

Türkiye 16. Madencilik Kongresi / 16<sup>th</sup> Mining Congress of Turkey, 1999, ISBN 975-395-310-0

## ZONGULDAK (TTK) HAVZASINDAKİ YERALTI UZAKTAN GÖZLEM VE KONTROL SİSTEMLERİNİN İNCELENMESİ

### INVESTIGATION OF THE UNDERGROUND REMOTE MONITORING AND CONTROL SYSTEMS IN ZONGULDAK REGION

F.KOÇAL

Karadeniz Teknik Üniversitesi, Maden Mühendisliği Bölümü, TRABZON

**ÖZET:** Bu çalışmada, yeraltı uzaktan gözlem ve kontrol sistemlerinin Zonguldak bölgesindeki uygulamalarına ait gözlemler yapılmıştır. Mikro elektronikteki gelişmeler yeraltında çok sayıdaki uzak noktalardan bilginin hızlı ve ekonomik taşınmasını sağlamıştır. Ayrıca PLC aynı zamanda herhangi bir tehlike anında bütün ekipmanın içinde güvenilir bir kontrol sağlamaktadır. Dolayısıyla bugün hemen tüm ülkelerde yeraltı gözlem ve kontrol sistemleri kullanılmakta olup bu yalnızca yasal bir zorunluluğu yerine getirmek değil madenin genel emniyetini sağlamak için yapılmaktadır. Her ne kadar Türkiye'de yeraltı uzaktan gözlem sistemlerinin kullanılması yasal bir zorunluluk değilse de özellikle Zonguldak bölgesinde bazı uygulamalar bulunmaktadır.

**ABSTRACT:** In this study, observations were made related to the applications of underground remote monitoring and control systems used in Zonguldak coal field. Development in micro-electronics have permitted the transfer of information from a large number of remotely placed points at a quite acceptable cost in mining. The use of PLC (Programmable Logic Control ) devices also provides reliable control measures to be taken over any of electrical equipment in case of emergency. Therefore, environmental monitoring and control systems is now a routine for all mines and is carried out not only to satisfy legal requirements but to increase the safety of the mine in general in almost all developed countries. Although the use of environmental remote monitoring in Turkey is not a legal obligation at the moment, there are some applications at especially in Zonguldak coal field.

#### 1.GİRİŞ

Zonguldak'a (TTK) bağlı müesseselerde kullanılan bilgisayarlı sistemler genel olarak izleme ve kontrol işlevlerini birlikte yürütecek şekilde dizayn edilmiştir. Ana çalışma prensibi ise hatlardaki gerilim veya akım şiddetlerinin farklılık göstererek sinyal üretmesi ve bu sinyallerin veri olarak algılanmasıdır.

Zonguldak (TTK) bölgesindeki bilgisayarlı kontrol sistemlerinde iki yönlü çalışma vardır. Birincisi ocak atmosferi ile ilgili analizler (metan, karbonmonoksit, ısı, hava basıncı, basınç farkı, su basıncı, su seviyesi, oksijen, hava kapısı anahtarı, yardımcı vantilatör anahtarı) ikincisi ise, ocaktaki makine ve ekipmanlar ile ilgili (bant kayma sensörleri, bant emniyet kilitleri, bant terazisi sensörleri ve vibrasyon ölçme sensörleri) analizleridir.

Yeraltı ortam şartlarını tam yansıtan verilerin elde edilmesinde algılama kafalarının doğru yerleştirilmesi çok önemlidir bir kriterdir. Örneğin, metan sensörü algılama kafasının tavandan 30cm ve galeri yan duvarlarından yeteri kadar uzakta olması gerekir. Hava hızı ölçerken ise en uygun yer hava

yolu kesitinin geometrik merkezidir (Dixon ve Ediz,1995)

