



Derleme / Review

ALEV YÜRÜTMEZ BANT KULLANIMININ YERALTI METAL MADENCİLİĞİ İÇİN DEĞERLENDİRİLMESİ

EVALUATION OF FLAME RETARDANT BELT USAGE FOR UNDERGROUND METAL MINING

Bülent Erdem^{a,*}, Atilla Ceylanoğlu^a, Zekeriya Duran^b

^a Cumhuriyet Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, SİVAS

^b Cumhuriyet Üniversitesi, Sivas MYO, SİVAS

Geliş Tarihi / Received : 9 Ağustos / August 2016

Kabul Tarihi / Accepted : 14 Kasım / November 2016

Anahtar Sözcükler:

Konveyör bandı,
alev yürütmez,
yangın algılama,
yangın söndürme.

Keywords:

Conveyor belt,
flame retardant,
fire detection,
firefighting.

ÖZET

Günümüzde birçok yeraltı maden işletmesi cevher nakliyatının tümünü ya da belirli bir bölümünü bantlı konveyör sistemleri ile gerçekleştirmektedir. Bu çalışmada, yeraltı işletme yöntemleri ile metalik cevher çıkaran ocaklarda bantlı konveyör sistemleri kullanılması durumunda konveyör bandının alev yürütmez özelliğinin gerekliliği, iş güvenliği açısından incelenmiş ve altı değişik ölçüt dikkate alınarak değerlendirilmiştir.

ABSTRACT

Today, many underground mines are realizing all or a certain portion of the ore transportation by belt conveyor systems. In this study, the requirement to deploy flame-retardant conveyor belts in the case of operating belt conveyor haulage systems in underground metallic mines is investigated from the occupational safety point of view and evaluated taking into account six different criteria.

* bulent@cumhuriyet.edu.tr

GİRİŞ

19.09.2013 tarih ve 28770 sayılı Resmi Gazete'de yayımlanarak yürürlüğe giren Maden İşyerlerinde İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetmeliği, 10.3.2015 tarih ve 29291 sayılı Resmi Gazete'de yayımlanan Maden İşyerlerinde İş Sağlığı Ve Güvenliği Yönetmeliğinde Değişiklik Yapılması Hakkında Yönetmelik ile değişikliğe uğramıştır. Buna göre Yönetmelik Ek-1'inin 2.1.8 inci bendinden sonra gelmek üzere aşağıda verilen 2.1.9 uncu bent eklenmiştir: "2.1.9. Bant konveyörler antistatik ve alev yürütmez özellikte olmalı; ısınmayı veya tutuşmayı tespit etmek üzere sensörler ve ortaya çıkabilecek herhangi bir yangının ilerlemesini durduracak sıklıkta soğutma/söndürme sistemi ile donatılmalıdır."

Birçok yeraltı maden işletmesi cevher nakliyatının tümünü ya da belirli bir bölümünü bantlı konveyör sistemleri ile gerçekleştirmektedir. Mart 2015 tarihli Yönetmelik değişikliğinden sonra yeraltı işletme yöntemleri ile kömür çıkaran ocaklar haricindekiler, bu uygulamanın kendilerini kapsamaması hususunda görüşler oluşturmuşlardır. Bu nedenle bu çalışma, yeraltı işletme yöntemleri ile metalik cevher çıkaran ocaklarda bantlı konveyör sistemleri kullanılması durumunda konveyör bandının alev yürütmez özellikte olmasının iş güvenliği açısından değerlendirilmesi üzerine yoğunlaşmıştır.

1. ÖLÇÜTLER VE DEĞERLENDİRMELER

1.1. Değerlendirme Ölçütleri

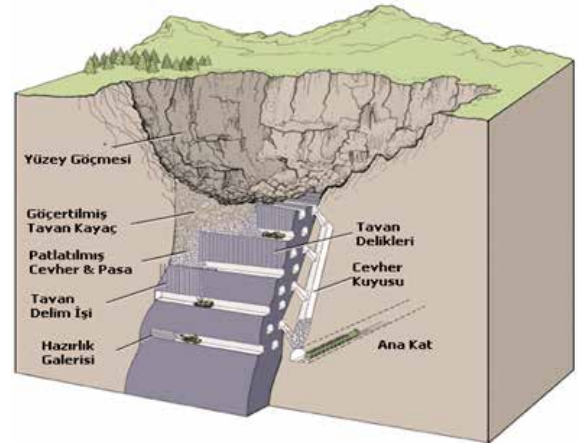
- Bu çalışma kapsamında, yeraltı metalik cevher ocaklarında halen işletmede olan ve aleve dayanıksız konveyör bandı kullanılan bantlı konveyör ile taşıma sistemlerinin çalışma emniyeti uygunluğunun değerlendirilmesi aşağıdaki maddelerde verilen ölçütler gözetilerek yapılmıştır.
- Yeraltındaki üretim bölgeleri ile nakliye sistemi arasında etkileşim ve bağlantının olup olmadığının değerlendirilmesi,
- Yeraltı işletmelerinin bulunduğu formasyonların yanıcı ve yakıcı gaz içeren kayaç yapısına sahip olup olmadığının değerlendirilmesi,
- İşletmelerde uygulanmakta olan iş sağlığı ve güvenliği çalışmalarının herhangi bir yangın durumuna ilişkin yeterliliğinin değerlendirilmesi,

- Konveyör bantlarının özelliklerinin, yanma olasılığı ve ilintili risklerin değerlendirilmesi,
- Yeraltı işletmelerinde kurulu olan gaz izleme sistemi, nakliye galerilerinde kurulu olan yangın algılama ve söndürme sisteminin değerlendirilmesi,

Alev alabilir bantların 10.03.2015 tarihli Resmi Gazete'de yayımlanan Maden İşyerlerinde İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetmeliği'nde değişiklik yapan Yönetmeliğin Ek-1 2.1.9. maddesi hükmüne göre anti-statik ve alev yürütmez özellikteki bantlar ile değiştirilmesinin çalışma emniyeti bakımından gerekli olup olmadığının değerlendirilmesi.

1.2. Yeraltı Üretim Yönteminin Değerlendirilmesi

Özellikle masif yatakların ve orta kalınlıktaki dik damarların kazanılmasında ülkemizde ve dünyada birçok yeraltı metal işletmesinde başarıyla uygulanan arakatlı göçertme yöntemi, tavan patlatması ile alınan cevher boşluğuna tavantaşının dolmasıyla alt kotlara inilmesi esasına dayanmaktadır (Şekil 1). Cevherin ekonomik biçimde üretilebilmesi için ana hazırlık işlerinin tamamı taban kayaçta yapılmaktadır.



Şekil 1. Arakatlı göçertme yöntemi (Hustrulid, 1982)

Bu yöntemde belirli bir tavan kotundan aşağıya doğru düzenli aralıklarda imalat katları oluşturmakta, katlar arası ana ulaşım galerisi (spiral rampa) üzerinden belirli kotlarda cevhere bağlantı galerileri, cevher sınırlarına paralel yörunge izleyen hazırlık galerileri ve cevher gövdesi içinde üretim galerileri açılmaktadır. Üretilen cevher, ocak içinde bantlı konveyör ile nakliyat tercih edildiğinde, katlar arası ana ulaşım galerisi ile

üretim kuyusuna taşınarak buradan taban kotuna kurulmuş olan kırıcı dairesine nakledilmekte ve birincil kırma işlemine tabi tutulmaktadır. Boyutu küçültülen cevher yeraltı nakliye galerisi şebekesinde kurulu bantlı konveyör sistemi ile yeryüzüne ya da kuyu ihraç sistemine taşınmaktadır.

