özelliklere sahip gibi görünen birkaç gazın bir kez daha ele alınması yararlı olacaktır.

6.3.1. Hidrojen

Hidrojen 80-100 °C civarında gözlenmeye başlanmakta, 220 °C ye kadar üretimi hızlı bir şekilde artmaktadır. Bu trend, hidrojenin yangın parametresi olarak kullanılabilirliği izlenimini yaratmakla birlikte, 220 °C den sonra hidrojen üretiminin düşüşe geçmesi bu fikri geçersiz kılmaktadır. Yüksek sıcaklıklardaki bu düşüş, sıcaklığın artmasıyla oksijen oranının azalması, düşük oksijen seviyelerinde karbon-oksijen reaksiyonunun öncelik almasıyla açıklanmaktadır.

6.3.2. Etilen ve Propilen

Bu gazlar 150 °C civarında birlikte oluşmakta, sıcaklık artışı ile kararlı bir şekilde artış eğilimi göstermektedirler. Bu özelliklerinden dolayı kızıışmanın belirlenmesinde bazı araştırıcılar tarafından bu gazlar önerilmiştir. Ancak, sadece yangın ürünü olmayıp kömürün doğal gazlarından olmaları, pratikte ölçümlerinin güç oluşu, erken uyarı sistemlerine uygun olmayışları, CO ile kıyaslandığında yangının çok daha sonraki aşamalarında oluşup, artış hızlarının çok daha yavaş oluşu bu önerilerin pratikte fazla kabul görmemesini getirmiştir.

6.3.3. Karbon Dioksit

Kendiliğinden kızıışma olayında çok düşük sıcaklıklarda dahi CO₂ çıkmakta ve zincirin her aşamasında oluşumu sürmektedir. Ancak, sıcaklıkla kararlı bir artış göstermemesi ve kendiliğinden yanma dışında pek çok kaynaktan CO₂ geliri olabilmesinden dolayı bu gaz tek başına yangın göstergesi olarak kullanılamaz (Chakravorty,1980, Kolada,1988,Banarjee,1972). Bununla birlikte, diğer gazlarla beraber gözönüne alındığı bazı yangın indeksleri faydalı sonuçlar vermiştir.

6.3.4. Karbon Monoksit

Yangın gazları arasında yangının gelişimini en iyi ifade eden ve kızıışmayı en erken işaret eden gazın CO olduğu gerek literatürde, gerekse madencilik pratiğinde genel kabul görmektedir (Chamberlain, 1970, Gill, 1971, Coward, 1957, Ayvazoğlu, 1986). Günümüz yeraltı kömür madenciliğinde, manuel ölçüm yoluyla veya sürekli gözleme teknikleriyle yangının haber alınmasında parametre olarak bu gaz kullanılmaktadır. Diğer yangın ürünleri ile karşılaştırıldığında, CO'e üstünlük kazandıran unsurlar şöyle sıralanabilir;

-Kızıışma olayında en erken oluşan gaz CO tir. 30 °C gibi çok düşük sıcaklıklarda dahi gözlenebilmektedir. Bu değer H₂ için 80-100 °C , etilen ve propilen için 150 °C civarındadır.

-Sıcaklık artışı ile en hızlı konsantrasyon artışı gösteren gaz CO tir. H_2 10 ppm ' e varana kadar, CO oranı çoktan 100 ppm' e ulaşmaktadır. Etilen ve propilenin 10 ppm'e ulaştığı andaki CO konsantrasyonu ise 1000 ppm'lik çok yüksek değerleri bulmaktadır.

-Kızışma süresince CO çıkışı kararlı bir davranış göstermekte, sıcaklıkla logaritmik olarak artmaktadır. Hidrojen çıkışı 220 °C civarına kadar artan bir hızla yükzelirken, bu sıcaklıktan sonra azalma eğilimine girmektedir. CO_2 ise kararsız bir davranış göstermektedir.

-Gerek klasik yöntemlerle gerekse erken uyarı sistemleri ile gözlenmeye çok uygundur.

CO, kömürün doğal gazlarından değildir. Yangın dışı CO kaynakları sadece ateşleme dumanları ve dizel motorların egzoz dumanlarıdır. Zaten CO gazının yangın parametresi olarak kullanılmasının tek dezavantajı bu dumanlardan kaynaklanan CO gelirdir. Ancak, ocak havasının sürekli gözlenmesi, erken uyarı sisteminden alınan verilerin doğru değerlendirilmesi, gaz oranlarındaki anomalilerin uygun şekilde yorumlanması, bu amaçla bilgisayarların kullanılması ile bu sakınca büyük oranda azaltılabilmektedir.

Ocak havasındaki CO konsantrasyonunun gelişimini gözleyerek kızışmayı kontrol etmede, hava miktarındaki değişmelerin CO oranını değiştireceği, dolayısıyla hatalara yol açacağı düşünülebilir. Bu olasılık CO oranı ile birlikte, oksijen tüketimini de hesaba katan indekslerin kullanılmasıyla ortadan kaldırılmaktadır.

Sonuç olarak, yangın gazları arasında kızışmanın gelişimini en iyi ifade eden gazın CO olduğu açık bir biçimde görülmektedir. En iyi çözümün damardan alınan numunelerin kızışma özelliklerinin laboratuarda araştırılması olduğu kuşkusuzdur. Ancak bu çalışmalar laboratuvar olanaklarını gerektirir ve maliyet artırıcı bir unsurdur.

7. YANGIN İNDEKSLERİ

Ocak yangınlarının uygun bir şekilde yorumlanabilmesi için, gaz analiz sonuçlarının doğru bir şekilde değerlendirilmesi gerekir. Bu değerlendirme görevlilere kızışma bölgesini terk etmede, mücadelenin başlatılması kararının verilmesinde, barajlama işlerinde, emniyeti sağlamada, baraj gerisi durumunun belirlenmesinde ve uygulanan yangınla mücadele tekniklerinin başarısının anlaşılmasında gerekli olan bilgileri vermektedir. Bazı sakıncalarından dolayı yangın gazlarının tek başına gözlenmesi yerine, çeşitli araştırmacılarca yangın indeksleri önerilmiştir. Bu indekslerin uygunluğu üzerindeki tartışmalara literatürde geniş yer verilmektedir.

Kullanılan yangın indekslerinin temel hedefi kızışma olayının olabildiğince erken ve yangın gelişimini doğru bir şekilde ifade etmesidir. Ocak havası için değışik araştırmacılar tarafından yangın indeksleri öne sürülmüştür. Bu indekslerin başlıcaları şunlardır;

- ___ Graham İndeksi
- ___ Trickett Oranı
- ___ CO₂ / CO Oranı
- ___ N₂ / (CO+CO₂) Oranı
- ___ CO Oluşumu ve CO Oranı

7.1. Graham İndeksi

Kızışmanın gelişimini en iyi ifade eden yangın gazının CO olduğu bilinmektedir. Ancak ocak havasındaki CO oranı sadece yangın kaynağından salınan CO miktarına değıl, aynı zamanda hava miktarına da bağılıdır. Ocak içerisinde ölçü alınan yerlerde hava debisi zamanla değışmekte ve alınan CO ölçüm değıerlerinin doğruluğuna gölge düşürmektedir.

Bu olumsuzluğu ortadan kaldırmak için GRAHAM, "CO / OAY" (OAY= Oksijen

Azalma Yüzdesi) indeksini teklif etmiştir (Graham,1921). İndeks, ocak havasından ölçülen CO ve okside olan malzeme tarafından tüketilen O₂ ile ilgilidir. CO ve O₂ gazlarının değişimini birlikte yorumlar.

Graham İndeksi şu eşitlikten hesaplanır;

$$GI = \frac{\text{CO oluşumu (\%)}}{\text{Oksijen tüketimi (\%)}} * 100 \quad (\%)$$

Bilindiği gibi temiz hava % 20,93 O₂, % 79,04 N₂ içerir. Bu durumda numunede, ölçülen azot miktarına karşı bulunması gereken oksijen miktarı;

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

olur. Temiz havaya oranla numunedeki O₂ azalması ise;

$$0,265 N_2 - O_2$$

şeklinde belirir. Bu durumda Graham İndeksi;

$$GI = \frac{CO}{0,265 N_2 - O_2} * 100$$

şekline dönüşür.

Burada CO, N₂, O₂ numunedeki gaz oranlarıdır.

Kömür ocaklarında yangın olmasa bile oksidasyondan dolayı CO oluşumu ve O₂ tüketimi sözkonusudur. Bundan dolayı her kömür ocağı için normal sayılabilecek bir Graham İndeksi vardır. Çok sayıda ölçüm sonucu istatistiksel analize sokularak o ocak için normal indeks değeri belirlenmeli, bundan sonraki indeksteki değişimler gözlenmelidir. Normalden anlamlı sapmalar kızışma işareti olarak değerlendirilmelidir (Chamberlain,1973,Ayvazoğlu,1986) .

İndeks ile yangın tehlikesinin yorumlanması kabaca aşağıdaki gibi yapılabilir (Ayvazoğlu,1986);

<u>GI</u>	<u>Yorumu</u>
0,2 Civarı	Tehlike yok
0,5 - 1	Oksidasyon varlığı ve gelişimi
1 Civarı	Kızışma başlangıcı
1 - 2	Kızışma tehlikeli boyutlarda
2 - 3	Açık aleve gidiş

Graham İndeksinin en büyük avantajı metan veya havanın seyreltme etkisinden bağımsız olmasıdır. İlave hava geldiğinde hem pay hemde payda eşit olarak etkilendiğinden oran değişmez (Chamberlain,1970). Ayrıca ocak havasındaki CO seviyesinin yükselmesi ve CO/O₂ oranındaki artış, kızışmanın varlığının ve yoğunluğunun belirlenmesinde kesin bir kriterdir. Ateşleme sonrasında geçici CO varlığı gözlenmesine rağmen, CO gazı yangın dışı kaynaklardan oluşmaz.

Sistemin en büyük sakıncası ise, hava numunesindeki CO, O₂ ve N₂ gazlarının ayrı ayrı analiz edilmesini gerektirmesidir. Özellikle azotun pratikte hassas şekilde ölçülmesi güçtür. Genellikle azot oranı, numunedeki tüm gazların analiz edilerek bunlarının toplamının 100 den farkı alınarak hesaplanır. Gaz analizlerindeki hatalar ve bazı gazların hesaba katılmaması, azot oranına yansır.

Ayrıca, yangın bölgesine gelen hava içinde CO bulunması durumunda hatalı

değerlendirmelere yol açabilir. Bir başka hata kaynağı, yangın dışı kaynaklardan da oksijen tüketimi olabilmesidir (Ayvazoğlu,1986, Lord,1989).

7.2. Tricket Oranı

Tricket oranının kullanılabilmesi için Graham İndeksindeki gaz konsantrasyonlarının yanı sıra CO₂ ve H₂ gazlarında bilinmesi gerekmektedir.

Tricket Oranı;

$$TR = \frac{\% CO_2 + 0,75 \% CO - 0,25 \% H_2}{0,265 \% N_2 - \% O_2}$$

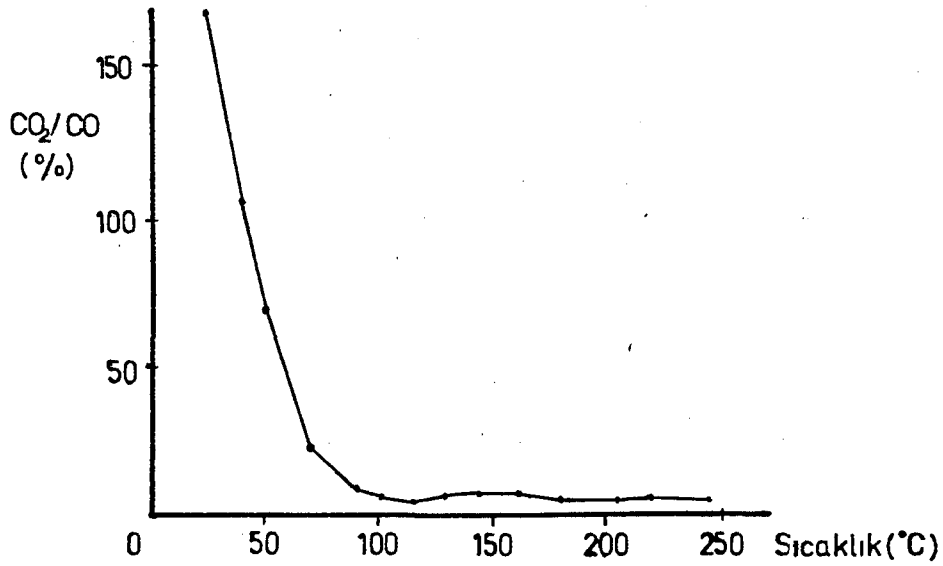
eşitliği ile belirlenir. Bu oran uygun numune alınıp alınmadığının ve yangının cinsini anlamak için kullanılır.

TR > 1,6	İse alınan numune kuşkuludur
TR = 0,8 - 1,6	İse ahşap yangını
TR = 0,5 - 1,0	İse yangın kömür, yağ veya konveyör bandından kaynaklanmaktadır (Ayvazoğlu, 1986, Koening, 1989).

Trickett oranının avantajı yangınlı sahadan gelen havanın seyrelmesi durumunda da değişmemesidir. Bu nedenle hava çıkış kuyusundaki analizlerde etkili bir şekilde kullanılabilir. Eşitlikte yer alan beş gazın her numune için ayrı ayrı analiz edilmesi, sadece kendiliğinden kızışmaya yönelik olmaması, hassas bir kriter vermemesi bu indeksin sakıncalarıdır.

7.3. CO₂/CO Oranı

Bu oran ocak havasındaki CO ve CO₂ oranlarının sürekli olarak ölçülerek, trendin izlenmesine dayanır. Hava miktarının değişimi pay ve paydaya aynı oranda yansıdığından oran etkilenmez. Sıcaklıkla indeksin değişimi Şekil-7.1'de verilmektedir (Morris,1988).



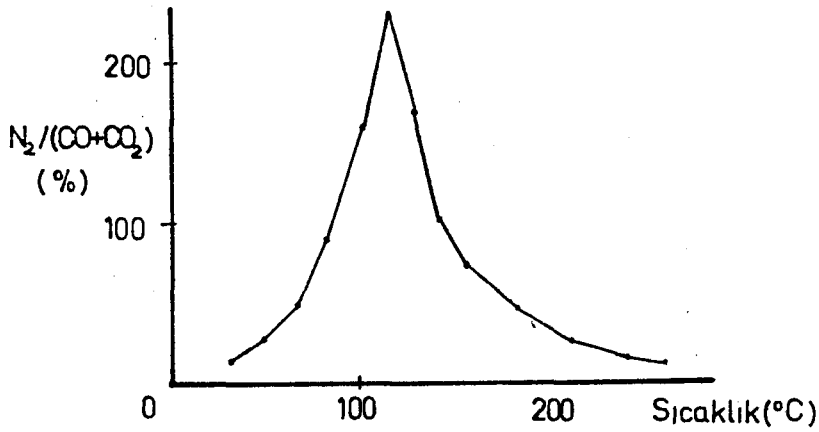
Şekil-7.1: sıcaklıkla CO₂/CO oranı değişimi

Şekilden gözlendiği gibi başlangıçta CO₂/CO oranı sıcaklık arttıkça çok hızlı bir şekilde düşmektedir. Bu trend 108 °C' ye kadar azalmakta ve sonra bu oran yaklaşık 2,5 luk bir ortalama değerinde sabit kalmaktadır (Graham,1921, Morris,1988, Mackenzie, 1990).

Bu indeks kızışmanın başlangıç aşamalarında sıcaklık artışının bir göstergesi olarak kullanılabilir. İndeksin sakıncaları; belli bir sıcaklık değerinden sonra sabit kalması, CO₂ gazının suda çözünebilmesi ve yangın dışı kaynaklardan gelme olasılığının bulunmasıdır. Bu nedenle bu kaynaklardan CO₂ geliri olmayan ocaklarda kullanılmalıdır.

7.4. $N_2/(CO+CO_2)$ Oranı

Bu indekste numunenin azot yüzdesi, karbon oksitlerinin yüzde toplamına oranlanmaktadır. PARTINGTON bu oranın sıcaklık artışı ile yükseldiğini öne sürmüştür (Partington,1919). Ancak CHAMBERLAIN ve ark. nın deney verileri kullanıldığında bu sav geçerliliğini yitirmektedir Şekil-7.2 (Morris, 1988).



Şekil-7.2: Sıcaklıkla indeksin değişimi

Şekilde $N_2/(CO+CO_2)$ oranı 100 °C ' ye kadar sıcaklıkla hızlı bir şekilde artışı ve maksimum değerden sonra aynı şekilde azalması gözlenmektedir. Oran CO_2 'in tamamen yangından kaynaklandığı ocaklarda faydalı bir değerlendirme verebilir. Azot enjeksiyonundan etkilendiği için azot enjeksiyonu olan yerde kullanılmaz.

7.5. CO Oluşumu ve CO Oranı

Bir ocaktaki CO oluşumu lt./dak. veya lt./sn. cinsinden kaydedilerek yangın gelişiminin izlenmesinde kullanılabilir. CO oranı ve hava miktarı biliniyorsa, CO miktarı kolayca hesaplanabilir. 0,15 lt./sn. den daha fazla CO üretimi araştırmayı gerektirir, 0.3 lt./sn. den fazla CO üretimi ise önemli bir tehlikeyi işaret eder (Makenzie,1990). Kendiliğinden yanmanın belirlenmesinde bu yöntem, nitrojen

enjeksiyonunun Graham İndeksini etkisiz kıldığı zamanlarda kullanılır.

25 m³/s lik hava akımında 20 ppm lik CO ölçülmüşse, CO oluşumu aşağıdaki gibi hesaplanır;

$$\dot{CO} = \frac{20 * 25 * 1000 * 60}{10^6} = 30 \text{ lt./dak.} = 0,5 \text{ lt./s}$$

Bu yöntem hem CO oranının hemde hava miktarının hassas bir şekilde ölçülmesini gerektirir. Barometrik basınç değişimlerinin CO seviyesini etkilediği veya enjekte edilen nitrojen gaz oranlarının değiştirdiği durumlarda bu gösterge hassas olmaz.

8. OCAK HAVASININ SÜREKLİ GÖZLENMESİ

Ocaklarda kendiliğinden kızışma sonucu oluşan yangınlardan dolayı büyük can ve mal kaybının olması kendiliğinden yanmanın erken tesbitini, bu doğrultuda önlemlerin alınmasını gerekli kılar. Kızışma ilk evrelerinde belirlenirse yangınla mücadele teknikleri etkin olur. Bu açıdan bakıldığında klasik yöntemlerle belirli aralıklarla gaz ölçümlerinin yapılması çok yetersiz kalmaktadır. Kendiliğinden yanmaya yatkın kömür damarlarını işleyen büyük ve modern ocaklarda etkin bir mücadele yapılabilmesi için gerekli ilk koşul ocak havasının sürekli izlenmesidir.

Kendiliğinden kızışmanın en belirgin ve kararlı göstergesinin Karbon Monoksit (CO) olduğu araştırmacılar tarafından ileri sürülmektedir. Ancak, pano dönüşlerinde bir kaç günde bir ve tüm ocak kapsamında ve önemli hava dönüş yollarında ise haftada bir alınacak hava örneklerinin analiz sonuçları bir değer ifade etmez. Çünkü bu durumda CO konsantrasyonunun kararsız değişiklikler göstermesi kaçınılmazdır ve dolayısıyla ocak havasındaki CO varlığının değeri önemli değildir. Bu sorun (CO Oluşumu/O₂ Tüketimi) oranının kullanılmasıyla ortadan kaldırılabilir. Fakat bu oran her zaman sıcaklığın bir ölçüsü ve oksidasyon aşamasının bir göstergesi olarak

kullanılmaz. Şöyleki;

■ Düşük sıcaklıklarda oksijen absorpsiyonu olduğu halde CO ve CO₂ oluşumu olmayabilir .

■ Analiz edilen hava örneği, oksidasyonun tam kaynağından olmayıp, dış hava ile seyreltilmiş ise ve seyreltilen hava içinde CO varsa, hesaplamalar sonucu elde edilen oran gerçeğinden küçük olacaktır.

■ Oksijen tüketiminin belirlenmesi için kullanılan, örnek hava içindeki azot oranı ölçmeler sonucu bulunun CO₂, CH₄, O₂ ve CO miktarlarının toplamının doğrudan 100' den çıkarılmasıyla hesaplanır. Hava içindeki başka gazların varlığı, ki genelde böyledir, yapılan hesaplamaları geçersiz kılar.

■ Kömür sıcaklığındaki çok küçük yükselme sırasındaki CO oluşumu çok küçük ve kararsızdır. Bu (Oluşan CO / Tüketilen O₂) oranının gerçek değerinden saptırır (Ayvazoğlu ,1988).

Bu nedenlerden dolayı ocak havasından sürekli örnekler alınıp analiz edilmelidir. Ocak yangınlarının en kararlı göstergesi CO olduğundan CO oranı sürekli olarak ölçülüp kaydedilir.

Ocak havasının sürekli gözlenmesi sistemlerinde amaç, el verdiği kadar sık zaman aralıklarıyla ocak havasının kompozisyonu hakkında bilgi vermek ve böylece geçici değişiklikler ile kararlı değişimler arasındaki farkı göstermek olmalıdır. Bir noktadan 30 dakikaya varan aralıklarla örneklerin alınması sonucu elde edilen kayıt kesintisiz analiz gibi bilgi verecektir. Bu iki şekilde yapılabilir.

■ Yeraltına, hava örneklerinin alınacağı yerlere yakın bir gaz analizörü yerleştirmek ve analiz sonuçlarını yeraltındaki veya yerüstündeki denetim merkezlerine iletmek şeklinde olabilir.

■ Hortum sistemiyle hava örneklerini yeryüzüne taşıyarak analizi yeryüzünde

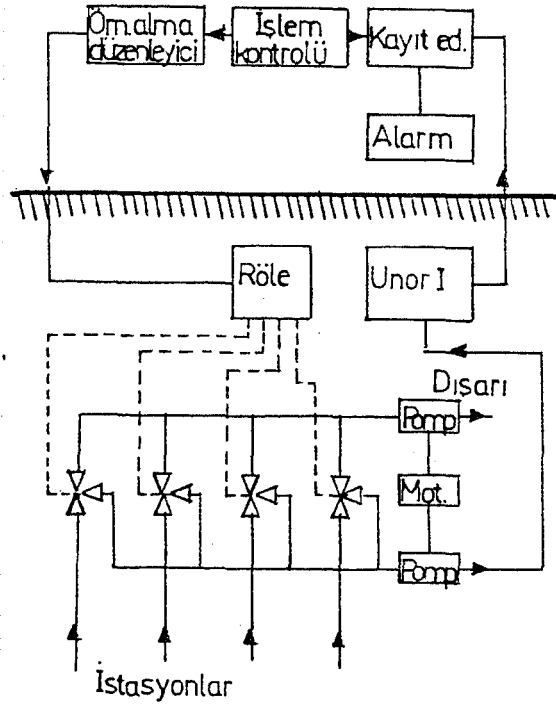
yapılması şeklinde sürekli bilgi verilebilir.

8.1. Yeraltına Sensör Yerleştirme Sistemi

Sistemin esası, CO ve CH₄ ölçmeleri yapabilen, alev sızdırmaz ve sonuçları arzu edilen bir yere nakledebilen bir aygıtın yer altındaki potansiyel kızışma noktalarına yakın yerlere yerleştirilmesidir. Cihaz yerleştirildiği yerden veya yakın noktalardan sürekli örnek alır ve analiz eder. Örnek alma ve analiz arasındaki zaman farkı, örnek alma istasyonlarının sensöre olan uzaklıklarına bağlı olarak 30 sn. ile 10 dak. civarındadır (Ayvazoğlu,1978).

- Sistem, tek nokta analizine göre çok daha geniş bilgi verir.
- Yeraltında tek bir gazın analizi ile sınırlandırılmıştır.
- Yeraltında elektrik enerjisi ile çalışır. Bu nedenle metan konsantrasyonu % 1,25'i aştığı zaman çalışması durdurulmalı. Son zamanlarda %2,5 CH₄ konsantrasyonuna kadar ve akümülatör ile çalışması sağlanmıştır.
- Güç kaynağı herhangi bir nedenle kesilmişse sistemin çalışma imkanı yoktur.
- Hava örneğinin alınması ile analiz arasındaki zaman farkı azdır ve bu metanın izlenmesi sırasında çok önemlidir. CO izlenmesinde fazla önem taşımamaktadır.
- Analiz süresi istasyon ile analizör arasındaki uzaklığa bağlı olduğundan, istasyonların sayısı kısıtlanır. Birden fazla kattan, meyilli damarlardan ve birbirinden uzak yerlerden üretim yapan bir ocakta da aynı durum oluşacak ve benzer birkaç sistemin kurulması gerekecektir.

Yeraltı analizör sisteminin kuruluş düzeni için bir örnek Şekil-8.1.'de gösterilmektedir.



Şekil-8.1: Yeraltı analizör sistemi için bir örnek

8.2. Hortum Sistemi

Hortum sisteminin esası, kendiliğinden yanmaya yatkın bölgelere yerleştirilen hortumlarla sürekli olarak alınan hava örneklerinin yeryüzünde analizi şeklinde olmaktadır. Sistem, hortumlar (Toz filtresi, su kapanları gibi yardımcı parçaları, bağlantı kutuları, bağlantı elamanları ile birlikte), pompa, örnek seçme ünitesi, analizör yada analizörler ve sonuçların kaydedildiği bir üniteyi içermektedir.

Sistem Şekil-8.1'de yeryüzü düzeneğiyle birlikte görülmektedir. Hortum sisteminde analizlerin yeryüzünde yapılmasının bazı üstünlükleri vardır. Bunlar;

- Hortum sistemiyle hava örneklerinin sağlanması, ocaktaki enerjinin kesilmesi

ve bir olay anında işçilerin dışarı çıkartılması durumunda, tatillerde vb. durumlarda da devam edecektir.

