

KENDİLİĞİNDEN YANMANIN ÖNLENMESİ

M. EMİN HOŞGİT

(Bsc., MPhil., AMIMM., AMIME)

Kendiliğinden ısınmanın ve oksidasyon reaksiyonlarının özelliklerini ele almak; bunların ön venmfr pnTeyidf Ölçüle-ri almada bir işaret olması bakımından faydalıdır.

Isınmanın gerçek sebebi kömürün oksidasyonudur ve bu, kömür ile.hayanın teması ile başlar. Oksidasyonun oluşma mekanizması basit olmadığı gibi, henüz tamamiyle anlaşılamamaktadır. *Fakat ortada* iyice tanınabilen kademeler vardır. Oksijenin emilmesini takiben kömür-oksi|en bileşikleri oluşur ve bunlar bozularak gazlar açığa çıkar.

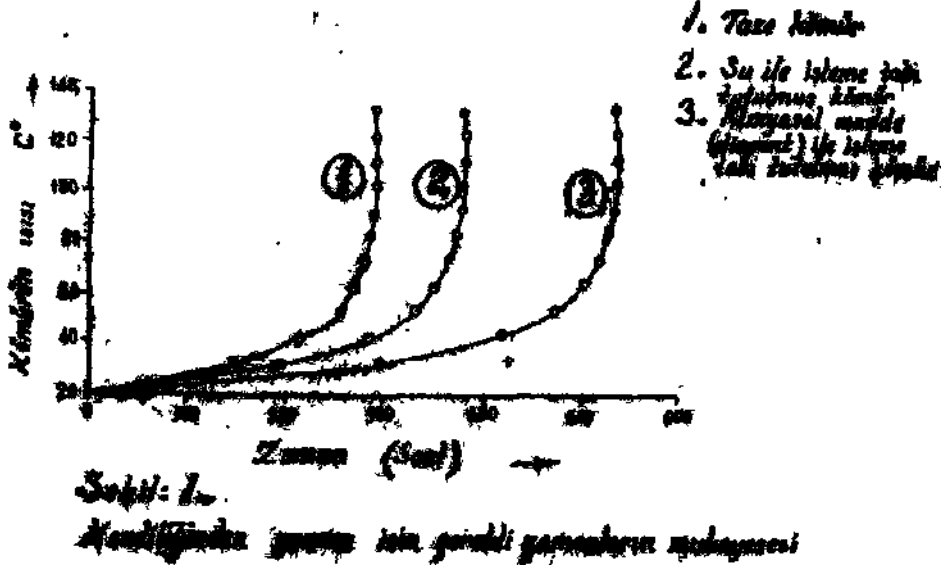
İngiltere kömür işletmeleri laboratu-rlarında yapılan araştırmalarda, kömürün yüzeyinde aktif merkezlerin olduğu, bunların hava ile temaslarında hemen oksitlendikleri gösterilmiştir. Bu merkezlerin oksidasyonu hava ile temas - kesildiğinde önlenmiştir.

/eni kazılan kömür yüzeyi oldukça .j??* Jif olup, suyun yarlığı olmadığına bi- .e" "atfa farnameri &uiu haVa'MçlÜde de k0+a>likfe oksitlentf. Öfter Wihüöus; k6- m"r(iifi süngertmsr biryapıycr sahfp ölma- & v^ genç RömütleHh "daha' fâzla sünge- r(msi öümaskiif Bu nedenle, oksijenin bu ®ün9 eWrfrsi yapıya girmesi, geriç - fâSmür- lerin oksidasyona meyilliliğlni yaşlılara ^üz° ran daha fazlalaştırır. - 1970 seneie- .nd S Japonya'da» kömürün yüzeyin* ok- sî®'in aktif merkezlerle temasımkes- £e şekilde bazı kimyasal maddeleri© blo- e den denemeler yapılmış, fakat bu ba- 9°nJ] olamamıştır. Isı çok az bile arttığı- *? Hu kimyasal maddeler bozulmuş ve °Asî Sasyon tekrar başlamıştır. Fakat İn- giltere'de, so(jy unr, per-borat gİW çok ha- İw JV 0.5 lik) oksidant kömür yüzeyinde TMla nı1dığında aktif merkezler yok. edite- bUrm ştir. Bu yine 1970 ferde yapılan İl- aİn? bir keşiftir. Şekil I, değişik şartlar

altındaki kömürün kendHğinden yonması için gerekli zamanların karşılaştırılmasını göstermektedir.

Bahsi gecen aktif merkezler ısıda çok efl bir yükeeme olduğunda faaliyete boşlar, tokat faaliyetleri özgül bir ısı derecesinde (kömürün cinsi ile değışir) tamamen önlenabilir. Örneğın kömür 70 °C

yükseltiJlrse aktif merkezler tekrar oluşur ve oksidasyon durur. I» 1 °C yuksetillirse aktif merkezler tekrar oluşur ve oksidasyon boşlar. Kömür 75 °C ye kadar tekrar ısı&hp bu derecede ısı sabit tutulursa bir müddet sonra oksWosyon durur, bu da aktif merkezlerin kullanılıp bittiğıne işaret eder.



