

KÖMÜR STOKLARININ ATMOSFER ŞARTLARI ETKİSİNDE DAVRANIŞLARININ İSTATİSTİKSEL OLARAK MODELLENMESİ-GARP LİNYİTLERİ (GLİ) ÖRNEĞİ

A. Hadi ÖZDENİZ

Selçuk Üniversitesi, Maden Mühendisliği Bölümü, KONYA
hozdeniz@selcuk.edu.tr

Cem ŞENSÖĞÜT

Dumlupınar Üniversitesi, Maden Mühendisliği Bölümü, KÜTAHYA
sensogut@dumlupinar.edu.tr

Makalenin Geliş Tarihi: 09.12.2003

ÖZET: Kömür ocaklarında satılmayan üretim fazlası kömürler stok sahalarında beklemek zorundadırlar. Bu çalışmada, kömür stok sahasında hazırlanan eni 5 m, yükseklik 3 m ve uzunluğu 10 m olan endüstriyel boyutlu bir stok oluşturulmuştur. Kömür yığınları üzerinde etkili olan parametrelerden hava sıcaklığı, zaman, havanın nemi ve atmosfer basıncı değerleri ölçülmüştür. Ayrıca oluşturulan bu stok üzerinde, atmosfer şartları etkisiyle iç sıcaklıkların değişimi ölçülmüştür. Daha sonra, çoklu regresyon analizleri yapılarak, Tunçbilek kömürleri için geçerli olan bir istatistiksel model geliştirilmiştir. Geliştirilen istatistiksel modelden elde edilen korelasyon katsayıları değerleri 0,85 seviyelerinde ölçülmüştür. Bu model aracılığıyla, işletmedeki yığınların sıcaklık değişim davranışları yüksek bir doğrulukla tahmin edilmektedir.

Anahtar kelimeler: Kömür, kendiliğinden yanma, stok kömürlerde tutuşma, istatistiksel model

Statistical Modelling of Stockpile Behaviour Under Different Atmospheric Conditions - Western Lignite Corporation (WIC) Case

ABSTRACT: Coals produced more than demand have to be deposited in stockpiles. Spontaneous combustion phenomenon takes place in these stockpiles where convenient circumstances are available. In this work, some parameters which are effective on the stockpiles and the temperature of the stockpiles were measured. Additionally, the size of the coal piles formed in an industrial scale and the equipment used to take temperature measurements were given in details. Finally, a statistical model developed by the utilization of the statistical analysis technique for Tunçbilek coals was introduced. This model can offer an estimation of temperature change behaviors for the coals in stockyards to a high level of accuracy.

Key words: Coal, spontaneous combustion, selfheating in the stockpiles, statistical model

GİRİŞ

Tunçbilek kömürleri üzerinde laboratuvar ölçekli birçok çalışma yapılmış olmasına rağmen, doğrudan stoklar üzerinde ayrıntılı çalışma 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 pratiğe uyarlanması da oldukça zor olmaktadır. Kendiliğinden yanma olayı üzerinde etkin olan parametrelerin büyük çoğunluğunu veya tümünü kapsayan, özellikle kömürün

kendiliğinden yanması esnasındaki genel davranışının belirlenmesi amacıyla yönelik, büyük ölçekli (endüstriyel çaplı) çalışmaların önemi büyüktür. Ancak bu tür çalışmaların çok uzun süre gerektirmesi ve pahalı olması nedeniyle sayıları oldukça kısıtlıdır.

Literatürde çok az olan bu çalışmaya benzer örnekler, Fierro ve diğ. (1999a ve 2001) tarafından yapılan detaylı araştırmalardır. İspanya'daki Mezcla tipi kömürlerden 5 adet 2000 ve 3000 ton civarında yığın oluşturmuşlardır. 1. yığına herhangi bir işlem uygulanmamış, 2. yığında periyodik sıkıştırılmalar yapılmış, 3. yığın düşük eğim açısı ile oluşturulmuş, 4. yığın yapay rüzgar bariyerleri ile rüzgardan korunmuş ve 5. yığının yüzeyi; kireçtaşı, kil, kömür tozu, tuğla tozu ve alçı taşı karışımı bir malzeme ile kaplanmıştır. Burada ilginç bir çalışma daha yapılmıştır. Rüzgar basıncının etkisini azaltmak için rüzgar tüneli deneyleri gerçekleştirilmiştir. Bu deney sonuçlarına göre, yığın en uygun rüzgar bariyeri ile çevrilmiştir. Yığınların sıcaklığını kaydetmek ve gaz örneklerini toplamak için termokulplı (ısı çift) ve örnek alıcılı 0,6 m, 1,5 m ve 3 m boyunda paslanmaz çelikten sondalar yığının belirli bölgelerine yerleştirilmiştir. Bu sondalar yardımıyla kendiliğinden yanma işleminin başlangıç ve gelişimi gözlenmiştir. 5. yığının yüzeyinin kaplanması neticesinde, yığının kendiliğinden yanmayı önlemede çok etkili olduğu, ayrıca rüzgar bariyerli yığının da kendiliğinden tutuşmasının yavaş geliştiği görülmüştür.

