

**TÜRKİYE MADENCİLİK BİLİMSEL
VE TEKNİK 5.KONGRESİ
14 18 2/1977. dsı galonu ankam**

ZONGULDAK KÖMÜR HAVZASINDA
KENDİLİĞİNDEN YANABİLEN DAMARLARDA
ALINMASI GEREKLİ TEDBİRLER VE
MÜCADELE YÖNTEMLERİ

TMMOB

MADEN MÜHENDİSLERİ ODASI

ZONGULDAK KÖMÜR HAVZASINDA
KENDİLİĞİNDEN YANABİLEN DAMAELADA
ALINMASI GEREKLİ TEDBİRLEB YE
MÜCADELE YÖNTEMLERİ

Mehmet DÜNDAR * Kâmil ARAL ** Muammer COŞKUN

Özet :

Zonguldak Kömür havzasında, üretim yapılan bazı damarların kendiliğinden yanmaya müsait olduğu çok eskiden beri bilinmektedir. Alman tedbirlere rağmen alevli ocak yangınları ve dolayısı ile infilaklar günümüze kadar tamamen önlenememiştir.

Kendiliğinden yanmanın oluşmasına tesir eden etkenlerin çok iyi bilinmesi gereklidir.

Havzada ilk olarak kendiliğinden yanmaya müsait olan damarlar sistemli bir şekilde sınıflandırılmaya çalışılmıştır.

Panoların hazırlık ve üretimi esnasında alınacak tedbirler belirtilmiştir. Kendiliğinden yanmaya müsait panolarda havalandırma üzerinde önemle durulmuş ve hava analizlerinin muntazam aralıklarla yapılarak CO/0₂ azalması oranı ile kızışmanın erken safhalarda tesbit edilebileceği izah edilmiştir.

Son bir yıl zarfında Havzada ve özellikle Kozlu bölgesinde ocak yangınlarmı önleyici tedbirler benimsenmiş ve sonuç olarak hiçbir alevli ocak yangını ile karşılaşılma-mıştır.

(*) E.K.İ. Kozlu Bölgesi - Emniyet Başmühendisi

(**) E.K.İ. Kozlu Bölgesi - istihsal Başmühendisi

(***) E.K.t. Kozlu Bölgesi-Maden Yük. Müh.

Üretimi biten panolar, yangın çıkış veya çıkmasını; yangın çıkan panolar ise geciktirilmeden sızdırmaz bir şekilde barajlarla kapatılır.

Abstract :

It has been known for a very long time that some of the coal seams at Zonguldak Coal Basin is liable to spontaneous combustion. Open fires and explosions underground due to heatings could have not been completely prevented up to now although all the necessary precautions taken and methods of combating considered.

Factors effecting development of spontaneous combustion have to be known in great detail.

At the Coal Basin for the first time the seams liable to spontaneous combustion have been tried to be systematically classified.

The precautions taken during the development and working of coal seams have been mentioned. System of ventilation have been greatly stressed and, it has been explained that by complete mine air analysis and determination of CO/O₂ deficiency ratios. The spontaneous heatings can be detected at early stages.

In the last year or so, in Zonguldak Coal Basin and particularly at Kozlu Mine precautions against spontaneous heating have been successfully adopted and as a result no open fires underground have been come across.

After finishing of a district liable to spontaneous heating and other districts in case of as. open fire have to be sealed off immediately with taking care of leakage.

1. Giriş

Zonguldak da kömürün Uzun Mehmet tarafından bulunmasından sonra, Havzada kömür üretimi, yerli ve yabancı Şirketlerce yıllarca sürdürülmüştür. 1940 yılında millileştirilen tüm Zonguldak Taşkömürleri, bir iktisadi devlet teşekkülü olan Ereğli Kömürleri İşletmesi tarafından işletilmektedir,

Eski tarihlerde kendiliğinden yanmaya elverişli kaim damarlarda genellikle baca göçertme metodu (kara tumba) uygulandığından; ocaklarda yeterli havalandırma sağlanmaması ve hassas CO tesbiti yapılmaması neticesi daha sık alevli yangınlarla karşılaşıldığı yaşlı madenciler tarafından hikaye edilmektedir.

Son yıllarda Havzada kendiliğinden yanma ile daha etkili mücadele örnekleri verilmesine rağmen, genede alevli yangınlarla karşılaşmaktadır. Bu alevli yangınların bazıları grizu infilaklarına neden olmuş ve üzücü ölümlü kazalar meydana gelmiştir. Havzada önceleri infilakların gerçek nedenleri kesinlikle bilinmemekle beraber son beş yılda alevli ocak yangınları sonucu 8 ayrı olayda 50 kişi ölmüş ve 114 kişi de yaralanmıştır (Tablo -1).

TABLO — 1

Olay Tarihi	Olayın Sebebi	Olay Yeri	Kazalı Ölümler	Yaralı Sayısı	D ü ş ü n c e l e r
3. 1.971	İnfilak	Armutçuk Böl.	1	3	Kil baraj patlaması
21. 4.972	İnfilak	Armutçuk Böl.	—	3	Baraj inşaatı esnasında infilak
19. 6.972	İnfilak	Armutçuk Böl.	3	23	Eskilerde oluşan yangın sonucu
23.10.972	İnfilak	Kozlu Bölgesi	16	41	Eski üst panoda infilak
23.10.972	İnfilak	Üzülmez Böl.	8	30	İnfilak neticesi barajların bozulması
9. 8.973	infilak	Kozlu Böl.	2	8	Baraj İnşaatı esnasında infilak
28.10.975	İnfilak	Karadon Böl.	13	2	İnfilak neticesi barajların bozulması
13. 8.976	Zehirlenme	Armutçuk Böl.	7	—	CO'den zehirlenme

Zonguldak kömür Havzasındaki kendiliğinden yanma vakalarının, etkili ve bilinçli mücadele sonucu azaldığı ve bu çalışmalara devam edildiği sürece danada azalacağı inancındayız.

Sunulan bu tebliğin, ocak yangınlarının çıkma olasılığı bulunan diğer tüm Maden İşletmelerinde yardımcı olacağı görüşündeyiz.

2. Kendiliğinden Yanmanın Oluşması

Büyük maddi (işçilik, malzeme ve kömür üretimi) ve zaman zaman can kayıplarına sebep olan kendiliğinden yanmanın oluşması çeşitli etkenlerin bir araya gelmesi ile müm-

kündür. Kızışma veya kendiliğinden yanmanın temel sebebi kömürün oksitlenmesidir. Bu işlev, piritlerin oksitlenmesi, rutubet farklılıkları gibi kızışmanın ilk safhalarına tesir eden ikinci derece etkenler olmasına rağmen, kömürün hava ile teması neticesinde başlar.

Kömürün oksitlenme mekanizması basit olmadığı gibi kati olarakta anlaşılamamıştır. Kömürün hava içerisindeki oksijeni massetmesi (absorbe) sonucu ısı açığa çıkar. Yeteri kadar hava bulunan yerlerde bu ısı pek etkili olamaz ve kömür sürekli olarak soğumuş olur. Bunun yanında hava miktarında hiç bir değışiklik olmayan bir yerde mevcut oksijen tamamen tükenecek ve oksitlenme kendiliğinden durmuş olacaktır. Bu iki aşırı uç arasında oksitlenme ile açığa çıkan ısı tamamen kaybolmadığından, kömür daha da ısınmış hale gelir, zincirleme reaksiyon sonucu sıcaklık gittikçe artar, terleme koku ve dumandan sonra açık alevli yangına dönüşür.

