

Türkiye 14 Madencilik Kongresi / *Hth Mining Congress of Turkey*, 1995 , ISBN 975-.195-150-7

**TTK KARADON BÖLGESİ YERALTI OCAKLARINDA JEOTERMAL GRADYANTIN BELİRLENMESİ**

**DETERMINATION OF THE GEOTHERMAL GRADIENT IN THE KARADON COLLIERY, ZONGULDAK**

Ü.Y. ÖNDER

ODTÜ, Maden Mühendisliği Bölümü, Ankara

T. GÜYAGÜLER

ODTÜ, Maden Mühendisliği Bölümü, Ankara

**ÖZET:** Bu çalışmada, Türkiye Taşkömürleri Kurumu, Karadon Bölgesi yeraltı ocaklarında kayaç sıcaklığı ölçümleri yapılarak bölge için Jeotermal Gradyant eğrisinin belirlenmesine çalışılmıştır.

Jeotermal Gradyant eğrisinin belirlenmesinde en önemli husus bakır kayaç sıcaklıklarının hassas bir şekilde ölçülmesidir. Ölçümler -160, -360, -460 ve -540 m katlarında, özellikle Gelik Yeni kuyu inset hazırlık galerilerinde belirlenen istasyonlarda en az 3 delik delinerek yapılmıştır.

Bu verilerden yararlanılarak Karadon bölgesi için "Jeotermal Gradyant" eğrisi çizilmiştir. Bu eğriye göre, deniz seviyesinden yerahına doğru, sıcaklık, her 100 metrede yaklaşık 2.275°C artmaktadır. Bu durumda, şu anda çalışılmakta olan -540 katında 26°C civarında olan ocak havasının sıcaklığının -1000 m'ye inildiğinde 31-32°C civarında olacağı tahmin edilmektedir. Bu ise gelecekte yeraltında sıcaklık probleminin oluşacağını göstermektedir. Bu nedenle alınacak önlemlerin şimdiden planlanması büyük yararlar sağlayacaktır.

**ABSTRACT:** In this study, the geothermal gradient of the Karadon Colliery is determined by measuring virgin rock temperatures at different levels of the mine. In the determination of geothermal gradient precise measurements of rock temperature is very important. Three measurements are made especially in the development galleries near Gelik Shaft at -160, -360, -460, and -540 m levels.

Then, measuring results are evaluated and geothermal gradient of the region is determined. It has been found out that at every 100 m, rock temperature increases by 2.275°C. Mine air temperature at the present working level, -540, is about 26°C. In this case, the estimated air temperature at -1000 m level will be 31-32°C which is beyond the maximum acceptable temperature. Therefore, to avoid unwanted results, the precautions should be carefully planned for the future works

## 1. GİRİŞ

Bilindiği üzere, yeraltı kayaç sıcaklıkların derinlere doğru inildikçe artar. Eğer yeryüzünün 15 m. altında bulunan kayaç sıcaklığı bir referans noktası olarak alınırsa, kayaç sıcaklığının belirli bir bölge için yaklaşık sabit bir oranda arttığı görülmektedir. Bu sıcaklık artışı "Jeotermal Gradyant" olarak adlandırılmıştır.

Jeotermal Gradyant belli bir bölge içerisinde bile farklılıklar gösterebilmesine karşın genelde o bölge için sabit bir değer olarak alınır.

Jeotermal Gradyantı etkileyen önemli jeolojik faktörler; kayacın yaşı, ısısal özellikleri, en son volkanik etkinlik ve içerdiği sıcak su kaynakları olarak sıralanabilir (Whiller, 1974).

Çizelge 1'de dünyadaki çeşitli maden bölgelerinde ölçülmüş olan jeotermal gradyant ve yüzey kayaç sıcaklıklarını verilmektedir (Hartman, 1982). Buradan da görüldüğü üzere jeotermal gradyant ve yüzey kayaç sıcaklığı bölgenin jeolojik yapısı ve iklim durumuna göre çeşitlilik göstermektedir.

## 2 ÖLÇÜM YÖNTEMİ

Türkiye Taşkömürleri Kurumu Karadon Bölgesi için Jeotermal Gradyant belirlenmesi amacıyla 1994 yılının Haziran ayında 3 hafta süren çalışmalar yapılmıştır.

Bölge yeraltı ocaklarında bakır kayaç sıcaklıklarının ölçülmesi klinik tip cıvalı termometreler kullanılarak yapılmıştır. Çok hassas

Çizelge 1: Dünyadaki farklı bölgelerde ölçül tlaşık Jeotermal Gradyant ve yüzey kayaç sıcaklıkları.