- 1) Kömür
okeidoeyoo *fun&rm* az oktoğı kö-
• mürferdir. floka* «verişö şortlarda
kendHğindö» yonma her çeşit kö-
mürle olur.
- 2) Açık yüzeyin alanı — kömür ne kadar
küçük parçalı olursa, hava: İle temas
eden yüzey o kadar fazlalaşır, bu da
okslasyonu hızlandırır. Hız toz ha-
lindeki kömür ele alındığında en faz-
ladır.
- 3) Isının sabit tutulması — yeni kazıl-
mış kömürün oksldasyonunun hızı,
ısı sabit tutulduğunda düşer, fakat
okslasyon uzun bir zaman çok ya-
vaş btr şekilde devam eder.
- 4) Oksidasyonun bir ısı katsayısı vardır
ki, oksidasyonun hızı her bir 10 °C ısı

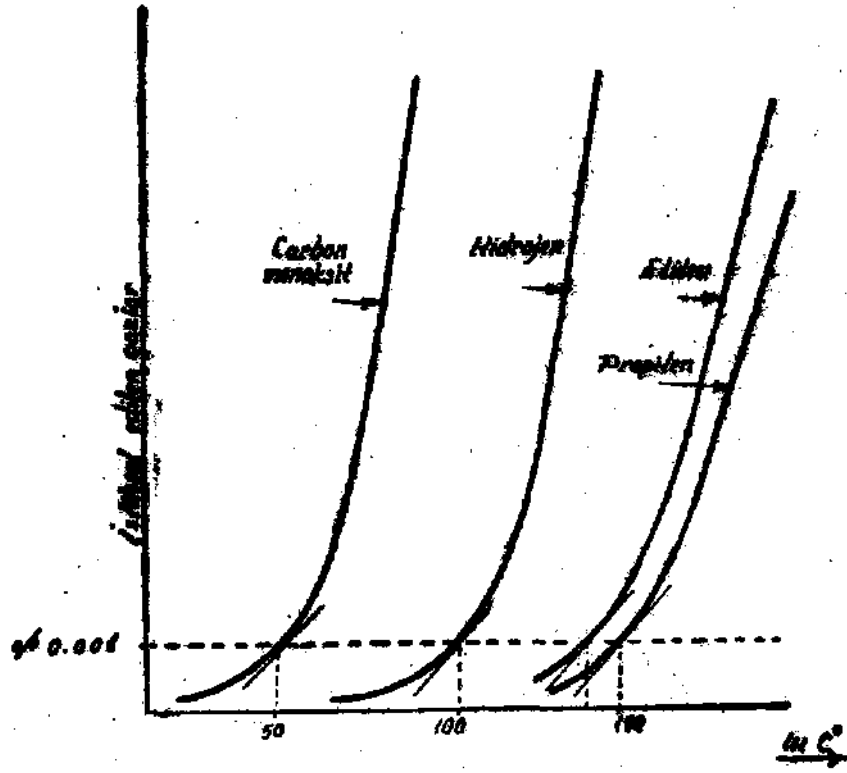
A tte yefejş orotoK iki fltsfte
iptir. 6mör ısınma txisJadiktan
Sonra oksldasyofliin hızı gitgide or-
Jar ve 4sı tümcesi kömürü alevlendi-
recek döye ulaşır. Kömürün alev-
lemne derecesf damardan damara de-
ğışir (17 °C, 183 °C. 300 °C ve daha
yüksek gibi).

- 5) Hava miktarı — çok önemlidir. Hava
çok az olduğunda oksidasyon çok
yavaş olur ve önemli bir ist artışı ol-
maz. Hava akımı kuvvetli olursa, üre-
tilen ısı taşınır, ısı artışı yine olmaz
ve oksidasyon hızı düşük düzeyde
kalmır. Bu İki limit değerlerin arasında
kritik bir hava miktarı vardır ki bu,
okslasyonu hızlandırdığı gibi üretilen
ısıyı süpürüp götüremez. Bu teh-
likeli durum ileri safhalarda kömürün
alev almasına yol açar.

6) Bunların yanında ısınmanın başlanğıç safhalarına tesir eden, piritlerin oksidasyonu ve *mm* farklıUktan a4bi ikinci derecede gelen fokföter vardır. Fakat ıstnmanın olması için bu faktörlerin varlığı şort değHdir.

