

# Tunçbilek Kömürlerinin Kendiliğinden Yanmaya Yatkınlıklarının Araştırılması

## An Investigation on the Liability of Tunçbilek Coals to Spontaneous Combustion

Saim SARAÇ (\*)  
Tamer SOYTÜRK (\*\*)

### ÖZET

Bu çalışmada, GLİ Müessesesi Tunçbilek ve Ömerler yeraltı ocaklarından alınan kömür numunelerine, çeşitli laboratuvar teknikleri arasından seçilmiş olan Tutuşabilirlik Tekniği uygulanarak, kendiliğinden yanmaya olan yatkınlıkları araştırılmıştır. Deneyler sonucunda, Ömerler taban ve C kili-Sarı kil kömür damarlarının orta, diğer damarların yüksek riskli oldukları belirlenmiştir. Ömerler bölgesi kömürlerinin kendiliğinden yanmaya olan yatkınlıklarının, Tunçbilek kömürlerinden daha fazla olduğu saptanmıştır.

### ABSTRACT

In this study, The Crossing Point Technique selected amongst many laboratory techniques was employed on the coal samples taken from both Tunçbilek and Ömerler underground mines simply to disclose their liability to spontaneous combustion. As the consequence of the laboratory works, it was determined that the floor and C clay-Yellow clay coal seams of Ömerler mine have a medium risk meanwhile the remaining seams have a high risk for spontaneous combustion. In addition, it was revealed that the liability of Ömerler coal seams to spontaneous heating was higher than Tunçbilek coal seams.

(\*) Y.Doç.Dr., Anadolu Un. Maden MÜh.BölümÜ, ESKİŞEHİR

(\*\*) Maden müh., GLİ Tunçbilek Bölgesi, TUNÇBİLEK

## **i. GİRİŞ**

Kömür madenciliği kadar eski olan kendiliğinden yanma olayı, yeraltı kömür işletmeciliğinin en önemli sorunlarından biridir. İlk evrelerinde önlenemez veya kontrol edilemezse büyük kayıplara neden olabilir.

Kömürün oksidasyonu kömür ve oksijenin var olduğu her koşulda gelişebilen bir olaydır. Olayın gelişimi ve getirdiği tehlikeler çok değişik olmakla birlikte, sadece yeraltı madenciliğinde değil, açık işletmelerde, kömürün depolandığı silolarda, deniz aşırı taşımalarda, hatta apartman depolarında bile kendiliğinden kızışma sorunu ile karşılaşılabilir. Ancak, yeraltındaki yangın sorunu hava gelirin kısıtlı olması, dar sahalarda çalışılması, diğer gazların da ortamda bulunabilmesi, kızışma için koşulların daha uygun olması ve yangınla mücadele tekniklerinin daha kısıtlı olması nedeniyle diğer alanlara oranla daha büyük önem taşımaktadır.

## **2. GLI YERALTI OCAKLARINDA YANGIN SORUNU**

Kendiliğinden kızışma, bir kısmı maden mühendisinin kontrolünde olan, bir kısmı ise kömürün yapısından ve jeolojik koşullardan kaynaklanan pek çok faktörün denetiminde gelişen bir olaydır. Literatürde geniş yer bulan bu faktörler arasında; uçucu madde oranının yüksek olması, pirit içeriği, düşük rank, damar kalınlığının fazlalığı, kömürün tane boyutunun inceliği, Üretim kayıplarının yüksek olması, kendiliğinden yanmaya yatkınlığın artmasına neden olan unsurlardır Cl-43.

GLI yeraltı ocaklarında düşük ranklı kömürler grubundan linyitlerin üretilmesi, yüksek pirit içeriği, 5-11 m. arasında değişen kalın- damarlarda çalışılması gibi kömürün yapısı ile ilgili faktörlerin yüksek risk oluşturmasının yanında, taban ayak ve tavan-taban ayak gibi yüksek üretim kayıplarına neden olan üretim yöntemlerinin ve göçertmeli

sistemin uygulanmasının olumsuz katkısı, kendiliğinden yanmaya yatkınlığın yüksek olmasını getirmektedir. Bu saptama, pratikte gözlenen yangın olaylarıyla da destek lenmektedir.

