

Havalandırma ve İş Güvenliği
Mine Ventilation and Safety

KÖMÜR MADENİ ÇALIŞANLARINDA BEL AĞRISI

LOW BACK PAIN TN COAL MINERS

Selda SARIKAYA, *Zonguldak Karaelmas Üniversitesi Tıp Fak, 67100 Zonguldak*

ÖZET

Bel ağrısı gripten sonra en sık görülen hastalıktır. Dünya nüfusunun %65-80'inde yaşamlarının bir noktasında bel ağrısı gelişmektedir. Kas-iskelet sistemi hastalıkları kömür madeni endüstrisinde işten uzak kalmaya neden olan en geniş hastalık grubudur ve bunların içinde en önemli sebep bel ağrısıdır. Madencilerin yaklaşık % 70'i iş hayatları süresince bel ağrısı nedeniyle çalışmamaktadırlar ve morbidite derecesi farklılık göstermektedir. Kömür madencilerinde bel ağrısı nedeniyle gelişen morbidite ve İş gücü kaybını azaltmak amacıyla, bel okulu eğitimi ve çalışma koşullarının geliştirilmesi Önemlidir.

ABSTRACT

Low back pain represents the most frequent illness of mankind after the common cold. Between 65% and 80% of the world's population develop back pain at some point during their lives. Musculoskeletal disorders are the largest cause of absenteeism in the coal mining industry, and the most significant of these is low back pain. Approximately 70% of miners will have some time off work with back pain during their working life, and the degree of morbidity is variable. Emphasis must be put on back school education and improvement of work conditions in order to decrease morbidity and times off work due to low back pain among coal miners.

1. GİRİŞ

Tüm dünya nüfusunun % 60- 80'inin yaşam süreleri boyunca en az bir kez bel ağrısı geçirdiği bilinmektedir (Borenstein, 2000). Yapılan epidemiyolojik çalışmalar sonucu soğuk algınlığından sonra en sık rastlanan hastalık olduğu belirlenmiştir (Frymoyer, 1980; Kelsey, 1980).

Bel ağrısı gelişiminde ilk sırada kişilerin meslekleri etkili olmaktadır. En riskli meslek grupları ağır beden işçileri, çiftçiler, şoförler ve sağlık personelidir. Sedanter yaşam süren ve günde dört saatten uzun süre oturarak çalışmak zorunda olanlar da risk grubundadır.

Sigara kullananlar ve kronik bronşit hastaları 2. derece risk grubunda yer alırlar. Hiç spor yapmamış olanların yanı sıra halter, güreş, futbol, golf gibi sporları yapanlarda bel ağrısına sık rastlanır. Yaptığı işi sevmeyen kişilerde de bel ağrısı daha sık görülmektedir.

Ağrının başlangıcı, süresi, yeri, yayılımı, karakteri, ağrıya eşlik eden bulgular, ağrıyı azaltan ve artıran faktörler değerlendirmede önemli yer tutar. Bel ağrısı akut ve kronik olabilir. 3 aydan kısa süren ağrıya akut, 3 aydan uzun süren ağrıya kronik bel ağrısı denir. Ağrı süresi arttıkça depresyon gibi davranış bozuklukları tabloya eklenmekte ve kişilerin yaşam kalitesi bozulmaktadır.

Lomber omurgada ağrı kaynağı olabilen duyarlı yapılar vertebra periostu, faset eklemleri, intervertebral disk anulus fibrosusunun arka lifleri, radikler ve kılıfları, spinal ligamentler ve kaslardır. Son araştırmalar ligament ve kas patolojilerinin bel ağrısı tablosunda en az disk ve faset eklemlerdeki patolojiler kadar sorumlu olabildiklerini ortaya koymuştur.

2. BEL AĞRISI TIPLERİ

Mekanik bel ağrısı sıklıkla kötü duruş, vücut mekaniklerinin yanlış kullanımı gibi nedenlerle oluşan bölgesel mekanik bozukluklardan kaynaklanır. Bel ağrısını mekanik olarak tanımlayabilmek için inflamatuvar, enfeksiyöz, tumoral, metabolik nedenler dışlanmalıdır. Bel ağrısı nedenleri Çizelge 1 'de belirtilmiştir (Özcan, 2000).

Mekanik bel ağrısı fizik aktivite ile artar, istirahat etmekle azalır, sabah tutukluğu varsa bile kısa sürelidir, inflamatuvar ağrı istirahat süresinin uzamasına paralel olarak artar, hafif fizik aktivite ile hafifler ve 1 saatten uzun süreli sabah tutukluğu ile beraberdir. Neoplastik ağrılar sinsi başlar, gece artar, kalkıp hareket etmekle hafiflese de medikal tedaviye yanıt vermez. Ağrının bacakta bir dermatom boyunca yayılması ve uyusukluk gibi şikayetlerle birlikte olması radiküler basıyı düşündürür. Faset eklemleri ve kaslardan kaynaklanan ağrı bacağa yayılsa da dermatomal yayılım ve dizden aşağı yayılım görülmez. Bel ağrısı olmaksızın bacak ağrısı olanlarda periferik sinir basısı, damar patolojileri düşünülmelidir.

Çizelge 1. Bel ağrısı nedenleri.

Sınıflandırma	En sık nedenler
1- Kas-iskelet sistemi	Akut/ kronik bel zorlanması Postür anomalileri Disk herniasyonu Miyofasial ağn sendromları Fibromiyalji
2- Dejeneratif	Dejeneratif eklem hastalığı Osteoartrit, spondilolizis Faset eklem hastalığı Dejeneratif spondiloliztezis Dejeneratif disk hastalığı Diffüz idyopatik skeletal hiperostozis
3- Travmatik	Fraktur veya dislokasyonlar Zorlanma
4- Konjenital veya gelişimsel	Displastik spondiloliztezis Skolyoz
5- İnflamatuar *	Ankilozan Spondilit Romatoid Artrit
6- İnfeksiyöz	Piyojenik vertebral spondilit intervertebral disk enfeksiyonu Epidural apse
7- Metabolik	Osteopeni veya osteoporoz Paget hastalığı
8- Neoplastik	Benign ve malign spinal ve intraspinal tümörler
9- Viseral	Üst genİtoüriner sistem hastalıkları Gastrointestinal sistem hastalıkları
10- Vasküler	Abdominal aort anevrizması Renal arter trombozu
11-Psikojenik	Kompansasyon nörozis Konversiyon
12- Postoperatif ve multipl bel operasyonu	

3. BEL AĞRISINDA TEDAVİ YAKLAŞIMLARI

Mekanik bel ağrısında tedavi akut dönemde şikayetleri, kronik dönemde ise fonksiyonları iyileştirmeye yönelik olmalıdır. Günümüzde bel ağrılı hastaya tedavi yaklaşımında pasif tedavi yöntemleri yerine hastanın aktif katılımının sağlandığı, belinin sorumluluğunu aldığı, yoğun ve aktif egzersiz programlarından oluşan yöntemler önerilmektedir.

Bel ağrılı hastalarda rehabilitasyonun amaçları:

- 1- Ağrının azaltılması

- 2- Uzun süre yatma ve inaktivite sonucu gelişebilecek kondüsyon yetersizliğinin engellenmesi
- 3- Nükslerin ve kronikleşmenin engellenmesi
- 4- Fonksiyonel kapasitenin artırılması ile erken normal aktiviteler ve işe dönüşün sağlanması

Bel ağrısında tedavi yaklaşımı konservatif ve cerrahi tedavi olarak İki gruba ayrılabilir. Konservatif tedavi yöntemleri:

- 1 - istirahat
- 2- Medikal tedavi
- 3- Fizik tedavi modaliteleri
- 4- Lokal enjeksiyonlar
- 5- Manipulasyon
- 6- Traksiyon
- 7- Korseleme
- 8- Egzersizler
- 9- Bel okulu
- 10- Fonksiyonel rehabilitasyon

4. BEL OKULU

Bel okulu kişilerin beli ve bel ağrıları hakkında bilgi edindikleri, günlük yaşam ve iş ortamında bel sağlığını koruma yöntemlerini ve belinin sorumluluğunu almayı öğrendikleri bir eğitim programıdır, ilk olarak 1970'de İsveç'te Zochrisson Forsell tarafından gerçekleştirilen bu program çeşitli ülkelerde modifiye edilerek, grup eğitimleri şeklinde kullanılmaktadır. Ülkemizde ilk kez 1990 yılında Dr. Emel Özcan öncülüğünde İstanbul Tıp Fakültesinde başlatılan bel okulunda eğitim 8-10 kişilik gruplara verilen 4 derslik bir programdır.

Bel ağrısının tedavisinde önemli bir yere sahip olan egzersizlerin yararları şöyle özetlenebilir:

- 1- Ağrıyı azaltır
- 2- Kasların güç, esneklik ve dayanıklılığını artırır.
- 3- Mobilitiyi artırır
- 4- Spinal yapıların maruz kaldığı mekanik stresi azaltır.
- 5- Fiziksel uyumu iyileştirir.
- 6- Postürü iyileştirir.

Tedavi amacıyla farklı egzersizler kullanılmaktadır. Bunlardan bazıları:

- 1- Fleksiyon egzersizleri
- 2- Ekstansiyon egzersizleri
- 3- Aerobik egzersiz: En sık yürüme, yüzme, koşma ve bisiklete binme şeklinde önerilen bu egzersizler haftada 3-4 kez, 45 dakika süreyle yapılmalıdır.
- 4- Dövmük lomber stabilizasyon egzersizleri
- 5- Fonksiyonel rehabilitasyon

Rehabilitasyonda yeni bir yaklaşım olan fonksiyonel rehabilitasyonun amacı sadece etkilenen vücut bölgesini değil kişiyi bir bütün olarak ele alıp fiziksel ve psiko-sosyal fonksiyonların en iyi düzeye eriştirerek aktif, güvenli ve üretken bir yaşama ve işe dönmeyi sağlamaktır. En yaygın olarak kronik bel ağrılı hasta rehabilitasyonunda uygulanan fonksiyonel rehabilitasyonun işe döndürmede başarı oranı %50-90 du.

5. MADEN İŞÇİLERİNDE BEL AĞRILARI

Ağır fiziksel şartlarda çalışan madencilerde bel ağrısının ve omurga patolojilerinin araştırıldığı çalışmalar bulunmaktadır. Bu çalışmaların büyük bölümü Polonya ve Rusya gibi ülkelerde yapılmıştır. Bununla birlikte İngiltere, A.B.D, İskoçya'da da özellikle kömür madeni çalışanlarında bel problemlerine yönelik araştırmalar bulunmaktadır. Çizelge 2'de bu çalışmalar sıralanmaktadır. Türkiye'de bu yönde bir araştırmaya rastlanmamıştır.

Hemsley ve ark tarafından kum madeninde çalışanlarda bel ağrısı insidansı ve tedavisi araştırılmıştır. Hazırlanan bir sorgulama formunu dolduran 204 çalışan değerlendirilmiştir. Erkek çalışanların % 77'si, kadın çalışanların % 60'ı yaşamlarının bir döneminde bel ağrısı şikayetlerinin olduğunu belirtmişlerdir. Erkek katılımcıların % 61'inde, kadın katılımcıların ise %57'sinde ayda en az 2-3 kez bel ağrısının olduğu saptanmıştır. Erkeklerin % 16'sı, kadınların % 12'si her gün bel ağrısından şikayetçi olduklarını belirtirken erkeklerin % 30'u, kadınların % 22'si yaptıkları işin bel ağrısını arttırdığını söylemişlerdir. Erkek çalışanların % 19'u, kadın çalışanların % 6'sı bel ağrısı nedeniyle bir süre çalışmadıklarını belirtmişler ve bu sürenin ortalama 14 gün olduğu saptanmıştır. Bel ağrısı olanların % 47'si genel pratisyen tarafından verilen tedavinin etkili olmadığını söylerken, sadece % 16'sı bu tedavinin etkili olduğunu belirtmiştir. Çalışma sonunda mobilizasyon egzersizlerinin analjezik ve antiinflamatuar tedaviden daha etkili olduğu saptanmıştır (Hemsley, 1998).

Zagorski tarafından yapılan çalışmada yer altında çalışanlarda morbiditenin yer üstünde çalışanlara göre 1/3 kat arttığı ve bu durumun yer üstünde çalışanlara göre 5 yıl erken geliştiği gösterilmiştir. Ağır yüklenmemn olduğu iş grubunda bu oran geçerliyken, orta derecede yüklenmemn olduğu grupta yer altı ve yer üstü arasında morbiditede farklılık saptanmamıştır (Zagorski, 1979).

Anderson tarafından İngiltere'de yapılan araştırmada meslek ile artroz ilişkisi değerlendirilmiştir. 15-65 yaşlarındaki çalışanların % 1 Tinde ekstremitelerde osteoartroz, % 2'sinde jeneralize osteoartroz ve % 1 Tinde ekstremitte eklemlerinde etiolojisi belirlenemeyen ağrı saptanmıştır. İş grupları arasında dar alanda kötü postürde çalışan kömür madeni işçilerinde tüm yaş gruplarında osteoartroz riskinin arttığı saptanmıştır. Bu çalışmada ağırlık kaldırmadan çok postürün osteoartroz başlangıcında önemli olduğu sonucu ortaya çıkmıştır (Anderson, 1984).

Polonya'da iki kömür madeninde yapılan araştırmada 404 maden işçisi sorgulanmıştır. Sosnica madencilerinde % 73.2, Staszic madencilerinde % 65.2 oranında bel ağrısı sendromu sıklığı saptanmıştır (Limburska, 1996).

İskoçya'da Agius ve ark tarafından yapılan anket sorgulamasında 471 kömür madeni çalışanın % 56'sı (265 kişi) geçen 12 ayda bel ağrısı şikayetinin olduğunu belirtmişlerdir (Agius, 1994).

Madencilerin taşıdığı ağırlıkların değerlendirildiği bir araştırmada sonuç olarak fizyolojik taşıma limitlerinden fazla ağırlık taşıdıkları gösterilmiştir. Ağırlıkla birlikte maden yüksekliğine bağlı olarak değişen postüründe bel ağrısında önemli bir faktör olduğu gösterilmiştir (Gallagher, 1992).

Burry tarafından kömür madencilerinin de bulunduğu ağır iş yükü ile çalışan 420 kişide yapılan araştırmada bu kişilerin % 54.7'sinde kaldırma işi sırasında bel ağrısının olduğu ve % 63.6'sında ani incinmenin meydana geldiği saptanmıştır. Bu kişilerin yarısında daha önce bel ağrısı yakınmasının olduğu ve 40-59 yaşlarında bu ins i dansm % 70'e kadar çıktığı gösterilmiştir. Sonuç olarak bu kişilerin bir yükü kaldırmada ergonomiye uygun hareket etmedikleri ve bu konuda eğitimlerinin gerektiği belirtilmiştir (Burry, 1988).

Llyod ve ark tarafından yapılan çalışmada 1222 kömür madeni çalışanı ve 449 ofis çalışanı 1 yıllık takip sonunda değerlendirilmiştir. Madende çalışanların % 69'u yaşamlarının herhangi bir döneminde bel ağrsı şikayetinin olduğunu belirtmişler ve % 35'i son 3 ayda bel ağrsının olduğunu söylemişlerdir. Ofis çalışanlarında bel ağrsı prevalansı % 58 olarak bulunmuştur. Bu oran 40 yaşından genç olan gruplar karşılaştırıldığında farksız bulunmuş fakat yaş arttıkça madencilerde oranın daha yüksek olduğu gösterilmiştir. Sonuç olarak madencilerin % 61.6'sı, ofis çalışanlarının % 14.1' in de bel ağrsı ortaya çıkmıştır. Madencilerde bel ağrsı sendromunun ağır objeleri kaldırma veya çalışma sırasında doğru olmayan pozisyonda durma ile ilişkili olduğu ve madencilerde ofis çalışanlarına göre daha sık ortaya çıktığı gösterilmiştir (Llyod, 1986).

İngiltere'de bel ağrsının kömür havzalarında çalışanlarda işe gitmeme nedenlerinin % 18'ini oluşturduğu ve madencilerin ortalama % 70'inin iş hayatları boyunca bel ağrsı nedeniyle bir süre çalışmadıkları saptanmıştır.

Mac Donald tarafından yapılan araştırmada madencilerde bel ağrsı ile spinal kanal çapı arasındaki ilişki değerlendirilmiştir. Yaşlan 50-60 arasında 204 madenciye bazı sorular sorulmuş ve ultrason ile spinal kanal çapları ölçülmüştür. Bu kişilere bel ağrsının olup olmadığı, ilk atağın kaç yaşında olduğu, ağn nedeniyle istirahat süresi, bel ağrsının madenden çıktıktan sonra devam edip etmediği ve bel ağrsı ile birlikte bacak ağrsının varlığı sorulmuştur. Ayrıca geçen 3 yılda maluliyet verilen 373 madencinin kayıtları incelenmiştir. 204 madencinin % 75'i daha önce bel ağrsı geçirdiğini belirtmiş ve bu kişilerin spinal kanal çapı 4. ve 5. lomber vertebra düzeyinde anlamlı derecede dar bulunmuştur. İlk bel ağrsı atak yaşı ile kanal çapları karşılaştırıldığında atağın geçirildiği yaş küçüldükçe (bel ağrsı süresi arttıkça) kanal çapının daha daraldığı saptanmıştır. Bel ağırlı madencilerin % 50'si 6 aydan fazla istirahat kullanmışlar ve bu kişilerin kanal çapı istirahat kullanmayan veya 6 aydan daha kısa süre kullananlara göre daha dar bulunmuştur. 3 yıllık takip sonunda 191 madencinin 115'inin madende çalışmayı bıraktığı saptanmıştır. Bu grupta sadece 1 kişinin bel ağrsı nedeniyle erken emekli olduğu görülmüştür. 6 yıllık takip sonunda ise sadece 30 madencide bel ağrsının olmadığı belirlenmiştir (MacDonald, 1984).

Çaplan ve ark. tarafından 178 madencide bel omurgasında dejeneratif eklem hastalığının incelendiği çalışmada bu kişilerin bel grafileri ve bel ağnsı değerlendirilmiştir. Radyograflerde disk mesafeleri, pedikül ve faset eklemler değerlendirilmiştir. 40 yaş üzerinde disk mesafesinde daralma ve spur formasyonunun sık görüldüğü ve sadece % 18'inin normal olduğu saptanmıştır. 60 yaş üzerindeki madencilerin hepsinde radyolojik değişiklikler bulunmuştur. Kişiler çalışma sürelerine göre 3 gruba ayrılmışlar (20 yıldan fazla, 10-20 yıl, 10 yıldan az) ve bu süre ile disk mesafesinde daralma arasında korelasyon saptanamamıştır fakat spur oluşumu ile anlamlı korelasyon saptanmıştır. Yaşla birlikte değerlendirildiğinde bu farklılık daha belirgin olarak ortaya çıkmıştır. Kişilerin kaza sayısı ile disk mesafesinde daralma arasında belirgin korelasyon saptanmıştır. Yaş arttıkça hastalık nedeniyle istirahat süresi artmaktadır. Çalışma sonucunda, kömür madencilerinde aynı yaş grubundaki sedanter çalışanlara göre disk mesafesinde daralma prevalansı daha yüksek bulunmuştur ve travmanın önemli bir risk faktörü olduğu belirtilmiştir (Çaplan, 1966).

Kellgren ve Lawrence yaptıkları çalışmada lomber disk dejenerasyonunun madencilerde daha fazla olduğunu bulmuşlardır (Kellgren, 1952).

Muskuloskeletal hastalıklar kömür madeni endüstrisinde iş gücü kaybının Önemli bir nedenidir. Madencilerde ve diğer ağır İş gruplarında çalışanlarda bel ağnsı prevalansı çalışmalarda geniş bir aralıkta saptanmıştır. Bunun nedeni kişilerin farklı yöntemlerle değerlendirilmeleri ve farklı sorgulamaların yapılmasıdır.

Yapılan çalışmalarda birçok madencinin bel ağnsına rağmen çalışmaya devam ettiği görülmüştür fakat bu kişilerin çalışma kapasiteleri azalmaktadır. Kömür madeni çalışanlarında bel ağnsının neden olduğu morbidite ve iş gücü kaybını engellemek amacıyla bu kişilerin gerekli bel okulu eğitimini almalan ve çalışma koşullarında optimum şartların sağlanması en önemli basamağı oluşturmaktadır.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Ülkemizde, madencilerde görülen bel ağnlanm iş kazası veya meslek hastalığı sayılmadığı ve bu konuda bir çok hukuki sorunun çıktığı bir gerçektir. Özellikle, Zonguldak Havzası'nda çalışan maden işçileri arasında son dönemlerde bel ağnlarından yakınan, bel ağnsı nedeniyle tedavi görüp çalışma grubunu değiştiren veya ocak dışına çıkmak durumunda kalan yüzlerce vaka meydana gelmiştir. Bu amaçla, maden işçilerinde görülen bel ağnlanm nedenleri araştırılmalı ve istatistiksel çalışmalarla en riskli gruplardan başlanarak tüm çalışanlar genel bir eğitimden geçirilmelidir. Ayrıca; bundan sonra işe alınacak kişilerin işe girişlerinde bel ağnsı ile ilgili tetkikleri yapılmalı ve risk grupları periyodik olarak izlenip gelişmelere göre iş grupları değiştirilmeli ve çalışanların sağlıktan korunmalıdır.

Çizelge 2. Madencilerde bel ağrısının araştırıldığı çalışmalar.

Arthritis Rheum	1966	Dejenerative joint disease of the lumbar spine in coal miners- a clinical and x-ray study.	ABD
Pol Tyg Iek	1974	Clinical manifestations of low back pain in miners from the Zofiowka coal mine in Jastrzebia Gorne	Polonya
Chir Narzadow Ruchu Ortop Pol	1975	Results of surgical treatment of lesions of the lower spinal region in coal miners.	Polonya
Chir Narzadow Ruchu Ortop Pol	1976	Baastруп syndrome of the lumbar spine in miners	Polonya
MedPr	1979	Spinal pain syndromes in coal miners	Polonya
J Soc Occup Med	1982	Sickness absence due to back lesions in coal miners.	
Scand J Work Environ Health	1984	Arthrosis and its relation to work.	İngiltere
J Occup Med	1984	The relationship between spinal canal diameter and back pain in coal miners. Ultrasonic measurements as a screening test?	İngiltere
Spine	1986	Epidemiologic study of back pain in miners and office workers.	İskoçya
N Z Med J	1988	Compensated back injury in New Zealand	Yeni Zelanda
Feldsher Akush	1989	Lumbosacral radiculitis in coal miner	Rusya
Ergonomics	1992	Acceptable workloads for three common mining materials.	ABD
Occup Environ Med	1994	Questionnaire for the identification of back pain for epidemiological purposes	İskoçya
MedPr	1996	Back pain in coal miners of anthracite coal- pilot study results.	Polonya
MedPr	1996	Selected diseases of the spine and spinal cord as a cause of work disability	Polonya
Aust Fam Physician	1998	Low back pain in mineral sand mine workers. Incidence and management	Avustralya
MedPr	1998	Low back pain syndrome in coal miners: preliminary results of an epidemiological study.	Polonya

KAYNAKLAR

- Agius, R.M., Lloyd, M.H., Campbell, S., Hutchison, P., Sea ton, A. and Sou la r CA.** (1994) Questionnaire for the identification of back pain for epidemiological purposes. *Occup Environ Med*, Vol .51, No.11, pp 756-760.
- Anderson, J.A.** (1984) Arthrosis and its relation to work. *Scand J Work Environ Health*, Vol.10, No.6, pp 429-433.
- Borenstein, D.G.** (2000) *Rheumatology*, Mosby, Vol.1, Section 4, 3.1-26 p.
- Burry, H.C. and Gravis, V.** (1988) Compensated back injury m New Zealand. *N Z Med J*, Vol.101, No.852, pp 542-544.
- Çaplan, P.S., Freedman. L.M. and Connelly, T.P.** (1966) Degenerative joint diseaseof the lumbar spine in coal miners- a clinical and x-ray study. *Arthritis Rheum*, Vol.9, No.5, pp 693-702.
- Frymoyer, J. W., Pope, M.H., Costanza, M.C., Goggin, J.E. and Wilder, D.G.** (1980) Epidemiology studies of low back pain. *Spine*, Vol.5, pp 419-423.
- Gallagher, S. and Hamrick, C.A.** (1992) Acceptable workloads for three common mining materials. *Ergonomics*, Vol.35, No.9, pp 1013-1031.
- Hemsley, S., Broad hurst, N. and Colguhoun, J.** (1998) Low back pain in sand mine workers. Incidence and management. *Aus. Fam Phy.*, Vol.27, No.6, pp 503-507.
- Kellgren, J.H. and Lawrence, J.S.** (1952) Rheumatism in miners. Part II: X-ray study. *Brit J Industr Med*, Vol.9, pp 197-207.
- Kelsey, J.L. and White, A.A. III.** (1980) Epidemiology and impact of low back pain. *Spine*, Vol.5, pp 133-142.
- Limburska, I., Gazdzik, T.S. and Zejda, J.E,** (1996) Back pain in coal miners of anthracite coal-pilot study results. *Med Pr*, Vol.47, No.4, pp 339-346.
- Llyod, M.H., Gault, S. and Soutor, CA.** (1986) Epidemiologic study of back pain in miners and office workers *Spine*, Vol.11, No.2, pp 136-140.
- MacDonald, E.B., Porter, R., Hibbert, C and Hart, J.** (1984) The relationship between spinal canal diameter and back pain in coal miners. Ultrasonic measurement as a screening test. *J. Occup Med*, Vol.26, No.1, pp 23-28.
- Özcan Yıldız, E.** (2000) Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon, *Güneş Tıp Kıtavevi Ankara*, s 1465-1483.
- Zagorski, J. and Swiadro, J.** (1979) Spinal pain syndromes in coal miners. *Med pr*, Vol.30, No.3, pp 201-206.

MADENCİLİKTE GÜRÜLTÜYE BAĞLI İŞİTME KAYIPLARININ İNCELENMESİ

INSPECTION OF NOISE DEPENDENT HEARING LOSSES IN MINING

İ. Göktaş EDİZ, Su nay BEYHAN, Hamdi AKÇAKOCA ve Enver SARI,
Dumlupınar Üniversitesi, Müh. Fak. Maden Müh. Böl. 43100, Kütahya

ÖZET

Ülkemiz endüstri. ,nde en sık rastlanan meslek hastalıklarından biri de gürültü ile oluşan işitme kayıplarıdır. Endüstriyel işitme kaybına sahip insan sayısının 200.000' i aştığı, son yıllarda yapılan çalışmalarda belirtilmektedir. Gürültü yalnızca işyeri ortamında olan bir olgu değil, aynı zamanda da Önemli bir patolojik etkidir.

Bu çalışmada, madencilikte gürültü sorunu ve gürültüye bağlı işitme kayıpları araştırılarak, gürültülü bir ortamda çalışan işçilerde, gürültü sonucu meydana gelen işitme kayıpları ve tipleri belirlenmiştir. Ayrıca, Seyitömer Linyit İşletmeleri (SLİ), ETİ Gümüş A.Ş ve G.L.İ. Tunçbilek Linyit işletmelerinde gürültü ölçümü ve test sonuçları ele alınarak sonuçlar değerlendirilmiştir.

ABSTRACT

One of the most important occupational disease seen in industry is hearing losses caused by noise. It was reported that the number of people having hearing losses are in excess of 200,000 according to the recent research. Noise is not only a disturbing phenomenon in working environment, but also a pathological effect.

In this research, hearing losses due to noise and their types observed in workers, working in noisy environments were determined and noise problem in mining and hearing losses caused by noise are investigated. Moreover, noise measurement in Seyitömer Lignite Mine (SLI), Etigümüş A.Ş (Eti-Silver Company) and in Tunçbilek Lignite Mine (GLI) were made and the results were discussed.

1. GİRİŞ

Gürültü; İnsanların işitme sağlığını ve duyusunu olumsuz yönde etkileyen, fizyolojik ve psikolojik dengesini bozan, iş verimini azaltan, istenmeyen seslerden oluşan önemli bir çevre kirliliğidir.

Endüstrinin ve teknolojinin gelişimi ile birlikte çalışmanın ağırlığı bedensel alandan zihinsel alana kaymış, insanlar, gürültünün rahatsız edici etkisine, ruhsal ve dolaylı zararlarına daha duyarlı duruma gelmişlerdir. Bu nedenlerle ve bir kaç dolaylı etkenin de eklenmesi ile, gürültü, denetimi zor ve ileriye dönük zarar verme gücü fazla bir çevre kirliliği olarak ortaya çıkmış, zararları yaşanmış ve bilimsel olarak saptanmıştır.

Maden işletmelerinde son yıllarda mekanizasyonun artması ile birlikte gürültü sorunu da ön plana çıkmıştır. Yeraltı ve açık ocak maden işletmeleri, cevher hazırlama tesisleri (kırıcı, değirmen vb.) önemli gürültü kaynakları olan yerlerdir.

2. GÜRÜLTÜNÜN ÇALIŞANLAR ÜZERİNDEKİ OLUMSUZ ETKİLERİ

Sağlıklı ve genç bir insan kulağı 20 ile 20000 Hz arasındaki frekanslara sahip sesleri duyabilir; bu bölgeye "İşitilebilir Frekans Aralığı" denir. 0 ile 16 Hz frekans aralığındaki seslere "Duyma eşiği altı ses", frekansı 20.000 Hz'den büyük olan seslere de "Duyma eşiği üstü ses "denir (www.rshm.saglik.gov.tr).

Gürültünün insan sağlığı üzerine olan olumsuz etkileri Çizelge 1'de ki gibi sıralanabilir (www.rshm.saglik.gov.tr).