OkskJasyon sırasında açığa çıkan çeşitli gazlar arasında; ısınmanın ilk safhalarını tesbit etmekte en faydalı olanı kar-

bon monoksittir (CO). CO, yanmayı en erken İşaret eden gaadw. Açığa etken diğ er gazlaricr karbon monoksidta İearştfaiÇ" ttntoasi «<&&f*&> Şefctf2 d» gdrükfö-âü &toh ofecidBBjKte neooss&tfencitjfdar^ gels» CO m*ft6wmn m °C chWKta süratle arttfd*: Böröür. Haftaki bu> Wdro-lüh İle 100 °C. ettten ve propilen İle 150 °C c&armdadır.



Şekil: 2 -
İsının artması ile istihsal edilen gazlar

Karbon monoksidin (% CO), oksijen azalmasına (%) oranı — CO/CW

Temiz hava % 20.93 oksijen % 79.04 nitrojen, % 0.03 karbon dioksit.İhtiva eder. Yukandaki nitrojen yüzdesine % 0.94 argon da dahildir. Diğ er mevcut olan gaz-İorm miktarı % 0.01 deh azdır.

Oksidasyonun en erken safhalarında bile CO üretilmektedir. Bu sebepten havalandırmada kullanılan havanın analiz edilmesi, kendiliğinden yanmada bir işa-

ret olarak kullanılabilir. Üretilen CO in oranı, kömürün ısısının artmasıyla süratle yükseir. Fakat havadaki CO in miktarı kendi başına., ısınmanın safhası hakkında yeterli bir İşaret olmayabilir. Bahis konusu olan yerdeki hava miktarının değışmesinin tesiri mutlaka hesaba katılmalıdır. Eğ er havalandırmada bir değışme olmadığı kesin ise, CO miktarı kendi başına, ısınmanın işareti olarak kullanılabilir. Aksi taktirde CO/0,az. kullanılmalıdır.

Bu, CO yüzdesinin, temiz hava için-

deki oksijenin numune alınan yere gelineceye kadar emten veya kullanırtan yüzde miktarı a orahımn 100 ile çarpılmasıyla elde edilir (100 ile çarpma, sadece daha kullanışlı bir rdkaw ekte etmek içindir). Oranın değeri, ısınmanın veya yanmanın şiddeti ile artar. Ocağa giren hava içinde, temiz havada bulunan normal oksijen yüzdesi mevcutsa, GO/O_2 az. oranı havalandırmada meydana gelecek değişmelerden büyük ölçüde etkilenmez. Çünkü herhangi bir hava miktarı değişmesinde, bu oranın pay ve paydası yaklaşık olarak aynı oranda değişeceğinden, netice üzerinde önemli bir farklılık görülmez. Teoride bu oran, hava miktarına tamamen bağımsız değildir, fakat pratik alanda oldukça yeterlidir.

Örnek :

Bir hava numunesinin laboratuvar analizini ele alalım :

Gaz	% miktarı
CO_2	0.80
CH_4	0.42
O_2	19.95
N_2	78.83
CO	0.005

Temiz havada % 20.93 oksijen ve % 79.04 nitrojen olduğuna göre, içinde % 78.83 nitrojen bulunan numunede ne kadar oksijen olmas? gerâttirir şekiiride., bir orantı kurulursa, bu oksijen miktarı % 20.87 olarak bulunur. Halbuki numunenin analizinde % 19.95. miktarda oksijen bulunmuştur. Böylece oksijen miktarında % 0.92 (% 20.87 - % 19.95) değerinde bir azalma görülmektedir. Numunedeki CO miktarı da % 0.005 olduğuna göre;

$$CO/O_2az. \sim (\% 0.005 \% 0.92) \times 100 = 0.54$$

olarak hesaplanmış olur.

Her pano için, CO miktarının ve CO/O_2 az. oranını tipik normları vardır ki bunlar, panodaki kömürün oksitlenmeye meyillilik derecesine ve çalışma ortamına göre değişir;

