

**TERMİK SANTRAL KÜLÜNÜN
AYAK ARKASI YANGINLARINA KARŞI KULLANILMASI
VE GÖTÜRÜCÜNÜN DİZAYNI**

**THE USE OF THERMAL POWER PLANTS ASHES AGAINST THE
COMBUSTION OF LEAVED COALS IN CAVED AREA LONGWALLS
AND DESIGN OF THE TRANSPORTER**

Rıfat DAĞDELEN, *Türkiye Taşkömürü Kurumu, Zonguldak*

Tuncer ÖZKAN, *Bartın*

Haşim DEMİRLER, *Türkiye Taşkömürü Kurumu, Zonguldak*

Cüneyd YAMUDİ, *Türkiye Taşkömürü Kurumu, Zonguldak*

ÖZET

Bu tebliğde; Türkiye Taşkömürü Kurumu'nda (TTK) uygulanmakta olan uzun ayak üretim sisteminde yangınları önlemek için tasarlanan ayak arkasına kül püskürtme sistemi ve Amasra Taşkömürü Müessesesindeki uygulaması açıklanmaktadır.

ABSTRACT

In this paper, in order to prevent the combustion of leaved coal in caved area of longwalls, the new designed sprinkler system in clouding thermal power plant ashes is explained and applications of this system are given for Amasra District.

1. GİRİŞ

Yeraltı kömür madenciliğinde kömürün kendiliğinden yanabilirliği madenciliğin en önemli sorunlarından biridir. Bu sorun emniyetli çalışma ortamını ortadan kaldırmakta ve ardından da madenciliğin amacı olan ekonomik değer oluşturma faaliyetlerini olumsuz etkilemektedir. Belirtilen bu iki önemli sebepten ötürü önlem almanın önceliği ve hassasiyeti artmaktadır. Bu anlayışla, tasarım ve imalatı tamamıyla TTK'nın kendi olanakları ile yapılmış olan Götürücünün tasarım parametreleri ve teknik özellikleri verilecek ayrıca sistemde örtü malzemesi olarak kullanılan termik santral külü uygulaması konu edilecektir.

2. OCAK YANGINLARI

Oluşum şekline göre ocak yangınları *eksojen* ve *endojen* yangınlar olmak üzere ikiye ayrılır. *Eksojen yangınlar*; yüksek sıcaklık sonucu meydana gelir, ısı kaynağı yanan ortamın dışındaki başka bir kaynaktır. *Endojen yangınlar*; kömürün kendi kendine kızışması sonucu meydana gelir ve dış ısı kaynağının rolü yoktur. Endojen ocak yangınlarına etki eden faktörler ise aşağıda sıralanmıştır (Güney, 1965):

- Kömürün fiziko-kimyasal ve petrografik özellikleri (kükürt yüzdesi, rutubet, tane büyüklüğü, kimyasal bileşenler, kalorifik değeri),
- Yeraltı koşulları (ocak havası sıcaklığı, ocak rutubeti, oksijen konsantrasyonu)
- İşletme yöntemi,
- Havalandırma sistemi ve hava akımının miktarı,
- Kömür damarı ve tabakalarının durumu,
- Tahkimat cinsi vb. leridir.

2.1. Kömürün Kendiliğinden Yanması İle İlgili Kuramlar

Literatüre göre kömürün kendiliğinden yanması ile ilgili araştırmalar 1686 yılında Dr. Plott ile başlamış olup, yangın ve patlamaların sebebi olağanüstü nedenlere bağlanmıştır. Daha sonra kömürün kendiliğinden yanması ile ilgili teoriler ortaya çıkmıştır. İlk bilimsel teori "pirit kuramı" olarak tarihe geçmiştir. Bu kuramı daha sonra

- Bakteri kuramı,
- Oksidasyon kuramı,
- Nem kuramı,

izlemiştir. Tüm bu kuramlar içinde oksidasyon kuramı birçok araştırmacı tarafından desteklenmiş ve kendiliğinden yanmanın sebebi olarak kabul görmüştür (Eroğlu ve Gouws, 1993).

Kömürün kendiliğinden yanmasıyla ilgili olarak, genelde, kabul edilen teori, uygun atmosferik koşullarda kömürün oksijeni absorbe etmesine dayanmaktadır (Oksidasyon kuramı) Kömür ile oksijen arasında dışa ısıveren bir kimyasal tepkime söz konusudur.

