

Kömür Madenciliğinde Bilgisayara Dayalı İdeme ve Kontrol Sistemleri, Gelişimi ve Uygulama Alanları

Computer-Based Coal Mine Monitoring and Control
Systems, Development and Application Areas

Alpaslan ERSEN (*)
Mesut ÖZTÜRK (**)

ÖZET

Bu yazıda kömür madenciliğinde bilgisayara dayalı izleme ve kontrol sistemleri ve sistemlerin ana fonksiyonları tanıtılmıştır. Yeraltı ve açık ocak işletmeleri için en yaygın kullanım alanları kısaca belirtilmiş, ancak kamyon sevk sisteminde detaya girilmiştir. Yeraltı işletmelerinde kullanılan izleme ve kontrol sistemlerinin mevcut durumu hakkında kısa bilgi verildikten sonra Türkiye yeraltı ve açık ocak işletmeciliğinde kullanılan sistemler özetlenmiştir.

ABSTRACT

In this paper computer-based coal mine monitoring and control systems and their main functions are described. Widespread applications of monitoring and control systems in underground and open cast coal mines are briefly mentioned. However, detailed information about truck dispatching system is given. State-of-the-art computer-based monitoring and control systems for underground mines is also briefly explained, and the available application of the systems in Turkish coal mines is summarized.

(*) Maden Yük.Müh., TKİ Genel Müdürlüğü, Etüd Dairesi, ANKARA

(**) Maden Yük.Müh., TTK Genel Müdürlüğü, Etüd Dairesi, ZONGULDAK

1. GİRİŞ

Yeraltı madencilik koşulları bir operatörün ya da bir çalışanın sadece yakın çevresinde olup bitenden haberdar olmasına elverir. Bir kişinin tüm ocaktaki makinaların çalışmasını, çalışma ve çevresel şartları ve havalandırmayı sürekli izlemesi, bilmesi ve ayrıca gerektiğinde hemen harekete geçerek gerekli yerlere haber vermesi güvenlik ve verimlilik açısından oldukça önemlidir.

İlk yatırım ve ayrıca daha sonraki işletme harcamaları büyük olan döner kepçeli ekskavatör, çekmekepçe, ekskavatör ve kamyon gibi ekipmanların kullanıldığı büyük çaptaki açık işletmelerde verimliliğin artması bu ekipmanların izlenmesini ve kontrolünü gerektirmektedir.

Zamanla ilerleyen mekanizasyon tekniğinin yanı sıra gereksinimlere paralel olarak bu konudaki teknoloji de ilerlemektedir. Bilgisayarlar, mikrobilgisayarlar ve mikro-işlemcilerle dayalı sistemler bugün yaygın bir şekilde kullanılmaktadır.

Teknik olarak bilgisayara dayalı ocak izleme sistemi; çeşitli üretim ve çevresel parametreleri algılayan ve elde edilen bilgileri bu bilgilerin kaydedildiği, analizinin yapıldığı ve/veya görüntülendiği bir merkeze ileten elektro-mekanik bir sistem olarak tanımlanabilir (Weiss, 1987).

Ocak izleme ve kontrol sistemleri durumunda ise kontrol işlemi dördüncü ve ayrı bir fonksiyon olarak ortaya çıkmaktadır. Örneğin yeraltında metan seviyesinin önceden saptanan bir seviyeye ulaşma durumunda ayak teçhizatını ya da yeraltı ve yerüstünde kullanılan band konveyör sistemlerini koruyucu ölçer ve cihazların anormal durum başlangıcında otomatik olarak durması gibi. Ayrıca iyi bir haberleşme sistemi ve ağı da tüm sistemin bir bütünleyicisi sayılmaktadır.

2. SİSTEMİN ANA FONKSİYONLARI

Bir önceki bölümde yapılan tanıma göre sistem üç ana fonksiyondan oluşmaktadır.

- Algılama,
- Bilginin iletimi (telemetri),
- Bilginin kaydı, analizi ve görüntülenmesi.

Algılama, çevresel ve üretim (ya da işletme) parametrelerini ölçen ve bir elektrik sinyali üreterek telemetri ünitelerini besleyen algılayıcılar (sensörler) aracılığıyla yapılır.

Çevresel algılayıcılar yeraltı personelinin güvenli koşullar altında çalışmasını sağlamak amacıyla başlıca CO, CH₄ ve O₂ gibi gazların miktarını, havanın hızını ve sıcaklığını, basınç farkını ve nemi ölçmek üzere dizayn edilmişlerdir. Bu algılayıcılar uygun ölçümlerin alınabilmesini sağlayarak yangın, metan yayılması ve havalandırmanın bozulması gibi olası tehlikeleri ortaya çıkarmak ve yerini saptamak üzere kullanılırlar.

Üretim algılayıcıları ise üretim darboğazlarını, ekipman arızalarını ve bakım ihtiyacını saptayabilmek için band konveyör, ayak teçhizatı, pompa, ekskavatör ve kamyon gibi değişik tipteki ekipmanların çalışma durumunu izlemek üzere kullanılırlar.

