



# DEÜ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ MÜHENDİSLİK BİLİMLERİ DERGİSİ



Cilt: 16 No: 1 Sayı: 46 sh. 59-67 Ocak 2014

## YERALTI KÖMÜR İŞLETMELERİNDE GAZ İZLEME VE ERKEN UYARI SİSTEM TEKNOLOJİSİNİN İŞ KAZALARININ ÖNLENMESİNDEKİ ÖNEMİ

### (IMPORTANCE OF GAS MONITORING AND EARLY-WARNING SYSTEM TECHNOLOGY IN PREVENTING OCCUPATIONAL ACCIDENTS OF UNDERGROUND COAL MINES)

Tahir MALLI<sup>1</sup>, Mete KUN<sup>2</sup>, Halil KÖSE<sup>3</sup>,

#### ÖZET/ABSTRACT

Gelişmiş ülkelerin ortak ihtiyacı olan enerji, günümüzde nükleer enerji santrallerinden, termik santrallerden, yenilenebilir enerji, vb. kaynaklardan üretilse de, fosil bazlı enerji kaynaklarının enerji üretimindeki yeri yadsınamaz. Dünyada ve ülkemizde gelişmeye paralel olarak artan enerji hammaddesi ihtiyacı, enerji politikaları doğrultusunda diğer kaynakların yanında kömüre olan talebi de arttırmaktadır. Bu nedenle, kömür işletmelerinin en yüksek verim ve kapasitede, emniyetli ve uygun çalışma koşullarında üretim yapması ön plana çıkmaktadır. Yüksek riskler içeren madencilik faaliyetleri, ağır çalışma koşullarının yanı sıra, yeraltı madencilik çalışmaları sırasında doğayla mücadeleyi de gerektirmektedir. Bu süreç, özellikle yeraltı kömür madenciliği düşünüldüğünde, iş kazalarını da beraberinde getirebilmektedir. Mevcut taleplerin karşılanması, olası iş kazalarının önüne geçilmesi, sistemli bir çalışma yapısı oluşturulması için hazırlanan kanun, tüzük ve yönetmeliklerde belirtilen emniyet tedbirleri işletmelerde kesinlikle dikkate alınmalı ve uygulanmalıdır. Bu amaçla çalışmada; özellikle yeraltı kömür işletmelerinde insan faktöründen kaynaklanabilecek tehditlerin ortadan kaldırılmasına yönelik olarak, merkezi gaz izleme ve erken uyarı sistemi örnek bir işletme verileri üzerinde değerlendirilmiş ve elde edilen sonuçlar yorumlanmıştır.

*The place of fossil fuels in energy generation is significant for developed countries however; nuclear power plants, thermal power plants and renewable energy sources are widely used at present. Energy raw materials requirement in the world, as well as in Turkey with respect to rapid growth reveals the increasing demand of coal in addition to other resources in accordance with energy policies. Hence, the importance of operating coal mines with safe and suitable working conditions, in highest capacity and efficiency comes into prominence. The mining operations with high risks include nature control as well as heavy working conditions. This process brings forward the risk of occupational accidents regarding underground coal mining operations. The safety precautions stated in law, rules and regulations should be strictly taken into account and applied to prevent possible occupational accidents, to form a systematic working structure and to meet current demands. For that purpose, the data of a central gas monitoring and early-warning system belonging to a reference mining company is evaluated and discussed in this study to prevent human factor based risks in underground coal mines.*

#### ANAHTAR KELİMELEK/KEYWORDS

Yeraltı kömür madenciliği, Gaz izleme teknolojisi, İş sağlığı ve iş güvenliği  
*Underground coal mining, Gas monitoring technology, Occupational health and safety*

<sup>1</sup> Dokuz Eylül Ün., Müh.Fak., Maden Müh. Böl., Tınaztepe, Buca, İZMİR, e-posta: tahir.malli@deu.edu.tr

<sup>2</sup> Dokuz Eylül Ün., Müh.Fak., Maden Müh. Böl., Tınaztepe, Buca, İZMİR, e-posta: mete.kun@deu.edu.tr

<sup>3</sup> Dokuz Eylül Ün., Müh.Fak., Maden Müh. Böl., Tınaztepe, Buca, İZMİR, e-posta: halil.kose@deu.edu.tr

## 1. GİRİŞ

Ülkemiz elektrik ihtiyacı arttıkça, enerji politikaları doğrultusunda diğer enerji kaynakları yanı sıra, kömür ihtiyacı da artmaktadır. Artan talep doğrultusunda, özellikle yeraltı kömür madenlerinin yüksek verim ve kapasite ile, emniyetli ve uygun çalışma koşullarında işletilmesi ön plana çıkmaktadır.

Doğası gereği oldukça yüksek riskler içeren ağır iş kollarından madencilik, dünyada yaklaşık 30 milyon insanın çalıştığı dev bir sektördür ve yaklaşık 10 milyon kişinin de kömür ocaklarında çalıştığı düşünülmektedir. Madencilik çalışmaları, ağır koşullarda çalışmanın yanı sıra özellikle yeraltında gerçekleştirilen ve derinleşen maden ocaklarında doğa ile mücadele edilmesi gerekliliği olan faaliyetlerdir (İphar, 2010). Bu dinamik faaliyetler, artan üretim kapasiteleri ve gelişen kompleks yapıları nedeni ile, iş kazası riskini de beraberinde arttırmaktadır.