- İstendiğinde göçüklerden ve kapatılmış pano içindende örnek alınabilir.
- Kullanılan aygıtın türü ve sayısı kısıtlı değildir.
- Her türlü gaz analizi yapmak için düzenleme yapılabilir.
- Metan drenaj sistemide sürekli izlenebilir.

Sistemin ilk uygulaması 1969 yılında İngiltere'de olmuş ve geniş uygulama alanı bulmuştur. Genellikle 20 dolayında hortum içeren sistemlerde sonuçlar grafik kaydedicilerde toplanır elektronik kaydedicilerin konulmasıyla sistem 60 hortum içerecek şekilde kurulabilir. Bu analiz sonuçlarının depolanmasını ve bunlara tekrar baş vurulmasını kolayca sağladıktan başka diğer bazı parametrelerin (CO Oluşumu/O₂ Tüketimi Oranı gibi) sürekli hesaplanmasınada olanak verir.

8.2.1. Analiz aygıtları

Hortum sistemi CO miktarının sürekli izlenmesi için düşünülmüştür. Ancak daha detaylı analizlere'de imkan vermekte ve diğer gazların analizleri yapılabilmektedir. Bu bir ek yatırım sorunu olup, bugün için CO' den başka genellikle CH₄, O₂, CO₂ ve H₂ analizlerinin yapılması çok yaygındır. Aygıtlar seçilirken sürekli çalışacak, uygun duyarlıkta, güvenilir ve fiyatına karşılık vereceği bilgi yönünden dikkat edilmelidir.

Aygıtların sürekli gözetimi ve denetimi gerekmez ancak doğru çalıştığını kontrol için bir ekip kurulmalıdır. Günde bir yapılan denetim dışındaki arızalarda servis uyarılmalıdır. Bunun için aygıtlar vantilatör daireleri, telefon santralleri v.b. gibi sürekli işçi bulunan yerlere bitişik odalara yerleştirilmelidir. Aygıtlar gerek sıfır okumaları ve gerekse duyarlılıkları bakımından sık sık denetlenmelidirler. Bunun için standart gaz karışımları hazır bulunur.

Genellikle, CO analizi için UNOR-II ve SIEGER firmasına ait aygıtlar, CH₄ analizi için kızılötesi esasa dayalı aygıtlar kullanılır. O₂'nin izlenmesi için paramanyetik esaslı aygıtlar kullanılır. O₂ tüketiminin doğrudan doğruya saptanması için

kromatografik yöntem de seçilebilir. H₂'in ve hidrokarbonların analizi, henüz geniş kullanma alanları olmasa bile kromatoğraflar ile yapılabilir.

8.2.2. Sonuçların kaydedilmesi

Analiz sonuçlarının sürekli bir şekilde izlenebilmesi, gerektiğinde yeniden bu bilgilere başvurulması ve trendlerin yorumlanabilmesi için bu bilgilerin kaydedilmesi gerekmektedir. Bu amaçla ilk zamanlarda grafik kaydediciler kullanılmıştır. Her hortum hattı, başka bir deyişle her istasyon için bir grafik kaydediciye yer verilir. Zaman-CO oranı eksen takımına her ölçümde alınan sonuç bir kaydedici kalem vasıtasıyla çizilir. Böylece gaz trendi'de gözlenmiş olur.

Son yıllardaki uygulamaların hemen hemen tamamı verilerin manyetik ortamda depolanması ve bilgisayar ile yorumlanması şeklindedir. Bu yöntem çok daha fazla kolaylıklar getirir. Önceki analiz sonuçlarına baş vurmak çok kolay olur. Verileri istatistiksel analize sokarak ocağın normal gaz seviyesinin hesaplanması ve ileri bir zaman dilimi için olabilecek değerlerin kestirilmesi olanağı yaratılır.

9. ORTA ANADOLU LİNYİTLERİNDE UYGULANAN SÜREKLİ GÖZLEME SİSTEMİ

Teknik olarak bilgisayara dayalı ocak gözleme sistemi çeşitli üretim ve çevresel parametreleri algılayan ve elde edilen bilgileri bu bilgilerin kaydedildiği, analizin yapıldığı ve/veya görüntütlendiği bir merkeze ileten elektromekanik bir sistem olarak tanımlanabilir (Weiss,1987).

Bu doğrultuda maden ocağının havalandırması, ocaktaki gazların varlığı sürekli izlenebilmekte ve herhangi bir tehlike anında gerekli bütün uyarılar yapılabilir.

9.1. Ocak Gözlem Sisteminin Amaçları ve Genel İşlevleri

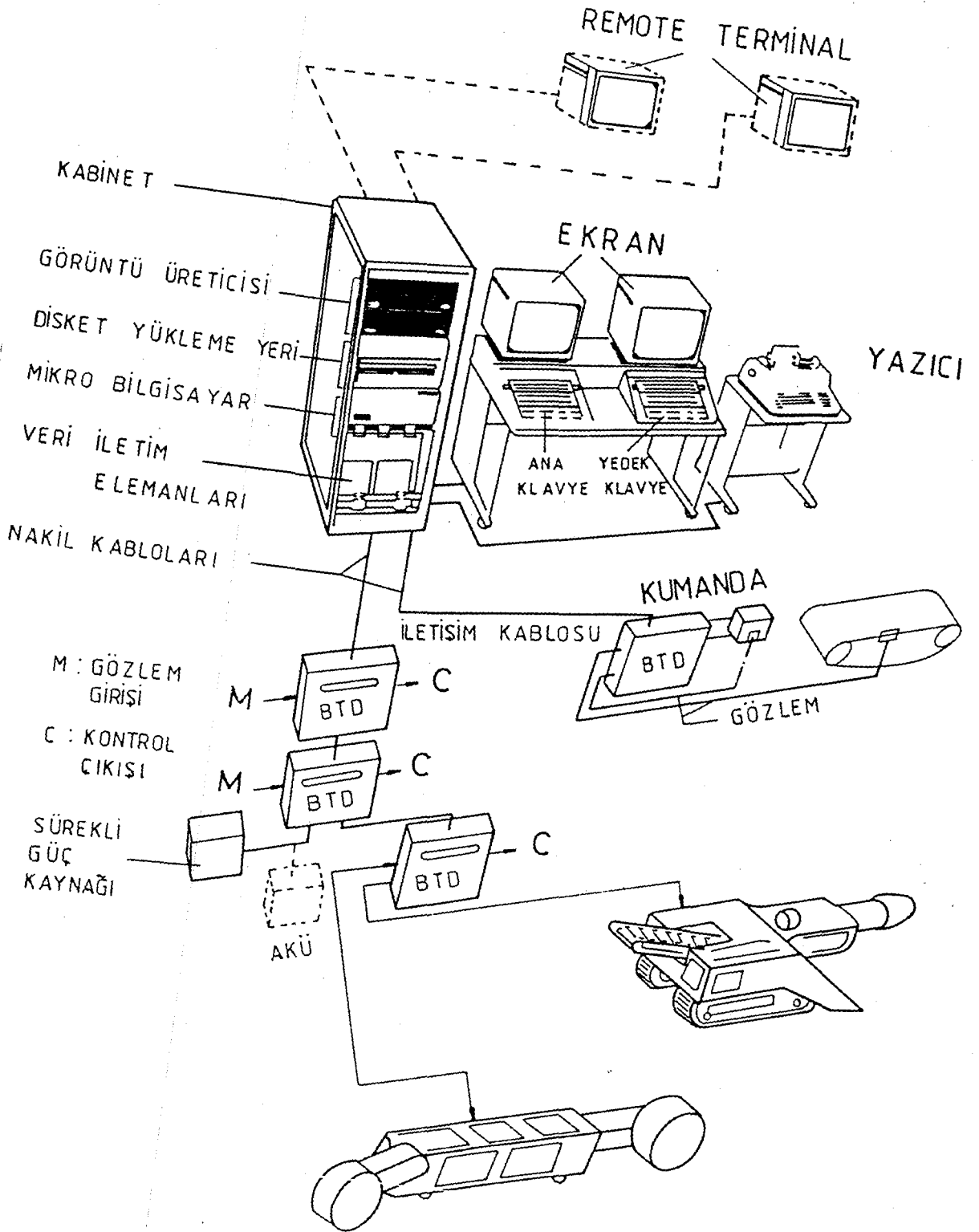
Ocak Gözlem Sistemi (OGS) tam mekanize madencilik sisteminin uygulandığı maden ocaklarındaki çeşitli ünite ve ekipmanların, sistematik olarak çalışmalarının izlenip rapor edilmesi ve yeraltındaki rutin güvenlik işlerinin insan faktörü yerine elektronik bir donanım sistemiyle yapılması amacını taşır (Hekimoğlu,1989).

OGS sürekli ölçüm yapmak, sürekli konum gözlemek, ünite veya ekipmanı tek merkezden kumanda etmek amacını taşır. Çevresel algılayıcılar yeraltı personelinin güvenli koşullar altında çalışmasını sağlamak amacıyla başlıca CO, CH₄ ve O₂ gibi gazların miktarlarını ve hava hızını ve sıcaklığını, basınç farkını ve nemi üzere dizayn edilmişlerdir. OAL 'de çevresel algılayıcılar sürekli olarak CO, CH₄ miktarını ve hava hızını ölçmektedirler. Bu algılayıcılar sayesinde yangın, metan yayılması ve havalandırmanın bozulması gibi olası tehlikeleri ortaya çıkmakta ve yeri saptanmaktadır.

Bu amaçlara ulaşmak için OGS'de karmaşık bir donanım sözkonusu değildir. Şekil-9.1'de görüldüğü üzere, ocağın belirli yerlerinde bulunan dönüştürücüler ve bilgi toplayıcıların önce kendi aralarında sonra yerüstündeki Ana Kumanda merkezide bulunan bir bilgisayara bir kablo sistemi ile bağlanmasından oluşur.

Sistem işlev olarak beş genel guruba ayrılır;

- Dönüştürücü (Transducer)
- Dönüştürücünün sinyallerini bilgi aktarma sinyalesine çeviren bilgi toplayıcı ve dönüştürücüleri (BTD), (Outstations)
- BTD, nin sinyallerini ana merkeze ileten bir aktarma sistemi (Transmission System)
- Aktarma sisteminin çalışmasını kontrol eden ve bunun gözlem verilerini toplayıp değerlendiren bir merkezi istasyon (Central Stations).
- Bu bilgileri işleyen ve çeşitli gösterimler halinde istenilen amaca uygun duruma getiren bilgisayar program donanımı (Computer SoftWare).



Şekil - 9.1.: Ana Kumanda Merkezi

9.1.1. Dönüştürücüler

Dönüştürücüler OGS'nin ilk veri başlangıç noktasını oluştururlar. Bunların veri kaynağı olan algılayıcılardan gelen veriler dönüştürücüler tarafından bilgi aktarma sinyallerine çevrilirler. Çevresel gözlem sisteminde genellikle gaz varlığını, gaz miktar ve düzeyini, hava akışını ve basıncını belirleyen dönüştürücüler sözkonusudur. Bu dönüştürücüler bilgileri sürekli olarak bilgisayara gönderdikleri gibi, yerinde göstergeleri ile bilgi verme özelliğine sahiptir. İstenildiğinde dönüştürücülerden çıkan sinyallere bir makina veya bir ünite devre dışı bırakılabilir.

Çevre gözlem için kullanılan dönüştürücülerin yanısıra bazı mekanik ve elektriksel parametrelerin belirlenmesinde kullanılan dönüştürücülerde kullanılmaktadır. Bunlar motor çekiş gücü, akım ve voltaj ölçümü yapabildiği gibi sıcaklık, dönü hızı ve valf konumlarının belirlenmesinde kullanılabilir.

OAL de çevresel gözlem için hava hızı, karbonmonoksit ve metan gibi gazların varlığı ve miktarlarını sürekli olarak belirleyen dönüştürücüler bulunmaktadır. Mekanik ve elektriksel dönüştürücülerde gerekli yerlere monte edilmişlerdir.

OGS 'deki dönüştürücülerin sinyal çıkış voltajı 0,4 ile 2 V kapsamı içindedir.

9.1.2. Bilgi Toplayıcılar ve Dönüştürücüler

BTD ler çeşitli dönüştürücü gruplarından gelen sinyalleri bilgi aktarma sinyallerine çevirerek merkezi bilgisayara gönderirler. Bir BTD ünitesinde 16'sı digital ve sekizi analog olmak üzere 24 adet kanal bulunur. Sekiz adet analog kanal yalnızca bir BTD ünitesine sekiz ayrı ölçüm dönüştürücüsünün bağlanabileceğini gösterirken onaltılı digital kanal ise 16 ayrı makina veya ünitenin duruş ve çalışma konumlarının sürekli olarak gözlenebileceği anlamına gelir. Yani fiziki kablo bağlantıları elverişli olduğu taktirde bir BTD ünitesi ile bir üretim panosunun gözlemi yapılabilir. Boyutu 56 50 17 cm. ve ağırlığı yaklaşık 20 kg. olan bir BTD ünitesi ocak içersinde istenilen bir yere rahatlıkla yerleştirilebilir (Hekimoğlu, 1989)

OGS de en yaygın olarak DL 500 tipi BTD ler kullanılır (Şekil-9.2).

Kendiliğinden emniyetli olan ve çelik muhafazalı bir kompartıman içersindeki bir kart'dan oluşur. Ön kısmı ise üzerinde 17 adet küçük lamba bulunan bir kapak şeklindedir. Bu lambalar sistemin yani BTD ünitesinin normal veya anormal durumunu gösterir

9.1.3. Bilgi Aktarma Sistemi

Bilgi Aktarma Sistemi, BTD ler ile merkezi bilgisayar arasındaki karşılıklı sinyal alışverişini kapsar. Bilgisayardan gelen sinyaller daha çok emir şeklinde olup bilgisayara gönderilenler ise gözlem verileri şeklindedir. Merkezi bilgisayar ile BTD ler arasında karşılıklı ilişki yerine sıralı bir ilişki bulunmaktadır. Bu nedenle bir OGS de kullanılan BTD lerin sistematik olarak düzenlenmeleri gerekir.

Bir OGS deki tek bir bilgisayar 2 ile 14 arasındaki döngü kapasitesine sahiptir. Bir döngü üzerine 16 adet BTD sıralanabilir. Ancak pratikteki optimum adedi 11 dir.

Döngü üzerindeki bağlantı kablosunda herbirinin ayrı işlevi olan altı adet kablo grubu vardır. Bu kablolar şunlardır;

- (1) Merkezi bilgisayardan sisteme sinyal gönderen (Data Dawn).
- (2) Sistemden merkezi bilgisayara sinyal gönderen (Data Up).
- (3) Sinyalleri öteleyen (Shift).
- (4) Sinyalleri aktaran (Transfer).
- (5) Sinyalleri tanımlayan (Identity).
- (6) Ortak (Common).

Ana kumanda merkezinden gönderilen sinyaller (1) nolu kabloyla gelir ve tüm BTD ünitelerini dolaşarak (2) nolu kabloyla kumanda merkezine döner. Döngü üzerinde sıralama ana hatta olduğu gibi tali hat üzerinde de olabilir. Tali hat üzerindeki BTD lerin bilgisayara tanımlanmasını gerekir. Döngü içersindeki sinyallerin dolaşımı BTD ünitesi içersindeki üç adet röle ile düzenlenir. Bu rölelerden birincisi BTD de enerji kesilmesi durumunda BTD yi devre dışı bırakarak sinyalin ötelenmesini sağlar. İkinci

röle ise ana hat by-pass rölesi olup ana hattın son bulunduğu yerde (1) nolu kablo ile (2) nolu kablonun direct temasını sağlar. Üçüncü röle ise tali hat by-pass rölesi olup tali hattı olmayan bir BTD nin ana hat ile direk temasını sağlar.

9.1.4. Ana kumanda merkezi

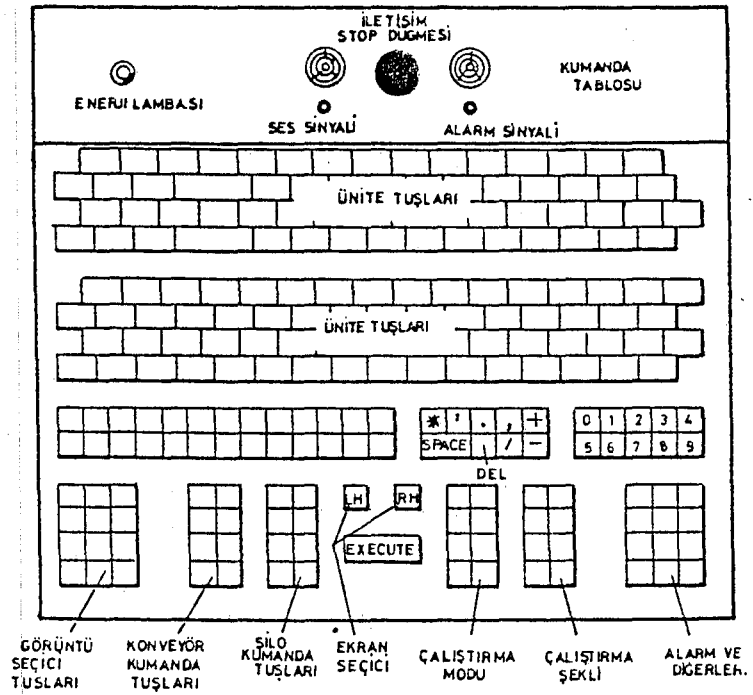
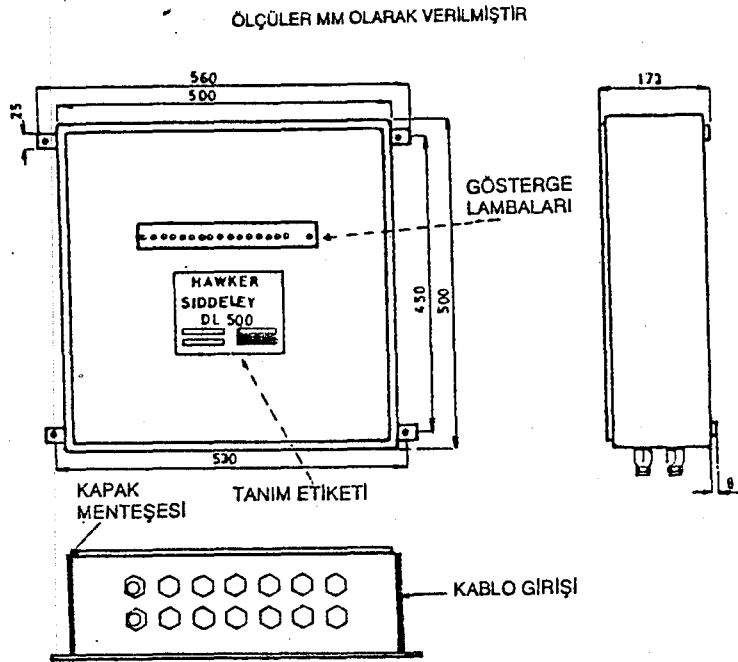
Ana kumanda merkezi tüm OGS nin ana merkez noktası olup yeryüzünde bulunur ve bir bilgisayar ünitesi, klavye, bir yada iki görüntü ekranı, yazıcı ve grafik kaydedici gibi ünitelerden oluşur.

Bilgisayar ünitesi yeraltından gelen verileri işleyerek ekran ve yazıcı ile çeşitli şekillerde kullanıcıya ulaştırılır. Üniteden ayrı olarak bulunabilen bir çift floppy disk sürücüsü yada ünite ile birlikte bulunabilen bir hard disk sürücüsüne sahiptir. Ekran üzerinde gösterilen bilgiler bilgisayardaki görüntü jeneratörü tarafından sağlanır.

Sistem kumandası, bir klavye ve görüntü ekranından oluşan kumanda masasından yapılır. Yeraltından gelen ve bilgisayar tarafından işlenen bütün bilgiler ekran üzerinde sürekli olarak gözlenir ve operatör tarafından verilen emirler ise klavye üzerinden sisteme iletilir. Kumanda masasında ayrıca sisteme enerjinin gelip gelmediğini gösteren, sistemden gelen alarm mesajlarının ses ve ışık ile belirten tehlike anında tüm sistemin anında durmasını sağlayan bir kumanda panosu bulunmaktadır (Şekil-9.3). OGS de çeşitli ekipman grubundan oluşan bir üniteye ait gözlem bilgileri toplu olarak ekran üzerinde gözlenebilir. Bu durum 127 adet olan ünite tuşları (plant keys) ile sağlanır.

Bir üretim panosunda kesiciler, konveyörler ve çevresel gözlem algılayıcılarının hepsi bir tuşa görev verilerek buradan gelen veriler ekranda gözlenebilir.

OGS de iki ekranın bulunması uygundur. Birinci ekran ile genel bilgileri tam ekran boyutunda gösterilirken ikinci ekranda ise uyarı ve alarmlar, ek bilgi ve diyagramlar ve kumandalar kısmı olarak görüntülenir.



Ekran üzerinde gösterilen uyarı ve alarmlar aynı anda yazıcı tarafından kağıt üzerine kaydedilir. Yazıcı ile bir vardiyaya ait genel değerlendirme sonuçlarında

tablolar halinde verilebildiği gibi gerektiğinde ana bilgisayarla haberleşmede kullanılabilir. Özellikle grafiksel olarak ekranda gösterilen bilgilerin kağıt üzerine kopya edilmesi bir video printer ile gerçekleşir. Bununla ekran üzerindeki görüntülerin tümü kopya edilebilir.

Sisteme uygun elektronik kartların eklenmesiyle ana kumanda merkezinden en fazla 6 adet uzak terminal (Remote Terminal) bağlantısı yapılır. Bir uzak terminalin ana kumanda merkezine olan mesafesi en fazla 12 km. dir (Hekimoğlu, 1989)

9.2. Ocak Gözlem Sistemindeki Bilgisayar Program Donanımı

Sistemin program donanımı bir maden işletmesinde geçerli olan emniyet nizamnamelerine göre hazırlanan ayrıntılı bilgilerden oluşur. Bilgisayar program donanımı İngilizcedeki Maden İşletim Sistemi (Mine Operating System) kelimelerinden MINOS olarak türetilen geniş bir program grubundan oluşur.

OGS nin bütün fiziksel bağlantıları yapıldıktan sonra ünitelerin bilgisayara tanımlanması gerekmektedir. Tanımlama sırasında döngü, döngü içerisinde BTD lerin sırası, adedi ve daha sonrada BTD lere bağlanan dönüştürücü ve diğer bilgi kaynaklarına ait istenilen bilgiler verilir. Bu işlemler sırasında ölçümü yapılan verilerin sınır değerleri belirlenir.

OGS de sürekli gözlenen verilerin grafiksel olarak gösterimi de mümkün olabilmektedir. Üç tür grafik çizimi yapılabilir.

■ Son sekiz saate ait durum grafiği : Bu süre içerisindeki her 10 dakikaya karşı gelen değerlerin ortalaması dikkate alınır.

■ Son 32 saate ait durum grafiği : Bu süre içerisindeki her 40 dakikaya karşı gelen değerlerin ortalaması gözetilir.

■ Son 7 günlük süreye ait durum grafiği : Bu 7 günlük süre içerisindeki her 4 saate karşı gelen değerlerin ortalaması alınır.

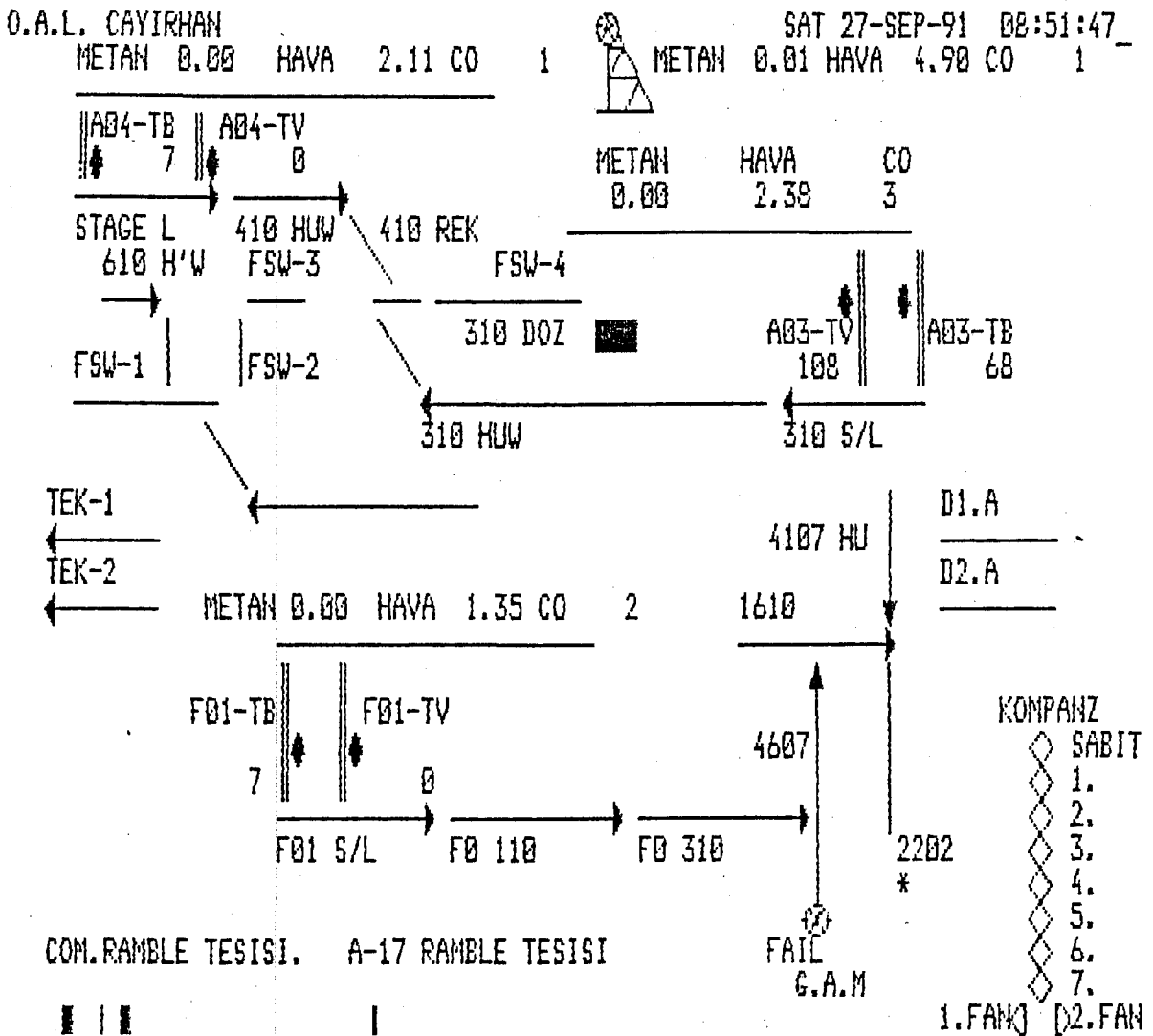
Ünite ve ekipmanların genel durumunun ekran üzerinde sürekli olarak gösterilmesi mimik diyagramlarla gerçekleşir. Bu mimik diyagram üzerinde analog ve digital veriler aynı anda gözlenebilir. Şekil-9.4.'de çeşitli üretim panolarına ait genel bir mimik diyagram görülmektedir. Burada konveyörler ve diğer ekipmanların çalışma konumları renklerle belirtilmektedir. Ayrıca gaz ve hava hızı ölçüm değerleriyle kesici makinaların güç değerleride sürekli olarak aynı anda okunabilmektedir.

