



KÖMÜR STOKLARINDA KENDİLİĞİNDEN YANMANIN İNCELENMESİ VE YIĞIN SICAKLIK DAĞILIM HARİTASININ ÇIKARILMASI – GARP LİNYİTLERİ ÖRNEĞİ

C.ŞENSÖĞÜT* & A.H. ÖZDENİZ**

Özet

Garp Linyitleri İşletmesi'nde (GLİ) diğer bir çok işletmelerde olduğu gibi üretim fazlası kömür, stok sahalarında zorunlu olarak bekletilmektedir. Kömürlerin, stok sahalarında uzun süre beklemesi durumunda, stok yangınları meydana gelmektedir. Son on yılda stoklardaki, yangın sonucu oluşan kömür kayıpları çok ciddi miktarlardadır. Bu nedenle, stokların kendiliğinden tutuşmasına sebebiyet verilmeden, gerekli önlemlerin alınması çok önemlidir. Bu amaçla, GLİ Tunçbilek İşletmesinin kömür stok sahasında bir kömür yığını oluşturulmuş ve bu yığınlar üzerinde sıcaklık ölçümleri alınarak, stoklardaki kömür yığınlarının sıcaklık dağılım haritası alınacak önlemlere veri oluşturmak için çıkarılmıştır.

Anahtar Kelimeler : Kömür Stoğu, Kendiliğinden Yanma, Sıcaklık Haritası

1.GİRİŞ

Kömürün atmosfer ile teması sırasında havadan oksijen absorbe etmesiyle başlayan ve oksitlenme ile devam eden, ortamda ısı birikimi ile açık alevli yangına kadar dönüşebilen olaya kendiliğinden yanma adı verilir (Saraç, 1992).

Kendiliğinden yanma olayı, bir çok reaksiyon sonucu üretilen ısının, çeşitli faktörlere bağlı olarak çevreye olan kayıp ısıdan fazla olması durumunda, kömür

* Dumlupınar Üniversitesi, Maden Mühendisliği Bölümü, Kütahya

** Selçuk Üniversitesi, Maden Mühendisliği Bölümü, Konya

bünyesinde meydana gelen sıcaklık artışının bir sonucudur. Bu ısı ortamın sıcaklığını artırarak, oksitlenmeyi daha da hızlandırmaktadır. Diğer bir deyişle, oksijen moleküllerinin kömür yüzeyine adsorpsiyonu sonrası burada oluşan ısı iletim, ısı taşınım ve difüzyon mekanizmalarının etkisiyle kimyasal bir reaksiyona dönüştür (Ünver ve Özözen, 1998). Kömürlerin kendiliğinden yanmaya olan yatkınlıklarının biliniyor olması, olayın oluşumunun önceden tespiti ve buna göre gerekli önlemlerin alınabilmesi açısından pratik olarak büyük önem taşımaktadır.

