



TÜRK YERALTI OCAKLARINDA DEĞİŞMESİ GEREKEN BİR YAKLAŞIM: HAVALANDIRMA

A Must-Change Approach in Turkish Underground Mines: Ventilation

Kemal Barış

ÖZET

Tüm yeraltı yapılarında olduğu gibi yeraltı maden ocaklarında da havalandırmanın temel amaçları oldukça açık ve basit olmasına karşın ülkemizde bulunan yeraltı maden ocaklarında havalandırma ile doğrudan ilişkili kazaların neredeyse düzenli denilebilecek sıklıklarda yaşanması konuya verilen önemin yeterli olmadığını göstermektedir. Bir yeraltı ocağının havalandırılması ocağın kurulum aşamasından önce düşünölmeye başlanması gereken ve ocağın ömrü boyunca ocaktaki dinamik değişimlerin sonucunda ortaya çıkabilecek tüm senaryoları dikkate alan bir yaklaşım olmalıdır. Bu kapsamda, bu yaklaşımı sergileyecek teknik ekibin konu ile ilgili iyi bir eğitim almış olması, havalandırmanın teknik kavramlarına hakim olması ve tecrübeli olması neredeyse bir zorunluluktur. Bu türlü yaklaşım sergilenmeyen bir yeraltı ocağında ocak çalışmaya başladıktan sonra havalandırma sisteminin iyileştirilmesi için yapılması gerekenler ya oldukça zahmetli ve maliyetli, birçok durumda ise imkansıza yakındır. Bunun yanında ülkenin maden mevzuatında havalandırmaya gereken önem verilmeli, hazırlanan yasa ve yönetmeliklerde muğlak/yanlış ifadelerin bulunmaması için üst düzey bir çaba sarf edilmesi büyük önem arz etmektedir. Bu kapsamda bu çalışmada maden mevzuatını da kapsayacak şekilde ülkemiz yeraltı ocaklarındaki planlama eksiklikleri, havalandırma ile ilgili konulardaki bilgi eksiklikleri ve bu nedenle tehlikelerin yorumlanmasındaki hatalar ile havalandırma eğitimindeki yetersizliklere değinilecek ve çözüm önerileri sunulmaya çalışılacaktır.

Anahtar Kelimeler: Maden havalandırması, Havalandırma planlaması, Havalandırma eğitimi.

ABSTRACT

The almost-regular occurrence of accidents directly related to ventilation in Turkish underground mines clearly shows that ventilation has been neglected even though the scope and purpose of mine ventilation is clear and simple. Ventilation of an underground mine is an issue that should be considered well before the development stage, and it must be an approach that can cover all the probable scenarios due to the dynamic conditions during the life of the mine. Naturally, it is almost a necessity that the technical staff must be well-educated, having a good command of the technical issues of ventilation, and have experience. If an underground mine is operated lacking such an approach, then necessities to rehabilitate the mine ventilation are either overcostly or close to impossible most of the time. Therefore, national mine legislation should pay attention to mine ventilation and a great effort should be made to avoid ambiguous/wrong definitions and expressions. In this context this study aims at discussing the planning deficiencies in Turkish underground mines, ignorance on mine ventilation which causes mistakes in evaluating the dangers as well as inadequacy of mine ventilation education.

Key Words: Mine ventilation, Ventilation planning, Ventilation education.

1. GİRİŞ

Yeraltı ocaklarında havalandırmanın temel amacı esas itibarıyla son derece açık ve basittir. Bu amaçta çalışılan ve personelin kullandığı tüm ocak kesimlerine yeterli miktarda ve kirleticileri güvenli konsantrasyonlara seyreltecek kalitede temiz hava sağlamaktır. Bunun yanında, havalandırma ile tüm çalışanların kabul edilebilir bir konfor seviyesinde çalışması da temin edilmelidir. Zehirli, boğucu, patlayıcı gazlar ve tozlar ile ısı gibi oldukça geniş çevresel tehlike türlerine sahip olabilen yeraltı madenciliğinde bu tehlikeler zehirlenmeden patlamalara, akciğer hastalıklarından karbon monoksit zehirlenmesine ve sıcak çarpmasına kadar ciddi iş sağlığı ve güvenliği sorunlarına neden olabilmektedir. Yeraltı ocaklarında tesis edilmiş etkin bir havalandırma sisteminin yokluğunda bu tehlikeleri bertaraf edebilmek, güvenli ve sürdürülebilir bir yeraltı madenciliğinin yapılması mümkün değildir. Verimli ve etkili bir maden havalandırma sisteminin ise tesadüfen elde edilmesi mümkün olmamakta bu nedenle bilimsel havalandırma ilkelerinin ve uygulamalarının ocak planlama ve yönetim süreçlerinin içine dahil edilmesi gerekmektedir.

Yeraltı maden ocaklarında havalandırma ve havalandırma ile ilişkili uygulamaları dikkate alan özellikle Avustralya, Kanada ve A.B.D gibi gelişmiş ülkelerde, yeraltı maden ocaklarında havalandırmaya yönelik olarak son 30-40 yılda azami özen gösterilmekte, hem özel sektör hem de kamu kurumları tarafından büyük bütçeli projeler ve araştırmalar yürütülmekte, yeraltı ocak havalandırmasına yönelik olarak çıkarılacak kanun ve yönetmelikler üzerinde uzun süreli tartışmalar sürdürülmekte ve çeşitli iyileştirmeler yapılmaktadır. Buna bağlı olarak, yeraltı madenciliği yapılan diğer ülkelerle karşılaştırıldığında, bu ülkelerde yeraltı ocaklarında havalandırma ile doğrudan ya da dolaylı olarak meydana gelen kaza sıklığı ve sayılarının çok ciddi oranda azaldığı görülmektedir. Çizelge 1'de 2010-2022 yılları arasında çeşitli dünya ülkelerinde yaşanan kazalara ait bilgiler sunulmaktadır. Taşkömürü ocaklarında bu kazaların yaşandığı Çin, Rusya, Ukrayna, ABD ve Avustralya gibi ülkelerin kömür üretimlerinin neredeyse dünya kömür üretiminin tamamına yakınına sağladığı gözden kaçmamalıdır.

Çizelge 1. 2010-2022 yılları arasında çeşitli ülkelerde yaşanan ve havalandırma ile doğrudan/dolaylı olarak ilişkili kazalara ait bilgiler [1'den değiştirilerek].

Yıl	Yer	Ocak türü	Kaza Nedeni	Ölü Sayısı
2010	A.B.D.	Taşkömürü	Metan gazı patlaması	29 Ölü
	Yeni Zelanda	Taşkömürü	Metan gazı patlaması	29 Ölü
	Çin	Taşkömürü	Ocak yangını	25 Ölü
	Çin	Taşkömürü	Ocak yangını	25 Ölü
	Çin	Taşkömürü	Metan gazı patlaması	21 Ölü
2011	Ukrayna	Taşkömürü	Metan gazı patlaması	24 Ölü
	Pakistan	Taşkömürü	Metan gazı Patlaması	43 Ölü
2012	Çin	Taşkömürü	Metan gazı patlaması	45 Ölü
	Çin	Taşkömürü	Metan gazı patlaması	14 Ölü
2013	Çin	Taşkömürü	Ani Püskürme	25 Ölü
	Çin	Taşkömürü	Metan gazı patlaması	29 Ölü
	Çin	Taşkömürü	Metan gazı patlaması	28 Ölü
2014	Avustralya	Taşkömürü	Gaz zehirlenmesi (CO)	1 Ölü
2016	Rusya	Taşkömürü	Metan gazı patlaması	36 Ölü
2017	İran	Taşkömürü	Metan gazı patlaması	35 Ölü
2018	Afganistan	Taşkömürü	Metan gazı patlaması	16 Ölü
	Afganistan	Taşkömürü	Metan gazı patlaması	7 Ölü
2019	A.B.D.	Taşkömürü	Metan gazı patlaması	1 Ölü
	Kırgızistan	Taşkömürü (kaçak)	Oksijen yetersizliği (metan)	6 Ölü
	Afganistan	Taşkömürü	Metan gazı patlaması	16 Ölü
	Çin	Taşkömürü	Metan gazı patlaması	14 Ölü
	Çin	Taşkömürü	Metan gazı patlaması	15 Ölü