9.3. OAL Ocaklarındaki Yerleşim ve Bağlantı

TKİ Kurumuna bağlı OAL Müessesinde tam mekanize kömür üretim projesi içersinde üretim emniyetli ve sürekli bir şekilde sağlanması amacıyla OGS nin uygulanmasına gidilmiştir. Bu amaçla söz konusu sistem İngiltere'den Hawker Siddeley Dynamics Engineering Ltd. Firmasından alınmıştır. Değişik ihtiyaçlara cevap veren algılayıcı ve dönüştürücülerinde edilmesi ihtiyacı karşılayan firma tarafından sağlanmıştır. Çevresel gözlem için kullanılan cihazlar Sieger firmasınca sağlanmıştır.

OAL de kullanılan OGS deki toplam döngü adedi 4 olup her döngüye en fazla 11 adet BTM monte edilmiştir. Bunların yerleşimi ve bağlantı düzeni üretim panolarının değişmesiyle değişebileceği gibi sabit kalan tesislerde bağlantı düzeni aynı şekilde sabit kalabilir.

Üst taban yollarına birer adet karbonmonoksit, metan ve hava hızı ölçen dönüştürücüler yerleştirilmiştir. Diğer kanallara güç, akım, voltaj, sıcaklık dönüştürücüleri yerleştirilir. OGS deki bant gözlem sisteminden daha sağlıklı sonuç elde etmek için her bir bant konveyör üzerine bir adet BTM bağlanması zorunludur. Ana bant konveyörlerin herbir ünitesine birer adet BTM ünitesi bağlanmıştır.



Şekil - 9.4.: OAL Müessesesine Ait Tipik Bir Mimik Diyagram

9.4. Sistemin İşleyişi ve Depolanış Şekli

OAL de sistem şu şekilde işlemektedir. Çevresel gözlem ve kullanılan diğer cihazlardan ölçülen veriler dönüştürücüler ve BTD ler ile digital ve analog verilere dönüştürülerek aktarıcılarla Ana Kumanda Merkezine iletilirler. Burada veriler işleme sokularak istenilen bilgiler ekranda gözlenir, grafik ve tablolar halinde alınabilir. Bu işlem sırasında, işleyişte aksaklık çıkarsa veya koşullar emniyet sınırlarını aşarsa sistem operatör tarafından durdurulur. Ayrıca çevresel koşulların ölçülmesi sırasında emniyet sınırı aşılsa sistem MINOS tarafından otomatik olarak durdurulur. Örneğin metan % 2 de uyarı % 4 ü aşması durumunda alarm verilir ve mekanize sistem durdurulur. Karbon Monoksit miktarında 20 ppm 'i aştığında birinci uyarı verilir ve bu artışın sebebi araştırılır.

Bilgiler 10 ar dakikalık zaman dilimlerine karşılık gelen verilerin printer'dan alınarak dosyalanması şeklindedir.

10. GÖZLEME SİSTEMİ VERİLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Kendiliğinden yanmaya yatkın ocaklarda ocak havasındaki CO oranının zaman içindeki gelişiminin gözlenmesi büyük öneme sahiptir. Sistemden alınan verilerin değerlendirilmesi ve anında yorumlanması gerekir. Bu işlem yeraltı ocağını ve ocaktaki üretim çalışmalarının gelişimini çok iyi bilen tecrübeli operatörler tarafından yapılabilmekle birlikte, verilerin bilgisayar ortamında değerlendirilmesi çok büyük yararlar sağlayabilir.

Verilerin anında işlenerek gaz oranları gelişiminin çizgisel veya çubuk diyagramlar şeklinde basılması, operatörün karar vermesinde etkin yardımcılar olabilir. Ancak bu ölçütler sadece gelen verilerin durumunu yansıtır. Yakın geçmişte alınan verilerin istatistiksel analize sokularak, yakın gelecek için gaz oranlarının alabileceği olası değerlerin tahmin edilmesi, operatöre çok daha yararlı bilgiler verebilecektir.

Bu amaçla bu çalışmada, gaz analiz verilerini bir kütükte depolayan, istatistiksel analize sokarak geleceğe yönelik tahminler türeten, belli sınır değerler aşıldığında uyarı mesajı veren bir bilgisayar paket programı geliştirilmiştir. Programın sınanması için TKİ Kurumuna bağlı OAL Müessesindeki tam mekanize kömür üretim projesinin bir parçası olarak uygulanan, yeraltı ocak gözleme sisteminin verileri kullanılmıştır.

OAL'de ocak gazlarından karbon monoksit,metan konsantrasyonu ve hava hızı değerleri sürekli ölçülen kriterlerdendir. Yeraltına yeryeştirilen sensörlerden gelen sinyaller yeryüzüne iletim sistemi ile iletilerek ana kumanda merkezine gelir, bu sinyaller bilgisayara aktarılarak burada işlenir ve elde edilen verilerde ocak normal değerlerinden sapma gözlenirse, operatörler tarafından sapmanın nedeni araştırılır.

Patlatma ve lokomotiflerden oluşan ani CO artışları operatör tarafından gözlenir ve bu pik değerler elimine edilir. Ancak devamlı bir artış gözlendiğinde operatörün durumu hemen yetkililere bildirerek gerekli önlemlerin alınması ve kızışmayla mücadelenin başlamasını sağlaması gerekir. Burada CO, CH₄ ve hava hızı değerleri sürekli ölçülmekte ve bu verilerin onar dakikalık zaman dilimlerine karşılık gelen değerleri her vardiya için kağıt üzerine basılmakta ve arşivlenerek saklanmaktadır. Bu verilerin grafiksel olarak alınmasında mümkündür. Grafikler histoğram şeklindedir ve CO, CH₄, hava hızı değerleri aynı anda yazıcıdan alınabilir (Şekil-10.1). Bütün veriler ve kayıtlar o anki ve öncesi değerler içindir. İleriki bir zaman için verilerin ne şekilde değişeceği üzerine bir çalışma yapılmamıştır.

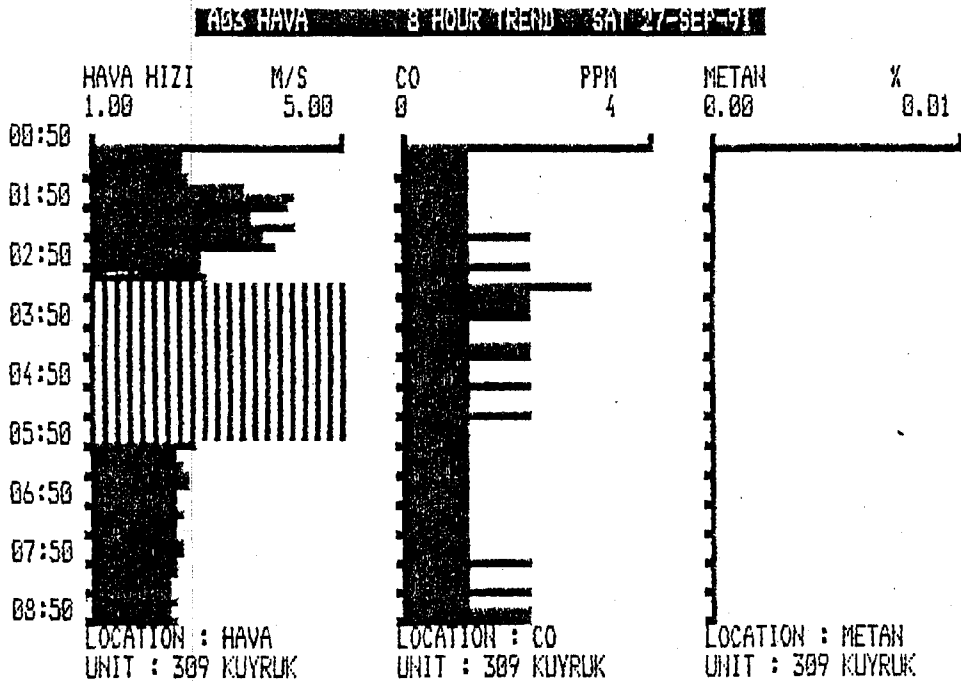
Bu çalışmada elde edilen CO gazının konsantrasyon değerlerinden yararlanılarak ileriki bir zaman için tahmin yapılmaktadır. Bu amaçla geliştirilen bilgisayar programı;

- CO ve diğer gaz verilerinin bir manyetik ortama kaydedilerek depolanması,
- Kaydedilen CO gaz konsantrasyonları ölçüm değerlerinin son 10 değeri alınarak bu değerlere uygun bir eğrinin seçilmesi,

Çizelge-10.1:OAL'deki Hava Hızı , Metan, CO, Verileri.

GÖZLEM HAVA 8 HOUR TREND SAH 27-SEP-91									
	HAVA HIZI	M/S	CO	PPM	METAN	%			
00:50	2.47	2.45	2.59	1	1	1	0.00	0.00	0.00
	3.45	4.29	4.10	1	1	1	0.00	0.00	0.00
01:50	3.50	4.24	3.78	1	1	2	0.00	0.00	0.00
	3.91	2.70	2.74	1	1	2	0.00	0.00	0.00
02:50	2.83	.	.	1	3	2	0.00	0.00	0.00
	.	.	.	2	2	1	0.00	0.00	0.00
03:50	.	.	.	1	2	2	0.00	0.00	0.00
	.	.	.	1	1	2	0.00	0.00	0.00
04:50	.	.	.	1	1	2	0.00	0.00	0.00
	.	.	2.65	1	1	1	0.00	0.00	0.00
05:50	2.38	2.47	2.53	1	1	1	0.00	0.00	0.00
	2.50	2.34	2.37	1	1	1	0.00	0.00	0.00
06:50	2.42	2.36	2.35	1	1	1	0.00	0.00	0.00
	2.42	2.45	2.31	1	1	2	0.00	0.00	0.00
07:50	2.38	2.28	2.29	1	1	2	0.00	0.00	0.00
	2.38	2.29	2.34	1	2	2	0.00	0.00	0.00
08:50									

LOCATION : HAVA LOCATION : CO LOCATION : METAN
UNIT : 309 KUYRUK UNIT : 309 KUYRUK UNIT : 309 KUYRUK



Şekil-10.1: Gözlem Verilerinin Grafiksel Olarak Gösterimi

- Regresyon ve korelasyon işlemlerine tabi tutulan verilerden korelasyon katsayısı en yüksek eğrinin seçilerek eğri denkleminin çıkartılması,
- Bu eğri denklemini yardımıyla ekstrapolasyon yaparak 3 saat sonrası için tahmin yapılması,
- Tahminler sonucunda CO değerlerinin ocak için belirlenen normal sınırları aşması durumunda sesli ve görüntülü olarak uyarılması,
- İstendiğinde kayda geçen her türlü bilginin grafik veya tablo şeklinde ekranda görülmesi ve yazıcıdan alınmasını sağlayan sistemin kurulmasını amaç edinmektedir.

Kendiliğinden yanmaya yatkın ocaklarda kızışma öncesinde kazanılan birkaç saatlik süre, kızışmaya karşı yapılacak olan mücadelenin başarı oranını arttıracaktır. Kızışma başlama aşamasında belirlenebilir ve ilerlemesi önlenir.

10.1. İstatistiksel Analiz

Sürekli olarak ölçülen ve kaydedilen CO değerlerinin zamanla değişiminin, istatistiksel olarak analiz edilmesiyle yapılan değerlendirme yararlı bilgiler sağlayacaktır. Bu analizde CO değişimine en uygun olan eğri denklemini belirlemek gereklidir. Bu eğri denkleminde yararlanılarak yakın dönemler için olası CO seviyeleri tahmin edilebilir.

Karbon Monoksit değerleri Y ekseninde, zaman değişimi X ekseninde gösterilebilir. X,Y koordinatlarında zamanın değişimine bağlı olarak CO değerleri işaretlenebilir.

10.1.1. Regresyon ve korelasyon analizi

Değişkenler arasındaki ilişkiler ya birlikte değişme ya da sebep-sonuç ilişkileri şeklinde olabilir. Birlikte değişmede değişkenler bakımından bir simetri söz konusudur. Bu tip analiz şeklinin aracı "korelasyon" dur. Buna karşılık değişkenler arasındaki sebep-sonuç ilişkileri "regresyon" ile analiz edilir. Kısaca denilebilir ki korelasyon ve regresyon arasında konuya yaklaşım tarzı açısından önemli fark vardır. Ancak aynı

anlama gelmeseler de korelasyon ve regresyon birbirlerine yakın hatta birbirlerini tanımlayan kavramlardır. Regresyon analizi yapılırken korelasyon analizine başvurmakta gerekmektedir. Çünkü çok yüksek bir korelasyon katsayısına sahip olmayan bir ilişkinin regresyon denklemine güvenilemez (Serper,1985).

Regresyon iki değişken arasındaki ortalama ilişkinin matematik bir fonksiyonla ifadesi, korelasyon ise ilişki derecesinin belirtilmesidir (Gürtan,1985).

Korelasyon katsayısı -1 ile +1 arasında değişir korelasyon katsayısının 1'e yaklaşması durumunda değişkenler arasında yüksek bir ilişki gözlenir. Sıfıra yaklaştığında ise ilişki azalır.

Karbon Monoksit değerleri regresyon ve korelasyon analizine tabi tutularak gelişimi en iyi temsil eden regresyon denklemi bulunur. Zaman ve CO arasındaki ilişki bir doğru veya eğri denklemi ile ifade edilebilir. Bu eğri tiplerinden yangın olaylarında CO gazının gösterdiği gelişime en uygun olanları seçilmiştir.

10.1.1.1. Doğrusal regresyon

Noktalar dağılımı diyagramında bir doğru şeklinde sıralanmışsa bu veriler doğrusal regresyona tabi tutulur. Sıfır orijinine göre regresyon doğrusu denklemi $Y=a+b X$ eşitliği ile ifade edilir. X serbest değişken , Y bağımlı değişkendir. a ve b parametreleri regresyon katsayılarıdır. a ve b katsayılarının hesaplanmasında şu normal denklemler kullanılmaktadır.

$$\Sigma Y = n.a+b.\Sigma X$$

$$\Sigma XY=a.\Sigma X+b.\Sigma X^2$$

Aynı normal denklemler ortalamalar orijinine göre yazılırsa,

$$\Sigma y = n.a+b.\Sigma x$$

$$\Sigma xy = a.\Sigma x+b.\Sigma x^2$$

olur. Ortalamalar orijinine göre normal denklemlerde, değerlerin aritmetik ortalamadan sapmalarının toplamı sıfır olacağından,

$$\sum x = 0$$

$$\sum x = 0$$

dır. Bu değerler denklemlerde yerine konursa denklem şu şekilde kısalır;

$$n \cdot a = 0$$

$$\sum xy = b \cdot \sum x^2$$

Buradan da,

$$a = 0$$

$$b = \frac{\sum xy}{\sum x^2}$$

sonucuna varılır.

b değerinden yararlanılarak a değeri şu şekilde bulunabilir. Doğrusal regresyon denkleminde;

$$Y = a + b \cdot X$$

Y ve X yerine bunları temsil eden ortalama değer yazılabilir.

Denklem;

$$Y = a + b \cdot X$$

şeklini alır. Buradan Y, X ve b değeri bilindiğinde a değeri de hesaplanabilir.

$$a = Y - b \cdot X$$

Korelasyon katsayısı ise;

$$r = \frac{\sum xy}{\sqrt{\sum x^2 \cdot \sum y^2}}$$

formülü ile hesaplanabilir.

10.1.1.2. Eğrisel regresyon ve korelasyon

Değişkenler arasındaki ilişki, çoğu zaman basit bir doğru fonksiyonu ile açıklanamayacak kadar karmaşıktır. Bu sebeple doğrusal bir regresyon denkleminin her zaman değişkenler arasındaki ilişkiyi yeter ölçüde ifade etmesi mümkün olmamaktadır. Bu durumda doğru yerine bir eğri kullanılması zorunlu hale gelir.

İki değişken arasındaki ilişki doğrusal olmadığında, serpilme diyagramının yolunu en iyi şekilde belirten bir eğri tipi araştırılır (Serper,1985). Eğrisel regresyon tiplerinden CO değerlerinin oluşturacağı dağılımları temsil edebilecek regresyon denklemleri şu şekilde belirlenmiştir.

$$Y = a + b \cdot X + c \cdot X^2 \quad (\text{Parabolik eğri denklemi})$$

$$Y = a \cdot X^b \quad (\text{Üstsel eğri denklemi})$$

$$y = a \cdot b^X \quad (\text{Üstsel eğri denklemi})$$

■ $Y = a + b.X + c.X^2$ eğri tipi regresyon

İkinci dereceden bir ilişkiyi ifade eden fonksiyona ait normal denklemler şunlardır;

$$\Sigma Y = n.a + b.\Sigma X + c.\Sigma X^2$$

$$\Sigma XY = a.\Sigma X + b.\Sigma X^2 + c.\Sigma X^3$$

$$\Sigma X^2Y = a.\Sigma X^2 + b.\Sigma X^3 + c.\Sigma X^4$$

X serisinin $\Sigma X = 0$ olacak şekilde düzenlenirse normal denklemler ve hesapları kısalabilir. Normal denklemler;

$$\Sigma Y = n.a + c.\Sigma X^2$$

$$\Sigma XY = b.\Sigma X^2$$

$$\Sigma X^2Y = a.\Sigma X^2 + c.\Sigma X^4$$

Şekline dönüşür.

x ve y değişkenleri aynı parametreleri ifade etmektedirler. a,b ve c katsayıları normal denklemlerin matris işlemleri ile çözümünden elde edilebilir.

a,b ve c katsayıları hesaplandığında regresyon eğrisinin denklemi yazılabilir. Bu denklem yardımıyla Y tahminlerinin standart hatası,

$$S_y = \sqrt{\frac{\Sigma(Y-Y')^2}{n}}$$

ifadesiyle hesaplanır ve dolayısıyla korelasyon indeksi

$$r = \sqrt{1 - \frac{S_y^2}{\sigma_y^2}}$$

formülüyle, iki değişken arasındaki ilişki hesaplanır.

Burada;

S_y : Standart hatayı

σ_y^2 : Varyans değerini

r : Korelasyon indeksi (0 <----> 1 arasında değişir)

değerlerini gösterir.

■ $Y = a.X^b$ ve $Y = a.b^X$ eğri tipi regresyon

Bu tipe uyan eğrilerin fonksiyonlarını belirlemek için denklemin her iki tarafının logaritması alınmalı ve fonksiyon doğru fonksiyonu haline dönüştürülmelidir.

$Y = a.X^b$ fonksiyonunun her iki tarafının logaritması alınırsa,

$$\log Y = \log a + b \cdot \log X$$

haline dönüşür. $\log Y = F$, $\log a = k$ ve $\log X = G$ dersek fonksiyon şu şekilde doğru denklemine dönüşür.

$$F = k + b \cdot G$$

Bu fonksiyonun k ve b parametreleri normal denklemler yardımıyla bulunur.

$$\sum F = n \cdot k + b \cdot \sum G$$

$$\sum GF = k \cdot \sum G + b \cdot \sum G^2$$

$\log a = k$ olduğundan a parametresini bulmak için k 'nin antilogaritmasını almak gerekecektir. Bu denklemden X ve Y logaritmik hale getirilmiştir. $Y = a.b^X$ fonksiyonunda

sadece Y'yi logaritmik olarak ifade etmek yeterli olmaktadır. Fonksiyonun her iki tarafının logaritması alındığında,

$$\log Y = \log a + X \cdot \log b$$

olur. Burada $\log Y=F$, $\log a=k$ ve $\log b=m$ dersek, fonksiyon;

$$F=k+m \cdot X$$

Bu doğru denklemde k ve m parametrelerini bulmak için normal denklemler;

$$\sum F = n \cdot k + n \cdot \sum X$$

$$\sum XF = k \cdot \sum X + m \cdot \sum X^2$$

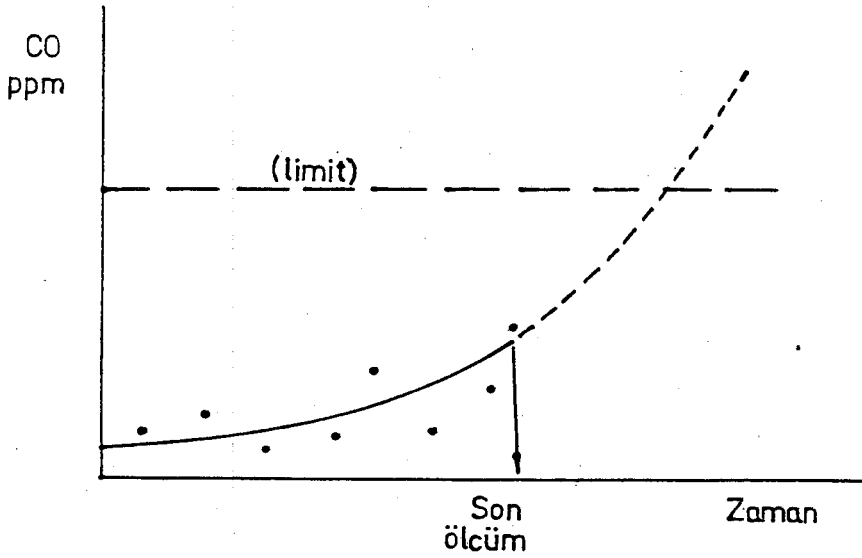
$\log a=k$ ve $\log b=m$ olduğundan, a ve b yi elde etmek için k ve m 'in antilogaritmalarını almak gerekir. Bulunan bu değerlerden yararlanılarak korelasyon katsayısı doğrusal regresyondaki gibi hesaplanır.

10.2. Regresyon Denklemi Yardımıyla Tahmin Yapma

Regresyon denklemleri iki değişken arasındaki ilişkinin fonksiyonel şeklini ortaya koyduğuna göre, bunlardan tahmin amacı ile yararlanmak mümkündür. Tahmin edilecek değerleri, gözlem sonuçları olan Y 'den ayırdedebilmek için Y' şeklinde göstermek gerekir. Gözlem sonuçlarına "Gerçek değerler" adını verebiliriz. Değişkenler arasındaki ilişki tam ve kesin yani korelasyon katsayısı +1 veya -1'e eşit olsaydı, gerçek değerler ile teorik değerler tıpatıp birbirine eşit olurdu (Serper,1985).

İstatistiksel analizde veriler doğrusal ve eğrisel regresyonlara tabi tutulmaktadır. Regresyon analizi yapıp, korelasyon katsayıları hesaplandıktan sonra korelasyon katsayısı en yüksek olan regresyon denklemini, ölçüm sonuçları trendini en iyi ifade eden denklem olduğu kabul edilmektedir. Sonraki zamanlarda CO

konsantrasyonunun alabileceği değerleri tahmin etmek için bu regresyon denklemi kullanılarak ekstrapolasyon yapılmaktadır. İstlenen sayıda birim zaman sonrası için değerler hesaplanmaktadır. Ancak, ele alınan verilerin oluşturduğu zaman aralığından daha fazla süre için tahmin yapmak hatalı olabilir. Bunun için CO verilerinin son değerinden itibaren birkaç saatlik bir zaman dilimi için tahmin uygun olacaktır (Şekil-10.2). Bu şekilde programın güvenilirliği artacaktır. Yapılan tahminlerin sınır değerleri aşması durumunda bilgisayar uyarı mesajları vermektedir.



Şekil-10.2 : Ekstrapolasyon

10.3. Ocak Gazları Bilgisayar Paket Programı

Ocak gazlarından CO değerlerini veri temeli olarak kabul eden ve bunları işleyen paket programın yapabileceği işler şu şekilde sıralanabilir.

- Bilgi girişi.
- İstlenen tarih girildiğinde o tarihe ait bilgilerin ekrandan ve yazıcıdan dökümü.
- Bilgi girişi esnasında yapılan hataların düzeltilmesi için bilgi değişikliği.
- Girilen bir bilginin tümünden hatalı olması durumunda o bilginin iptali.

