

Bolu-Göynük Linyit Madeni Hidrojeolojik Etüdü

The Hydrogeological Investigation of
Bolu-Göynük Lignite Mine

İbrahim GÜRER (*)

ÖZET

Açık işletmeciliğin önemli sorunlarından biri yapılan kazılar esnasında ve sonraki aşamalarda ortaya çıkan suların yüzeyde birikmesinden ötürü iş makinelerinin çalışmasının engellenmesi ve bu nedenle üretimin ve taşınmanın olumsuz yönde etkilenmesidir. 43,4 milyon ton linyit kömürü potansiyeline sahip Bolu-Göynük linyit işletmesinde dekepaj ve kömür çıkarılması sırasında benzer sorun ortaya çıkmıştır. Bu sorunu çözmek amacıyla yapılan hidrojeolojik araştırmanın ön etüdünde topografya ile jeolojik yapı birlikte değerlendirilerek çevre yüzey suları drenaj ağı, fiziksel havza parametreleri belirlenmiş ve olası 2, 5, 10, 25, 50, 100 yıl tekerrür süreli maksimum taşkın değerleri hesaplanmıştır.

Kömür ve üstündeki tabakaların yatay ve düşey eşdeğer hidrolik iletkenliğini belirlemek için değişik tabakalardan örnekler alınmış, Johnson tipi sabit, düşey seviyeli geçirgenlik ölçer kullanılarak laboratuvarında her bir tabakanın noktasal karakterdeki K geçirgenliği belirlenmiştir.

Sadece bir kuyuda No: (97-31) gerçekleştirilen pompa deneyi ile elde edilen geçirgenlik değerleri ise akiferin yapısındaki kırık ve çatlaklardan kaynaklanmakta ve alansal karakter göstermektedir.

1986-1988 yıllarında açılmış sondaj kuyularından çökmemiş olan ve içerisinde su olan kuyularda kontak metre kullanılarak ağustos-aralık döneminde yeraltı su ölçümleri yapılmış, değişimleri incelenerek yeraltı su akış yönü belirlenmiştir. Arazi çalışmaları sırasında toplanan su örneklerinde Ca^{++} , Mg^{++} , Na^+ , K^+ , Cl^- , HCO_3^- , $CO_3^{=}$ ve $SO_4^{=}$ analizleri yapılmış, yapılan değerlendirmelerden v< korelasyonlardan su noktalarının birbirleri ile ilişkileri belirlenmiştir.

(*) Doç. Dr. Hacettepe Üniversitesi, Mühendislik Fak., Beytepe-ANKARA

ABSTRACT

One of the most important problems faced in open pits is the excess water surfacing and accumulating in working area. Because, the water prevents the operation of mining machines, decreases the production and slows down the transportation.

A similar problem arises in the removal of overburden and coal production at Bolu Göynük lignite mine which has a potential of $43,4 \times 10^6$ ton. To solve this problem a hydrogeological investigation was carried out. Surface drainage system, physical parameters of drainage areas, maximum flood magnitudes of 2,5, 10, 25, 50, and 100 years recurrence intervals were determined. The permeability coefficients of layers overlying the coal bed, which show point value character, were found by laboratory analysis of the field samples.

The field permeability of the existing formation, which shows areal character, was computed from the pumping test data obtained from the well No: 87-31.

The ground water flow direction was defined by the water level observations made in existing wells during August-December period. The origin of the ground water sources was established by analyzing the water samples for major ions; Ca^{++} , Mg^{++} , Na^+ , K^+ , cr.HCCV, CO_3 ve SO_4 .

1. GİRİŞ

Bolu-Göynük linyit madeni alanındaki yüzey ve yeraltı suyu sorununu hidrojeolojik açıdan incelemeyi amaçlayan bu araştırmada yöre yüzey suları, kaynakları, diğer görünen su noktaları incelenmiş ve kömür tabakasına üzerindeki bitümlü şist, marn ve alüvyon tabakalarından gelebilecek su miktarı belirlenmiştir.