Çizelge 1. Gürültünün insan sağlığı üzerine olan olumsuz etkileri

Etki	Sağlık Problemi
Psikolojik Etkiler	Davranış bozuklukları, öfkelenme, genel rahatsızlık duygusu, sıkılma.
Fiziksel Etkiler	Geçici veya kalıcı işitme hasarları
Fizyolojik Etkiler	Vücut faaliyetlerinde değişiklikler, kan basıncında artış, dolaşım bozukluğu, solunumda hızlanma, kalp atışlarında hızlanma, ani refleksler.
Performans Etkileri	İş veriminde azalma, konsantrasyon bozukluğu, hareketlerin engellenmesi

Bunlara ek olarak, gürültü kişilerde bitkinliğin kronikleşmesini sağlamakta ve vücudun direncini azaltarak hastalıklara yakalanma ihtimalini arttırmaktadır.

2.1 Gürültü Düzeyleri

İnsan kulağının topladığı ses enerjisinin, kulağın çeşitli bölümlerinde değişikliklere uğradıktan sonra, beyine gönderilerek burada ses halinde algılanması olayına işitme denilmektedir. Ses, maddesel bir ortamda boyuna dalgalar halinde yayılan bir titreşim enerjisidir. Sesin saniyedeki titreşim sayısına frekansı, tonu yada perdesi denir. Sesin frekansı Hertz (Hz) ile ifade edilir. Sesin kulak tarafından duyulan yüksekliği sesin fizik

şiddetine bağlıdır. Şiddet birimi desibeldir (dB) ve insan kulağı tarafından işitilebilen en küçük ses şiddeti olarak tanımlanır (Karasalihoğlu, 1992).

dB(A) İnsan kulağının en çok hassas olduğu orta ve yüksek frekansların özellikle vurgulandığı bir ses değerlendirmesi birimidir (Atalay, 1997). Gürültünün azaltılması veya kontrolünde çok kullanılan dB(A) birimi, ses yüksekliğinin değerlendirilmesi ile de ilişkilidir.

85 dB üzerindeki sese sürekli maruz kalmanın tehlikeli olduğunu belirtmektedir (www.hastarehberi.com). Ağır ve tehlikeli işlerin yapılmadığı yerlerde, gürültü derecesi 80 dB'li geçmemelidir. Daha çok gürültülü çalışmayı gerektiren işlerin yapıldığı yerlerde, gürültü derecesi en çok 95 dB olabilir. Ancak, bu durumda işçilere başlık, kulaklık veya kulak tıkaçları gibi uygun koruyucu araç ve gereçler kullanılmalıdır (İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği Tüzüğü).

Meydana getirdiği olumsuz etkilere bağlı olarak, gürültü seviyeleri Çizelge 2' deki gibi derecelendirilmektedir (www.rshm.saglik.gov.tr).

Çizelge 2. Gurultu risk dereceleri ve insan üzerine olan etkileri.

Risk Derecesi	Gürültü Seviyesi dB(A)	Etki
1.Derece	30-65	Konforsuzluk, rahatsızlık, Öfke, kızgınlık, uyku düzensizliği ve konsantrasyon bozukluğu.
2.Derece	65-90	Fizyolojik reaksiyonlar, kan basıncı artışı, kalp atışlarında ve solunumda hızlanma, beyin sıvısındaki basıncın azalması, ani refleksler.
3.Derece	90-120	Fizyolojik reaksiyonların artması, baş ağrıları
4.Derece	120	iç kulakta devamlı hasar, dengenin bozulması.
5.Derece	140	Ciddi beyin tahribatı

Uluslararası standart ISO 1999 ve Amerikan ulusal standardı ANSI S 3-1 ' e göre ise;

- 0-26 dB(A) Normal işitme
- 27-40 dB(A) Çok hafif derecede işitme kaybı
- 41-55 dB(A) Hafif derecede işitme kaybı
- 56-70 dB(A) Orta derecede işitme kaybı
- 71-90 dB(A) İleri derecede işitme kaybı
- 91- dB(A) Çok ileri derecede İşitme kaybı

olarak sınıflandırılmaktadır (Çetin, 2000).

Gürültü kontrol yönetmeliğinin 6/1 maddesinde belirtilen "Değişik gürültü kaynakları ve bu kaynaklardan yayılmasına izin verilen maksimum gürültü seviyeleri" Çizelge 3'de verilmektedir. Gürültü kontrol yönetmeliği uyarınca, bu ses seviyelerinden daha yüksek gürültü çıkaran araçların çalıştırılması, hizmete sokulması, kullanılması yasaktır.

Çizelge 3. Değişik gürültü kaynakları ve bu kaynaklardan yayılmasına izin verilen maksimum gürültü seviyeleri.

Taşıt Türü	Ust Gürültü Seviyesi (dB)
Otomobil	75
Otobüs (kent içi)	85
Otobüs (kent dışı)	80
Ağır hareketli araç (sürücü kabininde)	85
Kamyon (80 km/saat hızda)	85
Lokomotif içi (dizel motorlu, tam güçte ve yükte çalışırken, hızı 80 km/saat ve pencereler kapalı)	85
Elektrikli tren lokomotiflerinde	80
Vagonlar içinde	70

Gürültüsü 80 dB'H aşan işlerde günde 7,5 saatten fazla çalışılmamalıdır. İşitme sağlığı açısından kabul edilebilir en yüksek gürültü düzeyleri Çizelge 4'de verilmektedir (Gürültü kontrol yönetmeliği).

Çizelge 4. İşitme sağlığı açısından en yüksek gürültü düzeyleri

Gürültüye Maruz Kalınan Süre (saat/gün)	Maksimum Gürültü Düzeyi* (dB)
7,5	80
4	90
2	95
1	100
0,5	105
0,25	110
0,125	115

*Darbe gürültüsünün ust düzeyi 140 dB't aşmamalıdır.

Yeraltı maden işletmelerindeki ekipmanların gürültü seviyeleri Çizelge 5'de görülmektedir (Şensöğüt ve Eralp, 1998).

Çizelge 5. Yeraltı maden ocaklarındaki ekipmanlara ait gürültü seviyeleri

İş Çeşidi	Gürültü Seviyesi (dB)
Uzunayakta üretim, delik delme, zincirli konveyör ile kömür nakli	87-95
Cevher nakledilen kuyu başı	90-98
Kompresör	90-100
Jeneratör İstasyonları	94-95
Ayırma elekleri	95-100
Kör kuyular cevher transfer noktası	96-98
Kafes vagon giriş-çıkışı, skipler	98-100
Pnوماتik ekipmanla galen ilerlemesi	105-112
Emici ana radyal vantilatör	100-120

2.2 Gürültüye Bağlı İşitme Kayıpları

Gürültünün üzerinde durulması gereken en önemli etkisi kişide oluşturduğu işitme kayıptır. Bu kayıp, geçici yada sürekli olabilir.

Geçici İşitme Kavbı: İşitsel yorgunlukta adı verilen geçici işitme kaybı, etkisinde kalman gürültülü ortamdan uzaklaştıkça bir süre sonra ortadan kalkmaktadır. Bu süre, etkilenilen sesin düzeyi, içerdiği frekanslar ve etki altında kalman süreye bağlı olarak birkaç saatten birkaç güne kadar uzayabilmektedir. Ancak, gürültülü bir ortamda aylar ve yıllarca etkilenme sonucunda meydana gelen işitme kaybının tümü ile ortadan kalkması söz konusu değildir. Bu durumda geçici işitme kayıplan, etkilenme koşulları aynı biçimde devam ettiği yada korunulmadığı sürece kişisel fizyolojik faktörlere bağlı olarak ilerleyerek tam süreklilik kazanacaktır (Ilicak, 1999).

Sürekli İşitme Kavbı: Sürekli işitme kaybı düzeyleri akustik gürültü koşulları ve etkilenme süresine bağlı olarak kişiden kişiye değişebilmektedir. Ancak genel olarak ortalama 10-12 yıl etkilenme sonunda meydana gelmeye başlamaktadır. Sürekli işitme kaybı, başlangıçta 3000-6000 Hz 'lık tiz sesler bölgesinde oluşur. Etkilenmenin devam etmesi, bu frekans bölgesini giderek daha alçak frekanslara doğru genişletir. Başlangıç dönemlerinde kişi kendisinde oluşan işitme kaybının pek farkında değildir. Ancak süregelen etkilenme, yaşlanmanın da katkısı ile insan sesinin konuşma frekansları bölgesine (500-1000 Hz) indiğinde, kayıplar artık fark edilir düzeye gelmiş olur. Gürültü etkisi ile oluşan işitme kayıpları daima her iki kulakta birden meydana gelir ve tıbbın bugünkü olanakları ile tedavisi imkansızdır (Ilicak, 1999).

Akustik Travma: Çok yüksek şiddetli gürültülerin ve kısa süreli darbe gürültülerin neden olduğu işitme kaybıdır. Burada işitme kaybının yam sıra baş dönmesi ve kulak çınlaması da birlikte görülebilir (Karasal İhoğlu, 1992).

3 . GÜRÜLTÜDEN KORUNMA YÖNTEMLERİ

Gürültüden etkilenmenin boyutu; gürültüye maruz kalma süresi, gürültünün frekansı, şiddeti, kesikli yada sabit olması ve kişisel özelliklere bağlıdır. Başlangıçtaki etkilenme işitme yorgunluğu olarak tanımlanmaktadır. Sesin şiddeti ve yoğunluğu arttıkça işitme yorgunluğu da artar. 140 dB şiddetinde bir darbe gürültüsü ani ve geri dönüşü olmayan işitme kaybına yol açabilir. Buna akustik travma denir.

Gürültü düzeyi arttıkça oluşan işitme kaybı ve buna bağlı olarak iyileşme süresi de artmaktadır. İşitme kaybının iyileşebilmesi için etkilenme süresinin en az 10 katı kadar bir iyileşme süresi gerekmektedir (Sabuncu, 2000). Gürültünün etkilerinden korunmada kullanılacak yöntemler:

- 1- Teknik Koruyucu Önlemler :
 - a) Kaynakta ve çevrede alınabilecek teknik koruyucu önlemler,
 - b) Kişisel koruyucu önlemler.
- 2- Tıbbi Koruyucu Önlemler :
 - a) İşe giriş muayeneleri,
 - b) Periyodik muayeneler.

4. GÜRÜLTÜ ÖLÇÜMLERİ

4.1. ETİ Gümüş Madeni İşletmesi Gürültü Ölçüm Değerleri

ETİ Gümüş A.Ş. Maden işletmesi Kütahya iline 33 km uzaklıkta ve Kuzey-Batı yönündedir. Ocak Aktepe sahasının 1165 m. ve 1398 m. kotları arasındadır. Tesis Aktepe madeninden 1 km uzaklıkta kurulmuştur. 500 dönümlük kapalı alan üzerine kurulmuş olan işyerinde gümüş külçe ve gümüş granule üretilmektedir, işyerinde kırma-eleme, izabe, muhtelif atölyeler, laboratuvar ve diğer sosyal tesisler bulunmaktadır. Çizelge 6'da gürültü Ölçüm değerleri verilmektedir.

Çizelge 6. ETİ Gümüş Madeni İşletmesi gürültü Ölçüm değerleri (Sarı, 2001)

Ölçüm Yapılan Yer	Bölüm	Gürültü Düzeyi (dB)
II. KIRICI	Kırıcı kat	93-94
	Besleyici katı	101-102
	Pano odası	68-69
	Dinlenme odası	57-58
I. KIRICI	Çeneli kırıcı yanı	90-91
	Öğütme giriş	95-96
	Dinlenme odası	70-71
	Öğütme değirmeni	97-98
	Değirmen üst kat	97-98
	Öğütme değirmeni giriş katı	98-99
	Değirmen altı	107-108
	Kompresör odası	89-90
	Jeneratör odası	107-108
	izabe fırını	92-93
	Regülatör	90-91
	Dinlenme odası	78-79
	Isı santrali	94-95
	Dinlenme odası	47-48

İşletmenin değişik birimlerindeki gürültü ölçüm sonuçlarına göre, gürültü düzeyi 90-108 dB arasında olan bazı çalışma yerleri bulunmaktadır. Gürültü düzeyi yüksek yerlerde çalışanların mutlaka kulak tıkaçları kullanmaları sağlanmalı ve çalışma saatleri buna göre ayarlanmalıdır.

4.2. SLİ İşletmesinde Yapılan Gürültü Ölçüm Değerleri

SLİ Kütahya il merkezinin kuzey batısında yer almaktadır. İşletme Kütahya-Tavşanlı karayolunun 17. km* sinde 11 km uzunluğunda bir yol ile bağlantılıdır. Ayrıca, 27 km uzunluğunda bir demiryolu ile Eskişehir-Balıkesir demiryolu hattına bağlantılıdır. Bölgede Aslanlı, Seyitömer ve Ayvalık kömür damarlarında toplam 220.522.000 ton linyit rezervi bulunmaktadır. Kömür üretimi açık işletme şeklinde yapılmakta olup, üretilen kömürün büyük bir kısmı termik santralde değerlendirilmektedir.

Çizelge 7. SeyitÖmer Linyit işletmesi gürültü ölçüm değerleri (Sarı, 2001)

Ölçüm yeri		Bölüm	Gürültü Düzeyi (dB)	
ATÖLYELER	Motor revizyon test odası	Kumanda kabini	78	
		Kabin dışı	102-103	
		Enjektör ayar odası	85	
	Soğuk demir atölyesi	Demir testeresi (çalışan personel)	102-103	
		Demir testeresi (5 m mesafede)	99	
		Atölye ortası (testere duruyor)	83-86	
	inşaat atölyesi	Şerit daire testeresi (4 m mesafede)	88-90	
		Şerit ve yatay daire test. (5 m mesafede)	92-73	
		Kalınlık makinası (3 m mesafede)	93-97	
		Planya	93	
		Planya (rolantide)	86-87	
		2 nolu tesis yeraltı dosörleri	93-97	
	5 CD	Tek besleme ünitesi	Bant boyu	90
			Elek sistemi	103-108
Ayıklama bölümü			90-93	
Parça ambarı üniteleri			89-90	
Dosör			94-95	
Delik makinası		Bant boyu	92-93	
		T1 kırıcı çevresi	100	
		T1 kumanda kabini	90-91	
		Kabin içi	94-97	
Dozer		Kabin dışı	97-104	
		Rölantide çalışırken	100	
Kamyon W 85 camı kapalı		Malzeme ötelirken	104-108	
		Boş-düz-stabilize yol	102-104	
		Boş-düz-stabilize bozuk yol	100-101	
		Dolu-düz-nemli (yumuşak) yol	100-101	
Kamyon W 65		Dolu-düz-stabilize yol	104-107	
		Yüklü-düz yol, cam kapalı	97-100	
		Yüklü-düz yol, cam açık	103-105	
		Yüklü-%4 eğim yukarı, cam açık	101-103	
Patlatma		Boş-düz yol, cam açık	112-115	
		Marında, 300 kg ANFO+5 kg dinamit	96	
Muhtelif		Kömürde, 50 kg ANFO+1 kg dinamit	96	
	Dodge pıkap-stabilize yol	97		
	Renault otomobil-stabilize yol	85-93		

Çizelge 7 incelendiğinde, SLİ 'de gürültü seviyesi en yüksek yerler, 97-115 dB(A) ile nakliye araçlarının çalışması sırasında olduğu görülmektedir. Ayrıca, motor revizyon test odası (kabin dışı), soğuk demir atölyesi (demir testeresi), elek sistemi, delik makinası ve dozerin çalışmaları sırasında da gürültü seviyesi yüksek değerler gözle çarpmaktadır.

4.3. GLİ-Tunçbilek Kömür İşletmeleri Gürültü Ölçüm Değerleri

GLİ Bölge Müdürlüğü 1940 yılında faaliyete geçmiştir. Bölge Müdürlüğü merkezi Kütahya iü Tavşanlı ilçesinde, üretim yeri ve pazarlama satış şube müdürlüğü Tavşanlı'ya 13 lan uzaklıkta Tavşanlı-Domaniç-Bursa karayolu üzerinde yer alan Tunçbilek imtiyaz sahasında işletme faaliyetlerini sürdürmektedir. Ayrıca Kütahya-Balıkesir demiryoluna Tavşanlı istasyonundan 11 km 'lik birleşme demiryolu ile irtibatlıdır. Bölgede yeraltı ve açık ocak işletmesi şeklinde kömür üretimi sürdürülmektedir. GLİ Bölge Müdürlüğü rezervi 2000 yılı itibarıyla açık ve yeraltında hazır ve görünür toplam 334.723.000 ton dur. Çizelge 8'de işletmeye ait gürültü ölçüm sonuçları verilmektedir.

Çizelge 8. GLİ-Tunçbilek İşletmesi işyerlerinde gürültü ölçüm sonuçları (San, 2001)

İşyeri	Bölüm	Gürültü Düzeyi (dB)	Vardiyadaki işçi Sayısı	Çalışma Süresi (h/vard.)
Yeraltı İşyerleri	Kompresör binası salonu (çalışan 2 kompresör arası)	89-90	1	2
	Kompresör binası oda içi	70-72		5
	ihraç bandı motor yanı	83-84		5
	Monoray dairesi içi	84-85		4
	Vantilatörcü oda içi	73-74		8
	İki ayak döküş yeri	84-85	2	5
	Bant döküş yeri	78-79		6
Açık İşletmeler	Wabco kamyon içi (pencere kapalı)	73-74		7
	Dozer içi (pencere kapalı)	85-86		4
	Delik makinası (pencere kapalı)	81-82		5
	Marion içi (pencere kapalı)	72-73		7
	Marion (5 m yanında)	81-82		7
	Ekskavatör (pencere kapalı)	73-74		7
	Ekskavatör içi (pencere açık)	83-84		7
Lavvar (Tunçbilek)	Tuvenan elekler	93-94		6
	Ayıklama bandı	85-86		6
	Kömür tasnif elekleri	98-100		6
	Kumanda dairesi	73-74		6
	R-S ağır mayı yıkama	90-92		1
	Tumba altı dozerler	80-82	2	4
	Termik bant başı	86-87		6
Lavvar (Ömerler)	Zemin kat	93-95		6
	1.kat	95-96		6
	2.kat	95-97		6
	3. kat	98-100		6
	4. kat	90-92		6
	5.kat	91-93		6
	6. kat	92-94		6

Çizelge 9. GLİ-Tunçbilek İşletmesi işyerlerinde gürültü ölçüm sonuçları (devam)

İşyeri	Bölüm	Gürültü Düzeyi (dB)	Vardiyadaki İşçi Sayısı	Çalışma Süresi (h/vard.)
İmalat Atölyesi	Daire testere (1 m yanı)	96-98		
	Şerit testere (1 m yanı)	98-100		
	Planya(1 m yanı)	97-99		
	Giyotin makas (1 m yanı)	95-97		1.5
	Boru kesme makinası (1 m yanı)	97-99		
	Şahmerdan (1 m yanı)	96-97		
	PİRİNÇ yer ocağı (2 m yanı)	99-100		0.45
	Taşlama tezgahı (1 m yanı)	87-88		1
	Torna tezgahı (1 m yanı)	86-87		2
	Tesviye salonu (salon ortası)	82-83		5
	Soğuk demirhane (salon ortası)	85-86		5
	Sıcak demirhane (salon ortası)	81-82*		5
Bakım Atölyesi	Motor test salonu (motor yanı)	102-103	6	2 -
	Motor test içi kabini	77-78	6	4
	Parça yıkama-temizleme (2 makine çalışıyor)	80-81	2	2
Direk harmanı	Küçük şerit testere (kesim sırasında)	90-91	2	3
	Büyük şerit testere (kesim sırasında)	93-94	2	3

GLİ gürültü ölçüm değerleri için Çizelge 8 ve 9 incelendiğinde, lavvar, imalat atölyesi ve bakım atölyesinin bazı bölümlerinde gürültü seviyelerinin yüksek olduğu görülmektedir.

5. SONUÇ ve ÖNERİLER

Her üç işletmede de gürültü ölçümlerinde riskli sayılabilecek bazı sonuçlar görülmektedir. Bu doğrultuda değerlendirildiğinde ses şiddeti 90 dB'in üzerinde olan işyerlerinde, gürültünün zararlı etkilerinden korunma konusunda bazı Önlemler alınmasını zorunlu kılmaktadır.

Ayrıca, işletmelerde saptanan gürültü değerlerinin çalışan personel bazında değerlendirilerek, günlük çalışma saatlerinin buna göre ayarlanması gerekmektedir. İşyerlerinin tüm bölümlerinde, gürültü ölçümü ve frekans analizi yapılarak, gürültü düzeyi; işçi sağlığı ve İş güvenliği tüzüğünde belirtilen değeri geçip geçmediği belirlenmelidir. Bu Ölçüm ve analizler 6 aylık periyotlar halinde tekrarlanarak, gürültü istatistiklerinin çıkarılması gerekmektedir.-

Bu bulgular ışığında çalışanların sağlık düzeylerinin korunması ve iyileştirilmesi amacıyla şu önlemlerin alınması gerekmektedir.

1. Teknik Önlemler : Mükün olduğu kadar az gürültü proselerinin seçilmesi, gürültü kaynaklarının düzenli bir şekilde bakımının yapılması, gürültü kaynağının özel ses emici bölmelerle çevrilerek, diğer bölümlerde çalışanları etkilemeyecek bir alanda söz konusu makinelerin çalışmasının sağlanması gereklidir.

2. işçilere Yönelik Önlemler : Gürültü düzeyinin yüksek olduğu işyerlerinde çalışacak olan işçiler, düzenli olarak sağlık kontrolünden geçirilmelidir. Ayrıca kulak tıkaçları, kulak koruyucuları ve kulak koruyuculu baretlerin kullanımları etkin şekilde sağlanmalıdır.

KAYNAKLAR

- Âtalay, Ü.** (1997) Madencilik Faaliyetleri ve Çevre, Madencilik ve Çevre Toplantısı Cumhuriyet Üniversitesi Maden Mühendisliği Bölümü, Sivas, s. 33-34.
- Çetin, O.** (2000) OAL 'de Gürültüye Bağlı İşitme Kayıplarının İncelenmesi, Madencilik Dergisi, TMMOB, s. 39-45.
- İlcak, Ş.** (1999) YODÇEM-Eğitim (Yakın ve Orta Doğu Çalışma Eğitimi Merkezi), Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı, Seminer Notları, Yayın No: 17, s. 83-84.
- İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği Tüzüğü** (1974) Madde 22, Resmi Gazete, 11.1.1974 Tarih, No: 14765
- Karasalihoğlu, R.A.** (1992) KBB Hastalıkları ve Baş Boyun Cerrahisi, Trakya Üniversitesi Tıp Fakültesi, K.B.B. Anabilim Dalı, s. 12, 62-63.
- Gürültü Kontrol Yönetmeliği** (1986) Resmi Gazete, 11.12.1986 Tanh, No: 19308.
- Sabuncu, H.H.** (2000) İşyeri Hekimliği Ders Notları, İstanbul Üniversitesi Tıp Fakültesi Halk Sağlığı Anabilim Dalı, Türk Tabipler Birliği Yayını, İstanbul
- San, E.** (2001) Madencilikte Gürültü Sorunu ve Gürültüye Bağlı İşitme Kayıpları, DPÜ, Müh.Fak. Maden Müh. Böl, Lisans Tezi, Kütahya.
- Şensöğüt, C. ve Eralp, H.** (1998) Ömerler Yeraltı Ocağındaki Gürültü Ölçümleri ve Öneriler, Türkiye 11. Madencilik Kongresi, s. 43-51.
- <http://www.rsun.saglucgov.tr/T30lu^>
- <http://www.hastarehben.com/kbb/kbb2/gurultuveisitme.htm>

ORTA ANADOLU ÇAYIRHAN KÖMÜR İŞLETMESİNDE TOZ KOŞULLARI ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA

AN INVESTIGATION OF DUST CONDITIONS IN MIDDLE ANATOLIAN LIGNITE MINE.TURKEY

Ahmet KARAKAŞ ve Tevfik GÜYAGÜLER, ODTU, Maden Muh Bol, Ankara

ÖZET

Yeraltı kömür madenlerinde İşçilerin sağlığını olumsuz etkileyen önemli sorunlardan bir tanesi de toz problemidir. Hızla gelişen teknolojiye paralel olarak benimsenen uzunayak kömür madenciligi, üretim artışıyla birlikte toz problemini de beraberinde getirmiştir. Bu çalışmanın amacı, önemli yeraltı linyit madenlerinden biri olan Orta Anadolu Çayırhan Kömür işletmesinde toz kaynaklarının araştırılması, mevcut durumun belirlenmesi, uygulanan toz kontrol sistemlerinin incelenmesi ve ilave toz giderme yöntemlerinin belirlenmesidir Çalışmada toz ölçümleri gravimetrik toz ölçerlerle yapılmıştır.

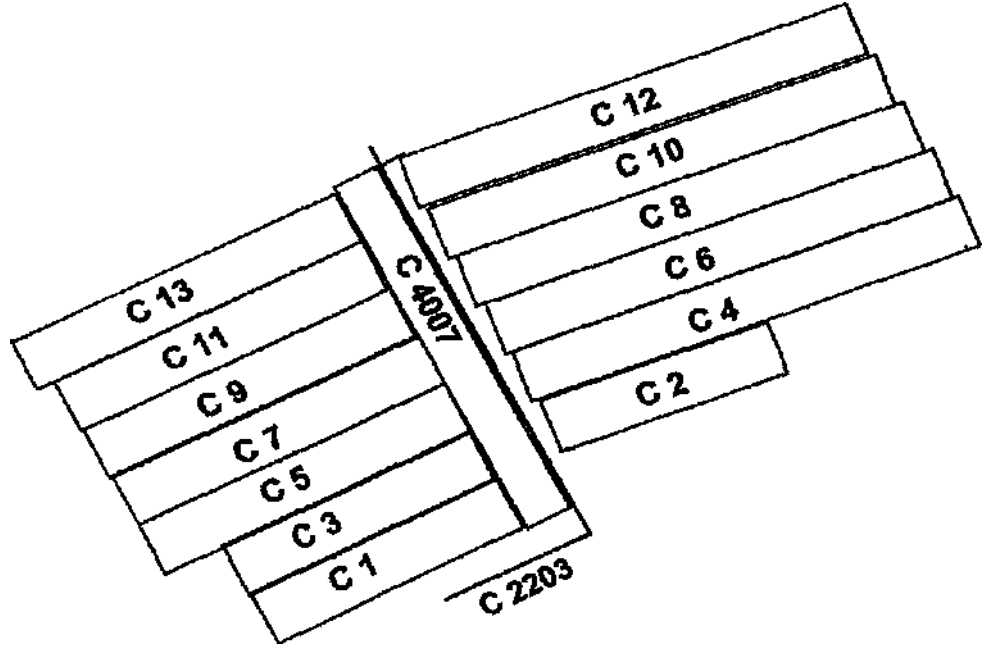
ABSTRACT

One of the important problems, which affects all the workers in underground coal mine is high amount of dust formed during the coal production The mechanization of longwall faces has increased coalmine production but at the same time it created dust problem In this study, a dust survey was conducted in the Middle Anatolian Lignite mine, the only mechanized lignite mine in Turkey The available dust control techniques, equipment, procedures, and their performance were analyzed Finally, conclusions and recommendations were made to reduce dust level in the mine Dust measurements were made by a gravimetric dust sampler

1.GİRİŞ

Yirminci yüzyılın ortalarından itibaren yaygın bir şekilde kullanılmaya başlanan uzunayak madenciligi, sahip olduğu özellikleriyle kömür üretimini artırmış, işçi sağlığı ve iş güvenliğini üst düzeye çıkarmış ve yüksek teknolojiyi kömür madencilğine adapte etmiştir. Bütün bu olumlu yanlarına rağmen, yeraltı madencilğinin ciddi problemlerinden biri olan toz oluşumunu arttırması nedeniyle işçi sağlığı hususunda daha kapsamlı önlemlerin alınması gereğini de beraberinde getirmiştir (Jankowski ve Organiscak, 1996). Üretimi arttıracak yöntemler uygulanırken toz oranını azaltacak önlemleri alma gerekliliği de beraberce ele alınmalıdır. Günümüzde, sahip olunan yüksek teknolojinin de yardımıyla bu sorunun üstesinden gelme şansı daha da artmıştır.

Orta Anadolu Çayırhan işletmesinde (OAÇİ) işletilebilir kömür rezervi miktarı 415 milyon ton civarındadır. Üretim A,B ve C adı verilen üç sektörde devam etmektedir. Bunlardan C sahası üretimin en fazla yapıldığı sektör olması nedeniyle, toz ölçümleri öncelikle bu sektörde yapılmıştır. Ortalama yükseklikleri 1.7 ve 1.9 metre olan iki kömür daman 0.5-0.8 metre kalmıklıktan arasında değişen bir ara kesme ile birbirinden ayrılmıştır. Her bu* panonun boyu 1700 m olup, ayak boyunu 220 m ile sınırlanmıştır. Şekil 1, C sektöründeki panolanı göstermektedir. Üretimin bu üç sektöre ayrılmasındaki ana neden, sahanın jeolojik ve tektonik özelliklerinden kaynaklanmaktadır.