#### 2. KOZLU MÜESSESİNDE METAN (CH<sub>4</sub>)-KARBONMONOKSİT (CO) UZAKTAN GÖZLEM VE KONTROL SİSTEMİNİN ÖZELLİKLERİ

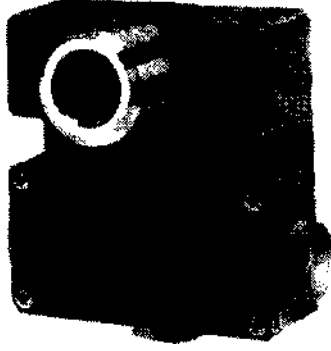
İçerisinde 25m<sup>3</sup>/ton civarında metan bulunan Kozlu Müessesesinde yapılan tüm hazırlık ve üretim çalışmalarında açığa çıkan metan (CH<sub>4</sub>) ve karbonmonoksit (CO) gazlarını kademeli ve kontrollü olarak izlemek amacıyla 26 adet CH<sub>4</sub> ve 21 adet CO sensörü olmak üzere toplam 47 adet sensörle işlem yapılmaktadır. Çizelge 1'de katlara göre sensör yerleşimi görülmektedir.

Sisteme bağlı olarak yeraltına monte edilmiş olan metan ve karbonmonoksit sensörleri ile söz konusu gazların ocak havası içerisindeki miktarları aralıksız olarak bir merkezden izlenebilmekte ve bu sayede grizu infilakaları ile ocak yangınları öncesi gerekli önlemlerin alınması sağlanmaktadır.

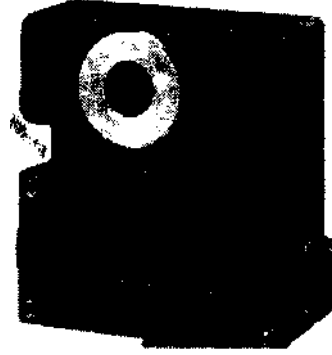
Bu sistem Japonya Riken firması tarafından kurulmuştur. Yeraltına monte edilen sensörlerden, (GD A2 metan sensörü (Şekil 1) ve alarm ünitesi GP 105-107A ile EC-1200 CO sensörü (Şekil 2)) gelen gaz yoğunluğu sinyalleri yine ocağa yerleştirilen GL

74-A verici istasyonuna gelirler. Vericideki kartlar sayesinde sayısal kodlara dönüşerek bir çift

kablo



Şekil 1. Metan Sensörü



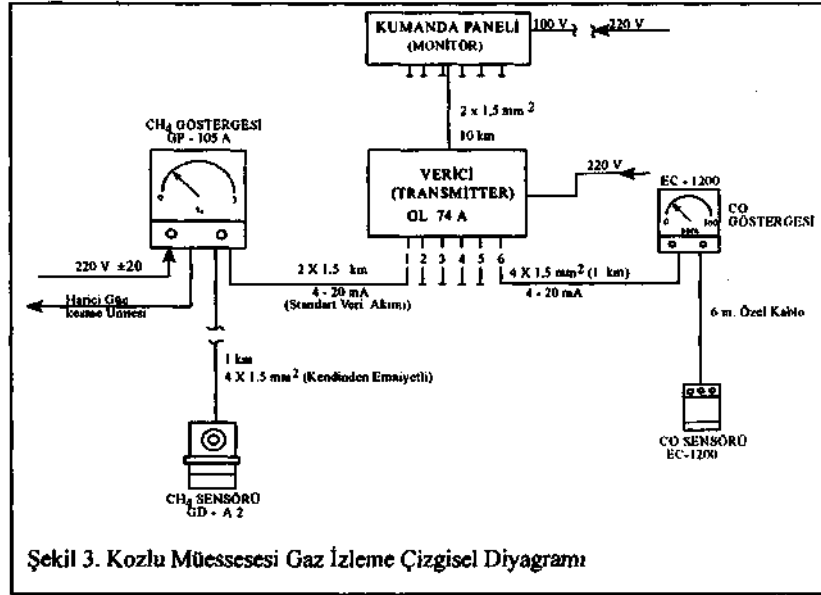
Şekil 2. Karbonmonoksit Sensörü

(2x1.5 mm<sup>2</sup>) üzerinden yerüstü merkezi kumanda odasına iletilirler. Yayınlanan sayısal kodlar yerüstündeki kumanda merkezinde frekans filtrelerinden geçirilip demodule edilir. Karakterlerine göre ayrı ayrı toplam kontrol ve gözetimleri yapılır ve merkezi bilgi işlem ünitesinde değerlendirilirler. Yerüstü kontrol merkezi ile istasyon arasındaki maksimum mesafe 10 km, verici ile sensör arasında 4 km olmak üzere 14km'lik mesafedeki ocağı kontrol etmek mümkündür. Şekil 3'de Kozlu Bölgesindeki uzaktan gözlem sistemi çizgisel diyagramı görülmektedir.

