

1. Tozun sınıflandırılması,
2. Toz tanelerinin hareketi
 - 2.1. Newton kanununa uygun hareket
 - 2.2. Stoke kanununa uygun hareket
 - 2.3. Brownian hareketi.
3. Tozun Zararları,
 - 3.1. İnsan sağlığına zararları
 - 3.2. Toz (İnfilaki) patlaması,
4. Toz numunesinin alınması ve incelenmesi,
5. Ocaklarda toz zararlarının azaltılması,
6. Sonuç,
7. Kaynaklar.

1. TOZUN SINIFLANDIRILMASI :

Toz, genel anlamda, çapı 1 mm den küçük, hava içinde asılı kalabilen veya zamanla çökelen parçacıklardır.

Bir havanın tozluluğu iki şekilde ifade edilebilir.

1. Bir m³ hava içindeki tozun mg olarak ağırlığı (gravimetrik metot.)

2. Bir cm³ hava içindeki toz (tane adedi) sayısı, (Toz sayma metodu)

Toz, tane iriliğine göre üç sınıfa ayrılabilir.

1. Normal toz : Çapı 10 mikrondan büyük olan tozlardır. Durgun havada gittikçe artan bir hızla yere doğru hareket eder.

2. İnce toz : Çapı 0.1 -10 mikron arasında olan tozlardır. Durgun havada sabit bir hızla yere doğru hareket eder.

3. Çok ince toz : Çapı 0.1 mikron ve daha küçük olan tozlardır. Hava içindeki hareketleri gaz moleküllerinin hareketine benzer. Devamlı hareket halindedirler, yere çökmezler.

2. TOZ TANELERİNİN HAREKETİ :

Toz tanelerinin hava içindeki hareketi veya başka bir deyişle havada kalabilme zamanı tozun iriliği, şekli, özgül ağırlığı, nemliliği sıcaklık ve hava akımı hızı ile ilgilidir.

Toz tanelerinin hareketi, toz tane iriliğine göre ayrılan sınıflara uygun olarak 3 ayrı grupta toplanabilir.

2.1. Newton Kanunu'na uygun toz hareketi. Eğer toz taneleri yerçekimi kuvveti ile serbest düşme yaparlarsa hızı şöyle hesaplanır.

$$u = \sqrt{2gs}$$

u —Hız (Ft/saniye)

s = Toz tanesinin kat ettiği yol (m)

g = Yerçekimi ivmesi 32.2 ft/san²

2.2. Stoke Kanununa uygun toz hareketi. Tane iriliği ufaldıkça, havanın düşmeye karşı direnci kendini gösterir. Eğer bu direnç yerçekiminden dolayı meydana gelen ivmeye eşit ise toz tanesi sabit bir hızla aşağıya doğru düşer. Bir gazın, içinde serbest bırakılan toz tanelerinin düşmesine karşı gösterdiği direnç tanenin iriliğine, şekline, hızına ve gazın viskositesine bağlıdır. Basite indirme açısından hesaplamalar genellikle küresel taneler üzerine yapılmıştır.

* Maden Y. Mühendisi, O.D.T.Ü.

Hidrolikte sıvı ve gazların bir boru içindeki hareketi iki gruba ayrılmıştır.

1. Muntazam akım
2. Turbolans akım

Muntazam akımdan turbolans akıma geçişinde ayrı bir grup olarak nitelemek mümkündür. Akımın tipi «Reynolds Number» ile tarif edilmiştir. Yukarıdaki şartlar aynen hava akımı ile hareket eden veya düşen toz taneleri içinde geçerlidir.