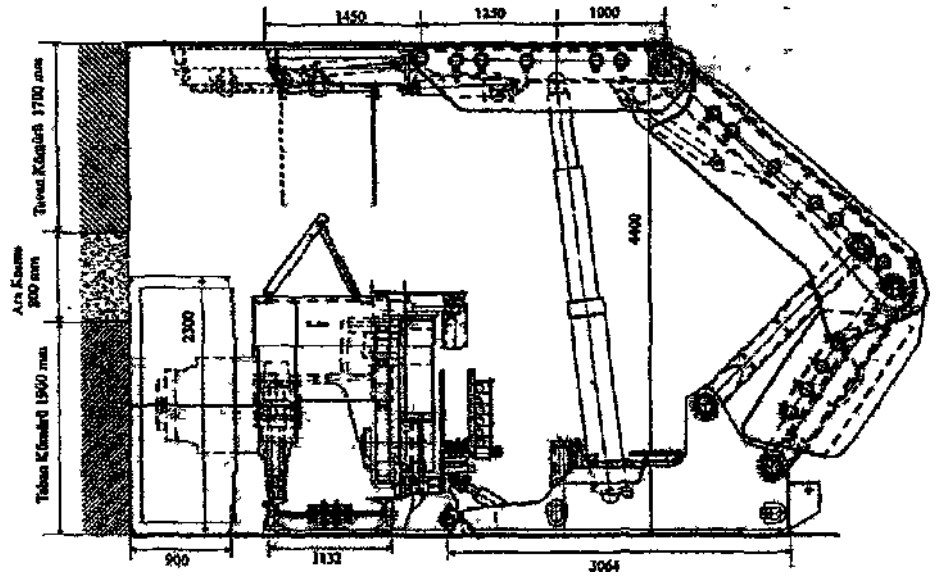


Şekil 1. C Sahası Panolanın Plan Görünüşü

2. TOZ KAYNAKLARININ SAPTANMASI

Tüm uzunayak yöntemi uygulayan kömür madenlerinde en büyük toz kaynağı tamburli kesici-yükleyici makinelerdir. Bu makineler çok büyük üretim kapasitesine sahip olmalarının yanında yüksek oranlarda toz oluşturmaktadırlar. Diğer toz oluşumuna sebebiyet veren temel işlemler; kömürün ayakiçi ve aktarma konveyörlerine iletilmesi, kömürün kırıcılardan geçmesi, band konveyörlere aktarılması, tahkimatın ilerlemesi ve son olarak da insan ve malzeme nakli olarak sıralanabilir.

OACİ 'deki toz ölçümleri C sektöründeki C-10 panosu ve C-810 bacası üzerinde odaklanmıştır . Bu madendeki üretim yöntemi diğer madenlerden farklı olarak alt taban yollarının bir sonraki pano için üst taban yolu olarak kullanılmasıdır. C sahasında üretim kısmında Eickoff SL 500 tıpi çift tamburli kesici yükleyici makine kullanılmaktadır (Aydın, Y. ve Kaygusuz, Y. ,2000). Tamburların her biri 500 kW 'lık elektrik motorları ile çalışmakta olup, 2300X900 mm boyutlarındadır. Eickoff SL 500'ün en fazla kesme yüksekliği 5.09 metredir. Her bir tambur 76 kesici uca sahiptir. Şekil 2, ayak içi makine teçhizat ve kömür tabakalarını kalınlıklarını göstermektedir. Bu ocakta da, diğer uzunayak kömür madenlerinde olduğu gibi en büyük toz kaynağı tamburli kesici yükleyici makinedir. Bu makinelerde tozu önlemek amacıyla her bir tambur üzerinde 72 adet su fışkiyesi bulunmakta ve bu fışkiyeler 11-22 bar arasında değişen basınçlarda su püskürtmektedir. Ocakta üretim süreci incelendiğinde toz oluşturan kaynaklar kolaylıkla belirlenecektir. Kesici yükleyici makine kömürü ayakiçi zincirli konveyöre dökmektedir. Bu konveyör iki adet 400 kW'lık motor ile çalışmakta olup, hızı 1.11 m/s 'dir. Ayakiçi konveyörden kömür, 250 kW'lık aktarma konveyörü yardımıyla 1.32 m/s hızla SKİ 111 tipi kırıcıya gönderilmektedir. Her iki konveyörün de kapasitesi 2000 ton/saat'dir.



Şekil 2. Ayak İçi Makine Teçhizat ve Kömür Kalınlıkları

Bu aktarma sistemi boyunca çeşitli noktalarda toz yoğunluğu artmaktadır. Kömürün ayakçı zincirli konveyöre dökülüşü sırasında, bu konveyörle aktarma konveyörü arasındaki geçiş esnasında ve son olarak kincinin etrafında tozlanma problemi ile karşılaşılmaktadır. Bu bölgelerde tozun önlenmesi için bazı tedbirlerin alınması gereklidir. Diğer bir toz kaynağı da, kömür nakliyatı sırasında kullanılan band konveyörlerdir. Hızı 3 m/s olan altı adet band konveyör taşıma işini gerçekleştirmektedir (Çizelge 1). Yeraltı kömür madenlerinde yürüyen tahkimatlar da ayrı bir toz kaynağı olarak karşımıza çıkmaktadır. Üretim ayağında 127 adet yürüyen tahkimat kullanılmakta olup, açık yükseklikleri 5 metre, kapalı yükseklikleri 2.7 metre ve genişlikleri 1.75 metredir (Aydın, Y. ve Kaygusuz, Y., 2001). Tahkimatın hareketi sırasında oluşan toz miktarının önlenmesi için gerekli önlemler alınmalıdır.

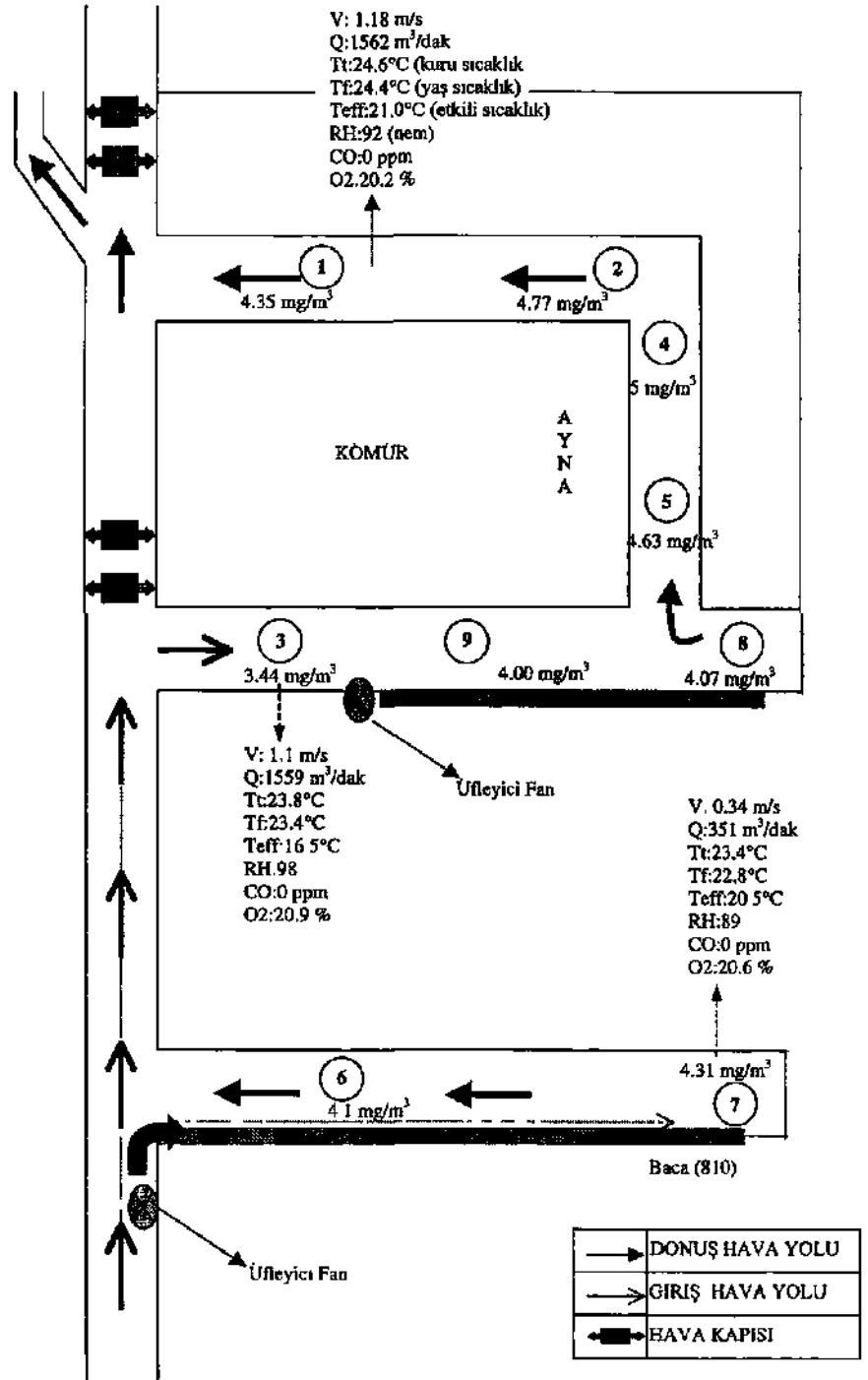
Çizelge 1. Band Konveyörün Özellikleri (Aydın, Y. Kaygusuz, Y. (2001))

Band Konveyör numarası	Güç Kaynağı (kW)	Uzunluk (m)	Kapasite (ton/saat)	Hız (m/s)
0	2x110	170	2070	3
1	3x250	570	2070	3
2	3x110	1200	2070	3
3	2x110	1100	2070	3
4	2x110	600	2070	3
5	2x110	Hazırlık	2070	3

Bu çalışmada toz yoğunluğu ölçümleri C10 panosu ile C 810 bacasında yapılmıştır. Bacada çalışan galeri açma makinası 10.2 metre uzunluğunda ve 2 metre yüksekliğindedir. Kesme gücü 112 kW olup çalışması sırasında 31 barlık basmıç altında 0.2 l/s su püskürtmektedir. Bu bacada toz toplama ünitesi mevcut olup 200 m³/dakika bir kapasiteye sahiptir. Bacalar 400 m³/dakika kapasiteli üfleme pervaneleriyle havalandırılmaktadır.

3. TOZ ÖLÇÜMLERİ

C sahasındaki toz ölçümlerinin farklı yerlerde yapılmasındaki temel amaç, mevcut durumun daha sağlıklı bir şekilde ortaya çıkarılması ve buna uygun toz önleme yöntemlerinin belirlenmesidir. Ölçüm yerleri Şekil 3'de gösterilmektedir. Ölçümlerde MRE 113 Gravimetrik toz Ölçer ile AFC 123 kişisel toz ölçer kullanılmıştır. Bu aletlerin seçilmesindeki ana neden, toz yönetmeliklerindeki standartlara uyulması ve uzun süreli ölçüm yapabilmeleridir. Uzun süreli ölçümler standartlara uygun olarak solunabilir ortalama toz miktarını vermektedir. Bu gerekliliği, MRE 113 ve AFC 123 en iyi şekilde karşılamaktadır. Tıp otoritelerine göre, uzun süreli ölçümler daha sağlıklı sonuç vermekte, toz oranındaki ani değişimlerden etkilenmemektedir (Casella). Çizelge 2'de toz yoğunlukları ve ölçüm yapılan istasyonların yerleri görülmektedir.



Şekil 3. Toz İstasyonları ve C Sahasındaki Toz Yoğunlukları

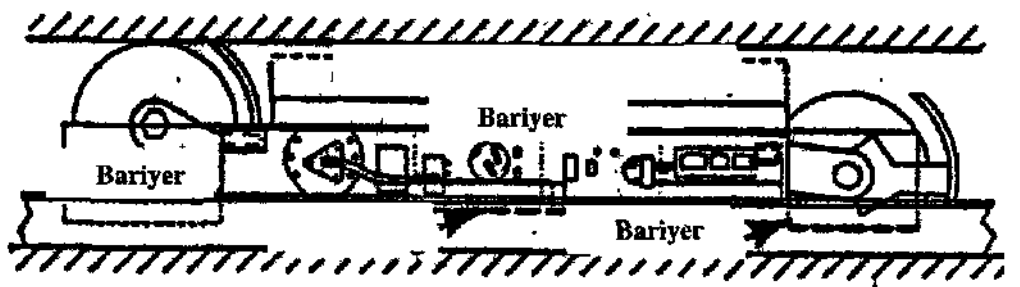
Çizelge 2. Toz Ölçümleri

Toz İstasyonu	Toz yoğunluğu (mg/nV)
1	4.35
2	4.77
3	3.44
4	5.00
5	4.63
6	4.10
7	4.31
8	4.07
9	4.00

4. ÖNERİLER

OAÇI madenindeki en büyük toz kaynağı çift tamburlu kesici-yükleyici ekipmandır. Her tamburun üzerinde 72 adet toz bastıran su fiskiyesi bulunmaktadır. Fakat tek başına bu yöntem yeterli olamamaktadır. Her bir fiskiyesinin püskürttüğü su miktarının artırılması ve mümkünse fiskiye sayısının çoğaltılması toz oluşumunu azaltacaktır. Burada, kullanılan suyun pompalanması sırasında suyu temizleyici filtreler kullanılmalıdır. Çünkü toz bastırmadaki verim fiskiye sayısına bağlı olduğu kadar, burada kullanılan suyun kalitesiyle de doğru orantılıdır. Aynı zamanda su pompasının kapasitesinin artırılması da tozla mücadelede etkili bir yöntem olacaktır.

Tamburun neden olduğu toz oluşumunu en azda tutabilmek için tamburlu kesicinin çalışması çok iyi organize edilmeli ve operatörün temiz havanın daha yoğun olduğu ortamda çalışması sağlanmalıdır. "Pasif bariyer" adı verilen modern ekipmanlar tamburlu kesicinin çalışması sırasında etrafa yayılan tozun ayağa yayılma oranını azaltmaktadır. Oluşan tozun bu şekilde önlenmesi çok önemlidir. Zira buradan kaynaklanan toz aktif kalmakta ve hareket ederek tüm madendeki işçileri olumsuz yönde etkilemektedir. Bu yöntemi kullanarak işçilerin daha sağlıklı bir ortamda çalışması sağlanabilir (Şekil 4). Toz önlemenin diğer bir yolu da konveyör ve kincinin uygun toz önleyici ekipmanla izole edilmesi ve tozun kaynağında bastırılmasıdır.



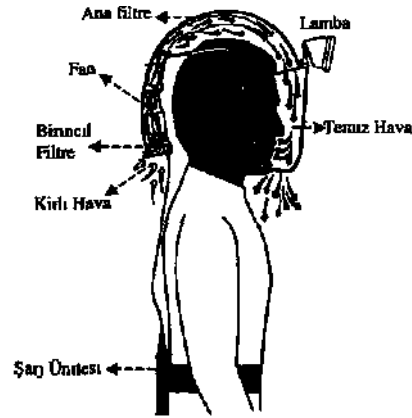
Şekil 4. Pasif Bariyer (Bumines,1986)

Band konveyörler için önerilen yöntem ise, band üzerinde su püskürtme sisteminin kullanılmasıdır. Tam koni şeklindeki spreyleyler, OACI madeni için çok uygun bir yöntem olarak görülmektedir. Diğer bir toz kaynağı da kömürün band konveyörler tarafından aktarılması esnasında oluşan tozdur. Buralardaki toz yoğunluğunu azaltmadaki en etkili yöntem; düşük debili, geniş açılı fan spreyleylerin kullanılması olabilir. Zincirli konveyörden kırıcıya gelen kömürün band konveyöre dökülmesi esnasında, kömür parçalarının yapmış olduğu serbest düşüş başka bir toz oluşum nedenidir. Bunun önlenmesi bu iki sistemin uygun bir ekipmanla birbirine bağlanması ile sağlanabilir. Genel anlamda toz oluşturan birimlerin izalasyonu ya da emici sistemlerle doğrudan dönüş havasına şarj uygulaması, mümkün olduğu hallerde kullanılması gereken yöntemler olarak düşünülmelidir.

Hazırlık bacalardaki tozun önlenmesi fisketelerde kullanılan su miktarının artırılması ve toz önleyici ünitenin kapasitesinin yükseltilmesiyle mümkün olabilir.

C sektöründe malzeme ve insan nakliyatı sırasında ya da İşçiler yürürken yerde birikmiş olan toz harekete geçerek ortamın toz yoğunluğu seviyesini arttırmaktadır. Bunun önlenmesi için ana yollar ısıtılmak ve yerde biriken tozlar düzenli olarak yeryüzüne nakledilmelidir.

Alınan tüm önlemlere rağmen toz oranları izin verilen limitlerin altına düşürülemediyse değişik tip kişisel toz önleyici filtreli toz tutucu ya da bazı hallerde Özel maskeler kullanılarak tozun işçi sağlığına verdiği zarar en aza indirilmelidir. Şekil 5'de son yıllarda geliştirilmiş olan kişisel toz önleyici maskelerden bir örnek görülmektedir.



Şekil 5. Kişisel Toz Önleyici

5. SONUÇLAR

Ocakta çeşitli toz önleme yöntemleri kullanılmakla beraber, bunların iyileştirilmesi ve yeni sistemlerin eklenmesi tozla mücadeledeki verimliliği arttıracaktır. Türkiye'de kabul edilebilir toz yoğunluğu oranı 5 mg/m^3 olarak belirlense de dünyada bu oran çoğunlukla

2 mg/m³ dür. Modem ülkelerin kullandığı standardın sağlanması aşağıdaki yöntemlerin uygulanması ile elde edilebilir.

- Etkili bir toz bastırma sistemi için kesici uçlardan püskürtülen su miktarının ve sprey sayısının artırılması gereklidir.
- Çift tamburlu kesici yükleyici makinenin kesim süreci çok iyi bir şekilde düzenlenmeli ve operatörün temiz havanın olduğu kesimde yer alması sağlanmalıdır.
- Pasif bariyerler kesicinin üretim ayağına bakan yerlerine yerleştirilmeli ve bu sayede kesicinin çıkarmış olduğu tozun işçilerin çalışma bölgelerine yayılması engellenmelidir.
- Tam koni su spreylere konveyörlerin üzerine kurulmalı ve bu şekilde tozun tüm ocağa yayılması engellenmelidir.
- Konveyörler arasındaki kırıcı, uygun malzemelerle izole edilmeli ve toz kaynağında engellenmelidir.
- Galeri açma esnasında, makinenin su püskürtme debisi artırılmalı, toz tutucunun kapasitesi yükseltilmelidir.
- İnsan ve malzeme nakliyatı sırasında yerde oluşan tozların hareketlenmesi ile havadaki asılı toz miktarı arttığından bu yerlerin düzenli olarak ıslatılması ile bu çeşit toz oluşumu önlenmeli ve biriken tozlar düzenli olarak yeryüzüne taşınmalıdır.
- İzin verilebilir toz konsantrasyonunun belirleyici kriterlerinden olan tozun silis içeriği titiz bir şekilde izlenmeli, oran % 5'i aşması halinde gereken önlemler artırılmalıdır.

KAYNAKLAR:

- Aydın, Y. ve Kaygusuz, Y.** (2000) Modem Teknolojiyle Donatılan Park Teknik Çayırhan Kömür İşletmesinin Tanıtılması, *Türkiye 12. Kömür Kongresi Bildiriler Kitabı*, 23-26 Mayıs, Zonguldak Karadeniz Ereğli, Türkiye.
- Aydın, Y. ve Kaygusuz, Y.** (2001) Park Teknik A.Ş.- Çayırhan Yeraltı Linyit İşletmesi. *Türkiye 17 Uluslararası Madencilik Kongresi ve Sergisi*, TUMAKS Ankara, Türkiye.
- Bureau of Mines United States Department of the Interior** (1986) Dust Control Handbook For Longwall Mining Operations, 218 p.
- Casella, (1985)** MRE 113 Gravimetric Dust Sampler Catalogue.
- Jankowski, R. A and Organiscak, J. A.** (1996) An overview of research experience as it relates to shearer dust control in United States. Respirable dust hazard control in the world mining industry; *International scientific and technical conference*, 17-19 September Szczyrk, Poland.

AÇIK İŞLETME TAŞIMA YOLLARINDA NAKLİYAT KAYNAKLI TOZ OLUŞUMU VE TOZ BASTIRMA YÖNTEMLERİ

DUST GENERATION ORIGINATING FROM HAULAGE IN HAUL ROADS OF OPEN PIT MINES AND SUPPRESSION METHODS

Abdullah FİŞNE ve Gündüz ÖKTEN, *Istanbul Teknik Üniversitesi, Maden Fak
80626 Maslak istanbul*

ÖZET

Açık ocak madenciliğinde başlıca toz kaynakları; delik delme ve ateşleme, kazı ve yükleme, boşaltma, nakliyat ile ilgili işlemlerdir. Ayrıca, rüzgarm açık yüzeylerden, kömür veya cevher stoklarından taşıdığı malzemeler de ilave bir toz kaynağıdır. Toz kaynakları, uygulanan üretim tekniğine bağlı olarak farklılıklar göstermektedir. Örneğin, ekskavator-kamyon sistemiyle çalışan açık işletmelerde nakliyat sırasında oluşan toz önemli yer tutmaktadır. Nakliyat kaynaklı tozun çevreye verdiği zararın yanı sıra mesleki toz hastalıklarına neden olduğu, görüş mesafesini azalttığı, çalışanların verimini düşürdüğü ve özellikle de taşımacılıkta kullanılan makinelerin arızalanmasına ve kısa sürede yıpranmasına neden olduğu bilinmektedir. Bu çalışmada nakliyat kaynaklı toz konusu işlenmiş ve tozun bastırılması için uygulanabilecek teknikler özet olarak verilmiştir.

ABSTRACT

Primarily dust sources of open pit mines are ; hole drilling and ignition, excavation and loading, dumping, haulage. Added to that, dust along mine roads originates in untreated berm areas. Dust sources show differences related with production of material. For example, dust is an important issue during haulage for production system of excavator and truck. Dust generation from haulage is also important for occupational illnesses. It reduces the distance of view, decreases the efficiency of labour, causes breakdown for production machine. In this paper, dust generation from haulage is investigated and some techniques for reducing dust is also given briefly.

1. GİRİŞ

Cisimlerin parçalanmaları, kırılmaları ve ezilmeleri sırasında onların özelliklerini taşıyan küçük parçacıklar oluşur. Bu parçacıklar toz olarak adlandırılır. Toz, genel anlamda çapı 1 mm'den küçük, hava içinde asılı kalabilen veya zamanla çökelen katı taneciklerdir. Aşın toz çalışma sahası ve çevrenin hava kalitesini bozmakta, toz hastalıklarına (pnömokonyoz) neden olmakta, görüş mesafesini azaltmakta ve çalışanların verimini düşürmektedir.

Tozun diğer bir zararlı etkisi de, tozlu ortamda çalışan makine ve ekipman üzerinde izlenmektedir. Kullanılan makine ve ekipmanın mekanik aksamında sürtünmeden dolayı aşınmalar meydana gelmekte, arızalar ortaya çıkmaktadır. Ayrıca aşın toz, tamir-bakım maliyetlerini artırmakta, parça ve sistemlerin servis ömürlerini kısaltmaktadır. Bu da verimliliği olumsuz yönde etkilemektedir.

2. AÇIK OCAKLARDAKİ TOZ KAYNAKLARI

Açık ocak madenciliğinde, örtü tabakasının kaldırılması ve cevher üretimi için uygulanan işlemler sırasında fazla miktarda toz oluşmaktadır. Bu işlemler arasında en önemlileri;

- Delik delme ve ateşleme,
- Kazı ve yükleme,
- Nakliyat,
- Boşaltma işlemleridir.

Ayrıca, rüzgarın açık yüzeylerden, kömür veya cevher stoklarından taşıdığı malzemeler de ilave bir toz kaynağıdır. Toz kaynakları, uygulanan üretim tekniğine bağlı olarak farklılıklar göstermektedir. Örneğin, bu çalışmada incelenmiş olan, ocak içi taşıma işlemleri sırasındaki toz yayılımı ekskavatör - kamyon sistemiyle çalışan açık işletmelerde çok daha önemlidir.

Taşıma yolu üzerindeki araç trafiği, açık ocak kömür madenlerinde yayılan tozun en önemli kaynağı olarak tanımlanmaktadır (Ghose ve Majeed, 2000). Bu tür bir maden işletmesinde oluşan tozun yaklaşık %50' sinin kamyonların taşıma yolu üzerindeki hareketi, %25' inin de kamyonların yüklenmesi ve boşaltılması sırasında meydana geldiği belirlenmiştir (Chadwick et. al. 1987).

Aracın hızı ve ağırlığı, yol üzerindeki trafik yoğunluğu taşıma sırasında meydana gelen toz miktarının önemli ölçüde etkilemektedir. Özellikle kamyon hızı toz oluşumunu etkileyen temel bir faktördür. Son yıllardaki çalışmalar, kamyonun birim hareket mesafesinde oluşturduğu toz miktarının, hızıyla lineer olarak değil geometrik olarak arttığını ortaya koymuştur. İyi döşenmemiş bir yolda, birim hareket mesafesi için (1 mil=1,609 km) hızı 16 km/sa olan kamyonun tek bir dış lastiği 3,6 kg toz oluştururken, bu değer 32 km/sa hızla hareket eden bir kamyon için 23 kg'dan fazladır. Aynı zamanda, yüksek hızla giden büyük kamyonlar, toz bulutları meydana getiren girdaplar da oluşturabilmektedir (Carter, 1999).

Taşıma yollarında oluşan tozun bir miktarı da yol kenarındaki düzeltilmemiş şev alanlarından kaynaklanmaktadır. Şev yüzeylerinin düzeltilmesi için yapılan masraflar başlangıçta toz kontrol maliyetini artırmasına rağmen, bu genellikle tekrar uygulama gerektirmeyen bir işlem olması nedeniyle tercih edilmektedir. Çünkü, düzeltilen şev yüzeylerinde trafikten dolayı bir aşınma söz konusu değildir. Diğer bir toz kaynağı da taşıma yolu üzerinde yüksek hızla hareket eden kamyonlardan düşen İri parçalardır. Bunlar çok ufak taneciklere ayrılarak havadaki toz konsantrasyonunu artırmaktadır (Carter, 1999).

Hindistan'daki açık işletme kömür madenlerinde yapılan bir araştırmaya göre; taşıma yolu üzerinde meydana gelen tozun %3-4 oranında solunabilir toz tanecikleri içerdiği belirlenmiştir (Nair ve Singh, 1990).

Mukherjee ve Singh 1985 yılında Hindistan'daki bir açık kömür işletmesinde yaptığı çalışmada; işçilerin maruz kaldığı toz konsantrasyonlarının, üretimin yapıldığı kesimlerde 3-5 mg/m³, dekapaj yapıldığı basamaklarda ise 1-2 mg/m³ arasında değiştiğini belirlemiştir (Mukherjee ve Singh 1985). Çizelge 1'de, yedi farklı kömür açık işletmesinde üretim ve dekapaj işlemleri sırasında Ölçülmüş toz konsantrasyonları verilmiştir.

Çizelge 1. Üretim ve dekapaj sırasında oluşan toz konsantrasyonu (Mukherjee ve Singh 1985).

Çalışma Yükleme ve Taşıma	Maden No	Toz Konsantrasyonu (mg/m ³)	
		Üretim	Dekapaj
	1	3.00	2.01
	2	4.50	1.00
	3	3.70	1.80
	4	5.00	1.25
	5	3.50	1.02
	6	4.50	1.09
	7	4.70	2.00

3. TOZ BASTIRMA UYGULAMASININ YARARLARI

işletme şartlarına uygun bir toz bastırma programı uygulamasının sağlayacağı yararlar aşağıda özet olarak verilmiştir:

- Taşıma yolu yüzeyini sağlamlaştırır ve yolun taşıma kapasitesini artırır,
- Lastik masraflarını azaltır,
- Görüş niteliğini ve sürüş güvenliğini artırır,
- Kamyonun verimliliğini artırır,
- Tamir- bakım masraflarını azaltır,
- Sulama maliyetlerini azaltır(www.midwestind.com).

Ağırlığı 218 ton olan tipik bir taşıma kamyonu yılda ortalama 6000 saat çalışmaktadır ve kullanım ömrü yaklaşık 10 yıldır. Bu kamyonun satın alma maliyeti yaklaşık 2,5

milyon \$ ve tüm kullanım süresi boyunca yapılacak tamir - bakım masrafı da 2,3 milyon \$ civarındadır. Uygun bir toz bastırma programı ile bu kamyonun tamir-bakım masrafından 300.000 \$ tasarruf sağlanabilmektedir. Bir başka ifadeyle, uygun bir toz kontrol programının uygulanmasıyla mobil ekipmanların tamir - bakım masrafları %15 oranında azaltılabilmektedir (www.midwestind.com).

Günümüz taşıma kamyonlarının fren ve direksiyon gibi mekanik sürüş sistemlerindeki gelişmeler sürücülere yüksek hızlarda taşıma yapma imkanı vermektedir. Taşıma yollarında da bu yüksek hızları karşılayabilecek şekilde tasarlanmalıdır. Kamyonların boyutlarının büyümesi daha geniş taşıma yollarının yapılmasını gerektirmekte; bu da yol bakım maliyetlerinin artması anlamına gelmektedir. Artan yol maliyetlerini dengelemek için kamyonların çok verimli çalıştırılması zorunludur. Uygun bir toz bastırma programı, taşıma yolu bakım masraflarını düşürmekte, kamyonların verimliliğini belirgin bir şekilde yükseltmektedir.

Kamyonlar için yapılan en büyük harcama, normalde lastik ve yakıt giderleridir. Taşıma yolu her iki gider üzerinde doğrudan rol oynamaktadır. Balamı yapılmamış bir taşıma yolu lastiklerin aşınmasını hızlandırmakta ve dolayısıyla lastik masraflarını artırmaktadır, (www.midwestind.com).

Belirtilen nedenlerle, açık işletme faaliyetleri sırasında meydana gelen aşırı tozun kontrol altına alınması, işçi sağlığı ve iş güvenliği, çevre ve ekipmanların tamir - bakım maliyetleri açısından çok önemlidir.