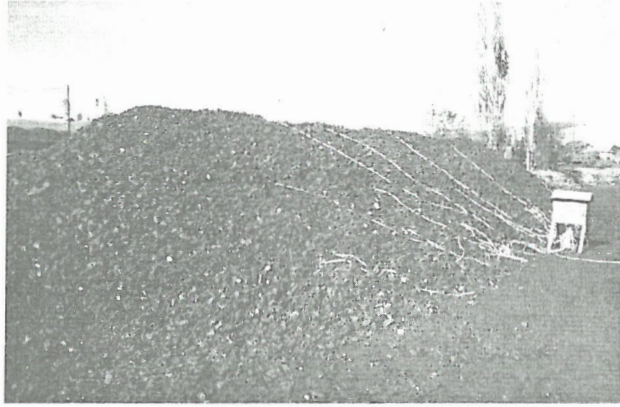
Şimdiye kadar Tunçbilek kömürleri üzerinde laboratuvar ölçekli bir çok çalışma yapılmasına rağmen, bu stoklar üzerinde çok ciddi sayılabilecek çalışmalar yapılmamıştır. Yapılan laboratuvar ölçekli çalışmalar, gram mertebelerinde kömürler üzerinde gerçekleştirilmekte ve sınırlı sayıdaki parametrelerin olay üzerindeki etkisi, yalnızca deney şartlarında geçerli olmak üzere incelenebilmektedir. Bu nedenle laboratuvar ölçekli deneysel çalışmalar ile kömürlerin kendiliğinden yanma olayının bir bütün olarak incelenmesi güç olduğu gibi elde edilen sonuçların da pratiğe uyarlanması oldukça zor olmaktadır. Bu nedenle, kendiliğinden yanma olayı üzerinde etkin olan parametrelerin büyük çoğunluğunu veya tümünü kapsayan, özellikle kömürün kendiliğinden yanması esnasındaki genel davranışının belirlenmesi amacıyla yönelik, endüstriyel çaplı çalışmaların önemi büyüktür (Akgün, 1994). Ancak bu tür çalışmaların çok uzun süre gerektirmesi ve pahalı olması nedeniyle yapılan çalışmaların sayısı oldukça kısıtlıdır.

Bu çalışmada, yukarıda sözü edilen nedenlerden dolayı, stok sahalarındaki kömürün doğal hava şartlarında bekleme sonucu oluşan davranışları incelenmiştir.

2. DENEY SİSTEMİ VE DENEYİN YAPILIŞI

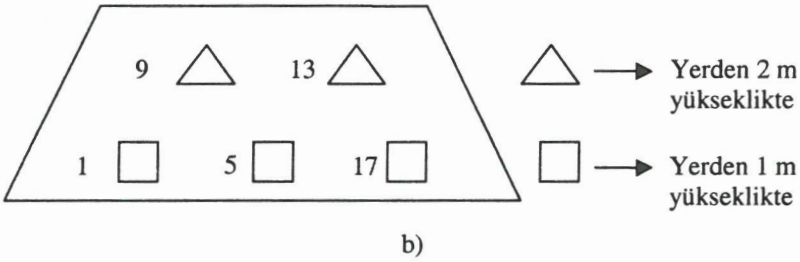
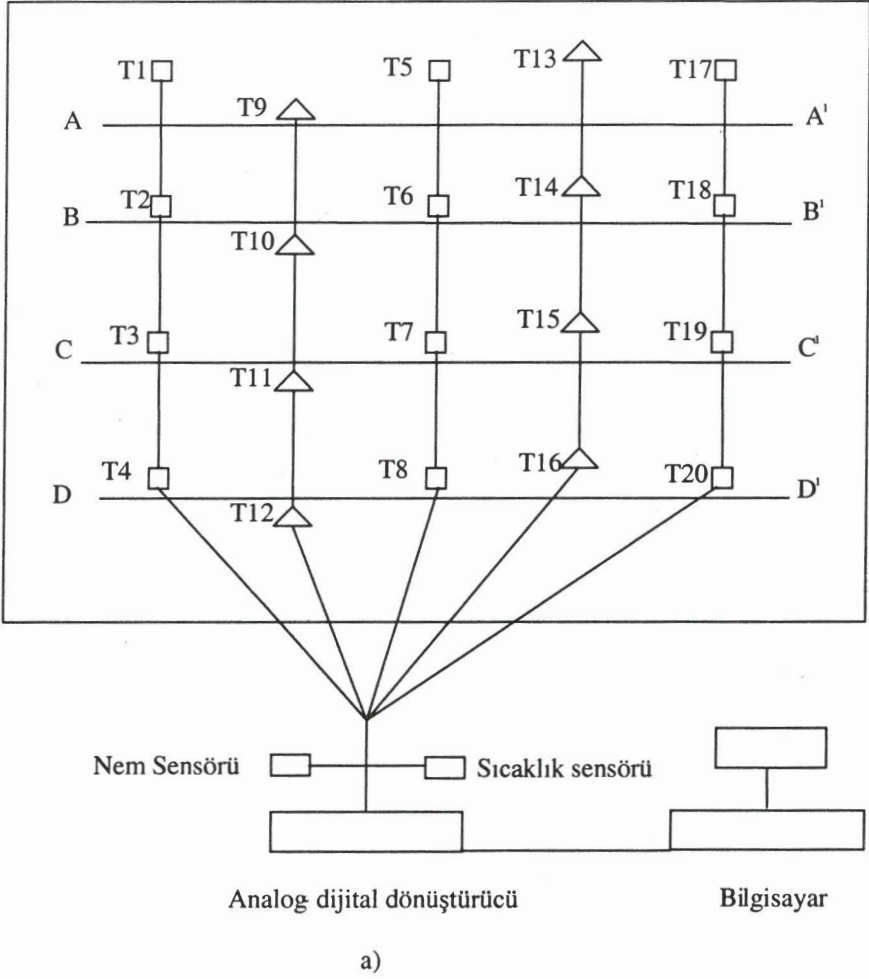
Gerçekleştirilen bilgisayarlı ölçüm sistemi ve 20 adet sıcaklık algılayıcısı yardımıyla, kömür yığınının Şekil 1 'de şematik gösterimde belirtilen noktalardaki sıcaklıklar elektrik sinyaline dönüştürülmüştür. Daha sonra bu elektriksel sinyallerinin gerekli filtreleme ve yükseltme işlemleri yapıldıktan sonra analog-dijital dönüştürme ünitesi kullanılarak bilgisayar ortamına alınmış ve bu bilgilerin istenen zaman aralıklarıyla bir veri tabanına kaydedilmesi amaçlanmıştır.