Sistemin ölçüm aralığı metan için %0.00 ile % 3 ve karbonmonoksit için 5-100 ppm arasındadır.

Hatasız gelen sinyaller 4- 20mA'lık analog değerlere dönüştürülüp kanallara iletilir. % 0.00 metanı 4 mA % 3 metanı 20 mA'lık akım temsil eder.

Sistemin gaz alarm seviyeleri; metan % 1.5'ta 1. alarm (sarı) % 2'de 2. alarm (kırmızı) karbonmonoksit 10 ppm'de 1. alarm (sarı) 25 ppm'de 2. alarm (kırmızı) şeklinde ayarlanmıştır. Gaz oranını içeren sinyaller daha önceden ayarlanmış değeri aşarsa sistem alarm verir. Bu alarm gözle görülebilir ve kulakla işitilebilir. Aynı anda yazıcı ünite olayın zamanını, yerini, gazın cinsini ve oranını otomatik olarak kaydeder. Her 7-8



sanide değişen değerler monitörden izlenebilir. Sistem 58 sensör kapasiteli olup 14 adet kanal ilave yapılarak kapasitenin 72'ye çıkarılması mümkündür.

Şekil 4'de Kozlu Müessesesinin ocak planı, çizelge 1 'de de sensör yerleşim yerleri görülmektedir.

Çizelge 1. Kozlu Müessesesindeki Sensör Yerleri

Sensörlerin bulunduğu yer	Ocak No	Metan [CH <sub>4</sub> ]	Karbonmonoksit [CO]	Otomatik devre kesici	Telefon No
+ 13 Katı	4	1	1	-	-
-200 Katı Nefeslik Başı	2-3	6	4	Var	3243
-300 Kan Lağım ve -3S6 makası	2	5	3	Var	3283
-425 Kat Lağım ve pervane yanı	5-6	9	9	Var	3289
-485 Katı Lağım ve Trafo Kabini İlerisi	1-5	4	4	Var	3273
-560 Katı Varagel Dibi	6	1	-	Var	3173

İzlenmekte olan 47 adet sensöre ilaveten yeni hazırlanmakta olan panolar takip edilmekte olup, ihtiyaç duyulan noktalara sensör ilavesi için yedek aparat mevcuttur.

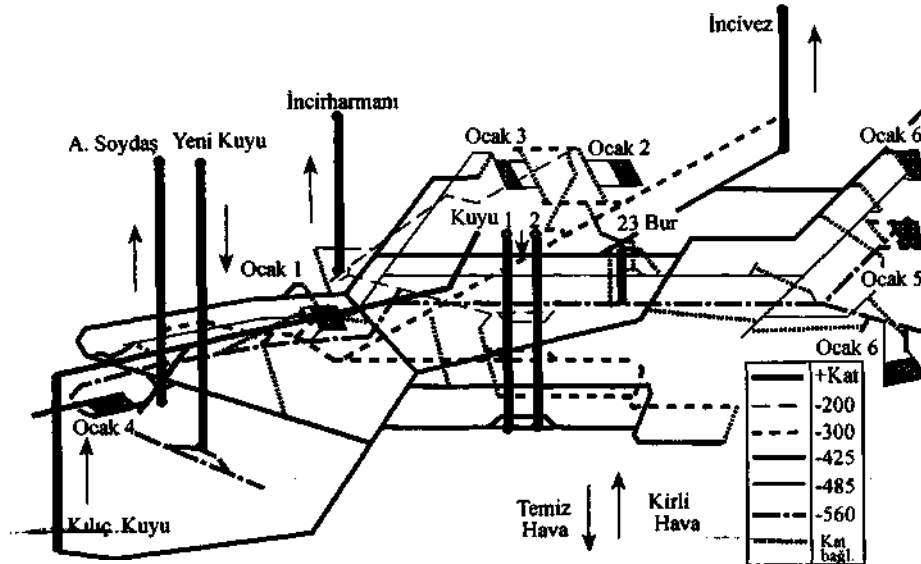
Haberleşme yeraltında belirli yerlerdeki telefonlarla yapılmaktadır.