Tunçbilek ve Ömerler yeraltı ocaklarında bugüne kadar pek çok kendiliğinden kızışma olayı meydana gelmiş, bazı kızışmalar lokal mücadele teknikleriyle önlenebilirken, bazı üretim panoları kızışmanın ilerlemesi sonucunda kapatılmak zorunda kalınmıştır. Bu iki bölgede 1985-1990 yılları arasında meydana gelen yangın olayları ve terk edilen rezerv miktarları Çizelge-1\*deki gibi olmuştur.

Çizelge-1 : GLİ ocaklarında gözlenen yangın olayları.

Üretim Birimi	Yangın Tarihi	Kayıp Rezerv (ton)
Ömerler 4CD	6.11.1985	326.798
Ömerler 4CD	14.04.1986	18.544
Ömerler 4CD	15.04.1986	26.674
Ömerler 4CD	30.04.1986	82.710
Ömerler 4CD	21.05.1987	130.056
Ömerler 4CD	13.03.1988	
Ömerler 4CD	25.05.1989	
Ömerler 4CD	27.07.1989	
Ömerler 1/C	15.10.1990	29.637
Ömerler 1/C	21.12.1990	45.518
Tunçbilek 51A	8.12.1987	37.740
Tunçbilek 44A	25.03.1988	
Tunçbilek 45A2	30.06.1988	49.980
	TOPLAM :	747,657

1985-1990 yılları arasında GLİ yeraltı ocaklarının toplam tuvenan Üretimi 10.660.000 tondur. Bu üretimin 6.627.000 tonu Tunçbilek, 4.033.000 tonu ise Ömerler üretim bölgelerinden gerçekleştirilmiştir.

Aynı dönemde Ömerler yeraltı ocağında 10, Tunçbilek yeraltı ocağında ise 3 kızışma olayı meydana gelmiş, bunların 4'U yerinde önlenebilmiş, 9 yangın olayı sonucunda ise toplam 747.657 ton kömür, panolarda terk edilmek zorunda kalınmıştır. Bu kayıpların tuvenan Üretime oranı Ömerler bölgesi için %16, Tunçbilek bölgesi için %1,5 ve genel olarak %7 olmuştur.

Yangınlar sonucu bırakılan rezervlerin oldukça fazla olmasının yanında, malzeme, ekipman ve işçilik kayıplarına yol açması, ayakları yeniden oluşturma zorunluluğunun dogması, bu süre içinde Üretim dUşUşleriyle karşılaşılması konunun önemini daha da artırmaktadır.

### 3. DAMAR ÖZELLİKLERİ VE ÜRETİM YÖNTEMİ

Genel eğimi 10°C ve kalınlığı 5-11 m. olan kömUrUn tavan ve taban taşı marn'dır. Ana linyit damarı içinde değişik kalınlıkta, tabaka ve adese halinde ara kesmeler vardır. Bunların en önemlileri yukarıdan aşağıya doğru; A kili, B kili, Sarı kil ve C kili olarak adlandırılmaktadır. Tavan ve taban kömürleri temiz-az kirli, orta kömUr ise az-orta kirli niteliktedir.

1991 yılında Tunçbilek ve Ömerler bölgelerinden Uretilen tUvenan kömUrUn, kimyasal analiz sonuçlarınının 12 aylık ortalama değerleri Çizelge-2'de verilmektedir.

Çizelge-2 : GLİ kömürleri analiz sonuçları.