Arakatlı göçertme yöntemi mekanize olup işletme yönteminin doğası gereği her ekipman türü, genellikle ocağın belirli katlarında kullanılacak biçimde izole edilmektedir. Yüksek düzeyli mekanizasyon sayesinde bu yöntem ile üretim yapılan ocaklarda aynı anda üretim ve tahkimat yapılması durumuna göre bir vardiyada yeraltında <50 kişi bulunmaktadır. Cevherin kırıcıya iletimi; üretim galerileri, taban yolları, üretim kuyusu irtibat galerileri ve yantaşa açılıp, güçlü tahkimat unsurları ile desteklenmiş olan katlar arası ana ulaşım galerisi üzerinde yeraltı kamyonları ile yapılmakta ve üretim kuyusuna boşaltılan cevher, aşağı yönlü düşey bir yol izleyerek kırıcı bunkerine depolanmaktadır. Boyutu küçültülen cevher yalnızca nakliyat amaçlı olarak kullanılan bant galerilerine kurulu bulunan bantlı konveyör sistemi ile yeryüzüne ulaştırılmaktadır. Oda-topuk ve ülkemizde de yaygın biçimde uygulanan uzunayak yöntemlerinde üretim ve nakliyat, kısmen örtüşecek biçimde işletme sisteminin bütünleşik bileşenleridir. Nakliyat, üretimin yapıldığı noktada başlamakta ve cevherin, üretimden nakliyata aktarım bölgelerinde yoğun personel gereksinimi bulunmaktadır. Bu husus, bu bölgelerde karşılaşılabilecek tehlikeli durumlardan etkilenebilecek personel sayısının büyüklüğü nedeniyle kaygı verici olup, çalışma emniyetinden hiçbir koşul altında taviz verilmemesi gerektiğine işaret etmektedir. Arakatlı göçertme yönteminde ise cevher üretim katları, ana nakliyat galerilerinin bulunduğu taban kotundan oldukça yukarıda konumlandırılmaktadır. Üretim ve bantlı konveyörler arasında üretim galerileri, taban galerileri, katlar arası ana ulaşım galerisi ve derin bir üretim kuyusu bulunmaktadır. Bu husus göz önüne alındığında, üretim bölgeleri ve üretim kuyusunun altında bulunan yeraltı kırıcısından sonra kullanılan bantlı konveyör arasında etkileşim ve bağlantı olmadığı ve ayrıca üretim bölgelerinin birinde oluşabilecek göçük vb. durumların olumsuz etkilerinin, dışarıya sirayet edmeden o bölgede izole edilebilme fırsatı bulunduğu sonucu ortaya çıkmaktadır.

Yeraltı metalik cevher ocaklarının havalandırması, temiz havanın taban kotundan ocağa girişi,

katlar arası ana ulaşım galerisini takip ederek üretim katlarını dolaşması ve yeryüzüne bağlanan nefeslik ya da en üst kottaki galeri ağzına kurulu emici fanlarla dışarı çekilmesi ile yapılabilmektedir. Böylece yukarıdaki üretim katlarında meydana gelebilecek bir yangın ya da zamanlanmamış bir patlatma operasyonu sonucu personeli olumsuz biçimde etkileyebilecek gaz ya da duman içeren kirli hava, taban kotundaki kırıcı ve nakliyat galerilerine ulaşmak için havalandırma yönünün tersine, oldukça uzun yol şebekesini kat etmek zorunda kalacak ve bu bölgeye ulaşmadan, havalandırma aracılığıyla üst kotlara çekilecek ve dışarı boşaltılabilecektir. Diğer yandan, taban kotundaki kırıcı dairesi veya bant yollarında meydana gelebilecek bir yangın sonucunda oluşacak kirli hava, üst katlara doğru ilerleyeceğinden çalışanlar açısından tehlike oluşturacaktır. Böyle durumlarda Yönetmelik Ek-3 Yeraltı Maden İşlerinin Yapıldığı İşyerlerinde Uygulanacak Asgari Özel Hükümler Madde 10. Grizulu Maden Ocakları (10.03.2015; 29291) Fıkra 22 "*Havalandırma sistemi acil hallerde ve ihtiyaç halinde kullanılabilmesi için hava yönünü ters çevirebilecek özellikte olur.*" hükmünden yararlanılabilir. Her ne kadar Yönetmelikte değişiklik yapan 10.03.2015 tarihli Yönetmelik maddesi grizulu ocaklar için geçerli olsa da havalandırma yönünü ters çevirecek düzenlemelerin yapılması sayesinde ocakların taban kotundaki bant galerilerinde oluşabilecek yangın kaynaklı boğucu ve zehirleyici hava, ocağa girmeden dışarı atılabilir. Ancak bu durumda da bu yol üzerinde çalıştırılan personelin hızlı ve emniyetli biçimde temiz havalı ortamlara nakledilmesi hayati önem taşımaktadır. Bant yollarında meydana gelebilecek bir yangın durumunda kirli havanın dışarı çekilmesi için bant galerisinin yeryüzü çıkış ağzına emici bir vantilatör sistemi kurulması seçeneği de dikkate alınmalıdır.

1.3. Yeraltı İşletmelerinin Bulunduğu Formasyonların Yanıcı ve Yakıcı Gaz İçeren Kayaç Yapısına Sahip Olup Olmadığının Değerlendirilmesi

Yeraltı madencilğinde en önemli tehlikeler arasında özellikle yangın, su baskını, göçük, ortam atmosferini kirlenici özellikteki zehirleyici gazlar ile toz veya gaz patlaması bulunmaktadır. Bu listeye, kapalı ortam ve kısıtlı işyeri düzenlemesi ile karakterize olan yeraltı koşulları nedeniyle sonuçları daha da şiddetli olabilen patlatma kaynaklı tehlikelerin de eklenmesi gerekir. Kazalar her zaman, tehlikeler ile nedenlerin bir bileşkesi

olarak tanımlanmaktadır. Yeraltı ocağında meydana gelen bir göçük ya da su baskını, toz ya da gaz patlamasının sonucunda oluşabilir. Benzer şekilde yangın da toz patlaması ve zehirleyici partiküllerin ortama yayılmasını tetikleyebilir. Yeraltı ocaklarında genel yangın kaynakları aşağıda verilmiştir (HSE, 2015).

- a) Sürtünme,
 - i. kusurlu yataklar - konveyör ruloları, tamburlar, tekerlekler/akslar
 - ii. tahkimata, döktüğü yığın içinde dön-mekten buradaki malzemeye ya da kuy-ruk ucundaki bir yapıya veya sabit bir nesneye sürtünen konveyör bantları
 - iii. araçların takılı frenleri
- b) İçten yanmalı motorlar – egzoz sistemleri, hava girişleri, sıcak yüzeyler,
- c) Göçük bölgesinde kalan ya da içinde ta-ban yolları açılan ve gerilme dengesi bozulduğundan dolayı kırıklı yapıya bürünen kendiliğinden yanmaya yatkın kömür damarları,
- d) Kesici makine uçlarından kaynaklanan kı-vılcıklar,
- e) Elektrikli ve mekanik makine ve ekipman,
- f) Elektrikli ekipman ya da dağıtım şebekesindeki kıvılcım ve sıcak yüzeyler,
- g) Kısa devreler ve elektrikli ekipman ile dağıtım sistemlerinde topraklama hataları,
- h) Elektrostatik boşalmalar,
- i) Patlayıcılar ve ateşleyiciler,
- j) Hava veya gazların sıkıştırılması,
- k) Hafif alaşımlar ile demir/çelik arasındaki termik reaksiyon,
- l) Sıcak işler - kaynaklama, yakma ve aşındırma,
- m) Sigara içenlerin kullandığı çakmak ve kibrit gibi malzemeler.

Çoğu yanma reaksiyonu karbon ve hidrojen (hidrokarbon) içeren organik maddelerin yanmasını içermektedir. Yanıcı ve patlayıcı gazlar oksijenle karışıp, ateşlendiklerinde alev alan gazlardır. Bu gazlar tipik olarak C_nH_{2n+2} formülü ile temsil edilmekte olup örnekler arasında metan (CH_4), propan (C_3H_8), bütan (C_4H_{10}), pentan (C_5H_{12}) ve hidrojen (H_2) bulunmaktadır.