Kömür yüzeyleri havayla temas eder etmez oksidasyon olayı başlamaktadır. Ocakta, normal koşullar altında, dışa verilen ısı alınmakta ve oksidasyon, yavaş bir biçimde ve bir kızışma tehlikesi doğurmaksızın sürmektedir. Ancak, bazı durumlarda dışa verilen

ısı, ortamdan uzaklaşmamakta ve sıcaklık giderek artmaktadır. Sıcaklık arttıkça ve ortamda yeterli oksijen de varsa oksidasyon hızı artmakta ve buna bağlı olarak kömürün sıcaklığı yükselmektedir. Kömürün tutuşma sıcaklığına (kritik sıcaklık) ulaşıldığında ise, yanma olayı gerçekleşmektedir (Didari, 1986).

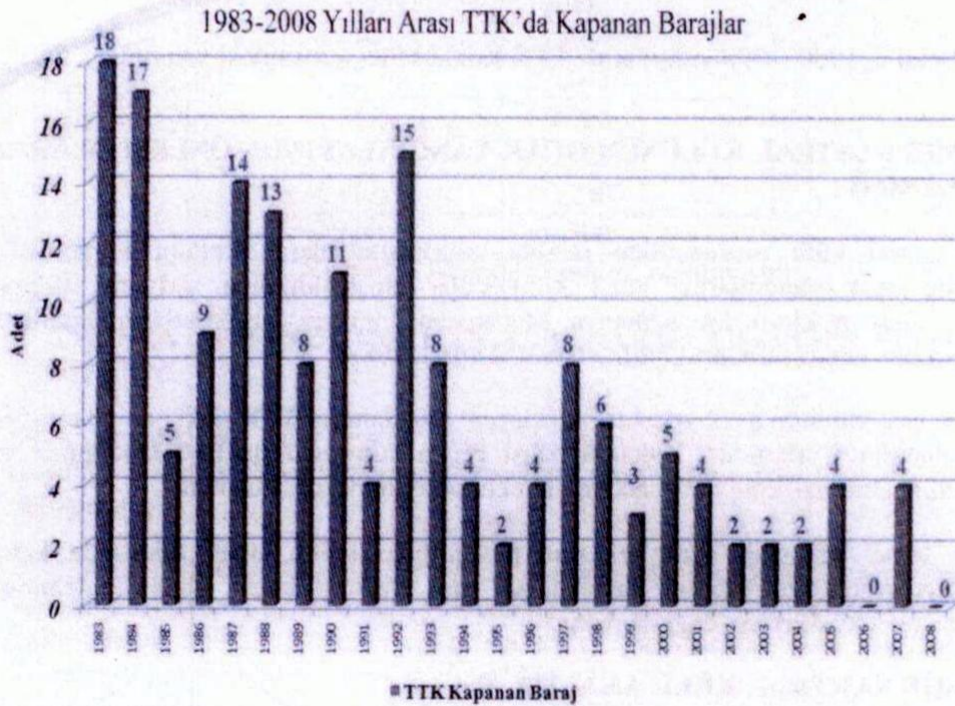
2.2. Türkiye Taşkömürleri Kurumunda Ocak Yangınları

Son çeyrek asırda TTK'da pano kapatmaya kadar varan yangınlar incelendiğinde; pano kapatmak amacı ile 172 adet barajın yapıldığı görülmektedir (Şekil 1).

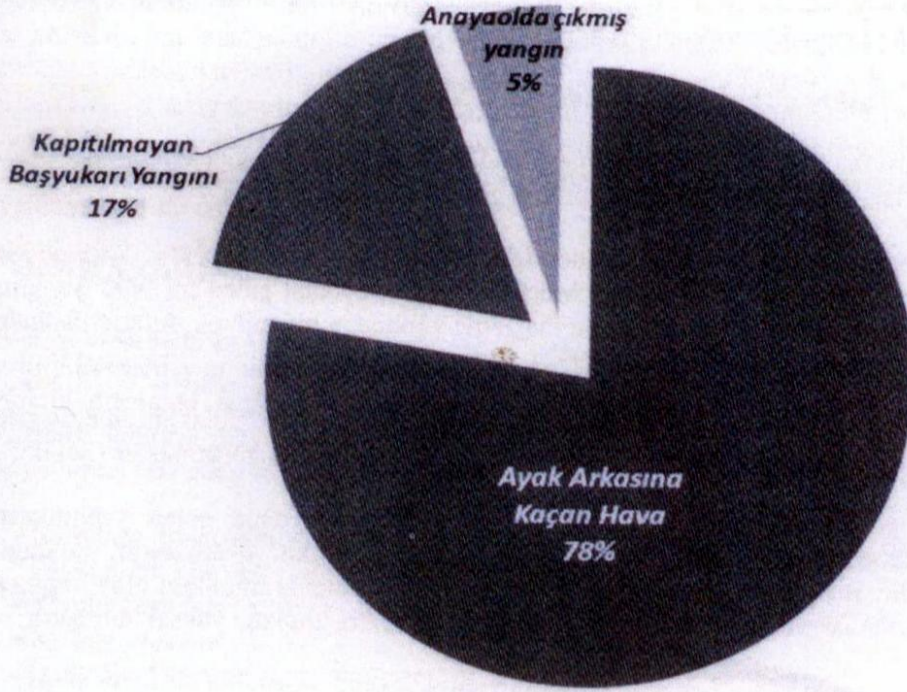
Bir ocak yangınının yarattığı maliyet maden işletmesi için oldukça yüksektir. Yapılan bir araştırmada; 1988 yılında TTK Kozlu Müessesesinde meydana gelen bir ocak yangını sonucu oluşan zararın, üretim, işçilik ve malzeme yönünden bir milyon doların üstünde olduğunu hesaplamıştır (Değirmenci, 1992).

