

# KÜTAHYA BÖLGESİ LİNYİTLERİNİN KENDİLİĞİNDEN YANMAYA YATKINLIKLARININ ARAŞTIRILMASI

## An Investigation on the Liability of Kutahya Region Lignites to Spontaneous Combustion

Özer ÖREN (\*)  
Cem ŞENSÖĞÜT (\*\*)

### ÖZET

Kendiliğinden yanma olayı, yıllardır kömür madenciliğinin maruz kaldığı en büyük sorunlardan birisi olarak gösterilmektedir. Kömür stoklarında, yeraltında, açık ocaklarda ve hatta apartman dairelerinde bile gerçekleşebilen bu olay; üretim, makine ve donanım kayıplarının yaşanmasına ve en önemlisi ciddi yaralanma ve ölümlere neden olabilmektedir. Kendiliğinden yanma olayı, zamanında gerekli önlemlerin alınması ile en aza indirilebilir. Bu önlemlerin en başında ise; kömürlerin kendiliğinden yanmaya yatkinliklarının belirlenmesi, buna göre bir sınıflama yapılması ve kömürün kendiliğinden yanmaya yatkinliğine göre işletme şartlarının ayarlanması gelmektedir. Yapılan bu çalışma ile daha önce kendiliğinden yanma konusunda incelenmemiş olan Seyitömer ve Değirmisaz linyitlerinin kendiliğinden yanma karakteristikleri belirlenerek ileride bu bölgelerde oluşabilecek ocak yangınları üzerinde durulacaktır. Bu iki bölgeye ek olarak Garp Linyitleri İşletmesinin hem açık hem de yeraltı ocaklarından alınan numuneler üzerinde kendiliğinden yanma deneyleri yapılarak, Kütahya bölgesi kömürlerinin kendiliğinden yanmaya olan yatkinliği tespit edilmiştir. Kendiliğinden yanmaya yatkinliğin araştırılmasında kesişim noktası yöntemi kullanılmış, kömürler bu yöntemin gerektirdiği boyut dağılımına indirilmiş ve her kömür örneğinin kimyasal analizleri yapılmıştır. Toplam olarak 33 adet kesişim noktası deneyi gerçekleştirilmiştir. Deney sonuçlarına göre; Seyitömer Linyit İşletmesi'ne ait kömür örnekleri kendiliğinden yanma açısından "orta risk" grubunda yer alırken, Garp Linyitleri İşletmesi "yüksek risk" ve Değirmisaz Linyit İşletmesi'ne ait kömürlerin ise "orta risk" e sahip kömürler arasında olduğu tespit edilmiştir.

**Anahtar sözcükler:** Kendiliğinden Yanma, Kömür Oksidasyonu, Kesişim Noktası Yöntemi, Yatkinlik İndeksi

### ABSTRACT

Spontaneous combustion of coals has been pointed out as one of the most critical problems encountered in coal mining for years. This event occurring in underground and open pits as well as in the coal – hole of the apartments can cause severe fatalities together with loss of reserves and equipments. Spontaneous combustion phenomenon can be reduced to a minimum degree by taking necessary precautions in time. In order to carry out this important task, at first the susceptibility of coals to spontaneous combustion should be determined and then colliery working conditions should be arranged according to these findings. In this work, the spontaneous combustion liability of the coals taken from Western, Seyitömer and Değirmisaz Lignite Corporations have been identified. The spontaneous combustion profiles of the coals from Kütahya Region have been ascertained in general. Throughout the present work, the crossing point method has been utilized. A total of 33 laboratory tests have been carried out. According to test results, the coal samples taken from Seyitömer have "medium to high" risk for spontaneous combustion while the coals from Western Lignite Corporation have shown "high" risk and the coals from Değirmisaz Corporation have "medium" risk.

**Key words:** Spontaneous Combustion, Oxidation of Coal, Crossing Point Method, Liability Index

(\*) Yük. Müh., Dumlupınar Ün. Müh. Fak. Maden Müh. Böl. Merkez Kampüsü, KÜTAHYA

(\*\*) Prof. Dr., Dumlupınar Ün. Müh. Fak. Maden Müh. Böl. Bşk. Merkez Kampüsü, KÜTAHYA sensogut@dumlupinar.edu.tr

## 1. GİRİŞ

Kömürlerde oluşan kendiliğinden yanma; oksijen ve kömürün bulunduğu her ortamda gelişebilecek ekzotermik bir reaksiyondur. Yeraltında, kömür stoklarında, açık ocaklarda ve deniz aşırı nakliyat sistemlerinde görülebilen bu olay ciddi can ve mal kayıplarına neden olabilmektedir.