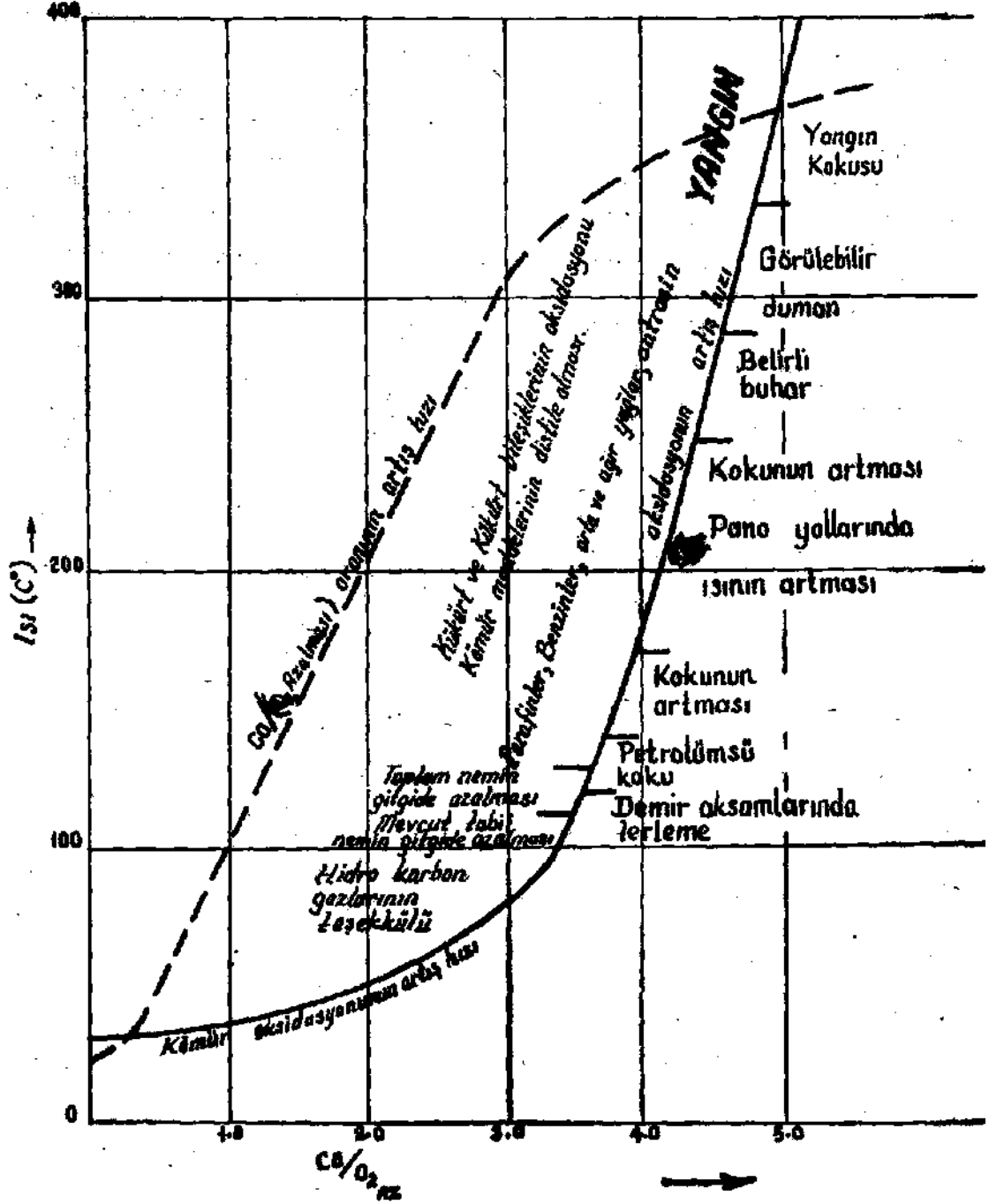
Barometrik basıncın değişmesi ocak yollarındaki havanın terkiibinde değişmeler, meydana getirebilir. Ocaktaki göçükler genellikle bol-miktarda CH_4 veya CO_2 -h N_2 , veya her ikisini birlikte ihtiva eden gaz depolarıdır.

Barometrik basınç yavaş yavaş düşüşü taktirde, göçüklerden dışarıya taşan gazlar havalandırma sayesinde yeterli miktarda dağıtılacaklardır. Fakat düşme süratle olursa, kısa zaman içinde taşan gazlar havalandırma sayesinde yeterli miktarda dağılacaklardır. Fakat düşme süratle olursa, kısa zaman içinde taşan gazların miktarı çok fazla olabilir ve bu da hava yolları da tehlikeli kirlenmelere yol açar. Göçüklerdeki gazların terkiibi, panodan panova büyük ölçüde değişebileceğinden, ancak barometrik basınçta düşüşün safhalarında yapılan hava numune analizleri sâadece ilgili saha hakkında doğru bir fikir verebilir. Bölgelerin meteoroloji istasyonları ile bağlantı kurup, ani basınç dâgmelerini önceden haberdar alabilmeleri yerbuna göre tedbir almaları oldukça lüzumludur. Basıncın üç saatte 3-6 mm. c.j: (4-8 milibar) arasında düşmesi, ani bir düşüş addedilmektedir.

Hfdpojerr 70- p üzerinde belirli olmayıp başladığından,; bu ist derecesi üzerinde aynı CO gidi yangın işareti olarak kullanılabilir. Lağım atmalarda ve dizel motorlarının çalışmaları sırasında CO üretilir ki, bunların yoğun olduğu saatlerde alınan numuneler ona göre değerlendirilmelidir. Su tüplerinin yastık olarak kullanıldığı lağımfamalarda hidrojen, üretildiğinden, hidrojen ölçülerinde bu durum gözönünde bulundurulmalıdır. Şekli 3 kendiliğinden yanmanın safhalarını göstermektedir.