1980-1990 yılları arasında TTK Kozlu Müessesesinde oluşan yangınlar incelendiğinde 18 yangından 14'nün ayak arkasına kaçan havadan kaynaklandığı görülmüştür (Şekil 2).

Şekil 2'de göçertmeli uzun ayak işletme yönteminde meydana gelen yangınların %78'inin sebebinin "arkaya kaçan hava sonucu oluşan oksidasyon" olduğu görülmektedir. Bu soruna karşı alınan önlemler, ayak arkasında mümkün olabildiğince kömür bırakmamak ve bununla beraber ayak ilerleme hızını oldukça yüksek tutmaktır.



Şekil 1. 1983-2008 yılları arası yangın sonucu kapanan panoların yıllara göre dağılımı.



Şekil 2. 1980–1990 yılları arası TTK Kozlu Müessesesindeki yangınlar.

3. TERMİK SANTRAL KÜLÜNÜN OCAK YANGINLARINDA ÖNLEM OLARAK KULLANIMI

Termik santral külü madencilikte ramble malzemesi olarak kullanılabilir. Literatürde ocak yangınlarına karşı kimyasallar araştırıldığında sodyum silikatın (Fransa), kalsiyum klorür'ün (Almanya, Macaristan, İngiltere) ve boratların (İngiltere) laboratuvarlarda araştırıldıkları görülmektedir (Didari, 1988).

Termik santral külünün ayak arkasına püskürtme uygulaması, TTK'daki son dönem Ar-Ge çalışmalarının ürünüdür. Yukarıda bahsi geçen kimyasallarla kıyaslandığında ise uçucu külün, atık malzeme oluşu nedeniyle ekonomikliği söz konusudur.

Sistemin temel prensibi, ayak arkasına püskürtülen külün, ayak arkasında kalan alınamamış kömürlerin üzerini kaplayarak, ayak arkasına kaçan hava ile temasını önlemek, yani oksidasyonu engellemektir.

4. TERMİK SANTRAL KÜLÜ ANALİZİ

Sistemde kullanılmakta olan Çatalağzı-B Termik Santral külünün E.Ü.A.Ş. Teknik Kontrol ve Laboratuvarları İşletme Müdürlüğünde yapılmış olan analizi Çizelge 1'de verilmiştir. Kullanılan külün filtre çıkışı elek analizi ise Çizelge 2'de verilmiştir.

Çizelge 1. Çatalağzı-B termik santral külüne ait kimyasal analiz sonuçları.

Yapılan Analizler	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	TiO ₃	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	SO ₃	P ₂ O ₅	Yanma Kaybı
	TS 639		TS 639				Alev Fotometrisi		TS 639		TS 639
Numune	Sonuçlar %										
1. Ünite külü	54,21	5,94	0,98	26,43	3,39	5,33	0,69	1,84	0,01	0,11	1,05
2. Ünite külü	55,84	6,71	1,30	24,19	3,04	5,21	0,61	1,60	0,81	0,11	0,97

Çizelge 2. Santral külünün elek analizi.