Yine Fierro ve diğ. (1999b), İspanya'daki Endesa kömürlerinden 3 ayrı stokta, 2000 ve 3000 ton civarındaki kömürler üzerinde deneysel ve laboratuvar araştırmalar yapmışlardır. 1. yığın periyodik aralıklarla sıkıştırılan bir yığındır. 2.'si yüksek yığın gözenekliliğine ve 3. yığın ise düşük şev açısına göre tasarlanmıştır. Ayrıca oksidasyon durumu, artan sıcaklık değerleri ve konumları, kızılötesi termografi ile takip edilmiştir. Deneyler sonunda, kendiliğinden ısınmaya bağlı sıcaklık değişimlerini hesaplamış ve yeni bir kalorifik kayıp katsayısı geliştirmişlerdir. Ayrıca kömür stoğunun kendiliğinden ısınma karakteri, termal kamera ile takip edilmiştir.

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

DENEY SİSTEMİ VE DENEYİN YAPILIŞI

Deneylerin yapıldığı kömür yığını, Garp Linyitleri İşletmesi'nin (GLİ) Tunçbilek'teki kömür stok sahasında oluşturulmuştur. GLİ açık ocaklarından üretilen kömürler, Tunçbilek kömür hazırlama tesislerinde zenginleştirilmeye tabi tutulur. Deneyin yapıldığı kömürler 18/50 olarak adlandırılan, 18 mm ile 50 mm arasındaki zenginleştirilmiş kömürlerdir.

Oluşturulan 18/50 kömür yığınının uzunluğu 10 m, eni 5 m, yüksekliği 3 m olup kütlesi yaklaşık 120 ton'dur. Üçgen prizma şeklinde oluşturulan yığının genel görünüşü Şekil 1'de verilmektedir.

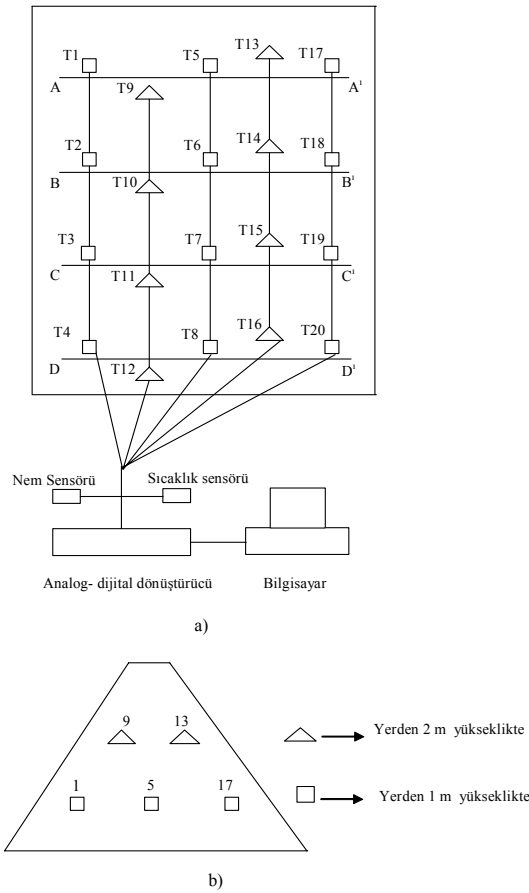


Şekil 1. Oluşturulan kömür yığınının genel görünüşü.

Figure 1. General view from the coal stockpile formed.

Yığının içerisine önceden belirlenmiş noktalara, sıcaklık değerlerini hassas şekilde algılayabilecek, 20 adet ısı sensörü (Pt100) yerleştirilmiştir. Yığından alınan bu veriler, her 5 dakikada bir bilgisayar ile otomatik olarak yenilenerek, kayıt yapılmakta ve veri tabanında depolanmaktadır. İstasyon noktasından 5 dakikada 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 sensörleridir. Ayrıca, havanın sıcaklığını ve havadaki nem miktarını ölçmek için iki adet

sensör devreye eklenmiştir. Bilgisayar ile otomatik olarak bu değerler alınırken ayrıca, manuel olarak her saat başı 3 istasyon noktasında okumalar yapılmıştır. Bunların toplamı ise 5.157 adettir. Ölçülen değerler atmosfer basıncı, rüzgar hızı ve rüzgar yönüdür. Genel toplamda ise, 459.171 adet veri alınmıştır. Ölçümler 2001 ve 2002 yılları yaz aylarında yapılmıştır. Pt100'lerin yerleşimi Şekil 2'de verilmektedir.



