

TTK Armutçuk Müessesesinde Kendiliğinden Yanma Olayının Araştırılması

A Research into Spontaneous Combustion Concept in
Armutçuk District of Turkish Hard Coal Enterprises (TTK)

Ali Osman YILMAZ *
Turgay ATALAY **

ÖZET

Bu bildiride, Armutçuk Bölgesinde çalışılan Büyük damarın hava miktarına bağlı olarak kendiliğinden yanabilirlik özellikleri araştırılmıştır. Laboratuvar yöntemi olarak ise "tutuşabilirlik tesfyöntemi kullanılmıştır. Deney sonuçlarına göre-, Büyük damar yanabilirlik riski açısından, alçak hava akımlarında düşük risk grubunda yer alırken, yüksek hava akımlarında ise orta risk grubunda yer almıştır. Ayrıca linyit ile ilgili deney sonuçlarında; Sekköy linyiti orta .Karacaagaç linyitinin yüksek risk grubunda yer aldığı görülmüştür.

ABSTRACT

In this study, "crossing point tesf'which is selected from various laboratory techniques is used to investigate the spontaneous combustion properties with respect to air quantity for Büyük seam in the Armutçuk coal field. As a result, it has been observed that the Büyük seam is included in low risk class at low air currents, in medium risk class at high air currents while Sekköy and Karacaagaç lignites are included in medium and high risk classes, respectively.

(x) Maden Müh., H.O.Zonguldak Müh. Pak., ZONGULDAK

(**) Prof. Dr. , H.O.Zonguldak Müh. Pak., ZONGULDAK

1. GİRİŞ

Kömürün kendiliğinden yanması ve buna bağlı sorunlar hâlâ güncelliğini koruyarak devam etmektedir. Kendiliğinden yanma ile oluşan ocak yangınları önemli can, mal ve rezerv kayıplarına sebep olmaktadır.

Kendiliğinden yanma olayı her bölgede aynı ağırlıkta görülmediği gibi bir damarın muhtelif kısımlarında da farklı durumlar gözlenebilmektedir.

Kendiliğinden yanma ve akabinde meydana gelen yangınlarla sistematik olarak mücadele edebilmek için, özellikle kendiliğinden yanmaya yatkın damarlar belirli bir sınıflandırmaya tabi tutularak, bu damarlar üzerinde özel önlemler alınması bugün için en doğru yaklaşım olmaktadır.

Söz konusu sınıflandırmayı yapabilmek için çeşitli indeks sistemleri geliştirilmiştir. Bu indeks sistemlerinde damarın doğal özelliklerinin yanısıra, çevresel koşullarda dikkate alınarak sağlıklı bir sınıflandırma yapılabilmektedir. Bu sınıflandırmaya göre damarla ilgili çalışmalar planlanmakta ve alınacak önlemler belirlenmektedir.

Zonguldak havzasında halen uygulanmakta olan sınıflandırma, tamamen geçmiş yıllardaki gözlem ve deneyimlere dayanmaktadır. Yalnız 1988 yılında bir deneysel çalışmada Zonguldak havzası damarları belirli bir sınıflandırmaya tabi tutulmuştur (1).

Bu bildiri de Armutçuk bölgesinde çalışılan ve yoğun yangın olaylarının görüldüğü Büyük damar üzerinde yapılan geniş çaplı deneysel çalışma sonuçları verilmektedir.

2. KÖMÜRLERİN KENDİLİĞİNDEN YANMASI

Kömürün kendiliğinden yanmasında etkili olan, kömür yüzeyinin oksijenle olan ilişkisidir. Kömür oksitlenmeye eğilimli bir madde olup, yeni açılan yüzeyler hava ile temas eder etmez oksidasyon olayı başlar. Oksijen molekülleri kömürün yüzeyine fiziksel olarak bağlanır (adsorpsiyon) ve diffüzyon yoluyla mikro gözeneklere kadar ulaşarak kömürle oksijen arasında dışarıya ısı veren bir kimyasal reaksiyon oluşmasına neden olur (2).

Ocakta, normal koşullar altında, dışa verilen ısı enerjisi alınmakta ve oksidasyon yavaş bir biçimde ve kızma tehlikesi doğurmaksızın sürmektedir. Ancak bazı durumlarda dışa verilen ısı enerjisi, ortamdan ayrılmamakta ve sıcaklık giderek artmaktadır. Sıcaklık arttıkça, ortamda yeterli oksijen varsa oksidasyon hızında artmakta ve buna bağlı olarak kömürün sıcaklığı yükselmektedir. Kömürün tutuşma sıcaklığına (kritik sıcaklık) ulaşıldığında ise yanma olayı baş göstermektedir (3).