2.1. Kendiliğinden Yanmaya Tesir Eden Etkenler

Kömürün oksitlenmesi, dolayısıyla kızışmasına yardımcı olan etkenler şöyle sıralanabilir;

i) Kömürün cinsi : Genellikle en yaşlı kömür enaz oksitlenme hızı gösterir. Örneğın antrasit kömürlerinde taşkömürü ve linyite nazaran kendiliğinden yanma olasılığı çok daha azdır.

ii) Ebat büyüklüğü ve yüzey alan : Kömür ebadı küçüldükçe yüzey alanı büyüyeceğinden hava ile temas edecek yüzey de büyümüş olacaktır. 50 - 25 mm. ebatlı kömürün yüzey alanı birim olarak alındığında 3 -1,5 mm. ebadına kırılan aynı kömürün yüzey alanı en az on katı büyümüş olacaktır. Toz kömürde oksitlenme hızı daha yüksek olacağından bu durum ufalanmanın önemini daha iyi vurgulamaktadır.

iii) Atmosferik basınç : Dışarıdaki hava basıncının sabit durmadığı ve devamlı alçalıp yükseldiğı bilinmektedir. Bu durum aynı şekilde ocak içerisinde etkilemektedir. Atmosferik basıncın alçalıp yükselmesi, bir miktar havanın ayak gerisine zorlanmasına ve tekrar geri gelmesine sebep olur. Bu şekilde oksijenle temas eden toz halindeki kömürler oksitlenme hızını artırırlar.

iv) Oksijen konsantrasyonu : Kömürün oksitlenmesi ile harcanan oksijenin yerine sürekli oksijen geliri yoksa, oksitlenme hızı düşecek ve bir noktada ısı dengesi oluşacak ve yangın meydana gelmeyecektir.

v) Kömür damarları ve arazi şartları : Ocaklardaki belirli şartlar; örneğin derinlik, damar kalınlığı ve fayların kendiliğinden kızışmayı etkilediği bir gerçektir. Damar kalınlığı ile birlikte meylinin artması kızışma olasılığını artırmaktadır, muntazam olmayan damar kalınlığı ve bozuk tavan şartlarında oksidasyonu kamçılayan etkenler arasındadır.

vi) Üretim yöntemi : Çeşitli ocaklarda damar şartlarına göre geliştirilmiş üretim yöntemleri mevcuttur. Bununla beraber uzun ayak üretim yöntemlerinden dönüşlü uzun ayakta kendiliğinden yanmanın oluşma olasılığı ilerletimli ayakta çok daha azdır.

Rambleli çalışan bir panonun göçük sahasında, kızışmanın oluşması ise zayıf bir olasılıktır.

3. Zonguldak Havzasındaki Kömür Damarlarının Kendiliğinden Yanmaya Müsaitlik Derecelerine Göre Sınıflandırılması

Zonguldak Kömür Havzası karbonifer devrinde teşekkül etmiştir. Kozlu, Üzümlü ve Karadon Bölgeleri Kozlu Serisi damarlarında, Armutçuk Bölgesi Namurien serisi damarlarında ve Amasra Bölgesi ise üst karbonifer kömürlerinde üretim yapmaktadır. Kendiliğinden yanmaya karşı farklı özellikler arzeden bu damarlar, elde edinilen tecrübelerin ışığı altında kendiliğinden yanmaya müsaitlik derecelerine göre sınıflandırılmıştır (Tablo - 2).

i) I. Derece - Daha önce kendiliğinden yanmanın meydana geldiği ve çok fazla yanma tehlikesi olduğu bilinen damarlar.

ii) II. Derece - Yanma olaylarının sık görülmediği ancak yanma tehlikesi olasılığı bulunan damarlar. Bu gruba, I. dereceye giren aynı damarlardan bazıları dahil edilebilir.

iii) III. Derece - Hiç yangın çıkmayan ve hiçbir özel tedbire gerek görülmeyen damarlar.

Tablo — 2 Damarların Suuflandırılması

Bölge ve Bölüm	I. Derece	II. Derece	III. Derece	D ü ş ü n c e l e r
I—'Armutçuk Bölgesi 1. Kandilli Bölümü 2. Kireçlik Bölümü 3. Alacağzı Bölümü	Büyük Üçköylü	Üçköylü Büyük Küçük	Diğer damarlar Diğer damarlar Diğer damarlar	Kireçlik bölümü büyük damar yeni üretime geçtiğinden II. dereceye alındı.
II —Kozlu Bölgesi 1. t. Harman Bölümü 2. İhsaniye Bölümü	Acılık, Çay Acılık, Çay	Hacıpetro Hacıpetro, Sulu	Diğer damarlar Diğer damarlar	H. Petro Çay'a yakm olduğundan II. dereceye alındı. Sulu'da sadece bir yangın tesbit edildi.
III — Üzülmaz Bölge 1. Asma Bölümü 2. Dilâver Bölümü 3. Çaydamar Bölümü	Çay (Eski)	Acılık, Çay Acılık, Çay	Diğer damarlar Diğer damarlar Diğer damarlar	Ocak yangını hiç çıkmadı Ocak yangını hiç çıkmadı Kozlu'daki Çay'lara nazaran daha geç yangın çıkmaktadır.
IV — Karadkm Bölge 1. Kilimli Bölümü 2. Karadon Bölümü 3. Gelik Bölümü	Acılık, Çay Acılık, Çay Acılık, Çay	Domuzcu, Sulu Büyük, Sulu Çınarlı,	Diğer damarlar Diğer damarlar Diğer damarlar	Kozlu bölgesinde çalışan Acılık ve Çay'a nazaran oksidasyon hızı daha düşük.
V — Amasra Bölgesi	Kurudere, Kaim, Taşlı	Doffiuzcu, Sulu. I. Damar ince	— —	Yeni bir üretim bölgesi Yangın çıkan damarlar I. dereceye alındı.

4. Panoların Hazırlanması ve Üretilmesi

Kendiliğinden yanmaya müsait damarlarda panoların hazırlanması ve üretilmesi özel bazı esaslara göre plânlanır. Ana kat lâğımlarının kendiliğinden yanmaya müsait damarları kestiği kısımlar beton veya tuğla kemere alınır. Böylece ana yollarda damarların oksijen alması ve kızışması önlenmiş olur.

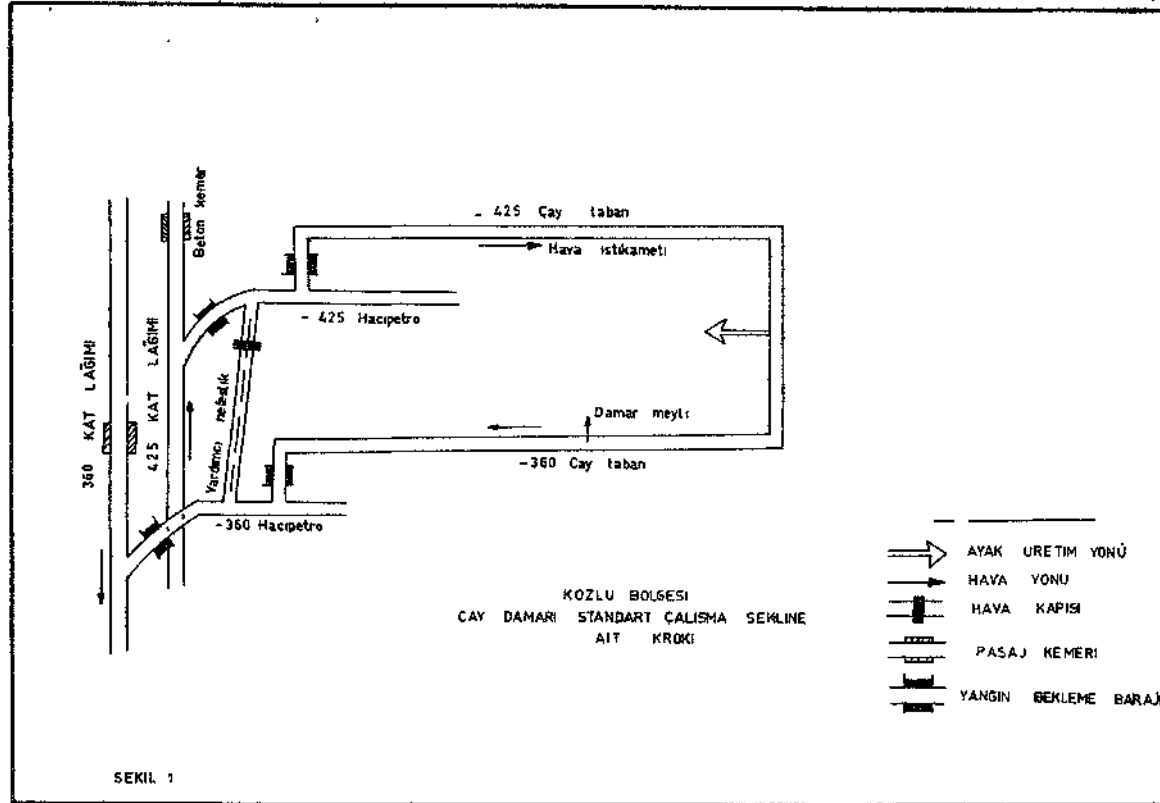
Üretime hazırlanacak panonun alt ve üst taban yollarına, yangın bekleme barajlarının yapılabilmesi için, reкуп lâğımları ile girilir. (Şekil-1). Bu lâğımların boyları arazinin sağlam veya çürük olma durumuna göre tesbit edilir. Reкуп lâğımlarının planlanmasında ana kat lâğım topuğu ve barajların sızdırmazlığıda göz önünde tutulur. Panonun alt ve üst taban yolları sürülürken tavan ve yanlarda boşalmaların meydana gelmemesine çalışılmalıdır. Buna rağmen boşalmalar olursa doldurulmalı ve yerleri imalât plânlarına işlenmelidir.