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

Figure 2. Schematic presentation of Pt100's in the stockpiles, a) Plan, b) AA' cross-section

Yığın içerisinde sıcaklık verilerinin alınmasında bilgisayarlı ölçüm sistemi kullanılmıştır. Bu amaçla 22 adet sensörün belirtilen noktalarda algıladığı sıcaklıkların, elektrik sinyaline dönüştürülmesi, daha sonra bu sinyallerin gerekli filtreleme ve yükseltme işlemleri yapıldıktan sonra, analog-dijital dönüştürme ünitesi kullanılarak, bilgisayar ortamına alınması ve bu bilgilerin istenen zaman

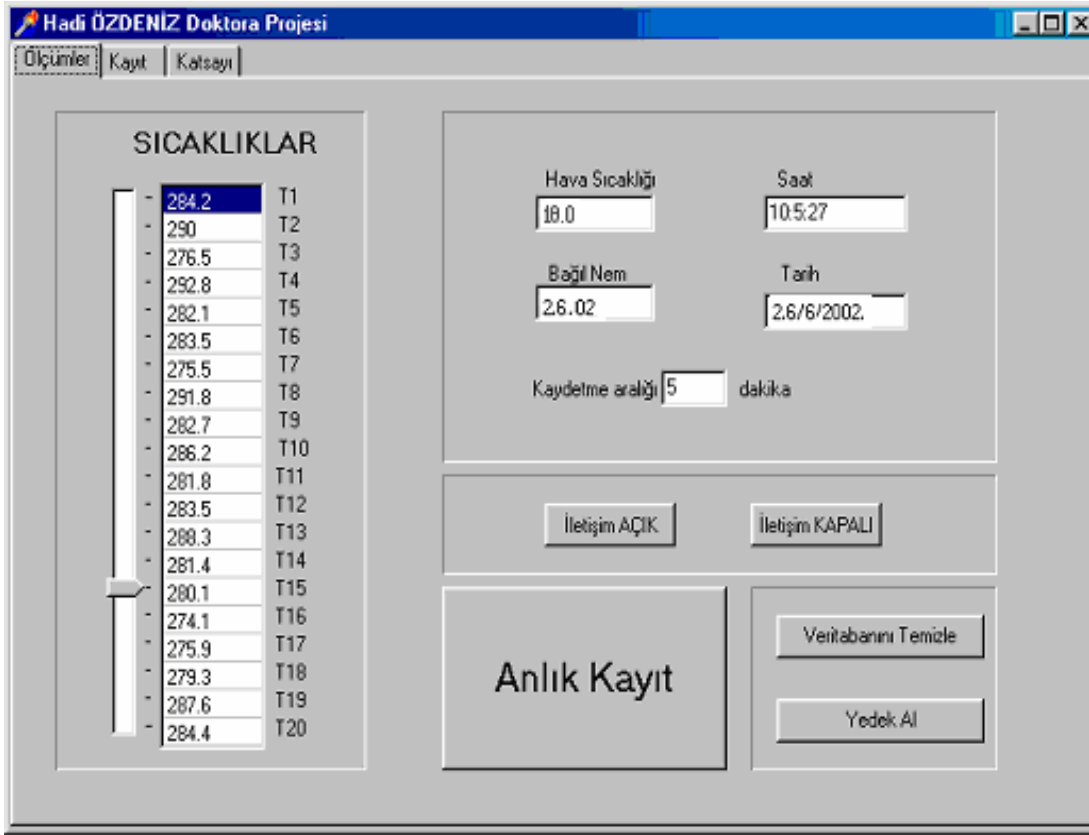
aralıklarıyla bir veri tabanına kaydedilmesi sağlanmıştır.

Ölçme değerlerini otomatik olarak almak için yazılan program görsel ve nesnel yönelimli bir dil olan Delphi 3.0'da yazılmıştır. Yazılan program 3 adet arayüzden oluşmaktadır. Birinci arayüzde ölçüm değerleri görüntülenmektedir. Sistem saati ve tarih bilgisi, yine bu arayüzdeki iki adet veri kutusunda devamlı olarak gösterilmektedir. Depolanan kayıtlar bu tarih ve saat bilgilerine göre ikinci arayüzde arşivlenmektedir. Üçüncü arayüzde 20 adet sıcaklık değerinin santigrad derece (°C) olarak gösterilebilmesi ve kaydedilmesi için gerekli katsayı ve ofset değerleri bulunmaktadır. Şekil 3'de algılanan ölçüm değerlerini gösteren birinci arayüz görülmektedir.