Deneylerin yapıldığı kömür yığını, GLİ Tunçbilek İşletmesinin, kömür stok sahasında oluşturulmuştur. GLİ açıkocaklarından üretilen kömürler, Tunçbilek kömür hazırlama tesislerinde zenginleştirilmeye tabii tutulur. Tesislerden piyasaya satılmak üzere 3 tip ürün alınır. Bunlar +50, 18/50 ve 0/18 olarak adlandırılan kömürlerdir. Deneyin yapıldığı kömürler 18/50 olarak adlandırılan 18 mm ile 50 mm arasındaki zenginleştirilmiş kömürlerdir. Bu çalışmada 18/50 kömürlerin incelenmesinin nedeni, işletmenin satamadığı ve elinde fazlasıyla bulundurduğu kömür türü olmasından kaynaklanmaktadır. İşletme 0/18 ürün için stok yapmamakta, mevcut silolar dolduğu zaman fazlasını termik santralına beslemektedir. +50 boyutunda çok miktarda ürün alınmadığı için bu boyut işletmede sorun oluşturmamaktadır. Oluşturulan 18/50 kömür yığınının uzunluğu 10 m, eni 5 m, yüksekliği 3 m olup yaklaşık 120 tondur. Üçgen prizma şeklinde oluşturulan yığının genel görünüşü Şekil 1'de görülmektedir.



Şekil 1. Oluşturulan kömür yığınının genel görünüşü

Yığının içerisine daha önce belirlenmiş noktalara, sıcaklık farklarını hassas şekilde algılayabilecek sıcaklık sensörleri (Pt100) yerleştirilmiştir. Bu sensörlerin yerleştirilmesi için, 16 adet 1.5 m, 4 adet 2.5 m uzunluğunda paslanmaz çelikten sondalar yapılmıştır. Bu sondaların uç kısmı, Pt100'ün sıcaklığı kolay algılayabilmesi amacıyla delikli olarak yapılmıştır. Pt100 borunun içinden geçirilerek, uç kısmına dikkatlice monte edilmiştir. Borunun arka kısmının kenarından Pt100'ün kablosu çıkarılmıştır. Arka kısmının açılabilmesi için borular somunlu olarak üretilmiştir. Somunlu olarak yapılmasının nedeni, kendiliğinden yanmanın oluşması durumunda somunun çıkarılarak, CO gazı ölçümünün yapılabilmesidir. Kömür yığını içerisine 20 adet Pt100 yerleştirilmiştir. Pt100'lerin yerleşimi Şekil 2'de verilmektedir.