Havzada ayak mekanizasyonuna tam olarak gidilemediğinden ayak ilerleme hızı oldukça azdır. Bu durum göz önünde tutularak ayak boylarının günde enaz bir have ilerleyecek şekilde planlanması gereklidir. Ayak alınının sür'atli ilerlemesi ile tavan daha iyi kontrol edilebileceği gibi, ayak gerisinde kalan kömürede kızışma fırsatı tanınmamış olur.

Pano boyları ilerletimli ve dönümlü uzun ayak işletme yöntemlerine göre saptamır. Havzadaki pano boyları genellikle faylarla kısıtlanmıştır. Buna rağmen ilerletimli uzun ayaklarda pano boyu dönümlü uzun ayaklara nazaran daha kısa tutulmalıdır.

Ayak arkalarındaki ahşap malzeme mümkün olduğu kadar sökülerek alınmalı, arkalarda kalan direklerin hava boşluğu yaratacak şekilde yığın meydana getirmemesi ve birbirleriyle temas etmemeleri için gerekli tedbirler alınmalıdır.

Havzada kendiliğinden yanmaya müsait Çay ve Acılık damarlarında, genellikle çok kat halinde üretim yapılmaktadır. Biribirini takip eden uzun ayakların armları arasındaki yatay uzaklığı 30 m. yi aşmaması uygun olur.



Üretim esnasında, taban yollarında ve ayak içerisinde karşılaşılan fay, kırılma zonları ve anormal damar şartlarında, (damar kalınlaşması ve incilmesi gibi) ayak arkasında kömür bırakılmamaya çalışılır ve taban yollarında kesonlama yapılır.

Ayaklarda meydana gelen göçükler, mümkünse kömür postası bırakılmadan açılmalıdır.

5. Panoların Havalandırılması :

Kendiliğinden yanmaya müsait damarlarda üretim yapılan panolar; kızışma seyrinin hassas olarak takibi, yangın gazları ile dumanın diğer bir panoyu etkilememesi ve bir panonun kapatılması halinde diğer panoların havasız kalması bakımından müstakil olarak havalandırılmaktadır.

Bir panoda yangın çıkması halinde, bekleme baraj yerlerinin kolayca ve yeterince havalandırılabilmesi kızışmanın artması halinde panoda hava kısıtlaması yapılabilmesi ve gerektiğinde panonun tüm havasını rahatlıkla çekebilecek bir komşu nefeslik (Şekil -1) yapılmalı ve bu nefeslikte kesit daralmalarını önleyici tedbirler alınmalıdır.

Panoları ana kat lâğımına bağlayan hava giriş ve dönüş yollarında direnç yaratacak keskin dönüşlerden sakınılmalıdır. Ayrıca pano umumi nefesliğinde, alt ve üst taban yollarında ve ayak içerisinde yüksek deprasyon farkları yaratacak kesit daralmalarına mani olunmalıdır. İlerletimli uzun ayaklarda, arkalara hava sızması diğer üretim yöntemlerine kıyasla çok daha fazla olduğundan, panolar dönümlü uzun ayak veya rambleli olarak çalışmalıdır. Dönümlü uzun ayaklarda arkalara hava sızıntısını önlemek için alt ve üst taban yollarının tahkimatı sökülerek göçertilmeli ve gerekirse aralıklı olarak kilden barajlar yapılmalıdır. Keza rambleli ayakların taban yollarında ya belirli aralıklarla veya tamamen ramble malzemesi ile doldurulmalıdır. İlerletimli uzun ayaklarda havanın arkalardan kısa devre yapmasına engel olmak için alt ve üst taban yollarının göçük tarafına ha-

va sızdırmaz ramble duvarları inşa edilmeli ve sızdırmazlık duman tüpü vb. ile kontrol edilmelidir.

Göçertmeli tüm ayaklarda ayak başlangıç başyukarısının tahkimatı ayak üretime geçtikten sonra tamamen sökülerek göçertilmelidir. İlerletimli ayaklarda ayrıca bu başyukarınm baş ve dibine en az damar kalınlığının iki katı kadar uzunlukta hava sızdırmayacak şekilde ramble yapılmalıdır.

6. Hava Analizleri

Kendiliğinden yanmanın daha ilk safhalarda tesbiti, ocak yangınlarının gelişmesi ve infilâk tehlikesinin değerlendirilmesi açısından; ocaklarda hava analizlerinin yapılmasını Maden Emniyet Nizamnamesi şart koşturmuştur.

1953 yılında kabul edilen bu Nizamname gereğince ve o yıllarda mevcut cihazlarla yapılan hava analizlerinin yetersizliği bugün bütün açıklığı ile ortadadır.

Yapılan araştırmalar neticesi, karbon monoksitin kömürün oksitlenmesini erken safhalarda belirleyen bir gaz olduğu kesinlikle bilinmektedir. Fakat sadece karbon monoksitin ölçülmesi yeterli değildir. Bununla birlikte ocak havasındaki diğer gazlarında hassas bir şekilde ölçülmesi gereklidir.

Burada, bu ölçü cihazlarına veya ölçü tekniklerine pek değinmeyeceğiz : Sadece şu kadarını belirtelim; son yıllarda ölçü cihazlarında ve ölçü tekniğindeki gelişmeler çok ileri safhalara varmıştır. Ve biz Zonguldak Kömür Havzası olarak bunun bilincindeyiz. Yaptığımız çalışmaların yakın bir gelecekte olumlu sonuçlar vereceğine inanmaktayız. Bu alanda atılan ilk adım, tüm EKİ Bölgelerinde kullanılmasına başlanan hassas karbon monoksit analiz cihazlarıdır.

Yıllarca kullanılan değişik tip karbon monoksit tüpleri; ocak yangınlarını tesbitte yetersiz kalmıştır. Bu yetersizlik bazen yeni üretime hazırlanan bir panonun kapanmasına sebep olmuş ve bazı hallerde de ancak yangının alevli safhaya dönüşümünde CO tesbit edilebilmiştir. Bu tür yanılığlardan dolayı 1973 yılında, Kozlu Bölgesinde 350 - 500 ton/gün tüvenan kömür kapasiteli beş üretim panosu barajlarla kapatılmıştır.

6.1. Karbon Monoksit ölçümlü ve Karbon monoksit/ Oksijen azalması oranı (CO/0₂ AZ)

Karbon monoksitin, kömür oksidasyonunun çok erken safhalarında bile açığa çıkması, bu gazın panoların dönüş havasında çok hassas ve sürekli olarak ölçülmesini gerektirmektedir. Ateşleme sonrası ve diesel lokomotiflerinden açığa çıkan karbon monoksiti ayırt etmek ve ona göre değerlendirme yapmak şarttır.

Pano dönüş yollarında hava miktarının sabit olmayışı sadece CO oranı ölçmenin kızışma safhasını belirtmesi bakımından yeterli değildir. Hava akımındaki değişmelerin CO oranı üzerindeki etkisi, Karbon monoksit/Oksijen azalması veya gerçek karbon monoksit miktarı hesaplanarak ortadan kaldırılmış olur.

Karbon monoksit/Oksijen azalması oranı hava akımına bağlı olmayan ve tecrübelerin gösterdiği gibi, güvenilir bir değerdir. Oran, hava içindeki karbon monoksit değerinin numune alınan noktaya gelinceye kadar, havadan absorbe edilen oksijen oranına (Oksijen azalması) bölünüp 100 ile çarpılması ile bulunan uygun bir göstergedir.

Oksijen miktarındaki küçük değişmeler bu oranda büyük çapta oynamalara sebep olacağından oksijen azalmasının küçük olduğu zamanlarda bulunan oranın değerlendirilmesi çok dikkatli yapılmalıdır.