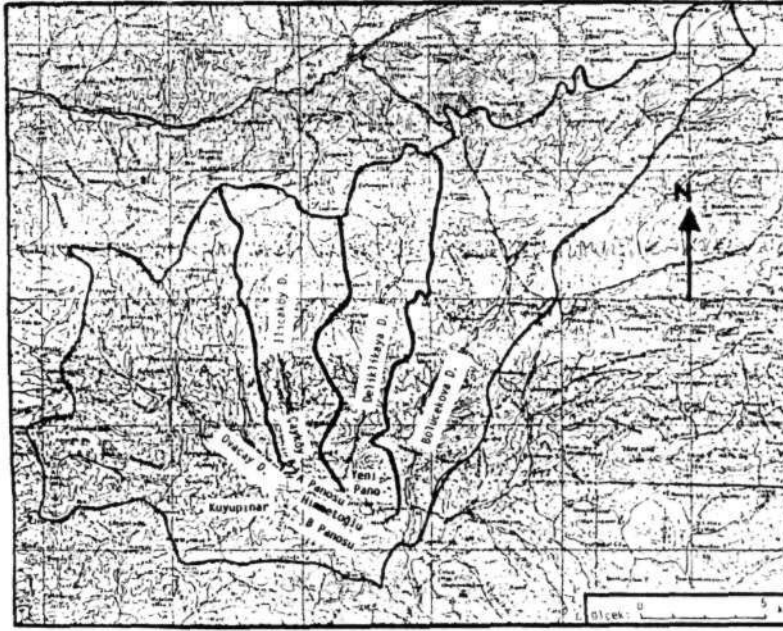
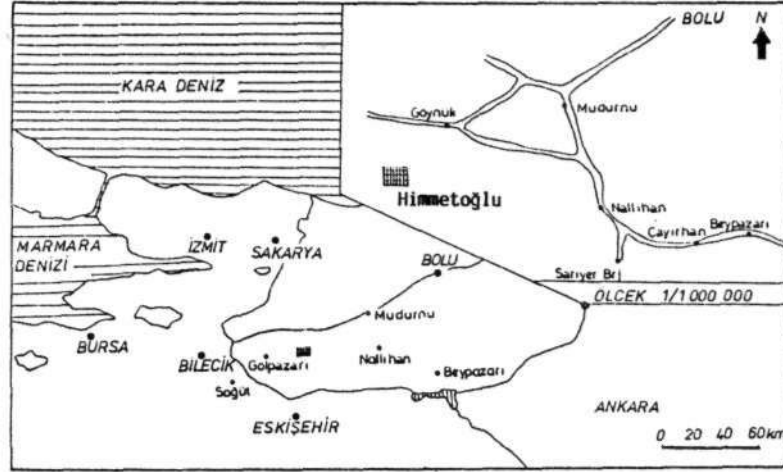
inceleme alanı Bolu ili sınırları içerisinde olup başlıca yerleşim merkezleri Himmetoğlu, (H25 d), Çayköy (H25 b4), ve Kuyupınar (H25 d2) köyleridir. Bu köyleri birbirine bağlayan yollar stabilize olup yağışsız dönemlerde bölgenin her tarafına ulaşmak mümkündür (Şekil 1). Maden alanı çanak şeklinde eski bir göl havzası olup bölgedeki önemli yükseklikler Aladağ (818 m), Deliklikaya 790 m), Ormantepe (809 m) ve Kırmüstü tepe (627 m)dir. Çalışma alanı ve yakın çevresinde bugüne kadar çok sayıda jeoloji ve maden araştırmaları yapılmıştır. (Stchpinsky 1941 ve 1942; Randot 1955; Abdülselamoğlu 1956; Lange 1966; Turgut ve diğerleri, 1980; Aktimur ve diğerleri 1983; Afşin 1984; Sarı 1986; Kayabak 1986; Tuncay 1986; Demirbugan 1987). Ancak hidrojeoloji amaçlı çalışmalar oldukça sınırlıdır.

2. ÇALIŞMA YÖNTEMİ

Çalışma alanında jeolojik birimlerin yerinde görülmesi ve su noktalarının saptanması, yeraltı su seviye değişimleri, sıcaklık, elektriksel iletkenlik ve debi gibi parametrelerin düzenli olarak ölçülmesi amacıyla gözlem ve ölçümler ile suların kökeni, birbirleri ile olan ilişkileri, yüzey suları ile yeraltı suları arasındaki olası bağlantı ortaya çıkarılmaya çalışılmıştır. Ayrıca kömür tabakası üzerindeki birimlerin hidrolik özelliklerini belirlemek amacıyla, birimleri temsil edebilecek şekilde kömür, bitümlü şist, kil ve toprak tabakalarından örnekler alınmıştır.

Toplanan su örneklerinde Ca^{++} , Mg^{++} , Na^+ , K^+ , Cl^- , HCO_3^- , $CO_3^{=}$ ve $SO_4^{=}$ analizleri yapılmış analizlerin bazılarında atomik absorpsiyon spektrofotometresi, diğerlerinde ise titrasyon yöntemi uygulanmıştır. Yapılan kimyasal analiz sonuçlarına göre Schoeller diyagramı çizilmiş (Şekil 3), ve suların kökensel ilişkileri ortaya konulmuştur. Her örneğin ayrı bir doğru ile temsil edildiği diyagramda doğruların birbirleri ile olan benzerlikleri ya da farklılıkları ilişki olup olmadığını belirtir.

Yeraltı suyu ve yüzey suyu beslenme alanlarının belirlenmesi için 1/25.000 ölçekli topografik haritalardan yararlanılmış ve maden alanına yüzey suyu akıtan belli başlı akarsuların drenaj alanları belirlenmiştir (Şekil 1). Devlet Mete-



Şekil 1. Bolu Göynük linyit madeni ve yöresinin lokasyon ve hidroloji haritası.

oroloji İşleri Genel Müdürlüğü'ne (DMİ) ait Göynük yağış istasyonunun 1954-1960 dönemi aylık yağış verileri kullanılarak birikimli sapma grafiği çizilmiştir (Şekil 4), ve Göynük istasyonu yağış-şiddet - süre - yinleme eğrileri (DMİ, 1987) kullanılarak Rasyonel metoda göre değişik tekerrürlere sahip debi değerleri hesap edilmiştir.

3. HİDROLOJİ

3.1. Yağış

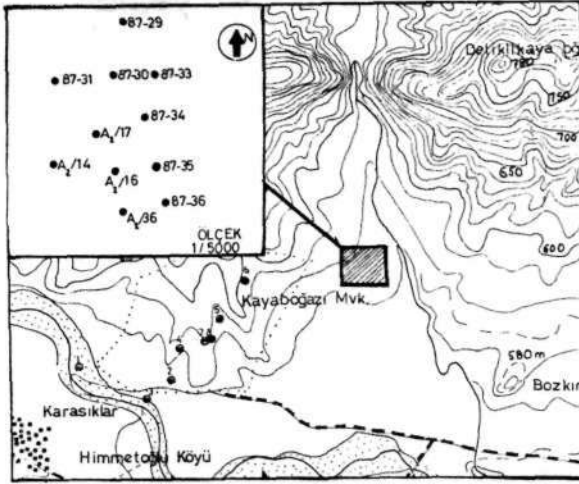
iç Batı Karadeniz bölgesi içinde yer alan çalışma alanında yağışlar aralık -mayıs döneminde yoğundur. Göynük yağış istasyonunun

26 yıllık gözlemlerine göre yıllık ortalama yağış 617,4 mm, aylık maksimum yağış 170,6 mm (1970 Şubat) ve minimum yağış 0,0 mm olarak ölçülmüştür. Yağışın birikimli sapma grafiğinden 1954-1962 ve 1975-1977 yılları arasında kurak, 1967 -1975 yılları arasında yağışlı dönemin varlığı saptanmıştır (Şekil 4).