Filtre çıkışı uçucu kül elek analizi	
Bakiye (%)	Elek (mm)
52,66	0,045
15,8	0,063
18,5	0,125
11,23	0,250
1,81	0,500

Yoğunluk ise 1,0835 ton/m³ ölçülmüştür

5. AMASRA MÜESSESSESİ İÇİN KÜL NAKİL ARACININ "GÖTÜRÜCÜ" DİZAYNI

Ocak yangınlarına karşı santral külü uygulaması Türkiye de ilk olarak TKİ Ege linyitleri Soma İşletmesinde gerçekleştirilmiş olup, taşıma işlemi gravite yöntemi ile sağlanmıştır.

TTK Amasra Müessesesinde bir ayakta kızışma olabileceği ihtimali üzerine, üretim panosuna kül tatbiki uygulanması planlanmış ve TKİ Soma işletmesindeki uygulamadan farklı olarak külün uygulama noktasına kadar transfer için yeni bir Götürücü'nün (transfer aracı) dizaynı gerekmiştir (Şekil 3).

Götürücü -100 kotunda alt taban yolunda duracak, kül başyukarı içinden -58 kotuna kadar dikey olarak çıkarılıp -58 kotuna yatay olarak 400 metre nakledilecektir.

Bir yerel direncin eşdeğer boyu, içinde malzeme sürükleyen bir hava akımından dolayı bu dirence eşit bir basınç kaybı meydana gelen yatay ve düz bir boru parçasının boyudur.

5.2. İndirgenmiş Götürme Uzunluğu (Tasarım Eşdeğer Uzunluk Hesabı)

Hesaplamalarda götürücü hortumun düşeyde ve yatayda, ayrıca içerdiği dirsek ve vana sayısına göre eşdeğer uzunlukları hesaplanır.

$$L_{ind.} = \sum L_{yat} + \sum L_{düş} + \sum L_{eşd.d} + \sum L_{eşd.v} \quad (1)$$

$\sum L_{yat}$: toplam yatay götürme uzunluğu (m)

$\sum L_{düş}$: toplam düşey götürme uzunluğu (m)

$\sum L_{eşd.d}$: dirseklerin top. eşdeğer uzunluğu (m)

$\sum L_{eşd.v}$: vanaların top. eşdeğer uzunluğu (m)

$$\sum L_{yat} = 410 \text{ m}$$

$$\sum L_{düş} = 42 \text{ m}$$

R_0 - Dirseklerin eğrilik yarıçapı,

d_b - Götürme borusunu iç çapı,

$$R_0/d_b = 6 \text{ (kabul)}$$

Çizelge 3'de pudra özelliği seçilmiş olup, dirsek eşdeğer uzunluğu ise 10 (m) olarak değerlendirilmiştir.

Çizelge 3. Dirsekler için eşdeğer uzunluklar ((Spivakovsky vd., 1976).

Malzeme	Ro / db oranına göre $L_{eşd. d}$ Değeri (m)			
	4	6	10	20
Pudra	4-8	5-10	6-10	8-10
Homojen taneli	-	8-10	12-16	16-20
Küçük parçalı düzgünsüz	-	-	28-35	38-45
İri parçalı düzgünsüz	-	-	60-80	70-90

$$\sum L_{eş.d.d} = 10 \text{ m}$$

Sistemde kullanılan götürme borusu özel olup sürtünme katsayısı en aza indirilmiştir

Bükülebilir bölümlü dirsek sayısı 2 olup, götürme borusunda vana kullanılmamıştır.

$$L_{ind.} = 472 \text{ m}$$

5.3. Götürme Hava Hızı, Gerekli Hava Hızının Hesabı

Pnömatik ya da havalı konveyörler; dökme malzemeleri ya da özel taşıyıcılar içinde birim yükleri, bir kanal içinde hareket eden hava akımıyla iletimde kullanılırlar. Pnömatik transport makinalarının hepsinde ortak olan çalışma ilkesi, hareketin hızlı bir hava akımı tarafından yüke iletilmesidir (İmrak, 2009).

Hava hızı,

$$v_k = K \sqrt{\frac{\gamma_y}{\gamma_{hava}} \alpha'} \quad (2)$$

denklemden hesaplanır.

γ_y ; yük parçacıklarının özgül ağırlığı (t/m^3)

γ_{hava} ; havanın özgül ağırlığı (kg/m^3)

α' ; yük parçacıklarının boyutu (m)

K ; yük parçacığının biçimine, boyutlarına ve yüzey koşullarına bağlı bir katsayı olup, küre biçimindeki parçacıklar için $K= 10-170$

Küçük parçacık çapı için K katsayısının küçük değerleri alınır.