	Tunçbilek yeraltı		Ömerler yeraltı	
	Orijinal kömUr	Kuru kömür	Orijinal kömür	Kuru kömUr
Nem (%)	11,14	-	14,70	
KUl (%)	48,14	54,17	42,10	49,35
Uçucu madde (%)	24,34	27,40	25,79	30,24
Sabit Karbon (%)	16,38	18,43	17,41	20,41
KukUrt (%)	1,31	1,47	2,06	2,42
Alt ısı(kcal/kg)	2067	2402	2384	2898

Her iki bölgede uygulanan Üretim yöntemi genel hatlarıyla aynı olup, nakliyat ve havalandırma sistemleri bakımından farklılıklar göstermektedir. Panolar büyük atımlı faylarla sınırlandırılıp, genelde 300 m. genişliğinde planlanmakta, pano boyları fay sınırlarına bağlı olarak 800-900 metreye kadar uzatılmaktadır. Ayak boyları tavan ve tabanlarda en fazla 70 m. olacak şekilde oluşturulmaktadır C53.

Damar kalınlığının 8-7 metreyi geçmediği panolarda Taban Ayak olarak isimlendirilen Dönumlu Blok Göçertmeli Uzun Ayak yöntemi, daha kalın damarlı panolarda ise Ara Göçertmeli Tavan-Taban Ayak yöntemi uygulanmaktadır. Taban ayaklarda, taban taşıını sıyırarak 2 metrelik dilim aynadan kazılarak alınmakta, damarın geri kalan 4-5 metrelik kısmı ayak arkasından göçertilerek kazanılmaktadır. Bu yöntemde Üretim kayıpları %24,3 oranını bulmakta, göçük içinde bırakılan bu kömür, kendiliğinden kızışma için uygun bir ortam yaratmaktadır *161*.

Tavan-taban ayak Üretim biçiminde ise damarın tavan ve taban taşıını sıyırarak 2'şer metrelik dilimler kazılarak alınmakta, iki ayak arasında kalan kısım ise taban ayak arkasından göçertilerek alınmaktadır. Tavan ayaklarda, taban ayak arkasından alman kömüre taş karışmasını önlemek amacıyla, yapay tavan görevini gören elik hasır seriilmektedir.

Tahkimat malzemesi olarak demir direk ve elik sarma kullanılmakta, ağaç malzemelerle takviye yapılmaktadır. Tunçbilek yeraltı ocağında 2 adet 2000 m'/dak.lık ufleyici, Dmerler yeraltı ocağında 1 adet aynı kapasiteli emici vantilatörlerle hava sağlanmaktadır.

#### 4. KENDİLİĞİNDEN YANMAYA YATKINLIK

Kendiliğinden kızışma ile etkin bir savaşımın yürütülebilmesi, bir ocağın daha planlama aşamasında damarın özğlln kızışma davranışlarının araştırılmasını gerektirir. Yangın sorununa sistemli bir yaklaşımın ilk adımı, damardan alınan numunelerin laboratuvar çalışmaları ile değerlendirilmesidir. Kızışma davranışlarını sadece kömUrUn bünyesel özelliklerinin değil, evre koşullarının da etkilemesi, jeolojik ve madencilikle ilgili faktörlerin de hesaba katılmasını gerektirir.

KömUrUn oksitlenme mekanizmasının çok karmaşık oluşu ve olayın çok çeşitli faktörlerden etkilenmesi standart bir indeks kabulünü engellemektedir. Kömürlerin yangına yatkınlıklarının araştırılmasında önerilen yöntemler Laboratuvar teknikleri ve Pratik yöntemler olarak iki ana grupta değerlendirilebilir. Laboratuvar çalışmaları, damardan alınan numunelerin belli bir hava akımı altında kontrollü olarak ısıtılarak kömUrUn kızışma davranışlarının gözlenmesine dayanır. Pratik yöntemlerde ise, damarlar çevre koşullarına ve eski çalışmalarda edinilen deneyimlere göre değerlendirilir. Bu teknikler hakkında ayrıntılı bilgiler literatürde geniş yer bulmaktadır [C7-10],

GL! kömürlerinin kızışmaya yatkınlığının araştırılmasında, laboratuvar olanaklarının bulunması ve Zonguldak havzası kömürleri Üzerinde gerçekleştirilen çalışmalarla uyum sağlanarak, Türkiye kömürlerinin kendiliğinden yanmaya yatkınlık profilinin çıkartılmasına katkı sağlanabilmesi açısından "Tutuşabil iriik Tekniği" seçilmiştir.