Şekil 2. Pt100'lerin şematik gösterimi, a) Plan b) AA' kesit

Pt100'lerin yığın içerisinde belli bir düzene göre yerleştirilmiş olması, sensörlerden alınan bilgiye göre yığın içerisindeki değişimin doğru incelenmesi için ön şarttır. Sensör konumlarının, yığın içinde belli bir koordinat sisteminde olması gerekir. Yığın, kısa kenarı X ve buna dik olarak uzun kenar boyunca Y eksenini kabul edilen bir dik koordinat sisteminde değerlendirilecektir. T1, T2,.....T20 sensörleri, homojen dağılımı temsil edecek şekilde yığın içine yerleştirilmiştir. Bu koordinatlara ait bilgi aşağıda Çizelge 1'de görülmektedir.

Çizelge1. Sensörlerin koordinat sistemindeki yeri

Sensörler	X	Y	Sensörler	X	Y
T1	2.25	10.00	T11	3.00	4.00
T2	2.25	7.50	T12	3.00	1.50
T3	2.25	5.00	T13	4.00	11.00
T4	2.25	2.50	T14	4.00	8.50
T5	3.50	10.00	T15	4.00	6.00
T6	3.50	7.50	T16	4.00	3.50
T7	3.50	5.00	T17	4.75	10.00
T8	3.50	2.50	T18	4.75	7.50
T9	3.00	9.00	T19	4.75	5.00
T10	3.00	6.50	T20	4.75	2.50

Yığına yerleştirilen 20 adet Pt100'den çıkan kablolar, önce dijital çevirici panoya, oradan da bilgisayara bağlanmıştır. Okumalar bilgisayar aracılığıyla otomatik olarak yapılmıştır. Bu amaçla DELPHI 3.0 dilinde özel bir program yapılmıştır. Geliştirilen bu program ile sensörlerden otomatik olarak 24 saat boyunca ve her 5 dakika da bir olmak üzere ısı değerleri bir veri tabanına kaydedilmiştir. Ölçümler 2001 ve 2002 yılları yaz aylarında yapılmıştır.

3. ALINAN VERİLERİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Kendiliğinden yanmanın tespitine yönelik yapılan yığından, 20 farklı noktada ölçümler alınmıştır. Yığından alınan veriler her 5 dakikada bilgisayar ile otomatik olarak yenilenerek, kayıt yapılmakta ve veri tabanında depolanmaktadır. Her 5 dakikada bir istasyon noktalarından alınan verilerin toplamı 20.637 adettir. 22 istasyon noktası olduğu için 454.014 adet veri bilgisayar yardımıyla alınmıştır. 22 adet istasyon noktasının 20 adeti yığın içindeki sıcaklık sensörü, 1 adet havanın nemi ve 1 adeti de hava sıcaklık sensöründen oluşmuştur. Bilgisayar ile otomatik olarak bu değerler alınırken ayrıca, manuel olarak her saat başı 3 istasyon noktasından okumalar yapılmıştır. Bunların toplam ise 5.157 adettir. Bu ölçülen değerler atmosfer basıncı, rüzgar hızı ve rüzgar yönüdür. Genel toplamda ise 459.171 adet veri alınmıştır. Bu değerleri 175. dakikaya kadar olan Çizelge 2'de verilmektedir.