2.1 Kendiliğinden Yanmayı Etkileyen Faktörler

Ocakta kömürün yanması, düşük sıcaklıkta yer alan bir oksidasyon tepkimesi olarak başlamaktadır. Olayın gelişmesi, gerek kömürün doğasına ve gerekse çevresel koşullara bağlı sayısız etken tarafından denetlenmektedir (1). Aşağıda kendiliğinden yanmayı etkileyen faktörlerden kısaca söz edilmiştir.

1. Uçucu madde içeriği yüksek olan kömürler kendiliğinden yanmaya daha yatkındır (4-).
2. Pirit, eğer damar içinde yoğun miktarda ve ince taneli bir biçimde bulunuyorsa etkili olmaktadır (5»6).
3. Düşük ranklı kömürler, yüksek ranklı kömürlere nazaran kendiliğinden yanmaya daha yatkındır.
- 4-. Nemli kömürlerin genelde oksidasyona yatkın olduğu ileri sürülmekte (7) bununla birlikte, nemin olay üzerindeki etkisi henüz tartışmaya açık bir konudur (6).
5. Kömürün tane boyutunun küçülmesi ve buna bağlı olarak oksitlenmeye açık yüzey alanının büyümesi, kendiliğinden yanma riskini arttırmaktadır (4).
6. Kömürdeki kül miktarı arttıkça karbon miktarı azalacağından, fazla küllü kömürlerin kendiliğinden yanma eğilimi daha düşüktür (7).
7. Petrografik bileşenlerin etkisi henüz tamamen açıklığa kavuşmamıştır.
* *
8. özellikle çok gazlı ocaklarda, metanın kömür yüzeylerinin hava ile temasını engelleyici bir faktör olması açısından kendiliğinden yanmayı azaltmaktadır (7).

9. Derin ocaklarda jeotermal ısı artışı ve artan arazi basıncı nedeni ile kırılan ve ezilen topuklar kendiliğinden yanmaya ortam hazırlamaktadır (7,8).
 10. Kalın damarlarda kömür kayıplarının fazla olması ve kömürün ısı iletkenliğinin yan kayaçlara nazaran düşük olması, kendiliğinden yanmayı etkilemektedir.
 11. İşletme yöntemi kendiliğinden yanmayı doğrudan etkilemektedir. Dönümlü ve dolgulu çalışmak kendiliğinden yanmayı azaltırken, göçertmeli çalışmada; göçüğünü tam oturmaması durumunda göçük içine hava kaçağına sebep olacağından kendiliğinden yanmayı arttırmaktadır.
 12. Yüksek havalandırma basınçları ve havalandırma sistemindeki değişiklikler kendiliğinden yanmayı arttırmaktadır.
3. KÖMÜRLERİN KENDİLİĞİNDEN YANMA SIRASINDAKİ DAVRANIŞLARINI İZLEMEK İÇİN KULLANILAN LABORATUVAR YÖNTEMLERİ

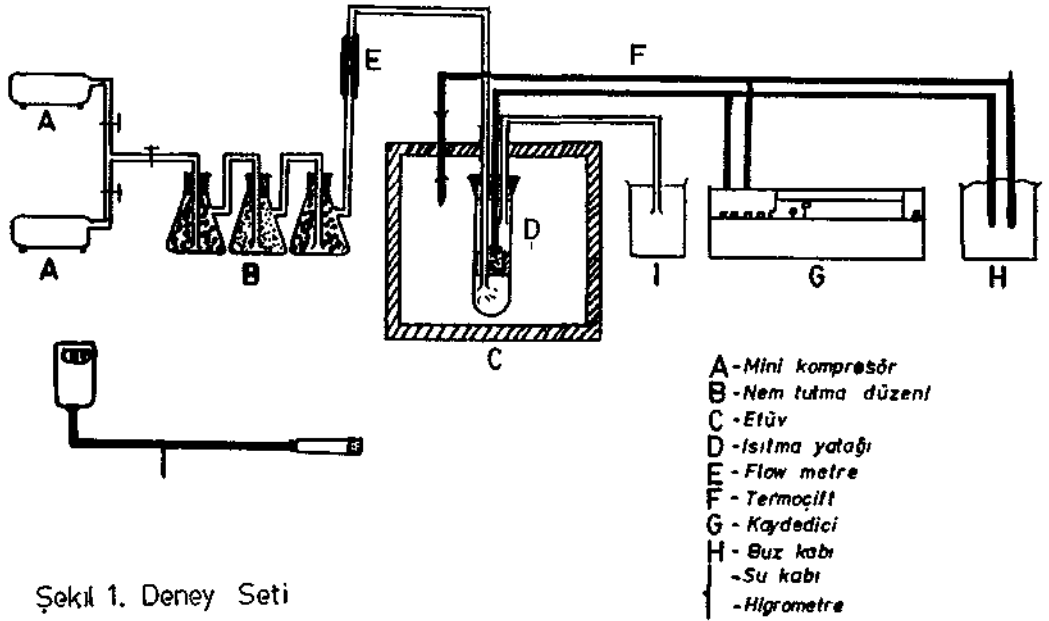
Kömürlerin kendiliğinden yanmaya yatkınlıklarının araştırılmasında uygulanan standart bir laboratuvar yöntemi bulunmamaktadır. Çeşitli uygulamalar beş grupta toplanabilir.