Maden Bölgesi	Sıcaklık artışı (°C/100 m)	Yüzey kayaç sıcaklığı (15 m'de, °C)
Anaconda Bakır Madeni (Montana, ABD)	4 6-6 0	4
Mapma Bakır (Arizona, ABD)	3.8	18
İngiltere Kömür Ocakları	1.8-4.0	10
Apnew Nikel Madeni (Avustralya)	1.3	25
Kolar Altın Madeni (Hindistan)	1.1	24
Withwatersrand Altın Madeni (G.Afrika)	0.7-1.3	18

ölçümlerde kullanılan bu termometreler 20 cm uzunluğunda ve 5 mm kalınlığındadır. Ölçüm aralığı -10+50°C arasındadır.

Kullanılan yöntem, tahta çubuklar üzerine sabitlenmiş olan termometrelerin, kayaç içerisinde önceden açılmış olan deliklere sokularak kayaç sıcaklıklarının ölçülmesi olarak özetlenebilir. Doğru, hassas ve ölçüm yapılan bölgeyi gerçekten temsil eder değerlerin alınabilmesi için ölçme istasyonlarının, yani delik yerlerinin seçimi büyük önem arz etmektedir (Burrows ve ark., 1972). Bu nedenle, istasyon yeri seçiminde aşağıdaki hususlara dikkat edilmiştir.

- ölçüm istasyonları, yeraltında bilinen önemli faylardan, süresizliklerden ve buna benzer jeolojik düzensizliklerden uzakta seçilmiştir. Ayrıca, bu ölçüm yerleri, bir yıldan fazla bir süre kullanılmamış olan açıklıklardan seçilmiş ve kuyu, desandre, başyukan gibi içtihatlardan uzak yerlerde konumlandırılmıştır. Bu nedenle, genellikle büyük hazırlıkların yapıldığı yerlerde yeni açılmış galeriler bu ölçüm istasyonları için en uygun yeraltı açıklıklarıdır.
- ölçümlerin hazırlık arınma yakın olmasına özen gösterilmiştir. Bunun nedeni, havalandırma havasının ortamı soğutma etkisinin en aza indirilmesidir.
- Kayaç içerisinde delik delme işleminin hafta ortasında yapılmasına dikkat edilmiştir. Bunun nedeni ise, ocakta hafta sonu çalışma yapılmaması, ama havalandırma işlemine devam edilmesidir. Bu da ortamın soğumasına neden olmaktadır.

Bu çalışmada bu koşulların tümüne titizlikle uyulmuş ve ölçüm istasyon yerleri tespit edilirken gereken

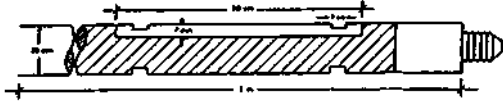
koşullar yerine getirilmeye çalışılmıştır. Bu amaç için, -160, -360, -460 ve -540 m katlarında, özellikle hazırlık lağımalarında istasyonlar kurulmuş ve çalışmalar bu dört katta yürütülmüştür. Galeri yaşlarının hiçbirisi 6 aydan fazla değildir.

Kayaç içerisinde delinen deliklerin bazı önemli özellikleri aşağıda verilmiştir.

- Delinen deliklerin çapı 32 mm'dir. Delikler genellikle martoperferatör ile delinmiştir. Sadece, -540 katında jumbo deliciyle delik delindiğinden delik çapı 38 mm olmuştur. Bütün delikler ilerleme yönünde ve su akışı meğilinde delinmiştir. Bu meğil delik içerisinde suyun birikmesini önlemek için verilmiştir.
- Delik boyunu 240 cm olarak alınmıştır.
- Delikler delindikten hemen sonra içindeki kayaç parçacıklarının temizlenmesi için basınçlı su ile iyice yıkanmış ve basınçlı hava ile kurutulmuştur.

Termometreler, bu delinen deliklere, ahşap çubuklar üzerine yerleştirilerek sokulmuştur. Çubukların ahşaptan imal edilmesinin en önemli nedeni ahşap malzemenin çok düşük ısı iletkenliğine sahip olmasıdır. Bu çubuklar 100 cm uzunluğunda yapılmış ve vidalar ile birbirlerine eklenmiştir. Çubukların üzerinde termometrelerin yerleştirileceği yivler açılmış ve yivlerin konumları delik ağzından 30 cm, 150 cm ve 225 cm içeride olacak şekilde ayarlanmıştır. Böylelikle, her deliğe en az 3 termometre yerleştirilmiştir (Şekil 1).