- İstenilen iki tarih arasındaki bilgilerin ekrandan ve yazıcıdan alınması.
- Tüm kaydedilen bilgilerin ekrandan ve yazıcıdan alınması.
- CO değerlerini, 4 ayrı eğri tipi için regresyona tabi tutarak korelasyon katsayısı en yüksek olan regresyon denklemi yardımıyla ekstrapolasyon yaparak 3 saatlik bir zaman dilimi için tahminde bulunulması.
- İstenen bir tarihte CO değerlerinin grafik olarak görülmesi.
- Programın kullanımı ve bilgisayar donanımı hakkında olabilecek eksikliklerin açıklanması.
- Programın kullanımının sona ermesi.

Yeraltı ocak gazları ve regresyon, korelasyon hesapları paket programının ana menüsü Ek.3.a. da verilmektedir.

10.3.1 Verilerin depolanması

Yeraltında alınan gaz ölçüm değerlerinin manyetik bir alanda depolanması gereklidir. Veriler disk veya disket üzerine kaydedilerek paket programının kullanımına hazır halde bulunmalıdır. Paket programda verilerin depolanması bilgi girişi ile sağlanmaktadır. Veriler doğrudan erişimli dosyalar şeklinde depolanabilir. Doğrudan erişimli dosyalarla depo edilen verilere ulaşım doğrudan olmakta ve programın çalışma hızı artmaktadır. Ek.4.'de gaz ölçüm değerleri bilgi giriş formunu gösteren ve bu bilgileri depolayan gaz ölçüm değerleri bilgi giriş programı bulunmaktadır. Bu programda tarih (GG/AA/YYYY) gün, ay, yıl olarak, zaman (SS:DD) saat ve dakika olarak, CO (ppm) milyonda bir, diğer gazlarda yüzde (%) olarak verilmelidir. Veriler bilgi giriş formunda verilen açıklamaların karşılıklarına girildikten sonra bu bilgiler manyetik ortama kaydedilir. Kayıt işlemine devam edilecekse bilgi giriş formu yeniden gelir. Kayıt işlemi bittiğinde ana menüye yeniden dönülür. Her kayıt, random dosyaların özelliği olarak kayıt numarası alır. Bilgi giriş programının çalışma esnasındaki uygulaması Ek.4.a da verilmektedir.

10.3.2. Verilerin depolanması esnasındaki hataların giderilmesi

Veri bilgi giriş formunda açıklayıcı bilgiler olsada, verilerin depolanması sırasında yinede hatalar olmaktadır. Bu hataların düzeltilmesi iki şekilde yapılmaktadır.

10.3.2.1. Bilgi değişikliği

Aynı zaman dilimi içerisinde kaydedilen verilerin birkaçında normal değeri yerine farklı değerler bulunuyorsa bu hata bilgi değişikliği ile düzeltilebilir. Bilgi değişikliğinde, gaz ölçüm değerleri bilgi değişikliği formu devreye girer ve bu formdaki açıklayıcı bilgilerin karşısına daha önceden kaydedilen bilgiler gelir. Form üzerinde bilgi değişikliği yapılacak satır numaraları girilerek yapılan hata düzeltilebilir (ek. 6.a). Düzeltilen bilgiler yeni haliyle tekrar kaydedilerek ana menüye dönülür. Bilgi değişikliği programı Ek.6. 'da verilmektedir.

10.3.2.2. Bilgi iptali

Aynı tarih ve aynı zaman dilimi içerisinde kaydedilen bilgiler tümüyle hatalı veya kayıta bulunmaması gerekebilir. Bu durumda bilgiler bilgi iptali programı ile kayıttan çıkarılır, ancak gerekmedikçe bilgi iptali yapılmamalıdır. Bilgi iptali yapıldığında silinen kaydın yeri boş kalmaktadır. Bilgilerin yeniden sıralanarak kaydedilmesi hem zaman alıcı hemde aynı bilgilerin yeniden kaydedilmesini gerektirir.

10.3.3. Depolanan verilerin işlenmesi

Kayıtlı olan veriler yeniden görülmek istenebilir. Bu durumda veriler çeşitli şekillerde ekrandan veya yazıcıdan isteğe bağlı olarak alınabilir. Bunun için paket program içerisinde 4 bölüm ayrılmıştır.

10.3.3.1. Tarihe göre döküm

Belirli bir tarihteki gaz verileri yeniden görülmek istenebilir veya gerekebilir. Bu tarih girdi (Input) olarak verildiğinde tüm kayıtlar içinde sadece o tarihe ait bilgiler ekranda görülebilir veya yazıcıdan alınabilir (Ek. 5.a). Bu bilgilerin ekranda dökümü 15 satır halinde verilir. Başka bir tarihteki bilgiler görülmek istenmezse ana menüye dönlür. Tarihe göre döküm ile ilgili program Ek.5 'da verilmektedir.

10.3.3.2. Tarihler arası bilgiler

İstenen iki tarih arasındaki bilgilerin dökümü bu programda yapılmaktadır. Bilgisayara istenen zaman diliminin başlangıç ve bitiş tarihi verildiğinde program ilk ve son tarih arasındaki tüm kütük bilgileri içersinde aranan zaman dilimine ait bilgileri bularak ekrana veya yazıcıya dökacaktır. Düzenli kayıt yapıldığında, bu iki tarih arasındaki gün ve veri sayısını bulmak mümkün olmaktadır. Bununla ilgili program Ek.8 'de , uygulama Ek.8.a'da verilmektedir.

10.3.3.3. Tüm bilgilerin dökümü

Paket programın bu kısmında tüm bilgilerin dökümü yapılmaktadır. Döküm ekranda sayfa sayfa dökülmekte ve yazıcıdan sürekli olarak alınmaktadır. Tüm bilgilerin dökümü ile ilgili program Ek.9 'da verilmektedir. Programın uygulaması Ek.9.a 'da verilmektedir. Yazıcı ile ilgili uyarılar program içersinde yer almaktadır.

10.3.3.4. İstenen tarihte grafiksel döküm

Depolanan verilerin işlenmesiyle ilgili diğer programların dökümleri sayısal olarak verilmektedir. Sayısal değerlerin incelenmesi ve bir anlamda anlaşılması zor olmaktadır. Bu doğrultuda istenen bir tarihe ait bilgileri ekranda görüntüleyen bir program yapılmıştır (Ek.11). Programda bilgisayar ekranı 600 X 200 piksel olarak

belirlenmektedir. Ekran X,Y eksenleri çizilmekte, eksenler belirli aralıklara bölünerek CO ve Zaman verilerinin alabileceği değerler yazılmaktadır. Karbon Monoksit ve zaman değerleri ekranda normal olarak görüntülendiğinde çok küçük bir alanda görülmektedir. Bu nedenle veriler belirli katsayılarla çarpılarak ekran üzerinde rahatça görülebilir hale getirilir. Verilen tarihe ait bilgiler kütükten alınarak en büyük değeri bulunur ve ekranın Y eksenini bu en büyük değeriyle bölünerek düzenlenir. Karbon Monoksit verileri 30 ppm'in altında ise karbon monoksit verilerinin gösterildiği Y eksenini 30 birime bölünerek 10, 20, 30 ppm sınırları yatay çizgilerle gösterilir (Ek.11.a). Böylece grafiğin bu sınırları geçtiği anlar daha rahat görülebilir. Karbon monoksit verileri 30 ppm'in üzerinde ise Y eksenini 200 birime bölünür. Ekran üzerinde karbon monoksit 50, 100, 150 ppm'lik sınırları yatay kesikli çizgiyle gösterilir (Ek.11.b). Çizilen bu grafiklerin yazıcıdan alınması SHIFT + PRNSCR tuşlarıyla sağlanabilir. Ancak printer'in grafik moduna ayarlanması gereklidir.

10.3.4. Verilerin İstatistiksel Analize Sokulması

Yeraltında aralıklı veya sürekli olarak ölçülen CO verilerinin değişimi, istatistiksel olarak analiz edildiğinde daha yararlı ve kesin bilgiler edinilebilir. Bu amaçla en uygun regresyon denklemi bulunmalı ve bu eğri tipine göre işlemler sürdürülmelidir.

10.3.4.1. Regresyon denklemi ve korelasyon katsayısı

Sürekli olarak ölçülen gaz ölçüm verilerinin son 2 saatlik süre içindeki değerleri gözönüne alınarak regresyon analizine tabi tutulmaktadır. Ele alınan değerler sırasıyla doğrusal, parabolik, üstsel regresyona sokulmaktadır. Fonksiyon katsayıları ile birlikte korelasyon katsayıları da hesaplanmaktadır. Korelasyon değeri -1 ile +1 arasında değişmekte ve korelasyon katsayısı 1'e yaklaştığında eğri tipi ilişkiyi daha iyi temsil etmektedir. Korelasyon katsayısı en yüksek olan eğri denklemi seçilmekte, daha sonraki işlemler bu eğri denklemi yardımıyla sürdürülmektedir. Dört eğri tipine ait katsayılar ve korelasyon katsayısı ekranda görüntülenmektedir (Ek.10.a).

10.3.4.2. Ekstrapolasyon ve grafiksel gösterimi

Seçilen regresyon denklemi yardımıyla son değerden sonraki bir zaman dilimi için ekstrapolasyon yapmak mümkün olmaktadır. Son değerden sonraki zaman dilimi esnek olmakla beraber tahminin doğru olması açısından 3 saat olarak seçilebilir. Paket programın bu kısmında bu son değerlere ait normal grafik çizilmektedir. Bu grafiğin bitiş noktasına karşılık gelen CO ve zaman değeri alınmaktadır. Ekstrapolasyon işleminde zaman 10' ar dakikalık aralarla artmakta ve buna karşılık gelen CO değeri seçilen regresyon denklemi yardımıyla bulunmaktadır. Bulunan karbon monoksit verileri belirlenen oranları aştığında şu uyarı mesajları verilmektedir .

<u>ppm</u>	<u>Mesaj</u>
CO < 20	Uyarı verilmez
20 < CO < 30	Birinci uyarı
30 < CO < 50	İkinci uyarı
50 < CO < 200	Pus, Duman, Yangın başlangıcı

Bu şekilde yapılan tahminlerin gelecekteki gaz oranlarını her zaman tam olarak vermesi beklenmemelidir. Yapılan işlemler prensip olarak bir yaklaşımdır, mutlaka operatörün bilgi ve deneyimi ile desteklenmelidir. Uyarı mesajı alındığında operatör ocak koşullarını vakit geçirmeksizin değerlendirmeli, ocak amirini durumdan haberdar etmelidir.

10.4. Paket Programın Gerçek Verilerle Sınanması

Hazırlanan paket programın gerçek ocak verileriyle denenmesi gereklidir. Programın güvenilirliğini artırmak ve doğru çalışıp çalışmadığını kontrol için kendiliğinden yanmaya yatkın yeraltı kömür işletmesi verileriyle denenecek, kızışma öncesi verilerle kızışmanın başlama zamanı belirlenmeye çalışılmıştır.

10.4.1. O.A.L. Verileriyle Yapılan Denemeler

Paket program birden fazla işlevi yerine getirdiği için bunlar birer birer denenmiştir. Ancak, burada sadece verilerin normal seyrettiği durum, patlatma, lokomotif geçmesi ve yangın durumu ile ilgili örnekler verilecektir. Bu durumların bir normal grafikleri, birde regresyon sonucu yapılan ekstrapolasyon grafikleri verilmiştir.

10.4.1.1. Normal Verilerle Yapılan Deneme

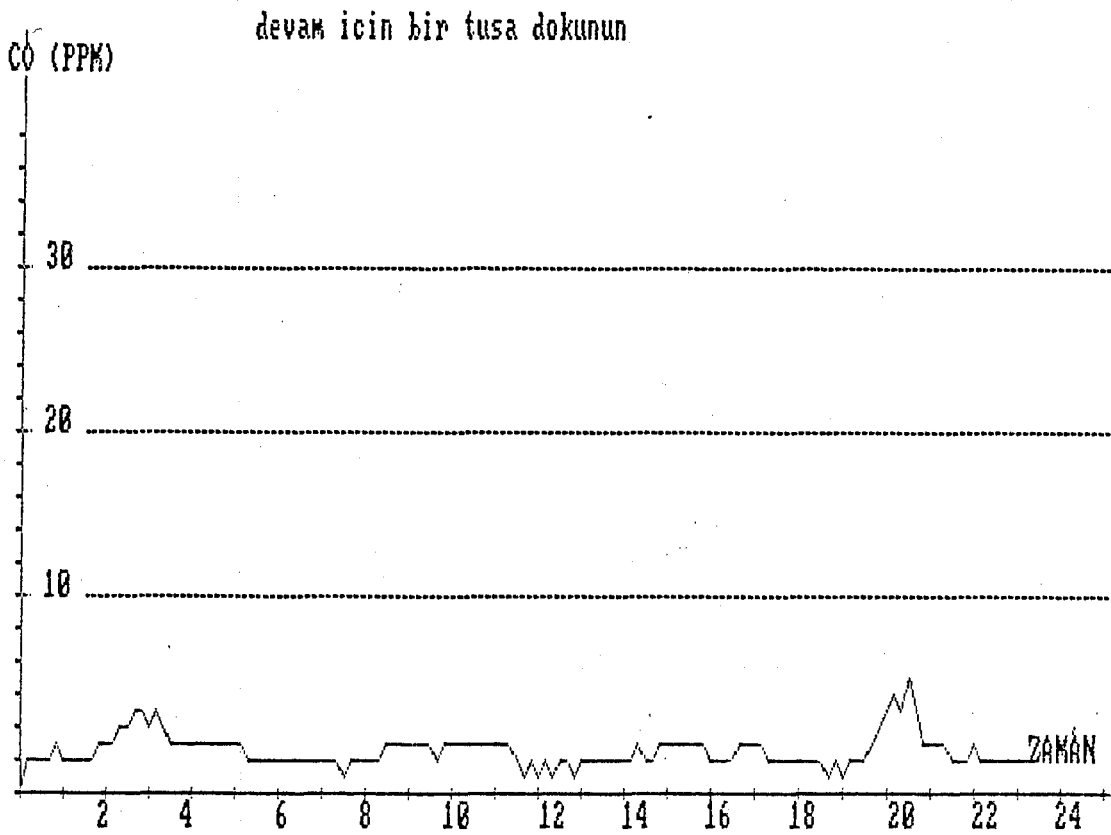
Burada ocağın CO ölçümlerinin normal seyrettiği 24 saatlik gaz verileri ele alınmıştır. OAL işletmesi A03 panosu, 31-12-1990 tarihli CO ölçüm değerleri 10'ar dakikalık zaman dilimi için alınmıştır. Verilerin sayısal gösterimi çizelge-10.2 'deki gibidir.

Verilerin operatörce bu şekilde gözle değerlendirilmesi zor olacağından, verilerin normal seviyenin altında ve üstünde seyrettiği anlar grafik şeklinde daha kolay ve çabuk görülecektir. Bu tarihe ait CO verilerinin grafiksel gösterimi Şekil-10.3 ' deki gibidir. CO artışındaki yükselmeler trendin tırmanışıyla rahatlıkla izlenebilir.

CO ölçümlerinin son on değeri alınarak regresyona tabi tutulur ve korelasyon katsayısı en yüksek olan eğri denklemi bulunur. Eğri denklemi yardımıyla ekstrapolasyon yapılarak CO değerlerinin ne şekilde devam edeceği tahmin edilmeye çalışılır.

Çizelge-10.2: A03 panosu 31-12-1990 tarihli CO ölçüm değerleri.

Zaman (Saat)	CO (ppm)											
00:00-02:00	2	1	2	2	2	1	2	2	1	2	1	1
02:00-04:00	1	1	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1
04:00-06:00	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
06:00-08:00	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
08:00-10:00	1	2	2	2	1	2	2	1	1	2	2	1
10:00-12:00	2	1	2	2	2	2	1	2	1	1	1	1
12:00-14:00	1	1	2	3	2	2	1	2	2	2	2	2
14:00-16:00	1	2	1	1	2	2	2	1	1	1	3	2
16:00-18:00	3	2	2	2	2	2	2	1	2	2	2	2
18:00-20:00	2	2	1	2	2	1	2	2	3	3	2	3
20:00-22:00	3	3	3	3	3	3	2	3	3	2	2	2
22:00-24:00	2	2	2	2	1	2	2	1	2	2	2	1



Şekil-10.3 : A03 panosu 31.12.1990 tarihli CO ölçüm değerleri

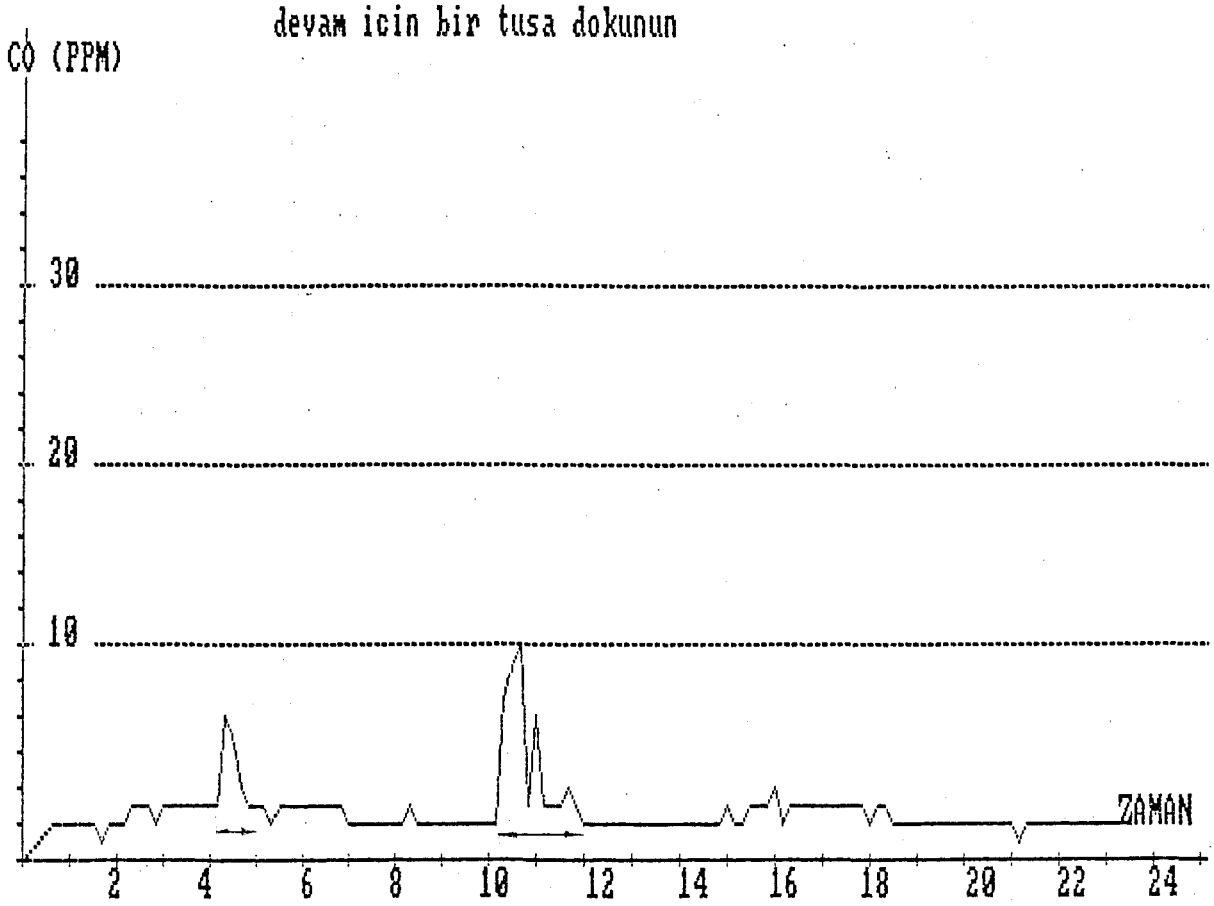
10.4.1.2. Yangın dışı CO gelirinın olmasđ durumu

OAL işletmesi A03 panosu 29.9.1990 tarihli CO ۆlçüm değerleri çizelge 10.3'deki gibidir.

Çizelge-10.3 : A03 panosu 29.9.1990 tarihli CO ۆlçüm değerleri

Zaman (Saat)	CO (ppm)
00:00-02:00	2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 1 2 2
02:00-04:00	2 3 3 3 2 3 3 3 3 3 3 3 3
04:00-06:00	3 8 7 4 3 3 3 2 3 3 3 3 3
06:00-08:00	3 3 3 3 3 2 2 2 2 2 2 2 2
08:00-10:00	2 3 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2
10:00-12:00	2 9 11 12 3 8 3 3 3 4 3 2
12:00-14:00	2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2
14:00-16:00	2 2 2 2 2 3 2 2 3 3 3 4
16:00-18:00	2 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 2
18:00-20:00	3 3 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2
20:00-22:00	2 2 2 2 2 2 1 2 2 2 2 2
22:00-24:00	2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2

Veriler Şekil-10.4 deki gibi grafiksel olarak incelendiğinde patlatma sırasındaki CO tırmanışı gۆrۆlmektedir.



Şekil-10.4 : Patlatma sırasındaki CO tırmanışı

Patlatma işleminin yapıldığı zaman dilimi gözlenmekte ve trenddeki tırmanışın nedeni operatör tarafından irdelenmektedir. Eğer trendde artış gözlemlendiğinde patlatma yapılmadıysa bunun nedeni operatör tarafından araştırılmalıdır. Bu durumda ortaya sensörün ölçüm yaptığı bölgeden lokomotifin geçtiği düşünülebilir. Lokomotifin oluşturacağı CO artışında Şekil-10.4 ' deki gibidir. Bu tırmanışın, elde edilen gözlemlerle 20 ppm'in üzerine çıkmadığı belirlenmiştir. Her lokomotif geçişinde ve patlatma işleminde CO değerleri 10 ppm'e yakın veya bu limitin üzerine çıkacaktır. İlk uyarı sınırı 20 ppm olarak kabul edildiğinde bu şekildeki pikler elimine edilmiş olacaktır. Ancak, yine de grafik olarak gözlenilebilecektir.

10.4.1.3. Kızışmanın oluştuğu anda ölçölen verilerle yapılan uygulama

OAL işletmesinde 1989 yılında A02 panosunda kızışma olayıyla karşılaşılmıştır. Kızışma süresince CO, metan ve hava hızı değerleri düzenli bir şekilde kaydedilmiş, CO miktarı 200 ppm 'e kadar fırlamıştır. Tam mekanize sistemin kazı hızı arttırılarak kızışma açık alevli yangına dönüşmeden bastırılmıştır. Bunun sonucunda CO miktarı yavaş yavaş azalarak normal seviyesine inmiştir. Yapılan çalışmada kızışmanın başlama anındaki veriler kullanılmıştır. Kızışma olayının başladığı 2.1.1989 tarihli CO verileri Çizelge-10.4 'deki gibidir.

Çizelge-10.4: Kızışma olayının başlaması sırasındaki CO verileri

Zaman (Saat)	CO (ppm)											
00:00-02:00	2	2	2	2	2	3	1	3	3	2	2	2
02:00-04:00	1	2	1	2	5	4	9	11	15	17	20	24
04:00-06:00	34	25	22	22	83	114	121	115	114	125	112	116
06:00-08:00	125	122	115	99	100	113	126	128	109	99	93	79
08:00-10:00	84	90	94	96	99	97	95	97	94	96	96	93
10:00-12:00	93	96	97	100	99	101	107	110	111	117	126	136
12:00-14:00	139	130	133	134	133	139	149	155	162	169	173	192
14:00-16:00	192	194	194	194	200	200	200	200	200	200	200	200
16:00-18:00	154	167	162	167	166	177	177	170	164	171	175	172
18:00-20:00	171	160	164	177	186	194	194	191	187	196	191	197
20:00-22:00	193	186	191	177	142	144	152	157	165	162	159	183
22:00-24:00	175	189	149	126	144	143	131	131	135	140	142	146

CO verileri normal seviyede seyrederken belirli bir tırmanışa geçmektedir (Şekil-10.5). Bunlar regresyona tabi tutularak en yüksek korelasyon katsayısına sahip eğri denklemi yardımıyla ekstrapolasyon yapılır ve limit olarak belirlenen Karbon Monoksit değerlerini aştığında uyarı mesajı verilir. Regresyona tabi tutulan değerlerin 4 eğri tipine ait regresyon ve korelasyon katsayıları Çizelge-10.5 'deki gibidir. Ekstrapolasyona başlanan değerle CO limitini aştığı andaki değer arasındaki

zaman farkı alınarak kaç dakika sonrası için uyarı mesajı verileceği belirlenir. Yapılan istatistiksel analizde önemli olan ilk uyarıdır(Şekil-10.6).