1. Tutuşabilirlik tekniği: Feng ve ark. (7) tarafından uygulanan bu yöntemde, doğrusal olarak ısıtılan bir ortam içinde bulunan ve içinden belli bir hızla hava geçirilen kömür örneğinin sıcaklığının, ortamın sıcaklığını aştığı nokta (crossing point) ve ısınma hızı saptanmaktadır.
2. Dinamik oksidasyon tekniği: Sabit sıcaklıkta tutulan ya da denetim altında ısıtılan kömür örneği üzerinden belirli bir hızla hava geçirilerek gaz ürünleri incelenmektedir (5).
3. Adyabatik oksidasyon tekniği: Kömür örneği, dış ortamla ısı alış - verisi olmayan bir kap içine koyularak, içinden hava geçirilerek zaman - sıcaklık ilişkileri saptanmaktadır (6,9)»
4. Statik izotermik tekniği: Bu yöntemde, bir kap içine konan kömür örneği, sabit sıcaklıkta (25°C) bir su banyosu içine yerleştirilmekte ve 14 gün kadar sonra gaz ürünle-

ri ölçülmektedir (5).

5. Kimyasal teknikler: Kömür örneği, oksitleyici maddelerle hazırlanmış çeşitli çözeltilerle işleme sokulmaktadır (10,11).
- 5.1 Kendiliğinden Yanma Risk İndekslerini Saptama Yöntemleri
 1. Pratik yöntem (Kuluçka periyodu): Kuluçka periyodu, bir panoda kömürün kazılmaya başlanmasından sonra ilk ısınma belirtilerinin gözlenmeye başladığı zamana dek geçen süre olarak tanımlanır.
 2. Olpinski yöntemi: Olpinski tarafından geliştirilen yöntem kömür karakteri, jeolojik koşullar ve üretim koşulları katkılarının değerlendirilmesini amaçlayan bir yöntemdir.
 3. Feng - Chakravorty ve Cochrane yöntemi: Feng ve ark. (7) tarafından uygulanan bu yöntemde etki eden faktörler olarak kömür özellikleri, jeolojik özellikler, üretim koşulları alınmış ve kömürün içsel özelliklerine bağlı "yanabilirlik indeksi" ile jeolojik koşullara ve üretim biçimine bağlı olan "çevre indeksi" birleştirilerek bir risk indeksi oluşturulmaktadır.
 4. Bystron - Hrbanski yöntemi: Stoklardaki kömürlerin kendiliğinden yanabilirliğini tahmin etmede kullanılmak üzere geliştirilen bu yöntemde içsel ve çevresel faktörlerin kendiliğinden yanma yatkınlığına "olası" etkileri değerlendirilmektedir.
 5. Adyabatik yöntem: Güney ve Hodges tarafından geliştirilen adyabatik test yönteminde elde edilen risk değerleri Bystron - Urbanski tarafından stoklar için önerilen ancak, ocaklara uygulanmak üzere yeniden düzenlenen faktörlerle birlikte değerlendirilmektedir (6).
- . DENEY DÜZENİĞİ
Armutçuk bölgesinde çalışılan Büyük damarın, hava miktarına bağlı kendiliğinden yanabilirlik özelliklerini