Algılayıcı çıktıları "binary" yada durum belirten çıktı (yüksek-alçak, açık-kapalı) olarak adlandırılan basit durum bilgileri olabildiği gibi analog çıktı olarak adlandırılan sürekli değişken zaman fonksiyonlu bilgiler de olabilir (hava hızı, metan konsantrasyonu gibi). Sürekli değişen durum bilgileri basit durum bilgilerine göre daha çok bilginin elde edilmesini sağlarlar.

Bilginin iletimi (Telemetri), algılayıcılardan gelen bilgileri (çıktıları) yerüstündeki bir kontrol merkezine ileme yöntemidir. Herbir algılayıcı için ayrı bir kablo kullanmak ekonomik olmadığı için telemetri sistemlerinde, genellikle her biri algılayıcılardan gelen bilgiyi (çıktıyı) alan ve kodlayan ve bu kodlanan bilgiyi ortak bir kabloyla kontrol merkezine ileten istasyonlar (out-station) kullanılır.

En yaygın kodlama teknikleri şunlardır:

- Tek kanalda iki yönlü iletim sağlayan frekans alanlı teknik (frequency domain multiplexing),

- Tek kanalda iki yönlü iletim sağlayan zaman alanlı teknik (time domain multiplexing).

İzleme noktalarının sayısı sistemin frekans band genişliğiyle sınırlanmasına karşın birinci tekniğin avantajı bütün izleme noktalarından bilginin her zaman için alınmasıdır. Daha yaygın kullanılan ikinci teknik ise istenildiği kadar çok izleme noktasını kabul edebilecek şekilde genişleyebilmektedir. Ancak bu teknikte her nokta aralı olarak izlenir. Yani bir anda yalnızca bir noktadan bilgi alınabilir. Devir süresi yada aynı noktanın birbirini takip eden izlenmeleri arasındaki süre, sistemin bütün izlenen noktaları taraması için gereksinim duyduğu süredir.

Bilgi çoğunlukla digital formatta iletilir; örneğin izlenen noktanın durumunu temsil eden

bir seri yüksek-alçak durum gösterimlerinin iletimi. Bu iletimi sağlayan yaygın teknik frekans kaydırmalı anahtar (Frequency Shift KEY-FSK) kodlamasını kullanır. Bu kodlama yönteminde aynı frekansın yüksek ve alçak-seviye sinyalleri yerine yüksek ve alçak durumları temsil eden iki ayrı frekans kullanılır. FSK kodlamalı bilgi basit yüksek-alçak digital formattaki bilgiye göre iletim hattındaki elektromanyetik gürültüden daha az etkilenirler. Buna ek olarak varolan sinyal alıcı teknikler, gürültünün olduğu durumlarda çift-frekanslı sinyalleri alma işini çok kolaylaştırmıştır.

Bilginin Kaydı, Analizi ve Görüntülenmesi işlemleri bir kontrol merkezinde yapılır. Böyle bir merkez bilgisayar, terminal ekranları, klavye ve yazıcılardan oluşur. Bu ekipmanlar istasyonlar aracılığıyla algılayıcılardan gelen bilgiyi toplar, analizini yapar ve merkezdeki operatör için ekranda görüntüler. Böylece bu merkezde çevre koşulları ve makineler izlenir ve o andaki durum normal ya da istenilen durumla karşılaştırılır. Ekranda operatörün dikkatini çekmek üzere normlardan ayrılık gösteren olağanüstü durumlar iletilir. İkaz ve alarm durumları ışıklı ve/veya sesli olarak yapılır. Bilgisayara dayalı bu sistemlere depolama, trend analizi, kayıt ve rapor verme özellikleri de ilave edilebilir.

3. SİSTEMLERİN KULLANIM ALANLARI

3.1. Yeraltı Kömür Madenciliği İzleme Sistemleri

Bu sistemler üretim fonksiyonuna hizmet etmek ya da işçiler için güvenli koşulları sağlamak amacıyla kullanılırlar. Genel amaçlı kullanım alanları Çizelge 1'de verilmiş olmasına karşın en yaygın kullanım alanları aşağıda özetlenmiştir.

Ayak Teçhizatının İzlenmesi: Tüm ayak teçhizatı, yöneticiler için ayaktaki faaliyetlerle ilgili doğru ve objektif bilgilerin sağlanması için izlenir. Algılayıcılar, sürekli ve otomatik olarak mekanik ve hidrolik parametrelerin ölçülmesinde, ekipman ve ekipmanı oluşturan parçaların durumunu ve içinde bulunduğu koşulları ölçmek ya da izlemek üzere kullanılırlar. Genellikle her bir ayağa yakın olacak şekilde yerleştirilen yeraltı istasyonları aracılığıyla kesici-yükleyicilerin, ayak ve taban yolu zincirli konveyörlerinin durumu, kesici-yükleyicinin pozisyonu ve güç tüketimi, ayak konveyörünün arızaları ve üretilen kömürün tonajı izlenir. Böylece bu sistem

ekipmanların içinde bulunduğu koşulları, durma süreleri ve nedenleri ile ayak üretim miktarı hakkında yeterli bilgiyi sağlar.