Genel olarak bakıldığında kendiliğinden yanma olayını azaltmak veya önlemek için yapılmış olan birçok çalışma literatürde yer almaktadır. Stok kömürleri üzerinde yapılan çalışmalarda; özellikle stok sahalarındaki kömürlerin kendiliğinden yanmaya karşı davranışlarının stoğa yerleştirilen termoçiftler sayesinde gözlemlenmesi, ısı bölgelerinin termal cihazlar ile saptanması, stok üzerinin kömürün oksijenle temasını engellemek amacıyla kaplanması ve meteorolojik hareketlerin stok üzerindeki etkilerinin araştırılması hedef olarak alınmıştır (Özdeniz, 2003; Fierro vd., 2001; Fierro vd., 1999a; Fierro vd. 1999b; Şensöğüt ve Özdeniz, 2005; Krajciová vd., 2004). Stokların dışında günümüzde kendiliğinden yanmada etkili olabilecek kömür özellikleri ve parametreleri incelenmekte (Ren vd., 1999; Wang vd., 1999; Yıldırım vd., 2006; Nugruho vd., 2000; Kadioğlu ve Varamaz, 2003; Küçük vd., 2003) ve kendiliğinden yanma sonucu oluşan gaz ürünlerinin yardımıyla kendiliğinden yanmanın erken saptanması yönünde çalışmalar yapılmaktadır (Lu vd., 2004, Şahin ve Didari, 2002).

Kömürlerin kendiliğinden yanması kömürün otooksidasyonu sonucu gelişen bir olaydır. Kömür  $O_2$  ile temasa geçtiğinde kömür oksidasyonun ilk işareti  $O_2$  adsorpsiyonu ile oluşan oksijen tüketimidir (Wang vd., 2003). Kömür yapısı itibarıyla çok düşük sıcaklıklarda olsa dahi, oksijen ile temasa geçtiğinde oksijeni adsorbe etmekte ve bu adsorpsiyon işlemi de  $40^\circ C$ 'nin üzerindeki sıcaklıklarda ekzotermik bir reaksiyona dönüşerek ortam ısısını arttırmaktadır (Saraç, 1992). Eğer bu ısı ortamdan uzaklaştırılmazsa yaklaşık  $70^\circ C$ 'den sonra  $CO$  ve  $CO_2$  gaz yoğunluğu ortamda fazlalaşmakta ve  $125^\circ C$ 'de de su buharı meydana gelmektedir. Artan ortam sıcaklığı kömürün tutuşma sıcaklığına ulaştığında ise kömür yanmaya başlamaktadır (Kural, 1998; Jones ve Townend, 1949).

## 2. ÜLKE KÖMÜRLERİNİN KENDİLİĞİNDEN YANMA KARAKTERİSTİKLERİ

Ülkemizdeki kendiliğinden yanma olayları sonucunda meydana gelen ocak yangınları, Türkiye Taşkömürü Kurumu (TTK) ve Garp Linyitleri İşletmesi (GLİ) gibi önemli işletmelerde büyük bir can ve mal kaybına neden olmuştur (Saraç, 1992; Soytürk, 1992). Birçok araştırmacı tarafından ülkemizdeki çeşitli kömürler üzerinde gerçekleştirilen kendiliğinden yanmaya yatkınlığın saptanması çalışmaları bu olaylardan sonra hız kazanmıştır.

Özellikle Zonguldak yöresinde değişik araştırmacılar tarafından farklı müesseselerde yürütülen kendiliğinden yanma çalışmaları, bölgedeki kömürlerin yatkınlıkları açısından önemli fikirler vermiştir (Şahin ve Didari, 2002; Ayvazoğlu, 1978; Karaçam vd., 1988; Yılmaz ve Atalay, 1990; Kaymakçı ve Didari, 1992; Didari vd., 1993; Kaymakçı, 1998). Bunun dışında Garp Linyitleri İşletmesi'nde yapılan çalışmalarda kömürlerin tutuşma sıcaklıkları  $138-146^\circ C$  olarak saptanmış ve yüksek riskli kömür sınıfına dahil edilmiştir (Saraç ve Soytürk, 1992). Kadioğlu ve Varamaz (2003), Aşkale ve Balkaya linyitlerinin tutuşma sıcaklıkları üzerinde nemin ve kurutulmuş havanın etkilerini incelemiş, nem içeriğinin tutuşma sıcaklığı değerlerini arttırdığını, kuru havadan geçirilmiş kömürlerin ise tutuşma sıcaklıklarının azaldığını tespit etmiştir. Şensöğüt ve Çınar (2000), Konya – Ermenek bölgesi kömürlerinin tutuşma sıcaklıklarını  $151-160^\circ C$ , yatkınlık indeksi değerlerini ise  $4,4-7,3$  olarak tespit etmişlerdir. Türkiye kömürleri üzerinde yapılmış olan kendiliğinden yanma çalışmaları Çizelge 1' de gösterilmiştir