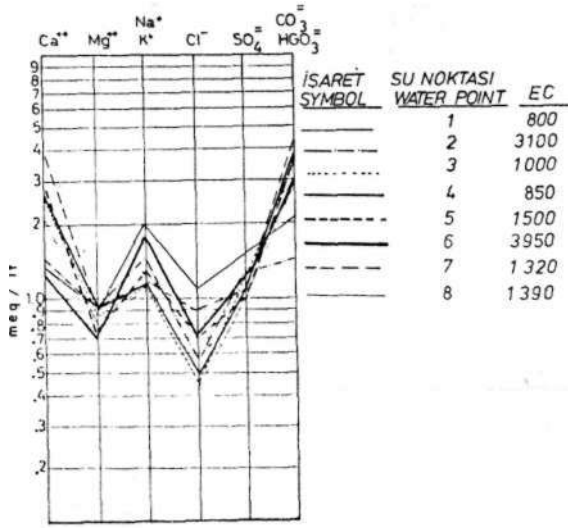
3.2. Akarsular

En önemli akarsu olan Ovaçay Deresi, çalışma alanının batı ve kuzey batısından gelen derelerle Çayköy bölgesinde birleşir ve batıdan doğuya devam ederek maden alanını terk eder (Şekil 1).

Yaz aylarında Ovaçay'ın debisi ortalama 20-25 lt/sn olarak ölçülmüş olup bu su madene var-



Şekil 2. Hidrojeolojik gözlem ve örnekleme noktalarını ve pompaj denemesi yapılan alanda mevcut olan bazı sondajlar.



Şekil 3. Schoeller diyagramı ile su analiz sonuçları.

madan sulama amacıyla kullanılmaktadır. Bu derenin geniş bir alüvyon üzerinde akması ve kömür ocağı A panosunun çok yakınından geçmesinden dolayı Ovaçay ile ocak arasında bir hidrolik ilişkiye neden olmaktadır.

Çalışma alanındaki diğer önemli akarsular Bölücekova ve Deliklikaya dereleridir. İşletme

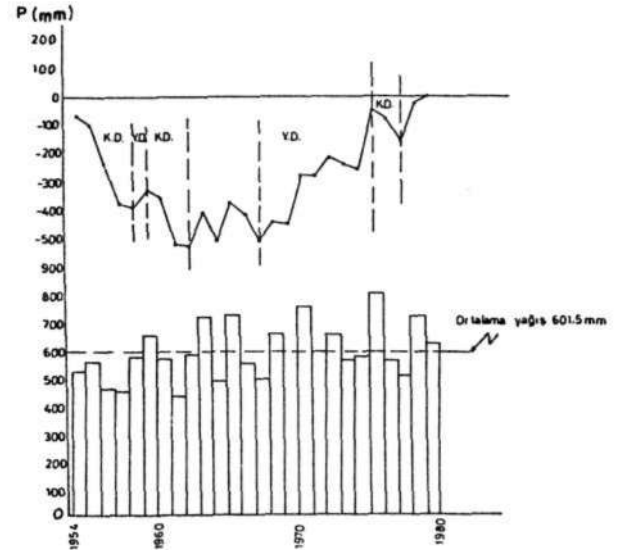
sahasının yaklaşık olarak ortasından kuzey-güney doğrultusunda geçen Deliklikaya deresi sulama döneminde tamamen kurumaktadır. Yaz mevsiminde ortalama 18 lt/sn debisi olan Bölücekova deresi de daha doğuda yine kuzey-güney doğrultusunda akar.

3.3. Kaynaklar

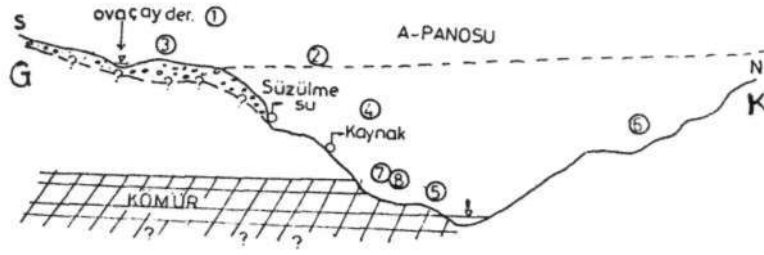
Çalışma alanında adi kaynağa rastlanmamış, ancak açık işletme alanında sürdürülen dekapaj ve kazı işlemleri sırasında yüzeylenen yeraltı suyu açık işletme kaynakları olarak ortaya çıkmıştır (Şekil 2 ve 5). Açık işletme alanının güney yamacındaki kaynaklar 0,4 - 0,5 lt/sn, kuzey yamacındakiler ise 0,1 - 0,2 lt/sn'lik debilerle boşalarak üretimi olumsuz yönde etkilemektedir. Ayrıca kömür ocağının kuzey batısında dekapaj malzemesinin döküldüğü kesimlerde, yağış sonrası süzülen sular yüzey birikintileri oluşturmakta ve bu suların bir kısmı buharlaşırken kalan kısmı işletme sahasına sızarak heyelanları kolaylaştırmaktadır.

3.4. Kuyular

Çalışma sahasında çok sayıda kömür araştırma sondajı açılmış olmasına karşın bu kuyuların sadece birkaçından hidrojeoloji çalışmalarında yararlanılabilmektedir. Siğ kuyular



Şekil 4. DMI Göynük yağış istasyonu ortalama yıllık yağış değerinden hesaplanan birikimli sapma grafiği.