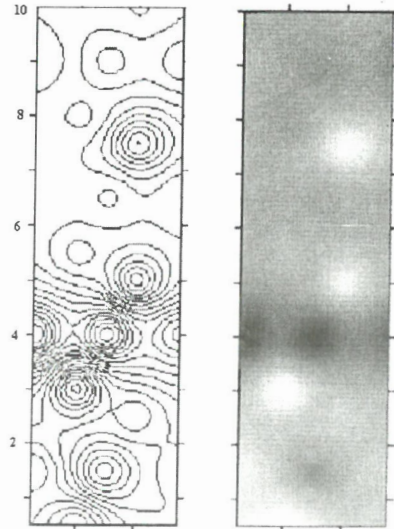
Çizelge 2. Ölçülen 5 dakikalık aralıklarla alınmış değerler

Zaman	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15	T16	t17	T18	T19	T20	SIC.	NEM
0	21,00	19,60	17,10	25,80	19,40	20,90	17,70	19,90	20,50	21,80	22,80	24,40	20,60	21,50	21,40	18,50	20,20	22,30	18,40	22,10	22,60	38,70
5	21,10	19,70	17,00	25,70	19,40	20,90	17,80	19,90	20,60	21,80	23,00	24,40	21,10	21,40	21,30	18,40	20,10	22,20	18,30	22,40	22,70	39,90
10	21,10	19,70	17,10	25,60	19,30	20,80	17,80	19,80	20,60	21,70	22,90	23,80	21,10	21,30	21,20	18,50	20,20	22,30	18,40	22,30	22,60	40,70
15	21,00	19,60	16,90	25,70	19,20	20,70	17,70	19,40	20,50	21,60	22,70	24,20	20,40	21,20	21,10	18,30	20,00	22,10	18,20	22,20	22,50	41,20
20	20,90	19,50	16,90	25,80	19,20	20,70	17,60	19,70	20,40	21,60	22,90	24,20	20,40	21,40	21,00	18,20	20,00	22,20	18,30	22,10	22,00	43,10
25	20,80	19,40	16,80	25,80	19,10	20,60	17,50	19,40	20,40	21,50	22,10	24,20	20,90	21,00	20,90	18,30	19,90	22,00	18,10	22,10	22,10	42,90
30	20,70	19,30	16,80	25,60	19,10	20,60	17,40	19,20	20,30	21,50	22,00	24,10	20,20	21,10	21,00	18,20	19,80	21,90	18,00	22,00	21,70	44,00
35	20,70	19,30	16,70	25,70	19,20	20,70	17,40	19,60	20,20	21,60	22,60	24,10	20,40	21,00	20,90	18,30	19,80	21,90	18,00	22,00	21,20	44,70
40	20,60	19,20	16,70	25,60	19,00	20,50	17,30	19,60	20,30	21,40	22,70	23,90	20,40	20,90	20,80	18,10	20,00	22,10	18,20	22,10	20,60	45,10
45	20,70	19,30	16,70	25,70	19,10	20,60	17,40	19,20	20,20	21,50	22,60	23,70	20,70	21,10	21,00	18,20	19,80	21,90	18,00	21,90	20,30	44,70
50	20,50	19,10	16,70	25,50	19,00	20,50	17,20	19,50	20,00	21,40	22,40	24,00	20,50	21,00	20,90	18,30	19,80	21,90	18,00	21,90	20,50	44,90
55	20,60	19,20	16,60	25,60	19,10	20,60	17,30	19,10	20,10	21,50	22,60	23,90	20,60	21,10	21,00	18,10	19,80	21,90	18,00	21,90	20,50	46,00
60	20,70	19,30	16,60	25,40	19,10	20,60	17,40	19,10	20,20	21,50	22,00	24,10	20,70	21,00	20,90	18,00	20,00	22,10	18,20	21,90	20,20	48,00
65	20,60	19,20	16,50	25,40	19,00	20,50	17,30	19,00	20,10	21,40	22,20	24,10	20,60	20,90	20,80	18,00	19,90	22,00	18,10	22,00	20,00	48,90
70	20,50	19,10	16,50	25,40	18,80	20,30	17,20	18,90	19,90	21,20	22,30	23,90	19,90	21,00	20,90	18,00	19,80	21,90	18,00	21,90	19,90	49,00
75	20,40	19,00	16,50	25,30	18,70	20,20	17,10	19,20	19,80	21,10	22,30	23,30	20,10	21,00	20,90	18,10	19,80	21,90	18,00	21,80	19,70	49,60
80	20,30	18,90	16,60	25,30	18,50	20,00	17,00	19,20	19,80	20,90	22,10	23,80	20,00	20,90	20,80	18,00	19,60	21,70	17,80	21,60	19,70	49,80