CO/0₂, AZ oranının hesaplanmasına ait örnek :

Numunenin laboratuvar analizi :	%
Karbondioksit	0,06
Metan	0,44
Oksijen	20,60
Azot	78,90
Karbon monoksit	0,0019
Toplam	100,00

Numunedeki azota bağı olan oksijen yüzdesi :

$$78.90 \frac{20.93}{79.04} = 20.89 \dots \dots \{ a)$$

Numunedeki oksijen yüzdesi (b)

Fark (Oksijen azalması). (a-b)

$$= 20.89 - 20.60 = \% 0,29$$

Numunedeki karbon monoksit yüzdesi,

$$= \% 0.0019 \dots \dots \dots (c)$$

Karbon monoksit/Oksijen azalması oranı

$$\begin{aligned} &= \frac{c}{a - b} \times 100 \\ &= \frac{0,0019}{0,29} \times 100 \\ &= 0,66 \end{aligned}$$

Her ocağın ve her ayağın, kömürün oksitlenme özeliğine ve çalışma şartlarına bağı olan kendine özgü bir CO yüzdesi ve CO/O₂ AZ oranı vardır. Herhangi bir işyeri için hesaplanan oran, oraya ait, tipik değerden büyükse tekrar numuneler alınmak suretiyle bundan sonraki neticeler büyük bir titizlikle değerlendirilir.

Atmosferik basınçta meydana gelen değişiklikler ocak havasının terkiibinde değişiklikler hasıl eder. Ciddi bir kızışmanın bulunduğu bir ayak gerisinden, atmosferik basman aniden düşmesi halinde fazla miktarda karbon monoksit dönüş havasına karışır. Bunun yanında atmosferik basıncım yükselmesi bir miktar havayı ayak gerisine iter. Fakat bunun havanın terkiibi üzerindeki etkisi önemsenmiyecek kadar azdır.

Kendiliğinden yanma olasılığı bulunan bütün panolar da CO/O₂ AZ. oranı önceden tesbit edilen istasyonlardan be-

lirli aralıklarla hava numunesi alınarak hesaplanır. Numune alınmasına pano üretime geçer geçmez başlanır.

Bu istasyonlar panonun hava dönüş yolu üzerinde bulunmalıdır. Mecbur kalınmadıkça üretim süresince panoda numune alma istasyonunun yeri değiştirilmemeli numune galerinin aynı noktasından alınmalıdır. CO/O₂ AZ. oranının sabit olarak kalması panoda oksitlenme hızının sabit olduğunu gösterir. Orandaki artış miktarı kızışma safhalarını çok iyi belirtir. Muntazam bir artış, şartların tedrici olarak değiştiğini ani bir durumun oluştuğunu gösterir. Bununla birlikte, bu artışların incelenmesi sırasında numunelerin alındığı zaman aralığı da dikkate alınmalıdır.

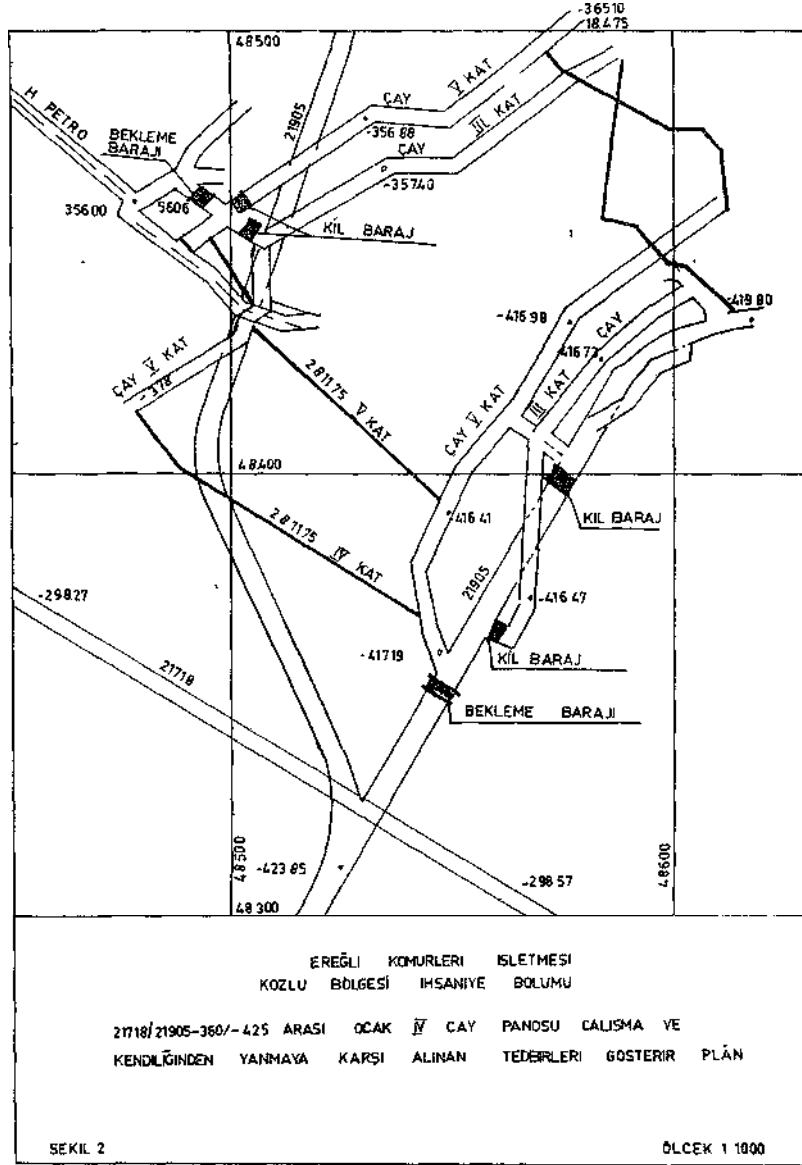
Ocakların ana hava dönüş yollarında da belirli aralıklarla hava numuneleri alınmalı, analiz neticelerinin kayıtları tutulmalıdır. Ölçülerde görülen artışların kaynağı aranarak bulunmalıdır.

7. E.K.İ. Kozlu Bölgesinde Kendiliğinden Yanmaya Müsait Damlarların Üretimi Sırasında Kızışmaya Karşı Verilen Mücadele :

Zonguldak kömür havzasında yangına müsait damarlardan Çay ve Acılık'ı uzun süreden beridir çalışan Kozlu Bölgesi birçok ocak yangınlarına sahne olmuş, üretim kayıplarının yanında can kayıplarında meydana gelmiştir. Son 5 yıl içinde üretimin dönümlü uzun ayak yöntemiyle yapılmasına çalışılması ve bazı ayakların rambleli olarak işletilmesi kızışma vakalarını azaltmıştır. Son bir yıldan beri sistemli ve sürekli hava analizleri sonucu panolardaki kızışma noktaları belirlenmiş ve verilen mücadele ile alevli ocak yangınları görülmemiştir. Ancak birkaç panoda üretim hududuna yaklaştığı sırada CO değerlerinde süratli artış görüldüğünden bu panolar kapatılmıştır.

7.1. Uygulama I - Kosta Bölgesi İnsaniye Bölümü 21718/21905, -360/-425 ocak 1. Çay Panosu :

Pano üretime Aralık 1974 de dönümlü göçertmeli uzun ayak olarak başlamıştır. 2. ve 3. katların alınmasını takiben



4. ve 5. katlardan üretim yapılmaya geçilmiştir. Pano hududunun uzaması sonucu üst taban yolu bilahare ilerletimli duruma girmiştir. (Şekil - 2) Kapatma kararı alındığında 500 ton/gün tüvenan üretim yapan panonun 4. katı pano hududuna gelmiş 5. katın ise 3 ay kadar bir ömrü kalmıştı.

Sistemli CO ölçüleri yapılmaya başlandığı zaman, pano dönüş havasındaki CO değeri milyonda (ppm) 5-7 arasında değişmekteydi. Hava miktarı; 300 - 400 m³/dak. arasıda değişmesine rağmen CO oranı süratle artmaya başlamış, pano umumi havasında milyonda 29 CO tesbit edildiğinde; (Tablo-3) 29.11.1975 günü panonun kapatılmasına karar verilmiştir.

Panoda CO değerinin artması üzerine muhtelif kısımlara pano arkalarına hava sızmasını önlemek amacıyla kil barajlar yapılmış, numune alma aralıkları sıklaştırılmış ve vardiyeye de 2 defaya kadar çıkarılmıştır. Bu arada ayak arkasından alınan numunelerde elimizde mevcut karbon monoksit analiz cihazının üst ölçü sınırı olan milyonda 100'ün üstünde CO tesbit edilmiş, tüple yapılan ölçülerde milyonda 300-400 kadar CO bulunmuştur.