Çizelge 1. (devam ediyor)

	A.B.D.	Taşkömürü	Metan gazı patlaması	1 Ölü
2020	Çin	Taşkömürü	Gaz zehirlenmesi (CO)	18 Ölü
	Çin	Taşkömürü	Bant yangını/zehirlenme	16 Ölü
	Çin	Taşkömürü	Metan gazı patlaması	4 Ölü
	Çin	Taşkömürü	Metan gazı patlaması	4 Ölü
	Çin	Taşkömürü	Gaz zehirlenmesi (CO)	23 Ölü
2021	Rusya	Taşkömürü	Yangın/Zehirlenme	51 Ölü
2022	Kolombiya	Taşkömürü	Metan patlaması	12 Ölü
Toplam				613 Ölü

Üretim miktarı açısından dünyadaki ülkelerle karşılaştırıldığında oldukça düşük yeraltı üretimleri gerçekleştiren ülkemiz madencilik sektöründe ise durum hiç de iç açıcı görünmemektedir. Ülkemizde 2010-2022 yılları arasında yeraltı ocaklarında sadece havalandırma ile doğrudan/dolaylı ilişkili ve neredeyse düzenli denilebilecek sıklıkta yaşanan kazaların sayısı 18'dir. Özellikle 2014 yılında Soma'da yaşanan ve 301 madencimizin ölümüyle sonuçlanan kaza ile 2022 yılında Amasra'da yaşanan ve 42 madencinin hayatını kaybettiği kazaların etkisiyle hayatını kaybeden toplam madenci sayısı 415'e ulaşmıştır (Çizelge 2). Dünyadakinin aksine ülkemizde taşkömürü ocakları dışında linyit ve metal ocaklarında da havalandırma ile doğrudan ilişkili ölümlü kazalar yaşanmıştır.

Çizelge 2. 2010-2022 yılları arasında ülkemizde yaşanan ve havalandırma ile doğrudan/dolaylı olarak ilişkili kazalara ait bilgiler [1'den değiştirilerek].

Yıl	Yer	Ocak türü	Kaza Nedeni	Ölü
2010	Dursunbey/Balıkesir	Linyit	Metan gazı patlaması	17 Ölü
	Karadon/Zonguldak	Taşkömürü	Metan gazı patlaması	30 Ölü
	Keşan/Edirne	Linyit	Yangın	3 Ölü
2012	Suluova/Amasya	Linyit	Oksijen yetersizliği (metan)	2 Ölü
2013	Kozlu/Zonguldak	Taşkömürü	Ani püskürme	8 Ölü
	Kırat/Zonguldak	Taşkömürü (kaçak)	Gaz zehirlenmesi	4 Ölü
2014	Soma/Manisa	Linyit	Yangın/zehirlenme	301 Ölü
2015	Yeşilova/Burdur	Krom	Gaz zehirlenmesi	2 Ölü
2016	Tefenni/Burdur	Krom	Gaz zehirlenmesi	2 Ölü
2017	Kilimli/Zonguldak	Taşkömürü	Metan parlaması	2 Ölü
	Asma/Zonguldak	Taşkömürü	Gaz zehirlenmesi	2 Ölü
	Kelkit/Gümüşhane	Linyit	Gaz zehirlenmesi	2 Ölü
2018	Kilimli/Zonguldak	Taşkömürü	Oksijen yetersizliği (metan)	1 Ölü
	Kozlu/Zonguldak	Taşkömürü (kaçak)	Gaz zehirlenmesi	2 Ölü
	Kilimli/Zonguldak	Taşkömürü (kaçak)	Metan gazı patlaması	3 Ölü
2019	Kilimli/Zonguldak	Taşkömürü	Metan gazı patlaması	1 Ölü
2020	İskilip/Çorum	Linyit	Metan gazı patlaması	1 Ölü
2022	Amasra/Bartın	Taşkömürü	Metan gazı patlaması	42 Ölü
Toplam				415 Ölü

İki çizelge karşılaştırıldığında ülkemizde yeraltı ocaklarında havalandırma konusunda yaklaşım ve uygulama olarak önemli sorunlar olduğu rahatlıkla söylenebilir. Bu duruma yol açan temel nedenlerin ise özellikle yeraltı ocaklarında sadece "üretim odaklı" bir yaklaşımın hakim olması nedeniyle havalandırmanın neredeyse daima geri planda kalması, ocak planlaması ve tasarımında havalandırmanın göz ardı edilmesi, maden mevzuatında havalandırmaya yönelik kıstasların muğlak/yetersiz/eksik olması, yeraltı ocaklarında görev alan personelin ve hatta ocakları denetleyen uzmanların havalandırma konusunda bilgi ve tecrübe eksikliklerine bağlı olarak yapılan teknik hatalar ve özensiz davranışlar, üniversitelerde havalandırma konusuna olan ilginin arttırılamaması olduğu söylenebilir.

Bu kapsamda bu çalışmanın temel amacı, ülkemizde yeraltı ocak havalandırması ile ilgili olarak sayılan sorunların irdelenmesi ve konuya yaklaşımın değişmesi için nelerin yapılmasına ihtiyaç duyulduğunun tartışılmasıdır.

2. YERALTI OCAKLARINDA HAVALANDIRMAYA YAKLAŞIM

Son yüzyılda dünyayı tamamen etkisi altına alan kapitalist düzenin bir sonucu olarak tüm iş kollarında olduğu gibi ülkemiz madencilik sektöründe de tek amaç karı arttırmak olmuş ve bu nedenle birçok temel konu göz ardı edilmiş ve edilmeye devam etmektedir. Buna paralel olarak neredeyse ülkemizdeki tüm maden işletmelerinde tek amaç ne pahasına mal olursa olsun üretimi arttırmak olmuştur. Son yıllarda ülkemizde maden ocaklarında meydana gelen kazaların sıklığı ve büyüklükleri nedeniyle iş sağlığı ve güvenliği konusunda belirli bir farkındalık oluşmuş olsa da ocaklarda üretime yönelik işler haricindeki tüm işler deyim yerindeyse birer “*angarya*” olarak görülmektedir. Ülkemiz yeraltı ocaklarında bu “*angarya*” işlerin başında ise havalandırma yer almaktadır. Bu noktada, iyi bir havalandırma sistemine sahip bir yeraltı ocağında yaratılacak güvenli ve sağlıklı bir atmosferde verimliliğin artacağı yadsınamaz bir gerçek olsa da iyi ve kötü havalandırılan iki ocak arasındaki verimlilik farkının maliyetinin hesaplanmasındaki zorluklar havalandırma algısında önemli bir dezavantaj oluşturmaktadır.