85	20,40	19,00	16,30	25,30	18,60	20,10	17,10	19,10	19,90	21,00	22,30	23,80	20,40	20,60	20,50	17,90	19,70	21,80	17,90	21,50	19,50	51,50
90	20,40	19,00	16,30	25,10	18,70	20,20	17,10	19,10	19,60	21,10	22,00	23,50	20,40	20,70	20,60	17,80	19,50	21,60	17,70	21,50	19,30	51,20
95	20,20	18,80	16,20	25,10	18,70	20,20	16,90	19,10	19,70	21,10	22,00	23,50	19,90	20,50	20,40	18,00	19,60	21,70	17,80	21,40	18,90	52,30
100	20,20	18,80	16,10	25,10	18,50	20,00	16,90	18,90	19,60	20,90	22,20	23,50	19,70	20,70	20,60	18,10	19,50	21,60	17,70	21,30	18,60	53,60
105	20,20	18,80	16,10	25,10	18,50	20,00	16,90	18,90	19,70	20,90	22,20	23,00	20,20	20,80	20,70	18,00	19,40	21,50	17,60	21,00	18,60	52,60
110	20,10	18,70	16,00	25,10	18,60	20,10	16,80	18,90	19,50	21,00	21,80	22,80	19,60	20,70	20,60	17,90	19,30	21,40	17,50	21,20	18,50	52,80
115	20,00	18,60	16,00	25,00	18,40	19,90	16,70	18,90	19,60	20,80	21,90	23,40	19,50	20,70	20,60	18,00	19,30	21,40	17,50	21,40	18,60	52,90
120	20,20	18,80	15,90	24,90	18,50	20,00	16,90	18,80	19,70	20,90	22,00	23,50	20,20	20,40	20,30	18,00	19,00	21,10	17,20	21,10	18,30	54,30
125	20,00	18,60	15,80	24,80	18,50	20,00	16,70	18,80	19,50	20,90	22,00	23,40	19,60	20,30	20,20	17,80	18,60	20,70	16,80	20,70	17,70	55,80
130	20,00	18,60	16,00	24,80	18,30	19,80	16,70	18,70	19,50	20,70	21,90	23,20	20,00	20,70	20,60	17,60	18,70	20,80	16,90	20,80	17,40	56,80
135	20,00	18,60	16,00	24,80	18,40	19,90	16,70	18,10	19,40	20,80	21,90	23,40	19,40	20,50	20,40	17,70	18,20	20,30	16,40	20,30	17,50	55,90
140	20,00	18,60	15,80	24,80	18,40	19,90	16,70	18,60	19,20	20,80	21,80	23,20	19,70	20,60	20,50	17,50	18,90	21,00	17,10	21,00	17,00	57,70
145	19,90	18,50	15,80	24,70	18,20	19,70	16,60	18,70	19,40	20,60	21,60	22,80	19,90	20,20	20,10	17,70	18,80	20,90	17,00	20,90	16,70	58,30
150	19,70	18,30	15,80	24,70	18,30	19,80	16,40	18,50	19,20	20,70	21,30	23,10	19,70	20,40	20,30	17,50	18,70	20,80	16,90	20,80	16,60	58,50
155	19,70	18,30	15,70	24,70	18,30	19,80	16,40	18,40	19,20	20,70	21,20	23,10	19,70	20,60	20,50	17,50	18,70	20,80	16,90	20,80	16,30	58,60
160	19,70	18,30	15,70	24,70	18,20	19,70	16,40	18,40	19,20	20,60	21,10	23,00	19,70	20,30	20,20	17,40	18,70	20,80	16,90	20,80	16,40	58,90
165	19,70	18,30	15,50	24,60	18,10	19,60	16,40	18,40	19,20	20,50	21,10	22,40	19,70	20,40	20,30	17,50	18,60	20,70	16,80	20,70	16,70	58,40
170	19,60	18,20	15,50	24,40	18,10	19,60	16,30	18,40	19,10	20,50	21,60	23,00	19,60	20,40	20,30	17,50	18,60	20,70	16,80	20,70	16,60	59,10
175	19,60	18,20	15,30	24,40	18,00	19,50	16,30	18,40	19,10	20,40	21,50	23,00	19,60	20,30	20,20	17,40	18,60	20,70	16,80	20,70	16,50	58,90