ALINAN VERİLERİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Ölçülen bu ham veriler "Hareketli Ortalama Filtre Yöntemi (Moving Average Filter) (Canan ve ark., 1998) ile Excel programında filtrelenmiştir. Bu filtrelemenin amacı, elektrik şebekesindeki gerilim dalgalanmalarının ve istasyon yakınında çalışan büyük makinelerin (greyder, dozer vb.) sistem üzerindeki etkilerinin ortadan kaldırılmasıdır. Daha sonra filtrelenmiş verilerden oluşan bu değerler üzerindeki ölçüm aralık sıklığı 5 dakika düzeyinden, 1 saatlik seviyeye yükseltilmiştir. T1 istasyon noktasına ait her bir saatte seçilen değerler Tablo 1'de verilmiştir. Ayrıca T1 istasyon noktasına ait zaman-sıcaklık grafiği Şekil 4'de verilmektedir.

Araziden elde edilen filtrelenmiş saatlik değerlere, regresyon analizleri uygulanmıştır. Çalışmanın ilk aşamasında, yığın içinde bulunan sıcaklık sensörlerine etki eden 5 adet parametre ile arasındaki ilişkileri belirlemek amacıyla basit regresyon analizleri yapılmıştır. Basit regresyon analizleri gerçekleştirilirken doğrusal, üssel, geometrik ve logaritmik fonksiyonlar olarak ayrı ayrı analizlere tabi tutulmuş ve elde edilen sonuçlarda korelasyon katsayısı değerleri çok düşük çıkmıştır. Fakat polinom fonksiyonunda değerlendirme yapıldığında, korelasyon katsayısı değerinin yüksek çıktığı görülmüştür. Bu nedenle ölçüm değerlerini en iyi yansıtan fonksiyon türünün polinom fonksiyonu olduğu görülmüştür.



Şekil 3. Ölçüm değerlerini gösteren birinci arayüz.

Figure 3. First interface showing measurement values.

Tablo 1. Bir saat aralıklarla ölçülmüş ve filtrelenmiş değerler (Özdeniz, 2003).

Table 1. Filtrated values taken one hour intervals (Özdeniz, 2003).