Madencilik faaliyetleri kaza ve ölüm risklerinin en yüksek olduğu faaliyet alanlarından biridir. Dünyada çalışanların sadece % 1'i madenlerde iken meydana gelen ciddi kazaların %8'i madencilik sektöründe olmaktadır (Tanır, 2009). Ülkemiz iş kazası sayısı bakımından Avrupa'da birinci, dünyada üçüncü sıradadır. Bu iş kazası ve hastalıkların sosyal güvenlik sistemine maliyeti 4 milyar TL'dir (Yılmaz, 2013).

2004-2011 yılları arasında Türkiye'de tüm iş kollarında kaza olabilirlik oranı ortalaması yüz binde 348 iken, madencilik sektöründe kaza olabilirlik oranı ortalaması yüz binde 7086'dır. Bu durumda, madencilik sektöründe iş kazası olabilirlik oranı tüm sektörler göre yaklaşık 20 kat daha fazladır. Başka bir ifadeyle Türkiye'de tüm iş kollarında ölümlü kaza olabilirlik oranı ortalaması yüz binde 5,7 iken, madencilik sektöründe kaza olabilirlik oranı ortalaması yüz binde 84,55'dir. Bu durumda, madencilik sektöründe ölümlü iş kazası olabilirlik oranının tüm sektörler göre 14,8 kat daha fazla olduğu gerçeği ortaya çıkmaktadır.

2011 yılında iş kollarına göre en fazla iş kazasının 9217 ve % 13,3 ile kömür üretim faaliyetlerinde yaşandığı görülmüştür. Meydana gelen iş kazalarının sayısı ile sektörde istihdam edilenlerin sayısının bir arada değerlendirildiği standardize iş kazası oranına göre de en sık kaza, kömür üretiminde meydana gelmiştir (Yılmaz, 2013).

Madencilik aktiviteleri, malzeme, donanım, insan kaynakları ve oldukça tehlikeli bir çevreden ibarettir. Kazalar, işçiler ve yakınları için acı ve maliyeti yüksek olaylar olmakla birlikte, işletmeler için de sıkıntılı olaylardır (Sari vd., 2009). Sanayi ve madencilik alanındaki bütün teknolojik gelişmelere rağmen iş kazaları önlenememektedir. İş kazalarının değerlendirilmesinde kazalara neden olan sebepler olabildiğince net olarak ortaya konulmalıdır (Sari vd., 2004). İş kazaları için önlem alınabilmesi, nedenlerin bilinmesine bağlıdır. İş kazalarının incelenmesi hem işyerinde benzer türden yeni kazaların önlenmesi, hem de hatalı ve kusurlu noktaların ortaya çıkarılması açısından önemli olmaktadır. İş kazalarını sıfıra indirmek mümkün değildir. Ancak iş kazalarını önlemek için kazaların öncelikle istatistiksel olarak değerlendirilmesi, kaza nedenlerinin belirlenmesi ve bu nedenleri giderecek önlemlerin alınması gerekmektedir. İş kazalarının neden olduğu ekonomik sorunlar sadece iş göremezlik ödenekleri ya da tedavi masrafları olarak değil; aynı zamanda üretim kaybı, üretim programının aksaması, makine vb. üretim ekipmanlarının tahribi açısından da büyük önem taşır. Ancak bütün bunların arasında yerine konulamayacak tek şey insan hayatıdır (Güyagüler vd., 1993; Atılgan, 2007).

Meydana gelen kazaların gerçekleştirildikleri maden işletmeleri değerlendirildiğinde, kömür madenlerinde ölümlü iş kazalarının yüksek olduğu ve bu nedenle kömür ocaklarında risklerin azaltılması gerekliliği ortaya çıkmaktadır. Ülkemizde gerçekleşen son üç yıldaki ölümlü maden kazaları değerlendirildiğinde; kazaların ortalama % 19'unun grizu patlaması sonucu meydana geldiği bilinmektedir. 2012 yılı verilerine göre ocak havalandırması ile ilgili

iş kazalarının % 3'ü grizu patlaması, % 8'i CO zehirlenmesi ve % 5'i de ocak içi yangınlardan kaynaklanmaktadır. 2013 yılı TÜİK verilerine göre de, ocak havalandırmasından kaynaklanan kazaların genel dağılımı incelendiğinde, % 9 grizu patlaması ve % 4 gaz zehirlenmesi olmak üzere toplamı %13 dür. Bu değer ocak havasının ve havalandırma sisteminin geliştirilip, teknolojilerinin artırılması gerektiğini göstermektedir.