4. UYGULANACAK TOZ BASTIRMA TEKNİĞİNİN SEÇİMİNDE ESAS ALINACAK FAKTÖRLER

Bir açık maden işletmesinde uygulanacak toz bastırma işleminde kullanılacak malzeme belirlenirken aşağıdaki faktörlerin göz önünde bulundurulması gerekir.

- Toz taneciklerini birbirine veya büyük taneciklere yapıştırmalıdır,
- Trafikten dolayı oluşan aşınmaya direnç göstermelidir,
- Yol yüzeyinde etkinliğini kaybetmeden uzun süre kalmalıdır,
- Çözünmeye (Aging) karşı dirençli olmalıdır.

Araç hızı, sayısı ve ağırlığı, bir araçtaki tekerlek sayısı, yol malzemesinin tane boyut dağılımı, yol yüzey özellikleri, havadaki nem oranı, yağış ve buharlaşma miktarı bir nakliye yolundaki toz oluşumunu, dolayısıyla toz bastırma tekniği seçimini etkilemektedir.

Şartlara en uygun toz bastırma tekniği sadece yukarıdaki faktörlere göre belirlenmemelidir, aynı zamanda uzun dönem maliyetler ve çevresel etkiler de dikkate alınmalıdır. Uzun dönem maliyetleri; yolun hazırlanması, iyileştirilmesi, toz bastırıcı ürünlerin uygulanması ve yol bakım çalışmaları için yapılan harcamalar oluşturmaktadır. Çevresel etkiler ise genel olarak; su kalitesi, suda yaşayan hayvan ve bitki toplulukları üzerinde görülmektedir. İyi bir toz bastırma tekniği toz kontrolünün yanında yol bakım maliyetlerini ve agrega kaybını da azaltmalıdır (Bolander ve Yamada, 1999).

5. TOZ BASTIRMA TEKNİĞİNİN SEÇİMİ VE UYGULAMA

Günümüzde piyasada bir çok toz bastırma ürünü mevcuttur ve sayılan hızla artmaktadır. Ürünler yedi temel kategoride sınıflandırılabilir. Bu kategorilerle ilgili ayrıntılı bir liste aşağıda verilmektedir (Bolander ve Yamada, 1999).

a-Su

b-Su Absorblayan Ürünler

- Kalsiyum klorür
- Magnezyum klorür
- Sodyum klorür

c-Organik Petro! Ürünleri

- Asfalt emülsiyonları
- Eksik asfalt (sıvı asfalt)
- Toz yağları
- Modifiye edilmiş asfalt emülsiyonları

d-Organik, Petrol Olmayan Ürünler

- Hayvansal yağlar
- Lignosülfat
- Şeker pekmezi / Şeker pancarı
- Bitkisel yağlar
- Yüksek yağ emülsiyonları

e-Elektrokimyasal Ürünler

- Enzimler
- İyonik ürünler
- Sülfonat yağları

f-Sentetik Polimer Ürünler

g-Kil Katkılı Ürünler

- Bentonit
- Montmorillonit

Toz bastırıcı ürününün seçimi konusundaki değerlendirmelerde kullanılmak üzere çeşitli çizelgeler geliştirilmiştir. Bu amaçla kullanılacak bir değerlendirme kartı Çizelge 2'de verilmiştir.

Bu kartın kullanılabilmesi için öncelikle nakliyat yolundan geçecek taşıt sayısının (taşıt yoğunluğu) İyi bir yaklaşımla belirlenmesi gerekir. Ayrıca yol yüzey malzemesini sınıflandırmak için toprak analizi yapılmalı; Plastisite İndeksi ve Tane Boyutu Dağılımı da incelenmelidir. Değerlendirilecek diğer bir husus da yöredeki iklim koşullarıdır. Bu kapsamda özellikle yağış durumu dikkate alınmalıdır.

Uygun bir ürün seçildikten sonra ikinci adım, uygulama oram ve uygulama sıklığının belirlenmesidir. Ürünlerin ayrıntılı bir şekilde tanıtıldığı bölümde uygulama oranları ve sıklığı ile ilgili bilgiler verilmektedir.

Ürün seyreltme oranını belirlemek için üretici firmalar tarafından hazırlanan broşürler, daha Önceki uygulamalarda kazanılan deneyimler, saha veya laboratuvar testleri kullanılabilir. Genel bir değerlendirme yapılacak olursa;

- Yüksek hızlar ile aşın trafik hacmi ve büyük oranda kamyon trafiğinin olduğu zaman dilimlerinde,
- Özellikle CaCl₂ kullanıldığı zaman nem oranının düşük olması durumunda,
- Yol yüzeyinde çok küçük boyutlu tane oranının düşük olduğu durumlarda (75 µm elek altının %10' dan daha az olduğu durumlarda),
- Yol yüzeyinin iyi bir şekilde sıkılaştırılmadığı durumlarda

seyreltme oranının yükseltilmesi ve uygulama sıklığının artırılması gerekir.

Herhangi bir toz bastırıcının performansı birçok uygulama faktörüne bağlıdır. Uygulama yöntemi, oranı, sıklığı ve ürün konsantrasyonu bu faktörlerden bazılarıdır. Yol yüzeyinin sağlam ve sıkı olması da bir diğer faktördür.

Bir toz bastırma programını uygulamadan önce yol yüzeylerini düzenleme ve bakım çalışmalarına aşağıdaki işlemler de dahil edilmelidir:

- Stabil olmayan yol kesimlerinin onarılması,
- Yol yüzeyinin yeterince kurutulması,
- Tekerlek izlerini, çukurları ve erozyonun oluşturduğu küçük vadileri yok etmek için yolun tesviye edilmesi,
- Yolun sıkılaştırılması.

Bir sıvı toz bastırıcıdan maksimum oranda faydalanma, onun yol yüzeyine yeterince nüfuz etmesine bağlıdır. Bu durum aynı zamanda yüzey aşınmasından kaynaklanan bastırıcı kaybını da azaltmaktadır (Langdon et. al. 1980). Belirtilen sakıncayı ortadan kaldırmada yararlı olabilecek bazı öneriler aşağıda verilmiştir.

- Yağışlı mevsimlerden sonra özellikle tuzlu bastırıcılar uygulanmalıdır,
- Eğer mümkünse toz bastırıcılar yağmurdan sonra uygulanmalıdır. Çünkü yağmurdan sonra yol malzemeleri nemlidir ve daha elverişlidir. Eğer bastırıcılar yağmurdan önce uygulanırsa yağmur suyu bastırıcıları sürükleyebilir.
- Yüzey malzemesi kuruyorsa, sıvı asfalt ürünlerinin kullanıldığı durumlar hariç, yüzey nemlendirilmelidir.
- Eğer sert bir tabaka mevcutsa, yüzey gevşetilmelidir.
- Toz bastırıcıyı yol yüzeyine uniform bir şekilde dağıtmak için basmçlı dağıtıcı düzenek (püskürtücü) kullanılmalıdır(Bolander ve Yamada, 1999).

Çizelge 2. Urun Seçim Tablosu (Bolander ve Yamada, 1999).

Toz Bastırıcılar	Ortalama Günlük Trafik Hacmi			Yüzey Malzemesi								İklim		
	Az <100	Orta 100-250	Çok >250	Plastisite İndeksi			İnce Tane Oranı (-75µm)					Islak	Nemli	Kuru
				<3	3-8	>8	<5	5-10	10-20	20-30	>30			
CaCl ₂	√√	√√	√	χ	√	√√	χ	√	√√	√	χ	χ	√√	χ
MgCl ₂	√√	√√	√	χ	√	√√	χ	√	√√	√	χ	χ	√√	√
Petrol	√	√	√	√√	√	χ	√	√	√	χ	χ	√	√√	√
Lıgnın	√√	√√	√	χ	√	√√	χ	√	√√	√√	√	χ	√√	√√
Tall Oil	√√	√	χ	√√	√	χ	χ	√	√√	√	χ	√	√√	√√
Bit.Yağlar	√	χ	χ	√	√	√	χ	√	√	χ	χ	χ	√	√
Elekt Kim	√√	√	√	χ	√	√√	χ	√	√√	√√	√√	√	√	√
Sent Pol.	√√	√	χ	√√	√	χ	χ	√√	√√	χ	χ	√	√√	√√
Kil Katkılı	√√	√	χ	√√	√√	√	√√	√	√	χ	χ	χ	√	√√

√√ = İyi √ = Orta χ = Kötü

6. TOZ BASTIRICI ÜRÜNLERİN TANITILMASI

Açık maden işletmelerinde taşıma yolu üzerinde oluşan tozun bastırılmasında kullanılan en basit ve yaygın yöntem yüzeyin su ile ıslatılmasıdır. Su aynı zamanda toz kontrolü için kullanılan en ucuz bastırıcı olarak görülebilir. Ancak, su çok çabuk buharlaştığı için tozu bastırarak yerine onu geçici olarak bağlamaktadır. Dolayısıyla bir süre sonra yolun tekrar sulanması gerekir ki, bu da maliyeti arttırıcı bir unsurdur. Ayrıca, aşın su püskürtülmesi, yol yüzeyindeki iri agrega malzemesi için bağlayıcı görevi yapan çok ufak taneciklerin serbest kalmasına, yol yüzeyinin bozulmasına ve toz oluşumuna neden olmaktadır. Bozulan yol yüzeylerinin düzeltilmesi ve oluşan tozun bastırılması da işletme maliyetlerini arttıran unsurlardır.

Açık maden işletmelerinde taşıma yolu üzerinde oluşan tozu bastırarak ve yolu sağlamlaştırmak için Bölüm 5' de bahsedildiği gibi, çeşitli kimyasal ürünler geliştirilmiştir. Bu ürünlerin bir kısmı suyun yüzey gerilimini azaltan maddeler olup, suyun yol yüzeyi ve toprak içerisine nüfuz etmesini arttırmakta, buharlaşma süresini geciktirmekte ve dolayısıyla toz bastırma spreynin etkinlik süresini uzatmaktadır. Diğer bir grup ise (klorür temelli ürünler) uygulamadan sonra havadaki nemi absorblamakta, bu şekilde toz taneciklerini bastırmaktadır. Aşağıda toz bastırma amacıyla kullanılan çeşitli maddelerle ilgili özellikler, kullanımındaki sınırlamalar, uygulama şekli, maddenin kaynağı, ve çevre üzerindeki etkileri özet olarak verilmiştir(Carter, 1999).

6.1 Su

a- Özellikleri

Kolayca temin edilebilir. Yüzey taneciklerini toplama özelliğine sahiptir.

b- Sınırlamalar

Kolay buharlaşması nedeniyle etkinlik süresi bir günden daha azdır, inorganik bastırıcı lardan daha pahalı ve daha yoğun çalışmaya gerektirir.

c- Uygulama

Uygulama sıklığı sıcaklık ve havadaki nem oranına bağlıdır. Etkinlik süresi genel olarak 0,5 -12 saat arasında değişir.

d- Kaynağı

İşletme içinde veya çevresindeki bir su kaynağından temin edilebilir.

e-) Çevresel Etkisi

Çevre üzerinde herhangi bir olumsuz etkisi yoktur (Bolander ve Yamada, 1999).

6.2 Su Absorblayan Ürünler

6.2.1 Kalsiyum Klorür

a- Özellikleri

Havadan su absorblama yeteneği sıcaklık ve bağıl nemin bir fonksiyonudur. Örneğin; 25 °C ve %29 bağıl nemde , 38 °C ve %20 bağıl nemde havadan su absorblamaya başlar. Tanecikler arasındaki ince su filminin yüzey gerilimini önemli ölçüde artırarak suyun daha yavaş buharlaşmasına neden olur. Kalsiyum klorür uygulanan yol; nem ve yoğunluk kaybı durumunda az bir çalışma ile tekrar sıkılaştırılabilir.

b- Sınırlamalar

Havadan nemi absorblaması için, nem oranının minimum seviyede olması gerekmektedir. Uzun kurak dönemlerde $MgCl_2$ daha iyi sonuç verir. Metaller için biraz, alüminyum ve alaşımları için çok aşındırıcıdır.

Uygulama yapılmış yol malzemesinde yüksek miktarda ince tanecik varsa, yağmurlu havalarda yol yüzeyi kayganlaşabilir. Çözeltinin derişimi %20'den daha az olduğu zaman su ile benzer etkiye sahiptir.

c-Uygulama

Genellikle her mevsimde 1- 2 defa uygulama yapılır, ilk uygulama için CaCh ince tabaka halinde serpilecekse uygulama oram $0.5 - 1.1 \text{ kg/m}^2$ arasında değişmektedir. Tipik uygulama oram ise %77 saflıkta ve 0.9 kg/m^2 'dir. Eğer $CaCl_2$ sıvı halde kullanılacaksa, çözeltinin derişimi % 35 - 38 ve uygulama oranı $0.9 - 1.6 \text{ lt/m}^2$ arasında değişmektedir. Sıvı halde tipik uygulama şekli 1.6 lt/m^2 ve oranı % 38'lik seyreltilmemiş artık konsantredir. Daha sonraki uygulamalarda İlk oranların $1/2 - 1/3$ 'ü kullanılır.

d- Kaynağı

Amonyum-soda işlemleri ile sodyum karbonat imalinden tuzlusu formunda ve doğal tuzlu suların Br imali sırasında yan ürün olarak elde edilir. Üç ayrı şekilde bulunmakta olup; bunlar ince tabaka, toprak (pelet) ve çözelti olarak isimlendirilir.

e- Çevresel Etkisi

Eğer uygulama yapılan alan ile su tabakası arasında düzgün, tampon görevi yapan bir zon varsa su kalitesine etkisi önemsizdir. Alabalıklar 400 ppm, diğer balık türleri 10.000 ppm kadar düşük klorür konsantrasyonlarında yaşayabilirler. Çam, köknar, kavak, dişbudak, ladin ve akağaç gibi bazı bitki türleri kolay etkilenmektedirler. Ayrıca, sıvı konsantrenin çevreye dökülmesi de potansiyel bir tehlike kaynağıdır.

6.2.2 Magnezyum Klorür

a- Özellikleri

Sıcaktan bağımsız olarak %32 bağıl nemde havadan su absorblamaya başlar. Çok sert bir yol yüzeyinde yüzey gerilimini artırmada $CaCl_2$ 'den daha etkilidir. Uygulama yapılmış yol; nem ve yoğunluk kaybı durumunda az bir çalışma ile tekrar sıkılaştırılabilir.

a- Sınırlamalar

Havadan nem absorblaması için, nem oranının minimum seviyede olması gerekmektedir. Kurak iklimlerde kullanılması daha uygundur. Yoğun çözeltileri çelik için çok aşındırıcıdır. Havadan nemi çektiği için aşındırma süresi uzar. Uygulama yapılmış yol malzemesinde yüksek miktarda ince tanecik varsa, yağmurlu dönemlerde yol yüzeyi kaygan olabilir. Çözeltinin derişimi %20'den daha az olduğu zaman su ile benzer etkiye sahiptir.

c- Uygulama

Genellikle her mevsimde 1-2 defa uygulama yapılır, ilk uygulama için çözelti derişimi %28 - 35 ve uygulama oram $1.4 - 2.3 \text{ lt/m}^2$ arasında değişmektedir. Tipik uygulama ise %30'luk seyreltilmemiş konsantre ve 2.3 lt/m^2 'dir. Daha sonraki çalışmalarda ilk uygulamadaki oranların $1/2$ 'si kullanılır.

d- Kaynağı

Doğal olarak tuzlu su gibi elde edilmektedir.

e- Çevresel Etkisi

Kalsiyum klorür (CaCl₂) ile aynı etkiye sahiptir.

6.2.3 Sodyum Klorür

a- Özellikleri

Sıcaktan bağımsız olarak %79 bağıl nemde havadan su absorblamaya başlar. Yüzey gerilimini artırma özelliği CaCl₂ oranla daha sınırlıdır.

b-Sınırlamalar

Havadan nem absorblaması için, nem oranının minimum seviyede olması gerekmektedir. Seyreltik çözeltiler için kısmen aşındırıcı etkiye sahiptir.

c- Uygulama

Genellikle her mevsimde 1-2 defa uygulama yapılır. CaCl₂ uygulamasından daha yüksek oranlarda kullanılmalıdır.

d- Kaynağı

Doğal halde kaya tuzu ve tuzlu su şeklinde bulunmaktadır.

e- Çevresel Etkisi

Kalsiyum klorür (CaCl₂) ile aynı etkiye sahiptir (Bolander ve Yamada, 1999).

6.3 Organik Petrol Ürünleri

a- Özellikleri

Asfaltın yapıştırıcı özelliğinden dolayı yüzey taneciklerini yığıştırır ve/veya bağlar. Yolun su sızdırmazlığını sağlar.

b- Sınırlamalar

Kurak iklim koşullarında bazı ürünler esnekliği sürdüremeyebilir. Eğer yüzey malzemesi çok fazla ince tanecik içeriyorsa uygulamadan sonra kabuklar meydana gelebilir ve bunlar yağışlı havalarda, araçların hareketi sırasında parçalanabilir.

c-uygulama

Genellikle her mevsimde 1-2 defa uygulama yapılır. Uygulama oranı 0.5 - 4.5 lt/m² arasında değişmektedir. Bu oran yol yüzeyinin durumuna, seyreltme derecesine ve kullanılan malzemeye bağlıdır. Taneleri arasında geniş açıklık bulunan yüzey malzemeleri için yüksek viskoziteli emülsiyonlar kullanılmaktadır. Daha sonraki çalışmalarda ilk uygulamadaki oranlar azaltılmalıdır.

d- Kaynağı

Eksik asfalt (SC-70), asfalt emülsiyonları (SS-I, SS-Ih, CSS-I veya CSS-Ih)'dir. Genellikle 1/5 oranında su ile seyreltilmektedirler. Diğer ürünler modifiye edilmiş asfalt emülsiyonları ve mineral yağlardır.

e- Çevresel Etkisi

Bu ürünlerde kanşımı oluşturan çok çeşitli maddeler vardır. Kullanılan ürünler zehirlidir. Ürünlerdeki yağlar zehirli olabilir. Sıvı konsantreninin dökülmesi ile meydana gelebilecek potansiyel tehlikeler bulunmaktadır (Bolander ve Yamada, 1999).

6.4 Organik, Petrol Olmayan Ürünler

6.4.1 Lignin Türevleri

a- Özellikleri

Yüzey taneciklerini birbirine bağlar. Kurak iklim koşullarında malzemenin dayanımı büyük oranda artar. Uzun kurak dönemler boyunca havadaki nem oranı düşük olsa bile etkinliğini yitirmez.

b-Sınırlamalar

Alüminyum ve alışımlarında aşınmaya sebep olabilir. Yüzey taneciklerini bağlama işlevi katıların suda çözünürlüğünden dolayı aşın yağmur nedeniyle azalabilir veya tamamen ortadan kalkabilir. Yol yüzeyi yağış sırasında kaygan, kurak dönemlerde kırılabilir. Yol yüzey sertliğinin (dayanımının) korunması zordur, fakat nemin yeterli olduğu durumlarda bu sağlanabilir.

c- Uygulama

Genellikle her mevsimde 1-2 defa uygulama yapılır. Uygulama için çözelti derişimi %10 - 25 ve oram 2,3 - 4,5 lt/m² arasında değişmektedir. Tipik uygulamada ise %50' lik seyreltilmemiş artık konsantre veya 1/1 oranında suyla seyreltilmiş artık konsantre 2,3 lt/m² lik miktarda kullanılmaktadır, iki uygulama yapmak yararlı olabilir. Toz şeklinde de üretilmekte olup, 1 kg ürün 840 lt su ile seyreltikten sonra kullanılır.

d- Kaynağı

Bileşim hammaddelere ve selüloz elde etmek için kullanılan kimyasallara bağlıdır. Aktif bileşeni şeker içeren, etkisiz hale getirilmiş (nötralize edilmiş) lignin sülfirik asittir.

e- Çevresel Etkisi

Su kalitesini olumsuz yönde etkilemez. Temiz suda yaşayan canlılar üzerindeki etkisi çözünme derecesine bağlı olarak yüksek olabilir. Bitkiler üzerine etkisi bulunmamaktadır. Sıvı konsantrenin çevreye dökülmesi ile meydana gelebilecek potansiyel tehlikeler söz konusudur.

6.4.2 Şeker Pekmezi/Pancar

a- Özellikleri

Yüzey taneciklerinin geçici olarak bağlanmasını sağlamaktadır.

b- Sınırlamalar

Kullanımı sınırlıdır.

c- Kaynağı

Şeker pancarı ve işlenmesi sırasındaki çalışmalardan elde edilir.

d- Çevresel Etkisi

Çevresel etkisi konusunda yeterli bilgi bulunmamaktadır.

6.4.3 Tall-Oil

a- Özellikleri

Yüzey taneciklerini birbirine bağlamaktadır. Kurak iklim koşullarında malzemenin dayanımını büyük oranda artırmaktadır.

b- Sınırlamalar

Yüzey taneciklerini bağlama işlevi katıların suda çözünürlüğünden dolayı aşırı yağmur nedeniyle azalabilir veya tamamen ortadan kalkabilir. Yol yüzey sertliğinin (dayanımının) korunması zordur.

c- Uygulama

Genellikle birkaç yılda bir defa uygulama yapılır. Uygulama için çözelti derişimi %10 - 20 ve oranı 1.4 - 4.5 İt/m² arasında değişmektedir. Tipik uygulama ise 1/4 oranında suyla seyreltilmiş %40 - 50'lik artık konsantre şeklindedir. Uygulama oranı 2,3 lt/m² dir.

d- Kaynağı

Kağıt üretim işleminde sülfürik asit esterinin damıtılmasıyla yan ürün olarak elde edilmektedir.

e- Çevresel Etkisi

Çevresel etkisi bilinmemektedir.

6.4.4 Bitkisel Yağlar**a- Özellikleri**

Yüzey taneciklerini topaklaştırmaktadır.

b- Sınırlamalar

Kullanımı sınırlıdır. Hızlı bir şekilde oksitlenmekte ve daha sonra kırılğan bir yapı kazanmaktadır.

c-Uygulama

Genellikle her mevsimde 1 defa uygulama yapılır. Uygulama oranı ürüne göre genellikle 1,1 - 2.3 İt/m² arasında değişmektedir. Ürün ne kadar sıcak olursa nüfuz etme o kadar hızlı gelişmektedir. Daha sonraki uygulamalarda başlangıçtaki oranlar azaltılarak kullanılır.

d- Kaynağı

Canola yağı, soya yağı, pamuk tohumu yağı ve keten tohumu yağı bu ürünlerden bazılarıdır.

e- Çevresel Etkisi

Su kalitesine etkisi bilinmemektedir. Temiz suda yaşayan canlılar üzerine etkisini belirlemek için bazı Ürünler test edilmiş ve düşük bir etkiye sahip oldukları görülmüştür. Bitkiler üzerine etkisi konusunda kesin bir değerlendirme yoktur (Bolander ve Yamada, 1999).

6.5 Elektrokimyasal Ürünler**a- Özellikleri**

Kil boyutlu taneciklerin özelliklerini değiştirmektedir. Etkisi genel olarak iklim koşullarından bağımsızdır.

b- Sınırlamalar

Performansı ince kil taneciklerinin mineralojisine bağlıdır. Ömrü sınırlıdır.

c- Uygulama

Kullanım sırasında ürün genellikle 1/100 - 600 oranında suyla seyreltilmektedir. Seyreltilmiş ürün aynı zamanda gevşetilmiş yüzeyi sıkılaştırmak için de kullanılmaktadır.

d- Kaynağı

Sulfonat yağları, amonyum klorür enzimleri, iyonik ürünler örnek olarak verilebilir.

e- Çevresel Etkisi

Ürünlerin çevresel etkisini belirlemek için özel analizler gerekmektedir. Bazı ürünlerin seyreltilmemiş formda çok asidik oldukları bilinmektedir(Bolander ve Yamada, 1999)

6.6 Sentetik Polimer Ürünleri**a- Özellikleri**

Polimerler yapıştırıcı özelliklerinden dolayı yüzey taneciklerini bağlamaktadır.

b- Sınırlamalar

Yol yüzey sertliğinin (dayanımının) korunması zordur.

c- Uygulama

Genellikle birkaç yılda bir defa uygulama yapılır. Uygulama için çözelti derişimi %5-15 ve uygulama oranı 1.4 - 4.5 İt/m² arasında değişmektedir. Tipik uygulama ise 1/9 oranında suyla seyreltilmiş %40 - 50'lük artık konsantre olup uygulama oranı 2.3 İt/m² dir

d- Kaynağı

Yapıştırıcı üretim işlemlerinde yan ürünü olarak elde edilir. Genellikle %40-60'ı katıdır.

e- Çevresel Etkisi

Çevresel etkilen konusunda herhangi bir bilgi yoktur (Bolander ve Yamada, 1999)

6.7 Kil Katkılı Ürünler**a- Özellikleri**

ince toz taneciklerini birbirine bağlamaktadır. Kurak iklim koşullarında malzemenin dayanımını büyük oranda artırmaktadır

b- Sınırlamalar

Uygulama yapılmış yol malzemesinde yüksek miktarda ince tanecik varsa , yağmurlu zamanlarda yol yüzeyi kaygan olabilir.

c- Uygulama

Genellikle her 5 yılda bir uygulama yapılır. Tipik uygulama oram %1 - 3 kuru ağırlıktır.

d- Kaynağı

Bentomt ve montmorillonit turu killer bu amaçla kullanılabilir.Doğal kil yataklarından temin edilmektedir.

e- Çevresel Etkisi

Herhangi bir çevresel etkisi yoktur (Bolander ve Yamada, 1999).

7. SONUÇ

Madencilik çalışmaları yoğun toz oluşumuna neden olan çeşitli faaliyetleri içermektedir. Açığa çıkan toz, çevreye verdiği zararı yanı sıra mesleki toz hastalıklarına sebep olmakta, görüş mesafesini azaltmakta, çalışma verimini düşürmektedir. Tozun diğer bir olumsuz etkisi de açık işletmelerde kullanılan makinalar uzannda görülmektedir Özellikle ekskavatör - kamyon sistemiyle çalışan işletmelerde dekapaj malzemesi ve cevher taşıyan kamyonlar yoğun tozlu ortamlarda daha sık arızalanmakta ve kısa sürede yıpranmaktadır. Maliyeti çok yüksek olan bu kamyonların

hizmet süresini uzatma ve bakım masraflarını düşürebilmenin tek yolu, şartlara uygun, etkili toz bastırma tekniklerinin uygulanmasıdır. Bu amaçla çok sayıda kimyasal madde geliştirilmiş olup, birçok açık ocakta kullanılmaktadır. Ancak, sonucun başarılı olması için uygulama yapılacak yer ile ilgili faktörler iyi bir şekilde araştırılmalı, malzeme seçimi bu verilere dayanarak yapılmalı ve uygulama kuralları eksiksiz yerine getirilmelidir.

8. KAYNAKLAR

- Bolander, P. and Yamada, A.** (1999) Dust Palliative Selection and Application Guide, San Dimas Technology and Development Center, California, U.S.A., 20 p.
- Carter, R. A. (1999) Cut Costs by Controlling Dust, Coal Age, Vol. 104, No. 12, pp 19-21.
- Chadwick, M.G., Highton, N.H. and Lindman, N.** (1987) Environmental impacts of coal mining and utilization, Pergamon Press, England, 295 p.
- Goose, M. K. and Majee, S. R.** (2000) Sources of air pollution due to coal mining and their impacts In Jharia coalfield. Environment International, Vol. 26, pp 81-85.
- Langdon, B., Hicks, G. and Williamson, R.** (1980) A Guide for selecting and using dust palliatives, Transportation Research Institute, Civil Engineering Department, Oregon State University, Research Report 83 - 13.
- Mukherjee, R.J.N. and Singh, B.** (1985) Proceedings II nd World Congress on Engineering and Environment, New Delhi, November 7-9.
- Nair, P.K. and Singh, B.** (1990) Haul road dust consolidation in opencast mines-a new approach, Indian Journal of Environmental Protection, India, Vol. **10(1)**, pp. 35-39.

www.midwestind.com

TÜRKİYE'DE MEYDANA GELEN GRİZU PATLAMALARININ İRDELENMESİ VE ÖNLEM ÖNERİLERİ

ANALYSES OF THE FIREDAMP EXPLOSIONS IN TURKEY AND SUGGESTED PREVENTIVE MEASURES

Tevfik GÜYAGÜLER, ODTÜ, Maden Müh. Bölümü, 06531 Ankara

ÖZET

Yeraltı kömür tozu ve gaz patlamaları insan hayatını, mal varlığını ve doğal kaynakları tehdit eden ciddi bir olaydır Yeraltı kömür madenciliği ile başlayan metan patlamaları dünyada 1900'lü yıllarda en üst düzeye gelmiş ancak 2000'li yıllara doğru gittikçe en aza inmiştir. Ülkemizde ise aynı periyotlarda tam aksi gözlenmektedir. Bu yazıda, meydana gelmiş patlamalar ana hatları ile irdelenerek nedenleri araştırılmış ve patlamaları en aza indirecek önlemler tartışılmıştır.

ABSTRACT

Methane explosion is one of the most important environment problem causing loss of life, money and natural resources. In the world, number and the extend of the explosions are decreasing continuously. Unfortunately, in Turkey, gas explosions are still the most important potential danger. In this paper, explosions are studied, possible causes are discussed and some preventive measures are brought.

1. GİRİŞ

Grizu, metanın hava ile karışımı olarak tanımlanmaktadır. Kömür madenciliğinin en önemli sorunlarından biri olan grizu patlamaları, tüm dünyada olduğu gibi ülkemizde de defalarca meydana gelmiş; can ve mal kayıplarına neden olmuştur.

Grizu patlamaları modern madencilikte bile %100 önlenememekte, ancak alınacak önlemlerle çok aza indirilebilmektedir.