Madencilik faaliyetlerinin yoğun olarak yapıldığı A.B.D., Avustralya, Kanada gibi gelişmiş ülkelerde yeraltı ocaklarında havalandırma son derece ciddiyetle ele alınmakta, teknolojik gelişmeler ocak havalandırmasına uyarlanmakta, ocak havalandırma planlamasında bilgisayar yazılımlarının doğru bir şekilde kullanılması sağlanmakta ve hatta Avustralya gibi bazı ülkelerde mecburi tutulmakta, kamu ve özel sektör tarafından havalandırma ile ilgili olarak büyük boyutlu projelere destek ve finansman sağlanmakta ve maden mevzuatı günün gereklerine, bilimsel verilere göre tüm sektörün mutabık kaldığı haliyle değiştirilmektedir. Örneğin, solunabilir toz ve metal ocaklarında önemli sağlık sorunlarına yol açabilecek “*Dizel Partikül Madde (DPM)*” ile ilgili sınırlar yıllar içinde çok defalar güncellenmiştir. Tüm bunların etkisiyle bu ülkelerde yeraltı ocak havalandırmasına bağlı kazalar neredeyse yok denecek kadar azalmıştır. Hatta yeraltı işletmelerinin havalandırma maliyetlerinin azaltılmasına yönelik çabalar sarfettiği ve metal ocaklarında gerekli hava miktarının azaltılması için kontrollü seri havalandırma (controlled recirculation) ve gerektiğinde havalandırma (Ventilation on Demand – VoD) gibi uygulamalar ile uğraştığı görülmektedir [2]. Bunun yanında bu ülkelerde yeraltı ocaklarında havalandırma, iş sağlığı ve güvenliği kavramının temel yapı taşı olarak görülmekte ve özellikle çalışanların sağlığı açısından maden mevzuatlarında havalandırma ile ilgili olarak kesin ve sürekli olarak iyileştirilen kavramlar ve sınır değerler bulunmaktadır.

Ülkemizde ise özellikle 2014 yılında yaşanan ve 301 madencinin hayatını kaybetmesiyle sonuçlanan Soma faciasının etkisiyle ülkemizde yeraltı ocaklarında havalandırmaya ilgi artmış, değiştirilen yasa ve yönetmeliklerle teknolojiye ayak uydurma yönünde olumlu adımlar atılmıştır. Bu kapsamda ülkemiz yeraltı ocaklarında sürekli izleme ve takip sistemleri kullanılmaya başlanmış, bu sistemler yeraltı kömür ocaklarında zorunlu hale getirilmiş ve havalandırma yazılımlarına olan ilgi artmıştır. Bunun yanında yeraltı ocaklarına yönelik olarak denetim faaliyetleri sıklaştırılmış ve çeşitli kurumlar eliyle bu faaliyetler yürütülmeye başlanmıştır.

Ülkemizde ocak havalandırmasına yönelik tüm bu olumlu sayılabilecek gelişmelere karşın neredeyse düzenli sıklıkta yaşanan ve havalandırma ile doğrudan ilişkili kazaların sürmesi yeraltı ocaklarında havalandırmaya yönelik algının ve yaklaşımın kökten değişmesi gerektiğinin açık bir göstergesidir. Zira ülkemiz yeraltı ocaklarında her ne kadar yasa ve yönetmeliklere uyulması yönünde adımlar atılsa da bu adımlar çoğu zaman göstermelik ve geçici çözümler şeklinde olmaktadır. İşletmeler çoğu zaman “*yara bandı*” yaklaşımı denilebilecek geçici ve görece olarak az maliyetli çözümler sayesinde faaliyetlerini denetimlerle (yasa ve yönetmelikler tarafından) durdurulana ya da havalandırma kaynaklı ciddi kazalar (korkular) yaşanıncaya kadar sürdürmektedir.

Tüm bunların yanında yeraltında görev alan teknik personel ve işçilerin havalandırma konusunda bilgi ve tecrübe eksiklikleri nedeniyle önemli sorunlar ortaya çıkmaktadır. Hatta havalandırma konusunda

algısını, bilgi ve tecrübesini arttırmış ve tehlikelerin farkında olan teknik personelin uyarıları ocaklarda zaman zaman alay konusu bile olabilmektedir. Havalandırmanın bir gereklilik olduğu bilinmesine karşın çoğu yeraltı ocağında “nasıl olsa hava bir yerden girer bir yerden çıkar” mantığıyla hareket edilmekte ve havalandırmaya gereken önem verilmemektedir. Bunun yanında ocakları idare eden teknik kadronun, “havalandırmamız gayet iyi, sadece ocakta çok fazla metan var”, “biz %2-3 metanda çok çalıştık” ve “bu ocak bu şekilde yıllardır çalışıyor ancak bugüne kadar herhangi bir sorun yaşamadık” ve “doğal havalandırma işimizi görüyor, bizim mekanik havalandırmaya ihtiyacımız yok” türünde şaşılacak yorumları da olağan bir hale dönüşmüş durumdadır.

3. HAVALANDIRMA PLANLAMASI

Yeraltı ocaklarında havalandırma planlaması esas itibariyle ocağın kurulum aşamasında ele alınması gereken ve ocağın ömrü boyunca titizlikle güncellenmesi gereken bir konudur. Bir yeraltı ocağının havalandırma sistemi, üretim planlaması yapılırken göz önüne alınmalı, ihtiyaç duyulan miktarda temiz havanın çalışma işyerlerine ulaşması sağlanmalı ve bu sayede gaz, toz, nem ve sıcaklık gibi olumsuz etkilerin asgari düzeye indirilmesi hedeflenmelidir. Henüz planlama aşamasındaki yeraltı ocaklarında havalandırma dikkate alınmadan yapılan ocak ve üretim planları, ocağın ömrü boyunca ciddi iş sağlığı ve güvenliği sorunlarını beraberinde getirebilmekle birlikte üretim ve zaman kayıplarına yol açabilmektedir. Planlama aşamasında yapılan hatalar ancak ocak çalışmaya başladığında ortaya çıkacağından bu noktadan sonra havalandırma sisteminin düzeltilmesi hem teknik açıdan hem de yüksek maliyetler açısından neredeyse imkansız olacaktır. Örneğin, havalandırma gereksinimleri dikkate alınmadan planlanan bir ocakta, piyasa koşullarındaki değişiklikler ve üretilen cevhere artan talep gibi sebeplerle yeni bir panonun üretime alınması, ocağa sağlanan hava miktarı yetersiz olacağından mümkün olmayabilmektedir. Bunun yanı sıra, planlama aşamasında havalandırma ihtiyaçlarının doğru belirlenmemiş olması nedeniyle ocağa hava sağlayan ana fan/fanların kapasiteleri yetersiz kalabilmekte ve ocağın artan ihtiyaçlarını karşılamak için büyük maliyetler altına girilerek ana fan/fanların kapasitelerinin artırılmasına ihtiyaç duyulabilmektedir.

Üretim yöntemi ve kirleticilerin karakteristikleri itibariyle yeraltı kömür ocakları ve metal ocaklarında havalandırma sistemlerinin tasarımında farklılıklar olabilmekle birlikte her iki tür ocakta da temel amaç kirleticilerin yasalar ve insan sağlığı gözetilerek kabul edilebilir seviyeleri indirilmesidir. Bu amaçla yeraltı madencilikinde ocaklara sağlanacak temiz hava miktarı geleneksel olarak;

- Formasyondan kaynaklı zehirli, boğucu ve/veya patlayıcı özellikteki gazların yayılım miktarlarına,
- Madencilik faaliyetlerinden kaynaklanacak solunabilir tozun miktarına,
- Ocakta kullanılan dizel ekipmanların egzozlarından ortama yayılacak gazların miktarına,
- Ocakta üretim ya da hazırlık işlerinde kullanılan patlayıcı madde miktarına ve
- Mevzuatta belirlenmiş en düşük ve en yüksek hava hızı sınırlarına göre hesaplanmaktadır.