Bu sistemden bağımsız olarak çalışacak yeni bir sistem Japonya Jawaika firması tarafından kurulmuştur Bu sistem IBM uyumludur. Şu anda sadece deneme amacıyla sisteme 3 adet CO sensörü bağlanmıştır. Bu sisteme farklı izleme sensörleri ilave edileceği yetkililerce söylenmiştir.

### 3. ÜZÜLMEZ MÜESSESİNDEKİ (ASMA-DİLAVER) UZAKTAN GÖZLEM VE KONTROL SİSTEMİNİN ÖZELLİKLERİ

Bu sistemde madencilikte önemli sayılan emniyet tedbirleri ölçüsünde gerekli algılayıcı ve 24 saat çalışan sensörler mevcuttur. Bu sensörler; metan, karbonmonoksit, hava hızı, vibrasyon, ısı, nem, hava basıncı, basınç farkı, yardımcı fan çalışma, hava kapısı, su seviyesi, dolu-boş gösterme sensörleri olmak üzere geniş kullanma alanına sahiptir.

Bu sistem İngiltere Monarc firması tarafından kurulmuştur. Bu sistemde, ana kumanda merkezi ile verici (ara istasyon) arası iletimi sağlayan iki ana hat vardır. Bu hatlar A,B hattı diye isimlendirilir. İstenirse kullanma alanı D,C hatları kullanılarak artırılır. Her hatta en fazla 14 adet verici montajı mevcut olup, hat sayısı 4'e çıkarılırsa verici sayısı 56 olur. Bu ise her vericiye montajı yapılacak sensör sayısının 14 kadar olduğu göz önüne alındığında kullanma alanının ne kadar geniş kapsamlı olduğunu ortaya çıkarmaktadır. Yeraltı madenciliği için en önemli sayılan metan gazı tehlike sınırlarını aşan değerlere geldiği zaman bulunduğu alanın elektrik sistemini kesmek suretiyle güvenlik önlemini otomatik olarak devreye sokması en önemli özelliklerinden birisidir. Bu her verici için gereklidir. Verici çalışma gerilimi 8V olup hem çalışan kişiler için hem de yeraltı çalışma şartları açısından tehlike arz etmez.

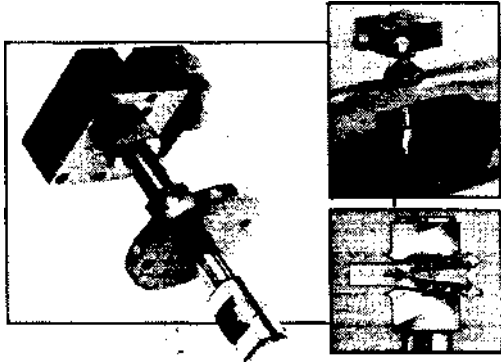


Şekil 4. Kozlu Müessesesinin Ocak Havalandırma Planı

Kullanılan vericilerin bir başka Özelliği de yeraltı galerilerinde kullanılan hava kapılarının açık/kapalı olduğunu göstermesidir. Önemli yerlerde bulunan kapıların uzun süre açık kalması halinde müdahale imkanı vardır. Çalışan tulumbaların arıza teşkil eden titreşim değerlerini aşması halinde uyarması da bir başka özelliğidir. Bu tulumbaların hangi zamanda çalıştırılıp stop edildiğini göstermesi içinde ana kumanda merkezi aracılığı ile de anlama imkanı vardır. Yeraltından gelen her sinyali 2 saniyede algılaya imkanı mevcuttur. Gelen alarmlar printer aracılığı ile yazılmaktadır. Sistemde kullanılan her sensör için en az iki ay geriye doğru değer alma ve okuma olanağı vardır . Bu değerler grafiksel olduğu gibi rakamsal olarak da alınır. Ana kumanda bilgisayarı ekranında kat planları işlenmiş olup her hangi bir değişiklikte güncelleştirilme imkanı vardır.