Metan gazı renksiz ve kokusuz bir gazdır. Yandığında, koşullara göre, mavi, soluk mavi ve hatta beyaz renk bile verebilir. Metan gazı, kömürün oluşumundan itibaren kömürün içinde veya çevre kayalarda sıkışmış olarak bulunmaktadır. Kömür üretimi sırasında ise, yeraltı çalışma yerlerine, kömürden veya çevre kayalardan sızarak tehlikeli bir ortamın oluşmasına neden olmaktadır (Sengupta, 1993).

Grizu patlamaları havada %5-15 arası metan bulunduğunda, en şiddetli patlama ise havada %9-9.5 civarında metan bulunması halinde meydana gelmektedir. Grizu patlamasının olabilmesi için üç etkenin bir araya gelmesi gerekir. Bunlar; metan gazı, oksijen ve karışımın patlamasına neden olan bir kıvılcım veya bir ısı kaynağıdır. Bunlardan oksijeni ortamdan yok etmeye olanak yoktur. Zira, yeraltına hava gönderme zorunluluğu vardır. Yeraltı çalışmalarında ateşleme kaynağının (bir kıvılcım veya ısı kaynağı) oluşması, alınan tüm önlemlere karşın çalışmanın karakteri icabı her zaman önlenememektedir. O halde, patlamanın önlenmesi için yapılacak tek işlem metan gazının ortamdan uzaklaştırılması ya da patlamanın anında söndürülmesi olmaktadır(Skochinsky and Komorov,1969).

2. DÜNYA VE TÜRKİYE'DEKİ BAŞLICA PATLAMALAR

Türkiye'de 1980'den günümüze kadar meydana gelen başlıca patlamalar Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1. Ülkemizde görülen patlamalar (1980 sonrası)

Tarih	Yer	Ölü sayısı	Yaralı
1983	Zonguldak/Armutçuk	103	96
1990	Amasya/Yeniçeltek	68	2
1992	Zonguldak/Kozlu	262	50
1995	Yozgat/Sorgun	40	-

Çizelgeden görüleceği gibi Türkiye kömür madenciliğinde en büyük patlama 262 ölü ve 50 yaralı ile 1992'de Zonguldak Kozlu'da meydana gelen patlamadır. Çizelge 2. 1980 sonrası Dünya'da meydana gelen önemli patlamaları göstermektedir.

Çizelge 2. Dünya'da görülen patlamalar (1980 sonrası).

Tarih	Yer	Olü Sayısı
1982	Yugoslavya	39
1984	Taiwan	74
1984	"	93
1984	G. Afrika	68
1984	Yugoslavya	33
1984	Brezilya	31
1985	Japonya	62
1985	Çin	53
1987	G.Afhka	34
1987	"	82
1987	Çin	44
1988	Almanya	51

3. ÜLKEMİZDE MEYDANA GELEN PATLAMALARIN İRDELENMESİ

Ülkemizde, şu ana kadar meydana gelen kazaların nedenlerinin araştırılması ve bu nedenleri giderecek önlemlerin alınmasına ilişkin hiçbir bilimsel çalışma yapılmamıştır.

Ülkemizde, yüzlerce kişinin öldüğü bu tür kazaların incelemesini yapacak, nedenlerini belirleyecek ve olayın tekrarlanmaması için gereken önlemleri belirleyecek herhangi bir resmi kurum ya da kuruluş bulunmamaktadır.

Maden işleticilere, madencilere, müfettişlere ve konuyla ilişkisi olanlara, daha önceki olayların değerlendirilmesi ile oluşan bilgi birikiminin bulunabileceği bir yayım, rapor ya da yazılı dokümanı ülkemizde bulabilmek de mümkün değildir.

Ne bir kuruluş metan patlamalarına ilişkin bilimsel bir araştırma yapmakta, ne de ilgili kuruluş, bu konunun araştırılması için gündeme getirmektedir. Bu nedenle meydana gelen patlamaların nedenleri tam olarak belirlenememekte ve ilgili önlemler alınmamaktadır.

Ülkemizde bugün, her an bir kömür ocağında gaz patlamasının meydana gelmesi mümkündür

Ülkemizde meydana gelen grizu parlamalarının ortak özelliği, patlamaların anında tüm ocağı kaplamasıdır. Özellikle gazlı ocaklarda değişik nedenlerle oluşan kıvılcım; lokal yanma, parlama olaylarını meydana getirebilir. Ancak alınacak önlemlerle bu parlamaların metan patlama olaylarına dönüşmemesi için gerekli önlemler alınmalıdır.

Aşağıda verilen yaşanan örneklerde metan parlamasının patlamaya dönüşmeden nasıl önlendiği görülmektedir.

Örnek 1 (Swarraw, 1984):

19 Haziran 1984'de saat 7.30 civarında, tavan saplamaları için alından yaklaşık 6 m mesafede, tavanda delik açılırken metan tutuşması meydana gelmiştir. 50 cm uzunluğunda 3 cm eninde mavi-turuncu renkli alev delikten aşağı doğru hareket etmiş ve alev bir süre sonra kendiliğinden sönmüştür. Olayda can ve mal kaybı olmamıştır. Enİ 6m olan baca 500 mm'lik boru ile havalandırılmakta idi. Patlama, delici ucun alışılmamış derecede sert bir kayaca gelmesi nedeniyle aşırı ısınması sonucu metan-hava karışımını tutuşturması sonucu meydana gelmiştir.

Örnek 2 (Woods, 1986):

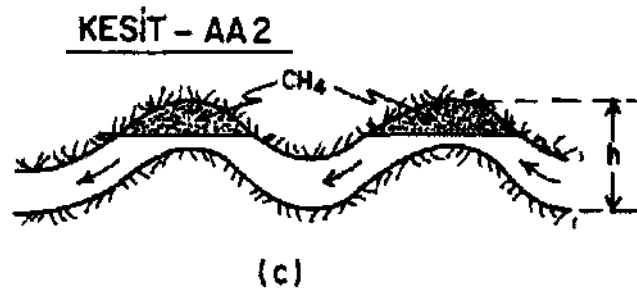
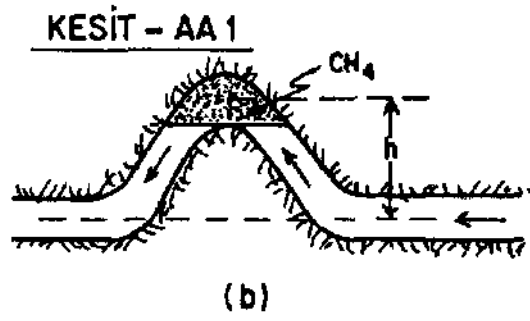
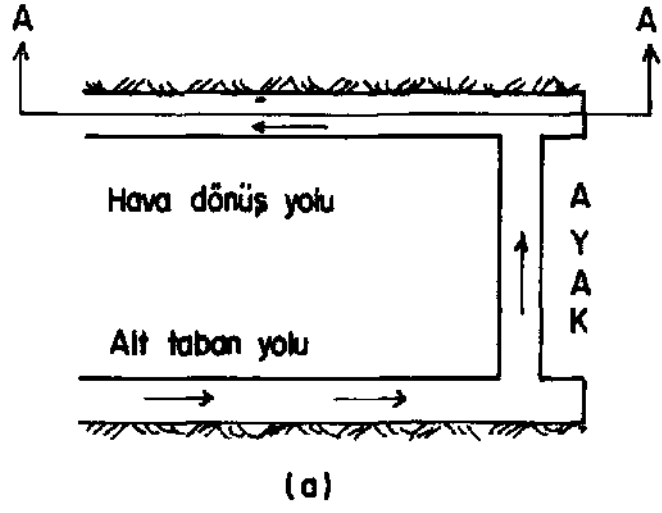
Emerald maden İşletmesinin 1 nolu ocağında, 9 Haziran 1986 tarihinde saat 18.40 civarında metan tutuşması meydana gelmiştir. Galeri açma makinası, galeride çalışırken, sürtünme nedeniyle metan tutuşması meydana gelmiş, eni 3,5 m, yüksekliği 2,5 m olan san-turuncu renkli alev meydana gelmiştir. Oluşan alev su hortumları ve galeri açma makinesine monte edilmiş olan fiskete suyu ile söndürülmüştür. Kazada herhangi bir kayıp ya da maddi zarar meydana gelmemiştir.

Örneklerden görüleceği gibi parlamanın patlamaya dönüşmemesi için gerekli önlemlerin alınması çok önemlidir.

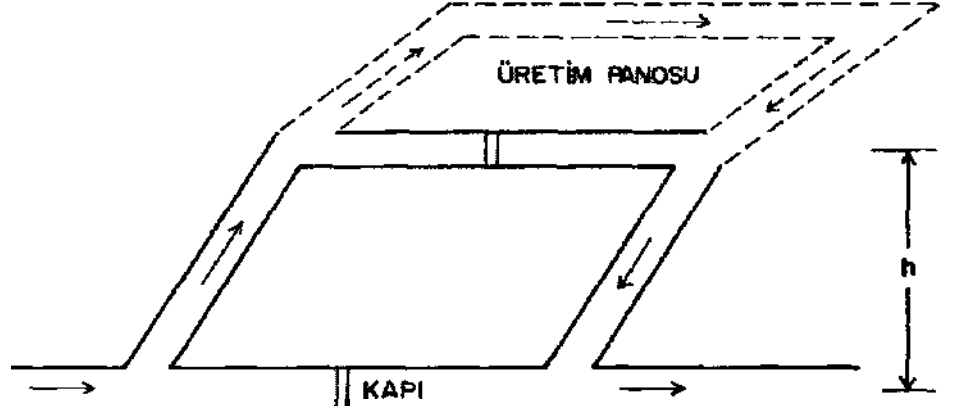
Türkiye'deki patlamaların nedenlerini araştırdığımızda bazı genel sonuçlara varmak mümkündür.

Üretim yönteminin gereklerinin tam olarak yerine getirilmemesi, yeterli ayak ilerlemesinin sağlanamaması, üretim plan ve projesinin bulunmaması, kömürün yüksek metan içeriği, kömürün yangına uygunluğu, kömür tozu patlamaları konusunda yeterli çalışmanın yapılmaması, taş tozu ve su bariyerlerinin bulunmaması ya da yeterli olmaması, taş tozu serpme İşleminin yapılmamış olması, havalandırmadaki eksiklik ve aksaklıklar, sinyalli ve uzaktan uyarı sisteminin olmaması gibi ana nedenler ya patlamaya neden olmakta yada patlama sonrası oluşan kayıpların inanılmaz boyutlara ulaşmasına neden olmaktadır.

Üzerinde önemle durulması gereken diğer bir konuda işletme projesinin kömür madenciliği üretim yöntemlerine uygun bir şekilde hazırlanmış olmasıdır. Şekil 1 tipik bir uzunayağın olası 2 tip hava dönüş yolunu göstermektedir. Kayaç yapısı nedeniyle oluşan öndülasyon metan birikimine neden olabilmekte ve yetersiz havalandırma sonucu metan patlamasına ortam hazırlamaktadır. Benzef olumsuz çalışma koşullanna bir Örnekte Şekil 2'de verilmektedir. Üretim panosunun, hava geliş ve dönüş galeri kotlarından daha yüksekte bulunması, yine patlama için ortam hazırlaması anlamına gelmektedir.



Şekil 1. (a) Tipik bir uzunayak ve (b,c) patlamaya ortam hazırlayan hava dönüş yolları.



Şekil 2. Patlamaya ortam hazırlayabilecek tarzda hazırlanmış bir pano

Grizu patlamalarının önlenmesi için alınması gereken önlemler literatürde açık olarak belirlenmiştir.

- Ocağın havalandırma sisteminin havalandırma prensiplerine uygun olması,
- Daima mekanik havalandırma uygulanması,
- Ocak ara açıklığının 1.5 m^2 'den az olması,
- Ayakların tali pervane ile havalandırılmaması, ana pervane ile ayağa hava gönderilmesi,
- Basit havalandırma sisteminin uygulanması,
- Ayağa havanın, alt kotlardan üst kotlara doğru gönderilmesi,
- Ocakta CH_4 %1'e ulaşınca, azaltılması yönünde çaba sarfedilmesi, %2 olduğu anda üretimin durdurulması ve gazın izin verilebilir limitlere düşürülmesi için çalışılması,
- Ocakta patlatma işlemlerinin kurallara uygun olarak yapılması vb. gibi bilinen önlemlerin tam anlamıyla alınması bile patlama olasılığını en aza indirecektir.

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Patlamalar incelendiğinde birçok kişinin ve kurumun kendilerine ait yasal, iş, statü ve idari sorumluluklarını yerine getirmedikleri açık olarak görülebilir.

Yeraltı kömür ocaklarının güven içinde işletilmesinde ana sorumluluğunun idare ile ilgili olduğu açıktır. Bu sorumluluk hiyerarşik olarak tüm çalışanlara dağıtılabilir.

idarenin birincil görevi; ocak için uygun maden işletme yönteminin dizaynı ve ocağın kurallara uygun işletilmesi olarak sıralanabilir. Ülkem İzde işletme projesinin ya da uygulanacak maden işletme yönteminin uygunluğu hiçbir şekilde denetimden geçmemektedir.

işletme aşamasında, Çalışma Bakanlığı müfettişlerinin madenin, iş Güvenliği işçi Sağlığı Mevzuatı'na uygun olarak çalışıp çalışmadığının kontrolü, başta uzmanlık alanları olmak üzere, bazı nedenlerle tam olarak yapılamamaktadır. İşletmede devamlı görevli ve herşeyden sorumlu maden mühendisinin aynı zamanda fennî nezaretçilik görevini üstlenmesi büyük sakıncaları da beraberinde getirmektedir. Günlük işler arasında ocaktaki aksaklıkların gözden kaçması mümkün olmaktadır. Bu nedenle İşverenin ayrı bir maden mühendisini fenni nezaretçi olarak görevlendirmiş olması, işin gereği, daha uygun olacaktır. Patlama olmaması İçin nelerin yapılmış olması gerekiydi sorusuna aşağıdaki gibi cevap vermek mümkündür.

-Eğer yönetmelik yeterli olsa idi patlama vuku bulmayacaktı.

-Eğer mevcut tüzük ve yönetmeliğin uygulanabilirliği ilgili birimlerce sağlansa idi patlama belki de önlenilecekti.

-Eğer İşletme projeleri madencilik yöntemlerine uygun olarak yapılsaydı patlama olmayacaktı.

-Eğer ocak iyi bir şekilde havalandırılıp yamçı ve patlayıcı gazların seyreltilmesi için yeterli temiz hava sağlanabüseydi patlama meydana gelmeyecekti.

-Eğer; yolların ve çalışma yerlerinin taban, tavan ve yan duvarlar sistematik olarak temizlense ve toz birikimi önlenese idi bu patlama belki yayılmayıp kısa alanda sona erecekti,

-Eğer çalışılan yerler ve galerilerde biriken kömür tozları, taş tozu ile seyretilerek karışımdaki yanıcı madde oranı %35'in altına düşürülseydi, yeterli taş tozu ve su bariyerleri bulursa idi, patlama yayılma şansı bulamayacak ve kısa alanda sona erecekti.

Sonuç olarak eğer tüm kişi, kurum, kuruluş görevlerini tam yerine getirmiş olsaydı patlama olma olasılığı en aza inecek ve belkide yaşadığımız patlama felaketleri hiç yaşanmayacaktı..

KAYNAKLAR

Swarrow, R.E. (1984) Methane Frictionai Ignition Report of Investigation US Dept. of Labor MSHA.

Woods, T. (1986) Methane Frictionai Ignition Report of Investigation, US Dept. of Labor MSHA.

Sengupta, M J. (1990) Mine environmental Engineering, VI & V2 CRC Press Florida

Skochmsky, A. and Komorov,V. (1969) Mine Ventilation Mir Publisher, Moscow.

3 MART 1992 KOZLU KAZASI VERİLERİ İLE BARAJ GERİSİ YANGIN VE PATLAMA KOŞULLARINA YAKLAŞIM

**AN APPROACH TO THE CONDITIONS OF FIRE AND
EXPLOSION BEHIND THE SEALS USING THE DATA
OF KOZLU MINE EXPLOSION ON MARCH 3, 1992**

Ö. Serdar YILDIRIM, *Selçuk Üniversitesi, Müh. Mim. Fak., 42079 Konya*
M. Saint SARAÇ, *Süleyman Demirel Üniversitesi, Müh. Mim. Fak., İsparta*

ÖZET

Bu çalışmada 3 Mart 1992 Kozlu patlaması sonrasında baraj gerisi ortamı yangın ve patlama koşulları, çeşitli endekslerle tanımlanmaya çalışılmıştır. Bu amaçla İncivez Barajı gaz verileri kullanılmıştır. Ayrıca patlayabilirliği değerlendirilen bir program ile el bilgisayarları için hazırlanmış diğer bir program tanıtılmıştır.

ABSTRACT

In this work, the environmental conditions related to combustion and explosion behind the seal after the Kozlu mine explosion took place on 3rd March 1992 are given with different indices. Therefore, the data of gas taken behind the Incivez Seal have been utilized. In addition, a computer program written to evaluate the gas explosibility is given together with a program developed for hand held computers.

1. GİRİŞ

3 Mart 1992 tarihinde T.T.K. Kozlu Taşkömürü işletme Müessesesi yeraltı ocaklarında çok geniş patlama yaşanmış, sonrasında açık alevli yangın oluşmuştur. Bu patlamada üçyüze yakın madenci yaşamını kaybetmiştir. Yangın sonrasında barajlama yapılmış, 23 gün sonra tekrar açılmıştır. Barajlardan alınan hava örnekleri ile gaz analizi yapılarak, koşullar belirlenmeye çalışılmıştır. Bu anlamda barajların yeniden açılması yangın ve patlama riski açısından kritik bir karar sürecidir.

2. BARAJ GERİSİ YANGIN ENDEKSLERİ

Literatürde bu konuda pekçok endeks önerilmektedir. Ancak her koşulda başarılı sonuçlar veren standart bir endeks bulunmamakta, endekslerin çalışılan bölgenin özellikleri dikkate alınarak uygulanması gerekmektedir. Bu endeksler Çizelge 1'de verilmektedir. Endekslerin çalışılan bölgeye göre farklılık göstermesi nedeni ile 24.03.1992-28.03.1992 tarihleri arasındaki Incivez Barajı verileri kullanılarak, endekslerin limit kullanım değerlerine yaklaşımda bulunulmaya çalışılmıştır. Endekslerin zamana bağlı değişimleri Şekil 1-2-3-4'de verilmektedir. 24.03.1992-28.03.1992 tarihleri arasında baraj "kapalı-açık-kapalı" konumlarını almıştır. Bu durum endekslerin değerlendirilmesinde önem taşımaktadır. Bu konular grafiklerde O2 miktarına bağlı olarak üç bölgeye ayrılarak tanımlanmıştır (Yıldırım, 1992; Yıldırım ve Saraç, 1993).

3. BARAJ GERİSİ ATMOSFERİNİN PATLAYABİLİRLİĞİ

Barajların ilk yapımından itibaren ortam hızla patlayıcı özellik kazanmaktadır. Ancak süreç içinde oksijen tüketiminin ve yangın gazlarının çıkışının çok hızlanması, oksijen oranının çok düşmesi nedeniyle patlayıcı kaybolmaktadır. Buna karşın barajların açılması ortama O₂ girişi anlamı taşıdığından, barajın açılma aşaması patlama açısından da kritik bir süreçtir. Patlayabilirliğin belirlenmesinde Le Chatelier Eşitliği, Jones-Trickett Oranı, Mitchell Yöntemi, Bureau of Mines Yöntemi, Coward Üçgeni Yöntemi, Ellicott Yöntemi literatürde tanımlanmıştır.

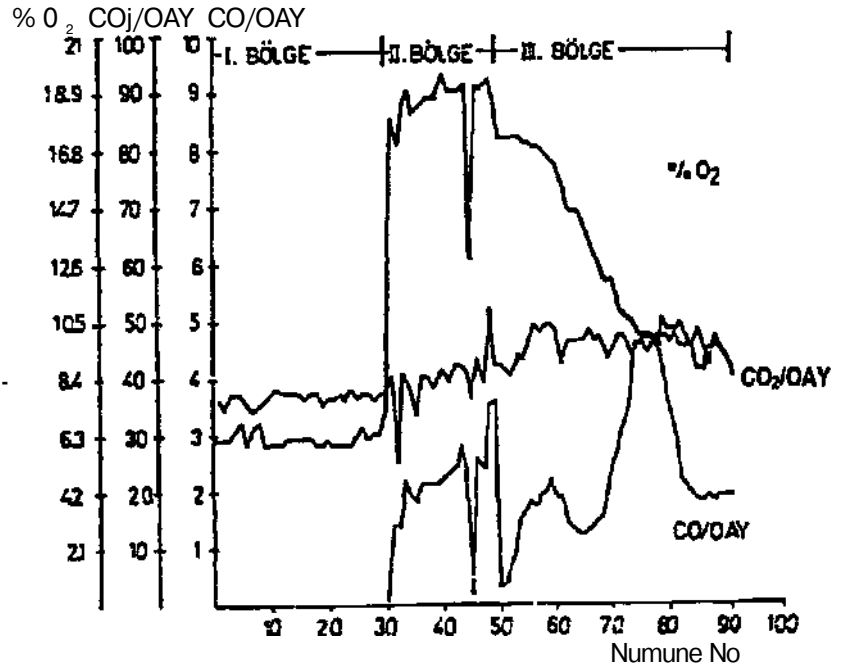
Sözkonusu riskleri izleyebilmek amacıyla bir bilgisayar programı hazırlanmıştır. Program aşağıdaki başlıkları içermektedir;

- | | |
|------------------|---------------------------------------|
| * Bilgi Girişi | * Yangın ve Patlayabilirlik Analizi |
| * Bilgi Ekleme | - Mitchell Yöntemi |
| * Tarihten Bulma | - Ellicott Ekli Coward Üçgeni Yöntemi |
| * Değiştirme | - Graham Endeksi |
| * Bilgi Silme | * Kayıt Yenileme |
| | * Grafik Çizme |

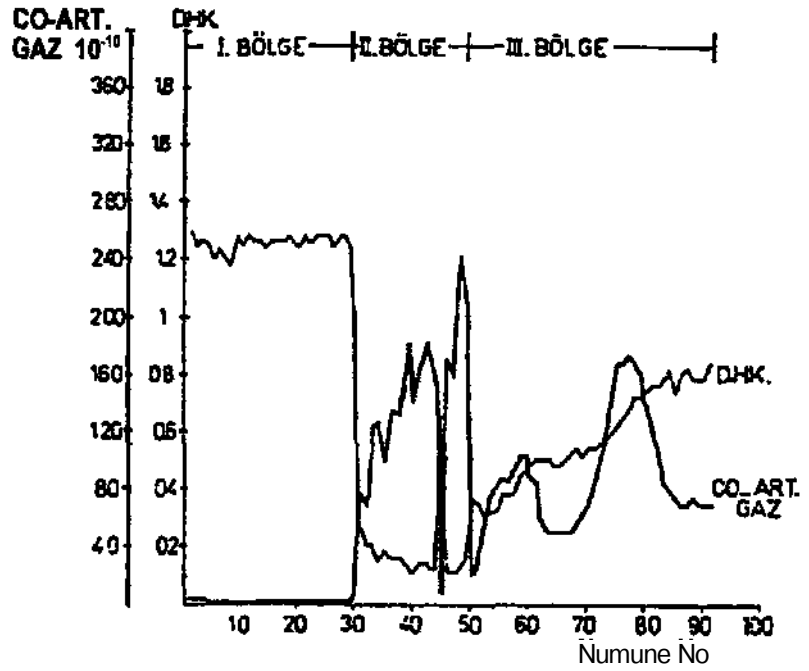
Programda, %CO, %CO₂, %CH₄, %O₂, %N₂, %H₂ değerleri gün/ay/yıl karşılığında girilmektedir. Analiz kısmı yukarıda görüldüğü üzere üç kısımdan oluşmaktadır. Uygulanan yöntemin sonuçları kayıt no, tarih, katsayı ve uyarı mesajı şeklinde alınabilmektedir, incivez Barajı'nın 26.03.1992 tarihinde açma-kapama verileri ile (Çizelge 2) programın çalıştırılması sonucu elde edilen bilgiler Şekil 5,6,7'de verilmektedir (Yıldırım, 1992).

Çizelge 1. Baraj gerisi yangın endeksleri.

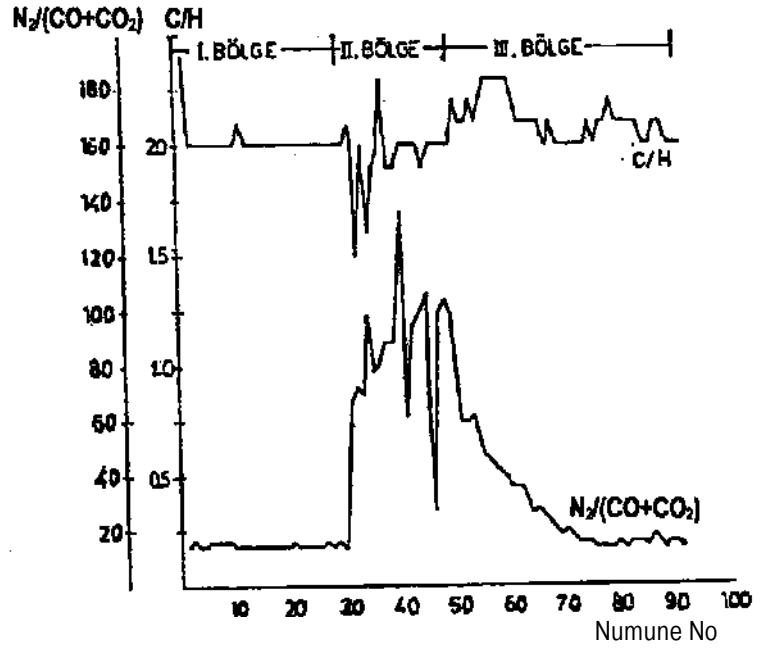
<p>CO Arık Gaz İmpakisi</p> $CO \text{ A.G.I} = \frac{1}{3} (CO) S R_g^{1/2} O_2^{1/2}$ <p>Rg. Arık gaz ipeği $= (100 - 4.77 O_2 - CH_4 - C_2H_6)$ (CO)S Numunedeki CO oranı (ppm) O₂, CH₄, C₂H₆ numunedeki % gaz oranıdır</p> <p>Teorik Kullanım Limit Değerleri</p> <table border="0"> <tr> <td>CO-A.G.I.</td> <td>Yorum</td> </tr> <tr> <td>1></td> <td>Sıcaklık artışı</td> </tr> <tr> <td>1<</td> <td>Normal sıcaklık</td> </tr> </table>	CO-A.G.I.	Yorum	1>	Sıcaklık artışı	1<	Normal sıcaklık	<p>C/H Endeksi</p> $C/H = \frac{R(CO_2 + CO + CH_4 + 2C_2H_6)}{2(0.85N_2 + O_2 + C_2H_6 + CH_4) + H_2 + CO}$ <p>CO₂, CO, CH₄, C₂H₆, N₂, O₂, H₂ numunedeki % gaz oranıdır</p> <p>Teorik Kullanım Limit Değerleri</p> <table border="0"> <tr> <td>C/H</td> <td>Yorum</td> </tr> <tr> <td>3-4</td> <td>Yüzyeset kızgın</td> </tr> <tr> <td>15<</td> <td>Aktif yangın</td> </tr> <tr> <td>20<</td> <td>Ahşap malzemenin de yandığı açık alevli yangın</td> </tr> </table>	C/H	Yorum	3-4	Yüzyeset kızgın	15<	Aktif yangın	20<	Ahşap malzemenin de yandığı açık alevli yangın				
CO-A.G.I.	Yorum																		
1>	Sıcaklık artışı																		
1<	Normal sıcaklık																		
C/H	Yorum																		
3-4	Yüzyeset kızgın																		
15<	Aktif yangın																		
20<	Ahşap malzemenin de yandığı açık alevli yangın																		
<p>N₂/(CO+CO₂) Endeksi</p> $\frac{N_2}{(CO + CO_2)}$ <p>N₂, CO, CO₂ numunedeki % gaz oranıdır</p>	<p>Trickett Endeksi</p> $T.R. = \frac{CO_2 + 0.75CO - 0.25H_2}{0.265 N_2 - O_2}$ <p>H₂, CO, CO₂, O₂ numunedeki % gaz oranıdır</p> <p>Teorik Kullanım Limit Değerleri</p> <table border="0"> <tr> <td>T.R.</td> <td>Yorum</td> </tr> <tr> <td>0.4></td> <td>Yangın durumu yok</td> </tr> <tr> <td>0.4 0.5</td> <td>Yakıt sadece metan</td> </tr> <tr> <td>0.5 1.0</td> <td>Yakıt kömür, petrol, benzin</td> </tr> <tr> <td>0.9-1.6</td> <td>Yakıt ahşap tahkimat</td> </tr> <tr> <td>1.6<</td> <td>Analiz veya numune hatası</td> </tr> </table>	T.R.	Yorum	0.4>	Yangın durumu yok	0.4 0.5	Yakıt sadece metan	0.5 1.0	Yakıt kömür, petrol, benzin	0.9-1.6	Yakıt ahşap tahkimat	1.6<	Analiz veya numune hatası						
T.R.	Yorum																		
0.4>	Yangın durumu yok																		
0.4 0.5	Yakıt sadece metan																		
0.5 1.0	Yakıt kömür, petrol, benzin																		
0.9-1.6	Yakıt ahşap tahkimat																		
1.6<	Analiz veya numune hatası																		
<p>CO(O₂ azalma yüzdesi) Endeksi</p> $CO(O.A.Y.) = \frac{CO}{0.265 N_2 - O_2} \cdot 100$ <p>CO, N₂, O₂ numunedeki % gaz oranıdır</p> <p>Teorik Kullanım Limit Değerleri</p> <table border="0"> <tr> <td>CO(O.A.Y.)</td> <td>Yorum</td> </tr> <tr> <td>0.2</td> <td>Tehlikeli</td> </tr> <tr> <td>0.5</td> <td>Oküstasyon varlığı</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>Isınma başlangıcı</td> </tr> <tr> <td>1-2</td> <td>Isınma tehlikeli boyutta</td> </tr> <tr> <td>2.3</td> <td>Açık alevli yangına gidiş</td> </tr> </table>	CO(O.A.Y.)	Yorum	0.2	Tehlikeli	0.5	Oküstasyon varlığı	1	Isınma başlangıcı	1-2	Isınma tehlikeli boyutta	2.3	Açık alevli yangına gidiş	<p>CO₂/(O₂ azalma yüzdesi) Endeksi</p> $CO_2(O.A.Y.) = \frac{CO_2}{0.265 N_2 - O_2} \cdot 100$ <p>CO₂, N₂, O₂ numunedeki % gaz oranıdır</p> <p>Teorik Kullanım Limit Değerleri</p> <table border="0"> <tr> <td>CO₂(O.A.Y.)</td> <td>Yorum</td> </tr> <tr> <td>25></td> <td>Yüzyeset ısınma</td> </tr> <tr> <td>50<</td> <td>Yüksek yoğunluklu yangın</td> </tr> </table>	CO ₂ (O.A.Y.)	Yorum	25>	Yüzyeset ısınma	50<	Yüksek yoğunluklu yangın
CO(O.A.Y.)	Yorum																		
0.2	Tehlikeli																		
0.5	Oküstasyon varlığı																		
1	Isınma başlangıcı																		
1-2	Isınma tehlikeli boyutta																		
2.3	Açık alevli yangına gidiş																		
CO ₂ (O.A.Y.)	Yorum																		
25>	Yüzyeset ısınma																		
50<	Yüksek yoğunluklu yangın																		
<p>Oksijen Azalması</p> <table border="0"> <tr> <td>O₂ Oranı</td> <td>Yorum</td> </tr> <tr> <td>%12<</td> <td>Açık alevli yangın</td> </tr> <tr> <td>%5</td> <td>Kendiliğinden yanma için belirsizlik noktası</td> </tr> <tr> <td>%2</td> <td>Kendiliğinden yanmanın sonuna analizi</td> </tr> <tr> <td>%1</td> <td>Değerin bir süre sabit kalması ve yanmanın sonması</td> </tr> </table>	O ₂ Oranı	Yorum	%12<	Açık alevli yangın	%5	Kendiliğinden yanma için belirsizlik noktası	%2	Kendiliğinden yanmanın sonuna analizi	%1	Değerin bir süre sabit kalması ve yanmanın sonması	<p>Desorbe Hidrokarbon Endeksi</p> $D.H.E. = \frac{101(T.H.C.) - CH_4}{(T.H.C.) + C} \cdot 1000$ <p>T.H.C. Toplam hidrokarbon konsantrasyonu (ppm) CH₄ Metan konsantrasyonu (ppm) C Sabit (0.01)</p> <p>Teorik Kullanım Limit Değerleri</p> <table border="0"> <tr> <td>D.H.E.</td> <td>Yorum</td> </tr> <tr> <td>0-50</td> <td>Normal sıcaklık</td> </tr> <tr> <td>50-100</td> <td>Olası ısınma</td> </tr> <tr> <td>100<</td> <td>Yangın varlığı</td> </tr> </table>	D.H.E.	Yorum	0-50	Normal sıcaklık	50-100	Olası ısınma	100<	Yangın varlığı
O ₂ Oranı	Yorum																		
%12<	Açık alevli yangın																		
%5	Kendiliğinden yanma için belirsizlik noktası																		
%2	Kendiliğinden yanmanın sonuna analizi																		
%1	Değerin bir süre sabit kalması ve yanmanın sonması																		
D.H.E.	Yorum																		
0-50	Normal sıcaklık																		
50-100	Olası ısınma																		
100<	Yangın varlığı																		