Hava içindeki bir toz tanesinin düşmesine karşı koyan kuvvet;

$$F = \frac{C_r M}{2g}$$

F = Düşmeye karşı koyan kuvvet (pounds)

C = Direnç katsayısı

r = Havanın özgül ağırlığı (pounds /Ft³)

A = Tanenin alanı (Ft²)

u = Tanenin hızı (Ft/saniye)

Yukarıdaki direnç katsayısı (C) «Reynolds» sayılsı ile değişir.

$$\text{Reynold sayılsı} = \frac{D u r}{V}$$

bu formülde

D = Toz tane çapı

u = Toz tanesinin düşme hızı

v = havanın viskozitesi

Toz tanesi küre kabul edildiğinde

$$A = \frac{\pi D^2}{4} \text{ dir.}$$

$$\text{Muntazam akım için } C = \frac{24}{R} \text{ oldu-}$$

ğundan eğer A ve C değerleri (F) formülünde yerine konursa;

$$F = \frac{3W D u}{g} \text{ bulunur.}$$

Düşen bir cisim için yerçekimi kuvveti etkindir ve bu kuvvet (G);

$$G = \frac{r}{G} D^3 x \text{ olarak gösterilir.}$$

G = Yerçekiminden dolayı etki eden kuvvet

x = tanenin özgül ağırlığı.

$$G = F \text{ olduğunda } \frac{\cdot K}{6} D^3 x = \frac{3TTVDU}{g}$$

buradan $U = \frac{D^2 g}{18V}$ bulunur.

bu hıza terminal veya sabit düşme hızı denir. Yukarıdaki hesaplar turbolans akım içinde yapılabilir. Ancak bunun için diğer bazı faktörlerinde göz önünde tutulması gerekir.

2.3. Brownian hareketi yapan toz taneleri :

Toz tanesinin çapı 0.1 mikron civarında olduğundan düzenli bir hareketi yoktur. Toz taneleri gaz molekülleri ile çarpışmasından rasgele yönde hareket ederler. Ancak kattettikleri yolun cebirsel toplamı sıfırdır. Bu tip hareket Brownian hareketi olarak tanımlanır. Tane büyüklüğü ufaldıkça Brownian hareketi fazlalaşır. Tane büyüklüğü arttıkça yerçekimi kuvvetinin daha tesirli olduğunu görmüştük. Bundan dolayı 0.25 mikron civarındaki toz tanelerine yer çekimi ve Brownian hareketinin etkinliği hemen hemen eşittir. Yani toz tanesinde en az hareket görülür. Havayı bu büyüklükteki tozlardan temizlemek çok zordur.

Küre şeklinde toz taneleri ile yapılan deneyler ve hesaplamalar toz tanesinin iriliği ve çökme hızı ile olan alakasını açıkça ortaya koymuştur. (Çizelge 1)

ÇİZELGE 1

Çap (Mikron)	Düşme Hızı
5000.....	350 metre/dakika
1000	263 metre/dakika
500.....	185 metre/dakika
100	20 metre/dakika
50	5 metre/dakika
10	0.2 metre/dakika
5	0.05 metre/dakika
1	0.0023 metre/saat
0.5	0.00066 metre/saat
0.1	0.000023 metre/saat

özgül ağırlığı ve şekli aynı olan değişik çaplı toz tanelerinin 1 metre yükseklikten

yere düşene kadar geçen zaman şöyle hesaplanmıştır. (Çizelge 2)

ÇİZELGE : 2

Çap (Mikron)	100	10	5	1	0.5
Çökme Zamanı	1.3 saniye	2.2 dakika	9 dakika	3 saat	11 saat

3. TOZLARIN ZARARLARI

Ocaklarda toz problemi, meydana getirdiği zararları göz önüne alındığında üzerine eğilimesi gereken en önemli sorun olduğu görülür. Ocak havasında toz iki sebepten dolayı istenmez.

1. Sağlığa zararlı olduğu için,
2. Toz patlamasına sebep olduğu için.

3.1. İnsan Sağlığına Zararları.