## 2. KÖMÜR MADENCİLİĞİNDE GAZ İZLEME VE ERKEN UYARI SİSTEMİ

Ülkemizde, enerji ihtiyacına paralel olarak artan kömür rezervi arama faaliyetleri sonucunda toplamda 13,2 milyar tonluk rezervin varlığı ortaya çıkartılmıştır. Bu denli büyük rezervler kaynakların verimli değerlendirilmesi gerçeğini ve kömür madenciliğinin önemini arttırmaktadır. Kömür cevheri üretiminde yeraltı madencilik faaliyetlerinin rolü oldukça büyüktür. Bu nedenle, madenlerde artan kapasite ve yoğun iş kompleksliğine karşı, organize, teknoloji destekli ve iş güvenliğine uygun çalışmalar yapma zorunluluğu ortaya çıkmaktadır.

Yeraltı madenciliğinde derinlere inildikçe daha önceden bilinmesi mümkün olmayan tehlikeler ortaya çıkarak madencilik çalışmalarını zorlaştırmaktadır. Bu bilinmezliklerin arasında en önemlisi, ani ya da yavaş yavaş degaje olarak ocak havasında biriken gazlardır. Yeraltında kömür ya da cevher kazanıldıkça ocak havasına belli oranda gaz salınmaktadır. Ocak havasındaki gazların konsantrasyonları, kömür ocaklarında meydana gelen kazaların belirleyici faktörleridir. Madenlerde kaza sonucu en fazla ölüm, grizu patlamaları nedeniyle yaşanmaktadır. Özellikle kömür madenciliğinde metan gazı bulunan ocaklarda grizu patlamalarını ortadan kaldırmak için birtakım önlemlerin alınması ve gerekli kurallara uyulması zorunlu olmaktadır. Bu nedenle hazırlanan yönetmelik ya da tüzüklerde belirtilen emniyet tedbirleri kesinlikle dikkate alınmalı ve uygulanmalıdır. Aksi takdirde iş kazalarının meydana gelmesi kaçınılmazdır.

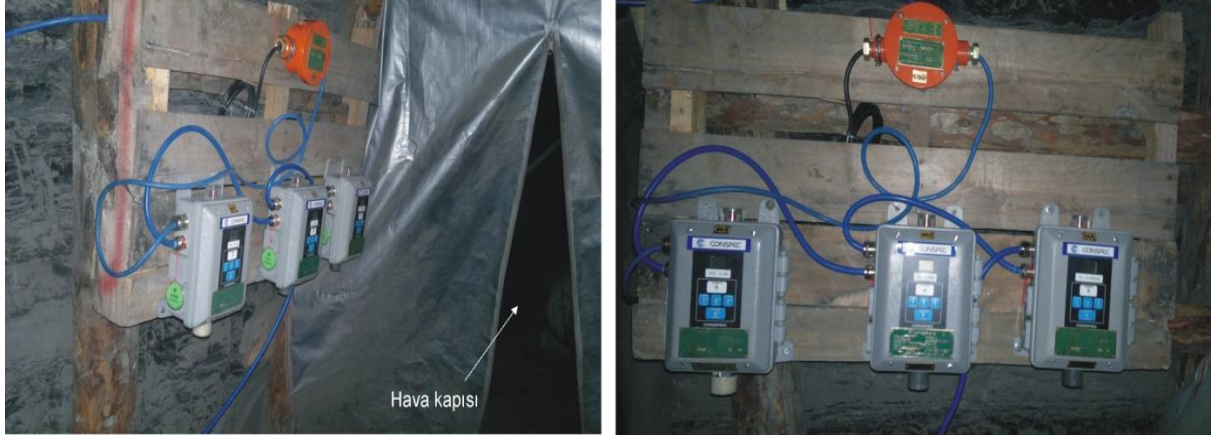
Kömürün doğal oluşum sürecinin sonunda karbondioksit, metan, su buharı ve bazı gazlar oluşmaktadır. Metan gazının oluşumunda ise bakteriyeller ve basiller gibi mikro organizmalar ile beraber ısı ve basınç gibi faktörler temel etkenler olmaktadır.

Linyit gibi kömürleşme derecesi düşük kömürlerin daha az gazlı olmasının nedeni de budur. Kömürleşme olayının ilk aşamalarında kömür katmanları üzerinde çok ince ve geçirimli bir örtü tabakası bulunmaktadır. Dolayısıyla bu aşamada meydana gelen gazların büyük kısmı ortamı terk etmiştir. Yüksek dereceli kömürler daha derinlerde bulunduğu ve üzerleri daha kompakt kayalarla çevrili olduğundan, meydana gelen gazların büyük kısmı kömürün bünyesinde tutulmaktadır. Metan gazının kömür tarafından basınç altında tutulması; kömür içerisindeki kırık, çatlak ve ultra mikroskobik gözeneklere ait yüzeyler tarafından adsorpsiyonu ile ve serbest haldeki gazın kırık, çatlak ve kılcal boşluklara sıkışmasıyla yeraltı kömür ocaklarında mümkün olmaktadır. Kömür tabakalarının ve çevre kayaların içerisinde biriken metan gazı, belirli bir basınçta saklı bulunmakta madencilik faaliyetleri sonucunda oluşan kırık ve çatlaklar dolayısıyla basınç dengesi bozulduğunda ortaya çıkabilmektedir.