## 3. KENDİLİĞİNDEN YANMANIN BELİRLENMESİ

Kendiliğinden yanmaya yatkınlığın belirlenmesinde farklı yöntemler kullanılmaktadır. Bu yöntemler kömür yığınlarının içerisine daldırılan termoçiftler sayesinde yapılan sürekli gözlemler, adyabatik testler, mikroklorimetri gibi izotermal yöntemler, tutuşma sıcaklığı ve kesişim noktası yöntemleri ve ısı – artışı yöntemi olarak sıralanabilir (Zhou ve Wang, 2004). Bu çalışmada basit ve ucuz olmasından dolayı kesişim noktası yöntemi tercih edilmiştir.

Çizelge 1. Türkiye Kömürleri Üzerinde Yapılan Kendiliğinden Yanma Çalışmaları

Araştırmacı	Çalışma sahası	Uygulanan yöntem	Tutuşma sıcaklığı değerleri (°C)	Yatkınlık indeksi (dak <sup>-1</sup> )	Risk sınıflaması
Ayvazoğlu (1978)	Zonguldak - Kozlu	Dinamik oksidasyon	86 – 90	-	-
Karpuz vd. (1986)	GAL - Silopi	Kesişim noktası	180 – 200	10 – 12 8 – 9	Yüksek Orta
Ermişoğlu vd. (1987)	GLİ - Ömerler	Düzeltilmiş Bystron – Urbanski	-	-	Yüksek
Karaçam vd. (1988)	Zonguldak – Kozlu, Karadon, Armutçuk, Amasra, Üzülmöz	Kesişim noktası	170 – 186	4,4 – 10,2	Orta
Yılmaz vd. (1990)	Zonguldak - Armutçuk	Kesişim noktası	164 – 178	3,65 – 6,18	Orta
Kaymakçı & Didari (1992)	Zonguldak – Üzülmöz GLİ - Ömerler	Kesişim noktası DTA	138 – 168	4,04 – 26,00	
Saraç & Soytürk (1992)	GLİ – Tunçbilek- Ömerler	Kesişim noktası	138 – 146	8,5 – 26	Yüksek
Saraç (1993)	Soma - Çayırhan	Kesişim noktası	110 – 127	-	Yüksek
Didari vd. (1993)	Zonguldak – Üzülmöz GLİ – Tunçbilek, Ömerler Muğla – Sekköy, Karaağaç	Kesişim noktası	140,6 – 176,7	-	-
Kaymakçı (1998)	Zonguldak	Kesişim noktası	150 – 215	-	-
Şensöğüt (1999)	Konya - Ilgın	Kesişim noktası	180 – 184	5,1 – 8,1	Orta
Şensöğüt & Çınar (2000)	Konya - Ermenek	Kesişim noktası	151 – 160	4,4 – 7,3	Düşük – orta
Yılmaz (2002)	Soma – Eynes	Kesişim noktası	152 – 157	4,63 – 6,95	Düşük – orta
Şahin & Didari (2002)	Zonguldak – Amasra, Kozlu Karadon	Kesişim noktası	141 – 186	2,64 – 6,92	Düşük – orta
Kadioğlu & Varamaz (2003)	Erzurum – Aşkale - Balkaya	Kesişim noktası	-	-	-
Küçük vd. (2003)	Erzurum - Aşkale	Kesişim noktası	138 – 160	-	-
Özşen (2003)	28 ayrı kömür ocağı	TGA	197,308 – 221,094	-	-

### 3.1 Kesişim Noktası Yöntemi

Deneyin esası, doğrusal olarak ısıtılan bir fırın içerisine yerleştirilmiş olan reaktör içindeki kömür numunesi üzerinden hava geçirilmesi ve zaman – sıcaklık ilişkilerinin izlenmesidir. Deney sırasında hem fırının hem de numunenin sıcaklıkları kaydedilmekte, numune sıcaklığının fırın sıcaklığını geçtiği ya da kestiği nokta “kesişim noktası” olarak adlandırılmaktadır (Kaymakçı ve Didari, 1992). Kendiliğinden yanmaya yatkınlığı yüksek olan kömürlerin kesişim noktası sıcaklıkları daha düşük olmaktadır (Didari vd., 1993; Banerjee, 2000).