Bir yeraltı maden ocağında yanıcı gazların birikmesi nedeniyle yaşamsal tehlike olasılığı olduğunda, yanıcı gaz detektörlerinin kullanılması gerekmektedir. Yukarıda verilen tüm gazlar için aynı terimler altında dikkate alınması gereken ancak gaz türüne göre değişiklik gösteren önemli yoğunlaşma aralıkları bulunmaktadır. Yanıcı gaz yoğunlaşması, yanma alt sınırı olarak ta bilinen patlama alt sınırı (lower explosive limit, LEL) altında, yanma için çok düşüktür. Bu aralık, aynı zamanda yanıcı gaz detektörlerinin de çalışma aralığıdır. Patlama üst sınırı (upper explosive limit, UEL) ya da yanma üst sınırı gaz yoğunlaşmasının yanma için çok zengin ya da oksijen düzeyinin yanmayı desteklemek için çok düşük olduğu noktayı göstermektedir. Patlayıcı gazlar, ortam atmosferinde patlama alt ve üst sınırları arasındaki bir yoğunlaşma düzeyinde (hacimsel olarak) iken bir ateşleme kaynağına maruz kalmaları durumunda ise yanma meydana gelme olasılığı çok yükselmektedir. Birçok gazın yanabilirlik yoğunlaşması oldukça sınırlı bir aralıkta bulunmaktadır (Çizelge 1).

Çizelge 1. Çeşitli gazların yanma/patlama yoğunlaşmaları (ÇSGB, 2015)

Gaz	LEL (%)	UEL (%)
Metan	5,0	15,0
Propan	2,1	9,5
Bütan	1,8	8,4
Pentan	1,5	7,8
Hidrojen	4,0	75,0

Metan, yukarıda verilen gazlardan yeraltı madenlerinde en sıklıkla karşılaşılan tür olup kömür katmanları içinde sıkışmış son derece patlayıcı bir gaz olarak tanımlanmaktadır. Ekipmanların uygun olmayan kullanımı ya da arızalı ekipman kullanımı sonucunda oluşan mekanik hatalar ile yeraltı ocaklarına uygun olmayan patlayıcı türlerinin kullanımı sonucunda grizu patlaması tetiklenebilmekte ve ardışık kömür tozu patlamaları başlayabilmektedir.

Yeraltı ocaklarında metan düzeylerini etkileyen faktörler arasında kömür üretim oranları, haftanın kaçınıcı üretim günü olduğu, aktif olarak üretim yapılan bölgeye yakın tabakaların gaz taşıma özellikleri, çalışma bölgesine en yakın düşey metan deşarj sondajına olan mesafe, yakın zamanda havalandırma sisteminde yapılan değişiklikler ile barometrik basınç düzeyindeki

değişiklikler sayılabilir (Kissell, 2006). Üretilen kömür damarlarına bitişik paleokanal kumtaşı yatakları ile diğer mercekli kumtaşı yatakları uzun yıllar boyunca gaz rezervuarı olarak belgelenmiştir. Kömür havzalarındaki gaz barındıran bu kumtaşları genellikle diğer formasyonlardan daha yüksek geçirgenliğe sahiptir. Metan, organik şeyller içinde adsorpsiyon yoluyla tutulabilmekte ya da düşük geçirgenliğe sahip siltaşları içinde de hapsedilebilmektedir. Gaz, gerek üretim faaliyetleri nedeniyle oluşan çatlaklardan gerekse faylar, kırıklar, kil bantları gibi doğal süresizliklerden ocağa sızabilmekte ve etkisi önemli boyutlara varabilmektedir. Bu nedenle ocak içi ya da ocak dışından sondajlar açılarak, gazın deşarj edilmesi çok önemli olmaktadır.

Gaz halindeki hidrokarbonlar genellikle kömür ve tortul kayaçlar içinde bulunmaktadır. Yeraltı metalik cevher ocaklarının bulunduğu bölgenin jeolojik yapısı ve sahanın stratigrafik kesiti incelenerek, istifteki formasyonlardaki kayaç türlerinin yanıcı/patlayıcı gaz üretme/barındırma/hapsetme potansiyeline sahip olmadığı ortaya çıkarıldığında, nakliye galerilerinde formasyona bağlı yangın riskinin bulunmayacağı sonucuna varılabilir.

1.4. İşletmelerde Uygulanmakta Olan İş Sağlığı ve Güvenliği Çalışmalarının Herhangi Bir Yangın Durumuna İlişkin Yeterliliğinin Değerlendirilmesi

Yeraltı metalik cevher ocaklarında olası bir yangına karşı alınabilecek önlemler aşağıda verilmiştir.

- i. Telsiz haberleşme sistemi: Yerüstü tesisleri ile haberleşme yapılan telefon sistemi yanında, yeraltı ocaklarında acil bir durum yaşanması halinde bu bilginin veya acil yardım çağrısının tüm birimlere hızla ulaştırılabilmesi ve müdahale edilebilmesi amacıyla telsiz iletişim sistemi kullanılabilir. Böylece Yönetmeliğin ilgili hükümleri sağlanmaktadır.
- ii. Sığınma odaları: Türkiye Cumhuriyeti Devleti 1995 yılında Uluslararası Çalışma Örgütü (ILO) tarafından üye Devletlerce yürürlüğe konulması önerilen 176 No'lu Madenlerde Güvenlik Ve Sağlık Sözleşmesi'ni, 12 Aralık 2014 tarih ve 29203 sayılı Resmi Gazete'de yayımlanan 176 Sayılı Maden İşyerlerinde Güvenlik Ve Sağlık Sözleşmesinin Onaylanmasının Uygun Bulduğuna Dair Kanun

ile kabul etmiştir. Yeraltı işletmesinde uygun noktalarda sığınma odalarının bulundurulması ile bu Sözleşmenin Bölüm III. Madende engelleyici ve koruyucu önlemler, a. İşverenlerin sorumlulukları başlığı altında aşağıdaki hüküm sağlanmaktadır.

- a. MADDE 7 (i) İşçilerin güvenliği ve sağlığı açısından ciddi bir tehlike ortaya çıktığında faaliyetlerin durdurulması ve işçilerin güvenli bir yere tahliyesinin sağlanması

Diğer yandan, Yönetmelik'in aşağıda verilen hükmü de sağlanmaktadır.

- b. MADDE 8 - (1) İşveren, bir tehlike anında çalışanların çalışma yerlerini en kısa zamanda ve güvenli bir şekilde terk edebilmeleri için uygun kaçış ve kurtarma araçlarını sağlar ve kullanıma hazır bulundurur.
- iii. Çalışma bölgeleri ve ulaşım galerilerinde oksijen maskesi değişim istasyonları ile temiz hava solunum istasyonları: Yeraltı ocaklarında çalışan personele ferdi solunum maskelerinin verilmesi ile acil durumlarda solunum amaçlı ilave temiz hava kaynakları sağlanmakta olup Yönetmeliğin ilgili hükümleri sağlanmaktadır.
- iv. Gaz izleme sistemi: Yeraltı ocaklarında ortam atmosferini izleyen ve acil durumlarda uyarı mekanizmasını devreye sokan bir merkezi gaz izleme sisteminin devreye alınması ile Yönetmelik hükümleri sağlanmaktadır.
- v. Yeraltı personel takip sistemi: Yeraltı ocaklarında istihdam edilen tüm personelin emniyetli biçimde çalışmasını sağlamak amacıyla merkezi bilgisayar sistemine bütünleşik bir personel takip sisteminin kurulması ve devreye alınması ile Yönetmeliğin ilgili hükmü sağlanmaktadır.
- vi. İş makinelerinin otomatik yangın bastırma sistemi: Yeraltı ocaklarında hazırlık, üretim, ara nakliye ve tahkimat işlemlerinde kullanılan iş makinelerinin otomatik yangın bastırma/söndürme sistemleri ile donatılması ile Yönetmeliğin ilgili hükümleri sağlanmaktadır.
- vii. Tahlisiye ve acil durum tatbikatları ile İSG eğitimleri: Yeraltı ocaklarında istihdam edilen tüm personelin emniyetli biçimde çalışmasını sağlamak amacıyla tahlisiye ve acil durum tatbikatlarının yapılması ve düzenli

İSG eğitimlerinin verilmesi ile Yönetmeliğin ilgili hükümleri sağlanmaktadır.