% CO miktarının, havasız ve metansız ortama göre hesaplanması : (% $CC_{,,*}$)

Yukarıdaki değeri kullanmanın, TJO-çüklerdeki CO miktarını tesbit etmede büyük avantajı vardır. Havasız ve metansız ortama göre hesaplandığı için, göçüğe sızacak, kaçacak metan ve havanın,



Yangın başlayuncaya kadar geçen zaman oksidasyonun ve ısının dağıtılma hızına bağlıdır.

Şekil: 3 - Kendiliğinden yananın safhaları

CO miktarı üzerindeki etkisini büyük ölçüde tesirsiz kılar.

Örnek;

Bir numunenin analizini ele alalım,

CH ₄	%	10.00
O ₂	%	9.86
N ₂	%	79.02
CO ₂	%	1.10
CO	%	0.0169
CO/O ₂ az.		0.15
COhm.	%	0.0393

Normal havada % 20.93 oksijen ve % 79.04 nitrojen bulunduğuna göre, içinde % 9.86 oksijen bulunan nitrojen yüzdesi ne olur şeklinde bir orantı kurulursa bu değer 37.23 ($(79.04 \times 9.86)/20.93$) olarak bulunur. Aynı yolla karbon dioksit miktarı da % 0.014 olarak hesaplanır. Bu değerlerden yukarıdaki numunedeki hava miktarı;

% O ₂	: 9.86
% N ₂	: 37.23
% CO ₂	: 0.014
% Hava	: 47.10

Numunedeki metan miktarı ise % 10 olduğuna göre, metan ve havanın toplam miktarı % 57.1 (47.10 + 10.00) dir. NunuK nenin analizinden elde edilen % 0.0169 CO, % 57.1 değerindeki hava+metan miktarı ile birlikte bu numunede mevcut- tur. Halbuki biz, havasız ve metansız ortamdaki CO yüzdesini hesabedeceğimizden, numunenin, içinde hava ve metan olmayan kısmını kullanmalıyız. Bu da % 42.9 (% 100.00 — % 57.1) dur. Böylece % 0.0169 CO, içinde hava ve metan olmayan % 42.9 miktarındaki diğer gazlar ortamında mevcutsa, yüzde kaç CO, tamamı bu ortam olan gazlar içinde mevcut olur diye bir orantı kurularak, aranan % COhm.: 0.0393 olarak bulunur (0.0169 x 100/42.9).

Yukarıdaki % COâz. ve CO/O₂ten. kullanmanın avantajı, daha evvel de belirtildiği gibi bunların atmosfer basınçlarına

göre değişen ve ölçülen CO miktarına tesir eden temiz hava ile metan sulandırılmalarına büyük ölçüde bağımsız kalmalarıdır.

Örneğin, İngiltere'de, Kuzey Durham'daki Westoe bölgesinde, birbirini takiben iki ayrı günde göçükten alınan iki numunenin analizi ve hesaplanan CO Ojaz. , % COhm. değerleri incelenirse;

	29.8.1969	30.8.1969
	%	%
CH ₄	10.00	1.00
O ₂	9.86	19.97
N ₂	*9.02	78.86
CO ₂	1.10	0.17
CO	0.0169	0.0012
CO/O ₂ az.	0.15	0.13
COhm.	0.0393	0.0331

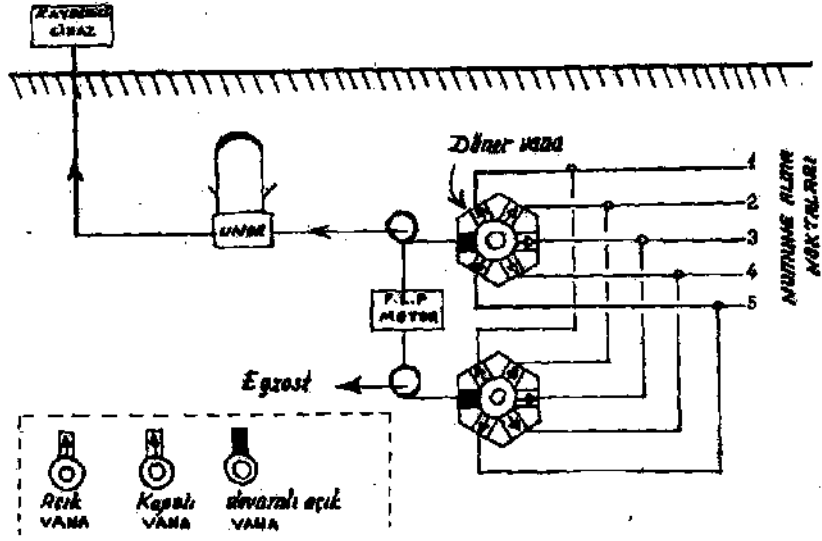
gerçek CO miktarları arasındaki büyük farka rağmen, hesaplanan CO/O₂az. ve % COhm. değerleri normal limitler içine düşmektedir. Buradan, yüksek değerdeki CO miktarının oksidasyonun ilerlemiş safhası neticesi olmadığı açıkça anlaşılmaktadır. Böylece lüzumsuz telaş ve mücadele hazırladıklarının önüne geçilmektedir.