Çizelge 1. Yeraltı Kömür Madenciliği İzleme Sistemlerinin Kullanım Alanları

Jeomakaniğin İzlenmesi	Maden Mekaniğinin İzlenmesi
<ul style="list-style-type: none"> - Konverjans - Kaya kütlelerinde oluşan gerilim - Yeraltı suyu ve su atımı - Tasman kontrolü 	<ul style="list-style-type: none"> - Kesid-yükleyici - Yürüyen tahkimat - Ayak konveyörü - Bandlı konveyör - Vinç - Madene yerleştirilen ölçerler - Yeraltı ana su pompa istasyonu - Elektrik şebekesindeki üniteler
Çevre Koşullarının İzlenmesi	Personelin İzlenmesi
<ul style="list-style-type: none"> - CH, CO, CO₂, O₂ ve H₂S gazları - Sıcaklık - Toz konsantrasyonu - Hava nemi - Gürültü - Hava hızı 	<ul style="list-style-type: none"> - Personelin giriş çıkışı - Kazalar

Çizelge 2. Açık Ocak Kömür Madenciliği İzleme Sistemlerinin Kullanım Alanları

Jeomekaniğin İzlenmesi	Maden Makinalarının İzlenmesi
<ul style="list-style-type: none"> - Şev stabilitesi - Su atımı - Yeraltı suyu - Hidroloji 	<ul style="list-style-type: none"> - Döner kepçeli ekskavatör perfor. - Band konveyör sistemleri - Kamyon-ekskavatör sistemleri - Maden makinalarının arıza teşhisi - Anında kömür kalite analizi - Lokomotif performansı
Tehlikeli Koşulların İzlenmesi	
<ul style="list-style-type: none"> - Kömürün kendi kendine yanması 	

Kömür Naklinin İzlenmesi: Kömürün naklinde oluşabilecek durmaları en aza indirmek ve dolayısıyla nakil hattındaki ekipmanları verimli olarak kullanmak üzere üretim ve hazırlıkta kullanılan konveyörler, bunkerler ve bunker besleyicileri izlenir. Arıza durumunda konveyörler otomatik olarak durdurulabilir ve bunker çıkışlarının kontrolü ile de konveyörler düzenli olarak yüklenirler. Durmalardan sonra sistemin otomatik olarak çalıştırılmasıyla gecikme zamanı azaltılır. Böyle bir sistem yerüstündeki bir merkezde bulunan tek bir operatörün kömür nakil sistemi ile ilgili tüm olayları izlemesini ve kontrol etmesini mümkün kılar.

Bunker seviyelerinin izlenmesi için bunkerler algılayıcılar ile donanır. Bu bilgiyle ve ayrıca bunkerlerin beslediği konveyörler üzerindeki kömür seviyesinin ölçülmesiyle bunker çıkışındaki titreşimli besleyiciler kömür akışının düzenli olmasını sağlayabilirler.

Kömür nakil sistemindeki ağırlık ölçerler nakledilen kömürle ilgili bilgilerin kontrol merkezine iletilip depolanmasını sağlamak amacıyla izlenebilir.

Çevre Koşullarının İzlenmesi: Metan, CO, CO₂ ve hava hızı gibi ana parametrelerden oluşan ocak atmosferiyle ilgili tüm koşulların merkezleştirilmiş otomatik bir sistemle sürekli olarak izlenmesi ve kaydedilmesi ile anormal koşulların otomatik olarak belirtilmesini sağlar.

Yeraltı istasyonları genellikle ocak içinde seçilmiş uygun noktalara yerleştirilirler ve haftada 7 gün ve günde 24 saat olmak üzere sürekli bilgi toplarlar. Yerüstü kontrol merkezindeki bilgisayar bu bilgilerin ocağın çevre koşullarıyla ilgili durumunu değişik biçimlerde göstermesini sağlar. Bu sistem, ölçüm değerlerindeki değişiklik alarm seviyelerine yaklaşmaya başladığında havalandırma sistemindeki hatalar konusunda operatöre erken uyarıyı sağlar. Bu da alarm seviyelerine ulaşmadan önce gerekli önlemlerin alınmasına müsaade eder ve böylece kömür üretiminin kesilmesini önler.

Su Atımının İzlenmesi: Ocak suyunun pompalanması yerüstündeki kontrol merkezinden izlenebilir. Yeraltı istasyonları her bir pompanın ya da pompa istasyonunun yakınına yerleştirilir ve su seviyeleri ile birlikte teçhizatın durumunu ve çevre şartlarını izlerler. Toplanan bilgi su seviyelerindeki yükselmeler ile pompa ekipmanlarında oluşabilecek arızalar için erken uyarı sağlar. Ocak içindeki su atımının ve boşaltma noktalarının izlenmesi bilgisayar tarafından sistem içindeki tüm pompaların optimum kullanılmasını sağlar.