Çizelge-10.5: Regresyon ve Korelasyon katsayıları

DOGRUSAL REGRESYON

B= -8.660844E-04

A= 3.575211

KORELASYON KAT= -.7984646

Y = A + B*X + C*X^2 EGRI TIPI REGRESYON

A= -.206196

B= 5.618996E-03

C= 7.841111E-06

KORELASYON IND= .9141636

Y = A * B^X EGRI TIPI REGRESYON

A= 3.601484

B= .9996728

KORELASYON KAT= -.8314635

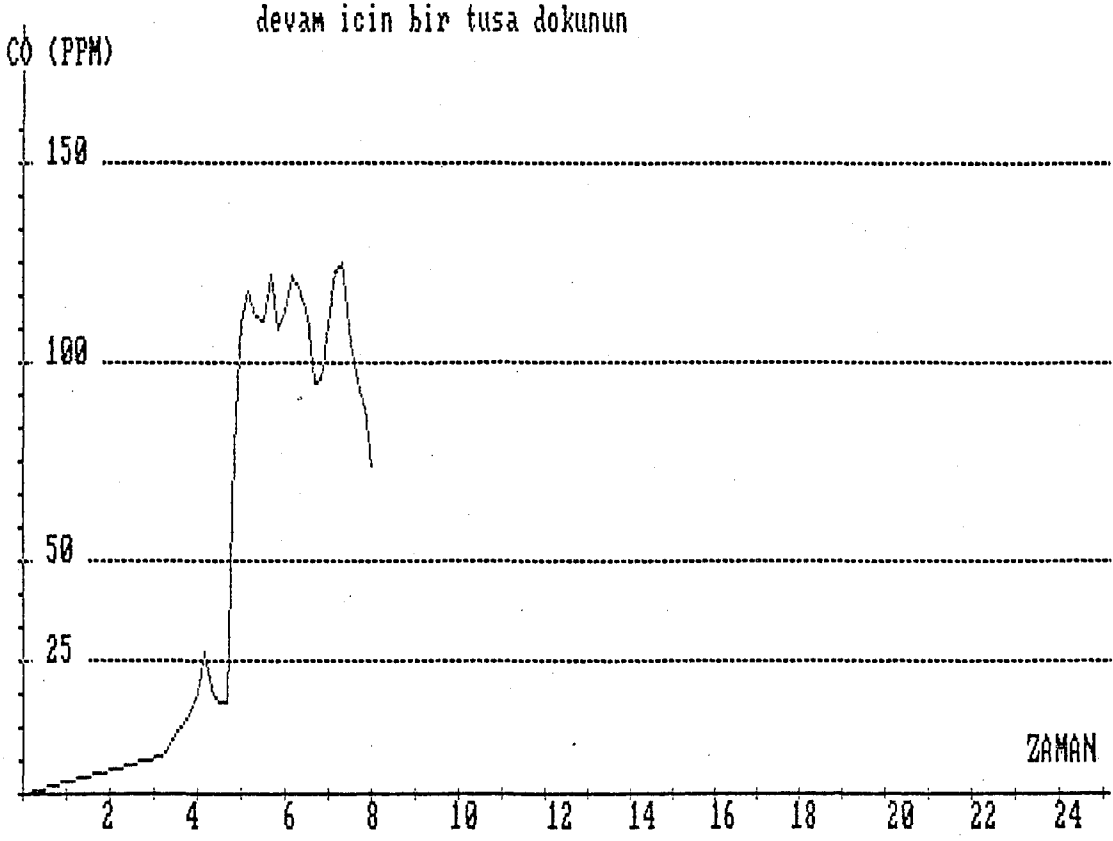
Y = A * X^B EGRI TIPI REGRESYON

A= 7.69755E+22

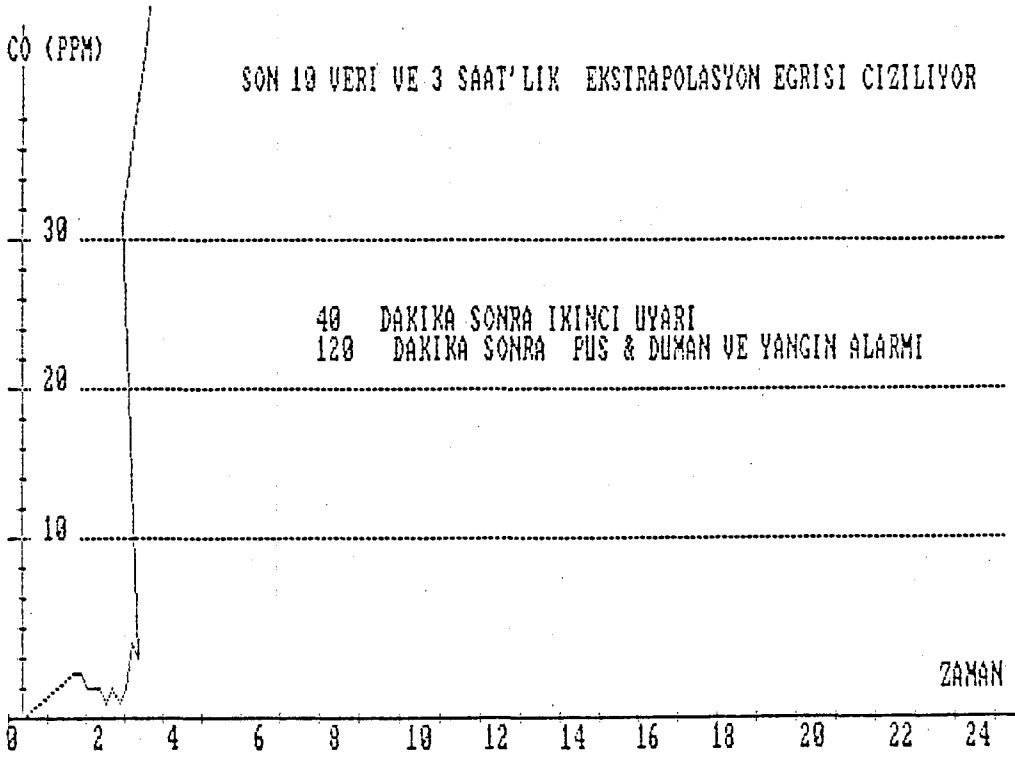
B= -8.291695

KORELASYON KAT= -.9596894

Yapılan paket programda CO verilerinin sürekli bir formda geleceği düşünülerek grafiklerde zamanın ilk değeri her zaman orijin ile birleştirilir. Bu nedenle ilk değerden önceki grafik düzgün bir şekilde olmayabilir, Değerlendirme sırasında dikkate alınmamalıdır.



Şekil-10.5: CO değerlerinin artışının gözlenmesi



Şekil-10.6 : Ekstrapolasyona tabi tutulan eğri denklemleri yardımıyla ilk uyarı.

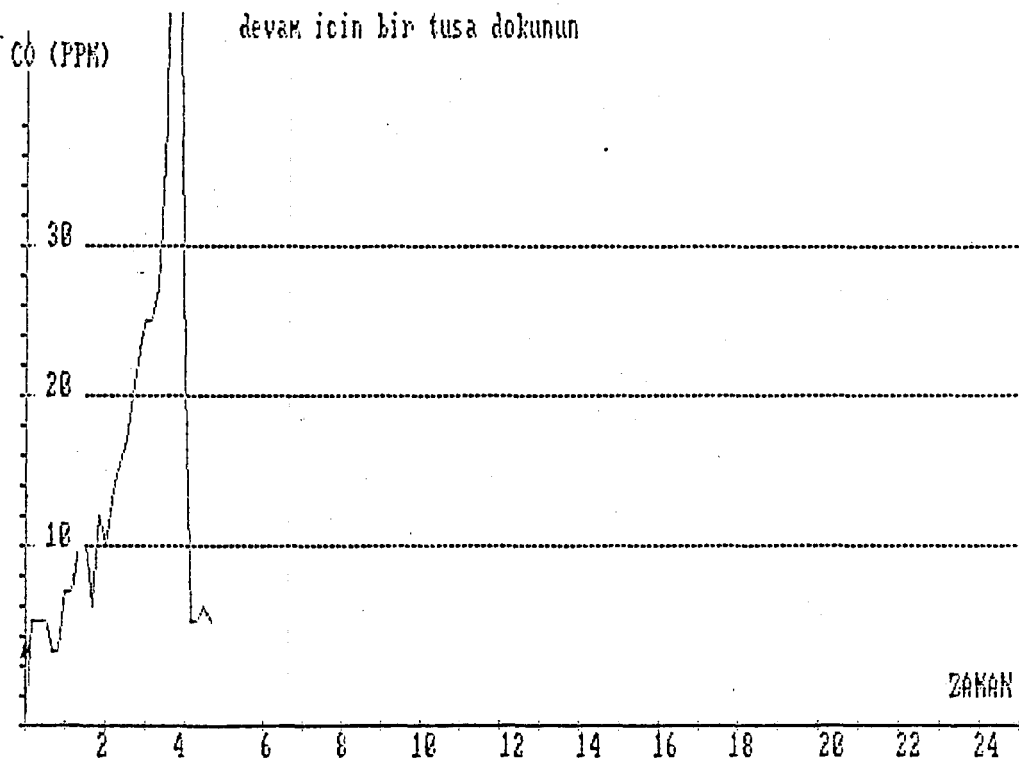
10.4.2. Manüel Ölçüm Yapılan Ocak Verileriyle Yapılan Uygulama

Paket program sürekli gözleme sistemi verileri için yapılmasına karşın elle ölçüm yapılan ocaklardada uygulanabilir. Ancak, paket programa 10 ' ar dakikalık veriler yerine günlük veriler girileceğinden yapılan uyarılarda 10 dakika bir gün olarak kabul edilmelidir. Zonguldak havzasında yangın öncesi ve barajlanma sonrası yapılan ölçüm değerleri Çizelge-10.6 ' de ki gibidir (Ayvazoğlu, 1978).

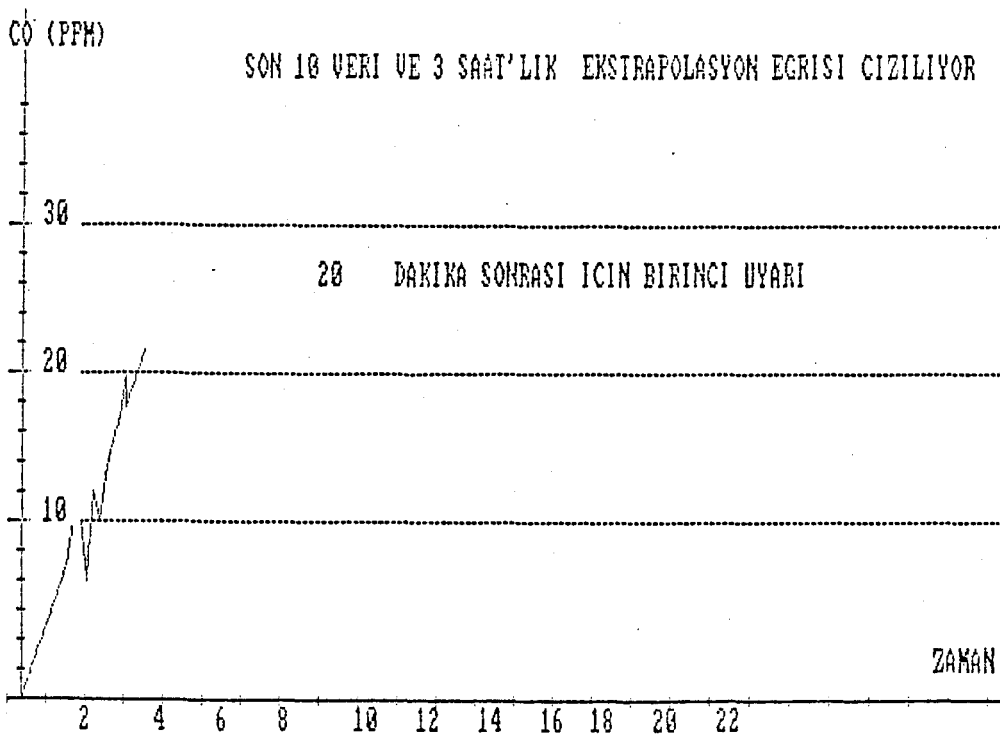
Çizelge-10.6: Zonguldak havzası manuel ölçüm verileri

Tarih	Num. alındığı yer	Hava mik.	CH4 (%)	O2 (%)	CO2 (%)	CO (ppm)	Düşünceler
5.11.1975	Pano umumi çıkışı	360	0.5			7	
7.11.1975	Pano umumi çıkışı	312	0.5			7	
9.11.1975	Pano umumi çıkışı	336	0.5			7	
11.11.1975	Pano umumi çıkışı	336	0.5			5	
13.11.1975	Pano umumi çıkışı	360	0.5			5	
15.11.1975	Pano umumi çıkışı	380	0.5			9	
17.11.1975	Pano umumi çıkışı	396	0.6			9	
19.11.1975	Pano umumi çıkışı	329	0.5			12	
21.11.1975	Pano umumi çıkışı	348	0.5			12	
23.11.1975	Pano umumi çıkışı	320	0.6			8	
24.11.1975	Pano umumi çıkışı	300	0.6			14	V.III.
24.11.1975	Pano umumi çıkışı		0.7			12	V.II.
24.11.1975	Pano umumi çıkışı		0.6			15	V.I.
26.11.1975	Pano umumi çıkışı	397	0.4			17	
27.11.1975	Pano umumi çıkışı	255	0.5			19	Saat 14:00
28.11.1975	Pano umumi çıkışı	280	0.6			22	Saat 01:00
28.11.1975	Pano umumi çıkışı	186	0.65			25	Saat 14:55
28.11.1975	pano umumi çıkışı	273	0.65			27	Saat 17:00
28.11.1975	Pano umumi çıkışı	273	0.65			27	
29.11.1975	Pano umumi çıkışı	231	0.7			29	Pano kapatıldı
30.11.1975	üst baraj kaçağı	105	7	20		40	
1.12.1975	Üst baraj		7	14.5	1.5	70	Baraj kaçırıyor
4.12.1975	üst baraj		8.5	11	3	53	Baraj takviyesi
11.12.1975	üst baraj		9	6	2.5	23	Dengeleme
26.12.1975	üst baraj		10	5	2.5	7	
2.1.1976	üst baraj		10	3.6	4	8	
7.12.1976	üst baraj		7	10.5	3	7	

Bu veriler bilgisayara girildiğinde grafik olarak gösterimi Şekil-10.7 'deki gibidir. Regresyona tabi tutulan değerlerin korelasyon katsayıları hesaplanmakta ve değerlere en uygun veri tipi seçilerek ekstrapolasyona sokulmaktadır. CO değerlerindeki tırmanış limit değerleri aştığında uyarı mesajı verilmektedir.(Şekil-10.8).



Şekil-10.7 :Manuel ölçüm değerlerinin grafiksel gösterimi



Şekil-10.8 : Manuel ölçüm değerleriyle yapılan tahmin

11. SONUÇ VE ÖNERİLER

Kendiliğinden yanmaya yatkın ocaklarda ocak havasındaki CO oranının zaman içindeki gelişiminin gözlenmesi büyük önem taşımaktadır. Çünkü, dedektör gazları içinde en belirgin olanı CO 'tir. Bu gazın diğer gazlara oranı %95' i aşmakta, diğer gazlara oranla çok daha düşük sıcaklıklarda ilk belirgin artışı göstermektedir. CO 50 °C gibi düşük bir sıcaklıkta önemli artışlar göstermektedir, diğer gazlarda ise 100 °C 'ye kadar önemli değişiklikler gözlenmemektedir. Bu saptamalardan çıkartılan en önemli sonuç ise, kızışmanın gelişimini en iyi işaret eden yangın gazının CO olduğudur.

Gözleme sistemlerinde CO konsantrasyonu sürekli olarak ölçülmeli ve bu verilerden en iyi şekilde yararlanılmalıdır. Sistemden alınan verilerin değerlendirilmesi ve anında yorumlanması gerekir. Bu işlem yeraltı ocağını ve ocaktaki üretim çalışmalarının gelişimini çok iyi bilen tecrübeli operatörler tarafından yapılabilmeyle birlikte, verilerin bilgisayar ortamında değerlendirilmesi çok büyük yararlar sağlayabilir.

Verilerin anında işlenerek gaz oranları gelişiminin çizgisel veya çubuk diyagramlar şeklinde basılması, operatörün karar vermesinde etkin yardımcıları olabilir. Ancak, bu ölçütler sadece gelen verilerin durumunu yansıtır. Yakın geçmişte alınan verilerin istatistiksel analize sokularak, yakın gelecek için gaz oranlarının olabileceği olası değerlerin tahmin edilmesi, operatöre çok daha yararlı bilgiler verecektir.

Bu amaçla yapılan çalışmada, gaz analiz verilerini bir manyetik alanda depolayan, depolanan verilerin işlenmesini sağlayan, istatistiksel analize sokarak geleceğe yönelik tahminler türeten, belli sınır değerler aşıldığında uyarı mesajı veren bir bilgisayar paket programı geliştirilmiştir.

Hazırlanan paket program sürekli gözleme sisteminden gelen CO ölçüm verilerini kütükte depolamakta, günlük gaz verilerinin değişimini grafik olarak basmaktadır. Yakın gelecekte CO gazının alabileceği olası değerleri tahmin etmek için, son 10 veriyi istatistiksel analize sokarak sonuçları yine grafiksel olarak basmaktadır. Bu değerler tehlike sınırlarını aşarsa uyarı mesajı vermekte, ne kadar süre sonra yangınla

karşılaşılabileceği ikaz edilmektedir. Paket program değişik durumlardaki CO verileriyle denenerek zamana bağlı grafikleri çizilmiş, ikaz sinyallerinin yangını doğru olarak gösterip göstermediği kontrol edilmiştir. Paket programda, İlk uyarı limiti olarak CO konsantrasyonunun 20 ppm' i aşması kabul edilmekte, 30 ppm ile 50 ppm arası İkinci uyarı , ve 50 ppm ile 200 ppm arası Pus-Duman olarak uyarılmaktadır. Ölçüm aygıtları 200 ppm' in üzerini ölçmediğinden son uyarı sınırı 200 ppm olarak kabul edilmiştir. OAL verileriyle yapılan uygulamada CO artışının gözlemlendiği andan itibaren 50 dakika sonra yangının başlayacağı uyarılmıştır. Zonguldak yöresinde olmuş olan bir yangından alınan verilerle paket program sınıandığında iki gün önceden yangının olabileceği belirlenmektedir. Değişik oranlardaki CO verileri için yapılan sınamalarda aynı şekilde uyarılmaktadır.

Bu şekilde yapılan tahminlerin gelecekteki gaz oranlarının her zaman tam olarak vermesi beklenmemelidir. Yapılan işlemler prensip olarak bir yaklaşımdır, mutlaka operatörün bilgi ve deneyimi ile desteklenmelidir. Uyarı mesajı alındığında operatör ocak koşullarını zaman geçirmeksizin değerlendirmeli, ocak amirini durumdan haberdar etmelidir. Ana kumanda merkezinde sistem düzenli kontrol, bakım ve kayıtların değerlendirilmesi ile yüksek bir emniyet seviyesine ulaşılabilir.

Pakat program baz olarak kabul edilen CO verilerinin yanısıra diğer gazların ve oranlarında eklenmesiyle daha güvenilir olabilir. Değişik indeksler ve CO konsantrasyonundan yararlanılarak yapılan uyarılar birlikte yorumlandığında elde edilecek sonuç, daha emniyetli olacaktır.

KAYNAKLAR

- ARIOĞLU, E. , Haziran 1985, İstanbul, Yeraltı kömür madenciliğinde yangına karşı savaşta azot enjeksiyonu
- AYVAZOĞLU, E. , Türkiye 1. kömür kongresi, 1978, EKİ kozlu bölgesi çay ve acılık kömürlerinin,oksidasyonun erken tesbiti yönünden incelenmesi, s. 539-563
- AYVAZOĞLU, E.,1986, Madenlerde havalandırma ve emniyet, İTÜ yayınları No:12
- BANARJEE, S.C., CHAKRAVORTY R.,May 1972, Heatings in coal mines, Colliery Guardian pp. 230-232
- CHAMBERLAIN, E.A. et. al., 1970, The ambient temparatüre oxidation of coal in relation to the early detection of spontaneous heating, Mining Engineer, No:121, pp.1-16
- CHAMBERLAIN, E.A. et. al., 1970, Recent developments in the continous monitöring of mine air for the detection of spontaneous combustion, Proc. Symp. Prevention of Spontaneous Combustion, Harrugate
- CHAMBERLAIN, E.A., HALL D., Feb 1973, The liability of coals to spontaneous combustion, Colliery Guardian, pp. 65-72
- CHAKRAVORTY, R., WOOLF, R.L., 1980, Evaluation of system for early detection of spontaneous combustion in coal mines, 2nd Int. Mine Vent. Congress, pp.429-436
- CHAKRAVORTY, R., KOLADO, R., October 1988, Prevention and control of spontaneous combustion in coal mines, Mining Engineering
- CHAKRAVORTY, R., FENG, K., January 1978, Studies on the early detection of spontaneous combustion in a hydroulic mine, pp.83-91
- COWARD, H.F., 1957, Research on spontaneous combustion of coal in mines _ A review, NCB Research Report, No:142
- CUDMORE, J.F.,October 1964, Spontaneous Combustion of the greta seam, Colliery Guardian, p.209
- GILL, F., BROWNING, E., February 1971, Spontaneous combustion in coal mines, Colliery Guardian, pp. 79-85
- GRAHAM, J.I., 1921, The normal production of CO in coal mines, Trans.INS. Min. Engrs. pp. 222-234

KAYNAKLAR (devam)

- GÜRTAN, K.,1985, İstatistik ve Araştırma Metodları, İstanbul, S. 513-635
- HEKİMOĞLU, O.Z., KARAMAN, H., ve DEMİR, İ.,1989, OAL'de Ocak Gözlem sisteminin Pratik Uygulamaları, Madencilik Dergisi, Eylül 1989, s. 13-22
- KİTAGAWA T., 1959, Detection of underground spontaneous combustion in it's early stage with detector, 10 th Int. Cong. of Directors of mine safety,sept.1957
- KOENNING, T., BRUCE, W., 1989, Mine Fire Indicators, 4th us mine vent. symp., Berkely 1989
- LORD, S.B., 1986, Some aspect of spontaneous combustion control, The mining engineer, May 1986, pp.479-487
- MACKENZIE, W., STRANG, J., 1990, Fire gases and their interpretation, Min. Eng., June 1990, pp. 470-479
- MORRIS, R., 1988, A new fire ratio for detirmining conditions in sealed areas, Min. Eng. Feb. 1988, pp.369-375
- ÖNCE, G.,SARAÇ, S., 1986, Madenlerde Havalandırma, T. C. Anadolu Üniversitesi yayınları No: 151, 1986, S.249-260
- PARTINGTON, J.R.,1919, On the oxidation of coal, Chem. News, 1919, No:118, pp. 50-51
- PURSALL, B.R.,1968, New methods for the early detection of spontaneous combuntion heating in coal mines, İnt. Congress on Ventilation, 1968
- SARAÇ,S, 1991, Yeraltı ocaklarında kendiliğinden yanma, Ders notları, Anadolu Üniversitesi Müh. Mim. Fak., 1991
- SERPER, Ö., 1986, Uygulumsal İstatistik 2, Filiz kitabevi, İstanbul 1986, S. 281-352

EK 1. GİRİŞ

```
100 REM *****
110 REM          GIRIS
120 REM AUTHOR   : ERCAN ÇAKIROĞLU
130 REM OCCUPATION : MADEN MUHENDİSİ
140 REM          IBM PERSONAL COMPUTER
150 REM *****
160 SCREEN 2
170 VIEW(1,1)-(639,199),1,1
180 VIEW(40,20)-(600,60),0,1
190 VIEW(40,80)-(600,160),0,1
200 VIEW(40,180)-(600,195),0,1
210 VIEW
220 LOCATE 4,35:PRINT "T.C."
230 LOCATE 5,20:PRINT "ANADOLU ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ "
240 LOCATE 6,21:PRINT "ENSTİTUSU MADEN İŞLETME ANABİLİM"
250 LOCATE 7,18:PRINT "DALINDA MASTER TEZİ İÇİN HAZIRLANMIŞTIR."
260 LOCATE 13,10:PRINT "KONU=YERALTI KÖMÜR MADENCİLİĞİNDE
KENDİLİĞİNDE "
270 LOCATE 14,15:PRINT "YANMA OLAYININ ERKEN TESBİT EDİLEREK
UYARILMASI."
280 LOCATE 15,10:PRINT "HAZIRLAYAN : MAD. MUH. Ercan ÇAKIROĞLU "
290 LOCATE 16,10:PRINT "DANIŞMAN   : YRD. DOÇ. DR. Saim SARAC
300 LOCATE 17,10:PRINT "TARİH     : EYLÜL / 1991
310 LOCATE 18,10:PRINT "YAZILIM DİLİ : GWBASIC
320 LOCATE 24,25:PRINT "DEVAM İÇİN BİR TUŞA DOKUNUN .....!"
330 D$=INKEY$:IF D$="" THEN 330
340 CLS
350 CHAIN "GAZ-MENU"
360 REM SAVE"MADMUH"
```