Hava içinde bulunan toz, başta madencilik olmak üzere çeşitli endüstri kollarında zararlı olmaktadır. Normal şartlar altında, temiz bir atmosfer içinde 70 - 80 sene yaşayan bir kimsenin ciğerlerinde toplanan toz miktarı çok azdır ve hiçbir şekilde zararlı olamaz. Fakat yaşamın bir kısmını tozlu bir atmosferde geçiren bir kimsenin ciğerleri temizleme mekanizması vazifesini tam olarak yapamaz. Solunum sonucu akciğerlere giren tozun bir kısmı orada yerleşir ve devamlı orada kalır. İnsan sağlığına bu tozun zararı, cins ve miktarına bağlıdır. Bütün tozların zararlı olduğu muhakkaktır. Ancak bazılarının, silika gibi, zararları çok fazladır. Akciğerlerde toplanan 1 - 9 gram arasın-

da % 20 silika ihtiva eden toz «Silikosis hastalığına, 15 gram silika ise «Ağır Silikosis'e» sebep olur.

Eğer 50 gram ile 175 gram % 1 - % 2 siliko ihtiva eden toz akciğerlerde toplanmış ise Pnömokonyoz hastalığına sebep olur.

Kömür madeni işçilerinde görülen pnömokonyozun benzeri siliko içermiyen kaolin, talk endüstrisinde çalışan işçilerde görülmüştür.

Bu konuda geniş bilgi Türkiye Madencilik Bilimsel ve Teknik III. Kongresinde «Madencinin Meslekî Hastalığı : Pnömokonyoz» başlıklı tebliğde Assoc. Prof. Dr. Tacettin Ataman tarafından verilmiştir.

3.2. Toz patlaması

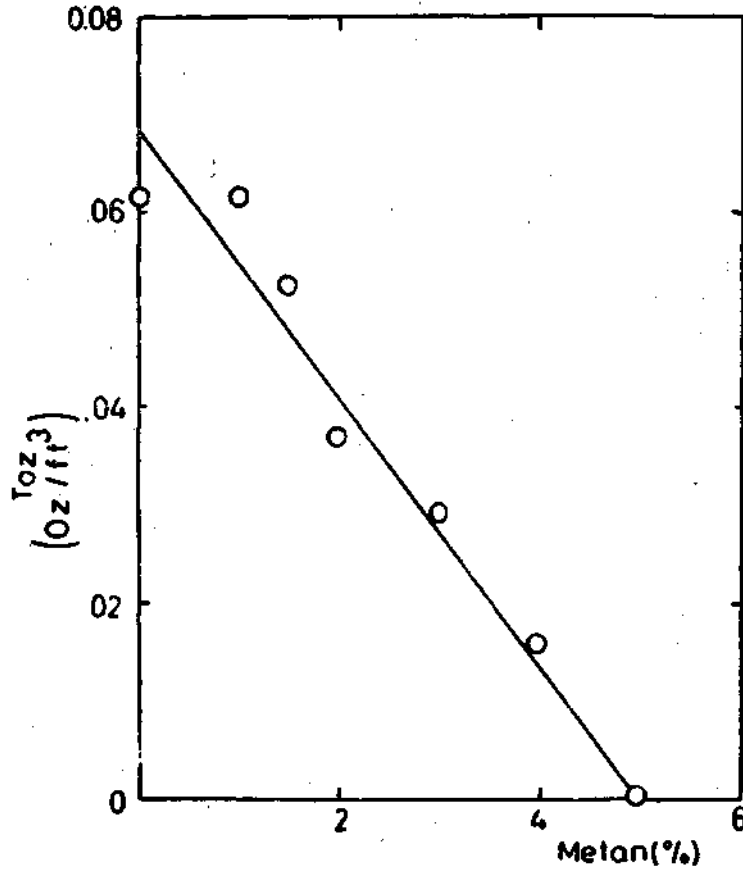
Normal olarak yanmaz ve alev almaz birçok katı maddeler ince toz haline geliklerinde yanıcı ve hatta patlayıcı olurlar. Örneğin aliminyum, demir, çinko, pirit cevheri, flor, şeker, kakao, odun ve kömür bu tip katılara misal gösterilebilir. Çeşitli tozların patlayabilme olayı iki yönü ile açıklanabilir.