Bu yöntemde kömürün kendiliğinden yanmaya olan yatkınlığını belirlemek amacıyla Feng vd. (1993) tarafından, “FCC (Feng, Chakravorty,

Cochrane) indeksi” geliştirilmiştir. Bu indeks geliştirildiği eşitlik aşağıda verilmektedir (Eşitlik 1):

$$I_{(FCC)} = \frac{OSA}{Tutuşma\ Sıcaklığı} \times 1000 \quad (1)$$

Burada;

$I_{(FCC)}$  = Feng, Chakravorty, Cochrane indeksi, (1/dak)

OSA = Kömür numunesinin 110 – 220°C arasındaki ortalama sıcaklık artışı, (°C/dak)

Ortalama sıcaklık artışı ise;

$$OSA = \frac{110^\circ C}{t_2 - t_1} \quad (2)$$

Burada;

$t_2$  = Kömür numunesinin 220°C'deki zamanı,  
(dak)

$t_1$  = Kömür numunesinin 110°C'deki zamanı,  
(dak)

Bu indeksten de yararlanılarak kömürlerin kendiliğinden yanmaya olan yatkinlıkları belirlenmiştir (Çizelge 2).

Çizelge 2. FCC İndeksine göre Kendiliğinden Yanmaya Olan Yatkinlık (Saraç,1992)

Yatkinlık indeksi (FCC)	Kendiliğinden yanmaya yatkinlık
0 - 5	Düşük
5 - 10	Orta
> 10	Yüksek



Şekil 1. Kütahya yöresini gösteren Türkiye haritası

#### 4. DENEYSEL ÇALIŞMALAR

Deneylerde kullanılmak amacıyla Seyitömer Linyitleri İşletmesi (SLİ), Değirmisaz, Garp Linyitleri İşletmesi (GLİ) Ömerler ve açık ocaklarından (Şekil 1), her biri için yaklaşık 10 kg'lık numuneler alınmıştır. Daha sonra bu numuneler Dumlupınar Üniversitesi Maden Mühendisliği Bölümü Laboratuvarlarında azaltılarak 100 gr'lık – 200 mesh boyutuna indirilmiş ve deneyler için kullanıma hazır hale getirilmiştir. Öğütme sırasında kömürün oksijen ile temasını önlemek amacı ile numuneler hava sızdırmaz kapların içerisinde bekletilmiştir. SLİ ve GLİ işletmelerinden temin edilen numuneler, doğrudan kömür stampından alınırken; Değirmisaz İşletmesi'nden alınan kömürler üretime son verildiğinden dolayı stoklardan temin edilmiştir. Deneylerde kullanılan kömürlerin kimyasal analizleri Çizelge 3'de gösterilmiştir.

Alınan numuneler üzerinde yapılan kendiliğinden yanmaya yatkinlığın saptanması çalışmaları, Zonguldak Karaelmas Üniversitesi bünyesinde kurulan Zonguldak Endüstri Destekleme Merkezi (ZEDEM) Kendiliğinden Yanma Laboratuvarında gerçekleştirilmiştir. Kullanılan deney düzeneği; mini kompresör, ortam sıcaklığını doğrusal olarak arttırmaya yarayan programlanabilen bir etüv, numune sıcaklığını ölçmek için kullanılan bir kaydedici ve kömürlerin içine konulduğu camdan yapılmış bir reaktörden ibarettir.

Zonguldak Endüstri Destekleme Merkezi (ZEDEM), Kendiliğinden Yanma Laboratuvarında, S44 panosu B2 damarının dışında her bir numune için 4 farklı deney yapılmak suretiyle toplam olarak 33 adet kesişim noktası deneyi gerçekleştirilmiştir.

İlk olarak – 200 mesh (75  $\mu$ ) boyutuna indirgenmiş olan kömür numunelerinin 35 gr'lık kısmı cam reaktör içine konulmuştur. Etüvün program aşamaları ayarlandıktan sonra reaktörün teflon kapağı kapatılıp mini kompresörden alınan 100 cc/dak'lık hava ile deney başlatılmıştır. Deney boyunca hem fırının hem de numunenin sıcaklıkları her 10 dakikada bir ölçülerek kömürün tutuşma noktası belirlenmiştir. Ayrıca kömürün 110°C ve 220°C'deki sıcaklık dakikaları da kaydedilerek kendiliğinden yanma risk indeksi hesaplanmıştır. Yapılan deneylerden kömür numunelerinin göreceli tutuşma sıcaklıkları, ortalama sıcaklık artışları ve yatkinlık indeksleri hesaplanmış ve bu indekse göre bir risk sınıflaması yapılmıştır.

#### 5. SONUÇLAR

Örnek olması açısından her bir işletmeyi temsil eden deney sonuçları ve zaman – sıcaklık eğrileri Şekil 2 ve 3' de verilmektedir. Yapılan tüm deneylerin sonuçları ise Çizelge 4'de verilmiştir.