Havanın atmosfer basıncındaki özgül ağırlığı

$$\gamma_{hava} : 1,2 \text{ kg}/m^3$$

Düşey boru bölümlerindeki ek hava sütununun basıncı hesaplanırken δ'_{hava} nın basınçlı sistemlerde δ_{hava} dan (atmosferik basınçtaki özgül ağırlık) büyük ve emmeli sistemlerde ise δ_{hava} dan küçük olduğu dikkate alınmalıdır.

İlk hesaplamalar için yüksek basınçlı emmeli sistemlerde ise;

$$\gamma'_{hava} = 0,8 - 0,95 \text{ kg}/m^3 \text{ arasında alınır.}$$

Atmosfere yakın basınçtaki bir boru bölümünde yani bir basınçlı götürücünün boşaltma ya da bir emmeli götürücünün emme ağzında,

$\gamma_{hava} = \text{sabit} = 1 \text{ kg/m}^3$ iken,

gerekli hava hızı aşağıdaki denklemden hesaplanır.

$$v_{hava} = \sqrt{\gamma_y} + B \cdot L_{ind}^2 \quad (3)$$

$$v_{hava} = 14,5 \quad (m/sn)$$

Bu denklemde;

α ; yük parçacıklarına bağlı ve onların boyutlarıyla artan katsayı, $\alpha = 10$ (kabul, Çizelge 4),

γ_y ; yük parçacıklarının özgül ağırlığı (t / m^3)

$$\gamma_y \cong 1 \text{ ton}/m^3$$

B - Katsayı

$B = (2-5) \cdot 10^{-5}$ olup kuru pudra malzemelerde düşük değerler alınır, yani $2 \cdot 10^{-5}$ kabul edilir.

Çizelge 4. Yük parçacıklarının boyutlarına göre α katsayısının değerleri (Spivakovsky vd., 1976).

Malzeme	Max. Parçacık ölçüsü α	α
Pudra	1-1000 μ (mikron)	10-16
Homojen taneli	1-10 mm	17-20
Küçük parçalı, homojen	10-20 mm	17-22
Orta parçalı, homojen	40-80 mm	22-25

5.4. Karışımın Ağırlık Yığılması

Hava ve malzeme karışımının ağırlık yığılması (konsantrasyonu) μ , donanımın ağırlıkça kapasitesinin, malzemeyi götürmek için gerekli hava miktarına (ağırlıkça) oranıdır. Bu matematiksel olarak ifade edilirse:

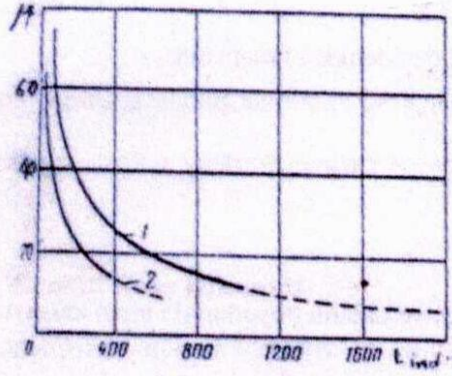
$$\mu = \frac{Q}{3,6 \cdot \gamma_{hava} \cdot v_{hava}} ; \text{ kg malz} / \text{ kg hava} \quad (4)$$

Q ; Donanımın kapasitesi (ton/saat)

γ_{hava} ; havanın özgül ağırlığı (kg/m^3)

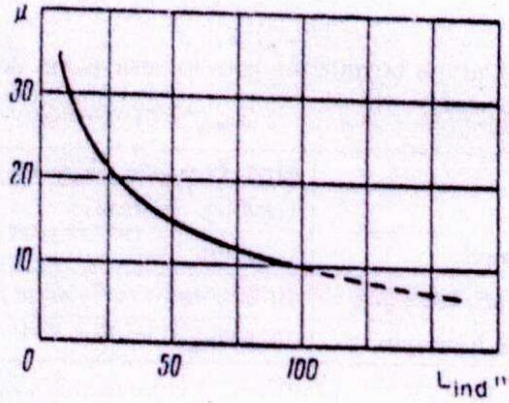
V_{hava} ; hava tüketimi (m^3/sn)

Mevcut donanımların çoğunluğunda, karışımın μ yığılması, götürme borusunun d_b çapına, p basıncına ve L_{ind} indirgenmiş götürme boyuna bağlıdır.



Şekil 4. Karışımın ağırlık yığılmasının indirgenmiş götürme uzunluğuna bağlılığını gösterir grafik (Spivakovsky vd., 1976).