1. Toz haline gelen katıların hava (oksijen) ile teması çok fazlalaşır. Şöyleki 1 cm³ hacmindeki bir katının hava ile teması 6 cm² lik bir alanda olmasına rağmen 1 cm³ lük bir cisim bir kenarı 0.1 mm olan küplere ayrıldığında hava ile teması 600 cm² lik alanda, bir kenarı 1 mikron olan küplere ayrıldığında hava ile temas eden alanı 60 000 cm² dir. Yüzey arttıkça emilen (absorbe edilen) oksijen miktarı artar bu da yanmayı ve patlamayı kolaylaştırır.

2. Bazı tozlar ısıtıldıklarında içerdikleri yanabilen gazları açığa bırakırlar. Bu olayda yanma ve patlamaya sebep olabilir.

3. Toz patlamasının meydana gelebilmesi için hava içindeki minimum toz miktarı 0.06 oz./ft³ olmalıdır. Yapılan deneylere göre Metan gazı ilavesi ile bu miktarın azaldığı görülmüştür.

Şöyleki % 2 Metan ihtiva eden hava için bu miktar 0.04 oz./ft³, %4 Metan için 0.02 oz./ft³'e kadar düşer. Şekil (1)



ŞEKİL 1 - Metan gazının toz patlamalarına etkisi.

O halde toz patlaması ihtimalini Metan gazı ile beraber düşünmek gerekir.

Toz patlamasının olması halinde büyük zararlara yol açacağı aşikardır. Üretim ve insan sağlığı yönünden bu denli önemli bir konu olan toz infilaki üzerine eğilinmelidir.

4. Toz numunesinin alınması ve incelenmesi :

Toz numune alma cihazları çeşitlidir. Ancak numune aldıktan sonra değerlendirme yönünden ikiye ayrılabilir.

1. Gravimetrik analize uygun numune alan cihazlar : Bu cihazlardan alınan toz numuneleri hassas terazilerde tartılır, ağırlık yönünden incelenir. (1 m³ hava içindeki tozun ağırlığı gibi.)

2. Toz sayma metoduna uygun numune alan cihazlar : Bu tip cihazlarda toz numuneleri saydam bir madde üzerinde toplanır ve mikroskop ile sayıldıktan sonra büyüklükleri ve sayıları yönünden incelenir. (1 cm³ hava içindeki toplam toz tane adedi veya 1 ila 2 mikron arasındaki toz tane adedi gibi).

Toz alma aletleri ile ilgili geniş bilgi Maden Yüksek Mühendisi Seçkin İncefe'nin Mayıs 1973 Madencilik dergisindeki «Toz ölçer Aygıtlar» isimli yazısından alınabilir.

Ayrıca toz numunesinin incelenmesi ile ilgili bilgi Maden Yüksek Mühendisi Şerafettin Üstüncü ve Şefik Akkoyunlu'nun (O.D/TÜ.) master tezlerinden alınabilir.

İdeal bir toz numune alma ve değerlendirilmede aranacak önemli hususlar şöyle sıralanabilir.

1. En az bir çalışma vardiyesi numune alınması,

2. Numunenin normal olarak işçilerin nefes aldıkları yükseklikten alınması,

3. Kimyasal ve mineralojik analizlerin yapılabilmesine olanak sağlanması,

4. Toz bulutu içinde nefes yolu ile ciğerlere giden tozun sayı ve büyüklük dağılımının tayin edilmesi.

5. Nefes yolu ile ciğerlere giden tozun toplam yüzey alanının bulunması,

6. Nefes yolu ile ciğerlere giden tozun kütlesinin tayin edilmesi.

5. Ocaklarda Toz Zararlarının Azaltılması :

Ocaklarda toz zararlarını azaltabilmek için alınacak tedbirleri şöyle sıralamak mümkündür.