CO/O₂az. ve % COhm. değerlerinin normalan her pano veya damar için ayrı ayrı tesbit edilir.

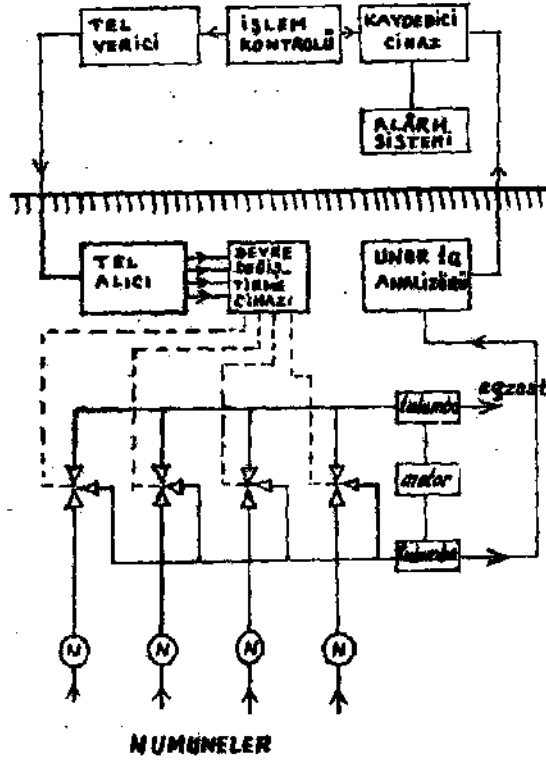
Sürekli numune analizi :

Isınmanın en verimli tesbit şekli, ocak havasının devamlı bir şekilde analizidir. Bu da aşağıdaki iki yolla yapılabilir;

1) Uygun görülen noktalara yerleştirilmiş (UNOR) enfraruj gaz analiz cihazı kullanılarak - analiz neticeleri, ocak içinde veya dışında bulundurulabilecek bir kaydedici cihaza tel edilebilir. Unorun çalışma prensibi gayet basittir. Metan ve CO, enfraruj radyasyonunun belirli dalgalı boyunu emer. Bu esasa dayanarak, enfraruj radyasyonu gaz numunesinden geçirildiğinde, numune içinde bulunan metan ve CO miktarı nisbetinde, radyasyonun bu belirli dalgalı boyunu emilir. Analiz



Şekil: 4 - "Uvr 1a analizörü ile birden fazla numunelerin analizi"



Şekil: 5 - "Uvr 1a analizörü ile birden fazla numunelerin otomatik ve uzaktan kontrollü analizi"

cihazına, birden fazla numuna alma noktalarından numune gönderilebilir ve numuneler sıra ile devreye sokularak analiz edilir. Şekil 4. ve şekil 5. bu işlemleri göstermektedir. Şekil 5. de, ek olarak neticeler, istenilen bir noktaya tel edilmekte ve işlem uzaktan otomatik olarak kontrol edilmektedir.

Unorun başlıca avantajı yeraltında kullanılabilmesidir. Cihaz CO değişimini 1 ppm'e kadar tesbit eder. Havalandırmanın yaklaşık olarak 2550 mVdak. olduğu ortamda, 624 grm. kömürün oksitlenmesinin CO miktarında 1 ppm. lik bfr.artış yapacağı hesaplanmıştır. Böylece çok az sayılabilecek bir miktardaki kömürün sebep olduğu ısınmayı bile tesbit etme olanağı ortaya çıkmaktadır. Bunun yanında, numune alma noktalarının esaslı bir şekilde tespiti çok önemlidir. Havalandırma mühendislerinin bunda büyük rolleri vardır.

2) Tüp sistemi — bu sistemde numune alma noktalarından yerüstünde bir merkeze kadar uzanan küçük çaplı tüplerle emilen hava, yerüstünde analiz edilir. Emilen havanın analiz* -edilen * yere gelinceye kadar geçen zaman mesafenin veya tüplerin uzunluğuna göre değişir. İngiltere'de Kuzey Durham'da da DaW Mill bölgesinde kullanılan sistemdeki bu tipik gecikme zamanları şöyledir;

Tüp uzunluğu (metre)	gecikme zamanı (dakika)
905	6
1609	24
3219	90
4828	200

Burada kullanılan tüplerin iç çapı 0.437 cm. dış çapı ise 0.635 cm. dir. Bu bölgede 12 tüp, dört panonun hava çıkış noktalarından ömferi havayı, ÇQ analizi için unor analiz cihazına getirmekçe,ve ; numuneler her 24 dakikada bir sürekli olarak analiz edilmektedir.