Kömür ocaklarında temel atmosfer kirleticisi çoğu durumda metan (CH₄) olmakta ve bu gazın belirli konsantrasyonlarda patlayıcı özelliği bulunması nedeniyle ocakta CH₄ konsantrasyonunun herhangi bir tehlikeye yol açmayacak ve mevzuatta belirlenmiş seviyelerde tutulmasına yönelik sistemler tasarlanmaktadır. Bu amaca hizmet eden sistemler ise diğer kirleticilerin de tehlike arz etmeyecek seviyelerde tutulmasına olanak vermektedir. Bu kritere göre ocağa verilecek temiz hava miktarının belirlenebilmesi için çalışılan kömür damarından ve bu damarın altında ya da üstünde belirli bir mesafede (<100 m) bulunan kömür damarlarından çalışma ortamına yayılacak CH₄ gazı miktarının ölçülmesine ve/veya tahmin edilmesine ihtiyaç bulunmaktadır.

Metal ocaklarında ise patlayıcı bir atmosferin oluşması nadiren görülmekle birlikte bu ocaklarda özellikle yoğun dizel ekipman kullanımı nedeniyle dizel egzozlardan ve patlayıcı madde kullanımı nedeniyle ortama yayılan zehirli gazlar, kanserojen maddeler (DPM) ve ısı havalandırma tasarımında ana kriterler olabilmektedir.

İster yeraltı kömür isterse metal ocağı olsun özellikle tali havalandırma planlamada özel önem arz etmektedir. Zira yeraltı kömür ocaklarında hazırlık işlerinde tali havalandırma sistemlerinin kullanılmasına ihtiyaç duyulmakla birlikte çoğu yeraltı metal ocağında yöntem itibarıyla üretim tali havalandırma vasıtasıyla gerçekleştirilmektedir.

Ocak havalandırmasında ocak giriş çıkışı arasındaki, bir hava yolundaki ya da bir hava borusundaki basınç farkı (P , Pa) sistemden geçirilmek istenen hava miktarının (Q , m³/s) karesi ve sistem direnci (R , gaul ya da Ns²/m⁶) ile doğru orantılıdır (Eşitlik 1).

$$P = RQ^2 \quad (1)$$

Eşitlik 1'den anlaşılacağı üzere bir yeraltı ocağında ve/veya tali havalandırılacak bir galeri ya da ocak kesiminde uygun fanı seçebilmek için ihtiyaç duyulan hava miktarının doğru hesaplanmış olması ve sistem direncinin doğru bulunmasıyla oluşturulması gereken basınç farkının yüksek doğrulukla tespiti şarttır. Planlama aşamasında bu kriterlerin hatalı hesaplanmasının hatalı fan seçimlerine yol açacağı açıktır. Yanlış seçilen bir fan ise sisteme ihtiyaç duyulan hava miktarını sağlayamayacak ve ciddi iş güvenliği sorunları ve üretim kayıpları ortaya çıkabilecektir.

Bir yeraltı ocağında, bir hava yolunda ya da ocak kesiminde sistem direncinin bulunabilmesi için esas itibarıyla basınç farkı-hava miktarı (PQ) ölçümlerinin yapılması gerekmektedir. Ancak henüz kurulum aşamasında olan bir yeraltı ocağında henüz herhangi bir yeraltı açıklığı bulunmadığından ya da açıklıkların çok küçük bir kısmı açılmış olduğundan kollardaki dirençlerin aşağıdaki eşitlik yardımıyla hesaplanmasına ihtiyaç vardır.

$$R = kL \frac{C}{A^3} \quad (2)$$

Burada; A kesit alanını (m²), L havayolunun boyunu (m), C yolun çevre uzunluğunu (m) ve k ise sürtünme faktörünü (kg/m³) temsil etmektedir.

Çalışmakta olan ocaklarda ise pitot tüp-manometre kullanılarak kollardaki ve havalandırma yapılarındaki (hava kapısı vb.) basınç farkları ölçülmeli ve kesit alanı tespit edilerek ve anemometre yardımıyla hava hızı ölçümleri yapılarak basınç kayıpları tespit edilmelidir.

Havalandırma sistemlerinin tasarlanması için günümüzde havalandırma yazılımları kullanılıyor olsa da özellikle çalışan ocaklarda yukarıda anlatılan ölçümlerin yapılmaması ve gerçek ocak koşullarının simülasyon yazılımlarına doğru işlenmemiş olması nedeniyle ortaya çok hatalı sistem tasarımları çıkabileceği unutulmamalıdır. Gerçek ölçüm sonuçları ile simülasyon yazılımları sonuçları karşılaştırılmalı ve makul bir hata payında (<%10) sonuçların alındığına emin olunmalıdır.

4. MADEN MEVZUATI

Bir ülkedeki madencilik faaliyetleri genel olarak yasa ve yönetmeliklerden oluşan ve ülkeye özel bir maden mevzuatı kapsamında yürütülmektedir. Doğası gereği madencilik faaliyetleri çalışma, iş sağlığı ve güvenliği, çevre, arazi ve su kullanımı, vergi ve enerji gibi konulardaki pek çok yasal düzenlemeyle de yakından ilişkilidir. Ülkelerin maden mevzuatları oluşturulurken mevzuat maddelerinin bilimsel ve günün teknolojik koşullarına uygun olması madenciliğin güvenli ve ekonomik bir şekilde sürdürülmesi için büyük öneme sahiptir. Bu nedenle, maden mevzuatı kapsamının ve içeriğinin evrensel bilim temellerine dayanan şekilde ancak ülkenin şartlarını da göze alınarak ortak konsensus ile belirlenmesi, anlaşılır ve tartışmalara neden olmayacak net ifadelerden oluşturulması gerekmektedir.

Türkiye'de madenlerin aranması, işletilmesi, üzerinde hak sahibi olunması ve terk edilmesi ile ilgili genel esaslar 3213 sayılı Maden Kanunu ile düzenlenmiştir. Bunun yanında madencilik faaliyetleri sırasında ya da sonrasında oluşacak sorunların en az indirgenmesi, iş sağlığı ve güvenliği koşullarının

düzenlenmesi ve iyileştirilmesi amacıyla çeşitli yönetmelikler yayımlanmıştır. Bu yönetmeliklerden en önemlisi 6331 sayılı İş Sağlığı ve İş Güvenliği Kanunu kapsamına giren maden işyerlerini kapsayan ve 28770 sayılı Resmi Gazete'de yayımlanan Maden İşyerlerinde İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetmeliği'dir [3]. Bu yönetmelikle temel olarak, sondajla maden çıkarılan işler de dahil olmak üzere tüm yeraltı ve yerüstü maden işlerinin yapıldığı işyerlerinde çalışanların sağlık ve güvenliğinin korunması için uyulması gerekli asgari şartları belirlenmesi hedeflenmiştir. Anılan yönetmelik 2014 yılında ülkemizde meydana gelen ve 301 madencinin ölümüyle sonuçlanan Soma faciası sonrasında kapsamlı değişiklikler yapılmış ve yönetmeliğin son hali 2015 yılında yayımlanmıştır.

Maden İşyerlerinde İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetmeliği kapsam itibarıyla birçok konuya değinmekte iken 2015 yılında yapılan değişiklikler havalandırma ve iş sağlığı ve güvenliği konularında yeraltı maden işletmelerine, özellikle yeraltı kömür ocaklarına, yönelik olarak yeni koşullar getirmiştir. Yeraltı ocaklarında havalandırma ile ilgili olarak yönetmelikte dikkat çeken değişiklikler; asgari hava hızı koşulunun getirilmesi, yeraltı kömür ocaklarında merkezi gaz izleme sistemlerinin zorunlu kılınması ve buna yönelik sensör sayısının belirlenmesi, grizulu yeraltı kömür ocaklarında gaz degajı riskinin belirlenmesi, kömür damarlarının kendiliğinden yanmaya yakınlıklarının belirlenmesi ve (kalıcı) bekleme barajlarının nitelikleri olarak dikkat çekmektedir.