araştırmak amacı ile oluşturulan laboratuvar düzeneği şekil 1'de görülmektedir. Damardan kazılarak almanve bir kısmı T.T.K. Merkez Laboratuvarında yürütülen analiz çalışmalarına ayrılan kömür örneğinin kalan kısmı öğütülerek -200 mesh boyutuna indirilip, 15 gram kadarı ısıtma yatağına yerleştirilmektedir. Mini kompresörle sağlanan hava, giriş borusu vasıtası ile ısıtma yatağının içinde bulunan kömürden süzülerek çıkış borusundan çıkmaktadır. Isıtma yatağı bir etüv içinde doğrusal olarak (0.45°C/dak.) ısıtılırken hem etüvün hem de kömürün sıcaklıkları termoçiftlerle ölçülerek, bir kaydedici tarafından kaydedilmektedir. Sistemdeki hava akış hızı kontrol edilerek, miktarı flow metre ile ölçülmekte, nem miktarı da kontrol edilerek her seferinde aynı nemde havanın örnek içinden akışı sağlanmaktadır.



Şekil 1. Deney Seti

4.1 Deney Sonuçlarının Değerlendirilmesi

Kömürün "yanabilirlik" indeksi hesaplamasında Feng ve ark. tarafından geliştirilen;

$$\text{Yanabilirlik indeksi} = \frac{110-220^{\circ}\text{C arasında ort. ısınma oranı}}{\text{Relatif tutuşma sıcaklığı}} \times 10^3$$

bağıntısı kullanılmıştır. Buna göre kömür örneği için ortalama ısınma oranının ve relatif tutuşma sıcaklığının belirlenmesi gerekmektedir. Ortalama ısınma oranı deney sistemine bağlı olan ve dışardan kontrol edilebilen bir parametre olup deney esnasında belirlenmektedir. Relatif tutuşma sıcaklığı ise bir yatak içinde ısıtılan kömürün ısınma esrisi ile etüv sıcaklığı eğrisinin kesişme noktasının (crossing point) 1°C üzeri olarak tanımlanmıştır. Bu sıcaklığın da deneysel olarak tanımlanması gerekir (7).

Yanabilirlik indeksinin büyüklüğüne bağlı olarak belirlenen yanabilirlik dereceleri Çizelge 1'de verilmiştir (7).

Çizelge 1. Yanabilirlik İndeksi Değerleri

<u>İndeks</u>	<u>Derece</u>
0 - 5	Düşük
5 - 10	Orta
>10	Yüksek

Çizelge 2 B.I.S. Boneyi Yayımlanmış Xovir Örneklerinin Analiz Sonuçları

AHALIZIBR	B Ü T İ K D A H A B			
	1. NUUUE	2. HUMUE	3. HÜMÜe	4. HUUUB
Rutubet (ar) İS	2.10	1.60	1.00	1.70
Kul (ar) S	9.90	6.78	5.09	6.55
Uçucu (ar) r	33.64	33.15	36.81	33.24
Sabit karbon (ar) %	54.36	59.47	57.10	58.51
Üst ısı değeri (ar) Kcal/Kg	71 91	74 16	75 44	75 59
Kul (d) S	10.11	6.89	5.14	6.66
Uçucu Kqde (d) %	34.36	33.69	37.11	33.82
Sabit karbon (d) %	55.53	59.42	57.68	59.52
Üst ısı değeri (d) Kcal/Kg	73 45	75 37	76 20	73 85
Uçucu radde (daf) SS	38.22	36.18	39.19	36.23
Sabit karbon (daf) SS	61.78	63.82	60.81	63.77
Üst ısı değeri (daf) Kcal/Ke	81 71	80 95	80 33	79 11
İcpljm Lukurt (d) S	0.78	0.68	0.46	-
PSt	8	2	7	-

Çizelge 4 İkinci Kömür Örneği İle İlgili Toplu Sonuçlar

Deney No	Hava (ml/dak)	R.T.S. (°C)	O.S.A. (°C/dak)	İndeks (dak ⁻¹)	Risk Sınıflaması
1	20	168	0.87	5.16	Orta
2	15	167	0.81	4.85	Düşük
3	25	170	0.90	5.31	Orta
4	25	169	0.93	5.48	Orta
5	30	173	0.88	5.05	Orta
6	50	170	0.98	5.74	Orta
7	70	170	0.99	5.79	Orta
8	30	170	0.93	5.45	Orta
9	60	168	0.94	5.56	Orta
10	50	165	0.90	5.47	Orta
11	100	165	1.00	6.07	Orta
12	25	167	0.88	5.23	Orta
13	40	168	0.89	5.29	Orta
14	70	168	0.94	5.56	Orta
15	80	165	0.95	5.76	Orta
16	90	166	1.00	5.98	Orta
17	60	168	0.92	5.46	Orta
18	20	170	0.85	4.78	Düşük
19	15	172	0.82	4.74	Düşük
20	15	171	0.81	4.73	Düşük
21	10	172	0.76	4.41	Düşük
22	40	165	0.91	5.52	Orta
23	25	169	0.85	5.01	Orta
24	30	165	0.85	5.17	Orta
25	35	164	0.82	5.01	Orta
26	50	166	0.85	5.14	Orta