Şekil 5. Göynük linyit işletmeleri A - Panosunda dekapaj ve kazı sonucu oluşan kaynakların konumu.

ise yöre halkı tarafından içme, kullanma ve sulama amacıyla açılmış olup, işletme sahasının güneyinde yer almakta ve bu kuyularda statik su seviyesi ortalama 4- 5 m dir.

3.5. Hidrolojik Değerlendirme

İnceleme alanındaki akarsular beslenme bölgelerine göre dört ayrı drenaj alanına dağılmıştır. Bunlar Deliklikaya 32,82 km², Ilıcaköy 25,25 km², Ovaçay 87,39 km², ve Bölücekova 68,13 km², dir. Genelde Türkiye topoğrafik yapısı, eğimi ve bitki örtüsünden dolayı yağışın ortalama olarak % 36 sının akışa geçtiği bir ülke olarak tanımlanır. Ovaçay'ın katıldığı Sakarya nehir havzasının toplam drenaj alanı 36504 km², yıllık yağış yüksekliği 502 mm, akış yüksekliği ise 87,8 mm olup akış katsayısı % 17 olarak hesaplanmıştır (Beyazıt 1979). Ancak bu oran ormanlık ve devamlı bir bitki örtüsüne sahip Bolu Göynük yöresi için çok düşüktür. Yöre bitki örtüsü, topoğrafik durum ve toprak özelliklerine göre bölgeye düşen yağışın ortalama %

36'sının akışa geçtiği kabul edilerek bu havzaların beslediği akarsularda belirli tekerrür sürelerinde gelebilecek maksimum akım değerleri hesap edilmiştir (Çizelge 1).

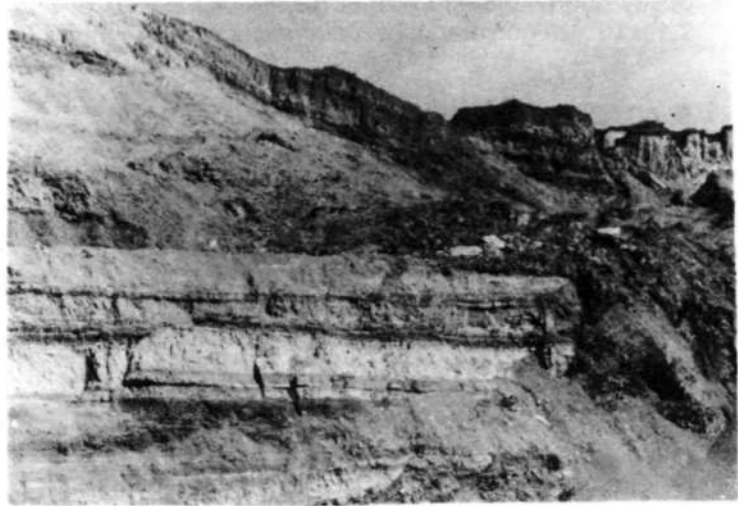
Çizelge 1. DMİ Göynük İstasyonuna Ait Yağış - Şiddet - Süre - Yineleme Eğrilerinden Yararlanılarak Rasyonel Metod Yardımıyla Bulunmuş Maksimum Taşkın Değerleri

Akarsu Drenaj Adı	Alanı (km ²)	Q ₂ (m ³)	Q ₅ (m ³)	Q ₁₀ (m ³)	Q ₂₅ (m ³)	Q ₅₀ (m ³)	Q ₁₀₀ (m ³)
Deliklikaya	32,82	32,82	42,66	49,23	54,15	60,72	65,64
Ilıcaköy	25,25	X.30	39,14	44,69	50,50	56,81	61,86
Ovaçay	87,39	96,13	123,20	140,70	159,01	175,6	193,1
Bölücekova	68,13	43,60	52,46	61,70	69,49	78,35	85,16

4. HİDROJEOLOJİ

Çalışma bölgesindeki ürolojik birimlerin hidrojeolojik özelliklerinin saptanması amacıyla yapılan çalışmalar sonucu kömür tabakası üze-

Yükseklik (m)	Ürolojik Birim
2 m	Alüvyon
6.05 m	Kiltaşı
1.2 m	Marnlı kil
2,5 m	Tüf
2,5 m	Kil
8 m	Kiltaşı-mam
1,5 m	Tüf
5 m	Killi kireçtaşı
10-12 m	Yeşil kil



Şekil 6. Çalışma alanındaki düşey kesit (a) ve birimler (b).

rinde oluşan geçirimsiz kil ve bitümlü şist birimlerinin çatlaklı ve kırıklı olmaları nedeniyle ikincil bir gözenekliliğe sahip oldukları, bu çatlak ve kırıklarda bir miktar su tutabildikleri ancak su iletme özelliklerinin çok zayıf olduğu ve bu birimlerin hidrojeolojik açıdan geçirimsiz birim olduğu tespit edilmiştir.

Ovaçay, Deliklikaya ve Bölücekova dereleri yataklarındaki alüvyon ve kil taşı birimleri birincil gözenekliliğe sahip olup su iletme özellikleri vardır.

4.1. Akiferlerin Hidrolik Özellikleri

Laboratuvar Analizleri

Araziden alınan kömür, kömür üstü bitümlü şist, kil ve toprak numuneleri, sabit seviyeli geçirgenlik ölçerlerle yapılan analizler sonucu elde edilen geçirgenlik değerleri Çizelge 2'de verilmiştir.

Çizelge 2 . Kömür ve Üstüne İstiflenmiş Tabakaların Laboratuvarında Belirlenen Hidrolik Parametreleri.