Bir fırın içinde doğrusal olarak artan bir hızla ısıtıldığında bir kömür numunesi, kendiliğinden kızışmanın ilave etkisiyle fırından daha hızlı ısınmakta, bir süre sonra numune sıcaklığı ortam sıcaklığına ulaşarak onu geçmektedir. Bu sıcaklık değeri "Kesişim noktası" (Crossing Point) olarak isimlendirilir ve Tutuşabil irlik Tekniğinin temelini oluşturur. "Isınma Hızı" olarak, numunenin 110-220°C arasındaki ısınma hızı ve Kesişim Noktası deneylerle belirlendikten sonra "Yanabil iriik İndeksi" (Yi);

$$Y_i = \frac{110-220^{\circ}\text{C arasındaki ısınma hızı}}{\text{Kesişim Noktası}} * 1000$$

ifadesinden hesaplanır. İndeks değeri;

<u>Yi</u>	<u>Yanmaya Yatkınlık</u>
0-5	Düşük
5-10	Orta
>10	Yüksek

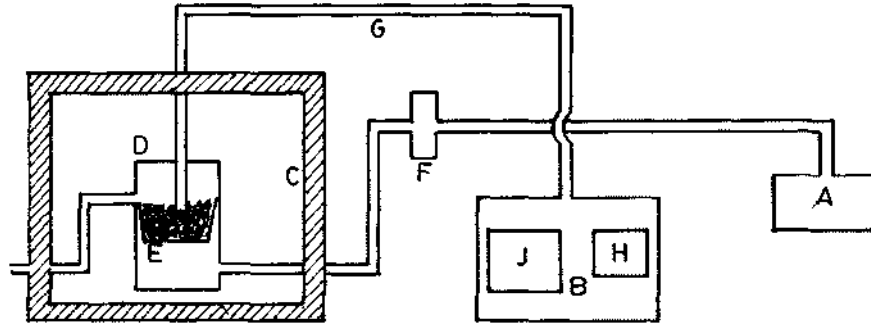
olarak yorumlanır [93].

## 5. DENEYSEL ÇALIŞMALAR

Kömür örneklerinin kendiliğinden yanmaya yatkınlıklarının araştırılmasında H.U. Zonguldak Mühendislik Fakültesi, Maden Mühendisliği Bölümü Kendiliğinden Yanma Laboratuvarından yararlanılmıştır.

GLİ yeraltı ocaklarından alınan kömür örnekleri hava sızdırmaz kaplar içinde laboratuvara getirilmiş, burada -200 mesh boyutunda 100 gramlık numuneler halinde deneylere hazırlanmıştır. Aynı örneklerin kimyasal analizleri GLİ laboratuvarlarında yaptırılmıştır. Deneylerde, hazırlanan örneklerin 60 gramı kullanılmıştır.

Laboratuvar düzeneği temel olarak, mini kompresör, kaydedici ve etüvden oluşmaktadır (Şekil-1). Mini kompresörden alınan hava bir akışmetre aracılığıyla 200 cc/dak.lık bir oranda, örnek dış kabının tabanına gönderilmekte, örnekten geçirilen hava yine bu kaptaki bir çıkışla etüv dışına taşınmaktadır.