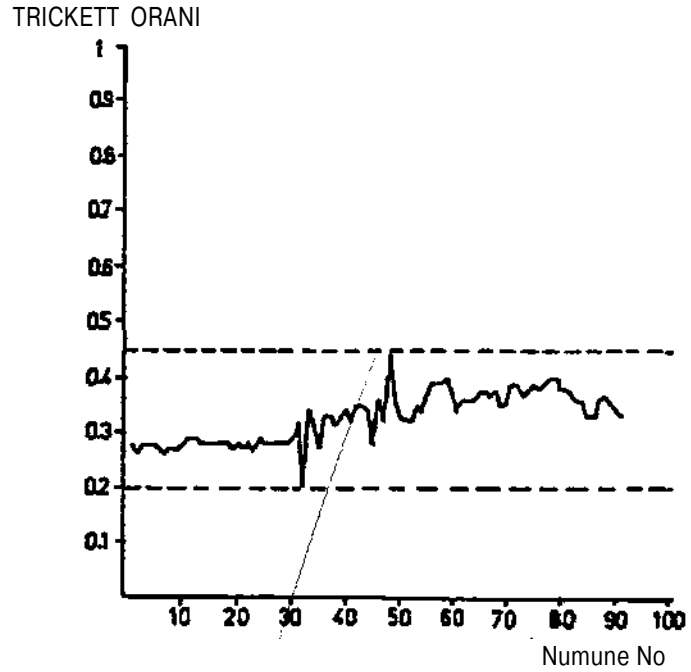
Şekil 1. Incivez barajında 24.03.1992-28.03.1992 tarihleri arasında CO/OAY, CO₂/OAY, % O₂ değişimi.



Şekil 2. Incivez barajında 24.03.1992-28.03.1992 tarihleri arasında desorbe hidrokarbon ve CO artık gaz endekslerinin değişimi.



Şekil 3. İncivez barajında 24.03.1992-28.03.1992 tarihleri arasında C/H ve $N_2/(CO+CO_2)$ endekslerinin değişimi.

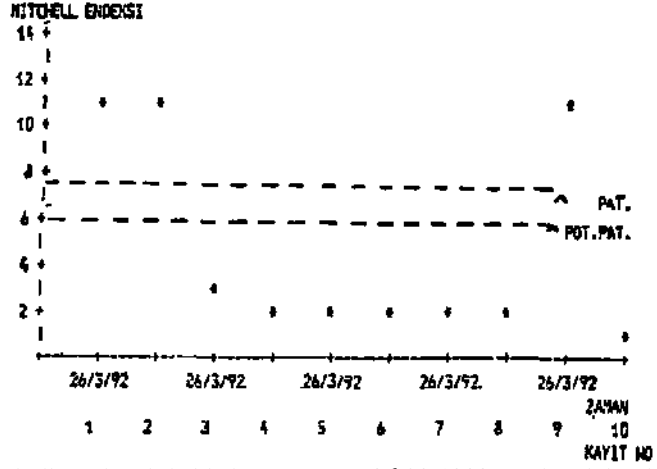


Şekil 4. İncivez barajında 24.03.1992-28.03.1992 tarihleri arasında Trickett endeksinin değişimi.

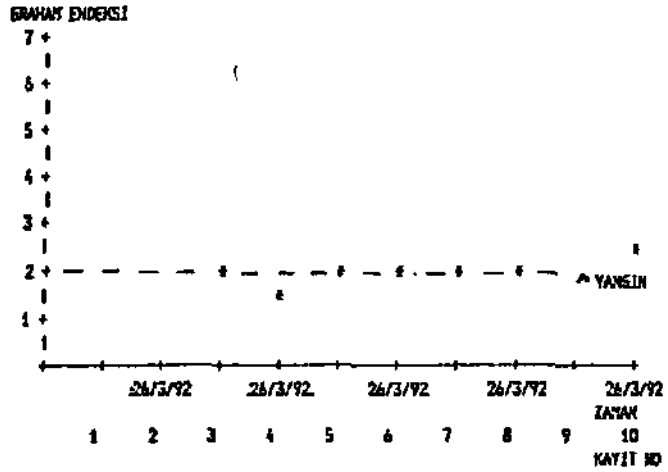
Çizelge 2. Incivez Barajının 26.03.1992 tarihinde açma-kapama civan verileri.

No	Tarih	CO	CO ₂	CH ₄	O ₂	N ₂	H ₂
1	26/3/92	0.0037	5.1000	14.000	6.3000	74.5960	0.0000
2	26/3/92	0.0150	4.8000	11.5000	7.5000	76.1850	0.0000
3	26/3/92	0.0562	1.0500	1.9800	18.3000	78.6120	0.0010
4	26/3/92	0.0395	0.7700	1.4100	18.9000	78.8790	0.0010
5	26/3/92	0.0440	0.8500	1.5000	18.8000	78.805	0.0010
6	26/3/92	0.0475	0.8500	1.5000	18.8000	78.901	0.0010
7	26/3/92	0.0465	0.7900	1.3200	18.7000	78.901	0.0010
8	26/3/92	0.0465	0.8000	1.3200	19.0000	78.832	0.0010
9	26/3/92	0.0180	2.8000	7.0000	12.900	77.281	0.0010
10	26/3/92	0.0455	0.7500	1.1000	19.200	78.903	0.0010

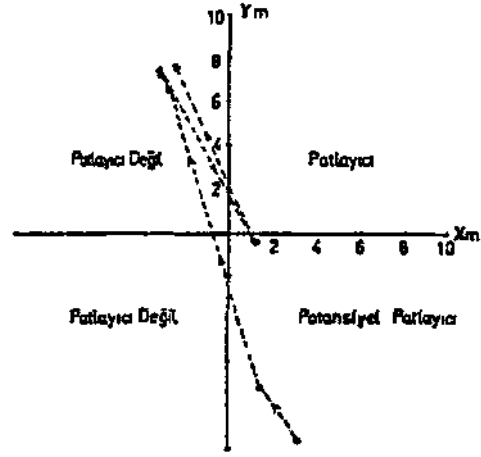
*1 ve 2 Nolu Dununda Bang Kapalı, 3 Nolu Durumda Barajı Açık



Şekil 5. Mitchell patlayabilirlik katsayısının 26.03.1992 tarihindeki değişimi gösterir çıktı



Şekil 6. Graham endeksinin 26.03.1992 tarihindeki değişimi gösterir çıktı.



Şekil 7 Ellicott grafiğinin 26.03.1992 tarihindeki değişimi gösterir çıktı.

Patlama olayı, karışımı oluşturan gazların ve zamanın fonksiyonudur Patlayıcı olmayan bir karışım, kısa bir zaman içinde potansiyel patlayıcı ve patlayıcı duruma gelebilmektedir. Uygulamada gaz ölçümünün alındığı yerde patlayabilirlik koşullarının belirlenmesi anlam taşımaktadır. Bu nedenle Casio FX-850P taşınabilir el bilgisayarı için Ellcott ekli Coward Üçgeni Yöntemi ile çalışan mini program hazırlanmıştır. %CO, CO₂, CH₄, O₂, N₂, H₂ gaz değerleri girilmekte, karışım patlayabilirliği, kartezyen koordinat sisteminde nokta değeri olarak alınmaktadır. Program, iki ölçüm grubu ile denenmiş sonuçlar Çizelge 3'de verilmiştir. Sonuçların değerlendirilmesi Coward Üçgeni çizimi ve/veya Ellicott Yöntemi'nin nokta değerine uygulanması ile yapılabilmektedir. Yapılan bu uygulamada 1. Ölçüm potansiyel patlayıcı, 2. ölçüm patlamaz özellik göstermektedir

Çizelge 3, Taşınabilir el bilgisayarı patlayabilirlik programı sonuçları

% Gaz	I. Ölçüm	II. Ölçüm
CO	0 0180	0 0455
CO ₂	28	0 75
CH ₄	7	1 1
O ₂	12 9	19 2
N ₂	77 281	78 903
H ₂	0 001	0 001
P*	500	5 12
Pv	19 88	19 85
Q*	15 03	15 50
Qv	17 78	17 69
RK	5 96	6 07
Rv	12 33	12 15
X _o	7 01	1 14
X _o	12 9	19 20
SX _o	14 51	14 47
Sv	0	0
X _m	1 13	-3 52
Y _m	-0 37	7 84

4. SONUÇLAR

Baraj gerisi yangın endekslerinin Incivez Barajı verileri ile aşağıdaki yaklaşımlar ortaya konabilmektedir,

* Graham (CO/O.A.Y) endeksi ile CO-Artık Gaz Endeksi benzer davranış modeli göstermektedir.

* CO-Artık Gaz Endeksi, 2.10^{m^2} civarında tehlikesiz, 70.10^{m^2} 'nin üzerinde ise yüksek yoğunluklu yangını simgelemektedir.

* CO₂/O.A.Y endeks değeri 28'in altında yüzeysel kızışmayı, 40'ın üzerinde ise yüksek yoğunluklu yangın tanımlamaktadır.

* Desorbe Hidrokarbon endeksinin uygulanabilmesi için yangın esnasında oluşan hidrokarbonların ve normal koşullarda damardan yayılan metan miktarının ölçülmesi gerekmektedir.

* C/H endeksinin, 2 civarındaki değeri yüzeysel kızışmayı ifade etmektedir.

* N₂/(CO+C₂H₆) endeksinin 14'ün üstündeki değerleri ortamın yangın açısından tehlikeli olduğunu, ortaya koymaktadır.

Baraj gerisi yangın ve patlayabilirlik koşullarının belirlenmesi için hazırlanan programda; Mitchell Yöntemine göre patlayıcı özellik gösteren karışımın, Ellicott ekli Coward Yöntemine göre potansiyel patlayıcı özellik gösterdiği belirlenmiştir. Patlayabilirlik koşullarının kısa zamanda değişebilmesinden dolayı uygulamada taşınabilir el bilgisayarı programın kullanılması, sonuçların ve kararın kısa zamanda ve yerinde alınmasını sağlayacaktır.

KAYNAKLAR

Yıldırım, S. (1992) Baraj Gerisi Yangın Endeksleri, A.Ü. *Yüksek Lisans Tezi*, s. 42.

Yıldırım, S. ve Saraç, S. (1993) Baraj Gerisi Yangın Endeksleri, *Yerbilimleri*, Haziran, No: 22, s. 85-93.

Saraç, S. ve Yıldırım, S. (1993) Gaz Karışımlarının Patlayabilirliğin Hızlı Değerlendirilmesi, *Madencilik Bilim ve Teknoloji Dergisi, C.V., C. 1*, No: 1, s. 37-44.

*Türkiye 13 Kömür Kongresi Bildiriler Kitabı, 29-31 Mayıs 2002, Zonguldak, Türkiye
Proceedings of the 13th Turkish Coal Congress, May 29-31, 2002, Zonguldak, Turkey*

TKİ-ELİ EYNEZ YERALTI LİNYİT OCAĞINDA 1992-2000 YILLARI ARASINDAKİ KAZALARIN ARAŞTIRILMASI

**AN INVESTIGATION ON THE ACCIDENTS AT TKI-ELI EYNEZ
UNDERGROUND LIGNITE MINES
BETWEEN 1992-2000**

Çelik TATAR ve Kemal ÖZFIRAT *Dokuz Eylül Üniversitesi, Muh Fak, 35100 İzmir*

ÖZET

Madenlerde oluşan kazaların sayısı, işçi yoğunluğu, uygulanan teknoloji, işçi eğitim seviyesi, iş güvenliği kurallarının uygulanıp uygulanmaması gibi faktörlere bağlı olarak değişim gösterir. Yeraltı işletmelerinin, çalışma şartları bakımından zorlu ve riskli işletmeler olması, kazaların çok olmasına sebep olmakta ve bu işletmelerin daha önlemleri alınması ile kaza sayılarını azaltıcı yönde çalışmalar gerekmektedir. Bu makalede, T.K.I.-E.L.I. Eyznez Bölgesi yeraltı linyit ocağında 1992-2000 yılları arasındaki kazalar derlenmiş ve çeşitli kriterlere göre değerlendirilmiştir.

ABSTRACT

The accidents that break out at mine sites change according to the factors such as worker density, technology, education level of workers and loyalty to the rules of work safety. Since the underground mines are more inclined to accidents, these mines should take severe measures to decrease the number of possible accidents. In this paper, an investigation on labor accidents at T K.I.-E L I. Eyznez underground colliery has been collected between 1992-2000 and has been assessed according to several criteria.

2. T.K.L-E.L.İ. EYNEZ İŞLETMESİNDE 1992-2000 YILLARI ARASINDAKİ İŞ KAZALARININ EFEKTİF ÇALIŞMA SAATİ İLE İLİŞKİSİ

Efektif çalışma saatinde oluşan kaza sıklık ve ağırlık oranları Çizelge 1'de verilmiştir. Çizelgede Eyznez işletmesinde yıllık gerçekleşen fiili yevmiye adedi verilmiş, bu değer işletme şartları için 7,5 saatle çarpılarak yıllık efektif çalışma saati hesaplanmıştır. Çizelgeye yıllık işçi sayısı ve gerçekleşen üretim miktarlarının bilgileri de eklenerek, bunların da kaza sıklık oranları ile değişimi incelenmiştir. Ortalama kaza süresi ise son kolonda verilmiştir (Özırat, 2001).

Çizelge 1. Eyznez işletmesinde 1992-2000 yılları arasında oluşan kazalar.

Yıl	Satılan Üretim (Ton)	Yıllık İşçi Sayısı	Fiili Yevmiye Adedi	Kaza Sayısı		Kayıp U Günü	Kazı Sıklık Oranı		Kaza Ağırlık Oranı	Ort. Kaza Süresi
				Olu	Yaralı		Ölü	Yaralı		
1992	135 554	6264	137 117	-	324	1668	0,00	315,06	1,62	5,15
1993	135 043	6168	124 832	-	206	964	0,00	220,03	1,03	4,68
1994	150 389	6790	140 764	.	252	1247	0,00	238,70	1,18	4 95
1995	310418	9662	190 234	-	319	1724	0,00	223,58	1,21	5,40
1996	224 375	9013	173 077	-	268	1734	0,00	206,46	1,34	6,47
1997	250 564	8067	160 396	-	243	1527	0,00	202,00	1,27	6,28
1998	224 065	8793	171 868	-	305	3587	0,00	236,62	2,78	11,76
1999	159 439	7806	150 802	1	178	9614	0,88	157,38	8,50	54,01
2000	308 376	7461	150 819	-	146	1371	0,00	129,07	1,21	9,39

2.1. Yıllara Göre Kaza Sıklık Oranları ve Üretim Miktarı ile İşçi Sayısına Bağlı Olarak Değişimi

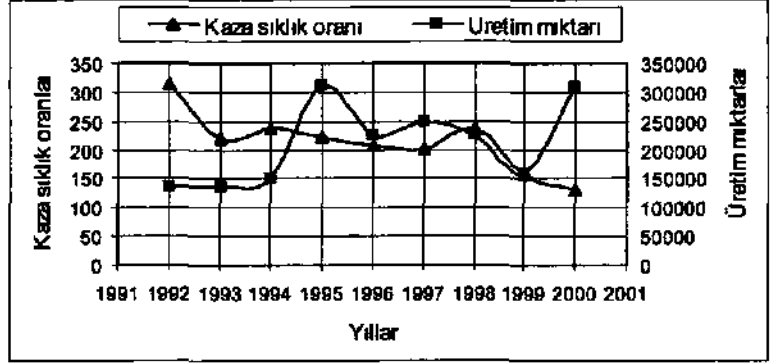
Kaza sıklık oranı, bir milyon efektif çalışma saatinde düşen iş göremezlikle sonuçlanan kaza sayısı olarak tanımlanır (Külahçıoğlu, 1984)

$$\text{Kaza Tekrarlama Oranı} = \frac{\text{Kaza Adedi}}{\text{Efektif İş Saati}} \times 1000000$$

Kaza sıklık oranları, en yüksek değerini 1992 yılında alırken, 1994 ve 1998 yılları hariç teknolojinin ilerleyen yıllarda gelişmesi, işçi eğitim seviyesinin yükselmesi ile düşüş göstermiştir. Şekil 2'de de görüldüğü gibi kaza sıklık oranları 1994 ve 1998 yıllarında bir önceki seneye göre artış göstermiştir. Üretim miktarları 1992-1994 yılları arasında 150.000 ton civarında iken 1995 yılında 300 000 tona ulaşmış ve buna karşılık oluşan kaza sıklık oranı değeri 315,06 değerinden 223,58 değerine gerilemiştir. 1995 yılından sonra üretim miktarındaki azalmaya karşılık 1997 yılına kadar kaza sıklık oranlarında azalma olmuş, 1998 yılında tekrar yükselme görülmüştür. Bu sonucu 1997 yılı ortasında ocağın belli bir kısmında mekanize sistemin (tek tamburlu kesici yükleyici + yürüyen tahkimat) başlatılması ve İşçinin bu sisteme yabancı olması yaratmış olabilir. 1999 ve 2000 yıllarında ise kaza sıklık oranı azalıp sevindirici bir durum yaratırken 1999 yılında üretimin azalmış olması üzücüdür. Ancak 2000 yılında işçilerin yavaş yavaş mekanize sisteme uyum sağlaması ile kaza sıklık oranı azalmaya devam ederken üretim yükselerek 300.000 tonlara ulaşmıştır.

Özetle, kaza sayısının satılan kömür miktarına oranı 1992 yılında %0,2 iken 2000 yılında %0,04'lere gerilemiştir. Bu oranın azalmasında, teknolojik gelişme, işçi eğitim seviyesinin artması ve işçinin mekanize sisteme uyum süreci etkili olmuştur.

işçi yoğunluğuna göre kaza sıklık oranlarına bakıldığında, 1992 yılında kaza sıklık oranının işçi sayısına oranı %5,17 iken 2000 yılında bu değer %1,95'e gerilemiştir. Bu düşüşte, işçi yoğunluğunun 1992 yılından 2000'e doğru azalması etkilidir (Çizelge 1).



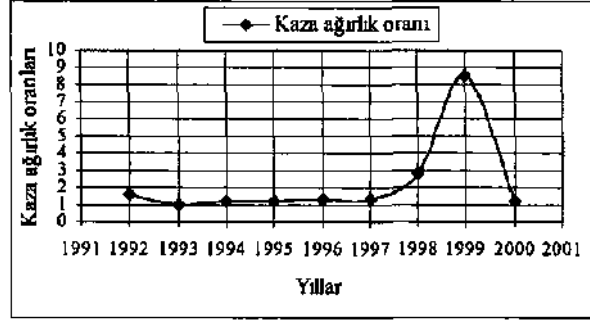
Şekil 2. Yıllara ve Üretim miktarlarına göre kaza sıklık oranlarının değişimi.

2.2. Yıllara Göre Kaza Ağırlık Oranlarının Değişimi

Kaza ağırlık oranı bin efektif iş saatinde düşen iş kazalarıyla kaybedilen iş günü sayısı olarak tanımlanır ve aşağıdaki formülle hesaplanır.

$$\text{Kaza Ağırlık Oranı} = \frac{\text{İş Kazaları ile Kaybedilen İş Günü Sayısı}}{\text{Efektif İş Saati}} \times 1000$$

Kaza ağırlık oranları Şekil 3'te görüldüğü gibi 1992-1997 yılları arasında 1 ile 2 arasında değişirken, sadece 1998 yılında 2,78 ve 1999 yılında 8,50 değerini alarak 1-2 aralığının dışına çıkmış ve 2000 yılında 1,21 değerine gerilemiştir. 1998 yılında mekanize sistemin yeni olması ve işçinin bu sisteme uyum sürecinin yaşanması ayrıca 1999 yılında ölümlü bir kazanın yaşanması bu değerlerin sebepleri olarak gösterilebilir. Kaza ağırlık oranlarında, kaza sonucu oluşan yaralanmanın derecesi de önemlidir. Aynı şiddette oluşan bir kazada bir işçi hafif yaralanırken diğer bir işçi bir uzvunu kaybedebilir. Bu durumda ikinci olay, kaza ağırlık oranını arttırıcı yönde etki eder.

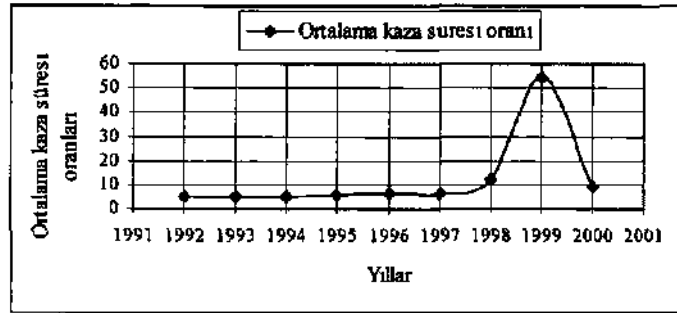


Şekil 3. 1992-2000 yılları arasında oluşan kaza ağırlık oranlarının değişimi.

2.3. Yıllara Göre Ortalama Kaza Sürelerinin Değişimi

Ortalama kaza süresi, kazanın neden olduğu kayıp iş günü sayısına denilmektedir. Ortalama kaza süresi oranı ise kayıp iş günü sayısının toplam kaza sayısına olan oranıdır (Köse et al, 1990)

Ortalama kaza süreleri de Şekil 4'te görüldüğü gibi 1998 ve 1999 yılları hariç kaza başına 4 ila 10 gün arasında değişirken 1998 yılında yaklaşık 12 gün ve 1999 yılında ölümlü kazanın yaşanmasından dolayı 54 gün olarak gerçekleşmiştir.



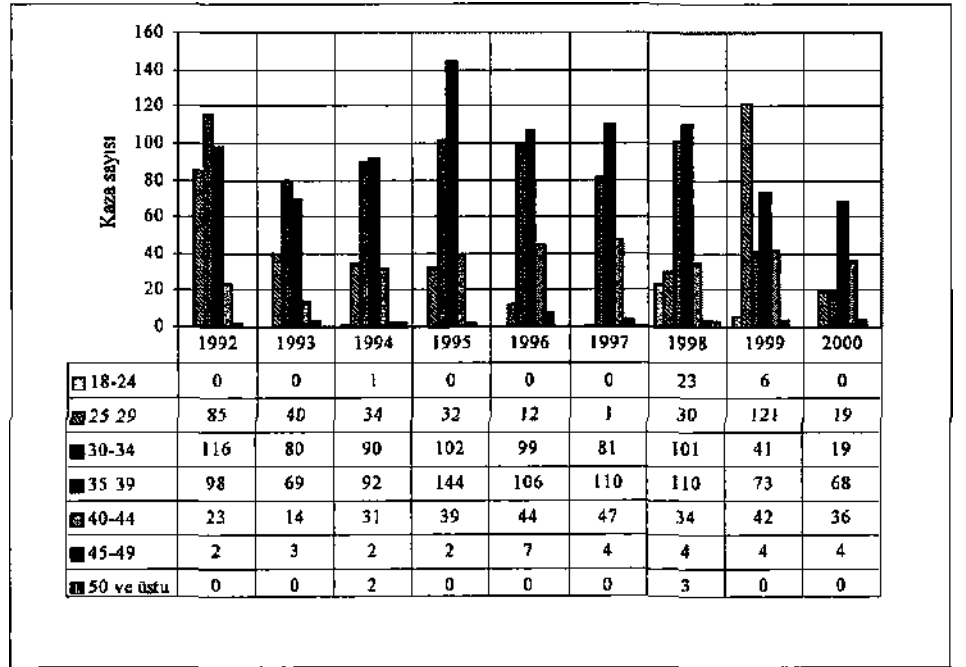
Şekil 4.1992-2000 yılları arasında oluşan ortalama kaza süresi oranlarının değişimi

3. T.K.İ. E.L.İ. EYNEZ YERALTI LİNYİT OCAĞINDA 1992-2000 YILLARINDA OLUŞAN KAZALARIN ÇEŞİTLİ KRİTERLERE GÖRE İNCELENMESİ

işletmede meydana gelen kazaların, farklı gruplar ile değerlendirilmesi kazaların hangi gruplar üzerinde yoğunlaştığını bilmek açısından önemlidir. Bu bölümde işletmede oluşan kazalar, yaş gruplarına, saat dilimlerine, vardiyalara, uzuvlara, günlere, kaza türlerine, kazanın olduğu yerlere göre nicelenecektir.