Tabaka	K. (m/gün) (Geçirgenlik)	b (Ortalama Tabaka Kalınlığı) (m)	T (m ³ /gün/m) (İletimlik)
Toprak	1,230x10 ⁻¹	8	9,84x10 ⁻¹
Kil	3,880x10 ⁻³	15	58,2x10 ⁻³
Bitümlü Şist	1,516x10 ⁻²	10	1,516x10 ⁻¹
Kömür	1,794x10 ^{-*}	5	0,987x10 ⁻¹

Kömür üzerindeki tabakaların Çizelge 2'de verilen laboratuvar değerlerine göre yatay yönde eşdeğer geçirgenliği 3,617x10⁻² m/gün, düşey doğrultudaaki eşdeğer geçirgenliği ise 7,19x10⁻¹m/gün olarak hesaplanmıştır.

5. ARAZİDE POMPAJ DENEYLERİ

Laboratuvar ölçümleri yanısıra akiferin hidrolik karakteristiklerinin belirlenmesi amacı ile bir dizi pompaj deneyi planlanmış, 87 - 31, 87 - 34, 87 - 35 ve 87 - 36 nolu kuyuların çapları genişletilmiştir (Şekil 2). Ancak kuyuların teçhiz edilmemiş olması, çalışmalar sırasında göçme tehlikesine neden olmuştur. Örneğin 87 - 36 nolu sondaj kuyusunun çökme nedeni ile kullanılmaz olduğu saptanmıştır. Kuyu geliştirme yöntemlerinin uygulanmadığı 87 - 35 nolu sondaj kuyusunda ise bentonitli sondaj çamuru, akifer gözeneklerini tıkamış, temizleme amacı ile basınçlı su verme çalışmaları olumlu sonuç vermemiş, basılan suyun kuyu içinde kaldığı, süzülmediği gözlenmiş ve sözkonusu kuyunun

da deneme amacıyla kullanılamayacağına karar verilmiştir.

87-34 Nolu sondaj kuyusunda yer alan denemenin ilk ölçümleri normal olarak alınmış, ancak bu defa elde edilen dalgıç pompanın yetersiz kalması nedeniyle bir süre sonra denemeye son vermek zorunda kalınmıştır. 87-31 Nolu sondaj kuyusunda pompaj deneyi düşüm ve yükselimin kaydedildiği iki aşamada gerçekleştirilmiştir (Çizelge 3 ve 4). Açık ocak işletmesinde gerçekleştirilen pompaj denemeleri sırasında yapılan kuyu ve yeraltı suyuna ait gözlemler Çizelge 3'de sunulmuştur.

Çizelge 3. Pompa Denemesi Yapılması Planlanan Kuyularda Ölçülen Suların Yeraltı Suyu Statik Seviye ve Sıcaklık Değerleri.

Kuyu No	Kot (m)	Sıcaklık (°C)	Y ASS (m)
87-31	590,36	12,9	3,15
87-34	576,18	13,8	7,85
87-35	574,00	14,5	11,70

Pompalama denemelerinden alınan veriler kullanılarak hesaplanan akifer karakteristikleri Çizelge 5'de verilmiştir. Analizlerde koşullara uyması nedeniyle Boulton yöntemi kullanılmış, ayrıca Jacob ve Theis yöntemleri de denemiştir.

Çizelge 4 . (a) ve (b). Pompaj denemesi sonuçları.

(a)

Zaman (t) dak	Yükselimi (m)
0	4.48
1	4.46
2	4.45
3	4.45
4	4.45
5	4.40
6	4.40
7	4.38
8	4.35
9	4.34
10	4.32
12	4.30
14	4.27
16	4.26
18	4.23
20	4.21
22	4.20
24	4.17
26	4.14
28	4.10
30	4.06
50	3.64
55	3.60
60	3.55
70	3.48
60	3.44
90	3.41
130	3.35
145	3.34
162	3.33
178	3.32
182	3.31
189	3.30

(b)

Zaman (t) dak	Seviye Değişimi (m)	Düşüm (m)
0	3,15	0,39
1	3,54	0,55
2	3,70	0,65
3	3,80	0,75
4	3,90	0,85
5	4,00	0,91
6	4,06	0,97
7	4,12	1,05
8	4,20	1,07
9	4,22	1,07
10	4,22	1,07
12	4,22	1,07
14	4,22	1,11
16	4,26	1,16
18	4,31	1,21
20	4,36	1,25
22	4,40	1,29
24	4,44	1,33
26	4,49	1,35
28	4,51	1,40
30	4,56	1,40
50	4,56	1,53
55	4,69	1,53
60	4,69	1,53
70	4,69	1,53
80	4,69	1,53
90	4,69	1,53

6. İŞLETME ALANININ HİDROLİK YAPISI

Maden üretim alanı içinde halen işletilmekte olan A panosunun, güney ve kuzey yönlerde gelişen heyelanları yüzey suları ve kömür altına sızan yüzeyaltı suları ile yakından ilgili olduğu görülmüştür. A panosunu güneyden sınırlayan Ovaçay deresinde, temmuz-aralık döneminde yapılan gözlemlerde, yüzeysel akış çok düşük olup, sulama için, panoya göre memba tarafından çevrildiğinden maden alanına varamamaktaydı. Ancak yüzeyaltı ve yeraltı suyu olarak, Şekil 5'deki G-K kesitinde görüldüğü gibi 5 noktadan kaynak olarak çıkmakta ve A panosuna kurak mevsimde ortalama 8-10 lt/sn su akıtmaktadır. Bu suyun kaynağı yapılan su kimyası analizi sonuçlarıyla da kanıtlandığı gibi Ovaçay deresidir.

Kuzey yamaçtaki yüzey suları, dekapaj malzemesinin döküldüğü D-B uzantısındaki şeritin arkasındaki doğal vadi yataklarında küçük göller oluşturmakta, daha sonra sızma suretiyle A panosuna girmekte ve A panosu tabanında oluşan gölü ortalama olarak 3-4 lt/sn'lik bir debi ile beslemektedir. Bu kaynakların boşalımı daha uzun bir yüzeyaltı yolu izlemekte olduğundan, daha yavaş hareket eden heyelan kütlelerinin oluşturulmasına yol açmaktadır.

