

*Türkiye II Kömür Kongresi Bildiriler Kitabı, 10-12 Haziran 1998, Bartın-Amasra. Türkiye Proceedings of the 11th Turkish Coals Congress, 10-12 June 1998, Bartın-Amasra, Turkey*

## **ERMENEK BÖLGESİ KÖMÜRLERİNİN KENDİLİĞİNDEN YANMAYA YATKINLIKLARININ ARAŞTIRILMASI**

### **A RESEARCH ON THE LIABILITY OF ERMENEK DISTRICT COALS TO SPONTANEOUS COMBUSTION**

**Cem ŞENSÖĞÜT**, *Selçuk Üniversitesi, Muh-Mım. Fak., 42079, Kampus-Konya*  
**İbrahim ÇINAR**, *Selçuk Üniversitesi, Muh-Mım. Fak., 42079, Kampus-Konya*

#### **ÖZET**

Bu çalışmada, Ermenek Bölgesi kömürlerinin kendiliğinden yanma özellikleri araştırılmıştır. Özel sektöre ait uç ayrı ocaktan (Polat, Akpınar ve Turab Madencilik ) alınan kömür numunelerinin kimyasal analizleri yapılmış, kendiliğinden yanmanın araştırılmasında kullanılan laboratuvar tekniklerinden, kesişim noktası yöntemi kullanılarak, bölge kömürlerinin kendiliğinden yanmaya yatkınlıkları çevre koşulları ile birlikte değerlendirilmiştir.

#### **ABSTRACT**

In this work, the coal samples from Ermenek District were investigated in terms of propensity to spontaneous combustion. The samples taken from three collieries operated by the private mining companies (Polat, Akpınar and Turab Mining) were chemically analysed and searched for susceptibility to spontaneous heating by using the crossing point method. The results were emphasised with regard to the environmental index.

## 1. GİRİŞ

Bilindiği gibi kendiliğinden yanmanın temel sebebi komurun otooksidasyonudur. Komur ve oksijenin var olduğu her ortamda gelişebilen bu olay ısı veren bir reaksiyondur. Açığa çıkan bu ısı ortamdaki uzaklaştınamazsa, o bölgenin ısınmasına sebep olacaktır. Sıcaklığın yükselmesi ve ortamda yeterli oksijen varlığı ile oksidasyon hızı artmakta, böylelikle kömürün sıcaklığı yükselmektedir. Komurun tutuşma sıcaklığına ulaştığında ise, kendiliğinden yanma olayı meydana gelmektedir. Özetle, sınırlı miktarda hava, bir yandan oksidasyon için gerekli oksijeni sağlarken, diğer yandan, oluşan ısıyı uzaklaştırmakta yetersiz kalarak ortamda sıcaklık artışının ve kendiliğinden yanmanın başlıca nedeni olmaktadır (Didari, 1986).

Yeraltında ve yerüstünde yapılan üretim çalışmaları sırasında, komur silolarında ve nakliye esnasında yangın tehlikesiyle karşılaşılabilir. Fakat yeraltı ocaklarındaki bu sorun, hava miktarının kısıtlı olması, ortamda diğer gazların bulunabilmesi, dar sahalarda çalışılması ve yangınla mücadele yöntemlerinin uygulanması sırasında meydana gelebilecek zorluklar nedeniyle daha büyük bir tehlike oluşturmaktadır.

## 2. NUMUNELERİN ALINDIĞI DAMAR ÖZELLİKLERİ

Batı Toroslarda bulunan Ermenek linyit havzası yaklaşık 620 km<sup>2</sup> lik bir alanı kapsamaktadır.

Ermenek havzasında farklı yörelerde, birbirinden bağımsız ve ekonomik olarak işletilen ocaklar dört bölgeye ayrılır. Bu bölgeler, Ermenek havzasının orta kesiminde yer alan Asar dağı baz alınarak üzere Asar dağı'nın doğusundaki Çanakçı çukuru ve Keşirlik bölgesi ile Asar dağı'nın kuzeybatısında yer alan Pamuklu-Tepebaşı yöresi ile Asar dağı'nın batısındaki Boyalık mevkiidir.