Panoda duman ve alevli yangın tesbit edilmediğinden ağırlık barajları yapılmamış; önce kil ve 48 saat beklendikten sonrada beton barajlar yapılmıştır. Gerekli numune alma ve diğer borular konulmuş ve pano tekrar açılmak üzere kapatılmıştır. 1.12.1975 günü üst baraj arkasından alınan numunede CH₄ % 7, O₂ % 14.5, CO₂ % 1.5 ve CO milyonda 70 olarak tesbit edilmiş ve barajların kaçırdığı kanaatma varılmıştır. Barajlar sıvanarak sızdırmazlık temin edilmeye çalışılmış tam olarak başarıya ulaşamamıştır.

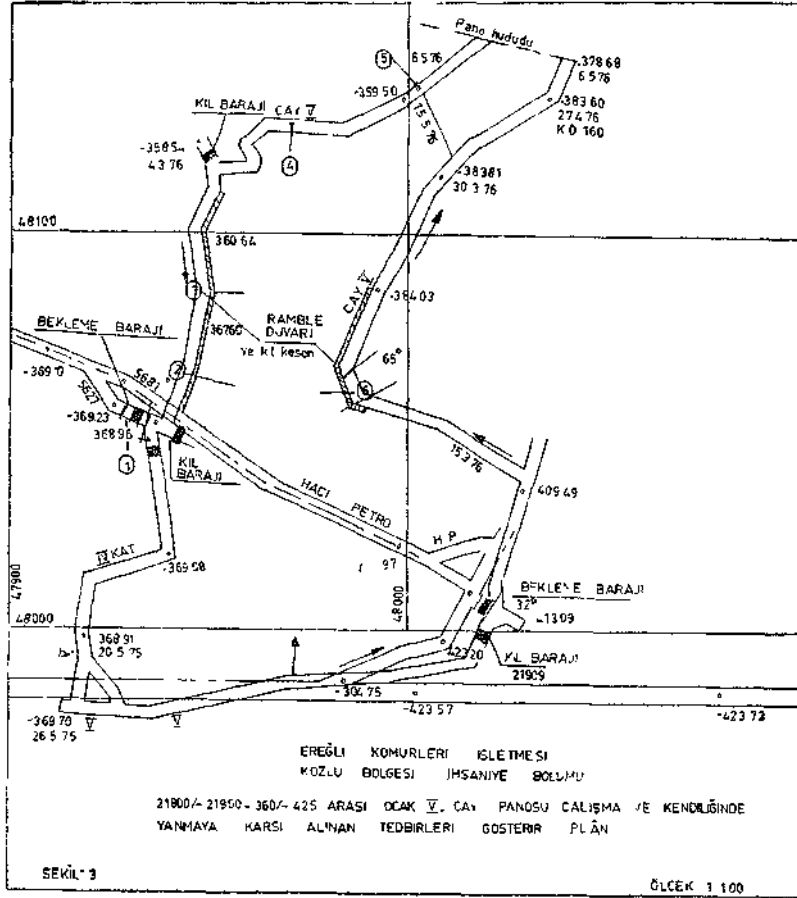
Bilahare alt baraja çimento enjeksiyonu yapılmış, üst baraj önüne ise denge barajı inşa edilerek basınç eşitliği sağlanmaya çalışılmıştır (Bak denge barajı). 26.12.1975 günü yapılan ve Tablo - 3'de görülen analiz neticelerinde kızışma hızının azaldığı anlaşılmıştır. Aradan uzun bir süre geçmesine rağmen panoda pek büyük bir değişiklik olmamıştır. Sonuç olarak; panonun daha önce çalışan eski panolarla irtibat sağladığı görüşüyle tekrar açılmasına henüz gidilememiştir.

Tablo--3

Tarih	Numunenin Alındığı Yer	HavaMlk. CH ₄ (mP/dak.) (%>	O ₂ (%)	CO, CO ₂ (%/o)	CO (mil)	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.U.	
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	0.70		29	Panonun kapatılma kararı alındı.	
30.11.1975	Üst Baraj Kaçağı	105	7.0	20	—	40	
1.12.1975	Üst Baraj		7.0	14.5	15	70	Baraj kaçınıyor
4.12.1975	Üst Baraj		8.5	11.0	3	53	Baraj takviye edildi
11.12.1975	Üst Baraj		9.0	6.0	2.5	23	Dengeleme yapıldı.
26.12.1975	Üst Baraj		10.0	5.0	2.5	7	
2. 1.1976	Üst Baraj		10.0	3.6	4.0	8	
7.12.1976	Üst Baraj		7.0	10-5	3.0	7	

7.2, Uygulama II - EKİ KOZUM Bölgesi İhsaniye Bölümü
21718/21905, -S6Q/-425 ocak V. Çay panosu

Pano üretime başlangıçta dönümlü olarak geçmiştir. Pano sınırı olarak düşünülen H. Petro nefesliğine kadar bütün katlar çalışmış ve hiçbir kızışma emaresi görülmemiştir. Bilahare panonun H. Petro nefeslik ilerisinin ilerletimli olarak çalışılmasına ve sadece V. kat ayak olarak hazırlanmasına karar verilmiştir. Diğer kat kömürleri ise gerilerden çekirme suretiyle alınmaya çalışılmıştır. İki eski pano arasında, kalan bir topuk olduğundan ömrünün pek uzun olamayacağı ve dolayısıyla hiçbir kendiliğinden sorunu çık-



mıyacağı inancı vardır. Günde 470 ton tüvenan kömür çıkararak Bölge üretimine büyük katkısı olmaktadır. Nisan 1976 tarihine kadar pano umumi çıkışındaki CO değeri milyonda 5-8 arasında değişmekteydi. Bu tarihten sonra CO da süratli ve sürekli bir artış başladı (Tablo - 4). Panodan geçen hava miktarı 300 m³/dak. ve CHi % 0,3 civarındaydı. Hava miktarında 100 m³/dak.lık bir azaltma yapılmış fakat pek olumlu bir sonuç alınamamıştır. 4.5.1976 günü yapılan CO ölçüleri plânda (Şekil - 3) numaraları daire içerisinde görülen noktalarda yapılmıştır. Alman sonuçlar 1 ile 6 numaralı noktalar arasında sırasıyla şöyledir : milyonda 19, 200, 40, 7.5, 5 ve 19.2 ve 3 no. lu ölçüler ayak arkasındaki göçük sahadan alınmış ve milyonda 200 değeri, tüple ölçülmüştür. Üst ve alt taban yollarında Şekil -3'de görüldüğü gibi ramble duvarı ve kil keson yapılarak eskilere hava sızmaları önlenmeye çalışılmış ve CO oranında düşüş kaydedilmiştir (Tablo-4).

Bir müddet sonra pano umumi dönüş havasında CO oranı tekrar süratle artmaya başlamış ve yapılan çalışmalar netice vermeyince, 16.5.1976 günü panonun tekrar açılmamak kaydıyla kapatılmasına karar verilmiştir.

Tablo --- 4

Tarih	Numunesi Atıldığı Yer	Havailik. CH ₄ (ırf/sfak.) (%)	O ₂ (%)	CO _j (%)	CO (mil)	Düşünceler
15.11.1975	Pano umumi	430	0.20		6	
12.11.1975	Pano umumi	400	0.25		6	
19.11.1975	Pano umumi	440	0.40		6	
1.12.1975	Pano umumi	351	0.30		5.5	
7.12.1975	Pano umumi	-	0.50		4	
15.12.1975	Pano 'umumi	274	0.40		6	
25.12.1975	Pañio umumi	-	0.25		5	
3. 1.1976	Pano umumi	-	0.30		6	
13. 1.1976	Pano umumi	264	0.30		5	
28. 1.1976	Pano umumi	250	0.20		5.5	
7. 2.1976	Pano umumi	390	0.40		5.5	
17. 2.1976	Pano umumi	312	0.30		6	
27. 2.1976	Pano umumi	230	0.25			
27. 2.1976	V. Kat eskiler	1.50	17	0.5	29	