- viii. Çalışma izni: Yeraltı ocakları ile tüm tesislerinde rutin olmayan ve belirli bir tehlike düzeyinin üzerindeki işlerde çalışma izni uygulamasına başvurulması ile Yönetmeliğin ilgili hükümleri sağlanmaktadır.
- ix. Yazılı talimatlar: Yeraltı ocakları ile tüm tesislerinde sürdürülen faaliyetler için yazılı talimatların yayımlanması ve bunlarla ilgili uygulama eğitimi verilmesi ile Yönetmeliğin ilgili hükümleri sağlanmaktadır.
- x. Risk analizi: Yeraltı ocakları ve ilintili tüm tesisler için risk analizi yapılması ile Yönetmelik'in aşağıda verilen hükmü sağlanmaktadır.

Madde 5 (2) b) 1) Çalışanların işyerinde maruz kalabilecekleri psikososyal riskler dâhil olmak üzere risklerin belirlenmesi ve değerlendirilmesi.

2. BANT ÖZELLİKLERİNİN, YANMA OLASILIĞININ VE İLİNTİLİ RİSKLERİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Bantlı konveyör işletmeciliğinde ortaya çıkmasından endişe edilen tehlikeli durumlardan birisi yangın olup birçok nedenden ötürü yangın çıkabilmektedir. Temel bantlı konveyör yangın nedenleri arasında aşırı sürtünme ya da biriken statik elektriğin boşalması nedeniyle alevlenme ön sırada gelmektedir. Yanı sıra, tambur ya da makara yataklarında oluşabilen yenilmeler yangına neden olabilmektedir. Makara yataklarının bozulmasına neden olan çoğu durumda da bunların, uzun süreler boyunca, emniyetli çalışmayı sağlayacak anma yüklerine kıyasla aşırı sayılabilecek yüklere maruz kaldıkları tespit edilmiştir (HSE, 2015). Bu nedenle yangın olasılığını azaltmak amacıyla aşağıdaki önlemler düşünülmelidir.

- a. Aleve dayanıklı konveyör bandı kullanımı,
- b. Konveyörün, beklenen en büyük yükü taşıyabilecek kapasitede olması,
- c. Konveyör sistemini, makara ve rulolar üzerine gelecek yüklerin, bunların taşıma kapasitesini aşmayacağı biçimde işletmek,
- d. Standartlara uygun biçimde imal edilen tambur, makara ve ruloları kullanmak,
- e. Hidrolik sistemler, kavramalar vb. yerlerde aleve dayanıklı sıvılar kullanmak,
- f. Makara yataklarında aleve dayanıklı gres kullanmak,

- g. Sıkışma olasılığı düşük olan, toza hassasiyeti olmayan fren tertibatları kullanmak ve fren düzeneği civarında pislik birikmesini önlemek,
- h. Hassas parçaların anormal çalışması ya da bozulmalarını algılayabilecek bir izleme sistemi kurulması,
- i. Toz ve dökülmeyi en aza indirecek yükleme ve aktarım noktalarının tasarımı ve kurulması, bunlar örtülü olsa da inceleme ve temizleme amaçlı işlemlere izin verecek durumda olmalıdır,
- j. Bant sıyrıcılarının altı gibi gerekli yerlere, dökülmeyi engellemek amacıyla çamur konveyörleri yerleştirmek,
- k. Bantlı konveyör sisteminin bütün parçalarının incelenebileceği ve temizlenebileceği biçimde yapı oluşturmak,
- l. Galerilerdeki yükleme ve aktarma noktalarında aleve dayanıklı malzeme kullanmak.

Aleve dayanıksız ve antistatik özellikte olmayan bantlar yanmaya ve yangını daha hızlı iletmeye yatkın olup yandıklarında çok yoğun duman ve gaz çıkarmakta ve ortam atmosferini hızla bozmaktadırlar. Yangın, konveyör yapısından ya da dışarıdan bir nedenden ötürü başlayabilirken, konveyör çalışırken taşınan malzemenin de özelliklerinden ötürü mekanizma üzerinde statik elektrik birikebilmekte, bir kıvılcım ile alev parlayabilmekte ya da ortam atmosferine dağılı tozları ya da gazları patlatılabilir olasılığı bulunmaktadır. Bu nedenle yeraltında kullanılan konveyör bantlarının hiçbir şekilde yangına sebebiyet vermemesi, çok güç tutuşması ve harici bir kaynaktan gelen alevi yürütmemesi istenmektedir (HSE, 2015).

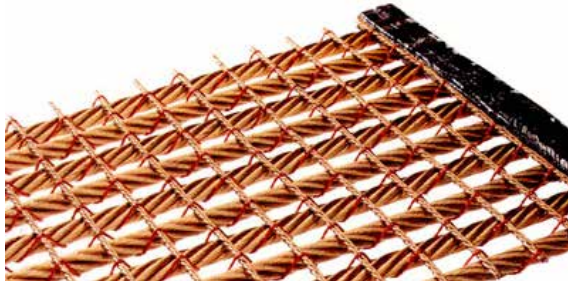
Konveyör bandını, karkas yapısını korumak ve bandın hizmet ömrünü uzatmak için karkasın alt ve üst yüzeyleri, bandın kullanım amacı ve çalışma gücüne dikkate alınarak uygun bir lastik türü ile kaplanmaktadır. Bant kaplamaları elastomer (doğal veya yapay kauçuk), plastomer (PVC vb.) ve diğer malzemeden olabilmektedir. Çizelge 2'de farklı kaplama malzemelerinin kullanım koşullarına uygunluğu verilmiştir (Aşık, 1988). Konveyör bantları yanmaya kaplamalarından başlamaktadır. Karkas, kullanılan yapı elemanlarına göre yanabilir ya da yanmaz özellikte olabilmektedir. Sözgelimi çelik halatlı karkasın yanmazlık özelliği bulunurken naylon, polyester, polyamid, pamuk ve suni ipek türü karkas malzemeleri yanabilmektedir (Şekil 2).

Çizelge 2. Çeşitli kaplama malzemelerinin özellikleri (Aşık, 1988)

Direnç parametreleri	MALZEME					Yumuşak PVC
	NR	SBR	NBR	CR	BR	
Aşınma direnci	B	A	B	B	C	A
Yağa karşı direnç	D	D	A	B	D	B
Hava ve güneş ışığına direnç	D	C	D	A	A	A
Isıya karşı direnç	B	B	B	B	A	C
Aleve karşı direnç	D	D	D	B	D	B
Kalıcı deformasyon	B	B	B	B	C	D
Soğuğa karşı direnç	A	A	B	B	D	D
Oksijene karşı direnç	C	B	B	B	A	A
Ozona karşı direnç	D	C	D	A	A	A
Elastikiyet	B	C	C	B	D	D

A: Mükemmel
B: İyi
C: Uygun
D: Az uygun

NR: Tabii kauçuk
SBR: Styrol - Butadien kauçuğu
NBR: Nitril - Butadien kauçuğu
CR: Kloropren kauçuğu
BR: Butil kauçuğu



Şekil 2. Metal darbe atkılı çelik halat örgülü karkas (IWR) (üstte). Çözgüde polyester, atkıda da polyamid (nylon) iplikler kullanılan dokuma örgülü EP karkas (altta) (Anon(a), 2016)

Yeraltı kömür ocakları için yangın çok büyük bir tehdit unsuru olduğundan ülkemizde ve dünyada faaliyet gösteren kömür işletmeleri yeraltında

bantlı konveyör ile kömür taşıma için antistatik ve alev dayanıklı 'K' ve 'F' sınıfı bant kullanmak durumundadır (Kauçuk, 2014). Bu durumda alev dayanıklı bantlar aşağıdaki testleri başarıyla geçmek zorundadır (TSE, 2015). Buna göre;

- a. TS EN ISO 340 Alev alma karakteristiğini belirleme deneyi: Ortam sıcaklığı 10 °C - 30 °C ve ortamdaki bağıl nem miktarı %15 - %85 aralığında 2 dakika ön ısıtma yapılmış bek (ısıtıcı) ile 1000 °C (±20) sıcaklık bant konveyör üzerine uygulanmakta ve 45 saniye sonunda alevden alınan numune alevlenme durumu izlenmektedir. Numune yanmıyorsa 60 s (±5) boyunca 1,5 m/s hızla üflenmiş hava ile tutuşturulmaya çalışılmakta ve sonuç gözlemlenmektedir (Şekil 3).