Ermenek havzasındaki Çanakçı çukurunda yaklaşık 500 000 ton rezerv tahmin edilmektedir. Keşirlik yöresinde, daha önceki çalışmalar ve günümüz şartlarına göre ekonomik bir komur oluşumu söz konusu değildir. Boyalık yöresinde arşivlenmiş herhangi bir sondaj çalışması bulunmamaktadır. Daha önceki çalışan ocakların konumuna göre 300 000 ton komur olasılığı söz konusudur. Pamuklu-Tepebaşı yöresinde yaklaşık 2 milyon ton rezerv tahmin edilmektedir (Arslansan, 1996).

DeneySEL çalışmalar Pamuklu-Tepebaşı yöresinde çalışmakta olan özel sektöre ait uç yeraltı ocağından alınan numuneler üzerinde yapılmıştır (Akpınar Madencilik, Polat Madencilik ve Turab Madencilik).

Damar kalınlıkları sabit olmayıp 3-6 m arasında değişmektedir. Düzensiz damar kalınlığının yanında damarın çok ondulasyonlu olması komur kayıplarının artmasına neden olmaktadır. Damar derinliği 70-80 m olup, damar eğimleri 8-10° arasında değişmektedir. Akpınar ve Polat Madencilik yeraltı ocaklarında goçertmeli uzunayak, Turab Madencilik'te kısa ayak üretim yöntemi uygulanmaktadır. Her uç ocakta dolgu yapılmamakla beraber ilerleme hızı yaklaşık olarak 0.5 m/gün'dür. Tahkimat malzemesi tamamen ahşap olup, havalandırma doğal olarak yapılmaktadır.

Akpınar Madencilik yeraltı ocağında kömür kalınlığı 3-5 m olup, 0.2-0.4 m kalınlığındaki kil tabakasının altındaki 0.8-1.0 m'lik kömür alınmamaktadır. Polat Madencilik yeraltı ocağında 0.5 m kalınlığındaki tavan kömürü kısmen alınmaya çalışılırken, Turab Madencilik yeraltı ocağında ise yaklaşık 1 m kalınlığındaki kömür tabakası tamamen göçük içerisinde bırakılmaktadır.

Bahsedilen işletme kayıpları yanında kömür göçmeye uygun özellikte olup, bol miktarda kırık ve çatlaklar içermesi kendiliğinden yanmaya çok uygun zemin hazırlamaktadır.

### 3. KENDİLİĞİNDEN YANMAYA YATKINLIK

Düşük sıcaklıkta başlayan kömürün oksidasyon tepkimesinin gelişimi, gerek damar ve jeolojik gerekse çevresel koşullara bağlı aşağıda bahsedilen çok sayıda parametre tarafından denetlenmektedir (Mahadevan ve ark.,1985, Morris ve ark.,1986; Morris ve ark.,1988; Şensöğüt,1997).

-Önceki oksidasyonun etkisi	-Topuk koşulları	-Tavan koşulları
-Diğer mineraller	-Tabanyolu koşulları	-Hava kaçakları
-Fiziksel özellikler (Porozite, sertlik, termal iletkenlik, özgül ısı)	-Dolgu	-Havalandırma basıncı
	-Rank	-Hava geliri
-Üretim yöntemi ve ilerleme hızı	-Barometrik basınç	-Hava nemliliği
-Damar kalınlığı ve eğimi	-Çoklu damar çalışması	-Kömür kayıpları

Kömürlerin kendiliğinden yanmaya yatkinliklarının belirlenmesinde önerilen yöntemler iki grupta değerlendirilmektedir (Şensöğüt, 1997).