Metan yoğunluğu **0,716 kg/m<sup>3</sup> olan renksiz ve kokusuz ve** havaya göre 1,6 kat daha hızlı yayılan bir gazdır. Havadan hafif olması nedeniyle çalışılan ayağın ve hava yollarının üst kısımlarında birikerek yukarıya doğru hareket etme eğilimindedir. Metan gazı ayrıca hazırlık süresinde açılan baş yukarılarda, kör bacalarda, ayak arkalarında, jeolojik olarak kalınlığı sabit olmayan alanlardaki tavan boşluklarında, panoyla tavan yolunun kesişim noktasında oluşan boşluklarda ve baraj arkalarında görülmektedir.

Metan veya yaygın olarak kullanılan adıyla grizu (metan-hava karışımı) ocak havasında bulunan en tehlikeli gazlardandır. Metan ile bulunabilen diğer gazlar şunlardır; karbondioksit, azot, hidrojen ve ağır hidrokarbonlar, hidrojen sülfür, kükürt dioksit ve karbon monoksittir. Metan zehirli bir gaz değildir, oksijen azlığı nedeniyle boğucudur. Metanın asıl tehlikesi

yanıcı ve patlayıcı bir gaz olmasıdır. % 4,5-14,5 arasında patlar (en şiddetli patlama % 9,5 CH<sub>4</sub>) ve % 14,5'dan sonra boğucu olur. (O<sub>2</sub> azalmasından dolayı). Hava ile % 9,5 oranında karışım oluşması durumunda metan (CH<sub>4</sub>), 650oC'de 10 saniyede, 1200oC'de 0,01-0,12 saniyede patlar. Metan gazı bulunan ocaklarda ancak özel belgesi bulunan alev sızdırmaz (exproof) özellikte cihaz ve armatürler kullanılır. Genel havasında metan oranı % 1,5'u geçen yerlerdeki iletkenlerin ve elektrikli aygıtların gerilimi derhal kesilir.



Şekil 1. Hava dönüş galerisi üzerindeki gaz izleme istasyonu

Günümüzde yukarıda sayılan riskli durumların önün geçilebilmesi için özellikle yeraltı kömür işletmelerinde ocak yangını, grizu patlaması vb. tehditlerin ortadan kaldırılmasına yönelik olarak, işletmelerde merkezi gaz izleme, kontrol ve erken uyarı sistemleri kurulmuş ve kurulmaktadır (Şekil 1). Bununla birlikte, yeraltı madenciliğinde uzaktan izleme ve kontrol sistemlerinin kullanımı, elektronikteki gelişmelere bağlı olarak oldukça yaygınlaşmıştır. Bu sistemlerin kullanımı çoğugelişmiş ülkelerde yasal bir zorunluluk haline gelmiştir. Ülkemizde de özellikle Zonguldak bölgesinde bu sistemlerin kullanılması emniyet açısından bir zorunluluktur (Kocal ve Özçelik, 2002).

Ayrıca, ülkemizde İş Kanunu ve ilgili “Yeraltı ve Yerüstü Maden İşletmelerinde Sağlık Güvenlik Şartları Yönetmeliği”nde, üretim ünitelerinden dönüş havası içinde ve üretim yerlerindeki gazların birikebileceği yerlerde, metan gazı seviyesi sürekli olarak izlenecektir” denilmektedir. Ayrıca 30 Haziran 2012 tarihinde çıkarılmış olan 6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu “Yeraltı ve Yerüstü Maden İşletmelerinde Sağlık Güvenlik Şartları Yönetmeliği” nde de çalışma şartları hangi önlemin alınacağı biraz daha detaylandırılmıştır. Tehlikeli gaz oranının çalışma ortamında sık sık değiştiği hallerde, metan oranına göre ayarlı ses ve ışık uyarısı yapan gaz dedektörünün bulundurulması veya bir merkezden sürekli olarak izlenebilecek otomatik kontrol sistemi kurulacaktır” ibaresi bulunmaktadır. Buradan hareketle, maden ocaklarında % 1 oranında metan bulunması durumunda patlatma yapılmaz ve çalışmalar durdurulur. % 1,5 metan varsa, elektrik enerjisi kesilir ve % 2 metan bulunması durumunda ise madendeki personel boşaltılır. Yapılan ölçümlerde eser miktarda bile olsa metan tespit edilen ocaklar Grizulu ocak olarak kabul edilir. Grizulu ocakların bütün kısımlarında, her gün, her vardiyada, teknik nezaretçi veya bu konuda yetiştirilmiş yetkili kişiler tarafından metan ölçümleri yapılır. Metan ölçüm sonuçları, noterce tasdikli emniyet rapor defterine, ölçümü yapan vardiya mühendisi tarafından yazılır ve imzalanır.