Tarih	Numunenin Atıldığı Yer	Hava Mk. (1a?/dak.)	CH ₄ (%)	O ₂ (%)	CO (%)	CO (mil)	Düşünceler
4. 3.1976	Pano umumi	238	0.20			8.5	
9. 3.1976	Pano umumi	235	0.30			8	
16. 3.1976	Pano umumi	254	0.30			7.5	
26. 3.1976	Pano umumi	260	0.30			7	
28. 3.1976	Pano umumi	324	0.25			6.5	
1. 4.1976	Pano umumi	238	0.50			6	
5. 4.1976	Pano umumi	289	0.90			9	V ardiye II.
15. 4.1976	Pano umumi	178	0.60			16	
20. 4.1976	Pano umumi	195	0.30			17	
22. 4.1976	Pano umumi	192	0.3			26	Saat 17.00
24. 4.1976	Pano umumi	207	0.35			23	Var diye I.
26.4.1976	Pano umumi	168	0.3			25	
26.4.1976	Ayak başı ramble arkası		0.8			100	
28.4.1976	Ayak başında 6 m. geride	105	0.25			9	
28.4.1976	Pano umumi	163	0.4			26	
1.5.1976	Pano umumi	158	0.25			30	
3.5.1976	Pano umumi	170	0.50			32	
5.5.1976	Pano umumi	181	0.50			18	Üst tb. yoluna ramble duvan yapıldı.
5.5.1976	Çay tb. yolu	156	0.5			14	
7.5.1976	Pano umumi	189	0.3			13	
7.5.1976	Üst tb. yolu	158	0.3			10.5	
9.5.1976	Pano umumi	195	0.5			19	
11.5-1976	Pano umumi	168	0.6			23	
13.5.1976	Pano umumi	189	0.5			22	Vardiye I.
14.5.1976	Pano umumi	198	0.5			27	
14.5.1976	Üst tb. yolu	144	0.5			20	
15.5.1976	Pano umumi	189	0.5	20	0.2	37	Saat 14.30
15.5.1976	Pano umumi	180	0.4	20		40	Saat 17.00
16.5.1976	Pano umumi	162	0.4	20		43	Panoyu (kapatma karan alındı.
21.5.1976	Üst baraj arkası		4	10.5	2.5	250	(tüpler)

8. Panoların **Kapatılması** (Barajlar)

Kendiliğinden yanmaya müsait panolar; yangın çıkması halinde veya üretim bitiminde, bekletilmeden, önceden hazırlanmış yangın bekleme barajlarından sızdırmaz bir şekilde kapatılır.

8.1. Yangın Beklerce Baraj Yerlerinin seçimi

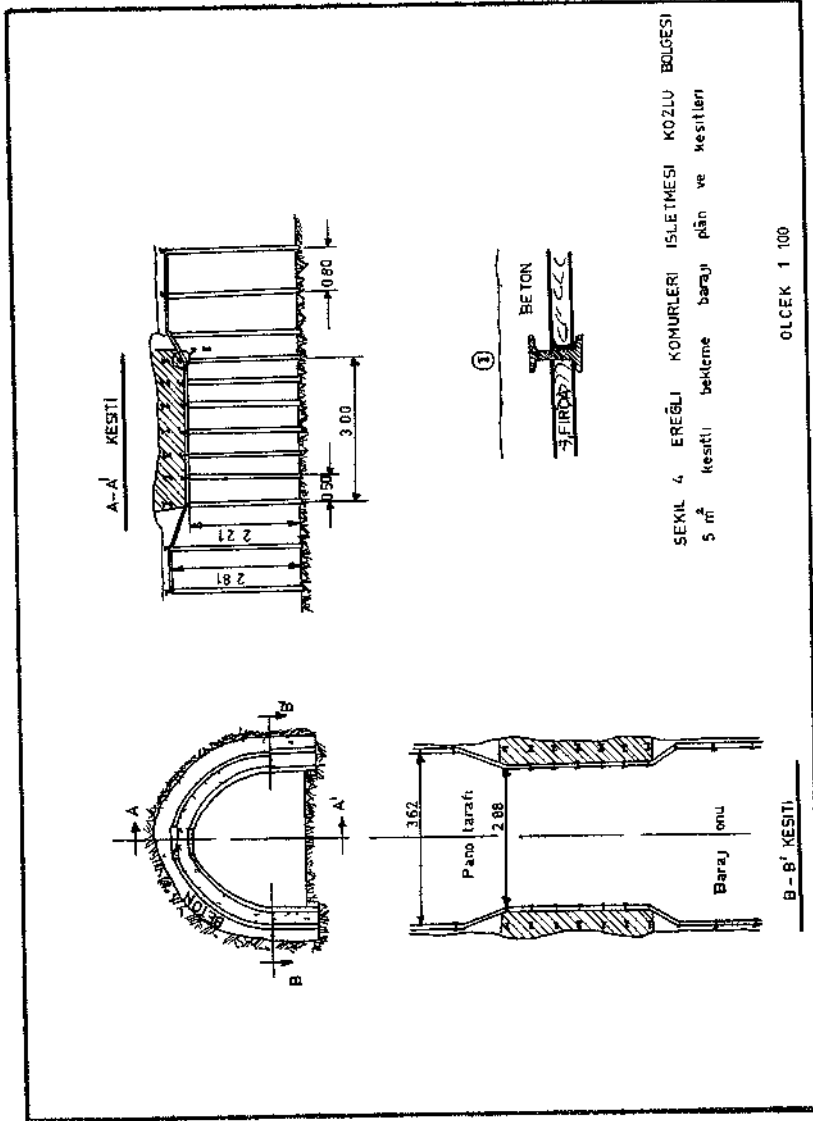
Kendiliğinden yanmaya müsait bütün panolarda üretime geçmeden önce panonun hava giriş ve dönüş yollarında yangın bekleme barajları inşa edilir. Bekleme barajlarının yerleri; o işyerinin yetkili teknik elemanlarınca yerinde görülerek, ana kat lâğımlarına yeterli topuk mesafesi de düşünülerek, en sağlam yerde tesbit edilmelidir. Bekleme barajlarının ön ve arka kısımlarının tahkimatı en iyi şekilde yapılarak pano bitinceye kadar korunmaya çalışılır; gerekirse bu kısımlar beton kemere alınır.

8.2. Beklenip barajının inşası ve bafemj

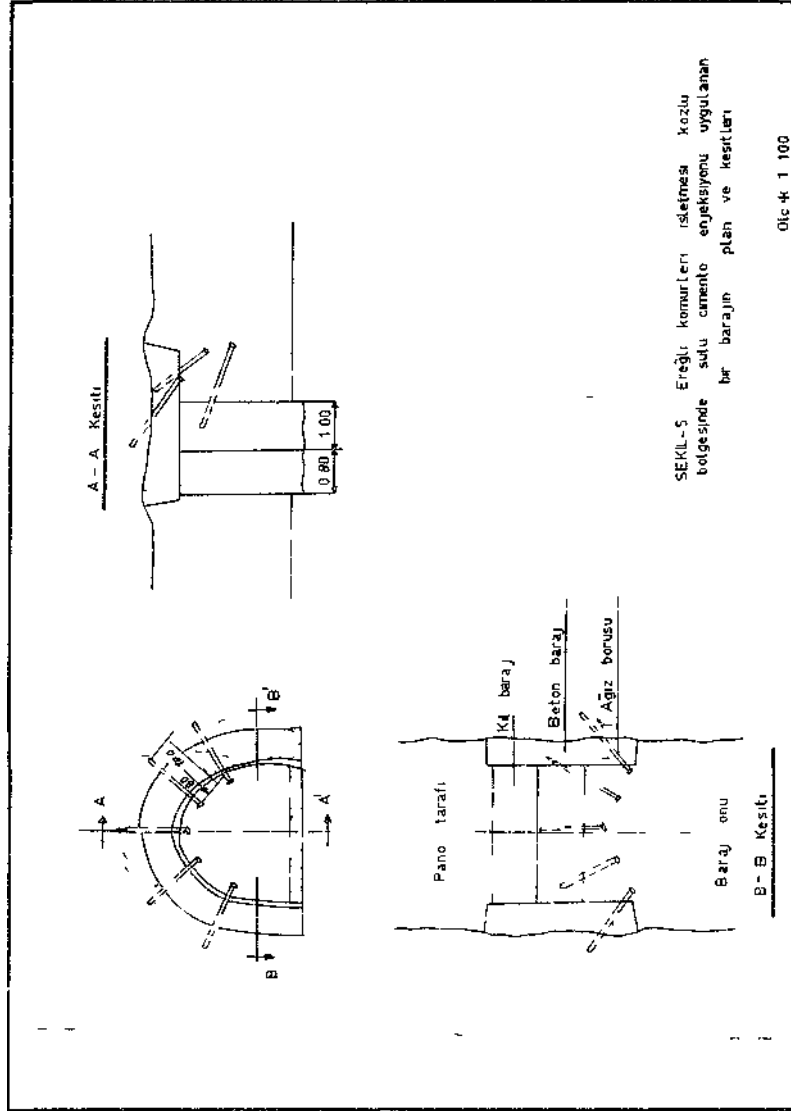
Pano giriş ve çıkış rekupları üzerinde en sağlam yerde tesbit edilen baraj yerleri 3 m. boyunda taranır ve 50 cm. ara ile demir bağlar bağlanır. Bilahare bu bağların iç kısmına ve karşılıklı gelecek, şekilde istenilen kesitteki bekleme barajına ait demir bağlar da bağlanır. Önce bağ diplerine ayak betonu dökülür daha sonra iç kısımdaki bağlar arası sık bir şekilde fırçalanarak arkaları harçla dipten yukarı doğru doldurulur ve bağ arkalarında boşluk kalmaması için azamî dikkat gösterilir (Şekil-4). E.K.İ. Kozlu Bölgesinde, rekup lâğımları içerisine tonluk araba nakliyatı yapılıyorsa 5 m² ve 5 tonluk araba nakliyatı yapılıyorsa 8 m² kesitli yangın bekleme barajları inşa edilmektedir.