Laboratuvarjçkrikleri	Pjralikyontemleri
• Statik izotermal yöntem	• Kuluçka süresi sınıflaması
• Adyabatik oksidasyon testi	• Olpinski yöntemi
• Kimyasal yöntem	• Düzeltilmiş Bystron ve Urbanski yöntemi
• Dinamik yöntem	
• Diferansiyel sıcaklık yöntemi	
- Kesişim noktası metodu	
- Diferansiyel termal analiz (DTA)	

Laboratuvar teknikleri, damardan alınan numunelerin belli bir hava akımında kontrollü olarak ısıtılarak kömürün kızışma davranışının izlenmesi esasına dayanır. Pratik yöntemler ise çevre koşullarına, eski çalışmalarda edinilen deneyimlere ve karşılaşılan yanma olaylarının sıklığına göre değerlendirilir. Ocak yangınlarının incelenmesinde henüz standart bir yöntem olmamakla beraber "Tutuşma Noktası" olarak da bilinen "Kesişim Noktası" tekniği, uygulamasındaki basitlik nedeniyle, standart bir teknik olmaya adaydır (Kaymakçı ve ark., 1992).

#### 3.1. Tutuşabilirlik Tekniği

Kömür numunesi sıcaklığı doğrusal bir hızla artırılan fırında ısıtıldığında, kömür daha hızlı ısınmakta, bir süre sonra numune sıcaklığı ortam sıcaklığına ulaşarak onu geçmektedir. Bu nokta, kesişim noktası olarak bilinmektedir.

Feng ve ark (1973) tarafından geliştirilen bu yöntem kesişim noktasını temel alır 100 gr komur numunesi bir tup içinde firma yerleştirilir On ısıtma uygulanmış kuru hava 40 ml/dk'lık doğrusal bir hızla kontrollü olarak ısıtılır Başlangıçta komur sıcaklığı fırın sıcaklığından düşüktür Numune sıcaklığının ortam sıcaklığını 1°C geçtiği nokta "Kesişim Noktası" olarak adlandırılır "Isınma hızı" olarak 110-220°C arasındaki ısınma hızı, elde edilen zaman-sıcaklık eğrilerinden hesaplanır Bu verilerle yanabilirlik indeksi I(FCC) bulunur Bu indeksin ifadesi aşağıdaki gibidir

$$I(FCC) = \left( \frac{110-220^{\circ}\text{C arasındaki ısınma hızı}}{\text{Kesişim Noktası}} \right) \times 1000 \quad [1]$$

Bu indeksin 0-5 değerleri düşük, 5-10 değerleri orta ve >10 değerleri ise yüksek yatkinlığı gösterir (Feng ve ark ,1973, Mahadevan ve ark ,1985, Singh ve ark ,1984)

Kendiliğinden yanmada bünyesel özelliklerin yanında çevre faktörlerinin de etkili olması, ayrıca bir çevre indeksinin belirlenmesini ve yanabilirlik indeksi ile çevre indeksini kapsayan bir risk indeksinin hesaplanmasını gerektirir Çevre indeksi değeri Çizelge-1 ' den hesaplanır

Çizelge 1 Çevre indeksi Değeri (Feng ve ark ,1973, Singh ve ark ,1984)

GniD	Komur kavioları	Kırıklar	Hav. Bas. Far. (mms)	CI
A	15-20	doeal	20-30	1
B	20-30	dosai	20-30	2
B	15-20	vukse	20-30	2
B	15-20	doeal	30-40	2
C	15-20	vukse	30-40	3
C	>30	doeal	30-40	3
C	>30	vukse	20-30	3
D	>30	vukse	30-40	4

Bu durumda risk indeksi, çevre indeksi ve yanabilirlik indeksine göre yatkinlık derecesi Çizelge-2' den bulunur

Çizelge 2 Yanabilirlik indeksi - Çevre indeksi - Risk indeksi (Feng ve ark, 1973, Singh ve ark ,1984)

	indeks	Yatkinlık
Yanabilirlik indeksi I (FCC)	0-5	düşük
	5-10	orta
	>10	yüksek
Çevre indeksi (CI)	1	düşük
	2	orta
	3	yüksek
	4	çok yüksek
Risk indeksi I (FCC) x CI	0-10	düşük
	10-20	orta
	20-40	yüksek

#### 4. DENEYSEL ÇALIŞMALAR

Ermenek bölgesinde çalışmakta olan uç ayrı özel şirkete ait yeraltı ocağından her biri için ~ 20 kg'lık kömür numunesi alınmıştır. Bu numuneler, çalışmaların her safhasında hava sızdırmaz kaplarda korunmuştur.