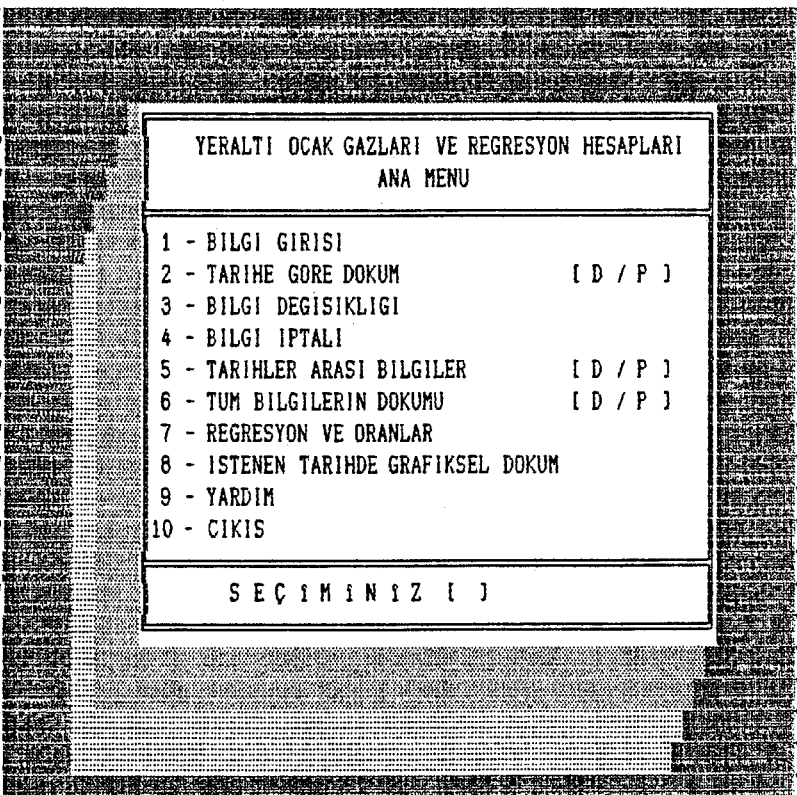

EK 2. PAKET PROGRAM'IN AÇIKLAMASI

```
100 REM *****
110 REM PAKET PROGRAMIN KULLANIMI
120 REM AUTHOR   : ERCAN CAKIROGLU
130 REM OCCUPATION: MADEN MUHENDISI
140 REM IBM PERSONAL COMPUTER
150 REM *****
160 CLS :KEY OFF
170 PRINT "                DIKKAT EDİLMESİ GEREKEN HUSUSLAR                "
180 PRINT
190 PRINT "          **   Paket program üst seviye programlama dillerinden   "
200 PRINT "          GWBASIC 'LE yazılmıştır. Paket programın çalıştırılma- "
210 PRINT "          bilmesi için bilgisayarın GWBASIC 'le yüklenmiş   "
220 PRINT "          olması gereklidir.                                     "
230 PRINT "          **   Paket program içerisinde grafiklerin bulunması bil- "
240 PRINT "          gisayarın grafik kartının olmasını gerektirmektedir. "
250 PRINT "          Kartı bulunmayan bilgisayarlarda ekranın grafik modu- "
260 PRINT "          na getirilmesi gerekir. Ekran (640 x 200) piksellik "
270 PRINT "          CGA kartı ile yüklenebilir.                             "
280 PRINT "          **   Paket program içerisindeki grafiklerin printerden "
290 PRINT "          alınabilmesi için bilgisayarın printere uyarlanma- "
300 PRINT "          sı gerekmektedir. Grafikler basic programlama di- "
310 PRINT "          linde direk olarak printerden alınamadığı için ekran "
320 PRINT "          üzerindeki görüntü SHIFT + PRN SCR Tuşlarına bir- "
330 PRINT "          likte dokunulmasıyla printerden alınabilir.         "
340 LOCATE 22,20:PRINT "DEVAM İÇİN BİR TUŞA DOKUNUN ....."
350 WHILE INKEY#="" :WEND
360 LOCATE 1,1:PRINT STRING$(80,32):CLS
370 PRINT "          **   Paket programın kullanılması esnasında girilen veri- "
380 PRINT "          lerin özellikle CO (Karbon monoksit) miktarlarının "
390 PRINT "          negatif ve sıfır girilmemesi gerekmektedir.         "
400 PRINT "          **   Zorunlu kalınmadığı takdirde bilgi iptali yapılma- "
410 PRINT "          malıdır.                                               "
420 PRINT "          **   Paket programı kullanan kuruluş paket programın bir "
430 PRINT "          yedeğini bulundurmalı ve kutuktaki bilgileri ikinci "
440 PRINT "          bir yere kaydetmesi emniyet açısından yararlı olacak- "
450 PRINT "          tır.                                                  "
460 PRINT "          **   YANGINSIZ VE SORUNSUZ GUNLER DİLEĞİYLE.....!"
470 LOCATE 22,20:PRINT "DEVAM İÇİN TUŞA DOKUNUN ....."
480 WHILE INKEY#="" :WEND:CHAIN"GAZ-MENU"
490 REM SAVE"GYA-BIL"
```

EK 3. ANA MENU

10 SCREEN 0,0,0
20 REM BU PROGRAM YERALTI KOMUR OCAKLARINDA KENDILIGINDEN YANMA OLAYININ ERKEN TESPITI ICIN YAPILMISTIR.
30 REM AUTHOR :ERCAN CAKIROGLU
40 REM OCCUPATION :MADEN MUHENDISI
50 REM ODA SICIL NO :5200
60 REM DATE :13/7/1991 (JULY)
70 REM COMPUTER : IBM PERSONAL COMPUTER
80 CLS : KEY OFF

90 PRINT "
100 PRINT "
110 PRINT "
120 PRINT "
130 PRINT "
140 PRINT "
150 PRINT "
160 PRINT "
170 PRINT "
180 PRINT "
190 PRINT "
200 PRINT "
210 PRINT "
220 PRINT "
230 PRINT "
240 PRINT "
250 PRINT "
260 PRINT "
270 PRINT "
280 PRINT "
290 PRINT "
300 PRINT "
310 PRINT "
320 PRINT "
330 PRINT "



340 LOCATE 17,41:INPUT " ",X
350 IF X=1 THEN CHAIN "GAZ-KAY"
360 IF X=2 THEN CHAIN "TAR-DOK"
370 IF X=3 THEN CHAIN "GBI-DEG"
380 IF X=4 THEN CHAIN "GBI-IPT"
390 IF X=5 THEN CHAIN "GTA-DOK"
400 IF X=6 THEN CHAIN "GTU-DOK"
410 IF X=7 THEN CHAIN "GRO-HES"
420 IF X=8 THEN CHAIN "GGR-DOK"
430 IF X=9 THEN CHAIN "GYA-BIL"
440 IF X=10 THEN BEEP :BEEP:BEEP:END
450 GOTO 340
460 REM SAVE"GAZ-MENU"

EK 4. GAZ OLCUM DEGERLERI BILGI GIRISI

```

100 REM GAZ OLCUM DEGERLERININ BILGI GIRISI
110 REM AUTHOR ERCAN CAKIROGLU
120 REM OCCUPATION MADEN MUHENDISI
130 REM ODA SICIL NO: 5200
140 REM DATE :12.7.1991 (TEMMUZ)
150 KEY OFF
160 OPEN "R",#1,"GAZ",57
170 FIELD#1,10 AS TA$,5 AS SA$,7 AS ME$,7 AS OK$,7 AS KM$,7 AS HI$,7 AS KD$,7 AS AZ$
180 CLS
190 LOCATE 5,20 :PRINT "
200 LOCATE 6,20 :PRINT "
210 LOCATE 7,20 :PRINT "
220 LOCATE 8,20 :PRINT "
230 LOCATE 9,20 :PRINT "
240 LOCATE 10,20:PRINT "
250 LOCATE 11,20:PRINT "
260 LOCATE 12,20:PRINT "
270 LOCATE 13,20:PRINT "
280 LOCATE 14,20:PRINT "
290 LOCATE 15,20:PRINT "
300 LOCATE 16,20:PRINT "
310 LOCATE 17,20:PRINT "
320 LOCATE 18,20:PRINT "
330 LOCATE 9,43 :LINE INPUT "",C$:LSET TA$=C$
340 LOCATE 10,43:LINE INPUT "",C$:LSET SA$=C$
350 LOCATE 11,43:LINE INPUT "",C$:LSET ME$=C$
360 LOCATE 12,43:LINE INPUT "",C$:LSET OK$=C$
370 LOCATE 13,43:LINE INPUT "",C$:LSET KM$=C$
380 IF VAL(KM$)<=0 THEN GOTO 370
390 LOCATE 14,43:LINE INPUT "",C$:LSET HI$=C$
400 LOCATE 15,43:LINE INPUT "",C$:LSET KD$=C$
410 LOCATE 16,43:LINE INPUT "",C$:LSET AZ$=C$
420 LOCATE 20,20:INPUT "BILGILERDE HATA VARSA SIRASINI GIRINIZ=",X
430 ON X GOTO 330,340,350,360,370,390,400,410,450
440 GOTO 420
450 PUT#1,INT(LOF(1)/57)+1
460 LOCATE 21,20:INPUT "BASKA KAYIT VARMI [ E / H ]=",E$
470 IF E$="E" OR E$="e" THEN 510
480 IF E$="H" OR E$="h" THEN 500
490 GOTO 460
500 CLOSE#1:CHAIN "GAZ-MENU"
510 FOR I=1 TO 6
520 LOCATE 10+I,43:PRINT STRING$(10,32)
530 NEXT I
540 GOTO 330
550 REM SAVE"GAZ-KAY"

```

GAZ OLCUM DEGERLERI
BILGI GIRIS FORMU

1-TARİH (GG/AA/YYYY):		
2-SAAAT (SS:DD):		
3-METAN (CH4):		(%)
4-OKSİJEN (O2):		(%)
5-KARBON MON. (CO):		(PPM)
6-HİDROJEN (H2):		(%)
7-KARBONDİ. (CO2):		(%)
8-AZOT (N2):		(%)
9-KUTUĞE KAYIT		

EK 4.A. BILGI GİRİŞ FORMU

GAZ OLCUM DEGERLERI BILGI GIRIS FORMU		
1-TARİH (GG/AA/YYYY):	02/01/1989	
2-SAAT (SS:DD):	00:10	
3-METAN (CH ₄):		(%)
4-OKSİJEN (O ₂):		(%)
5-KARBON MON. (CO):	3	(PPM)
6-HİDROJEN (H ₂):		(%)
7-KARBONDİ. (CO ₂):		(%)
8-AZOT (N ₂):		(%)
9-KUTUĞE KAYIT		

BİLGİLERDE HATA VARSA SIRASINI GİRİNİZ=9
BASKA KAYIT VARMİ [E / H]=E

EK 5. TARIHE GORE DOKUM

```
100 REM TARIHE GORE DOKUM
110 REM AUTHOR ERCAN CAKIROGLU
120 REM OCCUPATION MADEN MUHENDISI
130 REM ODA SICIL NO: 5200
140 REM DATE :12.7.1991 (TEMMUZ)
150 REM PERSONEL COMPUTER (IBM)
160 KEY OFF
170 OPEN "R",#1,"GAZ",57-
180 FIELD#1,10 AS TA$,5 AS SA$,7 AS ME$,7 AS OK$,7 AS KM$,7 AS HI$,7 AS KD$,7 AS AZ$
190 CLS
200 LOCATE 12,20:INPUT "ISTENEN TARIHI GIRINIZ=",ITA$
210 LOCATE 14,10:INPUT "TARIHE GORE DOKUM (EKRANAMI/YAZICIYAMI) [ D / P ]=",K$
220 IF K$="D" OR K$="d" THEN 250
230 IF K$="P" OR K$="p" THEN 560
240 GOTO 210
250 CLS
260 LOCATE 2,20:PRINT ITA$; "      TARIHINDE GAZ OLCUM DEGERLERI"
270 LOCATE 3,18:PRINT STRING$(49,205)
280 PRINT
290 PRINT "SAAT";TAB(11);"METAN";TAB(23);"OKSIJEN";TAB(34);"KARBON
MON.";TAB(45);"HIDROJEN";TAB(56);"KARBONDI.";TAB(70);"AZOT"
300 PRINT STRING$(79,205)
310 FOR I=1 TO LOF(1)/57
320 GET#1,I
330 ITA$=ITA$+SPACE$(10-LEN(ITA$))
340 IF ITA$=TA$ THEN 360
350 GOTO 400
360 LOCATE N+7:PRINT SA$;TAB(11);ME$;TAB(23);OK$;TAB(34);KM$;TAB(45);HI$;TAB(56);KD$;TAB(70);AZ$
370 N=N+1
390 IF N=15 THEN 420
400 NEXT I
410 GOTO 490
420 LOCATE 23,20:PRINT "DEVAM ICIN BIR TUSA DOKUNUN "
430 M$=INKEY$:IF M$="" THEN 430
431 LOCATE 23,20:PRINT STRING$(40,32)
440 N=N-15
450 FOR S=N TO 15
460 LOCATE S+7,1:PRINT STRING$(79,32)
470 NEXT S:N=0
480 GOTO 400
490 PRINT STRING$(79,205)
500 PRINT :PRINT
510 INPUT "BASKA TARIHE GORE DOKUM ISTERMISINIZ [ E / H ] =",E$
520 IF E$="E" OR E$="e" THEN 190
530 IF E$="H" OR E$="h" THEN 550
540 GOTO 510
550 CLOSE#1:CHAIN "GAZ-MENU"
560 CLS
570 REM ***** YAZICIDAN ALINACAK DOKUMAN ICIN *****
580 LOCATE 12,20:PRINT "PRITER BAGLI VE ACIKMI"
```

EK 5. TARİHE GÖRE DOKÜM (DEVAM)

```
590 LOCATE 20,20:INPUT "GERİ DONUS ICIN < G > , DEVAM ICIN < L > ",H$
600 IF H$="G" OR H$="g" THEN 190
610 IF H$="L" OR H$="l" THEN 630
620 GOTO 590
630 LPRINT ITA$; "      TARİHİNDE GAZ OLCUM DEĞERLERİ"
640 LPRINT STRING$(49,205)
650 LPRINT :LPRINT
660 LPRINT "SAAT";TAB(11);"METAN";TAB(23);"OKSİJEN";TAB(34);"KARBON
MON.";TAB(45);"HİDROJEN";TAB(56);"KARBONDİ.";TAB(70);"AZOT"
670 LPRINT STRING$(79,205)
680 FOR I=1 TO LOF(1)/57
690 GET#1,I
700 ITA$=ITA$+SPACE$(10-LEN(ITA$))
710 IF ITA$=TA$ THEN 730
720 GOTO 740
730 LPRINT SA$;TAB(11);ME$;TAB(23);OK$;TAB(34);KM$;TAB(45);Hİ$;TAB(56);KD$;TAB(70);AZ$
740 NEXT I
750 LPRINT STRING$(79,205)
760 LPRINT :LPRINT
770 INPUT "BASKA TARİHE GÖRE DOKÜM İSTERMİSİNİZ [ E / H ] =",E$
780 IF E$="E" OR E$="e" THEN 190
790 IF E$="H" OR E$="h" THEN 550
800 GOTO 770
810 CLOSE#1:CHAIN "GAZ-MENU"
820 REM SAVE"TAR-DOK"
```

EK 5.A. TARIHE GORE DOKUM

02/01/1989 TARIHİNDE GAZ OLCUM DEĞERLERİ

SAAT	METAN	OKSİJEN	KARBON MON.HİDROJEN	KARBONDI.	AZOT
02:40			2		
02:50			5		
03:00			4		

BASKA TARIHE GORE DOKUM İSTERMİSİNİZ [E / H] =

02/01/1989 TARIHİNDE GAZ OLCUM DEĞERLERİ

SAAT	METAN	OKSİJEN	KARBON MON.HİDROJEN	KARBONDI.	AZOT
00:10			2		
00:20			2		
00:30			2		
00:40			2		
00:50			2		
01:00			3		
01:10			1		
01:20			3		
01:30			3		
01:40			2		
01:50			2		
02:00			2		
02:10			1		
02:20			2		
02:30			1		
02:40			2		
02:50			5		
03:00			4		

EK 6. BILGI DEĞİŞİKLİĞİ

```

100 REM BILGI DEGISIKLIGI BOLUMU
110 REM AUTHOR :ERCAN CAKIROGLU
120 REM OCCUPATION:MADEN MUHENDISI
130 REM ODA SICIL :5200
140 REM COMPUTER :IBM PERSONAL COMPUTER
150 REM DATE :14/7/1991
160 CLS : KEY OFF
170 OPEN "R",#1,"GAZ",57
180 FIELD#1,10 AS TA$,5 AS SA$,7 AS ME$,7 AS OK$,7 AS KM$,7 AS HI$,7 AS KD$,7 AS AZ$
190 CLS
200 INPUT "HANGI TARHTE BILGI DEGISIKLIGI YAPILACAK [GG/AA/YYYY]= ",YTA$
210 INPUT "GIRILEN TARHDEKI SAATI BELIRTINIZ [SS:DD]=",YSA$
220 YTA$=YTA$+SPACE*(10-LEN(YTA$))
230 YSA$=YSA$+SPACE*(5-LEN(YSA$))
240 FOR I=1 TO LOF(1)/57
250 GET#1,I
260 IF YTA$=TA$ AND YSA$=SA$ THEN 280
270 GOTO 710
280 CLS
290 LOCATE 5,20 :PRINT "
300 LOCATE 6,20 :PRINT "
310 LOCATE 7,20 :PRINT "
320 LOCATE 8,20 :PRINT "
330 LOCATE 9,20 :PRINT "
340 LOCATE 10,20:PRINT "
350 LOCATE 11,20:PRINT "
360 LOCATE 12,20:PRINT "
370 LOCATE 13,20:PRINT "
380 LOCATE 14,20:PRINT "
390 LOCATE 15,20:PRINT "
400 LOCATE 16,20:PRINT "
410 LOCATE 17,20:PRINT "
420 LOCATE 18,20:PRINT "
430 LOCATE 9,46:PRINT TA$
440 LOCATE 10,46:PRINT SA$
450 LOCATE 11,46:PRINT ME$
460 LOCATE 12,46:PRINT OK$
470 LOCATE 13,46:PRINT KM$
480 LOCATE 14,46:PRINT HI$
490 LOCATE 15,46:PRINT KD$
500 LOCATE 16,46:PRINT AZ$
510 LOCATE 20,20:INPUT "DEGISECEK BILGININ SATIR NUMARASINI GIRINIZ=",X
520 ON X GOTO 540,560,580,600,620,640,660,680,700
530 GOTO 510
540 LOCATE 9,46:PRINT STRING$(10,32)
550 LOCATE 9,46:LINE INPUT "",C$:LSET TA$=C$:GOTO 510
560 LOCATE 10,46:PRINT STRING$(5,32)
570 LOCATE 10,46:LINE INPUT "",C$:LSET SA$=C$:GOTO 510
580 LOCATE 11,46:PRINT STRING$(7,32)
590 LOCATE 11,46:LINE INPUT "",C$:LSET ME$=C$:GOTO 510

```

<p>GAZ OLCUM DEGERLERINDE BILGI DEĞİŞİKLİĞİ</p>

- | |
|---|
| <p>1 - TARİH GG/AA/YYYY:
2 - SAAT (SS/DD):
3 - METAN (CH4):
4 - OKSİJEN (CO2):
5 - KARBON MON. (CO):
6 - HİDROJEN (H2):
7 - KARBON Dİ. (CO2):
8 - AZOT (N2):
9 - KUTUĞE KAYIT/ÇIKIŞ</p> |
|---|

EK 6. BILGI DEĞİŞİKLİĞİ (DEVAM)

```
600 LOCATE 12,46:PRINT STRING$(7,32)
610 LOCATE 12,46:LINE INPUT "",C$:LSET OK$=C$:GOTO 510
620 LOCATE 13,46:PRINT STRING$(7,32)
630 LOCATE 13,46:LINE INPUT "",C$:LSET KM$=C$:GOTO 510
640 LOCATE 14,46:PRINT STRING$(7,32)
650 LOCATE 14,46:LINE INPUT "",C$:LSET HI$=C$:GOTO 510
660 LOCATE 15,46:PRINT STRING$(7,32)
670 LOCATE 15,46:LINE INPUT "",C$:LSET KD$=C$:GOTO 510
680 LOCATE 16,46:PRINT STRING$(7,32)
690 LOCATE 16,46:LINE INPUT "",C$:LSET AZ$=C$:GOTO 510
700 PUT#1,1
710 NEXT I
720 LOCATE 22,20:INPUT "BASKA BILGI DEGISIKLIGI YAPMAK ISTERMISINIZ [ E / H ]=",E$
730 IF E$="E" OR E$="e" THEN 190
740 IF E$="H" OR E$="h" THEN 760
750 GOTO 720
760 CLOSE#1:CHAIN "GAZ-MENU"
770 REM SAVE"GBI-DEG"
```

EK 6.A. BILGI DEĞİŞİKLİĞİ FORMU

GAZ ÖLÇÜM DEĞERLERİNDE BILGI DEĞİŞİKLİĞİ	
1 -	TARİH GG/AA/YYYY: 02/01/1989
2 -	SAAT (SS/DD): 00:10
3 -	METAN (CH ₄):
4 -	OKSİJEN (CO ₂):
5 -	KARBON MON. (CO): 3
6 -	HİDROJEN (H ₂):
7 -	KARBON Dİ. (CO ₂):
8 -	AZOT (N ₂):
9 -	KUTUĞE KAYIT/ÇIKIŞ

DEĞİŞECEK BILGININ SATIR NUMARASINI GIRINIZ=

EK 7. BILGI IPTALI

```
100 REM BILGI IPTALI BOLUMU
110 REM AUTHOR :ERCAN CAKIROGLU
120 REM OCCUPATION:MADEN MUHENDISI
130 REM ODA SICIL :5200
140 REM COMPUTER :IBM PERSONAL COMPUTER
150 REM DATE :14/7/1991
160 CLS : KEY OFF
170 OPEN "R",#1,"GAZ",57.
180 FIELD#1,10 AS TA$,5 AS SA$,7 AS ME$,7 AS OK$,7 AS KM$,7 AS HI$,7 AS KD$,7 AS AZ$
190 CLS
200 INPUT "HANGI TARİHTE BILGI IPTAL EDİLECEK=",YTA$
210 INPUT "IPTAL EDİLECEK BILGININ SAATINI GIRINIZ=",YSA$
220 YTA$=YTA$+SPACE$(10-LEN(YTA$))
230 YSA$=YSA$+SPACE$(5-LEN(YSA$))
240 Z=LOF(1)/57
250 FOR I=1 TO LOF(1)/57
260 GET#1,I
270 IF YTA$=TA$ AND YSA$=SA$ THEN 290
280 GOTO 390
290 LOCATE 12,20:PRINT "İSTENEN KAYIT SILİNİYOR..."
300 C$=STRING$(10,32):LSET TA$=C$
310 C$=STRING$(5,32):LSET SA$=C$
320 C$=STRING$(7,32):LSET ME$=C$
330 C$=STRING$(7,32):LSET OK$=C$
340 C$=STRING$(7,32):LSET KM$=C$
350 C$=STRING$(7,32):LSET HI$=C$
360 C$=STRING$(7,32):LSET KD$=C$
370 C$=STRING$(7,32):LSET AZ$=C$
380 PUT#1,I:GOTO 410
390 IF I=Z THEN LOCATE 12,20: PRINT "ARANAN KAYIT KUTUKTE BULUNAMADI"
400 NEXT I
410 FOR I=1 TO LOF(1)/57
420 GET#1,I
430 IF TA$=STRING$(10,32) AND SA$=STRING$(5,32) THEN 460
440 L=L+1
450 PUT#1,L
460 NEXT I
470 LOCATE 20,20:INPUT "BASKA IPTAL VARMİ [ E / H ]=",E$
480 IF E$="E" OR E$="e" THEN 190
490 IF E$="H" OR E$="h" THEN 510
500 GOTO 470
510 CLOSE#1:CHAIN "GAZ-MENU"
520 REM SAVE"GBI-IPT"
```

EK 8. TARİHLER ARASI BİLGİLERİN DOKUMU

```
100 REM TARİHLER ARASI BİLGİLERİN DOKUMU
120 REM OCCUPATION:MADEN MUHENDİSİ
130 REM TMMOB NO :5200
140 REM COMPUTER :IBM PERSONAL COMPUTER
150 REM DATE :14/7/1991
160 CLS :KEY OFF
165 CLS
170 PRINT "TARİHLER ARASI DOKUM İÇİN "
180 INPUT "İLK TARİHİ GİRİNİZ (GG/AA/YYYY) =",ITA$
190 INPUT "SON TARİHİ GİRİNİZ (GG/AA/YYYY) =",STA$
200 CLOSE#1
210 OPEN "R",#1,"GAZ",57
220 FIELD#1,10 AS TA$,5 AS SA$,7 AS ME$,7 AS OK$,7 AS KM$,7 AS HI$,7 AS KD$,7 AS AZ$
230 CLS:N=0
240 LOCATE 10,10:INPUT "TARİHLER ARASI BİLGİLER (EKRANAMI / YAZICIYAMI) [ D / P ]=",P$
250 IF P$="D" OR P$="d" THEN 280
260 IF P$="P" OR P$="p" THEN 630
270 GOTO 240
280 CLS
290 LOCATE 2,2:PRINT ITA$;" TARİHİ İLE ";STA$;" TARİHİ ARASINDAKİ BİLGİLERİN
DOKUMU"
300 LOCATE 3,2:PRINT STRING$(75,205)
310 PRINT :PRINT
320 PRINT
"TARİH";TAB(12);"SAAT";TAB(20);"METAN";TAB(28);"OKSİJEN";TAB(37);"KAR. MON. ";TAB(46);"HI
D. ";TAB(54);"KAR. DI. ";TAB(62);"AZOT"
330 PRINT STRING$(72,205)
340 FOR I=1 TO LOF(1)/57
350 GET#1,I
360 IF ITA$=TA$ THEN IT=I:GOTO 380
370 NEXT I
380 FOR I=1 TO LOF(1)/57
390 GET#1,I
400 IF STA$=TA$ THEN ST=I
410 NEXT I
420 FOR I=IT TO ST
430 GET#1,I
440 LOCATE N+8,1:PRINT
TA$;TAB(12);SA$;TAB(20);ME$;TAB(28);OK$;TAB(37);KM$;TAB(46);HI$;TAB(54);KD$;TAB(62);AZ$
450 N=N+1
460 IF N=15 THEN 490
470 NEXT I
480 GOTO 560
490 LOCATE 23,20:PRINT "DEVAM İÇİN BİR TUSA DOKUNUN"
500 D$=INKEY$:IF D$="" THEN 500
510 N=N-15
520 FOR T=N TO 15
530 LOCATE T+8,1:PRINT STRING$(79,32)
540 NEXT T:N=0
550 GOTO 470
```