Çizelge 5. Hesaplanmış Pompaj Testi Sonuçları,
(a) Boulton metoduna göre.

Zaman (t) dak	Düşüm s (m)
0	0,39
1	0,55
2	0,65
3	0,75
4	0,85
5	0,91
6	0,97
7	1,05
8	1,07
9	1,07
10	1,07
12	1,07
14	1,11
16	1,16
18	1,21
20	1,25
22	1,29
24	1,33
26	1,35
28	1,40
30	1,40
50	1,53
55	1,53
60	1,53
70	1,53
80	1,53
90	1,53

İLETİMLİK	33,64 m ² /gün
DEPOLAMA KATSAYISI	% 1,76376283
İLETİMLİK (2)	21,23 m ² /gün
DEPOLAMA KATSAYISI (2)	% .21854637E+%1
POMPAJ DEBİSİ	150,00 m ³ /gün
GÖZLEM SAYISI	27
GÖZLEM KUYUSUNUN UZAKLIĞI	0,12 m

(b) Theis metoduna göre

Zaman (t) dak	Düşüm s (m)
0	0,39
1	0,55
2	0,65
3	0,75
4	0,85
5	0,91
6	0,97
7	1,05
8	1,07
9	1,07
10	1,07
12	1,07
14	1,11
16	1,16
18	1,21
20	1,25
22	1,29
24	1,33
26	1,35
28	1,40
30	1,40
50	1,53
55	1,53
60	1,53
70	1,53
80	1,53
90	1,53

İLETİMLİK	29,98 m ² /gün
DEPOLAMA KATSAYISI	% 2,00409910
POMPAJ DEBİSİ	150,00 m ³ /gün
GÖZLEM SAYISI	27
GÖZLEM KUYUSUNUN UZAKLIĞI	0,12 m

7. MADEN ALANININ DRENAJ

Bolu - Göynük Linyit işletme alanı içerisinde hidrojeolojik açıdan incelenen belli başlı üç alanda su drenajı ile ilgili ölçüm ve gözlem sonuçları şöyle özetlenebilir.

A panosu: Bu pano 1988'de bütün su sorununa rağmen aktif olarak üretimde olup, Ovaçay deresinden yüzey ve yüzeyaltı sularının etkisinde idi. Ancak yüzey suları derenin ocağa en yakın kesiminde, dere yatağı G-D doğrultusunda ortalama 100 m kaydırılmak suretiyle yeri değiştirilerek ve memba tarafından yüzeylenen kil tabakası sıkıştırılarak geçici olarak sorun olmaktan çıkarılmıştır. Etkili ve uzun süreli yağışlar sonucu oluşacak taşkında bu çözüm yeterli değildir. Çünkü Ilıcaköy ve Ovacay derelerinde 10 yılda bir gelebileceği tahmin edilen toplam taşkın debisi $140 + 44,6 = 184,6 \text{ m}^3/\text{sn}$, 25 yılda bir gelebileceği tahmin edilen toplam taşkın debisi $159 + 50,4 = 209,4 \text{ m}^3/\text{sn}$ düzeyinde olup bu değerler gerçekte doğal dere yatağına sığmayacak ve bütün ekili araziye sular altında bırakacak boyuttadır. Bu durumda A panosunun tamamen su altında kalmasının kaçınılmaz olduğu belirtilmiştir.

Yüzeyaltı ve yeraltı suyu, panodaki temmuz-aralık 1988 dönemi gözlemlerine göre, oldukça düşük debilerde olup, kurulu pompa düzeyinde, ocak yatağından dışarıya atılabilmekteydi.

B panosu: Bu panoda temmuz-aralık 1988 gözlem döneminde belirgin bir su sorunu olmadığından, detay etüde gerek olmadığı belirtilmiştir. Sadece 2 yıl önce açıldığı belirtilen 40 m derinliği olan kömür sondajının önce artezyen yaptığı, ancak gözlem sırasında artezyen olma özelliğini kaybetmiş olduğu görülmüştür.

Açılması planlanan A panosu doğusundaki yeni ocakların drenajı için yüzey, yüzeyaltı ve yeraltı su sorunları detaylı incelenmiştir.

Yüzey suları açısından bu yeni pano için en belirgin problem Deliklikaya'dan gelecek olan yüzey sularıdır. Bu derenin 5 yıl, 10 yıl ve 25 yıl tekerrür süreli taşkın değerleri $Q_5 = 42,66 \text{ m}^3/\text{sn}$, $Q_{10} = 49,23 \text{ m}^3/\text{sn}$, $Q_{25} = 54,15 \text{ m}^3/\text{sn}$ (Çizelge 1 olarak hesaplandığına göre, özellikle işletmenin doğal ömrü içerisinde 10 yılda bir gelmesi olası taşkına maruz kalması çok doğaldır. Bu akımın ortalama aylık yağış değerlerinin zaman içinde değişimini veren grafiğe göre (Şekil 4) nisan yada mayıs aylarında gelmesi beklenmelidir, bu kadar büyük bir akıştan işletme alanını koruyabilmek için özel önlem gerekecektir.

Aynı panonun daha ileriki işletme safha-

larında Bölücekova deresi de, Deliklikaya deresinin yaratacağı su sorunlarına benzer sorunlar yaratacaktır. Bölücekova deresinden, beklenen 5, 10 ve 25 yıl tekerrürlü taşkın debileri; $Q_5 = 52,46 \text{ m}^3/\text{sn}$, $Q_{10} = 61,70 \text{ m}^3/\text{sn}$, ve $Q_{25} = 69,4 \text{ m}^3/\text{sn}$, olarak hesaplanmıştır (Çizelge 1). Bu değerler Deliklikaya deresi taşkın değerlerinden ortalama % 70 daha büyüktür. Bu nedenden ötürü taşkın sorunu daha büyük boyutta olacak ve çözüm daha masraflı olacaktır.