Deney sonuçlarına göre; Seyitömer Linyit

Çizelge 3. Deneyleri Yapılan Kömürlerin Kimyasal Analiz Sonuçları

Numune adı	Nem (%)	Kül (%)	Kükürt (%)	Karbon (%)	Üst ısıl değer (kcal/kg)	Alt ısıl değer (kcal/kg)
SLİ S30 panosu B1 damarı	35,00	11,62	2,18	52,04	5728	5465
SLİ S30 panosu B2 damarı	38,49	15,74	1,15	46,42	5113	4862
SLİ S30 panosu B3 damarı	38,91	9,25	1,42	51,27	5749	5479
SLİ S44 panosu B2 damarı	29,18	22,45	2,44	44,15	4318	4087
GLİ Ömerler M5 pano damarı	13,36	27,41	2,04	63,44	6468	6252
GLİ Beke – Yörgüç pano damarı	19,56	13,54	3,17	59,77	6116	5859
GLİ BY – H pano damarı	7,86	16,15	1,05	66,24	6744	6494
GLİ 48 C – 5 pano damarı	10,11	21,82	1,94	64,68	6632	6399
Değirmisaz stok kömürü	1,32	11,62	4,44	56,88	5912	5649

İşletmeleri (SLİ)'nin tutuşma sıcaklıkları 174 –188°C arasında değişmektedir. Yatkinlık indeksi değerleri ise 7,44 – 10,30 dak<sup>-1</sup> olarak bulunmuştur. Bu değerlere göre Seyitömer Linyit İşletmeleri (SLİ) kendiliğinden yanma açısından “orta – yüksek” risk grubundadır.

Garp Linyitleri İşletmesi için tutuşma sıcaklıkları 141 – 162°C olarak tespit edilmiştir. 10,25 – 17,34 dak<sup>-1</sup> indeks değerleriyle yatkinlık açısından “yüksek” riskli kömürler arasındadır.

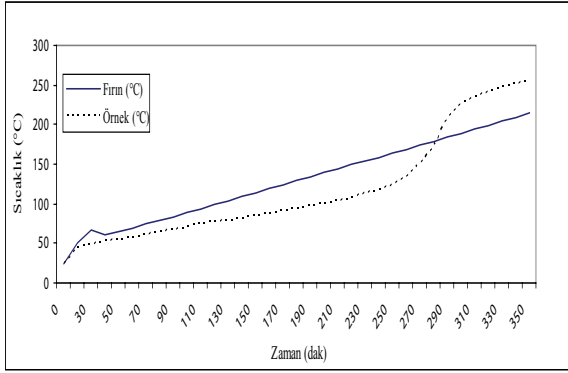
Değirmisaz işletmesinden alınan numuneler, yeraltı işletmeciliğine son verildiğinden stoklardan temin edilmiştir. Bundan dolayı diğer kömürlere göre nem değerleri daha düşük değerlerde seyretmektedir. Tutuşma sıcaklıkları 154 – 155 °C arasında olan bu kömürlerin, ısınma hızları 0,894 – 0,909 °C/dak ve yatkinlık indeksleri 5,78 – 5,87 dak<sup>-1</sup> olarak ölçülmüştür. Deneyleri yapılan bütün kömürlere göre en düşük ısınma hızı ve yatkinlık

indeks değerlerine sahip olan bu kömür, “orta” risk sınıfında kabul edilmiştir.

Genel olarak bakıldığında; deney sonuçlarından Kütahya bölgesi kömürlerinin tutuşma sıcaklıklarının 141-188°C, ortalama sıcaklık artışlarının 0,894–2,619°C/dak, yatkinlık indekslerinin de 5,78–17,34 dak<sup>-1</sup> olduğu gözlemlenmiştir. Kütahya bölgesi kömürlerinin “orta – yüksek” risk sınıfında olduğunu söylemek mümkündür.

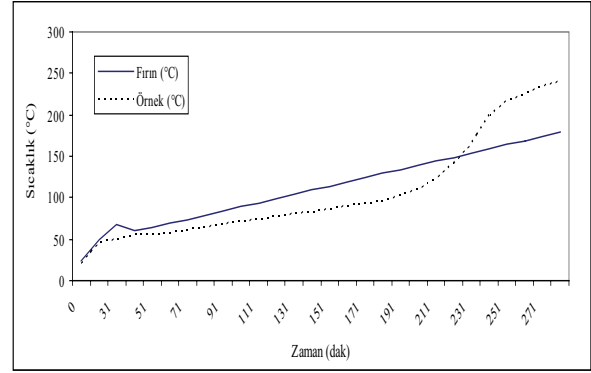
## TEŞEKKÜR

Yazarlar, kendiliğinden yanmaya yatkinlık deneylerinin Zonguldak Endüstri Destekleme Merkezi (ZEDEM) Kendiliğinden Yanma Laboratuvarında yapılmasına müsaade eden Karamelmas Üniversitesi yetkililerine sonsuz teşekkürlerini sunarlar.