EK 8. TARİHLER ARASI BİLGİLERİN DOKUMU (DEVAM)

```
560 PRINT STRING$(72,205)
570 PRINT :PRINT
580 INPUT "BASKA TARİHLER ARASI DOKUM İSTERMİSİNİZ [ E / H ] =",E$
590 IF E$="E" OR E$="e" THEN 160
600 IF E$="H" OR E$="h" THEN 620
610 GOTO 580
620 CLOSE#1:CHAIN "GAZ-MENU"
630 CLS
640 LOCATE 10,20:PRINT "PRINTER BAĞLI VE ACIKMI"
650 LOCATE 20,20:INPUT "DEVAM İÇİN <G> ,GERİ DONUS İÇİN <B> !",V$
660 IF V$="G" OR V$="g" THEN 690
670 IF V$="B" OR V$="b" THEN 240
680 GOTO 650
690 CLS
700 LOCATE 2,2:PRINT ITA$;" TARİHI İLE ";STA$;" TARİHI ARASINDAKİ BİLGİLERİN
DOKUMU"
710 LOCATE 3,2:PRINT STRING$(75,205)
720 PRINT :PRINT
730 PRINT
"TARİH";TAB(12);"SAAT";TAB(20);"METAN";TAB(28);"OKSİJEN";TAB(37);"KAR. MON. ";TAB(46);"HI
D. ";TAB(54);"KAR. DI. ";TAB(62);"AZOT"
740 PRINT STRING$(72,205)
750 LOCATE 2,2:LPRINT ITA$;" TARİHI İLE ";STA$;" TARİHI ARASINDAKİ BİLGİLERİN
DOKUMU"
760 LOCATE 3,2:LPRINT STRING$(75,205)
770 LPRINT :LPRINT
780 LPRINT
"TARİH";TAB(12);"SAAT";TAB(20);"METAN";TAB(28);"OKSİJEN";TAB(37);"KAR. MON. ";TAB(46);"HI
D. ";TAB(54);"KAR. DI. ";TAB(62);"AZOT"
790 LPRINT STRING$(72,205)
800 FOR I=1 TO LOF(1)/57
810 GET#1,I
820 IF ITA$=TA$ THEN IT=I:GOTO 840
830 NEXT I
840 FOR I=1 TO LOF(1)/57
850 GET#1,I
860 IF STA$=TA$ THEN ST=I
870 NEXT I
880 FOR I=IT TO ST
890 GET#1,I
900 LOCATE N+8,1:LPRINT
TA$;TAB(12);SA$;TAB(20);ME$;TAB(28);OK$;TAB(37);KM$;TAB(46);HI$;TAB(54);KD$;TAB(62);AZ$
910 N=N+1
920 IF N=15 THEN 950
930 NEXT I
940 GOTO 1020
950 LOCATE 23,20:PRINT "DEVAM İÇİN BİR TUSA DOKUNUN"
960 D$=INKEY$:IF D$="" THEN 960
970 N=N-15
980 FOR T=N TO 15
```

EK 8. TARİHLER ARASI BİLGİLERİN DOKUMU (DEVAM)

```
990 LOCATE T+8,1:PRINT STRING$(79,32)
1000 NEXT T:N=0
1010 GOTO 930
1020 LPRINT STRING$(72,205)
1030 PRINT :PRINT
1040 INPUT "BASKA TARİHLER ARASI DOKUM İSTERMİSİNİZ [ E / H ] =",E$
1050 IF E$="E" OR E$="e" THEN 160
1060 IF E$="H" OR E$="h" THEN 620
1070 GOTO 1040
1080 CLOSE#1:CHAIN "GAZ-MENU"
1090 REM SAVE"GTA-DOK"
```

EK 8.A. TARİHLER ARASI BİLGİLERİN DOKUMU

02/01/1989 TARİHI İLE 03/01/1989 TARİHI ARASINDAKİ BİLGİLERİN DOKUMU

TARİH	SAAT	METAN	OKSİJEN	KAR.MDN. HID.	KAR.DI. AZOT
02/01/1989				3	
02/01/1989	00:10			3	
03/01/1989	00:10			4	

BASKA TARİHLER ARASI DOKUM İSTERMİSİNİZ [E / H] =

02/01/1989 TARİHI İLE 02/01/1989 TARİHI ARASINDAKİ BİLGİLERİN DOKUMU

TARİH	SAAT	METAN	OKSİJEN	KAR.MDN. HID.	KAR.DI. AZOT
02/01/1989	00:10			2	
02/01/1989	00:20			2	
02/01/1989	00:30			2	
02/01/1989	00:40			2	
02/01/1989	00:50			2	
02/01/1989	01:00			3	
02/01/1989	01:10			1	
02/01/1989	01:20			3	
02/01/1989	01:30			3	
02/01/1989	01:40			2	
02/01/1989	01:50			2	
02/01/1989	02:00			2	
02/01/1989	02:10			1	
02/01/1989	02:20			2	
02/01/1989	02:30			1	

DEVAM İÇİN BİR TUSA DOKUNUN

EK 9. TUM BILGILERIN DOKUMU

```
100 REM TUM BILGILERIN DOKUMU
110 REM AUTHOR :ERCAN CAKIROGLU
120 REM OCCUPATION:MADEN MUHENDISI
130 REM ODA SICIL :5200
140 REM COMPUTER :IBM PERSONAL COMPUTER
150 REM DATE :14/7/1991
160 CLS : KEY OFF
170 OPEN "R",#1,"GAZ",57
180 FIELD#1,10 AS TA$,5 AS SA$,7 AS ME$,7 AS OK$,7 AS KM$,7 AS HI$,7 AS KD$,7 AS AZ$
190 CLS:N=0
200 LOCATE 10,10:INPUT "TUM BILGILERIM DOKUMU (EKRAMAMI / YAZICIYAMI) [ D / P ] =",P$
210 IF P$="D" OR P$="d" THEN 240
220 IF P$="P" OR P$="p" THEN 450
230 GOTO 200
240 CLS
250 LOCATE 3,20:PRINT "TUM GAZ VERILERININ DOKUMU "
260 LOCATE 5,1:PRINT "TARİH SAAT METAN OKS. KAR.MON. HID. KAR.DI.
AZOT "
270 LOCATE 6,1:PRINT STRING$(79,205)
280 FOR I=1 TO LOF(1)/57
290 GET#1,I
300 LOCATE N+7,1:PRINT
TA$;TAB(12);SA$;TAB(23);ME$;TAB(31);OK$;TAB(40);KM$;TAB(51);HI$;TAB(62);KD$;TAB(72);AZ$
310 N=N+1
320 IF N=15 THEN 350
330 NEXT I
340 GOTO 420
350 LOCATE 23,20:PRINT "DEVAM ICIN BIR TUSA DOKUNUN "
360 D$=INKEY$:IF D$="" THEN 360
370 N=N-15
380 FOR T=N TO 15
390 LOCATE T+7,1:PRINT STRING$(79,32)
400 NEXT T:N=0
410 GOTO 330
420 PRINT STRING$(79,205)
430 LOCATE 23,20:INPUT "TUM LISTEYI TEKRAR ISTERMISINIZ [ E / H ] =",E$
440 IF E$="E" OR E$="e" THEN 190 ELSE CLOSE#1:CHAIN "GAZ-MENU"
450 CLS
460 LOCATE 10,20:PRINT "PRINTER BAGLI VE ACIKMI "
470 LOCATE 20,20:PRINT "DEVAM ICIN BIR TUSA DOKUNUN "
480 D$=INKEY$:IF D$="" THEN 480
490 CLS
500 LOCATE 3,20:LPRINT "TUM OCAK GAZLARI OLCUM DEGERLERI"
510 LOCATE 5,1:LPRINT "TARİH SAAT METAN OKS. KAR.MON. HID.
KAR.DI. AZOT"
520 LOCATE 6,1:LPRINT STRING$(80,205)
530 FOR I=1 TO LOF(1)/57
540 GET#1,I
550 LPRINT
TA$;TAB(12);SA$;TAB(22);ME$;TAB(30);OK$;TAB(40);KM$;TAB(54);HI$;TAB(62);KD$;TAB(72);AZ$
```


EK 9. TUM BILGILERIN DOKUMU (DEVAM)

```
560 L=L+1
570 IF L=15 THEN 600
580 NEXT I
590 GOTO 670
600 LOCATE 23,20:PRINT "DEVAM ICIN BIR TUSA DOKUNUN "
610 N=0
620 D$=INKEY$:IF D$="" THEN 620
630 FOR I=1 TO 15
640 LOCATE 6+I,1:PRINT STRING$(80,32)
650 NEXT I
660 GOTO 580
670 LPRINT STRING$(80,205)
680 LOCATE 23,20:INPUT "TUM LISTEYI TEKRAR ISTERMISINIZ ( E / H ) =",E$
690 IF E$="E" OR E$="e" THEN 190
700 IF E$="H" OR E$="h" THEN 720
710 GOTO 680
720 CLOSE#1:CHAIN "GAZ-MENU"
730 REM CHAIN "GAZ-MENU"
740 REM SAVE"GTU-DOK"
```

EK 9.A. TUM BILGILERIN DOKUMU

TUM GAZ VERILERININ DOKUMU

TARİH	SAAT	METAN	OXS.	KAR.MON.	HİD.	KAR.Dİ.	AZOT
29/09/1990	23:20			2			
29/09/1990	23:30			2			
29/09/1990	23:40			2			
29/09/1990	23:50			2			
29/09/1990	24:00			2			
02/01/1989				3			
02/01/1989	00:10			3			
03/01/1989	00:10			4			

TUM LİSTEYİ TEKRAR İSTERMİSİNİZ [E / H] =

TUM GAZ VERILERININ DOKUMU

TARİH	SAAT	METAN	OXS.	KAR.MON.	HİD.	KAR.Dİ.	AZOT
23/08/1990	00:10			2			
23/08/1990	00:20			2			
23/08/1990	00:30			2			
23/08/1990	00:40			2			
23/08/1990	00:50			3			
23/08/1990	01:00			2			
23/08/1990	01:10			2			
23/08/1990	01:20			2			
23/08/1990	01:30			2			
23/08/1990	01:40			2			
23/08/1990	01:50			3			
23/08/1990	02:00			3			
23/08/1990	02:10			3			
23/08/1990	02:20			4			
23/08/1990	02:30			4			

DEVAM İCİN BİR TUSA DOKUNUN

EK 10. REGRASYON VE KORELASYON ANALIZI

```

100 REM HESAP VE REGRESYON ANALIZI
110 REM OCCUPATION:MADEN MUHENDISI
120 REM ODA SICIL :5200
130 REM COMPUTER :IBM PERSONAL COMPUTER
140 REM DATE :14/7/1991
150 CLS : KEY OFF
160 CLEAR
170 DIM LI(20),MI(20),KLI(20),KMI(20),KLI2(20),KMI2(20),KLM1(20)
180 OPEN "R",#1,"GAZ",57
190 FIELD#1,10 AS TA$,5 AS SA$,7 AS ME$,7 AS OK$,7 AS KM$,7 AS HI$,7 AS KD$,7 AS AZ$
200 FOR I=(LOF(1)/57)-10 TO (LOF(1)/57)
210 GET#1,I
220 KZ1=VAL(LEFT$(SA$,2))
230 KZ2=VAL(RIGHT$(SA$,2))
240 KTZ=(KZ1*60)+KZ2
250 KKM=VAL(KM$)
260 TKTZ=TKTZ+KTZ
270 TKKM=TKKM+KKM
280 NEXT I
290 XORT=TKTZ/10:YORT=TKKM/10
300 FOR I=(LOF(1)/57)-10 TO (LOF(1)/57)
310 GET#1,I
320 KZ3=VAL(LEFT$(SA$,2))
330 KZ4=VAL(RIGHT$(SA$,2))
340 KTZ2=(KZ3*60)+KZ4
350 KKM1=VAL(KM$)
360 KX=KTZ2-XORT:KY=KKM1-YORT
370 KX2=KX^2:KY2=KY^2:KXY=KX*KY
380 KX2T=KX2T+KX2:KY2T=KY2T+KY2:KXYT=KXYT+KXY
390 NEXT I
400 B1=KXYT/KX2T:A1=YORT-B1*XORT:DR=KXYT/(KX2T+KY2T)^.5
410 REM *****
420 REM Y = A*X^2 + B*X + C EGRI TIPI REGRESYON
430 REM *****
440 FOR I=(LOF(1)/57)-10 TO (LOF(1)/57)
450 GET#1,I
460 Z1=VAL(LEFT$(SA$,2))
470 Z2=VAL(RIGHT$(SA$,2))
480 TZA=(Z1*60)+Z2
490 TTZA=TTZA+TZA
500 NEXT I
510 YP=TTZA/10
520 FOR I=(LOF(1)/57)-10 TO (LOF(1)/57)
530 GET#1,I
540 ZM1=VAL(LEFT$(SA$,2))
550 ZM2=VAL(RIGHT$(SA$,2))
560 TZM=(ZM1*60)+ZM2
570 KYK=VAL(KM$)
580 YZM=TZM-YP
590 TZMT=TZMT+YZM

```

EK 10. REGRASYON VE KORELASYON ANALIZI (DEVAM)

```

600      TKYK=TKYK+KYK
610      XY1=YZM*KYK:XZ2=YZM^2
620      XZ3=YZM^3:XZ4=YZM^4
630      XZ2Y=XZ2*KYK:YK2=KYK^2
640      TXY1=TXY1+XY1:TXZ2=TXZ2+XZ2
650      TXZ3=TXZ3+XZ3:TXZ4=TXZ4+XZ4
660      TXZ2Y=TXZ2Y+XZ2Y:TYK2=TYK2+YK2
670  NEXT I
680      YOR1=TKYK/10
690  FOR I=(LOF(1)/57)-10 TO (LOF(1)/57)
700  GET#1,I
710      KYK1=VAL(KM#)
720      SS=KYK1-YOR1
730      TSS=TSS+SS^2
740  NEXT I
750  FOR I=1 TO 3
760  FOR J=1 TO 3
770      A(1,1)=10:A(1,2)=TZMT:A(1,3)=TXZ2
780      A(2,1)=TZMT:A(2,2)=TXZ2:A(2,3)=TXZ3
790      A(3,1)=TXZ2:A(3,2)=TXZ3:A(3,3)=TXZ4
800  NEXT J
810  PRINT
820  NEXT I
830  REM *****
840  REM          ISLEM KISMI
850  REM *****
860  GOSUB 1270
870      K=D
880      A(1,1)=TKYK:A(2,1)=TXY1:A(3,1)=TXZ2Y
890  GOSUB 1270
900      A=D
910      A(1,1)=10:A(2,1)=TZMT:A(3,1)=TXZ2
920      A(1,2)=TKYK:A(2,2)=TXY1:A(3,2)=TXZ2Y
930  GOSUB 1270
940      B=D
950      A(1,2)=TZMT:A(2,2)=TXZ2:A(3,2)=TXZ3
960      A(1,3)=TKYK:A(2,3)=TXY1:A(3,3)=TXZ2Y
970  GOSUB 1270
980      C=D
990      A2=A/K:B2=B/K:C1=C/K
1000  REM *****
1010  REM          EGRI DENKLEMI
1020  REM *****
1030  DIM YU(10),YEYU(10),YY2(10)
1040  FOR I=(LOF(1)/57)-10 TO (LOF(1)/57)
1050  GET#1,I
1060      ZM3=VAL(LEFT$(SA$,2))
1070      ZM4=VAL(RIGHT$(SA$,2))
1080      TZM9=(ZM3*60)+ZM4
1090      TZM1=TZM9-YP

```

EK 10. REGRASYON VE KORELASYON ANALIZI (DEVAM)

```

1100      KYK2=VAL(KM*)
1110      YU=A2+B2*TZM1+C1*(TZM1^2)
1120      TYU=TYU+YU
1130      YEYU=KYK2-YU
1140      TYEYU=TYEYU+YEYU
1150      YY2=YEYU^2
1160      TYY2=TYEYU+YY2
1170 NEXT I
1180 REM *****
1190 REM      SY VE      KORELASYON      INDEKSİ
1200 REM *****
1210      SY=(TYY2/10)^.5
1220      STY=TSS/10
1230      SY2=SY^2
1240      STY2=STY^.5
1250      K1=SQR(ABS(1-(SY2/STY2)))
1260 GOTO 1360
1270 REM *****
1280 REM      DETERMINANT ALT PROGRAMI
1290 REM *****
1300      D1=A(1,1)*A(2,2)*A(3,3)
1310      D2=A(1,2)*A(2,3)*A(3,1)+A(1,3)*A(2,1)*A(3,2)
1320      D3=-A(3,1)*A(2,2)*A(1,3)
1330      D4=-A(3,2)*A(2,3)*A(1,1)-A(3,3)*A(2,1)*A(1,2)
1340      D=D1+D2+D3+D4
1350 RETURN
1360 REM *****
1370 REM      Y = A * B ^ X EGRİ TIPI REGRESYON
1380 REM *****
1390 DIM HX(10),F(10),HXF(10),F2(10)
1400 FOR I=(LOF(1)/57)-10 TO (LOF(1)/57)
1410 GET#1,I
1420      ZM5=VAL(LEFT$(SA$,2))
1430      ZM6=VAL(RIGHT$(SA$,2))
1440      ZAM=(ZM5*60)+ZM6
1450      KAR=VAL(KM*)
1460      IF KAR<=0 THEN 1490
1470      F=(LOG(KAR)/LOG(10))
1480      TF=TF+F*TZAM=TZAM+ZAM
1490 NEXT I
1500      FOR1=TF/10:XOR2=TZAM/10
1510 FOR I=(LOF(1)/57)-10 TO (LOF(1)/57)
1520 GET#1,I
1530      ZM7=VAL(LEFT$(SA$,2))
1540      ZM8=VAL(RIGHT$(SA$,2))
1550      ZAM1=(ZM7*60)+ZM8
1560      KAR1=VAL(KM*)
1570      IF KAR1<=0 THEN 1640
1580      YZAM1=ZAM1-XOR2:F1=(LOG(KAR1)/LOG(10))
1590      TYZAM1=TYZAM1+YZAM1

```

EK 10. REGRASYON VE KORELASYON ANALIZI (DEVAM)

```

1600      HX=F1-FOR1:THX=THX+HX
1610      KH2=HX^2:TKH2=TKH2+KH2
1620      HXZ=HX*YZAM1:THXZ=THXZ+HXZ
1630      YZ2=YZAM1^2:TYZ2=TYZ2+YZ2
1640 NEXT I
1650      UB=THXZ/TYZ2:UA=FOR1-UB*XOR2:UR=THXZ/(TKH2*TYZ2)^.5
1660      UA1=EXP(UA*LOG(10)):UB1=EXP(UB*LOG(10))
1670 REM *****
1680 REM      Y = A * X ^ B  EGRİ TIPI REGRESYON
1690 REM *****
1700 FOR I=(LOF(1)/57)-10 TO (LOF(1)/57)
1710 GET#1,I
1720      ZA1=VAL(LEFT$(SA$,2))
1730      ZA2=VAL(RIGHT$(SA$,2))
1740      ZMX=(ZA1*60)+ZA2
1750      IF ZMX<=0 THEN 1810
1760      MI=LOG(ZMX)/LOG(10)
1770      KRM=VAL(KM$)
1780      IF KRM<=0 THEN 1810
1790      LI=LOG(KRM)/LOG(10)
1800      TLI=TLI+LI:TMI=TMI+MI
1810 NEXT I
1820      LOR1=TLI/10:MOR1=TMI/10
1830 FOR I=(LOF(1)/57)-10 TO (LOF(1)/57)
1840 GET#1,I
1850      ZA3=VAL(LEFT$(SA$,2))
1860      ZA4=VAL(RIGHT$(SA$,2))
1870      ZMX1=(ZA3*60)+ZA4
1880      KRM1=VAL(KM$)
1890      IF ZMX1<=0 THEN 1950
1900      IF KRM1<=0 THEN 1950
1910      LI=LOG(KRM1)/LOG(10):MI=LOG(ZMX1)/LOG(10)
1920      KLI=LI-LOR1:KMI=MI-MOR1
1930      KLI2=KLI^2:KMI2=KMI^2:KLM1=KLI*KMI
1940      TKLI2=TKLI2+KLI2:TKMI2=TKMI2+KMI2:TKLM1=TKLM1+KLM1
1950 NEXT I
1960      SUB=TKLM1/TKLI2:SUA=LOR1-SUB*MOR1:R=TKLM1/(TKMI2*TKLI2)^.5
1970      SUA1=EXP(SUA*LOG(10))
1980 CLS
1990 REM *****
2000 REM      HESAPLANAN REGRESYON KATSAYILARININ DOKUMU
2010 REM *****
2020 PRINT "DOGRUSAL REGRESYON "
2030 PRINT "B=",B1
2040 PRINT "A=",A1
2050 PRINT "KORELASYON KAT=",DR
2060 PRINT
2070 PRINT "Y = A + B*X + C*X^2  EGRİ TIPI REGRESYON "
2080 PRINT "A=",A2
2090 PRINT "B=",B2

```

EK 10. REGRASYON VE KORELASYON ANALIZI (DEVAM)

```

2100 PRINT "C=",C1
2110 PRINT "KORELASYON KAT=",K1
2120 PRINT
2130 PRINT "Y = A * B^X EGRİ TIPI REGRESYON"
2140 PRINT "A=",UA1
2150 PRINT "B=",UB1
2160 PRINT "REGRESYON KAT=",UR
2170 PRINT
2180 PRINT "Y = A * X^B EGRİ TIPI REGRESYON "
2190 PRINT "A=",SUA1
2200 PRINT "B=",SUB
2210 PRINT "REGRESYON KAT=",R
2220 WHILE INKEY$="" :WEND:CLS
2230 DIM RX(10)
2240 RX(1)=DR:RX(2)=K1:RX(3)=UR:RX(4)=R:EB=RX(1)
2250 FOR I=1 TO 4
2260 IF RX(1)>EB THEN EB=RX(1) :BS=I
2270 NEXT I
2280 IF BS=0 THEN 2330
2290 IF BS=2 THEN 3250
2300 IF BS=3 THEN 4160
2310 IF BS=4 THEN 5080
2320 GOTO 5990
2330 SCREEN 2
2340 REM *****
2350 REM          DOGRUSAL REGRESYON ,KORELASYON VE EKSTRAPOLASYON
2360 REM *****
2370 FOR I=1 TO 682:PSET(1,190):NEXT I
2380 FOR I=1 TO 682 STEP 25
2390     LINE(1,189)-(1,191)
2400 NEXT I
2410 FOR I=190 TO 5 STEP -1:PSET(10,I):NEXT I
2420 FOR I=190 TO 30 STEP -8
2430     LINE(7,I)-(12,I)
2440 NEXT I
2450 LOCATE 3,20:PRINT "SON 10 VERİ VE 3 SAAT'LİK EKSTRAPOLASTON EGRİSİ CİZİLİYOR"
2460 DIM DZ(20)
2470     FOR I=(LOF(1)/57)-10 TO LOF(1)/57
2480         GET#1,I
2490         DZ=VAL(KM$): BB=DZ(1)
2500         IF DZ>BB THEN BB=DZ
2510             IF BB<=30 THEN F=4
2520             IF BB>30 THEN F=1
2530         NEXT I
2540             CO=190:ZM=10
2550     FOR I=(LOF(1)/57)-10 TO (LOF(1)/57)
2560     GET#1,I
2570             SAAT$=LEFT$(SA$,2):DAK$=RIGHT$(SA$,2)
2580             SA=VAL(SAAT$):DA=VAL(DAK$)
2590             TDA=(SA*60)+DA

```

EK 10. REGRASYON VE KORELASYON ANALIZI (DEVAM)

```

2600          GXE=(TDA/2.4)
2610          IF GXE<=0 THEN GOTO 2690
2620          IZM=VAL(KM#)
2630          GYE=IZM*F
2640          IF GYE<=0 THEN GOTO 2690
2650          IXN=GXE+10:IYN=190-GYE
2660 LINE(ZM,CO)-(IXN,IYN)
2670          ZM=IXN:CO=IYN
2680 WHILE INKEY#="" :WEND
2690 NEXT I
2700 LOCATE 25,4:PRINT "  2    4    6    8    10   12   14   16   18   20   22  "
2710 FOR I=1 TO 632
2720 IF F=4 THEN PSET(1,102):PSET(1,62):PSET(1,142) ELSE
PSET(1,158):PSET(1,86):PSET(1,143):PSET(1,38)
2730 NEXT I
2740 FOR I=10 TO 682 STEP 4
2750 IF F=4 THEN PRESET(1,102):PRESET(1,62):PRESET(1,142) ELSE
PRESET(1,158):PRESET(1,86):PRESET(1,143):PRESET(1,38)
2760 NEXT I
2770 LOCATE 23,75:PRINT STRING$(5,32)
2780 LOCATE 23,75:PRINT "ZAMAN"
2790 LOCATE 2,1:PRINT "CO (PPM)"
2800 IF F=4 THEN LOCATE 8,3:PRINT 30 ELSE LOCATE 1,3:PRINT "  "
2810 IF F=1 THEN LOCATE 5,3:PRINT 150
2820 IF F=4 THEN LOCATE 13,3:PRINT 20 ELSE LOCATE 11,3 :PRINT 100
2830 IF F=4 THEN LOCATE 18,3:PRINT 10 ELSE LOCATE 17,3:PRINT 50
2840 IF F=1 THEN LOCATE 20,3:PRINT 25
2850 REM *****
2860 REM          EKSTRAPOLASYON
2870 REM *****
2880 FOR I=(LOF(1)/57) TO (LOF(1)/57)
2890 GET#1,I
2900          KDZ1=VAL(LEFT$(SA$,2)):KDZ2=VAL(RIGHT$(SA$,2))
2910          KDZ=(KDZ1*60)+KDZ2:TIZ=VAL(KM#)
2920 NEXT I
2930          KDI=KDZ:DIM KDEZ(30):ZM=(KDZ/2.4)+10:CO=190-(TIZ*F)
2940 FOR I=KDI TO KDI+180 STEP 10
2950          YD=A1+B1*I
2960          KDEZ=I-KDZ
2970          IF YD<=0 THEN 3090
2980          GXSE=(I/2.4)
2990          GYSE=YD*F
3000          IXN1=GXSE+10:IYN1=190-GYSE
3010 LINE(ZM,CO)-(IXN1,IYN1)
3020          ZM=IXN1:CO=IYN1
3030 WHILE INKEY#="" :WEND
3040 HZ=KDEZ
3050          IF 20<YD AND YD<30 THEN 3140
3060          IF 30<YD AND YD<50 THEN 3170
3070          IF 50<YD AND YD<200 THEN 3200