Maden İşyerlerinde İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetmeliğinde yapılan bu değişiklikler amaç itibarıyla olumlu olsa da uygulamada birçok sorunu beraberinde getirmiştir. Özellikle yönetmeliğin yayımlanmasını takiben yönetmelikte yukarıda sayılan maddeler ile ilgili kullanılan muğlak/eksik/hatalı ifadeler ve pratikte uygulanması mümkün olmayan bazı şartların getirilmesi gibi çeşitli durumlar nedeniyle sorunlar ortaya çıkmıştır. Bu duruma neden en büyük sebebin yönetmeliğin kimler tarafından oluşturulduğunun, bu yönetmelikleri oluşturan kişilerin anılan konularda yetkinliklerinin bilinmemesi ve yönetmeliğin paydaşlarca tartışılmadan yayımlanması olduğu düşünülmektedir.

Örneğin, Maden İşyerlerinde İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetmeliğinde yeraltı ocaklarında asgari hava hızının her halde $0,5 \text{ m/s}$ 'den düşük olamayacağı belirtilmiştir. Bu şart yeraltı ocaklarında koşulların iyileşmesi açısından olumlu bir düzenleme gibi görünse de pratikte, özellikle orta ve büyük ölçekli yeraltı ocaklarında, bu şartın sağlanması oldukça zordur. Zira bir yeraltı ocağının her kesiminde asgari hava hızının $0,5 \text{ m/s}$ olarak düzenlenmesi ancak ocaktaki ana havalandırma koşullarının geliştirilmesi ile mümkün olabilir. Bunun için ise ya ocağın ya da ocak kesimlerinin dirençlerinin azaltılmasına, ki bu pratik olarak pek de mümkün değildir, ya da ana fan ve tali fanların kapasitelerinin artırılmasına ihtiyaç duyulmaktadır. Ana fan ve tali fanların ilk yatırım maliyetleri düşünüldüğünde halihazırda çalışan ocaklarda bu koşulun yerine getirilmesi neredeyse imkansızdır. Nitekim, yazarın tecrübeleri de yeraltı ocaklarının büyük bir bölümünde $0,5 \text{ m/s}$ asgari hava hızı şartının yerine getirilmediği yönündedir. Ayrıca, yönetmelikte $0,5 \text{ m/s}$ hava hızının galeri kesitinin neresinde ölçüleceğine yönelik bir ibare bulunmamaktadır. Oysa ki böylesi bir düzenleme yapıldığında asgari hava hızı şartının ölçüm yapılan galerideki "ortalama hava hızı" olması gerektiğinin belirtilmesi gerekmektedir.

Benzer şekilde yeraltı kömür ocaklarında merkezi gaz izleme sistemlerine yönelik olarak ocaklarda izlenmesi gereken gazlar ve kurulması gereken asgari sensör sayısı yönetmelikte belirtilmekte ise de bu sensörlerin galeri kesiti içerisinde nereye yerleştirileceği hakkında en ufak bir bilgi bulunmamaktadır. Bu durumda ocaklarda kurulan sensörlerin galeri kesiti içindeki yerleri ocak personelinin inisiyatifine bırakılmakta ve bu da pratikte çoğu durumda ölçüm yapamayan ya da yanlış ölçüm yapan sensör verilerinin ocak atmosferine yönelik değerlendirmelerde kullanılmasına yol açmaktadır. Bu tür hatalı verinin kullanılmasının ise hatalı değerlendirmelere ve hatta büyük tehlikelere yol açacağı açıktır. Ayrıca yönetmeliğe göre, bir üretim ve bir de hazırlık işyeri olan bir yeraltı kömür ocağında zorunlu olarak kullanılması gereken asgari sensör sayısı 30'dur. Bu sayı, orta ve büyük ölçekli ocaklarda kolaylıkla 100'ün üzerine çıkmaktadır (TTK Karadon: > 500 sensör). Sensör sayısının bu denli yüksek olması ise hem sistemin verimliliğini hem de güvenilirliğini azaltmakta zira sensörlerin kalibrasyonu zorlaşmakta ve ocakta farklı noktalarda çok sayıda sensör bulunması nedeniyle takipleri zorlaşmaktadır.

Anılan yönetmelikte kömür damarlarının ani püskürmeye (gaz-kömür degajı) yakınlıklarının değerlendirilmesi amacıyla bir madde bulunmakta ve bu riskin değerlendirilmesi için kömür damarlarının "gaz içeriklerinin" ve "kömürün desorpsiyon kapasitesinin" bilimsel bir yöntemle değerlendirilmesi hükme bağlanmıştır. Burada hangi sınır gaz içeriğinden sonra riskin oluşabileceği

ifade edilmediği gibi “*desorpsiyon kapasitesi*” diye literatürde bulunmayan ve fizik ilkelerine ters bir kavramın da yönetmeliğe girişi ilginçtir. Çeşitli ülkeler kendi şartlarına göre gaz değajı sınırlarını belirlemiş ve hatta riski değerlendirmek adına çeşitli indeksler geliştirmiş durumdadır [1]. Ayrıca, bir gazın desorpsiyon kapasitesi olamayacağı gibi ancak desorpsiyonun hızından bahsetmek mümkündür.

Ülkemizde yürürlükte olan Maden İşyerlerinde İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetmeliğinde yeraltı kömür ocaklarında zehirlenme, yangın ve patlama gibi önemli iş sağlığı ve güvenliği tehlikelerine yol açabilen kendiliğinden yanmaya yönelik olarak da çeşitli hükümler konulmuştur. Bu hükümlerde, kendiliğinden yanmaya elverişli ocaklarda tutuşmanın önlenmesi veya erken fark edilmesi için bekleme barajları da dahil olmak üzere gerekli tedbirlerin alınması gerektiği belirtilmiş ancak bu tedbirlerin ne olduğundan bahsedilmemiştir. Bu maddelere dayanılarak yeraltı ocaklarında çalışılan damarların kendiliğinden yanmaya yatkınlıklarını gösteren bilimsel çalışmalar yapılması istenmektedir. Buan bağlı olarak da bir kömür ocağından alınan bir, bazen iki örnek üzerinde yapılan yatkınlık testleri ile kömür damarlarının kendiliğinden yanmaya yatkınlıklarının belirlenmesi gibi son derece yetersiz bir uygulama gelişmiştir. Zira sınırlı sayıda kömür örneğinin koca bir ocağı temsil edemeyeceği açıktır. Ayrıca ocak şartlarının laboratuvar ortamında temsil edilmesi neredeyse imkansızdır. Buna bağlı olarak gelişmiş madencilik ülkelerine bakıldığında kömürün kendiliğinden yanmasının ocaklarda erken farkedilmesi, önlenmesi ve gelişen olaylarda hangi yolların izleneceği gibi konularda detaylı standart ve uygulama dokümanları (code of practice) yayımlanmıştır.

Yeraltı ocaklarında çalışanların uygun şartlarda çalışmasını temin etmek havalandırma sisteminin önemli görevlerinden birisi ve yakından izlenmesi gereken bir diğer konu ise termal konfordur. Maden İşyerlerinde İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetmeliğinde buna yönelik olarak ocağın çeşitli kısımlarında sıcaklık ve nemin düzenli olarak ölçülmesi gerektiği hüküm altına alınmış olsa da hangi sıcaklık ve hangi tür nemin ölçüleceği konusunda bir bilgi bulunmamaktadır. Oysa bir ortamda termal koşulların ve efektif sıcaklığın tespit edilebilmesi için kuru ve yaş sıcaklıkların ölçülmesi yanında bağıl nemin de ölçülmesine ihtiyaç bulunmaktadır.