Çizelge 1'de verilen 2 yıl tekerrür süreli taşkın değerleri (Q_2), genel olarak her yıl taşkın mevsiminde beklenen ortalama değerleri temsil eder. Bu değerler ampirik olarak hesaplandığı ve havza bitki örtüsü, eğimi, jeolojisi, ve yağışa göre yönelimi ile yakından ilgili olduğundan, bazı yıllar daha büyük olacaktır. Önlemler paketi içerisinde bu debi değerlerinin sorun yaratmayacak normal değerler gibi algılanıp, drenaj yatırımlarının bunları çözümlenmesi şarttır.

8. SONUÇ VE ÖNERİLER

Göynük Maden işletmesi A panosu, iki tür su problemi ile karşı karşıyadır. Bunlar birinci grupta sadece yüzey suları, ikinci grupta ise yüzeyaltı ve yeraltı suları olarak sınıflandırılabilir. Maden alanındaki yüzey suları, halen işletilmekte olan A panosuna ve yeni açılacak panoya bu alanın kuzey sınırını oluşturan dik eğimli D-B doğrultusunda uzanan karstik kireç taşlarından doğrudan inmektedir. Ancak, bu taşkınların boyutu küçüktür. Bunların maden alanına inmesi D-B doğrultusunda uzanan kuşaklama ile önlenemez. Ancak, Bölücekova, Ovaçay ve Deliklikaya derelerinden gelebilecek taşkınların drenaj alanları büyük ve taşkın toplanma süreleri 90-110 dakika olup, büyük taşkınlardır. Bunların boyutları ampirik olarak hesaplanmıştır. Bunları engellemek için taşkın yapılarının inşası gereklidir.

Açılması düşünülen A panosunun doğusundaki yeni panonun Deliklikaya deresinden gelebilecek taşkınlarla karşı 3 olasılık önerilmektedir.

a- Dereden gelen suyun, A panosu kömürü alınıp işletilmeye kapatıldıktan sonra, yeni panonun dekapaj malzemesiyle doldurulup, buradan taban ve yamaçların özel olarak sıkıştırılmış toprak ya da beton vs. diğer kaplamalı bir kanal ile Ovaçay deresine aktarılması.

b- Yeni açılacak panodan çıkacak dekapaj malzemesinin Deliklikaya arkasındaki geniş alana yayılıp, sıkıştırılarak geçirimsiz bir yüzey oluşturup talveg kotu yükselen akarsuyun

Bölücekova deresine aktarılması.

c- Topografik yapısı sebebiyle oldukça dar bir vadinin baraj şeklinde kapatılması (Şekil 2).

Her üç seçeneğin detaylı fizibilite etüdü yapılması ve ekonomik boyutlarının belirlenmesi gerekir.

Arazi ölçümleri yapılan temmuz-araik 1988 dönemi, meteorolojik açıdan yörenin uzun dönem ortalama meteorolojik değerleriyle karşılaştırıldığında, olağan dışı bir yıl (yağışlı veya kurak) olmadığı, normal (ortalama) bir dönem olduğu belirlenmiştir. Bu sebeple yağışlı dönemlerde yeni açılacak panoda karşılaşılabilecek su sorunlarının daha büyük boyutlarda olması beklenebilir.

Su ölçümleri, su seviyesi ve kaynak verilerinin en düşük dönemi olduğundan A panosuna güney ve kuzey yamaçlardaki kaynaklardan geleceği hesaplanan debiler en düşük debi değerleridir. Yüzeysel suları ile direk ilgili oldukları su kimyası analizleriyle belirlenen bu kaynakların ve benzeri kaynakların yağışlı dönemlerde debilerinin artması beklenebilir.

Yeraltı suyunun yönü, yüzeysel drenaj sisteminden, kömür alanında dereciklerden, mevcut su kuyularından ve az sayıdaki kömür sondaj kuyularından elde edilen gözlemlere dayanmaktadır. Bu verilere göre açılacak yeni panoda yüzeysel suları yönü kuzeyden güneye, yüzeysel suları yönü doğudan batıya. Mevcut panoda ise, Ovaçay deresinden gelen yüzeysel suları doğudan batıya, yüzeysel ve yeraltı sularının yönleri ise kuzeyden güneydir.

Açılması düşünülen yeni pano için Kömür cevherinin ve üzerindeki bitümlü şist, kil, marn, tuf ve toprak tabakalarının derinlik ve yayılımının daha hassas belirlenebilmesi için sondaj kuyusu sayısının artırılması önerilebilir. Böylece tuf tabakası hariç düşey iletim katsayıları çok düşük olan kömür üstü katmanlardaki kırıklı bunların su iletim özelliklerinin belirlenmesi mümkün olabilir.

Yeni açılacak panodan cevher üretimi sırasında Ovaçay, Deliklikaya ve Bölücekova dereleri doğal yataklarında bırakılmaları halinde, bu suların yatağından en az 35-50 m topuk mesafesi bırakılması önerilir.

Şekil 3'de Schoeller diyagramı şeklinde verilen su kimyası analiz sonuçlarına göre A panosuna güney yamacındaki 7 adet kaynağın kökenlerinin Ovaçay deresi olduğu belirlenmiş olup, kuzey yamacındaki tek kaynağın, A panosu kuzey sınırındaki dökülmüş dekapaj malzemesi

arkasına depolanan yüzeysel sularından olduğu belirlenmiştir.