Şekil 3. Alev alma karakteristiğini belirleme deneyi (TS EN ISO 340)

- b. TS EN ISO 284 Elektrik iletkenliğini belirleme deneyi: 300 mm x 300 mm boyutlarında 5 deneme numunesi üzerinde 8 mm üst kauçuk ve 4 mm alt kauçuk kalınlığı üzerinde 300 MOhm altında direnç göstermesi istenmektedir (Şekil 4).



Şekil 4. Elektrik iletkenliğini belirleme deneyi (TS EN ISO 284)

- c. TS EN 1554 Tambur sürtünme deneyi: Uygun biçimde sarılmış ve gerdirilmiş konveyör bandı, çelik tahrik tamburunun yarısına kadar 180° sarılmakta ve deney numunesi 343 N güç ile gerdirilmektedir. Tambur 2 ($\pm 0,1$) m/s hava hızında 200 (± 5) devir/dakika hızla döndürülmektedir (Şekil 5). 60 dk boyunca bandın kopmaması durumunda deney tamamlanarak tambur yüzey sıcaklığı ölçülmektedir.

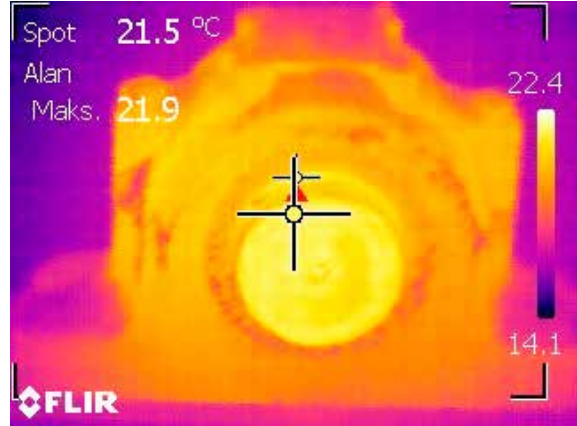


Şekil 5. Tambur sürtünme deneyi (TS EN 1554)

Yönetmelik'in değiştirilmesi sonrasında yangın algılama ve söndürme sistemlerinin teknik ve yasal açıdan incelenmesi sonucunda ülkemiz mevzuatında, maden işletmelerinde yangın algılama ve söndürme sistemlerine ilişkin bir düzenleme bulunmadığı görülmüştür. Ancak Amerika Birleşik Devletleri (ABD) National Fire Protection Association (NFPA) tarafından yayımlanan NFPA 122 "Fire Prevention and Control in Metal/Nonmetal Mining and Metal Mineral Processing Facilities" standardında yeraltı metal ocaklarına ilişkin düzenlemeler bulunmaktadır.

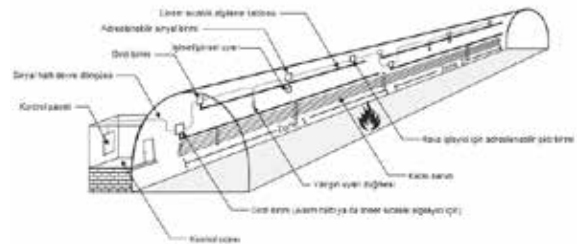
Yangın algılama sistemleri arasında NFPA standardını karşılayan ve yasal olarak uygun üç seçenek bulunmaktadır. Bunlar;

- a. Termal kamera ile algılama: Algılama izlemesi için oldukça etkili ve görsel destek sağladığı için verimliliği yüksek bir çözümdür (Şekil 6). Ancak sistemin handikabı termal kameraların maliyetinin oldukça yüksek olması ve bir kamera ile yalnızca bir noktanın izlenebilmesidir. Tüm bant galerilerini termal kameralar ile izlenmenin maliyeti ekonomik olarak yapılabılır olmayabilir. Maliyeti azaltmak için bant yollarındaki bazı bölgeleri izleme kapsamı dışında bırakmak da uygulanabilir değildir.



Şekil 6. Termal görüntüleme kamerası ile sıcaklık izleme

- b. Lineer kablo ile algılama: Lineer kablo ile sıcaklık algılama yöntemi düşük maliyetli olması nedeni ile oldukça yaygın kullanıma sahip ancak hassasiyeti düşük bir algılama sistemidir (Şekil 7). Bu sistemde ortam sıcaklığı, önceden belirlenen eşik değerinin altında olduğu sürece algılama uyarısı yayımlanmamakta, izlenen ortamda beklenmedik bir sıcaklık artışı meydana geldiğinde ise yer bildirimci yaklaşık olarak verilebilmektedir (Kidde-Fenwal, 2016). Sistemin handikabı, yangının olduğu bölümün tam olarak belirlenmesinin özellikle yeraltı galerilerinde çalışanların güvenli şekilde kurtarılabilmesi adına büyük önem arz etmesi, algılanan sıcaklığın eşik değerine ulaşana kadar yangının birçok noktaya sırayet edebilmesi ve uyarı alındığında durumun kontrol altına alınamayabilmesi ya da müdahalenin oldukça zorlaşabilmesidir.



Şekil 7. Lineer kablo ile sıcaklık izleme (Kidde-Fenwal, 2016)

- c. Fibrolaser sistemi ile algılama: Nispeten yeni bir teknolojiye sahip sistemde sıcaklık artışı için bir eşik değeri belirlenmeksizin, fiber optik kablunun yüksek hassasiyet avantajı ile galeri sürekli kontrol edilebilmekte ve açık alevli bir yangın 3 m doğruluk ile bir dakikadan daha kısa sürede algılanarak, ana kumanda operatörüne bildirilebilmektedir (Şekil 8). Sistem

dünyada oldukça yaygın olarak kullanılmakta olup birçok otoyol ve tren galerileri bu sistem ile kontrol edilmektedir (Siemens, 2015).



Şekil 8. Fibrolaser ile sıcaklık izleme (Siemens, 2015)

Diğer yandan, NFPA uyumlu yangın söndürme sistemleri arasında iki seçenek bulunmaktadır. Bunlar;

- Fıskiye (sprinkler) sistemi ile söndürme: Algılama sistemi tarafından gelen uyarı neticesinde yangının bulunduğu bölgede bulunan fıskiyelerden gelen basınçlı su yardımı ile yangının söndürülmesi prensibine dayanmakta olup etkin biçimde söndürme sağlamaktadır (Şekil 9). Bu sistemde büyük miktarda su ihtiyacı nedeniyle hem büyük çaplı borulara hem de büyük su tanklarına ihtiyaç duyulmaktadır. Diğer yandan, yangına müdahale sonrasında galerilere basılan suyun tahliyesi de sorun oluşturabilmektedir.
- Su sisi sistemi ile söndürme: Algılanan yangını, püskürtme ağızlığı (nozzle) üzerinden çok yüksek basınçlı (~200 bar) su sisi oluşturarak boğan, söndürme ve soğutma sistemleridir (Şekil 10). Su sisi, fıskiyeye göre çok daha az suya, çok daha küçük pompa tertibatı ile küçük çaplı borulamaya ihtiyaç duymaktadır. Fıskiyelere göre hem daha iyi söndürme etkisine hem de daha yüksek soğutma kapasitesine sahiptir. Kullanılan soğutma suyu miktarının az olması, söndürme sonrası galerilerde mevcut suyun da kolaylıkla tahliye edilebilmesine olanak sağlamaktadır (Minimax, 2015). Ayrıca bu yöntem ile bantlı konveyör taşıma sistemindeki ekipmanlara fıskiyeye göre çok daha az zarar verilmektedir.