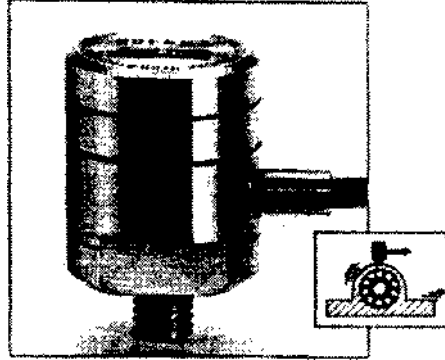
Haberleşme megafon ile yapılmaktadır. Ana bilgisayarlar ani gerilim kesilmelerine karşı kesintisiz güç kaynağı ile korunmakta olup iki saat çalışmasını sürdürebilmektedir.

Sensörlerin kalibrasyonu belirli zamanlarda yeraltı ya da yerüstünde yapılmaktadır. Hava hızı sensörleri kullanım süreleri en uzun olanıdır. Karbonmonoksit sensörlerinin altı ay sonra başlıklarının değişmesi gerekir. Metan sensörlerinin kullanılan başlıkları kesmediği sürece kalibre edilerek güncelleştirilir. Tüm sensörlerin çalışma voltajı 8-12 v'tur. Sinyal voltajı 0.40- 2 volt arasındadır. Metan sensörleri % 0.00 ile % 4 'e kadar değer gösterir. Karbonmonoksit sensörü 0- 100 ppm arasındadır. 25 ppm'de ilk alarm 50 ppm'de ikinci alarm verir. Hava hızı sensörleri en az 0.5-5m/s, 0.5-10 m/s, 0.5-15 m/s, 0.5-20 m/s, 0.5-25 m/s değerler ayarlanmak sureti ile galeriden geçen hava hızı ölçülür. Şekil 5'de hız sensörü görülmektedir. Hava kapısı bağlantıları dijital veriler ile olduğu için herhangi bir voltaj yoktur.



Şekil 5. Hava Hızı Sensörü.

Bu sistemde kullanılan üç tip verici (ara istasyon) mevcuttur. Bunlardan iki tanesi ana bilgisayar tarafından algılanmakta ve adreslenmek suretiyle yerleri belirtilmektedir. HD tipi vericiler gaz ölçüm değerlerinde, HA 14 tipi vericiler bant konveyör sistemlerinde kullanılır. Bu iki verici ana kumanda merkezi ile irtibatlıdır. HB2 tipi vericiler bant sistemlerinde kullanılmakta olup merkez ile irtibatı yoktur. Vericiler ile merkez arasında irtibat 4\*1.5 mm<sup>2</sup> özel kablo ile yapılmakta, sensörlerde aynı kablo ile monte edilmektedir. Verici ile sensör arası kablo mesafesi en fazla 750 m kadar olup bu mesafe ara yükselticiler kullanılarak 1500 m'ye çıkarılabilir. Her vericiye istendiğinde yedi adet verici bağlanabilmektedir.



Şekil 6 Vibrasyon Sensörü.

Vibrasyon sensörleri makine üzerinde titreşim ile çalıştığı için istenmeyen arızaların meydana gelmemesi değerler ayarlanarak önlenir. Bu hem arıza için hem de makinenin hangi zamanlarda çalıştığını anlama açısından bilgi olarak aktarılır. Şekil 6'da vibrasyon sensörü görülmektedir.



Şekil 7. Seviye Sensörü.



Bunlardan başka 2 adet nem sensörü, 5 adet hava kapısı, 9 adet vibrasyon sensörü, 1 adet bant terazisi sensörü olmak üzere toplam 95 adet sensör kullanılmaktadır. Zonguldak Havzasındaki diğer müesseselerde de benzer sistemler kullanılmaktadır.

#### 4. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Uzaktan gözlem ve kontrol sisteminin ana amacı "işçi sağlığı ve iş güvenliğini sağlamaktır. Sistem birçok özellikleri sonucu iş güvenliğini tehlikeye sokabilecek durumların önceden saptanmasına yardımcı olmakta ve verimi yükseltmektedir.

Bu avantajlarına rağmen uzaktan gözlem ve kontrol sistemleri değişik nedenlerle tam kapasiteyle çalışmamakta, kullanılamamaktadır. Bunun başlıca sebebi ise sistemi kullananlar ile kuranların farklı kişiler olması ve kullanıcıların sistemi tam olarak kavrayamamalarıdır.