(a)

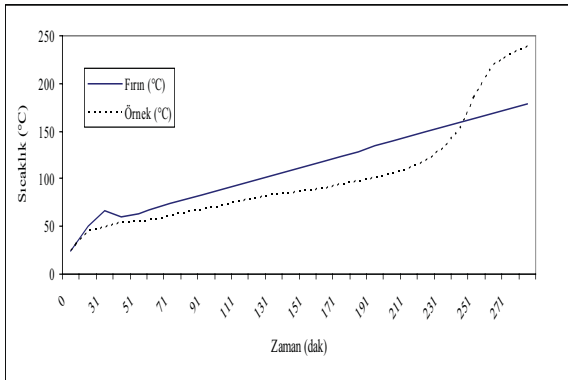
Relatif tutuşma sıcaklığı = 181 °C  
Ortalama sıcaklık artışı = 1,527 °C/dak  
Yatkınlık indeksi = 8,44 dak<sup>-1</sup>



(b)

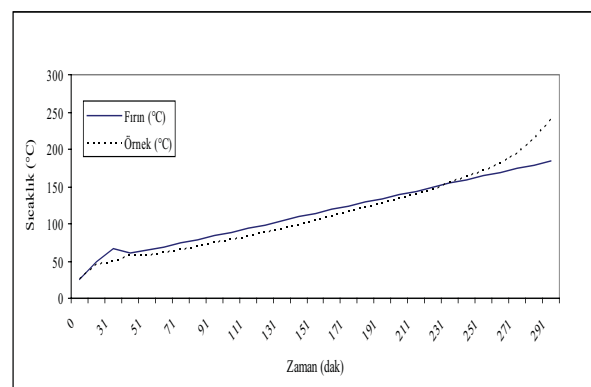
Relatif tutuşma sıcaklığı = 153 °C  
Ortalama sıcaklık artışı = 2,075 °  
Yatkınlık indeksi = 13,56 dak<sup>-1</sup>

Şekil 2. SLİ S30 panosu B1 (a) ve GLİ Ömerler M5 pano damarı (b) zaman – sıcaklık eğrileri



(a)

Relatif tutuşma sıcaklığı = 162 °C  
Ortalama sıcaklık artışı = 2,075 °C/dak  
Yatkınlık indeksi = 12,80 dak<sup>-1</sup>



(b)

Relatif tutuşma sıcaklığı = 155 °C  
Ortalama sıcaklık artışı = 0,894 °  
Yatkınlık indeksi = 5,78 dak<sup>-1</sup>

Şekil 3. GLİ Beke – Yörgüç panosu damarı (a) ve Değirmisaz damarı (b) zaman – sıcaklık eğrileri

Çizelge 4. Deney Sonuçları

Örnek – Deney no		Relatif tutuşma Sıcaklığı (°C)	Ort. sıcaklık artışı (°C/dak)	Yatkınlık indeksi (dak <sup>-1</sup> )	Risk sınıflaması
SLİ S-30 B1 damarı	(a)	181	1,527	8,44	orta
SLİ S-30 B1 damarı	(b)	181	1,864	10,30	yüksek
SLİ S-30 B1 damarı	(c)	180	1,803	10,02	yüksek
SLİ S-30 B1 damarı	(d)	183	1,774	9,69	orta
SLİ S-30 B2 damarı	(a)	176	1,527	8,68	orta
SLİ S-30 B2 damarı	(b)	188	1,594	8,48	orta
SLİ S-30 B2 damarı	(c)	183	1,666	9,10	orta
SLİ S-30 B2 damarı	(d)	188	1,692	9,00	orta
SLİ S-30 B3 damarı	(a)	184	1,803	9,80	orta
SLİ S-30 B3 damarı	(b)	185	1,746	9,44	orta
SLİ S-30 B3 damarı	(c)	186	1,774	9,54	orta
SLİ S-30 B3 damarı	(d)	185	1,897	10,25	yüksek
SLİ S-44 B2 damarı		174	1,294	7,44	orta
GLİ Ömerler M5	(a)	155	1,929	12,45	yüksek
GLİ Ömerler M5	(b)	150	1,897	12,65	yüksek
GLİ Ömerler M5	(c)	151	2,619	17,34	yüksek
GLİ Ömerler M5	(d)	153	2,075	13,56	yüksek
GLİ Beke – Yörgüç	(a)	161	2,075	12,89	yüksek
GLİ Beke – Yörgüç	(b)	160	2,075	12,97	yüksek
GLİ Beke – Yörgüç	(c)	162	2,075	12,80	yüksek
GLİ Beke – Yörgüç	(d)	159	2,619	16,47	yüksek
GLİ BY – H	(a)	141	2,075	14,72	yüksek
GLİ BY – H	(b)	142	1,833	12,91	yüksek
GLİ BY – H	(c)	142	1,896	13,35	yüksek
GLİ BY – H	(d)	141	1,896	13,45	yüksek
GLİ 48 C-5	(a)	150	1,774	11,83	yüksek
GLİ 48 C-5	(b)	147	2,115	14,39	yüksek
GLİ 48 C-5	(c)	146	1,964	13,45	yüksek
GLİ 48 C-5	(d)	147	1,506	10,25	yüksek
Değirmisaz	(a)	155	0,909	5,87	orta
Değirmisaz	(b)	155	0,909	5,87	orta
Değirmisaz	(c)	155	0,894	5,78	orta
Değirmisaz	(d)	154	0,901	5,85	orta