R.T.S : Relatif Tutuşma Sıcaklığı
O.S.A : Ortalama Sıcaklık Artışı

Çizelge 3 Birinci Kömür Örneği İle İlgili Toplu Sonuçlar

Densy Mo	Hava (ml/dak)	R.T.S. (°C)	O.S.A. (°C/dak)	İndeks (dak ⁻¹)	Risk Sınıflaması
1	5	168	0.61	3.65	Düşük
2	15	167	0.89	5.32	Orta
3	40	169	0.92	5.46	Orta
4	70	165	1	6.02	Orta
5	25	168	0.93	5.51	Orta
6	60	165	0.92	5.56	Orta
7	30	167	0.87	5.19	Orta
8	70	166	0.90	5.39	Orta
9	40	166	0.08	5.31	Orta
10	20	168	0.85	5.04	Orta
11	10	166	0.81	4.87	Düşük
12	50	169	0.91	5.39	Orta

Çizelge 5 Üçüncü Kömür Örneği ile İlgili Toplu Sonuçlar

Deney No	Hava (ml/dak)	R.T.S. (°C)	O.S.A. (°C/dak)	İndeks (dak ⁻¹)	Risk Sınıflaması
1	15	172	0.72	4.12	Düşük
2	30	166	0.74	4.57	Düşük
3	25	176	0.79	4.50	Düşük
4	50	166	0.88	5.26	Orta
5	60	166	0.91	5.48	Orta
6	100	165	0.99	5.96	Orta
7	15	174	0.69	3.95	Düşük
8	70	166	0.90	5.39	Orta
9	80	168	0.92	5.46	Orta
10	40	171	0.88	5.11	Orta
11	50	166	0.90	5.44	Orta
12	20	175	0.74	4.22	Düşük
13	30	174	0.85	4.87	Düşük
14	40	178	0.90	5.07	Orta

Çizelge 6 Dördüncü Kömür örneği ile İlgili Toplu Sonuçlar

Deney No	Hava (ml/dak)	R.T.S. (°C)	O.S.A. (°C/dak)	İndeks (dak ⁻¹)	Risk Sınıflaması
1	15	176	0.04	4.78	Düşük
2	80	172	0.93	5.38	Orta
3	40	172	0.93	5.38	Orta
4	50	171	0.95	5.56	Orta
5	350	171	0.95	5.56	Orta
6	200	172	1.00	5.78	Orta
7	300	170	1.00	5.90	Orta
8	100	170	1.50	6.18	Orta
9	400	173	0.93	5.59	Orta
10	500	176	0.93	5.40	Orta

Çizelge 7 Sekköy ve Karaca ağaç Linyit  rnekleri ile ilgili Toplu Sonuçlar

Deney No	Numune	Hava (ml/dak)	R.T.S. (�C)	O.S.A. (�C/dak)	İndeks (dak ⁻¹)	Risk Sınıflaması
1	Sekk�y	25	186	1.11	5.94	Orta
2	Sekk�y	25	184	1.35	7.34	Orta
3	Sekk�y	25	173	1.08	6.25	Orta
4	Sekk�y	25	177	1.08	6.11	Orta
5	Sekk�y	25	170	1.48	8.69	Orta
6	Sekk�y	25	172	1.12	6.48	Orta
7	Sekk�y	25	175	1.20	6.86	Orta
8	Karaca�ağaç	25	157	1.59	10.08	Yüksek
9	Karaca�ağaç	25	156	1.64	10.45	Yüksek
10	Karaca�ağaç	25	158	1.86	11.72	Yüksek
11	Karaca�ağaç	25	164	2.07	12.57	Yüksek
12	Karaca�ağaç	25	161	1.86	11.50	Yüksek
13	Karaca�ağaç	25	165	2.39	14.40	Yüksek
14	Karaca�ağaç	25	163	2.00	12.19	Yüksek
15	Karaca�ağaç	25	160	1.92	11.98	Yüksek

5. DENEY SONUÇLARI

Armutçuk Bölgesi'nde çalışılan Büyük damardan 4- ayrı kömür örneği alınarak,* ayrı grupta toplam 62 deney yapılmıştır. Alman kömür örneklerinin Büyük damarın tavan - taban ve muhtelif derinliklerdeki özelliklerini" göstermesi için özenle, kurallarına uygun olarak alınmış ve kısa zaman içinde değerlendirmeye tabi tutulmuştur. Ayrıca taşkömürü ile linyit arasındaki belirgin farkları ortaya koymak amacı ile 2 ayrı linyit örneği üzerinde 15 deney yapılmıştır.