Maden İşyerlerinde İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetmeliğinde havalandırma ile dolaylı ilişkili bir diğer konu ise kalıcı bekleme barajlarının dayanımıdır. Yönetmelikte bu konuya yönelik olarak bu barajların hava sızdırmaz, basınca dayanıklı ve tahrip olmayacak şekilde kurulması ve ocak gazları yönünden sürekli kontrol altında bulundurulması hüküm altına alınmıştır. Ayrıca, bu barajların ne kadarlık bir patlama basıncına ya da hidrostatik basınca dayanıklı olacağına hesaplanması ve sağlık ve güvenlik dokümanına işlenmesi de hüküm altındadır. Ancak yönetmelikte ne barajların inşasında kullanılacak malzemelerin özellikleri ne de dayanımına yönelik olarak bir bilgidен bahsedilmemiştir. Bu durumda sanki barajların sadece var olması ve dayanımlarının hesaplanmış olması yeterli gibi görünmektedir. Oysa ki yönetmelikte barajlarla ilgili dayanım ve inşaa kriterlerinin net olarak ifade edilmesi tehlikelerin önlenmesi açısından önem arz etmektedir. Örneğin, ABD’de 2006 yılında Sago (Virginia) ve Darby (Kentucky) Ocaklarında yaşanan ve sırasıyla 12 ve 5 madencinin ölümü ile sonuçlanan patlamalar sebebiyle o zamanki mevzuata uygun malzeme ve dayanımda yapılan barajların yenilmesi nedeniyle deneysel bir yeraltı ocağında büyük bütçeli bir bilimsel araştırmanın sonucundaki bulgulara göre mevzuattaki baraj dayanım parametreleri değiştirilmiş ve net rakamlar ile barajların hangi durumlarda hangi basınçlara dayanması gerektiği hüküm altına alınmıştır [4].

Dünyanın önde gelen madencilik ülkelerinin maden mevzuatların ve oluşturulma biçimleri incelendiğinde bu konunun oldukça ciddiye alınan, bilimsel temellere dayanmayan değişikliklerden kaçınan ve en önemlisi tüm sektör paydaşlarının katılımı ve görüşleri ile şekillenen yasal değişiklikleri içermekte olduğu görülmektedir. Bu ülkelerde özellikle yaşanan facialardan dersler çıkarıldığı görülmekte, yapılacak değişikliklerin uzun süreli ve büyük bütçeli bilimsel faaliyetler ve tüm paydaşların katılımının sağlandığı tartışmalar sonucunda ortaya çıktığı kolayca anlaşılmaktadır.

5. OCAK HAVALANDIRMASINDA YAPILAN TEKNİK HATALAR ve ÖZENSİZ DAVRANIŞLAR

Yeraltı ocaklarında yapılan teknik hataların temelinde havalandırmanın ocak planlamasından ayrı bir iş gibi düşünülmesi yatmaktadır. Oysa havalandırma, ocak planlamasının tüm süreçlerinde eş zamanlı olarak düşünülmesi ve ocak faaliyete başladıktan sonra da yakından takip edilmesi gereken bir işdir. Ocakların faaliyetleri sırasında ortaya çıkan havalandırma kaynaklı sorunlar birçok durumda planlama aşamasında havalandırma ile ilgili yapılan hatalar nedeniyle ortaya çıkmaktadır. Böylesi durumlarda ana fan seçimleri çoğunlukla hatalı yapılmakta, yasal yükümlülüklerin karşılanmasında zorluklar yaşanmakta, ocaklarda yetersiz havalandırma koşulları nedeniyle ciddi iş sağlığı ve güvenliği tehlikeleri yaşanabilmekte ve hatta üretim faaliyetlerinin sürdürülmesi bile tehlikeye girmektedir. Geri döndürülemez olacak olması nedeniyle havalandırma planlamasında yapılan hatalar çoğu zaman görmezden gelinmekte ya da inkar edilmekte ve hatta çalışmalar uygun olmayan koşullarda sürdürülmektedir.

Bir yeraltı ocağında doğru ve etkin bir havalandırma sisteminin planlaması ve uygulanabilmesi için havalandırma ile ilgilenen teknik personelin akışkanlar mekaniği ve ocak havalandırması ile ilgili temel kavramları ve prensipleri çok iyi özümsemiş olması elzemdir. Bu kapsamda teknik personel; zehirli/patlayıcı ocak gazlarının ve tozun özellikleri ve kontrolü, havalandırma ölçmeleri, sürekli izleme sistemleri, sensör verilerinin değerlendirilmesi, ocak yangını riskleri, kendiliğinden yanma, fanlar ile ana ve tali fan uygulamaları, kaçış ve kurtarma planlaması, ocak havalandırma ekonomisi ve ısı stresi yönetimi gibi birçok havalandırma uygulaması konularında yetkin olmalıdır. Bu noktada meslektaşların tecrübelerinden yararlanmak son derece faydalı olsa da “*doğru bilinen yanlışların*” sürdürülmemesi için tüm bilgi ve tecrübeler teknik personel tarafından daima sorgulanmalı, bilim ve mühendislik ilkelerinden ödün verilmemelidir.

Son yıllarda hayatımıza yoğun olarak giren havalandırma planlaması ve uygulamasına yönelik simülasyon yazılımlarının kullanılması her ne kadar teknik personelin işini kolaylaştırıyor gibi görünse de hem çalışan ocaklarda havalandırma sistemlerinin bu yazılımlarda hatalı modellenmesi hem de planlama aşamasında yapılan hatalar nedeniyle ciddi sorunlar oluşabilmektedir. Özellikle çalışan ocaklarda basınç farkı-hava miktarı (P-Q) ölçümleri yapılmadan oluşturulan modellerin mevcut ocağı doğru temsil etmesi neredeyse imkansızdır. Bu nedenle bu modellere göre yapılacak değişiklikler ve verilecek kararların da yanlış olması kaçınılmazdır.

Ülkemizdeki yeraltı ocaklarında havalandırma ile ilgili olarak en tehlikeli durumlara yol açan konu “*bir şey olmaz*” yaklaşımıdır. Bu yaklaşım, bilimsel havalandırma ilkelerinin teknik personelin kendi yorumları ve tecrübesine göre kafasında oluşturduğu havalandırma algısına tercih edildiği ve birçok durumda büyük kazalara yol açan bir yaklaşımdır. Bilgi eksikliği ve aşırı özgüveni beraberinde getiren bu yaklaşım nedeniyle evrensel havalandırma prensipleri terk edilmekte ve kurallara uyulmamaktadır.

Ocaklarda çalışan teknik personelin havalandırma bilgi ve tecrübesinin artırılması yanında işçilerin de havalandırma sistemlerinin önemi, tehlikeler ve riskler konusunda etkin bir şekilde bilgilendirilmesi şarttır. İşçilerin bilgi ve görgüsünün arttırılmadığı ocaklarda gürültü yapıyor diye tali fanların kapatıldığı, soğuk ortam yaratıyor diye fantüplerin ağızlarının büzüldüğü, zehirli/patlayıcı ortamlarda faaliyetlerin sürdürüldüğü durumlar ortaya çıkabilmektedir. Bu konuya yönelik olarak algının geliştirilmesi için ülkemizde ve dünyada yaşanan ve havalandırma kaynaklı faciaların masaya yatırılarak tartışılmasının etkili olabileceği düşünülmektedir.

6. HAVALANDIRMA EĞİTİMİ VE FARKINDALIĞIN ARTTIRILMASI

Yeraltı ocaklarında havalandırma, akışkanlar mekaniği, termodinamik, fizik, kimya, mekanik gibi birçok konuyla yakında alakalı ve her ne kadar basit olarak algılansa da bilgi ve tecrübe gerektiren zaman zaman anlaşılması güç bir konudur. Bu nedenle havalandırma ile ilgilenen teknik personelin çok çeşitli konularda bilgisinin, tecrübesinin ve farkındalığının arttırılmasına ihtiyaç bulunmaktadır. Bu noktada üniversite eğitiminin önemi büyüktür.