A panosu doğu yamacından alınan kömür, bitümlü şist, kil ve toprak numunelerinin, laboratuvar testleri sonucu belirlenen gerek düşey, gerekse yatay geçirimsizlik değerleri oldukça düşüktür. Bu durumda, Şekil 6.a'da verilen, kömür cevheri alanının düşey kesiti incelendiğinde, heyelana sebep olduğu bilinen ve arazi etüdüleri sırasında gözlenen kömür ile altındaki kil tabakası arasındaki miktarca az, fakat devamlılık gösteren (Şekil 6.b) su yüzeysel kırıklı zonlar yoluyla tuf tabakasına erişmekte, bu tabakanın yatay yayılımına göre yönelmekte ve yine kırıkların oluşturduğu ikincil gözeneklilik daha derindeki bitümlü şist ve kömüre inmektedir.

Açık ocak işletmesi alanında bulunan birimlerin geçirimsizlikleri oldukça düşük olup bir akifer özelliği göstermemektedirler-. Açık işletmeye gelen yeraltı suyunun daha çok tektonik unsurların kontrolünde olduğu düşünülmektedir. Kuyularda farklı geçirimsizlik değerlerinin bulunması, kuyu yerinde kesilen kırık ve çatlak yoğunluğuna bağlıdır. Öte yandan, killi, şistli birimlerin kömür tabakalarıyla geçişli olması da geçirimsizliği büyük ölçüde etkilemektedir.

Açık ocak işletmesinde ortaya çıkan yeraltı suyunun, çeşitli boyutlardaki kırıklar boyunca, büyük bir olasılıkla Deliklikaya dolayında bulunan ve bir akifer özelliği gösteren kireçtaşlarından iletilmektedir (Şekil 2). Nitekim, açık ocak işletmesindeki A panosundan çıkan kaynak suyunun fizikokimyasal özellikleri ile Deliklikaya dolaylarındaki kireçtaşlarından çıkan suyun özellikleri büyük bir önem taşımaktadır.

Buna karşın, kömür seviyelerinde bulunan yeraltı suyunun fiziksel ve kimyasal özelliklerinden bu suyun uzun bir süre yeraltında kaldığı düşünülmektedir. Ancak, düşük miktarlarda olan bu suyun drenajı, işletme koşullarını etkileyecek boyutta bir sorun oluşturmayacaktır.

Daha önceki çalışmalar sırasında, laboratuvarında, karot örnekleri üzerinde yapılan geçirimsizlik deneylerinden alınan sonuçlar ile kuyu pompalama deneylerinden alınan sonuçlar arasındaki farklılık yapılan deneylerin farklı özellikler göstermesinden dolayı ortaya çıkmaktadır. Laboratuvarında test edilen karotlar daha çok noktasal değerler vermektedirler. Birincil gözeneklilik olarak adlandırılan ve sedimentasyon sırasında kazanılan boşluklu yapının belirlendiği geçirimsizlik değerleri akiferden çok, litolojik birimlerin özelliğini göstermek-

tedir. Oysa, pompalama deneylerinin sonucunda alınan geçirimsizlik değerleri ikincil gözeneklilik olarak adlandırılan kırıklı ve çatlaklı yapıyı da dikkate alarak akifere ait özellikleri vermektedir. Değerlendirmelerde bu konuların dikkate alınması gerekir.

KAYNAKLAR

- ABDÜLSELAMOĞLU, Ş.M., 1956, "Göynük-Mudurnu ve Beydili bölgesinin jeolojisi," M.T.A. Genel Müdürlüğü, rapor no: 2391, 23 s.
- AFŞİN, M., 1984, "Kayabaşı-Çayköy (Göynük-Bolu) Yöresinin Jeolojisi ve Kayabaşı Bitümlü Şistleri," Yüksek Lisans Tezi, A.Ü. Fen Fakültesi, Ankara, 38 s.
- AKTI MUR, T. ve diğerleri, 1983, "Bolu ve Yakın Çevresinin, Yerbilim Sorunları ve Muhtemel Çözümleri," MTA Genel Müdürlüğü, rapor no: 7387, 79 s.
- BEYAZIT, M., 1979, "Hidroloji," İTÜ Kütüphanesi, Sayı 1138, İkinci baskı.
- DEMİRBUGAN, M.A., 1987, "Göynük (Bolu) Linyitleri Maden işletme Etüdü," Yüksek Mühendislik Tezi, H.Ü. Mühendislik Fakültesi Ankara, 251 s.
- DMİ, 1987, "Türkiye'nin Yağış-Şiddet-Süre Tekerrür Analizleri," Devlet Meteoroloji İşleri Gn.Müd., Ankara (Baskıda).
- KAYABAK, K., 1986, "Ahmetbeyler Köyü (Göynük-Bolu) Dolayının Jeolojisi," Yüksek Lisans Tezi, A.Ü. Fen Fakültesi, Ankara, 60 s.
- LANGE, S.P., 1966, "Bolu Bölgesinin Linyit Etüdü," MTA Genel Müdürlüğü, rapor no: 3588, 12 s.
- RANDOT, I., 1955, "Göynük Yakınında Kuyupınar, Himmetoğlu, Bölücekova Linyit Zuhurları," MTA Genel Müdürlüğü, Rapor no: 2432, 48 s.
- SARI, A., 1986, "Himmetoğlu Yöresinin Ekonomik Jeolojisi," Yüksek Lisans Tezi, A.Ü. Fen Fakültesi, Ankara, 34s.
- STOHEPINSKY, V., 1941, "Kocaeli - Bolu - Bursa - Eskişehir Mintikasının Umumi Jeolojisi," MTA Genel Müdürlüğü, Rapor no: 1316, 24 s.
- TURGUT, A.T. ve diğerleri, 1985, "Bolu-Göynük Neojen Havzasının Linyit Olanakları," MTA Genel Müdürlüğü, Rapor No: 6885, 18 s.
- TUNCAY, S., 1986, "Himmetoğlu-Kuyupınar (Göynük-Bolu) Kömür Havzalarının Jeolojisi Kömür ve Bitümlü Şeylerinin Petrografik İncelenmesi," Yüksek Lisans Tezi, A.Ü. Fen Fakültesi, Ankara, 105 s.