Çizelge 1’de görüldüğü gibi grizu patlaması riskini kaynağında önleyecek en önemli tedbir metan gazı drenajıdır. Drenaj yeterli şekilde yapılamadığı zaman ise havalandırma ile metan oranını, patlama konsantrasyonunun altında tutulmasını sağlamak en önemli çözümdür. Havalandırmanın da sekteye uğraması ve patlama konsantrasyonuna ulaşılması durumunda gazı ateşleyecek, ateşleme kaynaklarının kontrol altına alınması gerekmektedir.

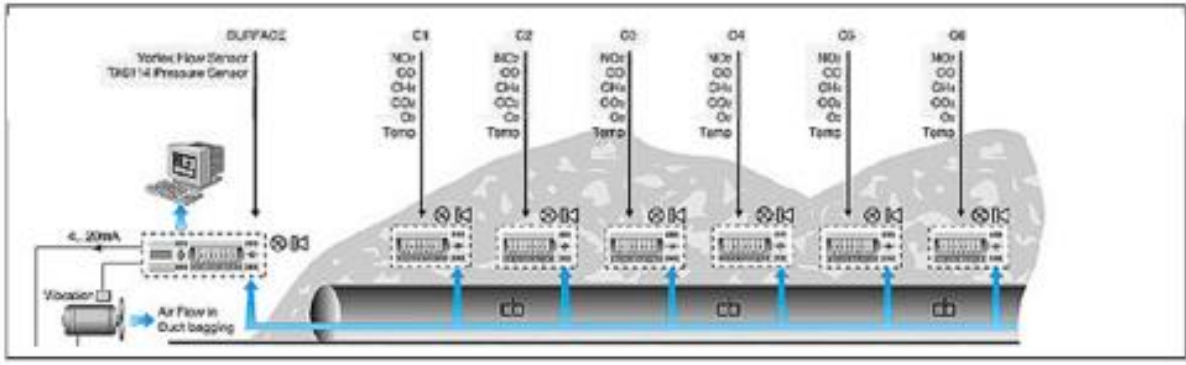
Çizelge 1. Metan patlama riski önleme ve kontrol faaliyet çizelgesi

Tehlike/Risk (% Önleme Düzeyi)	Metan Gazı Patlaması	Kontrol Faaliyeti
Tehlike derecesinin azaltılması (% 10-90)	Sondajla Metan drenajı	Kısmen % 30 kadar
Tehlikeyi sınırlandıran önlemler (% 40)	Havalandırma ile metan oranının patlama konsantrasyonu altında tutulması	Merkezi gaz izleme Metan ve Hava hızı ölçümü
Riskin oluşumun önleyen önlemler (% 30)	Muhtemel ateşleme kaynaklarının kontrol altına alınması (Exproof, ATEX)	ATEX standartizasyonu, kalibrasyon. Gerilim kesicilerin kontrolü
Riskin yayılmasını önleyen önlemler (% 20)	Toz ve su barajları	Barajların kontrolü
Riskin etkisini azaltan önlemler (% 10)	Sığınma yerleri, CO maskeleri, ferdi kurtarıcılar	Kişisel kontrol

Olası risklerin, tehlikeli durumlara sebebiyet vermemesi için insan faktörü, eğitim durumu ve alışkanlıkların yanı sıra psiko-sosyal etkenlerin de göz önüne alınması gerekmektedir. Fakat bütün mesleki eğitimler tamamlansa bile insan faktörü bir belirsizlik oluşturmakta ve hiçbir zaman tehlikeli durumların meydana gelmeyeceği garanti edilememektedir. Tüm bu nedenler ve zamanında müdahale gerekliliğinden dolayı, gaz riski olan işletmeler için en yerinde ve kesin çözüm gaz izleme ve erken uyarı sisteminin kurulması ve etkin olarak kullanılmasıdır.

Gerek yeraltı üretim metodları yardımı ile kömür üretimi gerekse diğer metalik madenlerin üretiminde, eğer ortamda bir gaz geliri riski varsa, bu riski ortadan kaldırmak için gaz izleme ve erken uyarı sistemleri devreye alınmalıdır. Madencilik endüstrisi geliştikçe paralelinde gelişen teknolojik destekle, gaz sensörleri vasıtasıyla ocak içerisinde gazın sürekli kontrolü sağlanmıştır. Özellikle kömür madencilğinde, grizu patlama riskinin tahmininde ve iş kazalarının azaltılmasında erken uyarı sistemlerinin çalışma koşullarına ve üretime, önemli katkılar sağladığı bilinmektedir (Liu vd., 2013).

Başlangıçta uygulanan ölçüm yöntemlerinde, gazların ölçümünde kullanılan sensörler sabit ve el sensörleri olarak ikiye ayrılmaktadır. El sensörleri; CH<sub>4</sub>, CO, O<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>S gibi farklı gazları ölçmekte ve gazlar limit değerleri aştığında sesli ve ışıklı alarm vererek sensörü taşıyan kişiyi uyarmaktadır. Sabit sensörler ise insanlar tarafından taşınması riskli olan kritik noktalara yerleştirilir. İlk gelişimleri sırasında, gaz artışları başladığında sensör, dijital ekranında gaz seviyelerini göstermekteydi. Fakat daha sonraki yıllarda sensörlerin sadece değer göstermesinin yeterli olmayacağı düşünülerek, sensörler üzerinde sesli ve ışıklı ikaz sistemleri monte edilmiştir. Ayrıca günümüzde, tüm noktalarda bulunan sensörler, “ana izleme merkezi” adı verilen ve yerüstünde bulunan bir merkezde, bilgisayarlar vasıtasıyla izlenecek şekilde tasarlanmıştır (Şekil 2).