Z	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15	T16	T17	T18	T19	T20	S	N	B	RH	RY
0	20.80	19.40	16.82	25.65	19.17	20.67	17.50	19.49	20.79	21.57	22.56	24.08	20.66	21.16	21.03	18.26	19.96	20.87	18.16	22.07	21.50	43.38	917.9	1.02	WE
1	20.32	18.92	16.28	25.19	18.66	20.16	17.02	19.01	20.31	21.06	22.10	23.55	20.09	20.76	20.66	17.98	19.57	20.31	17.77	21.51	19.22	51.27	918.0	0.88	WE
2	19.82	18.42	15.71	24.68	18.25	19.75	16.52	18.49	19.79	20.65	21.58	23.07	19.72	20.42	20.32	17.58	18.64	19.54	17.26	20.74	16.92	57.69	918.0	0.62	WE
3	19.38	17.98	15.25	24.25	17.82	19.32	16.08	17.94	19.24	20.22	21.18	22.67	19.27	20.08	20.05	16.98	18.08	19.03	16.71	20.23	15.75	61.20	917.9	1.41	NS
4	19.05	17.65	14.93	23.85	17.59	19.09	15.75	17.74	19.04	19.99	20.79	22.38	18.92	19.85	19.73	16.47	17.75	18.65	16.15	19.85	14.35	65.97	917.4	1.62	NS
5	18.84	17.44	14.69	23.72	17.33	18.83	15.54	17.50	18.80	19.73	20.68	22.19	18.78	19.42	19.38	16.16	17.38	18.28	15.73	19.48	13.27	69.66	917.1	1.78	NS
6	18.51	17.11	14.47	23.26	17.18	18.68	15.21	17.33	18.56	19.42	20.27	21.85	18.42	18.99	19.11	15.87	17.13	18.13	15.33	19.39	12.38	71.82	916.5	2.04	NS
7	18.37	16.97	14.21	23.00	16.82	18.32	15.07	17.14	18.28	19.22	20.06	21.51	18.07	18.68	18.66	15.54	16.89	18.02	15.09	19.22	11.70	72.75	915.8	2.14	NS
8	18.18	16.78	14.02	22.79	16.60	18.10	14.88	16.89	18.00	19.07	19.82	21.32	17.87	18.48	18.34	15.36	16.56	17.88	15.03	19.08	10.76	75.89	915.8	2.20	NS
9	18.16	16.75	13.88	22.75	16.48	18.00	14.77	16.77	18.00	18.96	19.71	21.22	17.76	18.33	18.20	15.30	16.47	17.80	15.00	18.90	10.18	77.79	915.8	1.62	WE
10	18.09	16.63	13.95	22.64	16.45	18.05	14.66	16.68	17.98	19.01	19.71	21.26	17.80	18.34	18.13	15.37	16.47	17.93	15.03	19.00	10.22	80.54	915.8	1.66	WE
11	18.21	16.80	14.00	22.88	16.52	18.16	14.84	16.83	18.22	19.10	19.89	21.45	17.82	18.36	18.23	15.60	16.65	18.00	15.31	19.10	11.78	77.85	916.7	1.35	WE
12	18.45	17.05	14.41	23.42	16.70	18.40	15.15	17.08	18.38	19.36	20.24	21.55	18.35	18.72	18.37	16.13	17.11	18.32	15.66	19.34	14.65	69.72	916.9	1.12	NS
13	18.97	17.57	14.74	23.95	17.17	18.67	15.67	17.40	19.02	19.57	20.85	22.18	18.94	19.40	18.80	16.46	17.91	18.77	16.11	19.97	18.48	59.85	918.2	1.08	NS
14	19.56	18.16	15.42	24.45	17.82	19.32	16.26	17.81	19.70	20.22	21.60	22.82	19.54	19.93	19.33	17.21	18.62	19.53	16.82	20.73	22.35	46.65	918.3	0.85	WE
15	20.26	18.86	15.86	25.16	18.29	19.79	16.96	18.29	20.35	20.69	22.20	23.35	20.17	20.48	19.88	17.86	19.05	20.18	17.25	21.11	25.05	34.84	918.2	0.70	WE
16	20.82	19.42	16.36	25.74	18.85	20.35	17.52	18.89	20.86	21.25	23.05	23.95	20.82	21.07	20.47	18.64	19.77	20.80	18.27	21.82	27.36	26.35	918.2	0.72	NS
17	21.28	19.88	16.83	26.17	19.36	20.86	17.98	19.48	21.36	21.76	23.57	24.36	21.44	21.53	20.93	19.20	20.44	21.45	18.90	22.23	28.79	24.38	917.7	0.65	NS
18	21.65	20.25	17.04	26.62	19.52	21.02	18.35	19.86	21.51	22.06	23.88	24.89	21.68	22.08	21.48	19.54	21.01	21.78	19.25	22.73	30.25	22.62	917.5	0.60	NS
19	21.95	20.55	17.37	26.93	19.89	21.39	18.65	20.12	21.80	22.29	24.00	25.18	21.82	22.28	21.84	19.74	21.20	22.07	19.42	22.93	31.05	21.92	917.5	0.65	NS
20	21.98	20.58	17.43	27.01	19.92	21.42	18.68	20.08	21.96	22.50	24.17	25.39	21.90	22.42	21.95	19.88	21.38	22.23	19.58	23.32	31.01	21.59	916.9	0.50	NS
21	22.05	20.65	17.35	26.89	19.94	21.44	18.75	19.86	21.99	22.34	24.12	25.38	21.82	22.40	21.91	19.86	21.41	22.28	19.61	23.48	30.25	22.41	916.9	0.40	NS
22	21.96	20.55	17.35	26.60	19.78	21.44	18.65	19.63	21.96	22.34	24.00	25.24	21.77	22.35	21.75	19.57	21.32	22.24	19.52	23.44	27.85	26.68	916.9	0.00	0
23	21.80	20.18	17.00	26.31	19.49	21.22	18.28	19.15	21.76	22.12	23.67	24.95	21.42	21.95	21.35	19.36	20.98	21.87	19.32	23.25	25.58	33.74	916.4	0.00	0
24	21.57	19.62	16.71	25.94	19.06	20.56	17.72	18.70	21.11	21.46	23.36	24.30	20.91	21.46	20.93	18.91	20.35	21.20	18.55	22.80	23.38	39.94	916.2	0.00	0

Z = Zaman (saat),

S = Hava sıcaklığı (°C)