Şu anda Kozlu müessesinde kullanılan sistem IBM uyumlu değildir. Bu sisteme ilave edilmesi gereken sistemleri şöyle sıralayabiliriz:

- Ana yollardaki kapıların izlenmesi
- Hava hızının izlenmesi
- Atmosferik (Barometrik) basıncın izlenmesi
- Sıcaklığın ve nemin izlenmesi
- Ana vantilatörlerin izlenmesi
- Ocak yangınlarının izlenmesi, özel geliştirilmiş sensörlerle bant konveyör yangınlarının tespiti, otomatik kontrolü, nakliyatın, bunkerlerin izlenmesi
- kontrolü, ayak mekanizasyonu ve diğer tesislerin izlenmesi
- Uzun süreli bilgilerin depolanması ve istenilen bilgilerin yeniden kullanımı ve raporlama için yönetim bilgi sistemleri. Kozlu müessesinde yeni kurulan sisteme bu parametrelerin ilave edileceği ve sensör siparişlerinin verildiği belirtilmiştir.

Ayrıca yapılan çalışmalar neticesinde Kozlu bölgesinde aşağıda sıralanan durumlar gözlenerek özetlenmiştir;

- (1) Hazırlıklar yapılırken (üretim raporları hazırlanırken) ölçme sistemleri göz önünde bulundurulmalıdır. (Yapılan hazırlıklara izleme sistemleri zaman zaman usulsüz bir şekilde yudurulmaktadır)
- (2) Bu sisteminin olağan üstü bir durumda neler yapması gerektiği standarda veya bir programa bağlanmalıdır. Kişisel yorumlara bırakılmamalıdır.
- (3) Bu sistem havalandırma şebekesi dizaynıyla paralel yürütülmelidir. Varsa hız sensörleri şebekeye katkıda bulunacak tarzda yerleştirilmelidir.

(4) Bu sistem ile gaz analizi ve kurtarma operasyonları iç içe olmalıdır veya birbiriyle bağlantılı olmalıdır.

(5) Bu sistemde çalışacak olan operatörler ilgili ocağı, program olsa dahi, çok iyi tanıyan, yorum yapabilecek elemanlar olmalıdır.

(6) Uzaktan gözlem sisteminin izlenmesi, bakımı, kalibrasyonu, tüm faaliyetleri bir birim altında toplanmalıdır.

(7) Malzeme akışı çok iyi sağlanmalı, temin edilemeyen malzeme yüzünden sistemde aksama olmamalıdır.

(8) Bu sistem çok iyi bir haberleşme sistemi ile desteklenmelidir. Etkili haberleşme çok önemlidir

(9) Ocağın izlenmesinde mevcut tüzük ve yönerge maddelerine göre hareket edilmelidir. Örneğin; tüm pano çıkışlarında CH<sub>4</sub> ve CO, aynı hava akımından yararlanan ayakların çıkışlarında ise metan izlenmelidir. (Tüzük 184) gibi yapılacaklar belirtilmiş olmalıdır. Böyle belirleyici bir hüküm olmazsa, her müessese kendine göre bir uygulama standardı oluşturmalıdır.

(10) Tüzük 163. maddeye göre çalışmanın durdurulması sistem tarafından uygulanabilmelidir.

(11) Operatörler aynı zamanda izlenen tüm sensörlerin yerlerini bilmeli ve sensörlerin yer değişimi, kalibrasyonu gibi konularda yetkili ve bilgi sahibi olmalıdır. Bu hususlar ilgili birim amiri tarafından çok iyi organize edilmelidir.

(12) İzlemeden sorumlu birimin dışında hiçbir birim sensör yerleriyle oynamamalıdır. Görülen aksaklıklar ilgili birime iletilmelidir.

(13) Herşey yapılacak işletme sistemine göre ayarlanmalıdır.

(14) Ocakların (havalandırma açısından) çok geniş alana yayılması kontrolü güçleştirmektedir. Bunun için gerekli önlemler alınmalıdır.

(15) Önemli ve kritik yerlerde CH<sub>4</sub> ölçerlerle sistem desteklenmelidir.

(16) Olası tehlikelerde sorumluyu ortaya çıkarabilmek için belirli bir tarihe kadar konuşmaların kaydedilmesi gerekir. Buda tele sekreter veya benzer bir yöntemle çözülebilir.