Fanların İzlenmesi: Yerüstü ana fanları ve hazırlıkta kullanılan yardımcı fanlar ile bu fanların içinde çalıştığı ortam şartlarının izlenmesi güvenliği artırdığı gibi fiziksel kontrol sürelerini de azaltır. Yeraltı istasyonları sayesinde duman, motor sıcaklıkları, hava akışı ve hızı, titreşim ve metan miktarı sürekli olarak izlenir ve depolanmak ve istek üzerine gösterilmek üzere yerüstü bilgisayarına iletilir. Anormal şartlar ya da sistemin arızalanması durumunda operatörün dikkatini çeker. Alarmlar verilir ve mesajlar ekranda gösterilir.

Elektrik Şebekesindeki Yolverici ve Devre

Kesicilerin İzlenmesi: Bu izleme sistemi ile ocağın elektrik dağıtım şebekesi üzerinde bulunan yüksek ve alçak voltaj devre kesicileri ile yolvericilerin durumu hakkında doğru bilgilerin elde edilmesi sağlanır. Ayrıca, elektrik arızalarının giderilmesinden sonra normal işletme şartlarına çabuk ve güvenli bir şekilde dönülmesini sağlar ve her bir ünitenin kontaktörünün ayrı ayrı açma ve kapama işlemlerinin yerüstünden elle kontrol edilmesine olanak verir. Yerüstü merkezindeki operatör, klavye ile elektrik ağının durumunu şematik olarak ekranda izleyebilir.

Personelin İzlenmesi: Ocakta çalışan personele ait manyetik kimlik kartlarının ocak giriş-çıkış noktalarına yerleştirilmiş cihazlara okutulmasıyla personelin izlenmesi ve kontrolü yapılır. Program sayesinde puantaj ve personelle ilgili elle yapılan tüm işlerin otomatik olarak yapılması sağlanır.

3.2. Açık Ocak Kömür Madenciliği İzleme Sistemleri

Bu sistemler çoğunlukla üretim/dekapaj fonksiyonuna hizmet etmek amacıyla kullanılırlar. Genel amaçlı kullanım alanları Çizelge 2'de verilmiş ve en yaygın kullanım alanları aşağıda özetlenmiştir.

Sürekli Kazı Yaoan Sistemlerin İzlenmesi: Kömür ve dekapaj kazısı yapan döner kepçeli ekskavatörler, kazılan kömür ya da dekapaj malzemesinin taşınmasında kullanılan bandlı konveyörler ile taşınan kömürün dökümünde ya da stok sahasından alınmasında kullanılan dökücüler (spreader) ile toplayıcı (reclaimer) tipi döner kepçeli ekskavatörlerin verimleri bir merkezden izlenir ve/veya sistem olarak uyumlu bir şekilde çalışabilmeleri için bu merkezden kumanda (çalıştırma/durdurma) sağlanır.

Kesikli Kazı Yaoan Sistemlerin İzlenmesi: Kamyon ekskavatör ilişkisinin olduğu ocaklarda bu ekipmanların verimleri izlenir. Herbir ekskavatör ve/veya çekmekepçede işletmeyle ilgili parametreler izlenir, kaydedilir ve işlenir. Ekipmanın kabininde yeralan bir mikro-işlemci sayesinde döküş sayısı, dönmeler, dönme acısı, sevk süresi, devir süresi ve makinanın diğer fonksiyonları operatör için ekranda gösterilir. Bu bilgilerin yazılı şekli ve vardiye raporu, anında buradan elde edilebildiği gibi tüm faaliyetler, daha sonradan analizinin yapılmasına olanak verecek şekilde bir manyetik kasete kaydedilir. Merkezde bu kaset, kaydedilen bilgilerin çeşitli raporlar halinde sunulmasını, değişik amaçlı analizlerinin yapılmasını ve uzun vadeli depo-

lanmasını sağlamada kullanılır. İzleme ve kontrolün birlikte yapıldığı en tipik sistem bilgisayara dayalı kamyon sevk sistemi olup daha sonra ayrı bir bölüm olarak incelenecektir.

Ağır İş Makinalarına Ait Parça ve Ünitelerinin İzlenmesi: Yukarıda bahsedilen işletme sistemlerinde kullanılan döner kepçeli ekskavatör çekmekepçe ve ekskavatörler gibi ağır iş makinalarına ait parça ve ünitelerin işletme sırasında arızalanmalarını önlemek için bu parça ve ünitelere zarar vermeden bunlar belirli aralarla izlenir. Böylece olumsuz gelişmeler zamanında önlenir.

Ocak Şev Stabilitésinin İzlenmesi: Uçaklardaki şevlerin stabilitesi izlenerek stabiliteyi etkileyecek olumsuz gelişmeler önceden belirlenir ve gerekli önlemlerin alınmasını temin eder.

Yeraltı Suyunun İzlenmesi: Yeraltı suyunun işletme şartlarını etkilemesi izlenir.