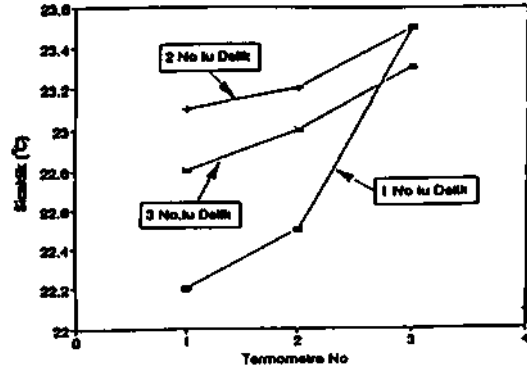
Termometreler deliklere yerleştirildikten sonra delik ağzı sıkılama çamuru ile iyice sıvanarak kapatılıp dışarı ile ısı alışverişi tamamen kesilmiştir, termometreler bu delikler içinde en az iki saat bırakıldıktan sonra ölçümler yapılmıştır (Önder ve Güyaguler, 1995).



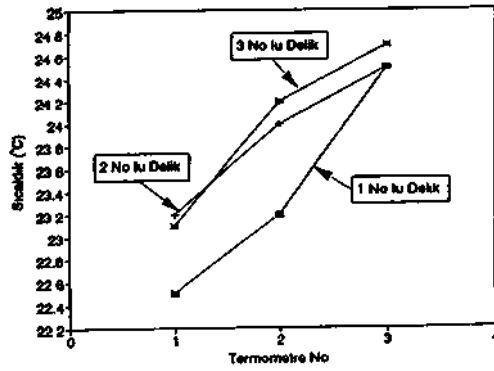
Şekil 1 Termometrelerin yerleştirildikleri çubuk kesiti

### 3 ÖLÇÜMLERİN DEĞERLENDİRİLMESİ

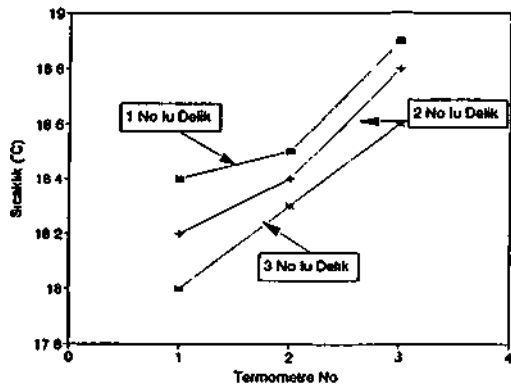
Bu çalışmada, aynı kattaki bir istasyonda en az üç delik delinmiş ve her üç delikte de yukarıda anlatıldığı şekilde ölçümler yapılmıştır. Üç delik delinmesinin amacı, ölçülen sıcaklık değerleri arasındaki korelasyonu sağlamak ve o kat için en doğru kayaç sıcaklığı değerini hesaplamaktır. Bunun için her katta her delikte ölçülen sıcaklık değerleri bir grafiğe yerleştirilmiş, ve her delik için bir eğri elde edilmiştir. Ölçülen en yüksek sıcaklık değeri oradaki bakır kayaç sıcaklığı olarak alınmıştır. (Şekil 2a, b, c, d) Deliklerde ölçülen sıcaklıklar ve termometrelerin deliklerde kalma süreleri Çizelge 2'de gösterilmiştir.



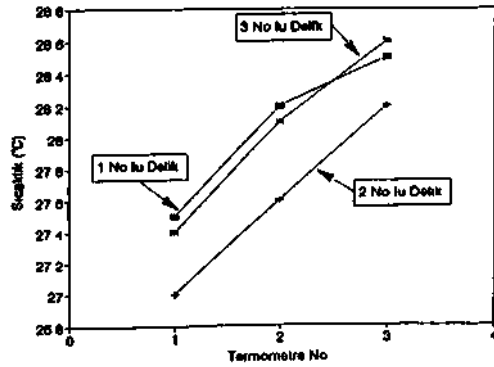
(b)



(c)



(a)



(d)

Şekil 2 Farklı Katlarda Ölçülen Sıcaklık Eğrisi (a) -160 katı, (b) -360 katı, (c) -460 katı, (d) -540 katı