Unor ve tüp sistemlerinin karşılaştırılması :

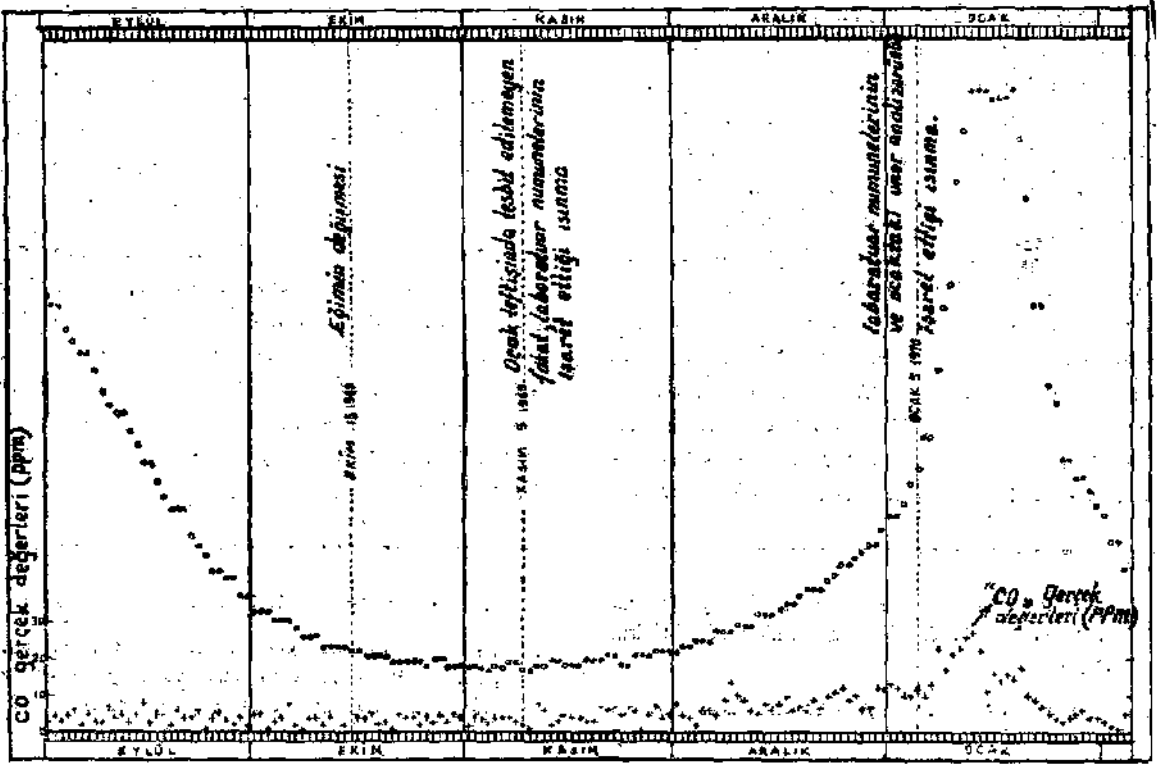
Her iki sistem de ocağın gaz durumu hakkında geniş bilgi verir. Unor analiz cihazı numune alma noktalarına yakın mesafelerde kullanıldığında metan veya CO miktarları anında tesbit edilerek, neticeler birkaç dakika içinde böge idaresine iletilir. Unor, sadece metan veya CO olmak üzere bir gazın miktarını ölçer.

Tüp sisteminin avantajı, numunenin yerüstünde analizini sağlamasıdır. Lüzumunda, numunenin içindeki diğer gazlar için de analiz yapılabilir. Tüp sisteminde mesafeler çok uzun olduğunda, numunenin tube girişinden analiz noktasına gelinceye kadar geçen zaman saatlerce uzun olabilir, fakat ısınma tesbitinde bu kadar bir zamanın önemi yoktur. Çok uzun mesafeler için iki sistemin birleşimi kullanılabilir. Tüplerle, ocak içinde münasip bir yere yerleştirilen unora gelen numune için analizi yapılabilir.

Daw Mill bölgesinde, CO analizi neticeleri kompüter ile kümülatif ilave ve tekniği kullanılarak değerlendirilmektedir. Gerçek CO miktarlarında zaman zaman behren aşın yüksek değerler arttırılmasına, sonrgprtalama değere yakın bir sabit değer; seçilerek bu arttırılan ve diğer değerlerle sabit değer arasındaki farkların kürrüativ ilavesinin zamana karşı grafiği çizilmektedir. Grafiğin eğiminin değişmesi: gerçek değerlerin ortaiamasmdaki değişmeyi işaret etmektedir. Şekil 6. daki grafik bu teknik esasa göre çizilmiş olup, ocak numune analizlerinin işaret ettiği ısınmayr bu i tarihten 12 hafta önce işaret etmiştir.