Şekil-1: Deney düzeneği (A: Mini kompresör, B: Kaydedici, C: Etüv, D: örnek dış kabı, E: örnek kabı, F: Akışmetre, G:Termoçift, H:örnek sıcaklık göstergesi, J:Grafik yazıcı)

EtÜv, otomatik programlanabilir nitelikte olup, eldeki numunelere Zonguldak taş kömürlerine uygulanan program uygulanmıştır. Bu program Uç aşamadan oluşmaktadır. EtÜv

önce 50°C'ye kadar ısıtılmakta, bu sıcaklıkta 6 dakika bekletilmekte ve son aşamada 30°C/h.lık doğrusal bir artışla 220°C'ye kadar ısıtılarak deney bitirilmektedir.

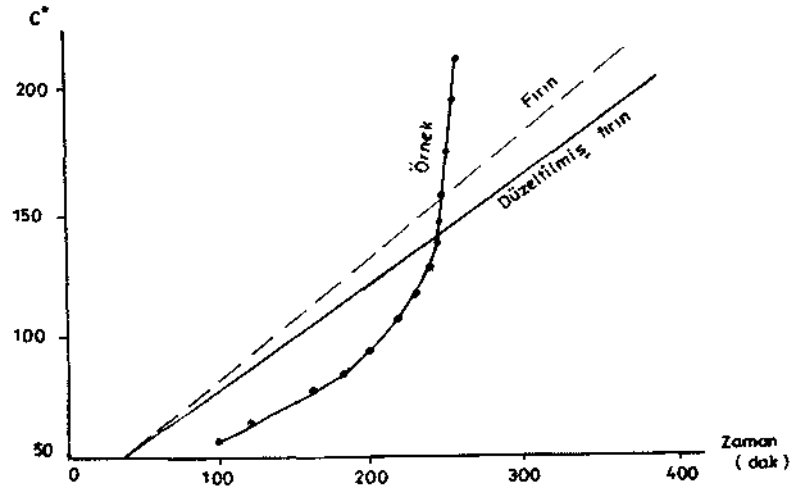
Ulaşılan etüv sıcaklığı ve geçen süre, etüv Üzerindeki sayısal göstergeden, numune sıcaklığı ise bir ucu numune içinde, diğer ucu kaydediciye bağlı olan bir termoçift aracılığıyla okunmakta, kaydedici Üzerinde bulunan bir grafiksel yazıcıdan zaman-sıcaklık eğrileri olarak da alınabilmektedir. Ancak, ölçülen fırın sıcaklıklarına bir düzeltmenin uygulanması gerekmektedir.

GLI Tunçbilek ve Ömerler yeraltı ocaklarında damarın farklı seviyelerinden alınan 10 adet numune, uygun şekilde hazırlandıktan sonra, deney düzeneğinde bu şekilde izlemeye alınmıştır. Yapılan deneyler sonucunda, Kesişim Noktası, Isınma Hızı ve Yanabilirlik İndeksi değerleri belirlenmiştir. Bu deneyler arasından, tipik bir örnek olarak Ömerler ocağı B kili/A kili arası kömür örneği Üzerinde yapılan 7 No'lu deney sonuçları Çizelge-3'de, grafik yorumu ise Şekil-2'de verilmiştir. Tüm örneklerin kimyasal analiz sonuçları Çizelge-4'de, tutuşabilirlik deneyi sonuçları ise toplu halde Çizelge-5'de verildiği gibi olmuştur.

Çizelge-3 : 7 No'lu deney sonuçları.

Fırın sic. C O	örnek sic. C O	DÜzelti İmiş fırın sic. C O	Fark C O
49	15	49	34
60	31	59	28
70	44	68	24
75	49	72	23
80	54	75	21
85	59	80	21
90	63	84	21
95	66	88	22
100	70	93	23
105	73	97	24
110	76	101	25
115	80	106	26
120	83	110	27
125	87	114	27
130	92	118	26
135	98	123	25
140	104	127	23
143	110	130	20
145	115	131	16
148	122	134	12
150	128	136	8
151	135	137	2
152	144	138	-6
153	153	138	-15
154	175	139	-36
155	190	140	-50





Şekil-2 : 7 No'lu deney sonuçlarının grafik gösterimi.