3.3 Bilgisayara Dayalı Kamyon Sevk Sistemi

Açık ocak kömür madencilliğinde işletme giderleri oldukça yüksektir. Yanlızca bir kamyonun işletilmesindeki yıllık bütçe; yakıt, bakım, lastik ve şoförün ücreti gözününe alındığında oldukça yüksek değerlere varabilmektedir. Bir açık ocak işletme, örneğin 25 kamyonluk bir makina parkına sahipse işletme masrafları milyarlar mertebesine çıkabilmektedir. Bu durumlardaki işletmeler kamyonlarını maksimum randımanda çalıştırmaya gerek duyarlar. Ancak, değişik türdeki günlük problemler buna ulaşmayı zorlaştırır. İşletme ya da vardiyeye sorumluları kamyonlarının nerede olduğunu ya da bir ekskavatörün program dışı durduğunu ve kamyonların yüklenmek üzere sırada beklediklerini her zaman ya da en azından bir süre için bilmeyebilirler. Bazen kamyon kapasitesi ile ekskavatör kapasitesinin birbirine uymadığı durumlar da olabilir.

Madencilik endüstrisinde yukarıda anlatılanlar ile bunlara benzer diğer problemlerin çözümünde ve ayrıca ilk yatırım tutarını azaltmak, rekabetçi ve kârlı kalabilmek amacıyla geliştirilen kamyon sevk sistemi uygulanmaktadır.

Bu sistem genel olarak merkezdeki operatörün kontrolü altında hizmet verir. Bilgi ve talimatlar radyo sinyalleri aracılığıyla merkez bilgisayarı ile kamyon, ekskavatör ve/veya kırıcı gibi birimler arasında olmaktadır. Mesajlar her bir birimin operatörünün yanında uygun bir yere monte edilmiş gösterge panolarından görülür

ve bir klavye aracılığıyla onaylanır. Radyo sinyallerini (impuls) nakleden ocaktaki istasyonlar (sign posts) kesin yer belirleyicileri olarak kullanılır (Orucevic, 1988).

Bu sistem;

- Sevk odasındaki operatörün; yükleme, nakil ve boşaltma fonksiyonları arasında varolan karmaşık ve hızla değişen ilişkileri daha iyi yönetmesini sağlar,

- Yönetim tarafından saptanan işletme stratejilerini uygular,

- Ocak parametrelerini sürekli olarak değerlendirir ve kamyonları en uygun yükleme üniteleri ile döküm sahalarına sevk eder.

Bu sistem;

- Vardiyeye değişimi ile öğle yemeği molalarındaki gecikmeleri,

- Kamyonların ekskavatör ve kırıcılarda geçirdiği bekleme sürelerini,

- Araçların bozulmasında bunların tamirden sonra yeniden tahsis edilme süresini ve

- Mazot istasyonu ve servis atölyelerinde geçirilen aşırı süreleri azaltarak randımanı artırabilir.

Randımanı artırma işi sistemin;

- Değişen şartları süratle değerlendirip işletme stratejilerini en iyi şekilde karşılayan alternatifleri bulmasıyla,

- Kontrolü altındaki araçlara hızlı ve doğru bir şekilde mesaj göndermesiyle,

- Doğru ve anında verdiği bilgilerle denetici kişilere önerilerde bulunmasıyla ve

- Denetici kişilerin yoğun dikkatini gerektirmeksizin kontrol altındaki araçları rutin yönlendirmesini yapmasıyla başarılır

Bu sistem aşağıdaki temel fonksiyonları sağlar.

- Kamyon yerlerini ve ekskavatör yükleme oranlarını sürekli olarak izler,

- Maksimum kamyon parkı kapasitesi için otomatik sevk yapar,

- Bilgi ve istatistiksel raporlamayı yapar.

İşletme stratejilerinin simülasyonunun uygulanabilmesi yada sistemin belli işletmelere göre hazırlanabilmesi için sistemin gerektirdiği bilgiler şunlardır:

Kamyonlar İçin: Mazot seviyesi, hidrolik sevi-

ye, dingil kutusu basıncı, geri sürme alarmı, tekerlek motorunun sıcaklığı, transmisyon sıcaklığı, hız, hidrolik basınç, motorun dakikadaki devir sayısı, hava filtresi tıkanıklığı, yağ basıncı ve sıcaklığı, soğutucu sıcaklığı ve soğutucunun seviyesi, yağ seviyesi ve akünün durumu. Bu bilgilere ilaveten global sistemle ilgili bilgiler ise şunlardır: Kamyon sayısı, kamyon kapasiteleri, boşaltma süresi, doldurma süresi, faal olup olmadığı ve mazot doldurma zaman limiti v.b.

Yükleyici, Kırıcı ve Döküm Sahaları İçin: Yüklenen malzemenin cinsi, üretim oranı ve faal olup olmadığı v.b.

Ocakla İlgili Genel Bilgiler: Güç temini, radyo sinyal aktarıcıları ve tekrarlayıcıları ve seyahat süreleri v.b.