Çizelge 2: Her kattaki bakir kaya sıcaklıklar ve delikte kalma süreleri

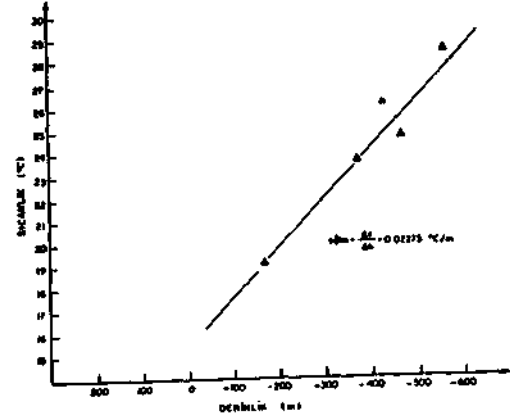
ölçüm Yapılan Ana Kat	Delik No.	1. Termometre	2. Termometre	3. Termometre	Delikte Kaldığı Süre (dak)
-160 Kati	1	18.4	18.5	18.9	140
	2	18.2	18.4	18.8	135
	3	18.0	18.3	18.6	130
-360 Kati	1	22.2	22.5	23.5	145
	2	23.1	23.2	23.5	150
	3	22.8	23.0	23.3	150
-460 Kati	1	22.5	23.2	24.5	158
	2	23.2	24.0	24.5	135
	3	23.1	24.2	24.7	125
-540 Kati	1	27.5	28.2	28.5	135
	2	27.0	27.6	28.2	135
	3	27.4	28.1	28.6	140

Delinen bütün deliklerin diğer özellikleri ile delik delinen istasyonun atmosfer koşulları Çizelge 3'de verilmiştir.

Çizelge 3: Deliklerle ilgili diğer veriler ve ocak atmosferinin özellikleri

Ölçüm Yapılan Ana Kat	Delik Uzunluğu	Delik Çapı	Kayaç Formasyonu	Galeri Yaşı	Atmosfer Sıcaklığı °C	Rel Nem %
-160	240	32	Kumtaşı Şist	180 gün	19.3	87.5
-360	240	32	Şist	45 "	23.5	86.5
-460	240	32	Kumtaşı Şist	32 "	23.1	83
-540	240	38	Konglomera	10-15 "	25.7	86.5

Yukarıdaki veriler, Türkiye Taşkömürleri Kurumu Karadon bölgesinde jeotermal gradyanın belirlenmesi için yeterlidir. Bu ölçümlerin sonuçlarına göre, kayaç sıcaklığının her 1000 metrede 22.75° C yükseleceği hesaplanmıştır (Şekil 3). Eğer giriş katındaki kayaç sıcaklığı 14.5°C olarak alınırsa, ocak 1000 metre derinliğe indiğinde buradaki bakir kayaç sıcaklığının 36.5-37.5°C arasında olacağı tahmin edilmektedir. -540 katında atmosfer sıcaklığının 25.7 °C olduğu bilinmektedir. Eğer ocak 1000 metreye inerse buradaki atmosfer sıcaklığının (kayaç ısısal geçirgenliğine bağlı olarak) 31-32°C civarında olacağı söylenebilir.



Şekil 3 TTK Karadon Bölgesi için çizilen Jeotermal Gradyant

#### 4 SONUÇ

Bu çalışmada, Karadon Bölgesi için Jeotermal Gradyant eğrisinin çıkarılması amacıyla her katta belirlenen istasyonlarda yapılan ölçüm sonucunda, bu bölgede bakır kayaç sıcaklığı artışının her 100 metre derinlikte 2.275 °C olacağı hesaplanmıştır.

Bu durumda daha derin katlara inildiğinde bir sıcaklık problemi ile karşılaşacağı açıktır. Şu anda - 540 katında 25-26°C olan ocak atmosfer sıcaklığının 700 metreden sonra 28°C'ı geçeceği söylenebilir. 28° C kuru sıcaklığın, özellikle Zonguldak ocakları gibi nem içeriği çok yüksek olan ocaklarda etkisi çok daha fazla olmaktadır. 28°C güvenli ve sağlıklı çalışma koşulları için etkili sıcaklık olarak alınmakta, bu sıcaklıktan fazla olan yerlerde havanın soğutulması işlemi gündeme gelmektedir (Önder ve Güyagüler, 1995).

Derin kotlar için havalandırma planları yapılırken yukarıda belirtilen hususların dikkate alınması işletme için hayati bir önem arz etmektedir.

#### KAYNAKLAR

- Burrows, J.H.J. ve Quillam, J.H., 1972, *Routine Mine Ventilation Measurements*, Chamber of Mines South Africa.
- Hartman, H.L., 1982, *Mine Ventilation and Air Conditioning*, John Wiley and Sons Publ., NewYork.
- önder, U.Y. ve Güyagüler, T., 1995, *Determination of Thermal Properties and Heat Emission of Coal Measure Rocks in Zonguldak Coal Region, Turkey*, 7th US Mine Ventilation Symposium, Kentucky, June 1995
- Whiller, A., 1974, *Introduction to Steady-State Heat Transfer*, The Ventilation of South African Gold Mines, J.H.J. Burrows, ed, Mine Ventilation Society of South Africa Johannesburg