Şekil 9. Fıskiye sistemi ile söndürme/bastırma (Anon(b), 2016)



Şekil 10. Su sisi ile söndürme/bastırma (Anon(c), 2016).

NFPA 122 standardı uyarınca konveyör yangınlarını söndürmede kullanılan iki asal araç, su ve köpüktür. Bu sistemler uluslararası tanınırlığa sahip NFPA standartları 15 ve 16 aracılığıyla düzenlenmiştir. NFPA 15 standardında düzenlenen su bazlı söndürme sistemi uyarınca 30 dakikalık bir süre boyunca sürekli olarak 10,2 lt/dak/m²_konveyör_bandı su akımı gerekmektedir. Diğer yandan köpük bazlı söndürme sistemi ise 10 dakika boyunca 6,5 lt/dak/m²_konveyör_bandı akış gerektirmektedir (Su bazlı sistemin %22 kadarı hacim). Köpük bazlı sistem %97 su ve %3 köpükten oluşan bir karışım olup en yaygın köpük oluşturucu ajan, AFFF'dir (Aqueous Film Forming Foam). Bazı düzeneklerde AFFF konsantrisi bir kaptaki tutulmakta ve suyun akışıyla birlikte özel bir pompa aracılığıyla uygun mik-

tarda köpük çekilerek, su ile karıştırıldığında doğru yoğunluğa ulaşacak su-köpük karışımı elde edilmektedir.

Yeraltı ocağının her bölümünde su ve enerji mevcudiyetinin güvenilir olmayabileceği durumlarda başvurulabilen bir seçenek ise azot silindri ile 1800 kPa basınç altında özel bir konteynerde tutulan su-köpük karışımından faydalanmaktır (Şekil 11). Bu sistem CAF (Compressed Air Foam) olarak adlandırılmaktadır.



Şekil 11. Yeraltında kurulu konteyner sistemi (Güler, 2016).

Dünyada, özellikle bantlı konveyörler ile kömür taşıma işlerinde aleve dayanıklı kaplamaya sahip bant kullanmak zorunludur. Hatta kömür taşınmayan bazı yeraltı galerilerindeki bantlar, cevher yatağı karbon içeren tabakalardan geçtiğinde, yine aleve dayanıklı kaplamaya sahip olmak durumundadır. Yeraltı galerilerinde ortam atmosferinin kendiliğinden yanabilir hale gelmediği ve taşınan malzemenin de tutuşmaya yatkınlığının bulunmadığı durumlarda aleve dayanıklı bant kullanmanın, çalışma emniyetine katkısı hususunda tartışmalar yapılmaktadır. Bu hususta 56 yıllık saha deneyimine sahip Lawrence Nordell, böyle durumlarda aleve dayanıklı bant kullanmanın yangına karşı alınabilecek önlem seçeneklerinden yalnızca birisini oluşturduğunu, işletmelerin genellikle sıcaklık ya da duman detektörleri ile birlikte çalışan su fiskiyesi seçeneğine yöneldiğini ifade etmektedir (www.conveyordynamics.com). İşletmeler, makara yataklarında oluşan bir yenileme ya da bozulma sonucu gres yağının alev almasının, yangını tetikleyen en önemli neden olduğunu düşünmektedirler. Dolayısıyla, galeride bulunan bir sıcaklık algılayıcısıyla makara konumu

belirlenmekte ve oluşabilecek yangını söndürme amacıyla fiskiyeler devreye alınmaktadır. Nordell, Avustralya'da denizaltına demir cevheri taşımak amacıyla kurulan bir konveyör sistemine benzer bir algılama-söndürme sistemi monte ettiklerini ifade etmiştir. Ayrıca, Güney Afrika'da faaliyet gösteren yeraltı ocaklarında da sıcaklık ve duman algılayıcı sistemlerin tetiklediği su fiskiyesi sistemi kurulmuş durumdadır. Nordell'e göre aleve dayanıklı bantlar, kaplamada kullanılan kauçuk malzemesinin doğal yoldan bozulmasından ötürü çok daha kısa hizmet ömrü beklentisine sahiptir. Ortam atmosferindeki ozon düzeyinin düşük olduğu durumlarda hizmet ömrü 15 – 20 yıldan fazla olurken, bu bantlarda beklenti 8 – 10 yıla düşmektedir. Konveyör bantının sert kayaların taşınmasında kullanımında bu süre daha da düşebileceğinden, kısa bant hizmet ömründen kaynaklanan maliyet, böyle uygulamalar için caydırıcı etki yapmaktadır.

Bu hususta görüş bildiren diğer bir uzman, 46 yıl saha deneyimi olan Ishwar Mulani'dir (www.ishwarmulani.com). Mulani (2016), aleve dayanıklı bantların aşınma direncinin normal bantlara kıyasla %25 - %35 arasında önemli ölçüde düşük olduğunu, aynı zamanda bu bantların yatırım ve işletme maliyetinin de normal bantlardan daha yüksek olduğuna işaret etmekte ve bu iki faktörün bileşik etkisinin büyük olacağı için ancak işletme koşullarının bu bantları gerçekten zorunlu hale getirdiğinde kullanılmaları gerektiğini belirtmektedir. Ayrıca yangın olasılığı ya da hasarının öznel bir husus olduğunu, tesisin iyi bakılıp, işletilmesi durumunda yangın olasılığının da düşük olacağını ifade etmiştir. Ancak tesis bileşenlerinin düşük kaliteli ve çalışan personelin eğitimsiz ya da dikkatsiz olduğu durumlarda kaza ya da yangın olasılığının artacağına işaret etmiştir. Mulani, kömür ocakları gibi yanıcı maddelerin ortamda bulunduğu yerlerde aleve dayanıklı konveyör bantı kullanmanın bir zorunluluk olduğunu söylemektedir. Ancak demir cevheri gibi asal ve etkileşime girmeyen maddelerin ortam atmosferinde yanıcı/parlayıcı/patlayıcı gaz bulunmayan galerilerde taşınması durumunda aleve dayanıklı bant kullanmak için, bir noktaya kadar, galeri uzunluğuna bakılarak karar verilebileceğine işaret etmektedir. Kapalı bir ortamda yangın oluştuğunda atmosfer boğucu olacaktır. Bu durumda mevcut kaçış yollarının varlığı ve konumları değerlendirilmelidir. Mulani, yanıcı olmayan maddelerin yanıcı gazların bulunmadığı ortamlarda bantlı konveyörler ile taşınmasında aleve dayanıklı konveyör bantı kullanmak için

bir gerek olmadığı görüşündedir. Ancak bu hususun öznel bir konu olduğuna ve işletmenin bu hususa çok hassas olması durumunda, aleve dayanıklı bant kullanabileceğini ifade etmektedir. Diğer yandan, karar vericilerin bu durum ile ilgili yasal düzenlemeler ile sigorta koşullarını da dikkate almasını önermektedir.