## KAYNAKLAR

Ayvazoğlu, E., 1978; "EKİ Kozlu bölgesi Çay ve Acılık Kömürlerinin Oksidasyonunun Erken Tespiti Yönünden İncelenmesi", Türkiye 1. Kömür Kongresi, 539 – 563.

Banerjee, S.C., 2000; "Prevention and Combating Mine Fires", A.A. Balkema, Rotterdam, 376.

Didari, V., Kaymakçı, E., Toroğlu, İ., 1993; "Kendiliğinden Yanmanın Araştırılmasında Kullanılabilecek bir Laboratuvar Deney Düzenegi", Türkiye 13. Madencilik Kongresi, 69 – 78.

Ermışoğlu, N., Yeşiltaş, A., Özerdem, S., 1987; "GLİ Tunçbilek Bölgesi Ömerler Yeraltı İşletmesinde Kendiliğinden Yanma Olayları ile Mücadele ve Alınan Önlemler", Türkiye 10. Madencilik Bilimsel ve Teknik Kongresi, 473 – 491.

Feng, K.K., Chakravorty, R.N., Cochrane, T.S., 1973; "Spontaneous Combustion – a Coal Mining Hazard", The Canadian Mining and Metallurgical Journal, October, 75 – 84.

Fierro, V., Miranda, J.L., Romero, C., Andres, J.M., Arriaga, A., and Schmal, D., 2001; "Model Predictions and Experimental Results on Self – Heating Prevention of Stockpiled Coals", Fuel, (80) 125 - 134.

Fierro, V., Miranda, J.L., Romero, C., Andres, J.M., Arriaga, A., Schmal, D., and Visser, G.H., 1999a; "Prevention of Spontaneous Combustion in Coal Stockpiles. Experimental Results in Coal Storage Yard", Fuel, (59) 23 – 24.

Fierro, V., Miranda, J.L., Romero, C., Andres, J.M., Pierrot, A., Gomez – Landesa, E., Arriaga, A., and Schmal, D., 1999b; "Use of Infrared Thermography for the Evaluation of Heat Loses during Coal Storage", Fuel, (60) 231-229.

Jones, R.E., Townend, D.T.A., 1949; "Oxidation of Coal", Journal Society of Chemical Industry, 68.

Kadioglu, Y., Varamaz, M., 2003; "The Effect of Moisture Content and Air – Drying on Spontaneous Combustion Characteristics of Two Turkish Lignites", Fuel, (82) 1685-1693.

Karaçam, E., Didari, V., Atalay, T., 1988; "Zonguldak Kömürlerinin Kendiliğinden Yanmaya

Yatkınlıklarının Araştırılması", Türkiye 6. Kömür Kongresi, 91 – 100.

Karpuz, C., Bölükbaşı, N., Paşamehmetoğlu, A.G., Gürhan, A., 1986; "GAL – Silopi Asfaltitlerinin Gaz İçeriği, Kendiliğinden Yanma Riski ve Kesilebilirliğinin Araştırılması", Türkiye 5. Kömür Kongresi, 379 – 391.

Kaymakçı, E., Didari, V., 1992; "Kömürün Kendiliğinden Yanmaya Yatkınlığının Belirlenmesinde Kullanılan İndeksler", Türkiye 8. Kömür Kongresi, 129 – 140.

Kaymakçı, E., 1998; "Zonguldak Havzası Kömür Damarlarına Uygulanabilecek bir Kendiliğinden Yanmaya Doğal Yatkınlığı Değerlendirme Tekniğinin Geliştirilmesi, Doktora tezi Zonguldak Karaelmas Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü

Krajciová, M., Jelemensky, L., Kisa, M., Markos, J., 2004; "Model Predictions on Self – Heating and Prevention of Stockpiled Coals", Journal of Loss Prevention in the Process Industries, (17) 205-216.

Kucuk, A., Kadioglu, Y., Gulaboglu, M.S., 2003; "A Study of Spontaneous Combustion Characteristics of a Turkish Lignite: Particle Size, Moisture of Coal, Humidity of Air", Combustion and Flame, 255 – 261.

Kural, O., 1998; "Kömür Özellikleri, Teknolojisi ve Çevre İlişkileri", Özgün Ofset Matbaacılık A.Ş., 785.