Şekil 2. Yeraltı sensörleri ve yerüstü izleme, kontrol düzeneği

Merkezi gaz izleme sistemi ile yeraltı maden ocağında, tehlikeli bir durumda, hem yeraltında hem de yerüstünde gaz değerlerinden haberdar olunabilmektedir. Yeraltı güvenliği konusunda bununla yetinmeyen maden firmaları, elektrikli ekipmanların tümünü bu uyarı sistemine bağlayarak yalnızca tehlikenin arttığı bölgede tüm makineleri tam zamanında durdurabilmekte ve bölgenin elektriğini kesebilmektedir.

İstendiğinde ocak içine konumlandırılan bu sistem, otomatik olarak havalandırma amaçlı fanı devreye alabilmekte, devrini arttırıp azaltabilmekte ya da durdurabilmektedir. Sürekli olarak ölçülüp, kaydedilen gaz değerlerinde olası tehlikeli sınır değerlerin altına inildiğinde ise sistem tekrar bölgedeki makinelerin çalışmasına izin vermektedir.

Ortamdaki gaz oranlarına bağlı olarak ocak içerisinde, fanların açılıp kapanması, hızlanması, yavaşlaması, kesici vb. ekipmanlarda kritik noktalara yerleştirilen ısı veya titreşim sensörleri sayesinde ekipman durumunun izlenmesi, lokomotif veya vagonların durumlarına ve pozisyonlarına göre yakınlık sensörleri sayesinde hava kapılarının açılması, kapanması kontrol edilebilmektedir. Sistem, hava hızı sensörü sayesinde hava kapılarını açıp kapayabilir, yeraltı su gelirinin kontrolünü drenaj pompalarının açılıp kapanması ile sağlayabilmektedir. Ayrıca bu sistem sayesinde tüm değişken parametrelere insan faktörü uzak tutulacak şekilde müdahale edilebilmektedir.

Tehlikeli gazlar ve yangın için erken uyarı sistemi sayesinde, hem ocak güvenliğini sağlamak hem de ilgili kanun ve yönetmeliklere uygun bir sistem kurmak mümkündür. Gazlı ve patlayıcı ortamlar için "Explosion proof" olarak imal edilen sensörler ve çıkış istasyonları ATEX sertifikasyona uygun olmak zorundadır. Kanunen bir kömür madenine kurulabilecek gaz izleme ürünlerinin sahip olması gereken sertifika EXI M1 veya EX I M2'dir. M1 tip ekipman ocakta ani gaz yükselmeleri olduğunda dahi kendisini kapatmaz ve kritik gaz değerlerini okumaya ve bildirmeye devam eder. M2 tip ekipman ise ocakta ani gaz yükselmeleri olduğunda kendisini kapatmak zorundadır. Dolayısıyla acil durumda ve kazada çok kritik olan gaz konsantrasyon değerleri bilinmemektedir. Bu nedenle özellikle risk yüzdesi yüksek işletmelerde EXI M1 kendinden emniyetli sistem tercih edilmelidir.