Nordell, kaplama ile ek yerlerinin dayanımının zaman içinde düşeceğini belirtmekte ve yangınla mücadele için uygulanabilecek diğer bir eylemin belirli bir bölgede yangın geciktirici köpük kullanmak olduğunu ifade etmektedir. Su spreyine benzer şekilde köpük, önemli sıcaklık artışı ve duman tespit edilen bölgeye deşarj edilmektedir (Şekil 12). Köpük, oksijeni kesme amacıyla, giriş



Şekil 12. Köpük ile bant yangınlarını söndürme/bastırma (Güler, 2016).

kapısı gibi bölgesel bir noktaya uygulanmakta ve yangın, oksijen yetersizliğinden sönmektedir. Kimya sanayisinde sıklıkla başvurulmuş çok sayıda HAZOP "Tehlike Ve İşletilebilme Çalışması Metodolojisi (Hazard And Operability Studies)" risk değerlendirmesi çalışmasında yer aldığını belirten Nordell de Mulani gibi, tünel ortamında bantlı konveyör ile metal cevheri taşınmasında doğal standart lastik kaplamalı bantların, aleve dayanıklı bantlardan daha üstün performans göstereceği konusunda hemfikirdir. Nordell, bantlı konveyör sistemlerinde çok sayıda risk bulunduğunu ve yangının bunlardan yalnızca birisi olduğunu ifade etmektedir. Nordell, işletme yöneticilerine ocağın tasarım aşamasında aleve dayanıklı bant kullanma seçeneği sunulduğunu ancak HAZOP çalışmaları sonucunda yanabilir malzemeden imal edilen ve 15 yıldan fazla hizmet ömrü sunabilen bir bantın, bu süre boyunca birkaç kere değiştirilmesi gereken ve buna özgü riskler taşıyan aleve dayanıklı banda göre çok daha üstün olacağı görüşündedir. Nordell'e

göre yangın önleme, tespit ve müdahale aleve dayanıklı bant kullanmaktan başka seçeneklerle ele alınmaktadır. HAZOP risk değerlendirmesi sonucunda aleve dayanıklı bantlarla ilintili başka sorunlar da ortaya çıkmaktadır. Bunlar arasında hızlı aşınma sonucu incelleme ve böylece ek yerlerinde beklenmedik kopmalar sayılabilir. Nordell, diğer yandan, aleve dayanıklı bantların yandığında kanserojen ürünler ortaya çıkardığını ve yangınların, bant türünden bağımsız olarak oluştuğuna dikkat çekmektedir.

Demir cevheri üretiminde dünyada önemli payı olan Luossavaara-Kiirunavaara AB (LKAB) firması İsveç'te artık daire içinde yer alan Kiruna ve MalMBERGET yeraltı ocaklarında arakatlı göçertme yöntemini uygulayarak hematit ve manyetit üretimi yapmaktadır. LKAB, ürettiği manyetit cevheri için malzeme güvenlik bilgi formu (Material safety data sheet, MSDS) formatına uygun bir veri tablosu yayımlamıştır (LKAB, 2015). Bu dokümanın 5. Bölümü, yangınla mücadele yöntemlerine ayrılmıştır.

- a. 5.1 Kullanılabilen söndürme araçları başlığı altında "Bu ürün yanıcı değildir. Civardaki diğer maddeler için uygun bir yangın söndürme aracı kullanın." ifadesi bulunmaktadır.
- b. 5.2 Madde veya karışımdan kaynaklanan özel tehlikeler başlığı altında "Tehlikeli yanma ürünleri: Normal koşullar altında yok" ifadesi yer almaktadır.
- c. 5.3 Yangınla mücadele ekibine tavsiyeler bölümünde ise "Özel bir yangın söndürme süreci bulunmamaktadır" denilmektedir.

Veri tablosu Bölüm 14 Nakliyat ilintili hususlara ayrılmıştır.

- a. Karayolu, demiryolu, denizyolu ve havayolu ile taşıma ilintili özel bir sınıflandırma bulunmamaktadır.
- b. Birleşmiş Milletler (UN) numarası: UN, bu ürünün tehlikeli maddelerin taşınması ile ilgili uluslararası düzenlemelere (IMDG, IATA, ADR/RID) dâhil olmadığını bildirmiştir.
- c. UN nakliye adı: taşıma için sınıflandırılmamıştır.
- d. Taşıma ve tehlike sınıf(lar): taşıma için sınıflandırılmamıştır.
- e. Paketleme grubu: taşıma için sınıflandırılmamıştır.

- f. Kullanıcıya özel önlemler: taşıma için sınıflandırılmamıştır.
- g. MARPOL73/78 kodu Ek II ve IBC koduna göre yığın malzeme nakliyatı: Uygulanabilir değil.

LKAB, demir cevherini tehlikeli bir materyal olarak tanımlamamakta ve taşıma için özel bir önlem öngörmemektedir. Manyetit cevheri satış yöneticisi Marina Hellsten, LKAB yeraltı demir ocaklarında alev dayanıklı bant kullanmanın standart uygulama olduğunu belirtmekle birlikte nihai kararın, yapılan risk değerlendirmesi çalışmalarını sonucunda verildiğini bildirmiştir (Hellsten, 2016).

Güney Afrika Cumhuriyeti Maden İşyerlerinde İş Sağlığı ve Güvenliği Yasasının bantlı konveyör nakliyatını düzenleyen bölümü uyarınca konveyör tesisatının tutuşarak kişilere zarar vermesini önlemek amacıyla konveyör bandı yapımında kullanılan malzemelerin, kurulum ya da işletme sırasında tutuşma ve yanıcı gaz ya da toz ateşleme riskini en aza indirecek biçimde olması gerekmektedir. Alınacak önlemler bir konveyör tesisi yandığı zaman kişilerin, serbest kalan kimyasallara maruziyetini önleyecek tedbirleri de içermelidir. İşveren; önleme, tespit ve bu yangınlarla mücadele önlemleri de dâhil olmak üzere kişilerin, tutuşan bir konveyör tesisinden ortama yayılan alev ve dumana maruziyetini önlemek amacıyla uygulanabilir tüm makul önlemleri alacaktır. Bununla birlikte bantlı konveyör tesislerinin tasarımı ve donanım seçimi amacıyla gaz ve toz patlama tehlikesi bulunan maden işletmelerinde kullanılmak üzere alev yürütmez özellikli tekstil takviyeli konveyör bant seçimini düzenleyen ulusal standardın izlenmesi önerilmektedir (Anon(d), 2016). Uygulamada, Ülkede faaliyet gösteren yeraltı metal cevheri ocaklarında bant yangınlarına karşı önleyici müdahale ilkesi benimsendiği, sıcaklık ve duman algılayıcıları ile ortam atmosferinin izlendiği, NFPA standardına uygun yangın bastırma/söndürme sistemlerinin kurulu olduğu, bant hızını izleyen ve hızda %20 civarında düşme meydana geldiğinde sistemi otomatik olarak durduran devre kesiciler kullanıldığı bildirilmiştir (Güler, 2016).

Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı tarafından 29 Aralık 2012 gün ve 28512 sayılı Resmî Gazete’de yayımlanarak yürürlüğe giren İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ RİSK DEĞERLENDİRMESİ YÖNETMELİĞİ’nde aşağıdaki tanımlar yapılmıştır.

MADDE 4 – (1) Bu Yönetmelikte geçen;

- a. Kabul edilebilir risk seviyesi: Yasal yükümlülükler ve işyerinin önleme politikasına uygun, kayıp veya yaralanma oluşturmayacak risk seviyesini,
- b. Risk: Tehlikeden kaynaklanacak kayıp, yaralanma ya da başka zararlı sonuç meydana gelme ihtimalini,
- c. Risk değerlendirmesi: İşyerinde var olan ya da dışarıdan gelebilecek tehlikelerin belirlenmesi, bu tehlikelerin riske dönüşmesine yol açan faktörler ile tehlikelerden kaynaklanan risklerin analiz edilerek derecelendirilmesi ve kontrol tedbirlerinin kararlaştırılması amacıyla yapılması gerekli çalışmaları,
- d. Tehlike: İşyerinde var olan ya da dışarıdan gelebilecek, çalışanı veya işyerini etkileyebilecek zarar veya hasar verme potansiyelini, tanımlar.