Gelişmiş madencilik ülkelerine ait yeraltı ocaklarında yaşanan havalandırma ile ilgili doğrudan ya da dolaylı olarak ilgili kazaların sıklığının ve büyüklükleri bu tür kazaların ülkemizdeki sayısı, sıklığı ve büyüklüğü ile karşılaştırıldığında maden mühendisliği eğitiminin bu durumdaki payının sorgulanması kaçınılmazdır.

Ülkemizde çeşitli illerde bulunan 24 Maden Mühendisliği bölümü aktif olarak faaliyet göstermektedir. Son yıllarda dünyada olduğu gibi ülkemizde de madencilik çevreye olan olumsuz etkilerinden kaynaklı madencilik karşıtı düşüncelerin artması, sosyal medya etkisi ve ülkemizde yaşanan büyük çaplı maden kazalarının sıklığı nedeniyle bu 24 bölümden ODTÜ, İTÜ ve Hacettepe Üniversitesi Maden Mühendisliği bölümleri dışındaki üniversitelerin büyük bir kısmına kaydolan öğrenci sayıları hızla azalmış hatta bazı üniversitelerin Maden Mühendisliği bölümleri kapanırken bir kısmını çok az sayıda öğrenci tercih etmiş ve büyük bir kısmına ise yerleşen öğrenci olmamıştır. Buna bağlı olarak çoğu üniversitenin Maden Mühendisliği bölümlerindeki öğretim üyesi sayısı ya kuruluşundan itibaren yetersiz sayıda kalmış ya da öğrencilerin tercih etmemesi nedeniyle bu bölümlere YÖK tarafından yeni öğretim üyesi kontenjanı verilmediği için öğretim üyesi sayılarında azalmalar yaşanmıştır.

Yukarda sayılan sebeplerin dışında akademik olarak akademik yayın, proje vb. üretilmesinin görece olarak zor olduğu düşünülerek çoğu akademisyen kaya mekaniği, mekanizasyon, cevher hazırlama, maden ekonomisi gibi konulara yönelmiş ve bu durumda ocak havalandırması konusunda uzmanlaşmış akademik personelin sayısının azalması da kaçınılmaz olmuştur. Ayrıca, buldukları bölge ve yöreler itibarıyla bölümler doğal olarak yakın çevredeki madencilik faaliyetlerine yönelmiş ve bu durum ise çalışmaların ve ilginin bazı bölümlerde açık işletmecilik, bazılarında mermer ve doğal taş madenciliği, bazılarında ise cevher hazırlama ve tesis tasarımı gibi konularda yoğunlaşmasına yol açmıştır. Endüstride olduğu gibi akademide de havalandırmaya ilginin azalmasının bir sonucu olarak Maden Mühendisliği bölümlerinde havalandırma konusunun da geri planda kaldığı sonucu çıkarılabilir. Her ne kadar temel bir ders olması nedeniyle müfredatlarda bulunsun da madenlerde havalandırma dersinin rutin bir içeriğe sahip bir ders konumuna dönüşmüş olduğu ve hatta bu dersin çoğu durumda diğer konularda uzmanlaşmış akademik personel tarafından verilmek zorunda kaldığı görülmektedir. Buna bağlı olarak bölümlerinde havalandırma laboratuvarı ve teçhizatı bulunan bölümlerin ders içeriklerinde bile özellikle havalandırma ölçmeleri gibi pratik uygulamalara yönelik eksikliklerin bulunması kaçınılmaz hale gelmiştir.

Bunun yanında mühendislik eğitimi kapsamında alınması gereken ve havalandırma için büyük önem arz eden akışkanlar mekaniği ve termodinamik gibi derslerin genellikle konu itibarıyla İnşaat Mühendisliği ve Makine Mühendisliği Bölümlerinde görev alan akademik personel tarafından verilmesinin öğrencilerin bu konuların ocak havalandırması ile doğrudan ilişkili olduğunu çoğu zaman fark etmemelerine yol açtığı söylenebilir. Bunun sonucu olarak Maden Mühendisliği bölümlerindeki öğrencilerin havalandırmaya ilgilerinin azaldığı, temel kavram ve bilgi eksiklikleri nedeniyle çalışma hayatında da havalandırma konularından uzaklaşmaya devam ettikleri yazar tarafından gözlenmiştir. Son yıllarda bünyesinde çok sayıda maden mühendisi çalışan, maden mühendisi kamu görevlilerince sık denetim geçiren yeraltı ocaklarında yaşanan ve havalandırma ile doğrudan ya da dolaylı olarak ilişkili kazalar havalandırma eğitimi konusunda eksikliklerimizin bulunduğu bir göstergesi olarak algılanmalıdır.

ABD, Kanada ve Avustralya gibi önemli madencilik faaliyetleri yürütülen gelişmiş ülkelere bakıldığında, toplum nazarında madencilik ile ilgili algının kötüleşmesinin hem öğrenci sayılarında hem de maden mühendisliği bölümlerinin sayısında bir azalmaya neden olduğu görülmektedir. Bu ülkelerden Kanada ve ABD'de yıllık mezun sayıları 300 civarında iken Avustralya'da bu sayı 200'ler mertebesine gerilemiştir [6]. Havalandırma eğitimi açısından bakıldığında bu ülkelerde havalandırmaya yaklaşımın ve havalandırmaya verilen önemin büyük olduğu bu ülkelerin yeraltı ocaklarında havalandırma kaynaklı kazaların azlığı ile anlaşılmaktadır. Hatta havalandırma eğitimine öylesine önem verilmektedir ki örneğin Nevada Üniversitesi'nde bulunan ve güncellenmesi için özel bir firma tarafından 200.000 USD bütçeyle bulunan bir havalandırma laboratuvarında havalandırma ölçümlerinin tamamı pratik ve neredeyse gerçek ölçülerde gerçekleştirilebilmektedir [7].

Ülkemizde havalandırmaya olan ilgi ve farkındalığının azlığını tek başına üniversite eğitimine bağlamak uygun değildir. Zira aktif olarak yeraltı ocaklarında çalışan maden mühendislerinin de havalandırma konusunda eksikliklerinin tamamlanması ve havalandırma konusunda çalışmalar

yürütmelerinin hem meslek odalarınca hem de sektörece desteklenmesi gerekmektedir. Bu kapsamda kamu ya da özel sektörece düzenlenecek, desteklenecek ve konunun uzmanlarınca verilecek etkin ve uygulamalı havalandırma eğitimlerinin olumlu bir etki yapabileceği açıktır. Bunun yanında Türkiye’de yeraltı ocaklarında havalandırma konusunda kamu ve özel sektör tarafından desteklenecek uygulamaya yönelik bilimsel projelerin bu konuda önemli katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

SONUÇ

Yeraltı ocaklarında havalandırma “*ocağın can damarı*” olarak nitelendirilebilecek ve uygun şekilde tasarlanmaz ve uygulanmaz ise diğer çalışmaların yapılmasını olanaksız kılan bir konudur. Bu anlamıyla yeraltı ocaklarında iş sağlığı ve güvenliğinin temini açısından oldukça önemli bir araç konumundadır. Türkiye’de yeraltı ocaklarında neredeyse düzenli denilebilecek sıklık ve büyüklükte yaşanan ve havalandırma ile doğrudan ya da dolaylı olarak ilgili kazalar hem akademinin hem de madencilik sektörünün konuya yeterli ilgi göstermediğinin bir göstergesidir. Dünyada büyük ölçekli madencilik yapan gelişmiş ülkelerdeki durumlar ile karşılaştırıldığında bu çıkarım daha da önem kazanmaktadır. ABD, Avustralya, Kanada ve hatta Çin ile karşılaştırıldığında üretim miktarı açısından bu ülkelerin çok çok gerisinde olan ülkemizde yeraltı ocaklarında havalandırmaya bağlı kazaların ve ölümlerin sayısı korkutucu boyuttadır.