4. İZLEME SİSTEMLERİNİN MEVCUT DURUMU

Bu bölümde sadece yeraltı işletmeciliğinde kullanılan izleme sistemleri ile ilgili gelişmeler ele alınmıştır. Dünya çapında kullanılan izleme sistemleri kullanım ve kapasitelerine göre farklılık göstermektedir. Bazı sistemler belli sayıdaki noktayı izlemekte, diğer bazıları ise 1000'den fazla noktayı içeren maden komplekslerinin tamamını izleyip kontrol edebilmektedir. Bu sistemler sınırlı sayıdaki yeraltı istasyonu ve algılayıcıları kapsayan ve tek renk ekranlı terminallere sahip kişisel bilgisayarlardan çok miktardaki yeraltı istasyonu ile algılayıcıyı kapsayan ve ileri düzeyde renkli grafikler, uzun dönem bilgi depolaması, analizi ve trendi yapabilen 16 bayt'lık bilgisayarlara kadar değişebilmektedir.

Kömür üretiminde söz sahibi olan ülke madenlerinde bu sistemlerin kullanımı gittikçe yaygınlaşmaktadır. Sistemlerde kullanılan ekipmanların üreticileri ve bu konuda araştırma yapan merkezlerin sayısı sınırlıdır.

Metan, karbon monoksit, hava hızı, sıcaklık, nem, mutlak basınç ve duman gibi çevresel parametrelerin izlenmesi ve kontrolü dışındaki diğer izleme sistemleri prensipte ülkeler arasında farklılık göstermemektedir. Ancak metan ve CO gibi bazı çevresel parametrelerin izlenmesi ve kontrolünde algılayıcıların konma yerleri ve limit değerleri ile kontrol şekli ülkelerdeki güvenlik ve sağlık nizamnamelerine göre farklılık göstermektedir. Örneğin Amerika'daki nizamnameler bir ayaktaki her tip ekipmana monte edilen metan izleme cihazlarının oluşan metan değerlerinin kritik değeri aştığı anda ekipmanları besleyen elektriği kesebilmesini istemesine karşılık, İngiliz nizamnameleri algılayıcılardan alınan bil-

ginin etkilenen ayak ekipmanlarının elektriğini uzaktan kesebilmeyi sağlayacak bir merkez izleme/kontrol odasına iletilmesi durumunda metanın yalnızca hava dönüş yollarında izlenmesinin yeterli olacağını belirtmektedir.

Bilgisayara dayalı izleme sistemlerinin İngiltere'deki kullanımı ve gelişimi diğer ülkelere göre oldukça ileri sayılır. Bunun başlıca iki nedeni vardır. Birinci neden -yukarıda verilen örneklerden de görüleceği üzere- İngiliz Madencilik Nizamnamelerinin böyle sistemlerin kullanımını özendirmesidir. Muhtemelen daha önemli olan ikinci neden ise İngiliz Kömür İşletmelerinin devletleştirilmesi ve merkezileştirilmiş bir madencilik araştırma ve geliştirme kuruluşu (MRDE) tarafından desteklenmesidir. Bu düzen izleme sistemlerinin geliştirilmesi, denenmesi ve uygulamaya konmasını büyük ölçüde kolaylaştırmıştır.

1970'lerde bu araştırma ve geliştirme kuruluşu dikkatlerini tüm kömür madencilik endüstrisinde kullanılabilecek evrensel bir izleme ve kontrol sistemini geliştirme üzerine topladı. MINOS olarak adlandırılan bu sistem başlıca kontrol konsolu, merkez bilgisayarı, bilgisayarda bilginin verildiği veya alındığı kısımlardan oluşur. Uygulama programı da MRDE tarafından geliştirilmiştir. İzleme sistemleri; madenlere değişik tipte algılayıcı veri iletim ekipmanları ve aksesuarları pazarlamakta serbest olan çeşitli bağımsız firmalar tarafından sağlanır. Bilgisayara dayalı evrensel bir işletme sistemi anlayışı MRDE'ye, sistemin geliştirilmesinde belli bir ekonomikliliğe ulaşmasını sağladığı gibi arayüz (uygunluk) problemlerini de azaltmıştır.

MINOS izleme/kontrol sisteminin uygulamaları 6 temel kategoriye ayrılabilir:

- Havalandırmanın izlenmesi,
- Ayağın izlenmesi,
- Bunkerlerin izlenmesi,
- Kömürün konveyörlerle naklinin izlenmesi
- Yangının izlenmesi ve
- Kömür hazırlama tesislerinin izlenmesi.

Ayrıca yönetim bilgi raporları ve genel amaçlı tesis kontrol ve izleme olanaklarına da sahiptir.

İngiltere'de havalandırmanın izlenmesi halen elektromekanik ölçerlerden (transducers) alınan bilginin iletilmesi şeklinde olduğu kadar hava numunelerinin tüp aracılığıyla taşınmasıyla da yapılmaktadır. Eskiden hava numuneleri

tüplerle emilir ve yerüstü laboratuvarlarında bulunan bir gaz analiz cihazı ile analizi yapılırdı. Daha sonra ölçerlerden alınan bilgi, bu bilginin kodlandığı ve yerüstüne haberleşme kablosu aracılığıyla iletildiği yeraltı istasyonlarına beslenerek üretilmeye başlanmıştır. Her iki durumda da metan, O₂ ve CO seviyeleri, hava hızı, mutlak basınç gibi çevresel parametreler analiz edilir, depolanır ve izleme ve kontrol merkezindeki ekranlardan gösterilir. Ekrandaki gösterimler ya da kâğıda yazılı raporlar, uyarı ve alarm mesajları gerçek ölçü değerleri ya da uzun dönem eğitim grafiklerinden oluşabilir. 1988 yılı verileriyle bu sistemlerden 200'den fazlası ya işler vaziyette ya da kurulması planlanmıştır.