Şekil 4'de [1. eğri kuru ve serbest akışlı, özgül ağırlığı yüksek malzemeler ($\gamma_y = 2,5-3,2 \text{ t/m}^3$) için; 2. eğri düşük özgül ağırlıklı ($\gamma_y = 1,8-2,5 \text{ t/m}^3$) ancak yüksek nem miktarı ve çok aşındırıcı malzemeler için]



Şekil 5. Karışımın yığılmasının L_{ind} indirgenmiş götürme uzunluğuna bağlılığını gösterir grafik (tahıl için) (Spivakovsky vd., 1976).

Her donanım tipi özgül hava basıncında çalıştığından örneğin yüksek basınçlı bir götürme düzeninde $p=2,5-5 \text{ kg/cm}^2$ orta basınçlıda $p=1,3-2,2 \text{ kg/cm}^2$ emmeli götürme düzeneğinde $p=0,2-0,45 \text{ kg/cm}^2$ alınır. Sonuç olarak, hesaplanan donanımın tümüne karşılık olarak verilmiş bir basınçta karışımın μ ağırlık yığılması, eşdeğer L_{ind} götürme uzunluğuna göre belirlenmelidir.

$$L_{ind} = 472 \text{ m için (Şekil 4)}$$

$$\mu \cong 23 \text{ [(kg malz) / (kg hava)] (Şekil 4)}$$

5.5. Gerekli Hava Tüketimi

Transfer işleminin gerçekleşebilmesi için gerekli hava tüketiminin hesabı ise;

$$v_{hava} = \frac{Q}{3,6 \cdot \gamma_{hava} \cdot \mu} \quad (5)$$

$Q = 3$ ton/saat alınmıştır.

$v_{hava} \cong 0,03 \text{ m}^3/\text{sn}$ olarak hesaplanır.

5.6. Götürme Borusunun İç Çapı

Tank içersindeki malzemenin hortum ucundaki nozule kadar olan kısmın, başka bir deyişle kullanılan götürme borusunun iç çapının hesaplanması ise

$$d_b = \sqrt{\frac{4 \cdot V_{hava}}{\pi \cdot v_{hava}}} \quad (6)$$

$$d_b = \phi 50 \text{ mm}$$

5.7. Götürme Borusunun Başlangıcında (Girişinde) Gerekli Hava Basıncı (Mutlak Basınç)

Basıncılı götürme düzenleri için

$$p_g = \sqrt{1 + \frac{\beta \cdot \mu \cdot L_{ind} \cdot v_{hava}^2}{d_b}} \mp P_{kes} \quad (7)$$

(ata , mutlak basınç bar (a))

Eğer malzeme H yüksekliğine kaldırılacaksa, yalnız sürtünme kayıpları değil hava – malzeme sütununun boru kesitine indirgenmiş birim ağırlığı da hesaba katılmalıdır. Yani,

$$P_{kes} = \frac{H \cdot \gamma_{hava} \cdot \mu}{10^4} \text{ kg/cm}^2 \quad (8)$$

verilen düşey bölüm için ortalama havanın özgül ağırlığı; γ_{hava}° ; düşey boru bölümlerindeki ek hava sütununun basıncı hesaplanırken γ_{hava}° nin basınçlı sistemlerde γ_{hava} dan (atmosferik basınçtaki özgül ağırlık) büyük ve emmeli sistemlerde ise γ_{hava} dan küçük olduğu hatırlanmalıdır. İlk hesaplar için;

yüksek basınçlı sistemlerde

$$\gamma_{hava} = 1,6-2 \text{ kg/m}^3$$

emmeli sistemlerde,

$$\gamma_{hava}^{\circ} = 0,8- 0,95 \text{ kg/m}^3 \text{ alınır.}$$

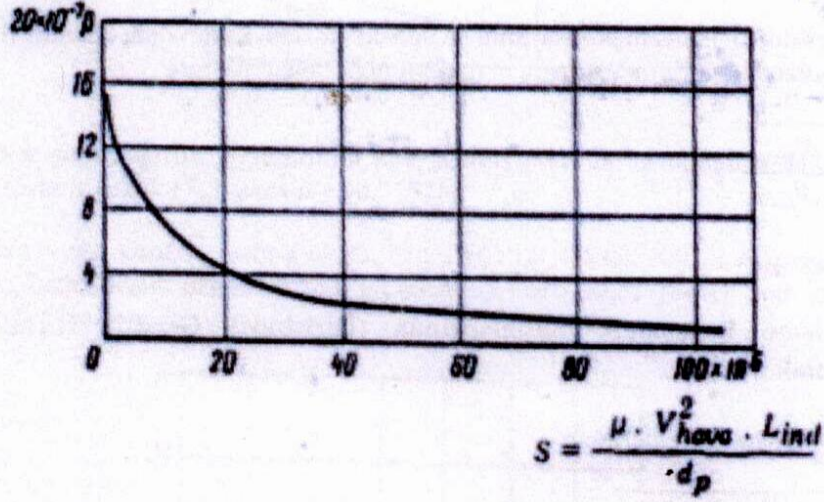
$$\gamma_{hava}^{\circ} = 1,8 \text{ kg/m}^3 \text{ (kabul)}$$