Zamanla kesiti bozulan, çatlayan ve kabaran bekleme barajları taranarak ve kavlakları dökülerek tamir edilir.

Bekleme barajını çevreleyen araziden oluşan boşluk ve çatlaklar, cidara yeterli sayıda delinen deliklerden sulu ç-

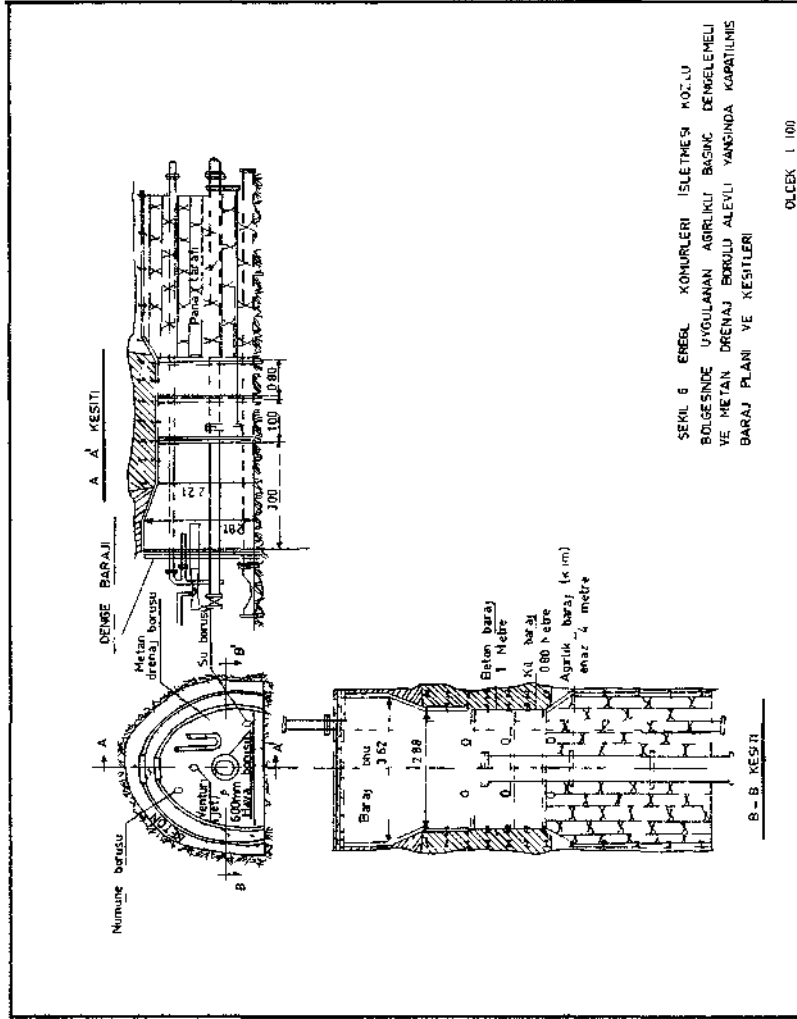


mento enjekte edilerek giderilebilir (Şekil-5). Yapılan bir uygulamada, 8 m² kesitli bir bekleme barajına delinen 6 adet deliğe 20 torba çimento enjekte edildiği tesbit edilmiş ve sızdırmazlık yönünden olumlu sonuç alınmıştır.



8.3. Bekelmje Barajının Kapatılması

Açık alev görülen bir pano sırasıyla; ağırlık barajı, kil ve beton barajlarla kapatılır (Şekil-6). Hava giriş ve çıkış barajlarının aynı anda kapatılması çok önemlidir. Bunun için her iki baraj kapatma ekibi önceden saat ayarı yaparak kapatma zamanı için anlaşmalı ve buna tamamen uymalıdır.



Baraj kapatma malzemeleri; değişik baraj tipleri için değişmektedir. 5 m² ve 8 m² kesitli bekleme barajları için gerekli kapatma malzemeleri şunlardır.

	5 m ²	8 m ² *	AçıHama
Kil (toprak)	6 m ³	10 m ³	(0.80 m. kalınlık için)
Kum - çakıl	5 m ³	8 m ³	
Çimento	35 torba	50 torba	(300 dozajlı)
Tahta	100 adet	150 adet	(2x15x200 cm)
Direk (ağaç)	3 m. lik	3.50 m. lik	6 adet
Numune borusu (gaz)	500mm.	500 mm.	6.5 m. boyda 5 adet
Su borusu	1500mm. 1 adet	1500mm.	(omegalı)
Havalandırma borusu	6000 mm.	6000 mm.	6 m.
Metan dire'naj borusu	1000 mm.	1000mm.	12 m. (Metan drenajı uygulanan yerde)
Ağırlık barajı için	1350 torba kum	1600 torba	(36 Kg. lik)

8.4. Genel İlkeler

Tüm yangın bekleme barajları numaralandırılır ve yerleri imalât paftalarına işaretlenir.

Bütün çıkış barajlarına; iç çapları 25 mm. den daha küçük olmıyan ve baraj arkasına doğru 10 metre ve 1 metre uzanan iki adet, giriş barajlarına bir adet numune borusu ve bir adet omegalı su boşaltma borusu konur. Numune boruları tavana asılarak, kırılmıyacak şekilde desteklenir. Çıkış barajına en az 100 mm. çapında flanşlı bir adet metan drenaj borusu konur. Yangınla kapatılıp tekrar açılması düşünölen barajlara konulan koruyucu numune borularının içersine tüm uzunluğunca daha küçük çaplı numune alma boruları yerleştirilmesi uygun olur.

Beton baraj yapımında çabuk priz yapan çimento kullanılması uygundur.

Sadece baraj yapımında kullanılmak üzere karo stokunda en az 10 ton çimento bulundurulur ve çimento kalitesindeki bozulmayı önlemek için stok zaman zaman yenilenir.

Baraj kapatma malzemeleri panoların müsait yerlerinde her an kullanılabilir halde hazır bekletilir.

Panolarda açık alevli yangın ihtimaline karşı tahliye ekibi bekleme istasyonu her pano için önceden düşünülmeli ve plânlara işaretlenmelidir.

8.5. Kapatılan Barajların Kontrolü

Kapatılan tüm pano giriş ve çıkış barajlarında çeşitli yöntemler uygulanarak sızdırmazlık kontrolü yapılır.

- a) Baraj cidarı ve yüzeyinde hava kaçağı sesi aranır,
- b) Duman tüpü kullanılarak dumanın hareketine bakılır,
- c) Çatlaklarda dedektörlerle gaz kontrolü yapılarak kaçak olup olmadığı tesbit edilir.

Kaçıran barajlarda daha önce tarif edilen tedbirler alınır.

Tekrar açılması düşünülmeyen fakat üretim yapılan komşu panolarla irtibat sağlama ihtimali olan tüm barajlar en az ayda bir defa kontrol edilerek neticeleri işyerinde özel bir deftere kaydedilmelidir.