3.1. Kazaların Yaş Gruplarına Göre Dağılımı

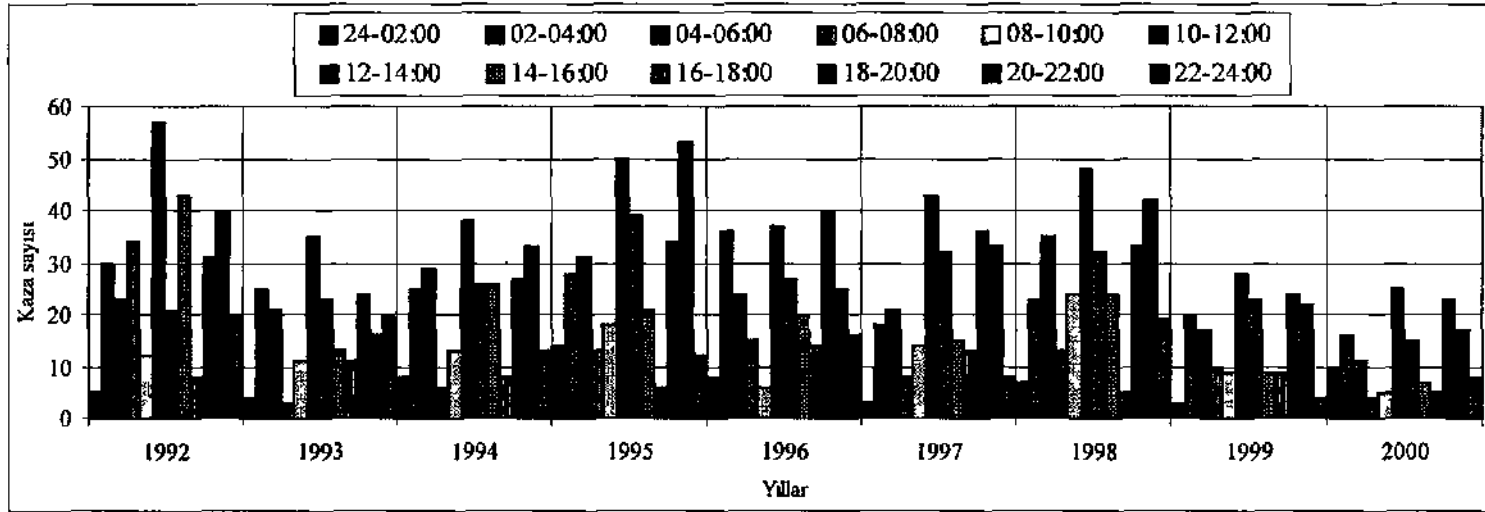
Yaş gruplarına göre kazalara bakıldığında sırası ile, 35-39 ve 30-34 yaş gruplarında kazaların yoğunlaştığı görülmektedir. 35-39 ile 30-34 yaş grubundaki işçilerin sayısının fazla olması, bu yaş grubunun iş tecrübesini ve beden gücünü bir arada bulundurmalarından dolayı iş yoğunluğunun daha fazla olduğu servislere verilmeleri bu sonuçta etkili olabilir. 18-24 ile 25-29 yaş grubunun tecrübesiz olmaları ve maden şartlarına yeni yeni alışmaları nedeni ile ustanın yanında yedek olarak görev yapmaları kazaların bu yaş gruplarında daha az görülmesine sebep olmaktadır. 40-44 ile 50 ve üzerindeki yaş gruplarının ise beden güçlerinin zayıflaması sebebi ile zor işlere verilmemeleri ayrıca bir kısmının da emekli olması ile bu yaş gruplarının sayısal olarak azalmasından dolayı bu yaş gruplarına düşen kazaların sayısı daha az olmaktadır (Şekil 5).



Şekil 5. Kazaların yaş gruplarına göre dağılımı.

3.2. Kazaların Saat Dilimlerine Göre Dağılımı

Saat dilimlerine göre oluşan kazalarda, hemen hemen tüm yıllarda 10⁰⁰ - 12⁰⁰ saat diliminde kazaların yoğunlaştığı görülmektedir. Vardiya II'ye rastlayan bu saat diliminde kazaların fazla olması, İşçilerin sabah tertibe katılmaları, giyinmeleri ve yeraltında iş yerlerine ulaşma süreleri nedeni ile 08 -10⁰⁰ saat diliminde yapılacak işlerin yoğunluğunun, 10⁰⁰-12⁰⁰ saat dilimine sarkması ile ilişkili olabilir, işçiler verimli çalışmaya 10⁰⁰-12⁰⁰ saat diliminde başlayabilmekte ve öğlene kadar da işleri yoluna sokma telaşı sonucunda bu saat diliminde kaza sayıları artış göstermektedir. Bu saat



Şekil 6. Kazaların saat dilimlerine göre dağılımı.

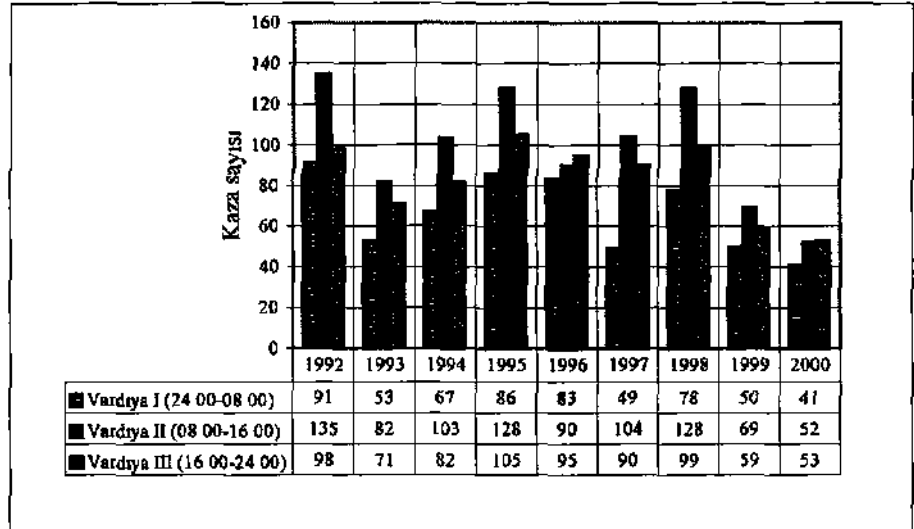
Çizelge 2. Kazaların saat dilimlerine göre dağılımları.

Yıllar	24 ⁰⁰ -02 ⁰⁰	02 ⁰⁰ -04 ⁰⁰	04 ⁰⁰ -06 ⁰⁰	06 ⁰⁰ -08 ⁰⁰	08 ⁰⁰ -10 ⁰⁰	10 ⁰⁰ -12 ⁰⁰	12 ⁰⁰ -14 ⁰⁰	14 ⁰⁰ -16 ⁰⁰	16 ⁰⁰ -18 ⁰⁰	18 ⁰⁰ -20 ⁰⁰	20 ⁰⁰ -22 ⁰⁰	22 ⁰⁰ -24 ⁰⁰
1992	5	30	23	34	12	57	21	43	8	31	40	20
1993	4	25	21	3	11	35	23	13	11	24	16	20
1994	8	25	29	6	13	38	26	26	8	27	33	13
1995	14	28	31	13	18	50	39	21	6	34	53	12
1996	8	36	24	15	6	37	27	20	14	40	25	16
1997	3	18	21	8	14	43	32	15	13	36	33	8
1998	7	23	35	13	24	48	32	24	5	33	42	19
1999	3	20	17	10	9	28	23	9	9	24	22	4
2000	10	16	11	4	5	25	15	7	5	23	17	8

diliminden başka kazaların Vardiya IH'e düşen 18⁰⁰ - 20⁰⁰ ile 20⁰⁰-22⁰⁰ saat dilimlerinde yoğunlaştığı görülmektedir. 16 -18 diliminde vardiya değişimi ve iş tertibi ile kaybedilen zamanın 18⁰⁰-20⁰⁰ dilimine ek iş yoğunluğu getirmesi bu sonucu yaratmaktadır. 20⁰⁰-22⁰⁰'de ise vardiya sonunun yaklaşması ve iş yetiştirme telaşı kazalarda önemli bir etken olmaktadır (Şekil 6).

3.3. Kazaların Vardiyalara Göre Dağılımı

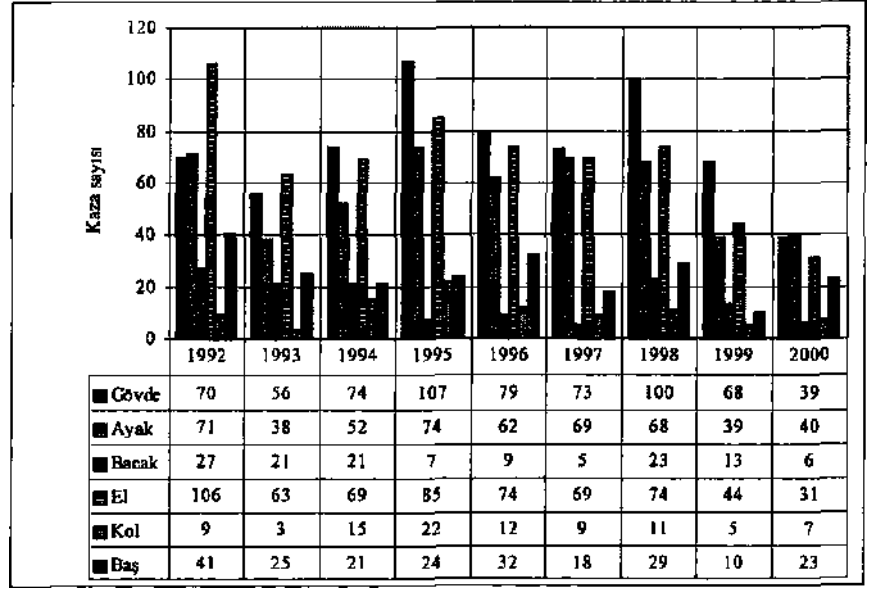
Kazaların vardiyalara göre dağılımında, tüm yıllarda Vardiya II'de oluşan kaza yoğunluklarının daha fazla olduğu görülmektedir. Vardiya II işletmenin en çok çalışan sayısına sahip olan vardiyasıdır. Bu vardiyanın üretim vardiyası olması nedeni ile iş yoğunluğunun ve çalışan sayısının fazla olması kaza sayısının artmasına neden olmaktadır. Vardiya I ve III'te ise İş yoğunluğunun daha az olması ve bu vardiyaların bakım, konveyör öteleme, tahkimat sökme-kurma gibi üretime yardımcı İşler yapan vardiyalar olması nedeniyle oluşan kazalar daha az olmaktadır (Şekil 7).



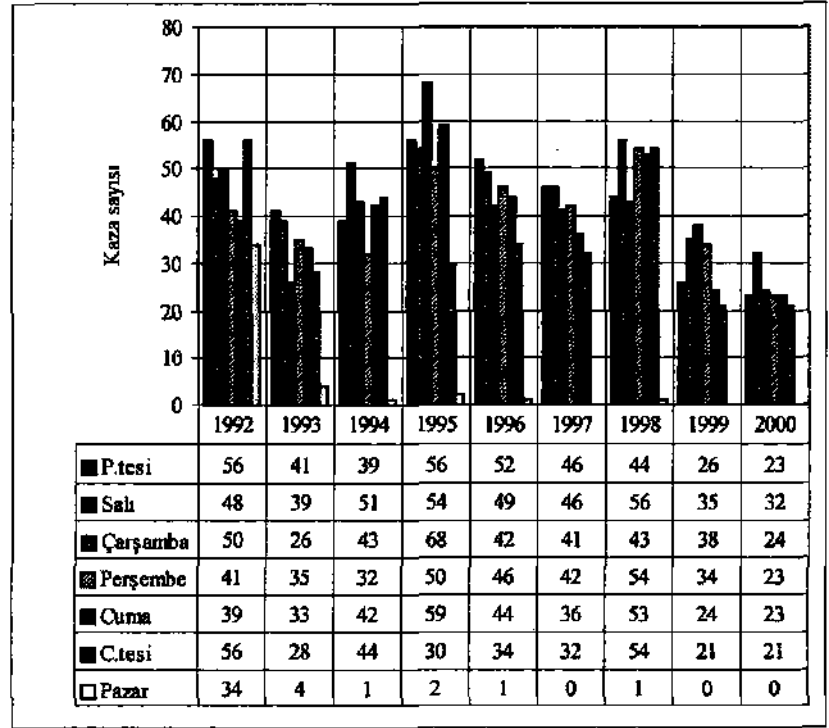
Şekil 7. Kazaların vardiyalara göre dağılımı.

3.4. Kazaların Uzuvlara Göre Dağılımı

Kazaların uzuvlara göre dağılımında, 1992 yılı hariç kazaların gövde üzerinde yoğunlaştığı görülmektedir. Gövdenin daha büyük yüzeye sahip olması kazalanma riskini artırırken herhangi bir kaza anında gövdenin hareket kabiliyetinin de az olması diğer uzuvlara göre kazalanma riskini artırır. Ayrıca diğer uzuvları çeşitli koruyucu malzemelerle korumak mümkün iken gövdeyi fiziksel olarak sadece giyilen tulumlar korur, bunun dışında gövde için herhangi bir koruyucu kullanılmamaktadır. Gövdeden sonra diğer uzuvlara göre el ve ayakta oluşan kazaların daha fazla olmasının nedeni, bu uzuvların aktif olarak kullanılması ve kaza anındaki darbelere karşı daha hassas olmalarıdır (Şekil 8).



Şekil 8. Kazaların uzuvlara göre dağılımı.



Şekil 9. Kazaların günlere göre dağılımı.

3.5. Kazaların Günlere Göre Dağılımı

Kazaların günlere göre dağılımında, Cumartesi ve Pazar hariç diğer günlerde oluşan kazaların daha fazla olduğu görülmektedir. Pazar günü İşletmenin çalışmaması, Cumartesi günü genellikle izin kullanılması belirtilen günlerde kaza sayısının az olmasına neden olur.

Pazar günü hariç diğer günlerde kaza dağılımı dengeli gözükse de ayrıntılı bakıldığında hafta başında oluşan kazaların, hafta sonuna doğru oluşan kazalardan daha fazla olduğu görülmektedir. Burada hafta başlarında, bir Önceki haftadan sarkan işlerin getirdiği çalışma yoğunluğunun ve hafta tatil dönüşünde çalışanların rahvetinin etkisi ile kazaların fazla olduğu söylenebilir (Şekil 9).

3.6. Kazaların Oluş Türlerine Göre Dağılımı

Kazaların oluş türlerine bakıldığında, muhtelif kazaların en çok gerçekleşen kazalar olduğu görülmektedir. Yeraltı çalışma şartlarının zorluğu, çalışma alan darlığı gibi sebepler vurma, çarpma, kayarak düşme, el sıkışması, ayak sıkışması, göze toz, partikül kaçması vb. gibi muhtelif kazaların sayısının fazla olmasına sebep olmaktadır. Elle taşımadaki kazalarda ise işçinin dikkatsizliği ve her ne kadar malzeme taşımak için çeşitli sistemler (kulikar v.b.) geliştirildiyse de nakliyatı sağlayan aracı beklememek ve elle taşımak, nakliyat aracına yükleme anındaki dikkatsizlik ve taşınan malzemelerin genelde ağır çapta olması bu kazaların sayısını arttırmaktadır. Göçük,taş,kömür düşmesinden kaynaklanan kazaların fazlalığı ise klasik sistemde açılan kazı havasına hemen tahkimat yapılmamasından kaynaklanır. Mekanize sistemde ise yürüyen tahkimatların, tabanın kil olması ve tavandan alınan 4,7 m'lik kömür kalınlığının oluşturduğu yük etkisi ile yürüyen tahkimatların tabana batmaları, yan yatmaları sonucu iki yürüyen tahkimat arasında oluşan boşluktan parça düşmesi ile oluşur (Şekil 10).

3.7. Kazaların Oluştığı Yerlere Göre Dağılımı

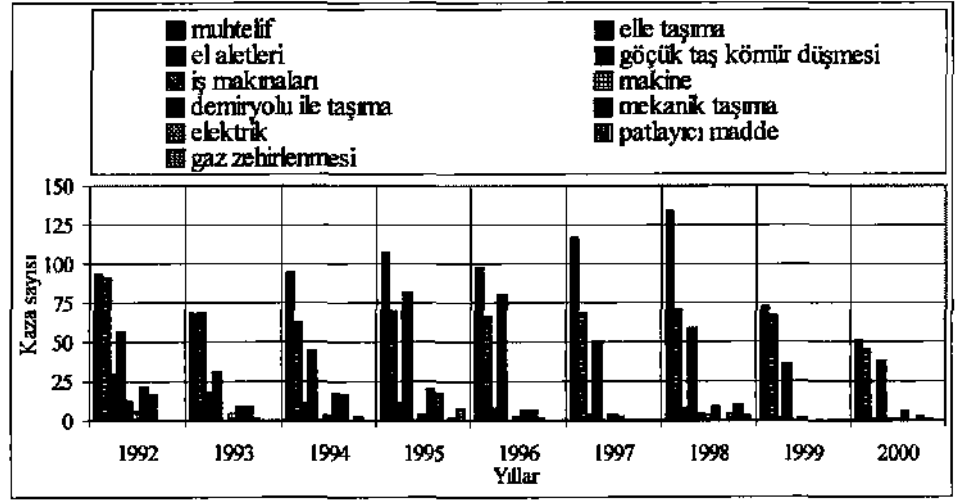
Kazaların, iş yoğunluğunun ve yeraltında çalışma riskinin en fazla olduğu iki bölge olan ayak ve hazırlıkta yoğunlaştığı görülmektedir. İşaretlerin tam kullanılmaması, katarlara ikaz lambası takılmaması, ışıklara uyulmamasından ileri gelen nakliyat kazaları da mevcuttur. Muhtelif kazalar ise şalter dairesi, takımhane, ocak ağızı, kriko, tulumba dairesi, trafo, bant şalteri, oluk başı, su hattı, atık tumbası gibi çeşitli bölgelerde oluşan kazalardır (Şekil 11).

4. EĞİTİM

Madencilik sektörü diğer sektörler gibi sürekli gelişen bir sektör olduğu için işletmelerde yeni sistemleri ve gelişen teknolojiyi İşçilere verebilmek amacıyla eğitim servislerinin bulunması gerekir. Bu servislerin görevi, kursu planlayıp, sonrada kağıt üzerinde yapılanları göstermekten ibaret olmamalıdır. Böyle bir eğitim kolay olmakta ama personele hiçbir şey katmamaktadır. Eğitimin yapılmasından ziyade işçilere ne kazandırdığı önemlidir, işletmede yürütülen eğitim faaliyetlerinin ana amaçları; işletmeye yeni katılan elamanların süratle işlerine alışmalarını, mevcut elamanların gelişimlerini sağlamak, yeni gelişmelerin, metotların, makine ve ekipmanların İşleyişini

öğretmek, iş kazalarını en aza indirmek, boşalan kadrolara eleman yetiştirmek, nezaretçilere modern yöntemleri öğretmek ve çalışma kalitesini yükseltmektir

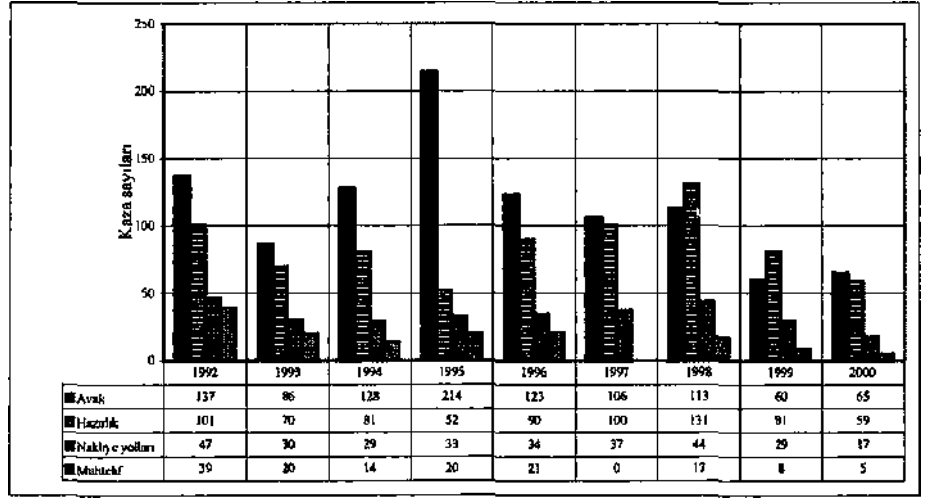
TKI-ELI Bölge Müdürlüğünde 1999 yılında, gerçekleştirilen eğitim programında 90 adet kurs planlanmış, planlanan kurslardan 83'ü açılmıştır. Eğitimden geçirilmesi planlanan işçi sayısı 1365, eğitimden geçirilen işçi sayısı ise 1337 kişidir. Yetiştirme kurslarında 90 kısmın eğitimi planlanmış, 153 kişi eğitimden geçirilmiştir. Geliştirme kurslarında ise 245 kişinin kurstan geçirilmesi planlanmış, 143 kişi kurstan geçirilmiştir.



Şekil 10. Kazaların oluş türlerine göre dağılımı.

Çizelge 3. Kazaların oluş türlerine göre dağılımı.

Kazaların oluş türü	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
Muhtelif	93	68	95	108	98	116	134	73	51
Elle taşıma	91	68	63	70	66	69	71	67	46
Kİ aletleri	29	17	11	11	8	3	8	1	1
Göçük, taş, kömür düşmesi	56	30	45	81	80	50	59	36	38
İş makineleri	12	0	0	0	0	0	4	0	1
Makine	5	4	3	3	2	3	3	1	1
Demiryolu ile taşıma	22	9	17	20	6	2	9	0	5
Mekanik taşıma	16	9	16	17	7	0	0	0	0
Elektrik	0	1	0	0	1	0	4	0	2
Patlayıcı madde	0	0	2	1	0	0	10	0	1
Gaz zehirlenmesi	0	0	0	8	0	0	3	0	0



Şekil 11 Kazaların oluştuğu yerlere göre dağılımı

5. SONUÇ

Ocak emniyeti, üretim randımanı ve işçi morali arasında yakın ilişkiler bulunmaktadır. Üretim aşamasında sık sık problemler oluşuyorsa, kaza sayılarının da bununla ilişkili olarak arttığı gözlemlenmiştir. Bu nedenle üretim aşamasında, işçinin çalışma motivasyonu bozulmadan problemlerin teknik kadro tarafından, şartların elverdiği ölçüde bir an önce çözülmesi gerekir.

1997 yılının ortasında ocağın belirli bir kısmında manuel sisteme ek olarak çalışmaya başlayan mekanize sistemin, çalışanların uyum süreci olan ilk yıllarında kaza sayılarının arttığı gözlemlenmiştir. Fakat işçinin sisteme uyum sürecinden sonra 2000 yılında üretimin geçmiş yıllara nazaran arttığı buna karşılık kaza sayısının da azaldığı gözlemlenmiştir. Bu nedenle mekanize sistemin yıllık üretimin artması ve iş kazalarının azalması yönünde yarar sağladığı düşünülürse bu sistemde çalışmaya devam edilebilir.

Bir servisteki kaza sayılarının fazla olması, o bölgede çalışan işçi yoğunluğunun fazla olmasından kaynaklanır. Özellikle dar ve riskli bölgelerde çalıştırılacak işçi sayısının iyi bir şekilde planlaması yapılmalıdır.

Kazalar ve işçilerin gelecekteki sağlığı için koruyucu malzeme kullanımının faydalan eğitim seminerleriyle işçilere anlatılmalıdır. Eldiven, toz maskesi, gözlük v.b. gibi koruyucu malzemelerin çalışma anında kullanılması zorunlu tutulmalıdır.

Son olarak, her sektörde gerektiği gibi madencilik sektöründe de gerekli olan eğitim, kazaların azaltılması açısından çok önemlidir. Eğitim seminerleriyle işçiye, yeraltında kendine olan özgüveninden çok, aldığı eğitimin yararlı olacağı iyi bir şekilde anlatılmalıdır.

KAYNAKLAR

- Bilgin, M.** (2000) E.L.I. Havzası Üretim Faaliyetleri. E.L.I. Bölge Müdürlüğü, Manisa.
- Eynez İşletmesi Aylık Kaza Raporları** (1992-2000) T.K.I.-EX.1. Bölge Müdürlüğü.
- İş ve İşçi Sağlığı Haftası**, (2000) Seminer Tebliğleri. T.K.I.-EX I. Bölge Müdürlüğü.
- Köse, H., Şenkal, S., Aközel, A.** (1990) GLI Tunçbilek Bölgesi yeraltı işletmelerindeki kaza istatistikleri. Türkiye 7.Kömür Kongresi Bildiriler Kitabı, Zonguldak, s. 363-381.
- Külahçoğlu, G.** (1992) İş Güvenliği. D.E.Ü. Müh. Mim. Fak. Endüstri Müh. Böl., izmir., 216 p.
- Özfiat, K.** (2001) T.K.I.-E.L.I. Eynez Yeraltı Linyit Ocağında 1992-2000 Yılları Arasında Manuel ve Mekanize Sistemde oluşan İş Kazalarının Etüdü. D.E.Ü. Fen Bilimleri Ens. Yüksek Lisans Tezi, izmir.

İŞ KAZALARININ ÖNLENMESİ VE İŞ GÜVENLİĞİ ANALİZ TEKNIĞİNİN UYGULANMASI

THE PREVENTION OF OCCUPATIONAL ACCIDENTS AND APPLICATION OF JOB SAFETY ANALYSIS METHOD

Burhan ARIK, *TTK Kozlu Müessesesi, 67600 Zonguldak*

Nuri A. AKÇIN, *Zonguldak Karaelmas Umv, Maden Muh Bol, 67100 Zonguldak*

ÖZET

Bu çalışmada, iş kazasının tanımı ve nedenleri üzerinde durulacak, İş kazalarının önlenmesinin ergonomi ile ilişkisinden bahsedilecek ve iş kazası önleme tekniği olan İş Güvenliği Analizi (IGA) Tekniğinin ahşap tahkimatlı uzunayak çalışmasında kazı işlerine uygulanması gösterilecektir. Çalışmada ayrıca Türkiye Taşkömürü Kurumu (TTK)' nda yeraltında meydana gelen iş kazalarının yorumlan yapılacaktır

ABSTRACT

In this study, occupational accidents will be defined and the reasons and preventive measures in connection with the ergonomi will be given. The Job Safety Analyses Method, a technique to prevent occupational accidents, will be applied to the excavation works at the longwall faces using timber support. In addition, comments on industrial accidents occurring in TTK's underground coal mines will be put forward.

1. İŞ KAZASININ TANIMI

Sözlük anlamıyla kaza; beklenilmeyen ve tahmin edilemeyen bir olaydır. Kişinin yaralanması ve/veya teçhizata veya mala zarar gelmesiyle sonuçlanır. Kaza; ihmal, tedbirsizlik, dikkatsizlik veya herhangi bir işte ehliyetsizlik sonucu, anı olarak ve istenmeden meydana gelen, sonunda maddi ve manevi bir kayba veya üzüntüye neden olan bir olaydır (Ofloğlu, 1996)

Bir olayın, iş kazası olarak kabul edilebilmesi içinse yukarıdaki tanıma şu özelliklerin de eklenmesi gerekmektedir:

- Olayın iş ile ilgili olması.
- Olayın iş yerinde meydana gelmesi.
- Olayın işçiyi hemen ya da sonradan bedensel veya ruhsal bir arızaya uğratması

Yukarıdaki tanım kuşkusuz dar kapsamlı olarak iş kazasını açıklamaktadır. Esasen, İş kazalarının çalışma hayatında hukuki sorunlara neden olması ve bu arada işçinin korunması ana kuralı iş kazası anlamının genişlemesine neden olmuş ve tanımını güçleştirmiştir.

İş kazası kavramının ülkemizdeki hukuki yapısının değerlendirilmesinde 506 sayılı Sosyal Sigortalar Kanunu esas alınmıştır. Bu yasanın halen yürürlükte bulunan ve iş kazasını tarif eden 11. Maddesinin A bendi şöyledir: "İş kazası, aşağıdaki hal ve durumlardan birinde meydana gelen ve sigortalıyı hemen veya sonradan bedenen ya da ruhen arızaya uğratan olaydır.

- Sigortalının iş yerinde bulunduğu sırada.
- İşveren tarafından yürütülmekte olan iş dolayısıyla.
- Sigortalının işveren tarafından görev ile bir başka yere gönderilmesi yüzünden asıl işini yapmaksızın geçen zamanlarda.
- Emzikli kadın sigortalının, çocuğuna süt vermek için ayrıldığı zamanlarda.
- İşçinin işverence sağlanan bir taşıtla işin yapıldığı yere götürülüp, getirilmeleri sırasında."

1. İŞ KAZASININ NEDENLERİ

İş kazalarının nedenleri ile ilgili bir çok araştırma yapılmıştır. Bu araştırmalara göre İş kazalarının meydana gelmesinde tek bir nedenin değil, birden fazla nedenin etkisi olmaktadır (Ofloğlu, 1996).

İş kazasının nedenleri üç ana grupta toplanabilir (Şekil 1):

- Temel Nedenler
- Dolaylı Nedenler
- Dolaysız Nedenler

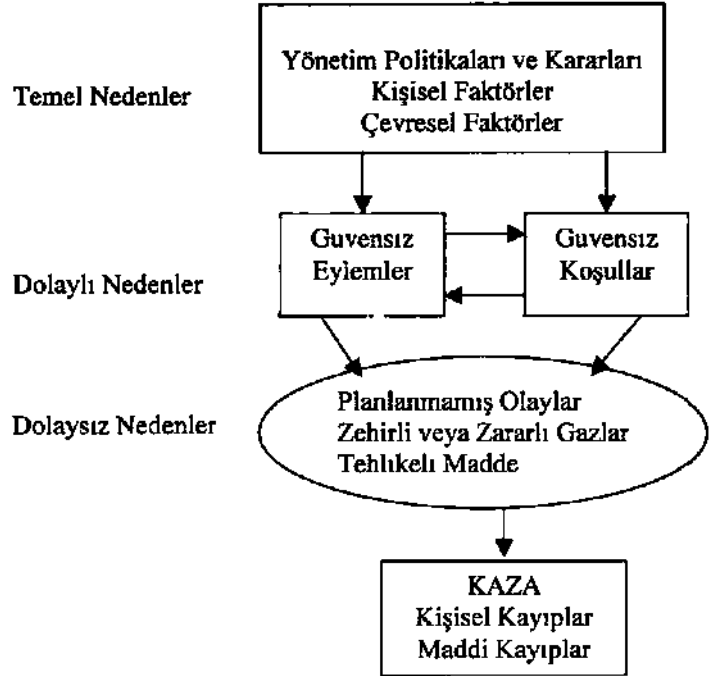
2.1 Temel Nedenler

Bir kaza beş adet temel nedenin arka arkaya dizilmesi sonucu meydana gelir. Bunlardan biri olmadıkça bir sonraki meydana gelmez ve dizi tamamlanmadıkça kaza ve yaralanma olmaz. Bu beş faktöre "kaza zinciri" denir (Akyüz, 1982).