```


EK 10. REGRASYON VE KORELASYON ANALIZI (DEVAM)

```
3080 GOTO 3120
3090 LOCATE 10,25:PRINT "CO Tahminleri negatif seyretmektedir"
3100 WHILE INKEY#="" :WEND
3110 LOCATE 11,25:PRINT "Yangin olasiligi yoktur"
3120 NEXT I
3130 GOTO 5990
3140 LOCATE 10,25:PRINT STRING$(40,32)
3150 LOCATE 10,25:PRINT.HZ; " DAKIKA SONRASI ICIN BIRINCI UYARI"
3160 GOTO 3120
3170 LOCATE 11,25:PRINT STRING$(40,32)
3180 LOCATE 11,25:PRINT HZ; " DAKIKA SONRASI ICIN IKINCI UYARI "
3190 GOTO 3120
3200 LOCATE 12,25:PRINT HZ; " DAKIKA SONRASI ICIN PUS & DUMAN & YANGIN ALARMI
".BEEP:BEEP
3210 GOTO 3120
3240 GOTO 5990
3250 REM *****
3260 REM X,Y EKSENLERI VE PARABOLIK EGRİ ÇİZİMİ
3270 REM *****
3280 SCREEN 2:KEY OFF
3290 FOR I=1 TO 682:PSET(I,190):NEXT I
3300 FOR I=1 TO 682 STEP 25
3310 LINE(I,189)-(I,191)
3320 NEXT I
3330 FOR I=190 TO 5 STEP -1:PSET(10,I):NEXT I
3340 FOR I=190 TO 30 STEP -8
3350 LINE(7,I)-(12,I)
3360 NEXT I
3370 LOCATE 3,20:PRINT "SON 10 VERİ VE 3 SAAT'LIK EKSTRAPOLASYON EGRİSİ ÇİZİLİYOR"
3380 DIM DZ(20)
3390 FOR I=(LOF(1)/57)-10 TO LOF(1)/57
3400 GET#1,I
3410 DZ=VAL(KM#): BB=DZ(1)
3420 IF DZ>BB THEN BB=DZ
3430 IF BB<=30 THEN F=4
3440 IF BB>30 THEN F=1
3450 NEXT I
3460 CO=190:ZM=10
3470 FOR I=(LOF(1)/57)-10 TO (LOF(1)/57)
3480 GET #1,I
3490 SAAT#=LEFT$(SA#,2):DAK#=RIGHT$(SA#,2)
3500 SA=VAL(SAAT#):DA=VAL(DAK#)
3510 TDA=(SA*60)+DA
3520 GXE=(TDA/2.4)
3530 IF GXE<=0 THEN GOTO 3610
3540 IZM=VAL(KM#)
3550 GYE=IZM*F
3560 IF GYE<=0 THEN 3610
3570 IXN=GXE+10:IYN=190-GYE
3580 LINE(ZM,CO)-(IXN,IYN)
```

EK 10. REGRASYON VE KORELASYON ANALIZI (DEVAM)

```

3590             ZM=IXN:CO=IYN
3600 WHILE INKEY#="" :WEND
3610 NEXT I
3620 LOCATE 25,1:PRINT "0      2      4      6      8      10     12     14     16     18
20     22     24"
3630 FOR I=1 TO 632
3640 IF F=4 THEN PSET(1,102):PSET(1,62):PSET(1,142) ELSE
PSET(1,158):PSET(1,86):PSET(1,143):PSET(1,38)
3650 NEXT I
3660 FOR I=10 TO 682 STEP 4
3670 IF F=4 THEN PRESET(1,102):PRESET(1,62):PRESET(1,142) ELSE
PRESET(1,158):PRESET(1,86):PRESET(1,143):PRESET(1,38)
3680 NEXT I
3690 LOCATE 23,75:PRINT STRING$(5,32)
3700 LOCATE 23,75:PRINT "ZAMAN"
3710 LOCATE 2,1:PRINT "CO (PPM)"
3720 IF F=4 THEN LOCATE 8,3:PRINT 30 ELSE LOCATE 1,3:PRINT "  "
3730 IF F=1 THEN LOCATE 5,3:PRINT 150
3740 IF F=4 THEN LOCATE 13,3:PRINT 20 ELSE LOCATE 11,3 :PRINT 100
3750 IF F=4 THEN LOCATE 18,3:PRINT 10 ELSE LOCATE 17,3:PRINT 50
3760 IF F=1 THEN LOCATE 20,3:PRINT 25
3770 REM *****
3780 REM             EKSTRAPOLASYON
3790 REM *****
3800 FOR I=(LOF(1)/57) TO (LOF(1)/57)
3810 GET #1,1
3820             KDZ1=VAL(LEFT$(SA$,2)):KDZ2=VAL(RIGHT$(SA$,2))
3830             KDZ=(KDZ1*60)+KDZ2 :TIZ=VAL(KM$)
3840 NEXT I
3850             KDI=KDZ :DIM KDEZ(30):ZM=(KDZ/2.4)+10:CO=190-(TIZ*F)
3860 FOR I=KDI TO KDZ+180 STEP 10
3870             YD=(A2+B2*I+C1*(I)^2)
3880             KDEZ=1-KDZ
3890             IF YD<=0 THEN 4010
3900             GXSE=(1/2.4)
3910             GYSE=YD*F:IXN1=GXSE:IYN1=190-GYSE
3920 LINE(ZM,CO)-(IXN1,IYN1)
3930 WHILE INKEY#="" :WEND
3940             ZM=IXN1:CO=IYN1
3950             IF YD<10 THEN 4010
3960 HZ=KDEZ
3970             IF 20<YD AND YD<30 THEN 4050
3980             IF 30<YD AND YD<50 THEN 4080
3990             IF 50<YD AND YD<200 THEN 4110
4000 GOTO 4030
4010 LOCATE 10,25:PRINT "CO negatif veya 10 ppm'in altinda seyretmektedir"
4020 LOCATE 11,25:PRINT "Yangin olasiligi yoktur"
4030 NEXT I
4040 GOTO 4150
4050 LOCATE 10,25:PRINT STRING$(40,32)

```

EK 10. REGRASYON VE KORELASYON ANALIZI (DEVAM)

```

4060 LOCATE 10,25:PRINT HZ ; " DAKIKA SONRASI ICIN BIRINCI UYARI":BEEP:BEEP
4070 GOTO 4030
4080 LOCATE 11,25:PRINT STRING$(40,32)
4090 LOCATE 11,25:PRINT HZ ; " DAKIKA SONRA IKINCI UYARI ":BEEP:BEEP
4100 GOTO 4030
4110 LOCATE 12,25:PRINT HZ ; " DAKIKA SONRA PUS & DUMAN & YANGIN ALARMI" :BEEP:BEEP
4120 GOTO 4030
4150 GOTO 5990
4160 REM *****
4170 REM      X,Y EKSENLERI VE Y= A * B ^X TIPI EGRİ CİZİMİ
4180 REM *****
4190 SCREEN 2:KEY OFF
4200 FOR I=1 TO 682:PSET(1,190):NEXT I
4210 FOR I=1 TO 682 STEP 25
4220     LINE(I,189)-(I,191)
4230 NEXT I
4240 FOR I=190 TO 5 STEP -1:PSET(10,I):NEXT I
4250 FOR I=190 TO 30 STEP -8
4260     LINE(7,I)-(12,I)
4270 NEXT I
4280 LOCATE 3,20:PRINT "SON 10 VERİ VE 3 SAAT'LİK EKSTRAPOLASYON EGRİSİ CİZİLİYOR"
4290 DIM DZ(20)
4300     FOR I=(LOF(1)/57)-10 TO LOF(1)/57
4310         GET#1,I
4320         DZ=VAL(KM$): BB=DZ(1)
4330         IF DZ>BB THEN BB=DZ
4340         IF BB<=30 THEN F=4
4350         IF BB>30 THEN F=1
4360     NEXT I
4370         CO=190:ZM=10
4380     FOR I=(LOF(1)/57)-10 TO (LOF(1)/57)
4390         GET#1,I
4400             SAAT$=LEFT$(SA$,2):DAK$=RIGHT$(SA$,2)
4410             SA=VAL(SAAT$):DA=VAL(DAK$)
4420             TDA=(SA*60)+DA
4430             GXE=(TDA/2.4)
4440             IF GXE<=0 THEN GOTO 4520
4450             IZM=VAL(KM$)
4460             GYE=IZM*F
4470             IF GYE<=0 THEN 4520
4480             IXN=GXE+10:IYN=190-GYE
4490     LINE(ZM,CO)-(IXN,IYN)
4500         ZM=IXN:CO=IYN
4510 WHILE INKEY$="" :WEND
4520 NEXT I
4530 WHILE INKEY$="" :WEND
4540 LOCATE 25,1:PRINT "0      2      4      6      8      10     12     14     16     18
20     22     24"
4550 FOR I=1 TO 632
4560 IF F=4 THEN PSET(1,102):PSET(1,62):PSET(1,142) ELSE

```

EK 10. REGRASYON VE KORELASYON ANALIZI (DEVAM)

```

PSET(1,158):PSET(1,86):PSET(1,143):PSET(1,38)
4570 NEXT I
4580 FOR I=10 TO 682 STEP 4
4590 IF F=4 THEN PRESET(1,102):PRESET(1,62):PRESET(1,142) ELSE
PRESET(1,158):PRESET(1,86):PRESET(1,143):PRESET(1,38)
4600 NEXT I
4610 LOCATE 23,75:PRINT STRING$(5,32)
4620 LOCATE 23,75:PRINT "ZAMAN"
4630 LOCATE 2,1:PRINT "CO (PPM)"
4640 IF F=4 THEN LOCATE 8,3:PRINT 30 ELSE LOCATE 1,3:PRINT " "
4650 IF F=1 THEN LOCATE 5,3:PRINT 150
4660 IF F=4 THEN LOCATE 13,3:PRINT 20 ELSE LOCATE 11,3 :PRINT 100
4670 IF F=4 THEN LOCATE 18,3:PRINT 10 ELSE LOCATE 17,3:PRINT 50
4680 IF F=1 THEN LOCATE 20,3:PRINT 25
4690 REM *****
4700 REM EKSTRAPOLASYON
4710 REM *****
4720 FOR I=(LOF(1)/57) TO (LOF(1)/57)
4730 GET#1,I
4740 KDZ1=VAL(LEFT$(SA$,2)):KDZ2=VAL(RIGHT$(SA$,2))
4750 KDZ=(KDZ1*60)+KDZ2 :TIZ=VAL(KM$)
4760 NEXT I
4770 KDI=KDZ :DIM KDEZ(30):'ZM=(KDZ/2.4)+10:CO=190-(TIZ*F)
4780 FOR I=KDI TO KDZ+180 STEP 10
4790 YD=(UA1*UB1^I)
4800 KDEZ=I-KDZ
4810 IF YD<=0 THEN 4950
4820 GXSE=(I/2.4)
4830 GYSE=YD*F
4840 IXN1=GXSE+10:IYN1=190-GYSE
4850 LINE(ZM,CO)-(IXN1,IYN1)
4860 WHILE INKEY$="" :WEND
4870 ZM=IXN1:CO=IYN1
4880 HZ=KDEZ
4890 IF 20<YD AND YD<30 THEN 4980
4900 IF 30<YD AND YD<50 THEN 5000
4910 IF 50<YD AND YD<200 THEN 5030
4920 GOTO 4950
4930 LOCATE 10,25:PRINT "CO Tahminleri negatif seyretmektedir"
4940 LOCATE 11,25:PRINT "Yangin olasiligi yoktur"
4950 NEXT I
4960 GOTO 5990
4970 LOCATE 10,25:PRINT STRING$(40,32)
4980 LOCATE 10,25:PRINT HZ ; " DAKIKA SONRASI ICIN BIRINCI UYARI"
4990 GOTO 4950
5000 LOCATE 11,25:PRINT STRING$(40,32)
5010 LOCATE 11,25:PRINT HZ ; " DAKIKA SONRA IKINCI UYARI "
5020 GOTO 4950
5030 LOCATE 12,25:PRINT HZ ; " DAKIKA SONRA PUS & DUMAN & YANGIN ALARMI":BEEP:BEEP
5040 GOTO 4950

```

EK 10. REGRASYON VE KORELASYON ANALIZI (DEVAM)

```

5070 GOTO 5990
5080 REM *****
5090 REM      X,Y EKSENLERİ VE      Y= A * X ^ B EGRI TIPI REGRESYON
5100 REM *****
5110 SCREEN 2:KEY OFF
5120 FOR I=1 TO 682:PSET(1,190):NEXT I
5130 FOR I=1 TO 682 STEP 25
5140      LINE(1,189)-(1,191)
5150 NEXT I
5160 FOR I=190 TO 5 STEP -1:PSET(10,1):NEXT I
5170 FOR I=190 TO 30 STEP -8
5180      LINE(7,1)-(12,1)
5190 NEXT I
5200 LOCATE 3,20:PRINT "SON 10 VERİ VE 3 SAAT'LİK EKSTRAPOLASYON EGRİSİ ÇİZİLİYOR"
5210 DIM DZ(20)
5220   FOR I=(LOF(1)/57)-10 TO LOF(1)/57
5230     GET#1,I
5240     DZ=VAL(KM#): BB=DZ(1)
5250     IF DZ>BB THEN BB=DZ
5260     IF BB<=30 THEN F=4
5270     IF BB>30 THEN F=1
5280   NEXT I
5290     CO=190:ZM=10
5300   FOR I=(LOF(1)/57)-10 TO (LOF(1)/57)
5310     GET#1,I
5320     SAAT#=LEFT$(SA#,2):DAK#=RIGHT$(SA#,2)
5330     SA=VAL(SAAT#):DA=VAL(DAK#)
5340     TDA=(SA*60)+DA
5350     GXE=(TDA/2.4)
5360     IF GXE<=0 THEN GOTO 5440
5370     IZM=VAL(KM#)
5380     GYE=IZM*F
5390     IF GYE<=0 THEN 5440
5400     IXN=GXE+10:IYN=190-GYE
5410   LINE(ZM,CO)-(IXN,IYN)
5420     ZM=IXN:CO=IYN
5430   WHILE INKEY#="" :WEND
5440   NEXT I
5450   WHILE INKEY#="" :WEND
5460   LOCATE 25,1:PRINT "0      2      4      6      8      10     12     14     16     18
20     22     24"
5470   FOR I=1 TO 632
5480   IF F=4 THEN PSET(1,102):PSET(1,62):PSET(1,142) ELSE
PSET(1,158):PSET(1,86):PSET(1,143):PSET(1,38)
5490   NEXT I
5500   FOR I=10 TO 682 STEP 4
5510   IF F=4 THEN PRESET(1,102):PRESET(1,62):PRESET(1,142) ELSE
PRESET(1,158):PRESET(1,86):PRESET(1,143):PRESET(1,38)
5520   NEXT I
5530   LOCATE 23,75:PRINT STRING$(5,32)

```

EK 10. REGRASYON VE KORELASYON ANALIZI (DEVAM)

```

5540 LOCATE 23,75:PRINT "ZAMAN"
5550 LOCATE 2,1:PRINT "CO (PPM)"
5560 IF F=4 THEN LOCATE 8,3:PRINT 30 ELSE LOCATE 1,3:PRINT " "
5570 IF F=1 THEN LOCATE 5,3:PRINT 150
5580 IF F=4 THEN LOCATE 13,3:PRINT 20 ELSE LOCATE 11,3 :PRINT 100
5590 IF F=4 THEN LOCATE 18,3:PRINT 10 ELSE LOCATE 17,3:PRINT 50
5600 IF F=1 THEN LOCATE 20,3:PRINT 25
5610 REM *****
5620 REM EKSTRAPOLASYON
5630 REM *****
5640 FOR I=(LOF(1)/57) TO (LOF(1)/57)
5650 GET #1,1
5660 KDZ1=VAL(LEFT$(SA$,2)):KDZ2=VAL(RIGHT$(SA$,2))
5670 KDZ=(KDZ1*60)+KDZ2 :TIZ=VAL(KM$)
5680 NEXT I
5690 KDI=KDZ :DIM KDEZ(30)
5700 FOR I=KDI TO KDZ+180 STEP 10
5710 YD=(SUA1*I^SUB)
5720 KDEZ=1-KDZ
5730 IF YD<=0 OR YD<10 THEN 5850
5740 GXSE=(1/2.4)
5750 GYSE=YD*F
5760 IXN1=GXSE+10:IYN1=190-GYSE
5770 LINE(ZM,CO)-(IXN1,IYN1)
5780 WHILE INKEY$="":WEND
5790 ZM=IXN1:CO=IYN1
5800 HZ=KDEZ
5810 IF 20<YD AND YD<30 THEN 5900
5820 IF 30<YD AND YD<50 THEN 5920
5830 IF 50<YD AND YD<200 THEN 5950
5840 GOTO 5870
5850 LOCATE 10,25:PRINT "CO Tahminleri negatif veya 10'PPM in altinda"
5860 LOCATE 11,25:PRINT "Yangin olasiligi yoktur"
5870 NEXT I
5880 GOTO 5990
5890 LOCATE 10,25:PRINT STRING$(40,32)
5900 LOCATE 10,25:PRINT HZ ; " DAKIKA SONRASI ICIN BIRINCI UYARI":BEEP
5910 GOTO 5870
5920 LOCATE 11,25:PRINT STRING$(40,32)
5930 LOCATE 11,25:PRINT HZ ; " DAKIKA SONRA IKINCI UYARI ":BEEP
5940 GOTO 5870
5950 LOCATE 12,25:PRINT HZ ; " DAKIKA SONRA PUS & DUMAN & YANGIN
ALARMI":BEEP:BEEP:BEEP
5960 GOTO 5870
5990 REM SAVE"GRO-HES
6000 WHILE INKEY$="":WEND
6010 CLOSE#1:CHAIN "GAZ-MENU"

```

EK 10.A. KORELASYON VE REGRASYON KATSAYILARI

DOGRUSAL REGRESYON

B= -8.660844E-04
A= 3.575211
KORELASYON KAT= -.7984646

Y = A + B*X + C*X^2 EGRI TIPI REGRESYON

A= -.206196
B= 5.618996E-03
C= 7.841111E-06
KORELASYON IND= .9141636

Y = A * B^X EGRI TIPI REGRESYON

A= 3.601484
B= .9996728
KORELASYON KAT= -.8314635

Y = A * X^B EGRI TIPI REGRESYON

A= 7.69755E+22
B= -8.291695
KORELASYON KAT= -.9596894

EK 11. İSTENEN TARİHTE GRAFİKSEL DOKUM

```

100 REM *****
110 REM İSTENEN TARİHTE GRAFİKSEL DOKUM
120 REM AUTHOR :ERCAN ÇAKIROĞLU
130 REM OCCUPATION :MADEN MUHENDİSİ
140 REM ODASICIL NO:5200
150 REM IBM PERSONAL COMPUTER
160 REM *****
170 CLS
180 CLEAR
190 CLOSE#1
200 OPEN "R",#1,"GAZ",57
210 FIELD#1,10 AS TA$,5 AS SA$,7 AS ME$,7 AS OK$,7 AS KM$,7 AS HI$,7 AS KD$,7 AS AZ$
220 CLS
230 LOCATE 12,20:INPUT "İSTENEN TARİHİ GİRİNİZ=",ITA$
240 CLS
250 SCREEN 2
260 KEY OFF
270 FOR I=10 TO 682
280     PSET(I,190)
290 NEXT I
300 FOR I=10 TO 682 STEP 25
310     LINE(I,189)-(I,191)
320 NEXT I
330 FOR I=190 TO 5 STEP -1
340     PSET (I,1)
350 NEXT I
360 FOR I=190 TO 30 STEP -8
370     LINE(I,1)-(I,1)
380 NEXT I
390 LOCATE 2,20:PRINT "İstenen tarihin verileri okunuyor....."
400 DIM DZ(200)
410     FOR I=1 TO LOF(1)/57
420         GET#1,I
430         ITA$=ITA$+SPACE$(10-LEN(ITA$))
440         IF TA$=ITA$ THEN 460
450         GOTO 510
460             DZ=VAL(KM$)
470     EB=DZ(I)
480         IF DZ>EB THEN EB=DZ
490             IF EB<=30 THEN F=4
500             IF EB>30 THEN F=1
510     NEXT I
520     CO=190:ZM=10
530 FOR I=1 TO LOF(1)/57
540     GET#1,I
550     ITA$=ITA$+SPACE$(10-LEN(ITA$))
560     IF TA$=ITA$ THEN 580
570     GOTO 660
580             SAAT$=LEFT$(SA$,2):DAK$=RIGHT$(SA$,2)
590             SA=VAL(SAAT$):DA=VAL(DAK$)

```

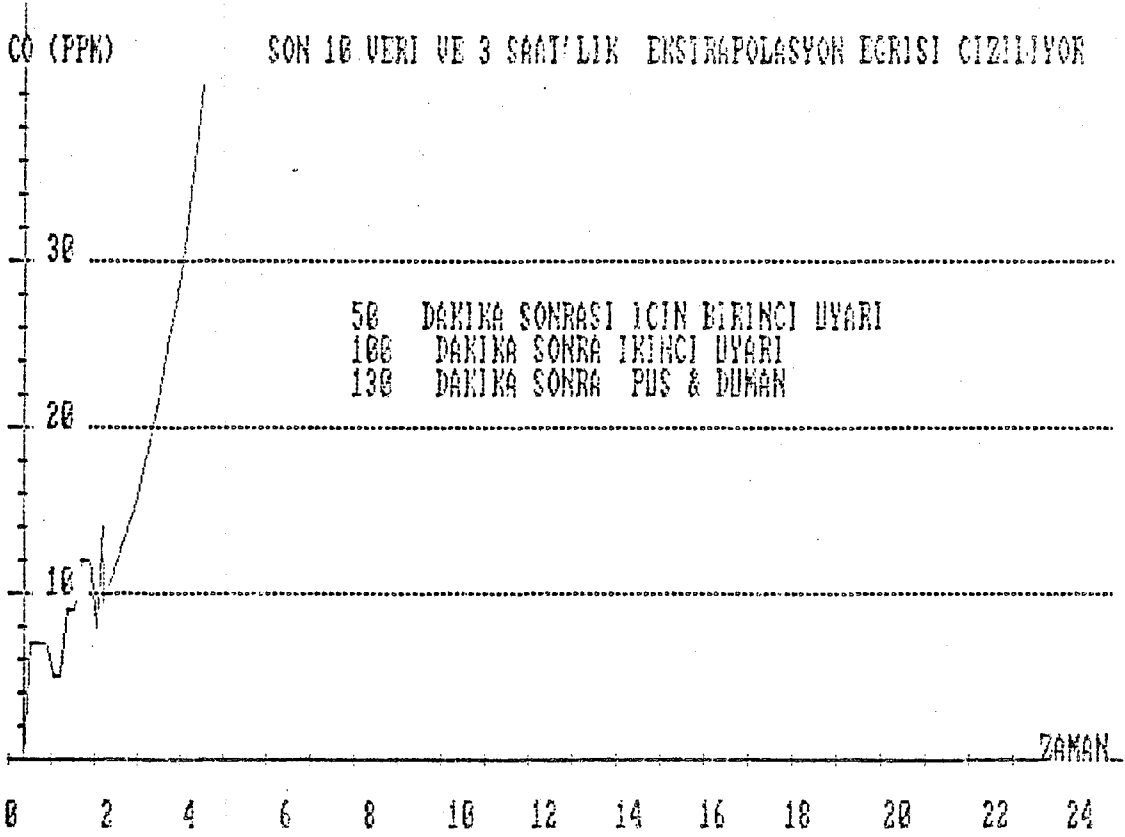

EK 11. İSTENEN TARİHTE GRAFİKSEL DOKUM (DEVAM)

```

600                               TDA=((SA*60)+DA)
610                               GXE=(TDA/2.4)
620                               GYE=(VAL(KM*))*F
630                               IXN=GXE+10: IYN=190-GYE
640 LINE(ZM,CO)-(IXN,IYN)
650 ZM=IXN:CO=IYN
660 NEXT I
670 LOCATE 25,4:PRINT ".  2    4    6    8    10    12    14    16    18    20
22  24"
680 FOR I=10 TO 682
690 IF F=4 THEN PSET (I,102):PSET(I,62):PSET(I,142) ELSE PSET(I,158):PSET (I,86):PSET
(I,134):PSET(I,38)
700 NEXT I
710 FOR I=10 TO 682 STEP 4
720 IF F=4 THEN PRESET (I,102):PRESET(I,62):PRESET(I,142) ELSE PRESET(I,158):PRESET
(I,86):PRESET (I,134):PRESET(I,38)
730 NEXT I
740 LOCATE 23,75:PRINT STRING$(5,32)
750 LOCATE 23,75:PRINT "ZAMAN"
760 LOCATE 2,1:PRINT "CO (PPM)"
770 IF F=4 THEN LOCATE 8,3:PRINT 30 ELSE LOCATE 1,3:PRINT "  "
780 IF F=1 THEN LOCATE 5,3:PRINT 150
790 IF F=4 THEN LOCATE 13,3:PRINT 20 ELSE LOCATE 11,3:PRINT 100
800 IF F=4 THEN LOCATE 18,3:PRINT 10 ELSE LOCATE 17,3:PRINT 50
810 IF F=1 THEN LOCATE 20,3:PRINT 25
820 LOCATE 1,20:PRINT "devam icin bir tusa dokunun"
830 D$=INKEY$:IF D$="" THEN 830
840 CLS
850 LOCATE 20,20:INPUT "GRAFIGI TEKRAR GORMEK İSTERMİSİNİZ [ E / H ] =",E$
860 IF E$="E" OR E$="e" THEN 180
870 IF E$="H" OR E$="h" THEN 890
880 GOTO 850
890 CLOSE#1:CHAIN "GAZ-MENU"
900 REM SAVE"GGR-DOK"

```

EK 11.A. CO 30 PPM'IN ALTINDA 1SE GRAFIK



EK 11.B. CO 30 PPM'IN UZERINDE 1SE GRAFIK