Ayak ekipmanlarının veriminin izlenmesi için bir sistemin geliştirilmesi ise 1977'de başlamıştır. Bu sistemin FIDO olarak adlandırılan bir uyarılması 1989'a kadar 4 ocakta kurulmuş ve denenmiştir. İngiliz Kömür İşletmeleri bunlara ek olarak sistemi, 24 ocakta çalışmakta olan yaklaşık 100 ayağa kurmuştur. Bu sistem başlangıçta yalnızca ayak ekipmanların çalışmasını izlenmesine karşın İngiliz Kömür İşletmeleri tahkimat yüksekliği, kesici uç gücü ve ekipman oriyantasyonu gibi parametreler hakkında bilgi vermeyi sağlayacak ve kesici-yükleyici gibi ekipmanların otomatik kontrolüne elverecek şekilde sistemin genişletilmesini planlamaktadır.

Yeraltı konveyör nakil sistemlerinin izlenmesi ve kontrolü İngiltere'de diğer ülkelere göre ileridir. İlk sistem 1972'de kurulmuştur. Bu sistemler sıcaklık, kömür yığılmaları, motorların çalışması gibi parametrelerin algılanmasına ek olarak ardarda çalışma/durmayı da temin eder. 1988 yılı verileriyle 100'den fazla sistem işletmeye alınmıştır.

5. TÜRKİYE'DEKİ DURUM

Dünya yeraltı kömür madenciliğindeki bilgisayara dayalı izleme ve kontrol sistemlerindeki gelişmelerin Türkiye'deki ilk yansıması Türkiye Kömür İşletmeleri (TKİ) Kurumu'na bağlı Orta Anadolu Linyitleri (OAL) İşletmesi Müessesesi Çayırhan Bölgesinde görülmektedir (Ersen, 1986). Ülkemizin tam mekanize ve modern ilk yeraltı kömür işletmesi sıfatını taşıyan bu ocakta (Ersen, 1985) MINOS izleme ve kontrol sistemi kullanılmaktadır. Bu sistem sayesinde;

- Kesici-yükleyicilere, ayak, taban yolu aktarma ve diğer tip zincir konveyörler ile galeri açma makinalarına ait güç, voltaj ve akım değerleri,

- Bandlı konveyörlerin kumanda konsollarının

dan izlenebilen konveyörlere ait tüm bilgiler,

- Metan, CO, hava hızı gibi çevresel parametrelere ait bilgiler ile

- Pnömatik dolgu sistemine ait gerekli bilgiler yerüstündeki ana kontrol odasında sürekli olarak izlenir (Ersen, 1988). Sistem istendiği takdirde yeraltında çalışan makinaları çalıştırma ve durdurma işlemlerinin de bu odadan yapılmasına olanak sağlamaktadır.

Zincirli ve bandlı konveyörlere ait kumanda konsolları, kesici-yükleyici ile galeri açma makinalarına ait yol vericiler ve çevre parametrelerini ölçen algılayıcılardan gelen bilgiler 16 digital ve 8 analog giriş kapasiteli yeraltı istasyonları ve 4 uçlu bir kablo aracılığı ile kontrol odasındaki mikro-bilgisayara iletilir. Bu odada iki adet renkli görüntü veren ekran, operatörün MINOS sistemiyle temas kurduğu bir klavye, yönetim için gerekli raporların yazıldığı bir yazıcı, grafikler için bir grafik çizicisi ile yeraltındaki haberleşmenin bağlı olduğu santral bulunmaktadır. Oda dışında değişik uzaklıklardan sadece istenildiği anda bilgi almayı sağlamak üzere iki terminal de sisteme bağlıdır.

Ayrı bir bilgisayara dayalı personelin izlenmesi uygulamasına geçilme aşamasında olan Müessesede ayrıca ana kontrol odasından ana fanlarla ilgili bilgiler de izlenebilmektedir. Ancak bu sistem Müessesenin kendi olanaklarıyla geliştirilmiş olup henüz bilgisayara bağlanmamıştır.

Seri halde çalışan zincirli ve bandlı konveyörler ardarda otomatik olarak çalıştırılıp durdurulmaktadır. Bandlı konveyörleri koruyan cihaz ve algılayıcılar ile istenmeyen bir durumun olması halinde konveyörler otomatik ya da konveyör hattı boyunca belirli aralıklarla yerleştirilmiş kontrol anahtarları sayesinde elle durdurulabilmektedir.