Bu temel nedenler şunlardır

- insanın doğa ya da sosyal yapı içindeki zayıflığı
- Kişisel özürler
- Güvensiz hareketler ve şartlar
- Kaza olayı
- Yaralanma

ilk üç faktörün arka arkaya dizilmesi de kazanın olması için yeterli olmaz. Önceden planlanmayan ve bilinmeyen, zarar vermesi muhtemel bir olayın da meydana gelmesi gereklidir. Şu halde yaralanma ya da zararın meydana gelmesi, yani kazanın bütün unsurları ile gerçekleşmesi için "bir kaza olayı" da mevcut olmalıdır.



Şekil 1. iş kazalarının nedenleri (Donovan and Zegeer, 1985)

2.2 Dolaysız Nedenler

Üretim sürecinde kullanılan araç ve gereçler teknik bir bütündür. Teknolojik gelişmelerin özünde her zaman bir arıza ihtimali bulunmaktadır. Kullanılan araç ve gereçlerin üretim Özelliklerinin, ilgili üretim alanı İçin yanlış veya yetersiz olarak belirlenmesi teknolojik arızaların ve buna bağlı iş kazalarının nedeni olabilir. Her makinenin belirli bir çalışma düzeni vardır. Bu düzeni bozan bütün dış faktörler iş kazasına yol açabilir. Öte yandan, hangi maddeden yapılırsa yapılsın bütün makinelerin parçaları eskir, kırılır veya patlar. Kullanılan araç ve gereçlerin tamir ve bakımının zamanında yapılmayışı İş kazalarına yol açabilir (Ofluoğlu, 1996).

2.3 Dolaylı Nedenler

Güvensiz yapılan eylemler ve güvensiz koşullar dolaylı nedenler olarak sayılabilir. Ancak, bu nedenler iş kazalarını kendi başlarına oluşturmazlar. İş kazalarının oluşumunda bunların yanında yetersiz yönetim politikaları, yetersiz denetim, bilgi eksikliği, mevcut tehlike ve risklerin yanlış değerlendirilmesi ve kişisel hataların da büyük rolü vardır (Akçın, 1996).

3. İŞ KAZALARININ ÖNLENMESİ

Kaza önleme çalışmaları tanım olarak iş gücü performansının, alet-cihaz-makme performansının ve fiziki çevrenin kontrol altında tutulabilmesi anlamına gelmektedir. Kontrol sözcüğünün kullanılmasındaki amaç; onun, önleme ve güvenli olmayan koşulların ve olayların düzeltilmesi olgularının her ikisini de içeriyor olmasıdır. Kaza önleme, her endüstriyel kuruluş için yaşamsal bir öneme sahiptir. Kazalarla yeterince ilgilenilmemesi halinde yaralanma, ölüm ve maddi kayıplara yol açacağından işletmeyi olumsuz yönde etkileyecektir. Ayrıca kaza önleme çalışmaları; üretim ya da hizmetin sürekliliği, üretimin artırılması, verimliliğin iyileştirilmesi ve işçi-işveren arasındaki ilişkilerin İyileştirilmesi konularında olumlu ve yararlı sonuçları beraberinde getirmektedir (Güyagüler, 1992).

Kaza önleme programlarında çevresel ve davranışsal nedenlerin kontrol altında tutulmasının büyük önemi vardır. Bazı durumlarda çevresel nedenlerin (ya da tehlikelerin) kontrolü, yönetimin kazaları önlemeye olan isteğini iş görenlere kanıtlaması açısından çok yararlıdır. Çünkü, bir işletmede kaza önlemeye yönelik olarak yapılacak çalışmaların basan ya da başarısızlığı, üst yönetimin tutumu ile yakından ilişkilidir.

Yapılan istatistikler, meydana gelen iş kazalarının %50'sinin kolaylıkla önlenebilir mahiyette olduğunu, %48'inin ancak bir etüt ve metotlu çalışma ile Önlenebileceğini, %2'sinin ise önlenmesinin mümkün olmayacağını göstermiştir (Akyüz, 1982).

Gelişmiş ülkelerde öncelikli olarak karşılaşılan sağlık ve güvenlik problemleri içinde ergonomik problemler büyük oranda yer almıyorsa da, giderek artan sayıda işçi kötü işyeri dizaynı gibi ergonomik problemlerden etkilenmektedir. Sonuç olarak, sağlık problemlerinin sıklığı ve önemi zayıf ergonomik ilişkilerden doğmaktadır (Orhun, 2001).

İnsan biyolojik bir varlık olarak, belli yapısal özellikler gösterir, insanın çalışacağı yerin çevresinde ve onun kolayca hareket edebileceği boyutların saptanmasında, daima beden ölçüleri esas alınır. Dar alanda çalışma, dar geçitlerden geçerek yer değiştirme, insanların normal ve sağlıklı durumunu zorlaştıran yerlere sığmak zorunluluğunun getirilmesi İnsan işinin verimini azaltır, akıcılığını bozar (Erkan, 1982).

İnsan-makine sistemlerinin karmaşıklığı ölçüsünde sinyalleri algılama ve kontrol elemanlarını yeniden düzenleme sorumluluğu da büyük ölçülerde artar. Devamlı algılama ve reaksiyon gösterme işlevi, merkezi sinir sisteminden uyanıklık ister ve bu uyanıklık İse belli ölçülerin ötesine geçemez, insanın beden gücü yanı sıra zihinsel gücü de dikkate alınarak, iş gücü buna göre düzenlenmelidir. Herhangi bir yüklenme ya da yetenek ötesi İstek, insanın makine İle ahenkli bir şekilde çalışmasına olumsuz etki yapar, insan ve makine sistemleri imalat türüne bağlı olarak; sıcak, soğuk, rutubetli, toz, is, gaz, radyasyon, gürültü, titreşim ya da yetersiz aydınlatma gibi çevresel sorunları olan bir iş yerinde bulunabilir. Söz konusu çevre faktörleri sağlık açısından çeşitli sakıncalar getirdiğinde, insan organizmasının normal işleyişini zorladığı için, iş verimi üstünde olumsuz etkiler yapar. Çevre koşulları, gerçekte kısa ya da uzun bir süreç içinde zararlı etkilerini gösterebilir ve insanın önceleri pek fark etmeden manız kaldığı bu zararlı etkenler, belli bir düzeyden sonra iş verimini olumsuz şekilde etkiler.

Ayrıca, insanın iş, aile ve arkadaş çevresi ile günlük yaşamının getirdiği psiko-sosyal sorunlar, insan-makine-çevre kompleksinde çeşitli etkileşimlere sebep olur. Sosyal ve psiko-sosyal konular sadece insan ve onun ruh halini etkiliyor gibi görünmesine rağmen, makinelerini işletmek, işini devamlı ve eksiksiz bir şekilde gerçekleştirmek zorunda olan insan için çeşitli uyumsuzluklar sistemi de etkilemeye başlar, iş verimi düşer, iş hevesi kaybolur, davranışlar değişir ve insan içinde bulunduğu ruh halini işine de aksettirir.

4. İŞ GÜVENLİĞİ ANALİZİ (İGA)

Kazada büyük payı olan davranışsal nedenler, aşağıdaki uygulamalarla kontrol altına alınmalıdır (Güyağüler, 1992):

- İş analizi ve iş güvenliği analizi
- Hizmet içi eğitimi
- Denetim
- Disiplin
- Bireysel çalışma, işe uygun kişilerin seçilmesi

Bunlardan en önemlisi iş analizi ve iş güvenliği analizi kaza önleme çalışmalarına esas alınan yöntem olarak kabul edilmiştir. Bu yönetime yardımcı olan İGA tekniği kazaların önlenmesi amacıyla kaza nedenlerinin her üç aşaması için de kullanılabilir (Şekil 1).

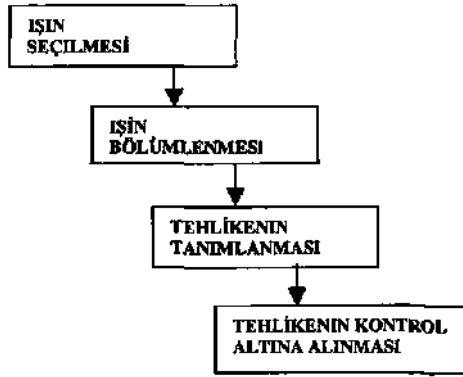
Birinci aşamada İGA, kazaların temel nedenlerini anlamlı iş güvenliği politikaları oluşturarak, bir iş güvenliği bilinci yaratarak ve kazalara yol açan bireysel ve çevresel faktörler üzerinde çalışmalar yaparak önleyebilir.

ikinci aşamada IGA ile güvenli olmayan durumlar ve koşullar tanımlanır. Güvenli çalışma kartlarına ek olarak, IGA iş güvenliği eğitim programlarına, çalışma çevresinin iyileştirilmesine, ekipman ve olanakların güvenli tasarım ve bakımına çok değerli katkılarda bulunurlar.

Üçüncü aşamada IGA ile planlanmadan oluşan olaylara maruz kalabilecek işçilerin korunmasına özel dikkat gösterilir. İşçilerin ölümüne ya da yaralanmalarına neden olabilecek enerji kaynakları ve tehlike arz eden malzemelerden korunma yoluna gidilmelidir.

4.1 İş Güvenliği Analizi Tekniğinin Basamakları

IGA, öncelikle yüksek risk potansiyeli olan işlere uygulanır. Ancak ek olarak, geçmiş kaza kayıtları oldukça fazla olan işlere ve işçilerin aşırı miktarda enerji ya da tehlikeli maddeye maruz kaldıkları işlere uygulanır. Yeni işlerde de, risklerinin dereceleri gerçekten bilinmediğinden, IGA için öncelikli olaydır. Yeni yapılacak bir çalışmaya IGA uygulanması suretiyle, kaza olma olasılığı büyük oranda düşürülmüş olacaktır.



Şekil 2. IGA programındaki dört ana basamak (Güyağüler, 1992).

Karmaşıklığına bakılmaksızın her iş basamaklarına ayrılabilir. Her basamak kısaca ne yapıldığını açıklamalı ve işlem sırasına göre kaydedilmelidir.

Her basamak, tehlikenin ya da potansiyel kaza kaynaklarının tanımlanması amacıyla dikkatlice incelenmelidir. Burada makineler, iş prosedürleri ve çevrenin yol açacağı tehlikeler de kapsama dahil edilmelidir. Her iş basamağına bağlı olarak bütün tehlikelerin ve potansiyel kazaların tanımlanması ve anlaşılmasıyla bütün iş daha güvenli ve daha etkin bir duruma getirilebilir.

Her iş basamağındaki her tehlike için, o tehlikeyi ortadan kaldıracak bir çözüm olmalıdır. Çözüm normal olarak aşağıdaki dört kategoriden birisindedir.

- Çevre değişikliği yapmak
- İş hızını azaltmak
- Koruyucu malzeme kullanmak
- Güvenli çalışma kartları

Çevredeki bir değişiklik ile ilgili tehlike kontrolü işçinin fiziksel çevresinin bir bölümünün değiştirilmesini içerir. Burada çalışma yerindeki mevcut enerji ya da tehlikeli materyal miktarının azaltılması birincil öneme sahiptir. Azaltılmış iş hızı çözümü belirli bir zamanda yapılan işin azaltılmasını içerir. Bazen tehlikenin doğası gereği, bir kaza potansiyeli iş çevresi ve çalışma koşullarında yapılacak değişikliklere rağmen azaltılamaz. Bu durumlarda en iyi çözüm herhangi bir olumsuz durumdan işçiyi korumak olmalıdır.

Güvenli çalışma kartları çoğunlukla tehlikelerin kontrol altına alınması amacıyla kullanılır. Burada tehlike kontrolü işçinin işini yürütürken kendisini korumak için izlemek zorunda olduğu güvenli yolların açıklanmasıyla yapılır.

4.2 İGA Tekniğinin Geliştirilmesi

İGA genellikle deneyimli işçilerin çalışırken gözlenmeleri ya da onlarla iş yöntemlerinin tartışılmasıyla geliştirilebilir. Bu gözlem ve tartışmalar bir işin basamaklarının tanımlanması ve her basamaktaki olası tehlikelerin listesinin çıkarılması için kullanılırlar. Sonrada, her basamaktaki tehlikeleri giderecek ya da azaltacak çözümler geliştirilir.

İşçi bütün süreç boyunca aktif olarak çalışmaya dahil edilmelidir, İşin bölünmesi, tehlikeler ve çözümleri hepsi işi yapan insanla tartışılmalıdır, işçi konuya ne kadar çok dahil olursa, İGA o kadar çok etkili olacaktır.

5. TTK İŞ KAZALARI İSTATİSTİKLERİ

İş kazaları istatistikleri her müessesenin kendi iş güvenliği istatistik servislerince düzenli olarak tutulmakta, bu bilgiler TTK İş Güvenliği Daire Başkanlığı istatistik servisinde toplanmaktadır.

TTK'nda bugüne kadar meydana gelen iş kazalarında binlerce kişi ölmüş, onbinlerce kişi de yaralanmıştır. Yaralananların birçoğu sakat kalmış veya psikolojik durumları bozulmuştur. Meydana gelen kazalar içinde en büyük ve en trajik olanı 1992 yılında TTK Kozlu ocaklarında meydana gelen grizu faciasıdır. Üzerinden on yılı aşkın bir süre geçmesine karşın etkileri maddi ve manevi olarak hala devam etmektedir.

Bu bölümde 1993-2000 yıllarında meydana gelen iş kazalarının değerlendirilmesi yapılacaktır.

Çizelge 1 İncelendiğinde; üretim miktarlarındaki azalma, işçi sayılarındaki azalmalar ve kaza sayılarındaki azalmalar arasında bir paralellik görülmektedir, ilk bakışta kaza sayısındaki düşüşün işçi sayısındaki azalmadan kaynaklandığı zannedilmekte fakat, ton başına düşen kazalı sayısındaki azalmanın bu görüşü yansıtmadığı görülmektedir. 2000 yılında ton başına düşen kaza sayısındaki ani yükselişin düşündürücü ve aynı derecede acı olduğu bir gerçektir.

Çizelge 1. 1993-2000 Yıllarında Meydana Gelen İş Kazaları Sonuçları (TTK, 2001)

	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
Yevmiye Adeti	4401907	3896924	3245679	3464667	3246719	3061691	2863786	3524011
Tüvenan Üretim	4608668	4210700	3251570	3320122	3118668	2875838	2601175	3196643"
Satılabilir Üretim	2788788	2838548	2248176	2441096	2305483	2136120	1989572	2256818
10 000 y ev. Düşen Kazalı	9.52	7.62	6.93	6.96	7.49	6.75	6.20	11.77
10000 tona Düşen Kazalı	9.10	7.65	6.92	7.26	7.80	7.19	6.80	18.40
Ölü sayısı	14	12	9	4	9	5	4	8
Yaralı Sayısı	4179	2957	2249	2417	2425	2057	1766	4159
İşçi Sayısı	16592	14427	13348	13028	12277	11684	10899	13238
Kaybolan Gün Sayısı	167831	145784	121810	64285	102738	115689	58130	114688

Kaybolan günlerin özellikle ölü sayısının çok olduğu yıllarda fazla olmasının nedeni, işçinin ölümü ya da sürekli iş göremez duruma girmesi halinde kayıp İş gününün 7500 kabul edilmesidir

6. İGA TEKNİĞİNİN TTK YERALTI OCAKLARINDA BİR UYGULAMASI

Bir İGA geliştirildiğinde bir çok yararlar umulabilir. Örneğin her katılımcı analiz süresince iş hakkında bir şeyler daha öğrenir. En büyük yararlar İGA bitirilerek kullanıldığında elde edilir (Güyagüler, 1992).

Bütün bunlar eğitilenin daha kısa sürede daha üretken olmasını sağlayacağı gibi, İş kazalarının azaltılmasına da yardım edeceklerdir. Ek olarak eğitim programlarında İGA kullanılması iş prosedürleriyle iş güvenliği talimatlarının standartlaşmasını ve herkesin işi aynı şekilde yapmasını sağlayacaktır.

Bu bölümde İGA tekniği ahşap tahkimatlı dönümlü göçertmeli uzunayak çalışmasında kazı işlerine uygulanacaktır (Çizelge 2).

Çizelge 2. Ayakta bir have ilerlemek için yapılan kazı ve tahkimat İşleri.

İşlem Basamakları	Risk	Kaza	Önlem
1- Meyilli ayaklarda çalıştığın sarmanın alt tarafına kapak tut.	Kapaksız çalışılması.	- Kazılan kömür, düşen malzeme veya kavlak ayağın alt kısmında çalışanları kazalayabilir.	Eğitim; işçinin bilinçlendirilmesi, denetim.
2- Kazıya sarmanın başından başla.	Kazıya sarmanın başından başlanmaması.	- iki kazmacı arasındaki topuksuz alan kaza riskini artırır. - Kazılan posta kayarak çalışanı kazalayabilir.	Eğitim; işçinin bilinçlendirilmesi
3- Kamaları gerideki sarmanın üzerinden sür.	Sürme kama kullanılmaması.	- Havelerin dar olmasından kaynaklanan çarpma, sıkışma ve kesilme gibi kazalar meydana gelebilir. - Kamaların uç kısımlarının basınç altında boşa çıkması ile kazalar meydana gelebilir.	Eğitim; sağlam tavanlı kısımlarda takoz kullanılması, akıcı olan tavanlarda emniyet sarması kullanmak, kama uzunluklarının uygun seçilmesi.
4- Sürdüğün her üç kamanın altına enlemesine bir kama koy.	Kamaların desteklenmemesi.	- Kamalar açılan boşluğun etkisiyle basınçları karşılayamaz ve kırılır.	Eğitim; sürme kama kullanma zorunluluğu.
5- Haveyi uygun genişlikte aç.	Have boylarının gereken uzunlukta açılmaması.	- Domuz damlan dizilirken belleme ve sarma altına gelir \ : sökülmesi esnasında tavan boşalmaları yaşanabilir. - Dar havede hareket etme zorunluluğundan kaynaklanan kazalar anmalar olabilir. - Akıcı tavanlarda ve basınç altındaki arınlarda geniş açılan haveler göçüklere neden olabilir. - Dar havede makine ve oluk çekiminde kazalanmalar olabilir.	Eğitim; işçinin bilinçlendirilmesi, sürme kama kullanılması, kama boylarının uygun seçilmesi, disiplin önlemleri.

işlem Basamakları	Risk	Kaza	Önlem
6- Sarmayı bir üst sarmaya degecek şekilde ve kalın kısmı aşağıda olacak şekilde kaldır.	Sarmalan gelişigüzel kaldırmak.	<ul style="list-style-type: none"> - Basınç altında sarmalar meyil boyunca hareket eder. - Tahkimatsız kalan kısımlardan kavlak düşebilir. - Gelişigüzel kalkan sarmalarda basınç dağılımları eşit olmaz. 	Eğitim; sarmaların yukarıdan aşağıya doğru sırayla ve mümkünse aynı anda kaldırılması.
7- Sarmaları en az İkişer lata ile destekle ve gerideki sarma çatallarına sabitle.	Tek lata kullanılması ve lataların belleme çatallarına vurulması.	<ul style="list-style-type: none"> - Dengesizlik nedeniyle sarmalar tumba olabilir. - Basınç alan belleme çatalı sıyrılarak tumba olabilir. 	Eğitim; işçinin bilinçlendirilmesi, sarma kaldırılmadan en az iki latanın hazırlanması.
8- Önce orta çatalı vurmak için taban taşma yuva aç ve ölçü al, sonra dip ve baş çatalı vur.	Çatal vurmada doğru sıranın izlenmemesi, ölçülerin yanlış alınması ve taban taşına yuva açmamak.	<ul style="list-style-type: none"> - Basınç altında sarma yükleri taşıyamaz ve göçük meydana gelebilir. - Dengesizlikten dolayı sarma tumba olabilir. - Çatalların dipleri kayarak boşa çıkabilir. - Uzun direkler sıkırtmayı istenilen noktada sağlayamaz ve kolaylıkla kayabilir. - Kısa direkler ani göçüklere neden olabilir. 	Eğitim; Ölçülerin göz kararı değil ip veya metre kullanılarak ve usta kişiler tarafından alınması, disiplin önlemleri.
9- Çatalların baş ve dip kısımlarını uygun olarak kes.	Sarmanın dip ve baş kısmının sarma ve tabanla uyum sağlamaması.	<ul style="list-style-type: none"> - Sivri olan dip kısım kolaylıkla ezilir ve sarma tumba olabilir. - Baştaki sivri köşeler çatalı kırılmaya zorlar. - Baştaki şevin yanlış verilmesi sıkırtmanın tam anlamıyla sağlanmamasına neden olur. 	Eğitim; Çatalın baş ve dip kısımlarının ustalar tarafından hazırlanması, disiplin önlemleri.

İşlem Basamakları	Risk	Kaza	Önlem
10- Çatalları ve sarmalan uyumlu seç ve taşırken dikkat et.	Uyumsuz malzemelerin kullanılması ve taşımada dikkatsiz davranılması	<ul style="list-style-type: none"> - ince sarma basınç altında çatalın etkisiyle ezilir ve kırılır. - ince seçilen çatal basınç altında çabuk kırılır ve sarmanın içine girerek kırılmasına neden olur. - Yanlış kaldırma bel incinmelerine neden olabilir. - Taşınan malzemelerin sıkıştırması ve düşmesinden dolayı kazalar olabilir. 	Eğitim; Ocağa indirilecek malzemelerin seçilmesinde dikkatli davranılması, sarma ve çatalların ayağa getirilmesinde yardımlaşma, kaldırırken gücün bele değil ayaklara verilmesi, koruyucu malzeme kullanılması.
11- Meyilli ayaklarda çatalları 5 derece (bir el basımı) meylin tersine vur	Çatalların dikkatsiz vurulması	<ul style="list-style-type: none"> - Dik olarak vurulan çatallar sarmanın aşağı hareketiyle sarmadan kurtularak boşa çıkar - Açının fazla ve ters yönde verilmesiyle sarma tumba olabilir 	Eğitim; çatal ölçüsünün dikkatli alınması, sıkırtmayı usta kişilerin yapması, denetim.
12- Çatal hizasında tavanla sarma arama takoz koy	Takoz kullanılmaması	<ul style="list-style-type: none"> - Sürme kama kullanılmaması nedeniyle kazalar meydana gelebilir - Yükler çatallara eşit olarak iletilmediğinden sarmada kırılmalar olabilir 	Eğitim; Takozların hazır olarak ocağa indirilmesi,
13- Ayakta karşılaştığın arızaları özel tahkimatla geç	Arızalara önlem alınmaması	<ul style="list-style-type: none"> - Tavan boşalmaları sonucu kazalanmalar olabilir. - Taban kayması nedeniyle kazalar meydana gelebilir - işçi çalışırken kayma sonucu kazalanabilir 	Eğitim; sarmayla geçilen ataklarda çatal sayısını artırmak, taban sarması kullanmak, belleme sayısını artırmak, gerekirse belleme altına kilit çekmek

İşlem Basamakları	Risk	Kaza	Önlem
14- Fazla akıcı olan tavan ve arınlarda belleme usulü çalış.	Sarma şeklinde çalışılması.	- Arınlar kayarak sarmaların önleri boşalır ve sarma tumba olabilir. - Tavanın ve arının aniden akması kazalara yol açabilir.	Eğitim; mortapikör yerine kazmayla kazı, koruyucu malzeme kullanımı.
15- Ser kömürleri gevşetmek için patlayıcı kullan.	Dinamit deliklerinin dikkatsizce delinmesi ve ateşlenmesi.	- Sıçrayan parçalar tahkimata ve teçhizata zarar verir.	Eğitim; deliklerin delinmesi ve ateşlenmesinin tecrübeli İşçiler tarafından yapılması, zarar görebilecek tesisat, teçhizat ve tahkimatın korunması veya desteklenmesi, have boyunda delik delinmesi, her delikte tek dinamit kullanılması, denetim.
16- Kazdığın kömürün ayak dibinde bulunan vagonlara yükle.	Kömür naklinde dikkatsiz davranılması.	- Makineden kaynaklanan kazalanmalar olabilir. - Kömür küreken çalışan elinden kazalanabilir. - Ayak içinde nakledilemeyen posta çalışanın hareket alanını kısıtlar.	Eğitim; HavelerIn uygun genişlikte açılması, makinelerde çivi yerine pim kullanılması, kopan zincirlerin eklenmesinde makine elektriğinin kesilmesi, makinelerin durduğu bölümlerde kömür kazısını durdurmak, koruyucu malzeme kullanımı.

7. SONUÇ VE ÖNERİLER

iş kazalarının ekonomik sonuçları TTK açısından incelendiğinde, kurumun her yıl ödemekte olduğu tazminatların yanı sıra iş gücü ve üretim kayıplarından doğan zararın boyutlarının küçümsemeyecek kadar büyük olduğu ortaya çıkmaktadır.

Kurumda önceden yaşanan ve ölümlü sonuçlanan metan ve kömür tozu patlamalarının uygulanan yeni emniyet tedbirlerinden ve denetimlerinden dolayı artık yaşanmıyor olması sevindiricidir. Fakat, küçük gibi görünen sonuçlarına bakıldığında kurumu ve çalışanları maddi-manevi zorlayan kazalar (kavlak düşmesi, bel incinmeleri, malzeme kullanmada yaralanmalar vb.) hala güncelliğini korumaktadır.

Yapılan bu çalışma sonucunda yeraltında meydana gelen iş kazalarının gizli gibi görünen nedenlerinden tespit edilenler şunlardır. •

- Pirim sisteminin neden olduğu daha fazla kömür üretme mantığı çalışanları usulsüz kömür kazısına ve ayak arkasından taş çekmeye yöneltmekte ve ayağın dengesi bozulmaktadır.

- Ayak dibinde boş vagon bulunmaması ayak içindeki çalışmanın durmasını gerektirmektedir. Fakat sarmayı tamamlama zorunluluğu, vardiyada gereken üretimin hala yapılamamış olmasının verdiği sıkıntı ve çıkış saatinin yaklaşma endişesi gibi nedenlerden dolayı kömür kazısına devam edilmekte ve bu da ayak içinde sıkıntılara neden olmaktadır.

- Çalışma sahalarının uzaklığından ve tertiplerde geçen sürelerin fazla olmasından kaynaklanan zaman kayıpları fiili çalışma saatlerini azaltmakta ve çalışmanı aceleci davranmaya yöneltmektedir.

- Kullanılan koruyucu malzemelerin yeterli kalitede olmaması ve çalışanların bu koruyucuları kullanmada yeterli özeni göstermemeleri.

- İşletme iş güvenliği servisinde yapılan denetimler sonucundaki yaptırımlar, aynı İşletmenin üretimim olumsuz yönde etkilediğinden yapılan denetimlerde esnek davranılmaya başlanması.

Emniyet ve kazayı göz ardı eden "bir şey olmaz" mantığı kurumda bugüne kadar meydana gelen bir çok kazaya neden olmuştur, ilk başta tam emniyetle yapılan bir iş zamanla alışkanlık haline gelerek emniyetsiz olarak yapılmaya başlanmıştır. Nedense, meydana gelen bir çok kaza bile aynı işi tam emniyetli eski haline döndürmeye yetmemiştir.

Bu mantıktan kurtulmanın yolu eğitimin yeniden yapılandırılmasından geçmektedir. Bu anlamda her müessese kendi sahasında bir eğitim ocağı kurmalı ve yeraltıyla ilgisi olan herkesin bu ocakta eğitim görmesini sağlamalıdır. Özellikle işe yeni başlayan işçilerin, işi eski ustaların alışkanlıklarını görenek değil, ilk baştaki en emniyetli şekliyle öğrenmeleri sağlanmalıdır.

Kendisinin ve arkadaşlarının hayatını tehlikeye atan bir kişi cezaların caydırıcılık özelliği düşünülerek cezalandırılmalıdır. Fakat işçi uyarılmadığından veya devamlı uyarılıp hiç ceza almadığından dolayı aynı hatalara devam etmektedir. Bir tarafın göreceği küçük bir ceza, iki tarafın ödeyeceği büyük bir bedelden çok daha hafiftir.

8. KAYNAKLAR

- Akçın, N. A.** (1996) İş Kazasının Nedenleri ve " İş Kazası Raporu" Önerisi. *Türkiye 10 Kömür Kongresi Bildiriler Kitabı*, Zonguldak, s.365- 376.
- Akyüz, N.** (1982) İş Güvenliği, *Sakarya D M M Akademisi Ders Notları*, sayı:28.
- Donovan, J. R., Zeger, A.D.** (1985) *Accident Investigation*, Safety Manual No:10, 1-43 s.
- Erkan, N.** (1982) İş Kazaları ve Ergonomi, *İş Kazalarını Önleme Semineri*, Ankara, s 66-69.
- Erten, K.** (2000) *İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği Konusunda Devletin, İşverenin ve İşçinin Görev ve Sorumlulukları*. YODÇEM Seminer Notları, Ankara, Yayın No: 3.
- Güyagüler, T., Bozkurt, R.** (1992) İş Kazalarının Modern Yöntemlerle Önlenmesi İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği Kongresi Ankara.
- Ofluoğla, G.** (1996) *İş Kazalarının Ekonomik Boyutları "Özellikle Taşkömürü Madenciliği ve TTK Açısından*, Doktora Tezi, Gazı U. Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara, 241 s
- Orhun, H.** (2001) Ergonomi, <http://www.populermedikal.com/ergonomi> 1.htm.
- TTK** (2001) TTK İş Kazaları İstatistikleri, İş Güvenliği Daire Başkanlığı İstatistik Servisi, Zonguldak