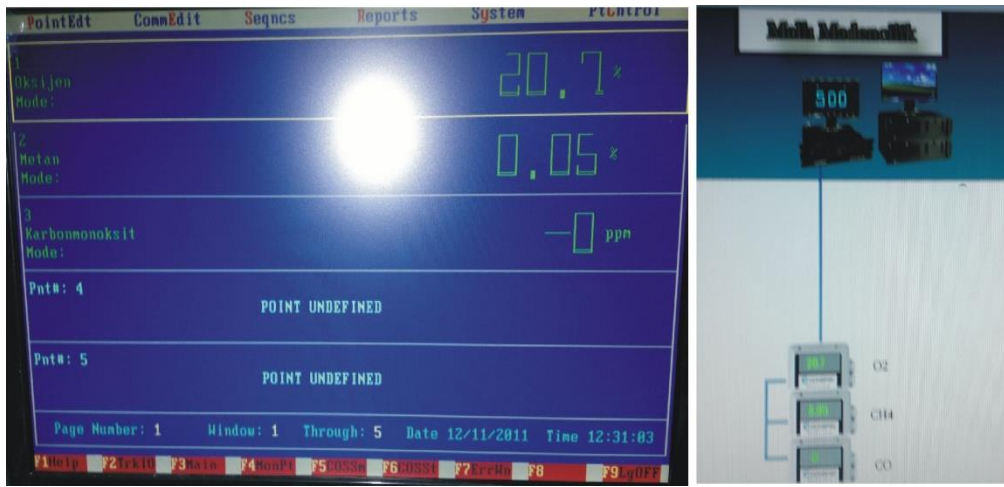
### 3. SİSTEM VE ÖRNEK ÇALIŞMA

Yeraltı gaz kontrol üniteleri ara istasyonlar olarak ocağın kritik konumlarına monte edilmekte, sensörlerin algıladığı değerleri bu ünitelerin dijital ekranında görülmektedir. Ayrıca aynı anda yerüstü ana gaz kontrol ve izleme merkezinde CH<sub>4</sub>, CO, O<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>S gibi gaz değerleri monitörlerden görülmektedir. Limit değerlerin aşılması halinde sensör sesli ve ışıklı bir uyarı vererek maden içinde çalışanları uarmakta ve ikinci alarm seviyesinde ise ocağın terk edilmesini sağlamaktadır. Bu sistemin çalışma mekanizmasının incelenmesi ve



verilerinin değerlendirilmesi amacı ile, yeraltı kömür işletmesinde örnek bir uygulama yapılmıştır.

İşletmede, Senturion 500 merkezi gaz izleme sistemi ve yazılımı ile (MGIS) ocak havası 7/24 izlenmekte ve saniyede bir veri okunmaktadır (Şekil 3). Ayakların hava dönüş yoluna, hazırlık pano çıkışına ve genel hava dönüş yoluna bağlanan sensörler ile CH<sub>4</sub>, CO<sub>2</sub>, CO, O<sub>2</sub> gazları ve hava hızı ölçümü yapılmakta ve kayıt altına alınmaktadır. MGIS, ocak havasında; oksijen % 19'un altına indiğinde, karbondioksit %0,5'in, metan %0,5'in ve karbon monoksit 50 ppm'in (% 0,005) üzerine çıktığında alarm vererek, yeraltında çalışanları sesli olarak uyaracak şekilde programlanmıştır. Yerüstü kumanda merkezindeki operatör ise bu alarmı hem görüntülü hem de sesli olarak almaktadır. CH<sub>4</sub> oranı %0,5'i geçtiğinde ise sensörler otomatik olarak sinyal göndererek röleyi tetikleyip yeraltı trafosunun enerjisini kesmektedir. Bu durumda yeraltında sadece vantilatörler çalışmaktadır.

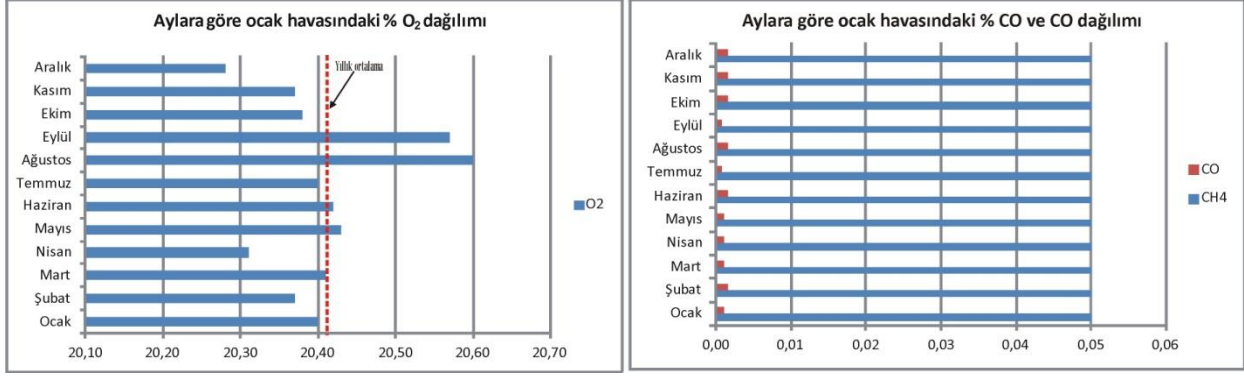


Şekil 3. Senturion 500 merkezi gaz izleme sistemi ana kumanda menüsü

Aşağıda Çizelge 2'de, gaz izleme sistemi konumlandırılan örnek yeraltı işletmesindeki bir yıllık izleme değerleri verilmektedir. Şekil 4'te de, elde edilen veriler sonucu çizilen ocak havasındaki yıllık oksijen, metan ve karbonmonoksit dağılımları görülmektedir. Sistemin belirli zaman dilimi boyunca topladığı veriler kayıt edilmekte ve istenildiğinde, istenilen dönemler için istatistiki veriler değerlendirilebilmektedir.

Çizelge 2. MGIS, metan(CH<sub>4</sub>), karbonmonoksit (CO), oksijen (O<sub>2</sub>) gazları ölçüm sonuçları

%	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
CH <sub>4</sub>	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
CO	0,001	0,002	0,000	0,001	0,001	0,002	0,001	0,002	0,001	0,002	0,002	0,002
O <sub>2</sub>	20,40	20,37	20,70	20,31	20,43	20,42	20,40	20,50	20,47	20,38	20,37	20,28



Şekil 4. Aylara göre yeraltı işletmesinde izlenen ocak havası % gaz dağılımları

#### 4. SONUÇ VE DEĞERLENDİRMELER

Dünyada ve ülkemizde, özellikle kömür madenlerinde meydana gelen gaz patlamalarının asıl nedeni, ortamdaki gaz konsantrasyonlarının belirlenen sınır değerlerin üzerinde seyrettiğinin zamanında tespit edilmemesidir.