Zonguldak bölgesinde ilerideki çalışmalarda öncelikle daha hassas ölçümler yapabilen sensörlerin teminine çalışılmalıdır. Kendi kendini kontrol etme fonksiyonu içeren otomatik ve geniş ölçüm aralığına sahip yüksek performanslı yeni tip sensörlerin kullanımı öncelikli bir hedef olmalıdır. Bu tip özelliklere sahip sensörler ocağın güvenliğini arttırabilecektir.

Modern bir yeraltı gözlem sisteminin en temel özelliği sürekli görsel gösterim ile desteklenen geniş güçlü dijital bir veri depolama sistemine sahip olmasıdır.

Yeraltı gözlem ve kontrol sisteminin etkinliğinin arttırılabilmesi için, gözlemlerin yalnız merkezi istasyondan değil modern bağlantıları ile gerek idarecilerin, gerekse yeraltı havalandırma ve emniyetinden sorumlu mühendislerin ev, büro gibi yerlerde 24 saat izlemesi sağlanmalı, anında müdahale için gerekli haberleşme sistemi kurulmalıdır. Tehlike anları ve alınan tedbirler, uyarılar, alarm gibi durumları rapor eden fonksiyonlar sistemin özelliklerine ilave edilmelidir. Ayrıca bağımsız olarak çalışabilen programlanabilir sensörlerin kritik bölgelerde kullanılması, tehlikenin zamanında anlaşılması ve gerekli akım veya elektriğin kesilmesinde zaman kazandırabilir.

Kuyu nakliye sistemlerinin çalışmasının izlenmesi de yine böyle bir gözlem sisteminin bir fonksiyonu olabilir. Bunun avantajı herhangi bir arıza durumunda, zamanında tespit anında müdahale imkanının elde edilmesidir.

Özellikle yeraltı madenciliğinde uzaktan gözlem ve kontrol sistemlerinin kullanımı, elektronikteki gelişmelere bağlı olarak oldukça yaygınlaşmıştır. Bu sistemlerin kullanımı çoğu gelişmiş ülkelerde yasal bir zorunluluk haline gelmiştir. Ülkemizde de özellikle Zonguldak bölgesinde bu sistemlerin kullanılması toplam emniyet açısından bir zarurettir. Ancak bu sistemden arzu edilen yararların sağlanabilmesi bunların iyi etüt edilip gerekli organizasyonun kurulması ile olabilir. Bunun için ayrı bir birim oluşturup bu birimin sistemle ilgili hususlarda tek yetkili olması sağlanmalıdır. Birimde çalışan personel konu ile ilgili olarak aydınlatılmalıdır. Örneğin, sensörlerin doğru yerleştirilmelerinden, periyodik bakım ve kalibrasyonlarından, iletim sistemi, kontrol odası yönetimi, haberleşme ağı, kritik alanlarda yapılacakların standarda bağlanması karmaşık olmayan alarm ikazlarının geliştirilmesi ve bunun tüm çalışanlara öğretilmesi gibi tüm hususlar da açık olarak belirlenmelidir.

Ayrıca maden emniyet tüzüğünde de bu tip sistemlerin uygulanmasıyla ilgili hükümlerin yer alması için gerekli çalışmalar yapılmalıdır.

Ülkemizde de bu tip sistemlerin kendi imkanlarımızla kurulması için gerek donanım gerekse yazılım ile ilgili çalışmalar üniversitemiz ve ilgili kurumlar işbirliği ile yürütülmelidir.

#### KAYNAKLAR

- Kocal, F. 1996. *Yeraltı Madenciliğinde Uzaktan Gözlem Ve Kontrol Sistemlerinin Gelişimi Ve Zonguldak Bölgesindeki Uygulamaları*. Yüksek Lisans Tezi. DÜ Fen Bil. Enst.
- Dixon, D.W. ve Ediz, İ.G. 1995. *İngiliz Kömür Madenlerinde Yeraltı Gözlem Sistemlerindeki Son Gelişmeler*. Türkiye 14. Madencilik Kongresi. TMMOB Maden Mühendisleri Odası.
- Riken CH<sub>4</sub>/CO Kumanda sistemi Erken Uyarı Tesisleri kullanma Klavuzu