β katsayısı;

basıncılı götürme düzenleri için

$$s = \frac{\mu \cdot L_{ind} \cdot v_{hava}^2}{d_b} \quad (9)$$

değerine bağlıdır (Şekil 6).



Şekil 6. Basıncılı götürme düzenleri için β katsayısı.

emmeli götürme düzenlerinde β 'nin değeri sabittir; $\beta = 1,5 \cdot 10^{-7}$

$$s \cong 46 \cdot 10^6$$

Bu değer için de Şekil 6'dan $\beta = 1,8 \cdot 10^{-7}$ olur.

(7) bağıntısında derlenen veriler yardımı ile hesaplandığında ise sonuç,

$$p_g = 3,22 \cong 3,5 \text{ (bar)}$$

5.8. Kompresörün Ana Hava Besleme Borusundaki Gerekli Hava Basıncı

$$P_k = P_w \cdot \alpha + P_{kayıp} \text{ (ata)} \quad (10)$$

P_w ; çalışma basıncı (bar veya ata)

α ; 1,15 – 1,25 kayıp katsayısı

$P_{kayıp}$; Ana besleme şebeke basınç kaybı

Kompresör için $p_{kayıp} \cong 0,3 \text{ kg/cm}^2$ alınabilir.

$$P_k = 3,5 \text{ bar}$$

5.9. Gerekli Kompresör Kapasitesi

Basınçlı hava şebekesindeki hava miktarını sağlayacak olan kompresör kapasite hesabı ise aşağıdaki gibidir.

$$v_0 = v_{hava} \cdot \alpha' \quad (11)$$

$$v_0 = \frac{\pi d_b^2}{4} \cdot v_{hava} \cdot \alpha' \cdot 60 \quad ; \quad m^3/dk$$

Burada $\alpha' = 1,1$ sistemdeki kaçakları göz önüne alan katsayıdır.

$$v_0 = 1,88 \cong 2 \quad ; \quad m^3/dk$$

Not $v_{hava} = 0,03 \text{ m}^3/sn$ hesaplandı (hava tüketimi)

$$v_0 = 0,03 \cdot 1,1 \cdot 60 = 1,98 \quad m^3/dk$$

$$v_0 \cong 2 \quad m^3/dk$$

6. AMASRA MÜESSESİ UYGULAMASI

Sistemin tasarım aşamasının tamamlanmasının ardından, TTK'nın yeraltı üretim birimlerinin gereksinim duyduğu makina ve donanımın önemli bir bölümünün üretildiği Maden Makinaları Fabrikası İşletme Müdürlüğü (MAZ) bünyesindeki atölyelerde üretimi yapılmıştır.

Temmuz 2007'de ilk olarak Amasra Müessesesinde uygulamaya başlamıştır. Şekil 7 ve 8'de kül tankının görüntüleri, Şekil 9'da da boyutları verilmektedir. Ayrıca, Şekil 10 - 12'de yerindeki uygulamalardan örnekler görülmektedir.

7. SONUÇ VE ÖNERİLER

Göçertmeli üretim yönteminin uygulandığı yangına müsait damarlarda göçüğe kül püskürtme uygulaması kömür madenciliğinde yeni bir uygulama olup sistem halen TTK'da uygulanmaktadır. Amasra Müessesesinde 1, Karadon Müessesesinde 3, Armutçuk Müessesesinde 2 ve Kozlu Müessesesinde 1 adet olmak üzere, kurum genelinde 7 adet kül tankı mevcut olup faal bir şekilde kullanılmaktadır.

Sistemin tasarımı ve imalatı tamamıyla TTK bünyesinde gerçekleşmiştir.

Sistemin tasarımında ocak yangınlarında oksidasyon kuramı gözönüne alınarak, o temelde çalışmalar yapılmıştır.