Kömür örneklerinin kimyasal analiz sonuçları Çizelge 2'de birinci, ikinci, üçüncü, dördüncü kömür örnekleri ile ilgili, relatif tutuşma sıcaklığı (R.T.S«), ortalama sıcaklık artışı (9.S.A.), hava miktarı, yanabilirlik indeksi ve risk sınıflaması toplu sonuçları sıra ile Çizelge 3,4-,5»6'da verilmiştir. Ayrıca linyit örneği ile ilgili sonuçlar da Çizelge 7'de verilmiştir.

6. SONUÇLAR

Deneylerin gerçekleştirilmesinde hava miktarları bir hayli farklı uygulanmasına rağmen, hesaplanan risk her 4 numune için 3.65-6.18 dak~ arasında değişmiştir. Buradan şunu söylemek mümkündür; Armutçuk Bölgesi'nde çalışılan Büyük damar doğal özellikleri bakımından uygulanan farklı hava miktarlarında Peng ve ark. (7) tarafından geliştirilen yanabilirlik indeksi sınıflamasında "orta" derecede kendiliğinden yanmaya yatkın çıkmıştır. Aynı yöntem kullanılarak yapılan bir diğer çalışmada da Büyük damar doğal özellikleri bakımından "orta" derecede kendiliğinden yanmaya yatkın olduğu bulunmuştur (1).

Bu durumda Armutçuk Bölgesi'nde yoğun yangın olaylarının gündeme gelmesinde çevresel koşulların büyük rol oynadığını söylemek mümkündür.

DeneySEL çalışma sonucuna göre; kritik hava akımları şayet göçük içerisine, kırık ve çatlaklara kaçması durumunda, jeolojik şartların da elverişli olması halinde tehlikeli sonuçların doğacağı gözönünde bulundurulmalıdır. Damarın doğal özellikleri bakımından kendiliğinden yanmaya "düşük" özellik gösterse bile çevresel şartların kömürün yanmasında etkili olacağı unutulmamalıdır.

KAYNAKLAR

1. KARAÇAM, E., Zonguldak Havzası Kömürlerinin Kendiliğinden Yanmaya Yatkınlıklarının Belirlenmesi, H.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Zonguldak, Şubat 1988.
2. ÖKTEN, G., Kömürlerin Kendiliğinden Yanması ve önlenmesi için Alınacak Tedbirler, Kömür Kimyası ve Teknolojisi Kitabından, İstanbul, Mart 1988, s 102-103
3. DÎDARÎ, Y., Yeraltı Ocaklarında Kömürün Kendiliğinden Yanması ve Risk İndeksleri » Madencilik, Aralık 1986 s 29-34-.
4. DÎDARÎ, V., Ocak Yangınları ve Patlamalar, Taşkömür, 1984, s 4-5.
5. PENG, K.K., Spontaneous Combustion of Canadian Coals CIM Bull., May 1975.
6. GÜNEY, M., HODGES, D.S., Spontaneous Heating of Coal, Part 1, Coll. Guard., February 1969, pp, 105-109.
7. PENG, K.K., Spontaneous Combustion a Coal Mining Hazard, CIM Bull., October 1973.
8. SALTOĞLÜ, S., Madenlerde Havalandırma ve Tahkimat İşleri, İ.T.Ü. Yayınları, İstanbul, 1975.
9. SINGH, R.N., DEMİRBÎLEK, S., TURNEY, M., Application of Spontaneous Risk Index to Mine Planing, Safe Storage and Shipment of Coal, J. Min. Met. Fuels, July 1984, pp. 347-356.
10. GÜNEY, M., HODGES, D.S., Spontaneous Heating of Coal, Part 2, Coll. Guard., March 1969, pp. 173-177.
11. CHAMBERLAIN, E.A.C, HALL, D.A. , Liability of Coals to Spontaneous Combustion, Coll. Guard., February 1973, pp. 65-72.