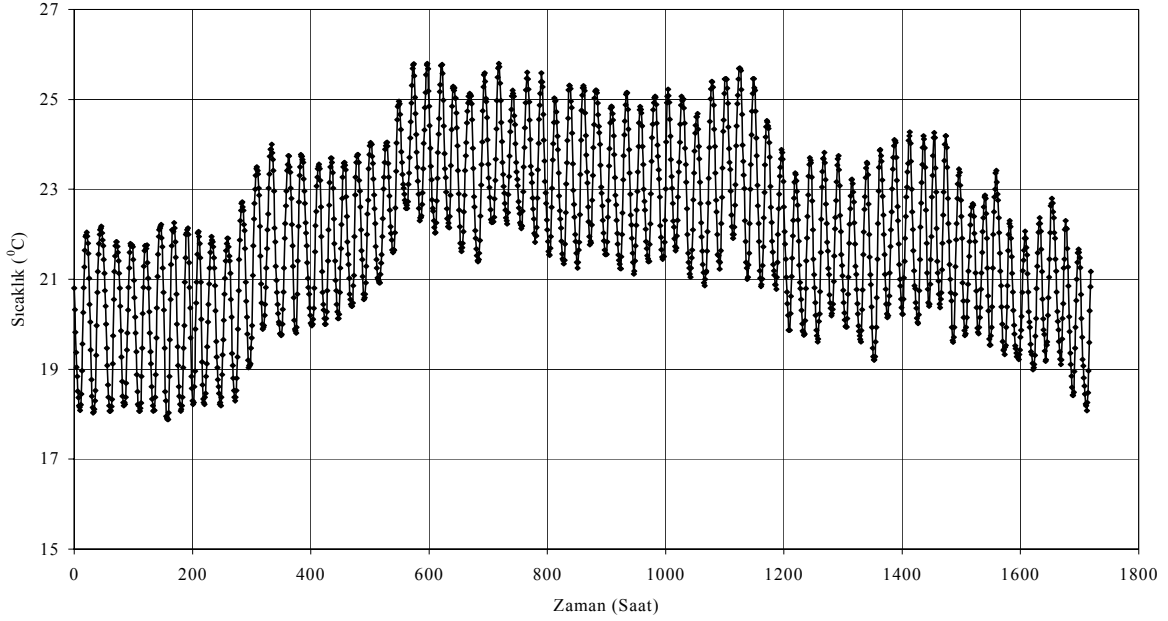
RY = Rüzgar yönü

N = Nem (%),

T = Yiğın içi sıcaklık (°C)

RH = Rüzgar hızı (m/sn)

B = Atmosfer basıncı (mb)



Şekil 4. T1 noktasına ait zaman-sıcaklık grafiği (Özdeniz, 2003).

Figure 4. Time-temperature graphics of T1 point (Özdeniz, 2003).

Araziden elde edilen filtrelenmiş saatlik değerlere, regresyon analizleri uygulanmıştır. Çalışmanın ilk aşamasında, yığın içinde bulunan sıcaklık sensörlerine etki eden 5 adet parametre ile arasındaki ilişkileri belirlemek amacıyla basit regresyon analizleri yapılmıştır. Basit regresyon analizleri gerçekleştirilirken doğrusal, üssel, geometrik ve logaritmik fonksiyonlar olarak ayrı ayrı analizlere tabi tutulmuş ve elde edilen sonuçlarda korelasyon katsayısı değerleri çok düşük çıkmıştır. Fakat polinom fonksiyonunda değerlendirme yapıldığında, korelasyon katsayısı değerinin yüksek çıktığı görülmüştür. Bu nedenle ölçüm değerlerini en iyi yansıtan fonksiyon türünün polinom fonksiyonu olduğu görülmüştür.

Kömür yığını üzerinde etkili olan tüm parametreleri kapsayan bir model geliştirilmeye çalışılmıştır. Bu amaçla SPSS 9.0 istatistik programı kullanılarak, çoklu regresyon analizleri yapılmıştır. Analizlerde fonksiyon geliştirilirken, gözlemlenen ve aşağıda maddeler halinde verilen mantıksal hususlar tespit edilmiştir:

1. Yığından alınan sıcaklık ölçümleri zaman ile doğru orantılıdır.
2. Yığından alınan sıcaklık ölçümleri, hava sıcaklığı ile doğru orantılıdır.

3. Hava sıcaklığı ile havanın nemi ters orantılıdır.
4. Hava sıcaklığı ile atmosfer basıncı ters orantılıdır.

Bu maddelerin ışığı altında oluşturulan istatistik modelin en kabul edilebilir değerlere ulaştığı görülmüştür. Elde edilen istatistik model aşağıda sunulmuştur.

$$S_i = C.S + \check{C}.S^2 + D.S^3 + E.S^4 + F.S^5 + G.S^6$$

$$Z_i = \check{G}.Z + H.Z^2 + J.Z^3 + I.Z^4 + \dot{I}.Z^5 + K.Z^6$$

$$N_i = L.N + M.N^2 + O.N^3 + \ddot{O}.N^4 + P.N^5 + R.N^6$$

$$B_i = \S.B + U.B^2 + \ddot{U}.B^3 + V.B^4 + Y.B^5 + Z.B^6$$

olmak üzere model;

$$T_i = A \cdot \left(\frac{S_i + Z_i}{N_i + B_i} \right) \quad (1)$$

şeklinde verilmiştir. Burada;

T: f { zaman, hava sıcaklığı, nem, atmosfer basıncı }

Z: zaman, S: hava sıcaklığı, N:havanın nemi, B: atmosfer basıncı, A, C, Ç, D, E, F, G, Ğ, H, J, I, İ, K, L, M, O, Ö, P, R, Ş, U, Ü, V, Y, Z: katsayıları

göstermektedir.

Elde edilen model ile arazide ölçülen değerler arasındaki T1'e ait grafik Şekil 5'de verilmektedir. Bu grafiğin net olarak görülmesi için 300 saate ait gösterim Şekil 6'da verilmiştir. T1'e uygulanan istatistiksel model sonucunda elde edilen katsayılar Tablo 2'de verilmiştir.