Sistemin kullanılmaya başlandığı Temmuz 2007'den bu yana uygulamanın gerçekleştirildiği üretim ayaklarında herhangi bir yangın veya kıvılcık belirtilerine rastlanmamıştır.

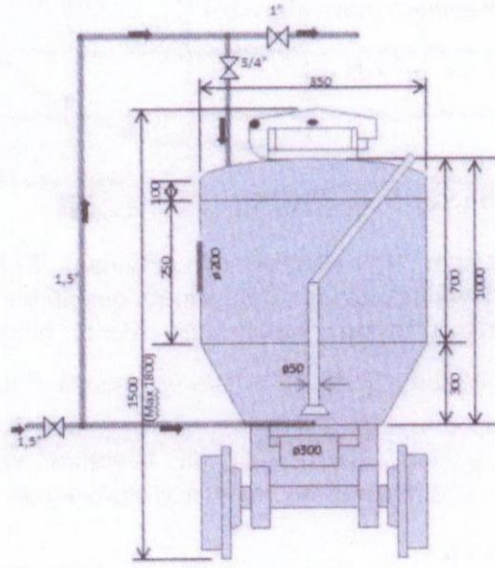
Sistem aynı zamanda toz patlamalarına karşı galeri ve taban yollarına serpilmiş taş tozu uygulamasında da kullanılabilir.



Şekil 7. Oluk dibindeki kül tankı.



Şekil 8. Kül tankı.



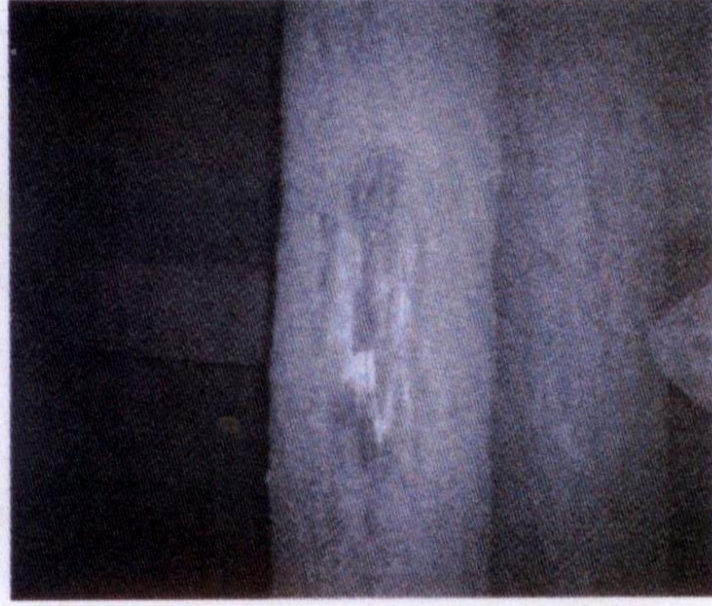
Şekil 9. Kül tankının boyutlandırması.



Şekil 10. Ayak içerisinde kül uygulaması.



Şekil 11. Külün püskürtülmesi.



Şekil 12. Kül püskürtme uygulamasının ahşap tahkimat direğindeki katman olarak kaplamasının görünümü.

KAYNAKLAR

- Değirmenci, A.** (1992) Kozlu Müessesesindeki ocak yangınları ve alınan önlemler, *Türkiye 8. Kömür Kongresi, Zonguldak.*
- Didari, V.** (1986) Yeraltı ocaklarında kömürün kendiliğinden yanması ve risk endeksleri, *Madencilik*, Cilt XXV, Sayı 4, s. 29-34.
- Didari, V.** (1988) Kömürün kendiliğinden yanmasına karşı nem tutucu tuzların kullanılması ve bazı öneriler, *Madencilik.*
- Eroğlu, H.N. ve Gouws, M.J.** (1993) Kömürün kendiliğinden yanmasına ait kuramlar, *Madencilik Dergisi*, Cilt XXXII, Sayı 2, s. 15-18.
- Güney, M.** (1965) Yüksek genişlemeli köpük ve Zonguldak Havzasında tatbik imkanları, *Madencilik Dergisi*, Sayı 5, s. 15-18.
- İmrak, E.** (2009) MAK 419 Transport tekniği ders notları, İTÜ Makina Fakültesi (<http://www.mkn.itu.edu.tr/~gerdeme/MAK419/MAK419-13.pdf>)
- Spivakovsky, A., Dyachkov, V. ve Cerit M.** (1976) *Götürücüler*, TMMOB Makina M. O. Yayınları, Yayın No. 105, Ankara.