Çizelge-4 : Kömür örneklerinin analiz sonuçları.

örnek No	Üretim Birimi	Örnek Alma Yeri	Nem	Kul (50)	Uçucu Madde	Sabit C (%)
1	Tunçbilek	Tavan kömürü	9,30	29 66	32,86	28,18
2	Tunçbilek	B kili-A kili	12,30	15 52	33,58	38,60
3	Tunçbilek	Sarıki-B kili	10,30	16 42	35,60	37,68
4	Tunçbilek	C kili -Sankil	9,20	26 88	31,79	32,17
5	Tunçbilek	Taban kömürü	10,30	30 05	30,79	28,87
6	önerler	Tavan kömürü	14,80	18 01	35,74	31,40
7	Ömerler	B kili-A kili	15,40	6 01	37,42	41,17
8	Ömerler	Sarıki-B kili	15,50	24 76	28,24	31,50
9	Ömerler	C kili-Sankil	16,20	16 76	28,36	38,68
10	Ömerler	Taban kömürü	12,10	32 35	27,77	27,79

Çizelge-5 : Deney sonuçları.

örnek No	Kesişim Noktası (CC)	Isınma Hızı (»C/dak)	Yatkınlık İndeksi (dak <sup>-1</sup> )	Risk Gurubu
1	145	1,77	12,2	Yüksek
2	138	1,61	11,6	Yüksek
3	138	1,66	12,0	Yüksek
4	142	1,77	12,4	Yüksek
5	145	2,03	14,0	Yüksek
6	144	2,20	15,2	Yüksek
7	138	3,60	26,0	Yüksek
8	140	2,50	17,8	Yüksek
9	138	1,18	8,5	Orta
10	146	1,41	9,6	Orta

## 6. SONUÇLAR

Deney sonuçlarına göre Tunçbilek linyit havzası kömürlerinin Yanabilirlik İndeksi değerleri 8,5-26 dak<sup>1</sup> arasında değişmektedir. Numunelerin Kesişim Noktası değerleri birbirlerinden fazla sapma göstermeksizin 138-146°C arasında değişmekle birlikte, Isınma hızları bakımından 1,18-3,6°C/dak arasında değişen önemli farklılıklar gözlenmektedir. Isınma hızları arasındaki bu farklılık Yanabilirlik İndeksine de yansımaktadır.

Yanabilirlik indeksi değerlendirmesine göre, Ömerler Taban kömuru ve C kili-Sarıkil arası kömürü kızışmaya yatkınlık bakımından "Orta", numune alınan diğer kömürler ise "Yüksek" risk grubuna girmektedir. Tunçbilek ocağı için ortalama indeks 12.41, Ömerler ocağı için ise 15.42 dak<sup>1</sup> olarak hesaplanmaktadır. Bu indeks değerleri, genel olarak havza kömürlerinin kendiliğinden yanmaya yatkınlıklarının yüksek olduğuna işaret etmektedir.

Umulduğu gibi, gerçekleştirilen deneyler Zonguldak havzası taş kömürlerine oranla, daha yüksek indeks değerleri vermiştir. Bu sonuç, kendiliğinden yanmaya yatkınlığın dıştık ranklı kömürlerde daha fazla olduğu gerçeği ile uyum içindedir.

Yanabilirlik indeksinin yüksek olmasının yanında, kalın damar Üretimi yapılması, göçertmeli çalışılması, göçük içinde bırakılan kömür miktarının fazla olması gibi çevresel koşulların olumsuz katkısı GL! yeraltı ocaklarında kızışma riskini daha da artırmaktadır. Kızışma olasılığına karşı alınabilecek temel önlemler şöyle sıralanabilir;

- Tavan ve taban ayaklarda dengeli bir havalandırma yapılmalı, aşırı hava göndermekten kaçınılmalıdır.