Genel Tedbirler :

En lüzumlu tedbir, yavaş hareket eden hava ile ufalanmış kömürün temasının minimum olmasını sağlamaktır. Çalışma metodları bu perişip üzerine pânlanmalı-Ox.. Havalandırma, mümkün olan her yerde ısıyı süpürecek bir şekilde yapılmalıdır. Bunun mümkün olmadığı yerlerde, hava



Şekil. 6. Arıtılmış gerçek CO değerlerinin kümülatif ilavesi (Dow Hill Bölgesi.)

ile kömürün temasını kısıtlayıcı her türlü tedbir alınmalıdır. Örneğin, ayak arkası göçüklerde mümkün olan en az miktarda veya hiç kömür bırakılmamalıdır. Taban yolarına yapılan ramble duvarları (Üretimli ayaklarda) havayı sızdırmayacak şekilde olmalıdır. Hava patikalarının teşekkülüne sebebiyet vereceğinden, göçüklerde direk bırakılmamalıdır. Panoya giriş ile çıkış noktalarındaki hava basınç farkları, geniş yollar sürerek ve akıntıları önleyerek mümkün olduğu kadar düşük tutulmalıdır. Tavan ve hemen tavan üzerinde, ileride kıratabilecek kömür bırakıldığı durumlarda, ya buraları çok iyi bir şekilde havalandırılmalı veya hava ile temasları tamamen kesilmelidir.

E.K.İ. Kozlu Bölgesinin Gözden Geçirilmesi

Bölgenin yanmaya en çok meyilli damarları, Çay ve Acılık damarlarıdır. Bu da-

marları çalışan panoların dönüş havası içinde % 0.006, % 0.008 arasında CO tesbit edildiğinde, panoların yangın barajlarından kapatılma yoluna gidilmektedir.

Üzerinde önemle durulması gereken nokta, yalnız Kozlu bölgesinin değil, havzanın tamamında kullanılan CO tesbit etme usulünün yetersiz olduğudur. Kullanılmakta olan CO tespit tüplerinin işaret edildiği en düşük CO miktarı % 0.001 dir. Ayrıca, diğer gazların varlığı tüpte belirlemekte, ölçülen CO miktarı üzerinde şüphe uyandırmaktadır. Böylece, oksidasyonun (bilhassa boşluklarda) ürettiği CO in çıkış havasına karışan çok az miktardaki değerlerini ölçmek olanağı ortadan kalkmaktadır. Bahsedilen boşluklardaki ısınma bir tesadüf eseri tesbit edilmemişse, oksidasyon giderek hız kazanmakta ve kömür açık alevle yanacak bir düzeye ulaşmaktadır. Bu da, gözle görülen duman ve koku sayesinde tesbit edilebilmektedir.

Örneğin, 1963, 1973 yılları arasında Kozlu bölgesinde, bu şekilde üç acık alevli yangın tesbit edilmiştir. İlginç otomatik, bahsedilen yangın yerlerinde acık alev görüldüğünden bir gün önce yapılan CO ölçülerinde hiçbir anormal durumun izlenmiş olunmamasıdır. Yine 1963, 1973 yılları arasında CO miktarının yükselmesi neticesi on pano kapatılmış olup, bazı malzeme zamanın kısa olması neticesinde, sonradan alınmak üzere terkedilmiştir. Bunun yanında terkedilen kömür rezervleri ve mücadele sırasında kayıp edilen iş gücü oldukça yüksek değerlere erişmektedir. Kozlu bölgesinde 1963, 1973 yılları a-

fasında, bu konuda kaybedilen parasal değerlerin tablosu şöyledir:

Kayıp edilen iş gücü	161.567 TL.
Kayıp edilen malzeme	524.373 TL.
Terk edilen kömür	23.593.500 TL.
Toplam	24.279.440 TL.

Sadece Kozlu bölgesine ait olan bu kayıp ürkütücüdür. Bir an önce havza çapında, en son sistemlerle devamlı olarak CO tesbitine ve her bölgede hava analiz laboratuvarları kurulması yoluna gidilmesi; millî değerlerin kaybı yanısıra, muhtemel can kayıplarının da şüphesiz büyük ölçüde önlenmesi bakımından şarttır.

- 1) **Symposium on the prevention of spontaneous combustion. 1970. The Institution of Mining Engineers.**
- 2) **Noxious Gases Underground (a handbook for**

colliery managers), 1970. National Coal Board.

- 3) **Ereğli Kömürleri işletmesi Kozlu bölgesi yangınların incelenmesi ve önlenmesi için öneriler, (diploma çalışması) 1974. Tayyip Erigen.**