Bu nedenle az ya da çok miktarda gaz geliri olan yeraltı kömür işletmelerinde, gaz izleme ve erken uyarı sistemlerinin kurulup ocak havasının, madenin ömrü boyunca izlenmesi ve kayıt altına alınması gerekmektedir. Gaz izleme ve erken uyarı sisteminin çalışma mekanizmasını, getireceği kolaylık ve iş güvenliği açısından standartlarını daha net olarak ortaya konulması amacı ile hazırlanan çalışmada, örnek bir işletmede ölçümler yapılmıştır. On iki ay boyunca yapılan ölçümler sonucunda, ocak havası içinde bulunması olası metan (CH<sub>4</sub>) ve karbonmonoksit (CO) gazlarının konsantrasyonları ile oksijen (O<sub>2</sub>) konsantrasyonu, kurulan gaz izleme sistemi ile ölçülmüş ve kaydedilmiştir. Buna göre; incelenen kömür işletmesinde, yıllık metan konsantrasyonu % 0,05 , karbonmonoksit konsantrasyonu % 0,002 ve ocak havası içerisindeki yıllık oksijen gazının yıllık değeri de % 20.41 olarak elde edilmiştir. Ocak havası içinde elde edilen veriler, özellikle metan ve karbon monoksit değerleri için yok denecek kadar az olup, ayak içerisindeki oksijen gazının konsantrasyonu değeri ise minimum % 19 olması gerektiğinden, ölçülen değerler bir yeraltı kömür işletmesi için ideal kabul edilen sınır değerler içindedir. Yapılan ölçümler sonucunda elde edilen veriler yorumlandığında, gaz izleme ve erken uyarı sisteminin kullanıldığı işletmenin ocak havasında, risk unsuru oluşturabilecek gaz yüzdesi değerine rastlanmamıştır.

Yeraltında, özellikle kömür madenciliğinde alınabilecek en akılcı tedbir ve çözüm, gazların oranlarını izlemek ve sürekli kontrol altında tutulabilmesini sağlamaktır. Yapılan çalışmada göstermektedir ki, insan faktörünün olabildiğince devre dışında bırakıldığı, otomasyonun sağlandığı merkezi izleme sistemlerinin aktif kullanımı ile, ocak içi kontrol altına alınarak daha verimli çalışma koşulları sağlanmaktadır.

#### KAYNAKLAR

- Atılgan H. (2007): "İş Kazalarının İncelenmesi ve Kaza Analizi", *TMMOB Maden Mühendisleri Odası, Maden İşletmelerinde İş Sağlığı ve Güvenliği Sempozyumu*, Adana, sf. 193-201.
- Güyağüler T., Bozkurt R., Önder Ü. Y. (1993): "Kömür Madenciliğinde İş Kazalarının İstatistiksel ve Ekonomik Analizi", *Türkiye 13. TMMOB Maden Mühendisleri Odası, Madencilik Kongresi*, İstanbul, sf. 102-113.
- İṗhar M. (2010): "İhmale gelmeyen gerçek: Grizu", *Madencilik Türkiye*, No. 6, sf. 26-32.



- Kocal F., Özçelik Y. (2002): “Kömür Madenciliğinde Uzaktan İzleme ve Kontrol Sistemleri ve Kozlu (TTK-Zonguldak) Müessesesindeki Uygulamalar”, *TMMOB Maden Mühendisleri Odası, Türkiye 13. Kömür Kongresi*, Zonguldak, sf. 357-370.
- Sari M., Düzgün H. S. B., Karpuz C., Selçuk A. S. (2004): “Accident Analysis of Two Turkish Underground Coal Mine”, *Safety Science*, Cilt 42, No. 8, sf. 675-690.
- Sari M., Selçuk A. S., Karpuz C., Düzgün H. S. B. (2009): “Stochastic Modeling of Accident Risks Associated with an Underground Coal Mine in Turkey”, *Safety Science*, Cilt 47, No. 1, sf. 78-87.
- Tanır F. (2009): “Madenlerde İş Sağlığı ve Güvenliğine Bakış”, *TMMOB Maden Mühendisleri Odası, Maden İşletmelerinde İş Sağlığı ve Güvenliği Sempozyumu*, Adana, sf. 7-8.
- Yılmaz H. (2013): “Maden İşyerlerinde Meydana Gelen İş Kazalarından Dolayı İşverenin Hukuki ve Cezai Sorumluluğu”, *TMMOB Maden Mühendisleri Odası Maden İşletmelerinde İş Sağlığı ve Güvenliği Sempozyumu*, Adana, sf. 1-36.
- Liu X., Zhao X., Zhang Q. (2013): “Study on Early Warning System of Coal and Gas Outburst”, *The Open Electrical and Electronic Engineering Journal*, Cilt 7, sf. 116-122.