Yeraltında birkaç kilometre uzunluğa ulaşabilen bir bantlı konveyör hattında konveyör bandı yanmaya başladığında, acilen müdahale yapılmadığında yangının tüm hattaki bandın tutuşmasına neden olma ihtimali yüksektir. Bu durumda yangının etkisinin ocağa yayılacağını kabul etmek gerekir. Yukarıdaki tanımlar gereği yeraltı metalik cevher ocaklarında bantlı konveyör taşıma sistemi veya diğer unsurlardan kaynaklanabilecek yangın tehlikesi mevcuttur. Bu tehlikeden kaynaklanabilecek risk ise personelin yaşamını yitirmesi ve işyeri eklentilerinin hasar görmesi sonucunda üretimin durması veya kesintiye uğraması olarak tanımlanabilir.

Aleve dayanıklı bantların yanmaz olmayıp, alevin yayılmasını belirli bir süre için geciktirdikleri dikkate alındığında bu tür bant kullanımı, konveyör tesisi üzerinde büyüyen bir yangının neden olacağı kayıp/hasar riskini belirli ölçüde azaltacak ancak kabul edilebilir düzeye indirebileceği hususundaki kaygıları tamamen gideremeyecektir. Üretim bölgeleri ile nakliye sistemi arasında etkileşim ve bağlantı olmayan, işletmelerin bulunduğu formasyonların yanıcı ve yakıcı gaz ve yanıcı toz içeren kayaç yapısına sahip olmadığı ve yanıcı ürün oluşturmayan özellikte cevherlerin üretildiği yeraltı metalik cevher işletmelerinde Yönetmelik uyarınca alınması zorunlu iş sağlığı ve güvenliği önlemleri yanında grizulu kömür ocaklarında alınması zorunlu olan önlemlerin de gönüllülük esasına bağlı olarak devreye

alınması, çalışma emniyetini artırmakta ve yukarıda değinilen riski azaltmaktadır. Diğer yandan, konveyör bantlarının alev yürütmez özelliğe haiz olması kadar bant galerisi atmosferinin sıcaklık ve duman gibi yangın işaretçisi faktörler bakımından sürekli izlenmesi ve oluşabilecek yangın türüne göre acil müdahale sağlayabilecek otomatik soğutma-söndürme sistemlerinin temin edilerek bu sistemin hiçbir koşulda devreden çıkmayacak şekilde izleme yapmasının sağlanması, riskleri kabul edilebilir düzeye indirgeme bakımından daha akılcı bir önlem olarak belirmektedir. Bant yangınlarının en önemli nedenleri arasında aşırı tambur/makara-bant sürtünmesi kaynaklı sıcaklık artışı ve kaplamanın tutuşması gösterilebilir. Bu nedenle özellikle motor ve redüktör ile tahrik, dönüş, gerdirme, saptırma vb. tamburların sıcaklıklarını termal kameralar ya da konstrüksiyon üzerine monte edilen algılayıcılar ile izleyen ve eşik değer aşıldığında sistemi otomatik olarak durduran bilgisayar kontrollü bir izleme sisteminin kurulması, yangını oluşturma aşamasında önleme fırsatı sunmaktadır.

SONUÇLAR

Bu çalışma kapsamında, yeraltı işletme yöntemleri ile metalik cevher üretilen maden ocaklarında kullanılan bantlı konveyör sisteminin çalışma emniyeti üzerine bir değerlendirme yapılmıştır.

Yönetmelik gereğince yeraltı işletmelerinde mevcut alev alabilir bantların anti-statik ve alev yürütmez özellikteki bantlar ile değiştirilmesi gerekmektedir. Bununla birlikte, Bölüm 3'teki değerlendirmeler ışığında, yeraltı metalik cevher işletmelerinde alev yürütmez özellikte konveyör bantı kullanmanın yangın ilintili riskleri kabul edilebilir düzeye indirgemesi ile ilgili nihai kararın, aşağıdaki maddelerde verilen hususların gerçekçi bir risk analizi ile değerlendirmesi sonucunda verilmesinde yarar görülmektedir.

- Yeraltındaki üretim bölgeleri ile ana nakliye sistemi arasındaki etkileşim ve bağlantı,
- Yeraltı işletmelerinin bulunduğu formasyonların yanıcı ve yakıcı gaz içeren kayaç yapısına sahip olup olmadığı,
- İşletmelerde uygulanmakta olan iş sağlığı ve güvenliği çalışmalarının herhangi bir yangın durumuna ilişkin yeterliliği,
- Mevcut ve değiştirilmesi önerilen konveyör bantlarının özellikleri, alev almaya ve alevi

iletmeye yatkınlıkları ve kullanımda ortaya çıkan ilintili riskler,

- Yeraltı işletmelerinde kurulu olan gaz izleme sistemi, nakliye galerilerinde kurulu olan yangın algılama ve söndürme sistemi.

KAYNAKLAR

Anon(a), 2016. Çelik halat ve dokuma örgülü karkas yapıları. <http://www.ozerband.com>, alındığı tarih: 04.01.2016.

Anon(b), 2016. <http://www.sorenge.com.br/wp-content/uploads/2013/07/sprinkler.jpg>, alındığı tarih: 04.01.2016.

Anon(c), 2016. <http://www.solit.info/solit1/galerie/tests/7.jpg>, alındığı tarihi: 04.01.2016.

Anon(d), 2016. Annex B, Guideline for the compilation of a mandatory code of practice for the safe use of conveyor belt installations for the transportation of mineral, material or personnel. Mine Health & Safety Inspectorate, Department of Mineral Resources, South Africa.

Aşık, E., 1988. Bantlı konveyörler – hesap ve konstrüksiyon esasları. TMMOB Makine Mühendisleri Odası, Yayın no: 98, Ankara.

ÇSGB, 2015. Yeraltı ve yerüstü maden işletmelerinde iş sağlığı ve güvenliği rehberi. T.C. Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı İş Teftiş Kurulu Başkanlığı, Yayın no: 43, Ankara, 140 s.

Güler, G., 2016. Kişisel görüşme. Anglo American Platinum Joint Ventures, Johannesburg, South Africa.

Hellsten, M., 2016. Kişisel görüşme. LKAB Minerals AB, Luleå, Sweden.

HSE, 2015. The prevention and control of fire and explosion in mines. Health and Safety Executive, Deep Mined Coal Industry Advisory Committee, England.

Hustrulid, W.A., 1982. Underground mining methods handbook. Society of Mining Engineers, USA.

Kauçuk Derneği, 2014. Basın açıklaması. Kauçuk Derneği İktisadi İşletmesi, Mart, Sayı: 52, ISSN: 2146-1821.

Kidde-Fenwal, 2016. Intelligent linear heat detection systems fire alarm zone identification and output control, application guide for tunnels. <https://www.kidde-fenwal.com>, alındığı tarih: 01.09.2016.

Kissell, F.N., 2006. Handbook for methane control in mining. Information circular 9486, National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH), Department of Health and Human Services, Centers for Disease Control and Prevention (CDC), Pittsburg, USA, 184 pp.

LKAB, 2015. Non-hazardous material safety data sheet for magnetite. LKAB, <http://www.lkabminerals.com/Documents/Product%20SDS/Magnetite%20SDS,%2012-01INT,13-09.pdf>, alındığı tarih: 17.12.2015.

Minimax, 2015. Minifog procon low-pressure water mist system. www.minimax.de, alındığı tarih: 17.12.2015.

Mulani, I., 2016. Kişisel görüşme Pune, India.

Siemens, 2015. FibroLaser III – reliable fire protection for long and widespread systems. www.siemens.com/fibrolaser, alındığı tarih: 17.12.2015.

TSE, 2015. Muayene ve deney hizmetleri raporu. Türk Standartları Enstitüsü, Ege Bölge Laboratuvarı, İzmir.