Lu, P., Liao, G.X., Sun, J.H., Li, P.D., 2004; "Experimental Research on Index Gas of the Coal Spontaneous at Low-Temperature Stage", Journal of Loss Prevention in the Process Industries, (17) 243-247.

Nugruho, Y.S., McIntosh, A.C., Gibbs, B.M., 2000; "Low Temperature Oxidation of Single and Blended Coals", Fuel, (79) 1951–1961.

Özdeniz, A.H., 2003; "Kömür Stoklarındaki Kendiliğinden Yanma Olayının İncelenmesi – Garp Linyitleri İşletmesi (GLİ) Örneği", Doktora tezi Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 185.

Özşen, H., 2003; "Bazı Türk Kömürlerinin Termogravimetrik Özelliklerinin Belirlenmesi",



Yüksek Lisans tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 269.

Ren, T.X., Edwards, J.S., Clarke, D., 1999; "Adiabatic Oxidation Study on the Propensity of Pulverised Coals to Spontaneous Combustion", *Fuel*, (78) 1611-1620.

Saraç, S., 1992; "Yeraltı Kömür Ocaklarında Kendiliğinden Yanma", *Anadolu Üniversitesi Mühendislik – Mimarlık Fakültesi Yayınları*, 106-118.

Saraç, S., 1993; "Spontaneous Combustion Tendency of Turkish Lignites", *Çukurova Üniversitesi Yerbilimleri Dergisi*, **22**, 39-43.

Saraç, S., Soytürk, T., 1992; "Tunçbilek Kömürlerinin Kendiliğinden Yanmaya Yatkınlıklarının araştırılması", *Türkiye 8. Kömür Kongresi*, 141-152.

Sensogut, C., Cinar, I., 2000; "A Research on the Tendency of Ermenek District Coals to Spontaneous Combustion", *Mineral Resources Engineering*, **9**, (4) 421- 427.

Sensogut, C., Ozdeniz, A.H., 2005; "Statistical Modelling of Stockpile Behaviour under Different Atmospheric Conditions – Western Lignite Corporation (WLC) Case", *Fuel*, (84) 1858-1863.

Soytürk, T., 1992; "Tunçbilek Kömürlerinin Kendiliğinden Yanmaya Yatkınlıklarının Araştırılması", *Yüksek Lisans tezi Anadolu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, 77.

Şahin, N., Didari, V., 2002; "Zonguldak Kömürlerinde Kendiliğinden Yanmanın Erken Saptanması Amacıyla Yanma Ürünü Gazların İncelenmesi", *Madencilik*, **41**, (4) 37- 51.

Şensöğüt, C., 1999; "Türk Kömürlerinin Kendiliğinden Yanmaya Yatkınlığı – İlgün Linyitleri Örneği", *Madencilik*, **38**, (1) 45- 52.

Wang, H., Dlugogorski, B.Z., Kennedy, E.M., 1999; "Theoretical Analysis of Reaction Regimes in Low Temperature Oxidation of Coal", *Fuel*, (78) 1073-1081.

Wang, H., Dlugogorski, B.Z., Kennedy, E.M., 2003; "Coal Oxidation at Low Temperatures: Oxygen Consumption, Oxidation Products, Reaction

Mechanism and Kinetic Modelling", *Progress in Energy and Combustion Science*, 487- 513.

Yılmaz, A.I., 2002; "Eynez Yeraltı Ocağı Havalandırma Sisteminin Ocak Yangınlarına Etkisi", *Doktora tezi Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, 174.

Yılmaz, A.O., Atalay, T., 1990; "TTK Armutçuk Müessesesinde Kendiliğinden Yanma Olayının Araştırılması", *Türkiye 7. Kömür Kongresi*, 399-410.

Yıldırım, O.S., Sensogut, C., Gokay, M.K., 2006; "Effects of Electrical Resistance on the Spontaneous Combustion Tendency of Coal and Interaction Matrix Concept", *Journal of University of Science and Technology Beijing*, **13**, 1-6.

Zhou, F., Wang, D., 2004; "Directory of Recent Testing Methods for the Propensity of Coal to Spontaneous Combustion", *Journal of Fire Sciences*, (22) 91-96.



TMMOB  
MADEN MÜHENDİSLERİ ODASI

# MADENCİ ÖYKÜLERİ YARIŞMASI



EDEBİYATÇILAR DERNEĞİ'NİN KATKILARIYLA

**SON BAŞVURU TARİHİ: 02 KASIM 2007**

İLETİŞİM: SELANIK CADDESİ 19/4 KIZILAY/ANKARA TEL:0312 425 10 80  
FAX:0312 417 52 90 WEB:www.maden.org.tr E-mail:maden@maden.org.tr