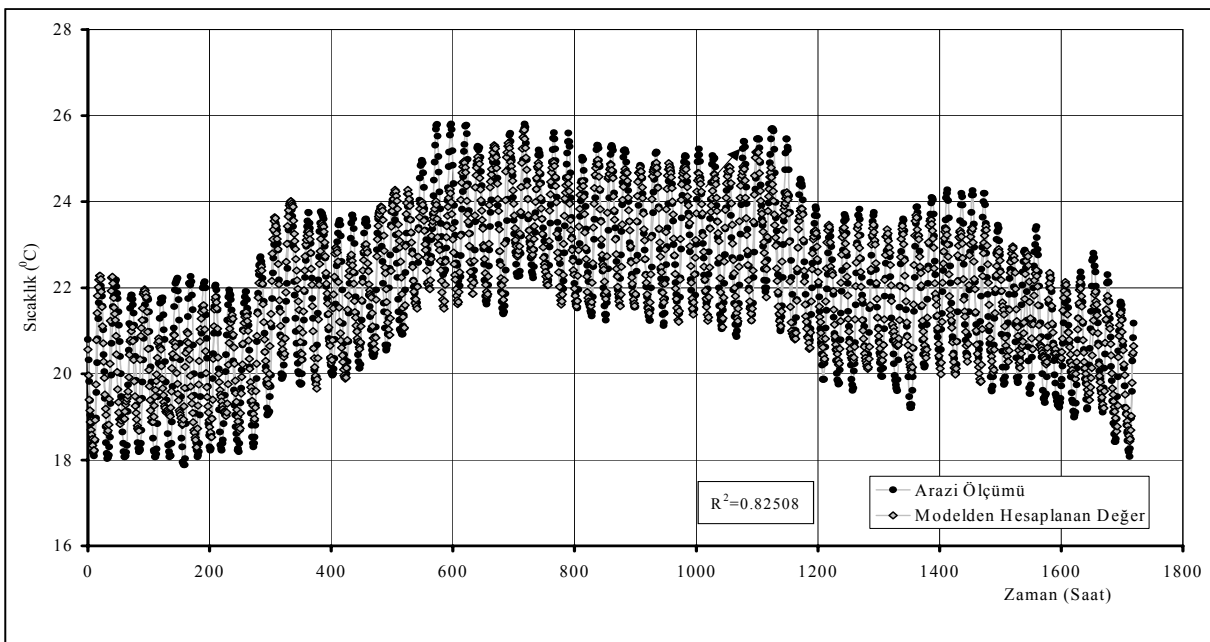
Çoklu regresyon denklemlerinde bir adet sabit ve birden fazla da eğim vardır. Bu nedenle çoklu regresyon denklemi için korelasyon katsayısı bulunmaya çalışıldığında, birden fazla korelasyon katsayısının hesaplanması söz konusudur. Birden fazla korelasyon katsayısı ile regresyon denkleminin, gözlem değerlerini ne derecede açıkladığına karar vermek ise oldukça zordur. Bu yüzden çoklu regresyon denkleminin gözlenen değerleri ne derece açıklayıp açıklamadığını anlamada belirlilik katsayısı kullanılır. Belirlilik katsayısının $> 0,5$ olduğunda, güçlü ve anlamlı bir ilişkinin var olduğu söylenir (Konuk ve Önder, 1999). Çalışmanın konusunu oluşturan Tunçbilek kömürleri için hesaplanan belirlilik katsayısı değeri 0,82 olduğu için, elde edilen istatistiksel modelin uygun olduğu görülmektedir.

SONUÇLAR

Üretim fazlası kömürler büyük miktarlarda stok sahalarında bekletilmektedir. Bekleme sonucu geçen bu zaman sürecinde kömür hem ekonomik değerini kaybetmekte, hem de çevreye zararlı olabilmektedir. Bu çalışmada kömür yığını üzerinde etkili olan parametrelerden zaman, hava sıcaklığı, hava nemi ve atmosfer basıncı değerleri dikkatli bir şekilde incelenmiştir. Yığın içerisindeki sıcaklık verilerinin alınmasında bilgisayarlı ölçüm sistemi kullanılarak toplam 459.171 adet veri alınmıştır. Daha sonra bu ham veriler filtrelenerek, ölçüm aralık sıklığı bir saatlik seviyeye yükseltilmiştir. Kömür yığını üzerinde etkili olan parametreler yardımıyla, çoklu regresyon analizleri yapılarak (1) nolu eşitlikteki regresyon bağıntısı bulunmuştur. Elde edilen modelin korelasyon katsayısı değerleri 0,82 seviyelerinde çıktığı görülmüştür.