- Ayaklardaki ilerleme hızı olabildiğince yüksek tutulmalı, arın bütün olarak çalışılmalıdır. Bu tür çalışma biçimi ayak arkasının düzenli oturmasını sağlayacak, ayak arkası hava kaçaklarını minimize edecektir.

• Tavan-taban ayak çalışılan panolarda tavan ve taban ayakların ilerleme hızları uyumlu olmalı, ayaklar arası mesafe sabit tutulmalıdır. Tavan ayagm hızlı ilerlemesi sonucu, taban ayagm bekletilmesinden kaçınılmalıdır.

• Ömerler ocağında kızışmaya en yatkın olan Akili-Sarıkil kömür diliminin öncelikle alınmasına yönelik bir Üretim yöntemi planlanmalıdır.

• Üretim kayıplarının azaltılmasına çalışılmalıdır.

• Her iki ocakta panolar arasında bırakılan topuk mesafesi 10-20 m. kadardır. Bu miktar yeterli olmayıp, ezilen topuklardan panolar arası hava kaçağı olabilmektedir. Bu nedenle topuk boyutunun en az 30 m. olarak uygulanması yararlı olacaktır.

#### TEŞEKKÜR

Bu çalışmanın gerçekleştirilmesinde, laboratuvar olanaklarının kullanılmasına izin vererek katkıda bulunan H.U. Zonguldak Mühendislik Fakültesi, Maden Mühendisliği Bölümü ilgililerine ve GLİ Müessesesi yöneticilerine teşekkür ederiz.

#### KAYNAKLAR

1. MORRIS R., ATKINSON T., "Seam Factor and the Spontaneous Heating of Coal", Mining Science and Technology, 7, 1988, pp.145-159
2. MORRIS R., ATKINSON T., "Geological and Mining Factors Affecting Spontaneous Heating of Coal", Mining Science and Technology, 3, 1986, pp.217-231
3. GÜNEY M., "Certain Factors Affecting the Oxidation and the Spontaneous Combustion of Coal", Min.Soc.Mag., Univ.of Nott., 1968, pp.71-90
4. CHAMBERLAIN E.A., HALL D.A., THIRLAWAY J.T., "The Ambient Temperature Oxidation of Coal in Relation to the Early Detection of Spontaneous Heating", The Min.Engineer, October 1970, pp.1-15

5. TKİ Garp Linyitleri işletmesi Tunçbilek Bölge Mudurlugu Brifing Raporu, Eylül 1988, Tunçbilek
6. ŞENKAL S., KÖSE H., ERMİŞOĞLU N., "GLİ Tunçbilek Bölgesinde Uygulanmakta olan Yeraltı Üretim Yönteminde Oluşan Kömür kaybının ve Seyrelmesinin EtUDU", Madencilik, Aralık 1988, s.5-11
7. KIM A.G., "Laboratory Studies on Spontaneous Heating of Coal", Bur.of Mines, IC 8756, 1977
8. FENG K.K., "Spontaneous Combustion of Canadian Coals", CIM, May 1985, pp.71-75.
9. FENG K.K., CHAKRAVORTY R.N., COCHRANE T.S., "Spontaneous Combustion-A Coal Mining Hazard", CIM, October 1973, pp.75-84.
10. SINGH R.N., DEMİRBİLEK S., TURNEY M., "Application of Spontaneous Risk Index to Mine Planning, Safe Storage and Shipment of Coal", J.Min. Met. and Fuels, July 1984, pp.347-356.
11. KARAÇAM E., DİDARI V., ATALAY T., "Zonguldak Kömürlerinin Kendiliğinden Yanmaya Yatkınlıklarının Araştırılması", Türkiye 6. KömUr Kongresi, Mayıs 1988, Zonguldak, s.91-100.
12. YILMAZ A.O., ATALAY T., "TTK Armutçuk Müessesesinde Kendiliğinden Yanma Olayının Araştırılması", Türkiye 7.KömUr Kongresi, Mayıs 1990, Zonguldak, s.399-410