Burada asıl amaç yığın içerisindeki değişimleri görsel olarak ifade edebilmek ve ısı değişimlerinin zaman, nem, rüzgar hızı ve yönü, atmosfer basıncı ve sıcaklık faktörleri ile ilişkilerinin belirlenmesidir. Ancak 25 adet verinin her defasında okunduğu 20637 satırlı bir tablo söz konusudur. Yığın içerisinde istenen bir değişimin 2 veya 3 boyutlu olarak gösterimi, yığına gelen güneş ışınlarının açısı, günün gündüz/gece halleri, nem v.b değişkenlerle ilişkisini daha kolay belirlemede en büyük yardımcı bu veriler olacaktır. Bu gösterimin doğru belirlenmesi, daha sonraki çalışmalarda 5 adet değişken arasındaki fonksiyonun belirlenmesine esas teşkil edecektir. Yukarıda anlatılanlar ışığında, adı geçen tabloda en kritik ve doğru bilgileri yansıtacak satırların veya ortalamanın seçilmesi gerekir. Konumsal değişim haritası için, incelenecek değişken plana Z koordinatı olarak girilecektir.

4. YIĞININ SICAKLIK DAĞILIM HARİTASININ ÇIKARILMASI

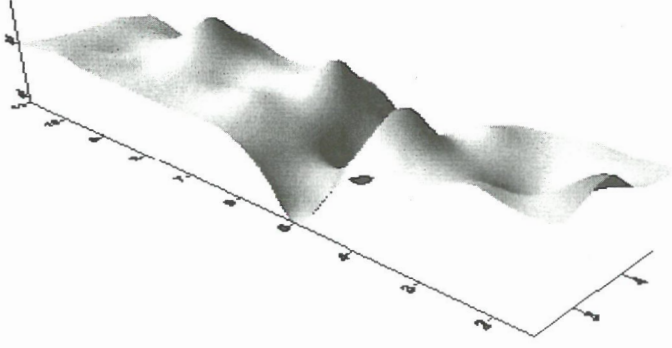
Burada asıl amaç kömürün kendiliğinden yanmasının araştırılması olduğuna göre, sensörlerdeki sıcaklık değişimleri Z parametresi olarak değerlendirilmelidir. 20637 satırdaki bilgi dikkate alınarak her değişkenin kendi arasında bir pratik gösterimi ekstrem noktalar belirlenir. Böylelikle en yüksek verinin değerleri arasında sıcaklığın, yığın içerisindeki konumsal değişimi enterpolasyon yöntemiyle gösterilebilir. Aksi halde her satır için yani (20637 kez) bu yığının gösteriminin çizilmesi mümkündür. Bu amaçla alınan hava sıcaklık değerlerinin en yüksek olduğu sıcaklık değeri, en uygun bilgiyi içerdiği görülmüştür. Bu deneye başlangıç anından 5510. dakikadaki değerdir. Topoğrafik haritaların oluşturma esaslarında olduğu gibi T'lerin X ve Y koordinatlarının yanında ilgili satırdaki Z (sıcaklık) değerleri ek alınarak Şekil 3'de görülen gösterimler oluşturulmuştur.