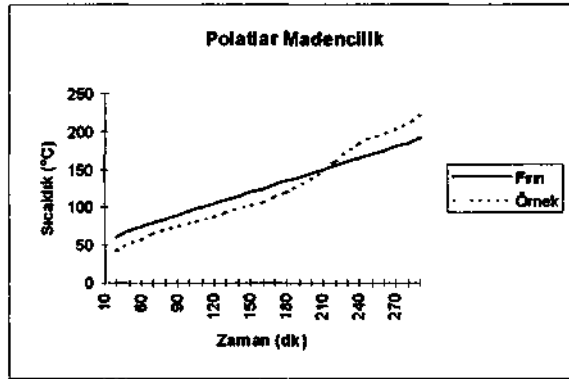
Alınan üç ayrı numunenin kimyasal analizleri Garp Linyitleri İşletmesi (GLİ) Bölge Müdürlüğü laboratuvarlarında yapılmıştır, elde edilen sonuçlar Çizelge-3'de verilmektedir

Çizelge 3. Ermenek bölgesi kömürlerinin kimyasal analiz sonuçları

	Polat Mad.		Akpınar Mad.		Turab Mad.	
	Orijinal kömür	Kuru kömür	Orijinal kömür	Kuru kömür	Orijinal kömür	Kuru kömür
Nem (%)	16.80	-	15.30	-	13.00	-
Kül (%)	6.24	7.50	10.21	12.06	8.70	10.00
Uçucu madde (%)	44.78	53.82	42.81	50.54	44.33	50.95
Sabit karbon (%)	32.18	38.68	31.68	37.40	33.97	39.05
Kükürt (%)	1.70	2.04	3.59	4.24	3.80	4.37
Alt ısı değeri (kcal/kg)	4539	5577	4530	5457	4890	5710

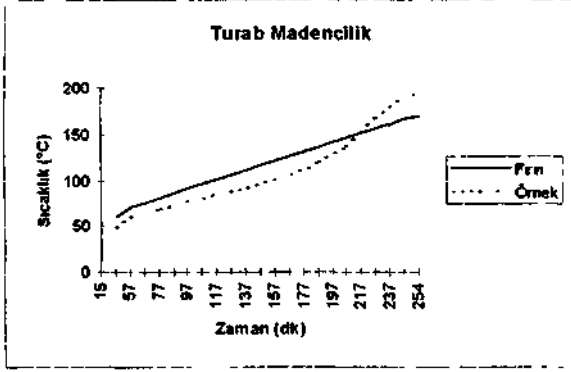
Kendiliğinden yanmaya yatkınlıklarının araştırılmasında ise, Zonguldak Endüstri Destekleme Merkezi (ZEDEM), Kendiliğinden Yanma Laboratuvarından faydalanılarak Tutuşabilirlik Tekniği uygulanmıştır. Her numuneden 4 ayrı deney olmak üzere toplam 12 deney yapılarak değerlendirme yapılmıştır. Her bir deney için hazırlanan 100 gr, -200 mesh boyutundaki numunelerden 30 gr'lık kısmı örnek kabına (reaktör) konularak, mini kompresörden alınan 100 cc/dk'lık hava ile birlikte deney başlatılmıştır. İlk aşamada etüv 50°C'ye kadar ısıtılarak, bu sıcaklıkta 6 dakika bekletilmekte ve ikinci aşamada 30°C/h'lik doğrusal bir artışla 220°C'ye kadar ısıtılarak deney bitirilmektedir.

Yapılan deneyler sonucunda örneklerin "Tutuşabilirlik Tekniğine" göre relatif tutuşma sıcaklıkları, ortalama sıcaklık artışları ve yanabilirlik indeksleri bulunmuştur. Her bir ocak için bu değerler ve örneklerin tutuşabilirlik grafikleri Şekil 1, 2 ve 3'de verilmektedir.