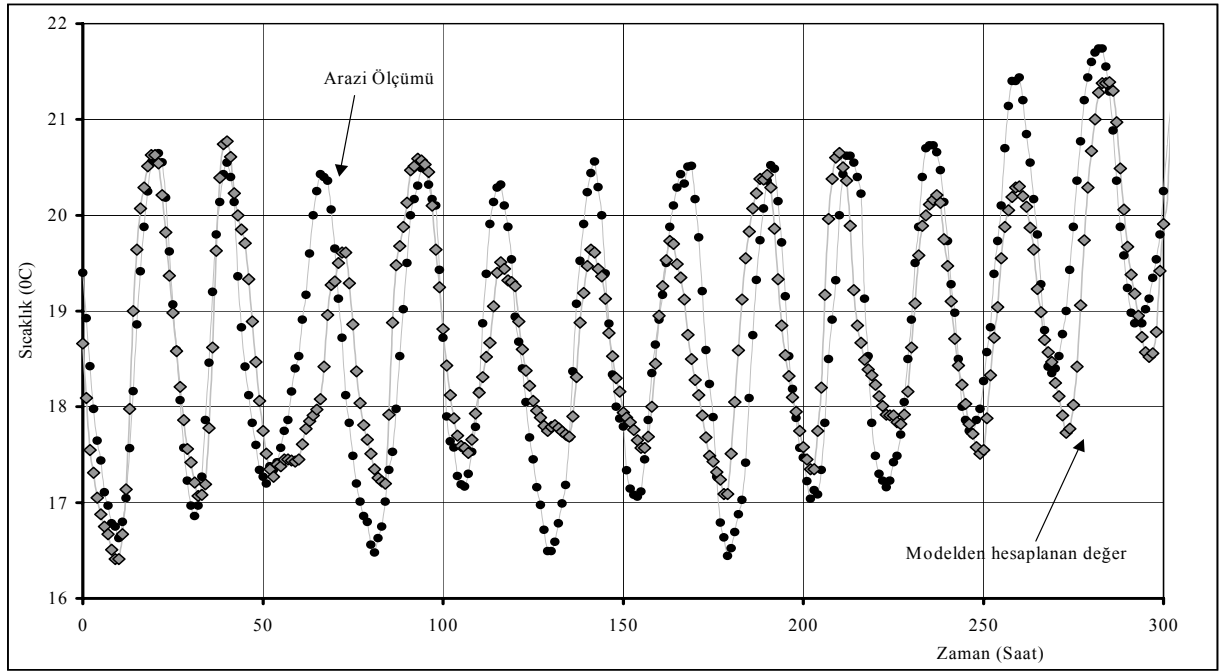
Ölçüm süresince, oluşturulan kömür yığnında sıcaklık artışları meydana gelmemiştir. Bunun da en önemli nedeni, yığnında meydana gelen sıcaklık artışları yığın içinde birikmeyerek, dışarıya kaçmaktadır.

Bu model aracılığıyla, işletmedeki yığınların sıcaklık değişim davranışları, yapılan bu ölçekli kömür yığınlarında önceden doğruluğu yüksek bir oranda tahmin edilmektedir.



Şekil 5. T1'e ait arazi ölçümleri ve istatistiksel modelden hesaplanan yığın içi sıcaklık değerleri (Özdeniz, 2003).

Figure 5. In-situ measurements for T1 and temperature values calculated for inner part of stockpiles (Özdeniz, 2003).



Şekil 6. T1'e ait arazi ölçümleri ve istatistiksel modelden hesaplanan değerlerin ilk 300 saate göre grafikleri.
Figure 6. In-situ measurements for T1 and graphs of the values calculated from the statistical model for the first 300 hours.

Tablo 2. Modelden elde edilen T1'e ait katsayılar (Özdeniz, 2003).
Table 2. Coefficients for T1 obtained from the model (Özdeniz, 2003).

Parametre	Değerler	Parametre	Değerler
A	3,04	L	1,00
C	1,21E+17	M	1,00
Ç	-1,49E+16	O	-1,16
D	9,44E+14	Ö	7,80E+07
E	-3,15E+13	P	1,72E+05
F	5,31E+11	R	-9,16E+03
G	-3,57E+09	Ş	1,00
Ğ	8,17E+13	U	0,99
H	-2,39E+11	Ü	4,75E+08
J	1,28E+09	V	-4,41E+05
I	-2,17E+06	Y	-1,00E+02
İ	1,42E+03	Z	0,12
K	-0,32		

KAYNAKLAR

- Canan, S., Özbay, Y., ve Karlık, B., 1998, A Method for Removing Low Varying Frequency Trend from Ecg Signal, Proceedings of the 1998 2nd International Conference Biomedical Engineering Days, p161.
- DELPHİ 3.0, 1997, Inc.

- 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, vol. 59, pp 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 Losses During Coal Storage, Fuel, Vol. 60, pp 213-229.
- 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, vol. 80, pp 125-134.
- Konuk, A., ve Önder, S., 1999, Maden İstatistiği, Osmangazi Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Maden Mühendisliği Bölümü, Eskişehir, s1- 155
- Özdeniz, A.E., 2003, Kömür Stoklarındaki Kendiliğinden Yanma Olayının İncelenmesi- Garp Linyitleri İşletmesi (GLİ) Örneği, Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, s 185, Konya.
- SPSS 9.0, Inc. 1998.