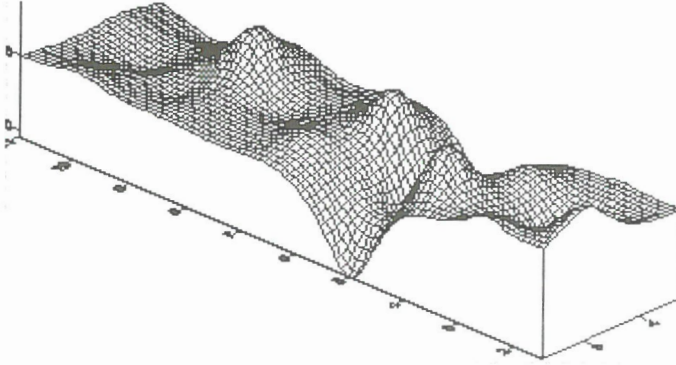
Şekil 3. Yığın sıcaklık dağılım haritası

Eşyükseklikler “inverse distance to a power” enterpolasyon yöntemiyle homojen gridler alınarak SURFER 8 programı ile otomatik olarak çizdirilmiştir.

Eşyükselti eğrilerinin okunması ile aslında okuma yapılmamış yığın üzerindeki her noktaya ait sıcaklık değişimleri ve bunların farklı zamanlardaki konumsal değişimleri gösterilmiştir. Şekil 4'deki üç boyutlu gösterim, görsellemenin zenginleştirilmesi ve fazla teknik bilgisi olmasa da karar verme yetkisindeki maden mühendislerine bilgi vermek amacıyla.



a)



b)

Şekil 4. Yığın içindeki sıcaklık dağılımının, a) renklerle gösterimi, b) perspektif olarak gösterimi

5. SONUÇLAR

Yapılan bu çalışma ile kömür yığını içerisindeki sıcaklık değişimleri, görsel olarak ifade edilmiştir. Bu görsellik pratikte maden mühendislerinin kritik birtakım çabuk kararlar vermesine yardımcı olacaktır. Alınan bu kararlarla, daha sonraki oluşturulacak yığının konumu (yönü), yüksekliği, güneşe göre pozisyonu, bölgenin genel rüzgar yönlerine göre oluşturulması daha bilinçli olarak gerçekleştirilecektir.

6. TEŞEKKÜR

GLİ Tunçbilek Kömür İşletmesinde yapmış olduğumuz ölçüm ve çalışmalarda yardımlarını esirgemeyen İşletme eski müdürü Kemal PEMBE, mevcut Müdür Paşa KAYA, Elektrik Başmühendisi Süleyman BAŞKAYA, Maden Mühendisi Emir BARUT, Misafirhane Müdürü Sinan SERT'e , işçiler Metin SAKA ve Yavuz ÇOTUK'a teşekkür ederiz. Ayrıca, ısı haritalarının çıkarılmasında yardımcı olan S.Ü. Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Jeodezi ve Fotogrametri Mühendisliği Bölümü Öğr. Üyesi Y.Doç.Dr. İ.Bülent GÜNDOĞDU'ya teşekkürlerimizi iletiriz.

KAYNAKLAR

- [1] Akgün, F., 1994, Kömürlerin kendiliğinden yanmasının teorik ve deneysel incelenmesi, İTÜ, Fen Bilimleri, Doktora Tezi, İstanbul, s 1-142
- [2] Saraç, S., 1992, Yeraltı Kömür Ocaklarında Kendiliğinden Yanma, Anadolu Üniversitesi Müh Mim Fak Yayını, no: 16, s 118
- [3] Surfer Demo Version 8.00, Surface Mapping System, Golden Software Inc.
- [4] Ünver B., ve Özözen, A., 1998; "Kömür stoklarında meydana gelen kendiliğinden yanma süreci ile ilgili modeller ve alınması gereken tedbirler"
- [5] Madencilik Dergisi, vol. 37 no. 3, Eylül, s 29-40