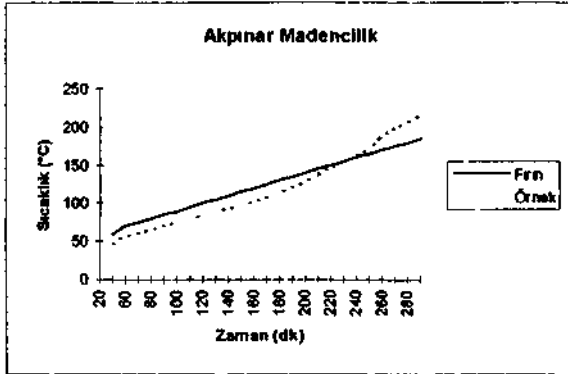
Relatif Tutuşma Sıcaklığı = 153°C  
Ort. Sıcaklık Artışı = 0.85°C/dk  
İndeks = 5.6 dk<sup>-1</sup>

Şekil 1. 1 No'lu Deney Tutuşabilirlik Eğrisi



Relatif Tutuşma Sıcaklığı = 152°C  
 Ort. Sıcaklık Artışı = 0.92°C/dk  
 İndeks = 6.05 dk<sup>-1</sup>

Şekil 2. 5 No'lu Deney Tutuşabilirlik Eğrisi



Relatif Tutuşma Sıcaklığı = 156°C  
 Ort. Sıcaklık Artışı = 0.85°C/dk.  
 İndeks = 5.4 dk<sup>-1</sup>

Şekil 3 11 No'lu Deney Tutuşabilirlik Eğrisi

Tutuşabilirlik Tekniği uygulanan tüm numunelerin yatkınlık indeksi ve risk sınıflarını içeren deney sonuçları Çizelge-4'de verilmiştir

Çizelge 4. Deney sonuçları

Deney no	Numune	R.TS (°C)	OS.A	İndeks (dk <sup>-1</sup> )	Risk
1	Polat Mad.	153	0.85	5.6	orta
2	Polat Mad.	156	0.68	4.4	düşük
3	Polat Mad.	154	0.76	4.9	düşük
4	Polat Mad.	154	0.84	5.5	orta
5	Turab Mad.	152	0.92	6.1	orta
6	Turab Mad.	154	0.96	6.2	orta
7	Turab Mad.	153	0.86	5.6	orta
8	Turab Mad.	153	0.83	5.5	orta
9	Akpınar Mad.	151	1.10	7.3	orta
10	Akpınar Mad.	160	0.89	5.6	orta
11	Akpınar Mad.	156	0.85	5.4	orta
12	Akpınar Mad.	157	0.82	5.3	orta

Polat Madencilik, Turab Madencilik ve Akpınar Madencilik yeraltı ocakları için Çizelge-1 ve 2'deki gibi çevre indeksi değerleri hesaplanmıştır Buna göre, komur kayıpları yüksek (~%40), kırıklar yüksek ve havalandırma basınç farkı orta-yüksek olarak alınmış ve çevre indeksi değeri 4 (çok yüksek) olarak tespit edilip Çizelge-5'deki risk sınıflandırması yapılmıştır

Çizelge 5 Yanabilirlik ve çevre indekslerine göre risk sınıflaması

Deney no	Numune	Yanabilirlik indeksi (dk ')	Çevre indeksi	Risk indeksi	Risk sınıfı
1	Polat Mad	56	4	22 4	yüksek
2	Polat Mad	44	4	176	orta
3	Polat Mad	49	4	19 6	orta
4	Polat Mad	55	4	22 0	yüksek
5	Turab Mad	61	4	24 4	yüksek
6	Turab Mad	62	4	24 8	yüksek
7	Turab Mad	56	4	22 4	yüksek
8	Turab Mad	55	4	22 0	yüksek
9	Akpınar Mad	73	4	29 2	yüksek
10	Akpınar Mad	56	4	22 4	yüksek
11	Akpınar Mad	54	4	216	yüksek
12	Akpınar Mad	53	4	212	yüksek