Bu gelişmelerin diğer bir yansıması da metan ve CO gibi çevre parametrelerinin bilgisayara dayalı sistemlerle izlenmesi şeklinde Türkiye Töşkümü İşletmeleri Kurumuna bağlı Kozlu ve Armutçuk Müesseselerinde görülmektedir.

İzleme ve kontrol sistemlerinin açık işletmelerdeki uygulaması ise yalnızca Türkiye Kömür İşletmeleri Kurumuna bağlı Afşin-Elbistan Müessesesinde bulunmaktadır. Dekapaj ve üretim için döner kepçeli ekskavatörler, dökücü ve topalayıcı birimler ile band konveyörlerin kullanıldığı bu işletmede ekipman arızaları, dekapaj ve üretim miktarları, enerji tüketimi ve haberleşme sürekli olarak bir merkezden izlenmekte ve aynı

merkezden ekipmanların kontrolü (durdurma/çalıştırma) yapılabilmektedir. TMF, THF, TFH gibi iletim ve sinyalizasyon sistemleri ile Sigmatic gibi elektronik aygıtların kullanıldığı bu izlemede elde edilen verilerin analizi, değerlendirilmesi ve raporlama henüz elle yapılmasına rağmen bilgisayara da geçiş çalışmaları sürdürülmektedir.

6. SONUÇLAR

Bilgisayara dayalı kömür madenciliği izleme ve/veya kontrol sistemlerinin avantajları ile getirdiği faydalar aşağıdaki gibi özetlenebilir;

- İlk yatırım tutarını kısa zamanda ödeyebilmektedir,
- Erken uyarıyı temin ederler,
- Kullanım kolaylığı ve genişleyebilme kabiliyetine sahiptirler,
- İnsan gücünden tasarruf sağlarlar,
- Gerçek zamanlı sürekli ve otomatik izleme yapılabilir,
- Güvenilir çalışma koşullarını sağlar,
- Makina ve ekipmanlarda oluşan arızalar anında izlenip bulunabilir ve hızlı bir şekilde gerekli önlemler alınıp durma süreleri azaltılır,
- Durma sürelerinin azaltılması üretimin artmasını getirir ve böylece ocak gelirinin yükselmesi ve kömür maliyetinin düşürülmesiyle de verimliliği artırırlar,
- Bilgi depolama özelliği sayesinde yönetimin etkinliğini ve kontrolünü artırırlar,
- Bazı durumlarda ocak emniyeti ve sağlık dairesince belirlenen zorunlu emniyet standartlarının çelişkisinin giderilmesi ve ispatını sağlarlar.

Bu sistemlerin seçiminde;

- İletim kablosuna, yerel manyetik gürültü alanı, kablunun uygunluğu ve bilginin formatlanması gibi faktörlere bağlı olarak oluşabilecek iletilen bilgideki hata oranlarını minimum seviyede tutan ve güvenilir bilgileri ileten sistemlerin

alınmasına,

- Güvenilir bir programın temin edilmesine,
- Doğru ölçüm değerlerini veren alıcıların alınmasına,
- Gerek yeraltında ve gerekse yerüstündeki kontrol odasında bulunan ekipmanların elektrik kesilmesi halinde devreye girecek bataryalara sahip olmasına,
- Sistemlerle ilgili ekipmanların farklı üreticilerden alınması halinde ekipmanlar arasında uygunluğun olmasına ve
- Sistem hafızasının uzun, sürekli bilgi depolamasına ve yönetim bilgi sistemlerine bilgi akışını sağlayacak şekilde olmasına dikkat edilmelidir.

Bu tür elektrik devrelerinin geliştirileceği, tamir ve bakımının yapılabileceği modern elektrik laboratuvarları kurularak uzman kişilerin yetiştirilmesi sağlanmalıdır.

Bu sistemlerin alınacağı ocaklarda iyi bir haberleşme ağının oluşturulmasına da ayrıca önem verilmelidir.

KAYNAKLAR

ERSEN, A., 1988; "An Application of Comprehensive Mine Monitoring and Control System in a Turkish Mine", 1st Workshop on Computerized Coal Mining Systems, Ostrava, Czechoslovakia.

ERSEN, A., CEBİ, Ö., 1986; "Çayırhan Bölgesinde Uygulanan Kontrol, Sinyalizasyon ve Haberleşme Sistemleri ile Ana Kontrol İstasyonu", Türkiye 5. Kömür Kongresi, Zonguldak.

ERSEN, A., ÜNVER, Ö., 1985; "Beyazarı Tam Mekaniğe Yeraltı Linyit Projesi", Türkiye Madencilik Bilimsel ve Teknik 9. Kongresi, Ankara.

HARTLEY, D., 1980; "The Development of Remote Monitoring and Control for Mining Systems", The Mining Engineer, August, England.

ORUCEVIC, F.A., 1988; "Computer-based Truck Dispatching System", 1 st Workshop on Computerized Coal Mining Systems, Ostrava, Czechoslovakia.

WEISS, A., 1987; "The State of the Art-Computerized Coal Mining Systems", Report for European Region Project.