Açık alevli yangınla kapatılmış, sonradan tekrar açılması düşünülen panoların giriş ve çıkış barajları haftada bir defa kontrol edilerek numuneler alınır ve metan, oksijen, karbon monoksit, karbon dioksit oranları tesbit edilir.

Çıkış barajındaki uzun numune borusundan alınan numunenin analiz neticesine göre panonun açılmasına karar verilir. Açılma kararı verilecek panonun numunesinde karbon monoksit bulunmamalıdır. Oksijen oranının da % 2'nin altında olması en ideal durumdur.

E.K.İ. Kozlu Bölgesinde alevli yangınla kapatılan ve çıkış barajlarından alınan numunelerin analiz değerlerine göre yeniden üretime açılan bazı panolara ait hava analiz sonuçları :

Tarih	Numunenin aldığı yer	O ₂ %	CO ₂ %	CH ₄ %	CO
13.12.1963	+ 5 Barajı	0,9	1,6	36,6	Yok
13.12.1963	-200/22545 Barajı	1,8	1,8	52,2	Yok
18. 2.1966	-200/22503	2,4	8,1	6,6	Yok
12. 3.1976	-200/22503	2	12	4,5	Yok

Kati açılma kararı verilmedikçe kapalı pano içerisine hava girmesine müsaade edilmemelidir.

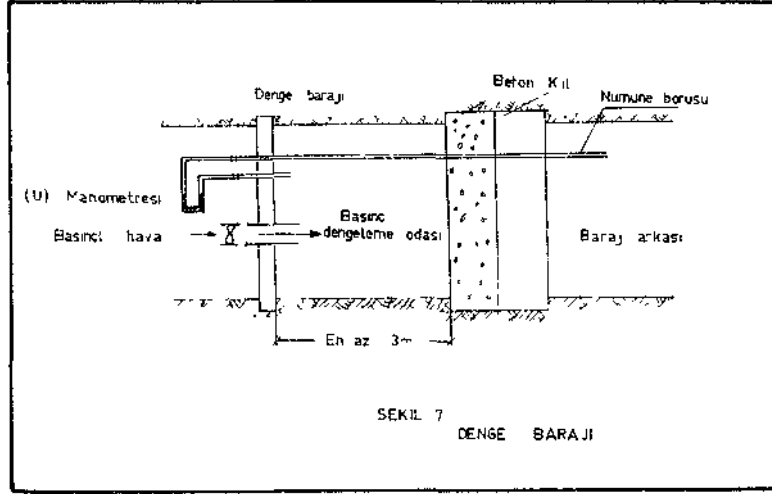
8.6. Yangın Barajlarında Basınç Dengelemesi

Yangınla kapatılmış barajların önü ile pano tarafı arasındaki basınç farklılıkları dengeleme suretiyle giderilebilir. Bu suretle baraj gerisindeki farklı basınç, bir karşı basınç ile eşitlenerek baraj cidarından sızmalar asgariye indirilerek yangının daha kısa zamanda sönmesi sağlanır.

Denge barajı, beton baraj önünde en az 3 m. boşluk bırakılarak kurulan sızdırmaz bir beton veya tuğla duvardır. Denge barajı önündeki bu boşluğa kontrollü şekilde basınçla hava verilerek baraj arkası ve önündeki basınç farkı kurulan bir monometre düzeni ile dengeli tutulur. Barometrik basınç değişiklikleri ve ocak ana hava devrelerindeki değişmelerin etkilerini yok etmek için zaman zaman vana ile basınçlı hava ayar edilir. Uygulama E.K.İ. Kozlu Bölgesinde yapılmıştır (Şekil-7).

9. Sonuç Ve Öneriler

Kendiliğinden yanmaya tesir eden etkenlerin bu tür damarlarda üretim yapan elemanlarca çok iyi bilinmesi gerek-



lidir. Bugün havzada kendiliğinden yanmaya müsait damarları çalışan teknik elemanların bu konuda yeterince eğitilmediği; ancak bu tür vakalarda fiili olarak kazanılabilen tecrübelerin ışığı altında çalışma yapıldığı bir gerçektir.

Zonguldak Kömür Havzasında meydana gelmiş olayların gerçek nedenleri hadiseden sonra çok daha iyi anlaşılmakta; fakat bu olayların derinliğine özleştireleri açıkça yapılamadığından, birçok gerçekler açıklığa kavuşmamakta ve sonuç olarak yeterince ders alınmamaktadır. Havzadaki, kendiliğinden yanmaya müsait damarlar elde mevcut bilgiler çerçevesinde sınıflandırılmaya tabi tutulmuşlardır. Bunun en doğru şekil olduğu söylenemez. Sadece bir ilk adım olarak kabul edilip daha detaylı çalışmaların yapılması gereklidir.

Yangın bekleme barajlarının yapılabilmesi için bir panonun alt ve üst taban yollarına, ana kat lağımalarının kömürü kestiği yerden değil, rekup lağımları ile girilmelidir.

Ayak ilerleme hızının tavan kontrolü üzerindeki olumlu etkisi bir gerçektir. Bu durumun ocak kızışmalarını geciktirdiği ve ayak arkasında kalan kömüre kızışma fırsatı da vermediği bilinmelidir.

Zonguldak Kömür Havzasında bundan böyle belirli bir zaman süreci (örneğin 5 yıl) içerisinde, kendiliğinden yan-

maya müsait damarların dönümlü uzun ayak şeklinde veya buna benzer bir yöntemle işletilmesi en uygun yol olur.

Çay ve acılık kömür damarlarının kalın olması birden fazla kat halinde çalışmayı zorunlu kılmaktadır. Bu durumda dönümlü olarak üretim yapılmadığı takdirde kendiliğinden kızışmayı önleyici tedbirlerin alınması oldukça zor ve çoğu kez imkânsızdır.

Ayak arkasında kızışmanın, buralarda kalan kömürlerden oluştuğu bilinmektedir. Kömürün arkalarda en fazla bırakıldığı durumlar ise, fay ve kırılma zonları ve damarın fazla kalınlaşma yaptığı kısımlardır. Bu şartlarla karşılaşıldığında bütün tedbirlerin alınması gereklidir.

Kendiliğinden yanmaya müsait panolar müstakil olarak havalandırılmalıdır.

Yangına müsait tüm ocaklarda belirli aralıklarla hava analizlerinin yapılarak neticelerin kaydedilmesi ve CO/0₂ azalması oranının hesaplanarak kızışma seyrinin yakından takip edilmesi şarttır.

Zonguldak Kömür Havzası Kozlu Bölgesinde son bir yılı aşkın bir süredir, üretimin % 85'nin kendiliğinden yanmaya müsait Çay ve Acılık damarlarından yapılmasına rağmen ocak yangınlarına karşı verilen bilinçli mücadele sonucu hiçbir alevli yangınla karşılaşmamıştır.

Yangın bekleme barajları, panolarda alevli ocak yangınları görüldüğünde derhal sızdırmaz bir şekilde o panonun kapatılarak diğer işyerlerini etkilemesi önlenir. Şayet panoda yangın çıkmamışsa, üretim bittikten sonra pano genede bu baraj yerlerinden kil ve beton barajlarla kapatılır.

Alevli yangınla kapatılacak panolarda mutlaka ağırlık (şok) barajı yapılmalıdır, beton barajların yapımında önce en az 24 saat beklenmelidir.

Kapatılan pano barajlarında sızdırmazlık çok önemli bir unsurdur. Bunun sağlanması için gerekli tedbirlerin yanında basınç dengelemesi yapılması yararlı olmaktadır.

Tebliğde belirtilen görüşler, Ereğli Kömürleri İşletmesi ile ilgili olsun veya olmasın, tebliği hazırlayanlara aittir.

Kaynaklar :

- 1 — Symposium on the Prevention of Spontaneous Combustion, November 1970.
- 2 — WILLET, H. L., BLUNT J., COULSHED, A. J. G., TIDESWELL, F. V. : «Sealing off Fires Underground» The Ins. Min. Engrs. August 1962.
- 3 — GÜNEY, M. : «Oxidation and Spontaneous Heating of Coal» METU Journal of Pure and Applied Sciences Vol. 5, No. 1, April 1972.
- 4 — NATIONAL COAL BOARD - WESTERN AREA MINING DEPT. INST. Sjeial Measures to be Taken at Collieries in Relation to Spontaneous Combustion or Special Fire Risk, Tarihsiz.
- 5 — HOSGİT, M. EMİN : «Kendiliğinden yanmanın Önlenmesi» Madencilik, Kasım 1975.