## 5 SONUÇLAR

Deney sonuçlarına göre Ermenek bölgesi kömürlerinin kesişim noktası değerleri fazla sapma göstermeksizin 151-160°C arasında değişmektedir Isınma hızları 0 68-1 10°C/dk gibi düşük değerlerde olduğu tespit edilmiştir Böylece yanabilirlik indeksinin 4 4-7 3 arasında olduğu görülmüştür

Yanabilirlik indeksine göre bir sınıflandırma yapıldığında, Ermenek bölgesinin kömürlerinin kendiliğinden yanmaya yatkınlığının "düşük-orta" risk grubunda olduğu görülmektedir

Yanabilirlik indeksinin yüksek olmamasına rağmen, işletme kayıplarının fazla olması, komurun kırık ve çatlaklar içermesi ve havalandırma gibi önemli bir konunun göz ardı edilmesi sebebiyle, çevre indeksine bağlı olarak bulunan risk indeksinin 17 6-29 2 arasında değiştiği görülmüştür Bu değerler de risk sınıfının "orta-yüksek" olduğunu göstermektedir

Damarın doğal özellikleri bakımından kendiliğinden yanmaya yatkınlığı "düşük" risk grubunda olsa bile, çevre koşullarının komurun yanmasında son derece etkili olduğu bilinmelidir Ermenek bölgesinde de yangın olaylarının meydana gelmesinde çevre şartlarının büyük rol oynadığını söylemek mümkündür

## TEŞEKKÜR

Numunelerin kimyasal analizinin yapılmasına müsaade eden Garp Linyitleri İşletmesi Bölge Müdürü Sayın Kemal Pembe' ye ve kesişim noktası deneylerinin Zonguldak Karaelmas

Üniversitesi Maden Mühendisliği Bölüm Laboratuvar'larında yapılmasına nazikane müsaade eden Bölüm Başkanı Sayın Prof. Dr. Yadigar Müftüoğlu ve Sayın Prof. Dr. Vedat Didari' ye teşekkürlerimizi bir borç biliriz.

#### KAYNAKLAR

Arslansan, E. (1996), Ermenek Kömürlerinden Pilot Çapta Yeni Bir Teknik İle Biriket Üretimi, Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Zonguldak, 90s.

**Didari, V.** (1986), Yeraltı Ocaklarında Kömürün Kendiliğinden Yanması ve risk İndeksleri, Madencilik, Cilt. 15, Sayı. 4, s. 29-34.

**Feng, K.K., Chakravorty, R.N. and Cochrane, T.S.** (1973), Spontaneous Combustion - a Coal Mining Hazard, The Canadian Mining and Metallurgical (CIM) Bulletin, October, pp. 75-84.

**Kaymakçı, E., Didari, V.** (1992), Kömürlerin Kendiliğinden Yanmaya Yatkınlıklarının Belirlenmesinde Kullanılan İndeksler, Türkiye 8.Kömür Kongresi, Zonguldak, s. 129-139.

**Mahadevan, V. And Ramlu, M.A.** (1985), Fire Risk Rating of Coal Mines due to Spontaneous Heating, Journal of Mines, Metals & Fuels, August, pp. 357-362.

**Morris, R. And Atkinson, T.** (1986), Geological and Mining Factors Affecting Spontaneous Heating of Coal, Mining Science and Technology, Vol.3, No 3, pp.217-231

**Morris, R. And Atkinson, T.** (1988), Seam Factor and The Spontaneous Heating of Coal, Mining Science and Technology, 7, pp. 149-159.

**Singh, R. N., Demirbilek, S. And Turney, M.** (1984), Application of Spontaneous Combustion Risk index to Mine Planning, Safe Storage and Shipment of Coal, Journal of Mines, Metals & Fuels, July, pp. 347-356.

Şensöğüt, C. (1997), A General Outlook on Spontaneous Combustion in Underground Coal Mines, German Academic Exchange Service, Aachen, Germany, September, 81 p.