Ülkemizdeki bu durumun birbiriyle yakından ilişkili birçok sebebi olmakla beraber esasen bu sebeplerin tek tek ele alınmasından ziyade bir bütün olarak ele alınmaları gerekmektedir. Ocak havalandırması konusunda iyi yetişmemiş bir maden mühendisinin doğru bir havalandırma tasarımı yapamayacağı, bu nedenle ocaklardaki uygulamalarda hatalar yapılabileceği ve aksaklıkları çözümenin zor olacağı, havalandırma bilgisi ve tecrübesi eksik sektörün ve bürokratların oluşturacağı mevzuatların sorunlar içereceği, mevzuatların pratikte uygulanması sırasında sorunlar oluşacağı, anılan sebeplerle denetleme mekanizmasının etkili bir şekilde çalışamayacağı ve tüm bunların sonucu olarak kazaların önlenemeyeceği açıktır.

Özellikle mevzuat oluşturma sürecinde konun uzmanlarının bir araya gelerek havalandırmaya yönelik tüm mevzuat içeriğinin bilimsel temellere dayanan ve ülkenin şartlarını da göze alacak biçimde belirlenmesi, belirlenen içeriğin paydaşlarla mutlaka tartışılması ve ortak kabul görmesi esas olmalıdır. Mevzuatların muğlak/eksik/hatalı ve yoruma yol açacak maddeler içermesinden özellikle kaçınılmalı ifadeler net ve anlaşılır olmalıdır. Mevzuata konulacak maddelerin uygulanması sırasında pratikte ortaya çıkabilecek sonuçlar mutlaka detaylı olarak irdelenmelidir.

Ülkemizde madencilğe yönelik kamu kurumları ve özel sektör ocaklarında hazırlık, üretim, iş sağlığı ve güvenliği gibi konularda müdürlükler, başmühendislikler vb. gibi birimler ve kadrolar bulunuyor olsa da havalandırma ile ilgili birim ve kadrolar ya lağvedilmiş ya da hiç kurulmamıştır. Bu durumda havalandırma rutin bir iş gibi algılanmakta ve çoğu durumda uzmanlaşmamış mühendisler teslim edilmektedir. Bu ise yeraltı ocaklarında havalandırma ile ilgili birçok sorunun fark edilememesine, fark edilse bile bilgi ve tecrübe eksikliği nedeniyle “*nasıl olsa bir şey olmaz*” yaklaşımı ile önemsenmemesine yol açabilmektedir. Bu durumun düzeltilebilmesi için işletmelerde Havalandırma Daire Başkanlığı/Müdürlüğü gibi birimlerinin kurulması ve görevi sadece ocak havalandırması olan başkaca herhangi bir görevi olmayan teknik kadroların bu birimlerde istihdam edilmesinin çok yararlı olacağı düşünülmektedir. Buna yönelik olarak ülkemiz yeraltı ocaklarında “Havalandırma Mühendisi” kavramının yerleşmesi gerektiği değerlendirilmektedir. Bu kavram sadece yeraltı ocaklarında değil bu ocakları denetleyecek kamu görevlileri için de geçerli olmalıdır. Yeraltı ocaklarını denetleyen kamu görevlilerinin kontrol etmesi gereken çok sayıda parametre olduğu göze alındığında bunun başarılması oldukça güç bir iş olduğu ve denetimlerin bu nedenle çoğu zaman etkin olmadığı söylenebilir. Buna yönelik olarak yeraltı ocaklarının sadece havalandırmaya yönelik olarak uzmanlaşmış denetim personeli tarafından denetlenmesi havalandırma ile ilgili problemlerin tespiti ve iyileştirilmesi açısından son derece faydalı olacaktır.

Yeraltı ocaklarında çalışacak maden mühendislerinin havalandırma konusunda yetiştirilmesi, konuya ilginin ve farkındalığın artırılması için üniversite eğitiminde havalandırmaya verilen önem

arttırılmalıdır. Buna yönelik olarak konuda uzmanlaşmış akademik personel sayısının artırılması hedeflenmelidir. Bunun yanında kamu ve özel sektörde çalışan mühendislerin havalandırma konularında bilgi, tecrübe ve ilgilerini arttırmaya yönelik eğitim ve uygulamalara önem verilmelidir. Ocaklarda havalandırma koşullarının iyileştirilmesine yönelik olarak uygulamaya dönük bilimsel projeler hem kamu hem de özel sektör tarafından desteklenmelidir.

Yeraltı ocaklarında havalandırmanın en etkin iş sağlığı ve güvenliği aracı olduğu unutulmamalı, bu konuya gereken önem verilmelidir. Aksi takdirde ülkemizde tecrübe edilen acı olayların tekrar tekrar yaşanacağı ve yeraltı madencilik sektörünün saygınlığını yitirmeye devam edeceği unutulmamalıdır. Bu bağlamda ülkemizdeki havalandırma algısının değiştirilmesi şarttır. Bu amaçla tüm paydaşların üstüne düşeni eksiksiz yapmaları gerekmektedir.

KAYNAKLAR

- [1] GÜNAY, E., SOYLU, A., FİŞNE, A., BARIŞ, K., “Yeraltı Maden Ocaklarında Hafife Alınan Bir İş Sağlığı ve Güvenliği Aracı: Havalandırma”, Uluslararası Maden İşletmelerinde İş Sağlığı ve İş Güvenliği Sempozyumu, 12-13 Mayıs, Adana, Türkiye, 2022.
- [2] BRAKE, R. “Ventilation Challenges Facing The Metalliferous Sector, The Australian Mine Ventilation Conference, Australia, 2013.
- [3] ÇSGB., “Maden İşyerlerinde İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetmeliği”, Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı, 19.09.2013 tarihli Resmi Gazete No:28770, 2013.
- [4] YILMAZ, O., BARIŞ, K., “A Numerical Approach to the Design Parameters of Permanent Stoppings (Seals and Bulkheads) in turkish Underground Coal Mines”, Arabian Journal of Geosciences, 11, 2018.
- [5] KAYMAKOĞLU, B., TOMBAL KARA T. D., “Türkiye’de Maden Mühendisliği Eğitimine İstatistiksel Bakış”, Bilimsel Madencilik Dergisi, 61(4), 2022.
- [6] BARIŞ, K. “Gelişmiş Ülkelerde Maden Mühendisliği Eğitimi”, 10. Maden Mühendisliği Eğitim Çalıştayı, TMMOB Maden Mühendisleri Odası, Kasım 2019 (yayımlanmamış).
- [7] <https://www.unr.edu/nevada-today/news/2018/newmont-mine-lab>

ÖZGEÇMİŞ

Kemal BARIŞ

1977 yılı Ankara doğumludur. 2000 yılında ODTÜ Mühendislik Fakültesi Maden Bölümünü bitirmiştir. Zonguldak Karaelmas Üniversitesinden 2006 yılında Yüksek Mühendis ve 2010 yılında ise Doktor unvanını almıştır. 2002-2011 yılları arasında Araştırma Görevlisi, 2011-2013 yılları arasında Yrd. Doç. ve 2013-2021 yılları arasında Doçent olarak Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesinde görev yapmıştır. Halen aynı üniversiteye bağlı Zonguldak Meslek Yüksekokulu Madencilik ve Maden Çıkarma Bölümünde Prof. Dr. olarak görev yapmaktadır. Madenlerde havalandırma, kömür kökenli metan, kömürün kendiliğinden yanması, enerji ve enerji politikaları ile madencilik ve sürdürülebilirlik konularında çok sayıda ulusal ve uluslararası yayını ve çalışması bulunan araştırmacı bir yılı ABD’de, dört ayı Avustralya’da ve üç ayı da Almanya’da olmak üzere çeşitli ülkelerde araştırmacı bilim adamı olarak görev yapmıştır.