1. Tozu oluşturan faktörleri ortadan kaldırmak veya en aza indirmek.

2. Tozların oluşturduğu bulutların dağılmasına mani olmak,

3. Toz miktarını havalandırma yardımı ile azaltmak,

4. Personeli koruyucu tedbirler almak.

5. Diğer tedbirler.

1. Tozu oluşturan faktörleri ortadan kaldırmak veya en aza indirmek :

Yeraltı çalışmalarında (delik delme, patlatma, nakliye gibi) meydana gelen toz bir dereceye kadar azaltılabilir. Bu iş için görevlendirilen mühendis kullanılabilecek bütün alet, makine ve yöntemlerle yakından ilgilenip, özel bir araştırma yaparak tozun daha az oluşmasını sağlayabilir.

Mesela, delik delme işleminde ucu körelmiş bir matkap daima keskin uçludan daha fazla tozun oluşmasına sebep olur. Delik içindeki ufak parçaları temizlemek için kesici uca verilen suyun kafi olmaması halinde bile daha fazla tozun oluşacağı muhakkaktır. Kayaların düşerek parçalanması halinde hasıl olan toz kayanın düşme yüksekliği ile orantılıdır. Mesela banttan banda geçişte veya cevherin arabalara yüklenmesinde kullanılan silolarda (chute) düme yüksekliğini azaltarak meydana gelecek toz miktarını en aza indirmek mümkündür. Yukarıdaki örnekler meydana gelen tozun en aza indirilebilmesinde kullanılacak yöntemlerin sadece birkaçıdır. Bu basit tedbirlerin alınması bile toz problemi açısından büyük faydalar sağlar.

2. Toz bulutlarının dağılmasına mani olmak; Toz bulutlarının dağılması su kullanılarak ve hava akımını kontrol altına alarak önlenir. Su daha ziyade tozun oluştuğu yerde toz bastırıcısı olarak kullanılır. Tozun oluşturduğu bulutlar pratikte ortadan kaldırılabilir. Şöyleki, tozlu hava direk olarak çıkış havasına verilir. Eğer bu işlem fazla ekonomik değil ise tozlu havanın toz konsantrasyonu bazı yöntemlerle azaltılmak suretiyle normal havaya dönüştürülebilir.

3. Toz miktarını havalandırma yardımı ile azaltmak;

Yeraltında hava akımından istifade ederek toz miktarını azaltmak alışılmış bir yöntemdir. Bu yöntem için çalışma yerlerine (lağım, başyukarı vb.) esas havalandırma sisteminden yardımcı vantilatörlerle hava yönetilir. Ortalama hızı 10-15 metre/dakika veya arın'ın (alın'ın) her 1 m² için 10-15 m³/dakika hava gönderilir.

Çoğu zaman bu yöntemde üfleme - emme sistemi kullanılır.

Bu sistem çalışma yerinde (arın, alın) havayı çeken esas havalandırma borusu ile çalışma yerinden 8 - 10 m geride küçük bir temiz hava üfleme borudan ibarettir. Üfleme borusunun kapasitesi hesaplanan hava ihtiyacına göre belirlenir. Çalışma yerinde oluşan toz bu iki emici üfleme borular sayesinde temizlenir. Lağım atımı esnasında havalandırma borusuna zarar gelmesi için et kalınlığı 1/4 - 3/8 inç olan polietilenden imal edilen havalandırma boruları kullanılır.

4. Personeli Koruyucu Tedbirler :

Bu tedbirler sayesinde işçilerin tozdan görecekları zararlar azaltılabilir. Bunun ocaklarda uygulanan en basit misali lağım atımı esnasında işçileri o civardan uzaklaştırmaktır. Bu amaç için bütün büyük (birincil) atımlar, ve mümkün olan küçük (ikincil) atımlar daha önceden vardiya sonuna gelecek şekilde programlanmalıdır.

KAYNAKLAR :

1. Cummins, Given Mining Eng. Handbook vol. 1. 1973
2. International Labour office, . course on dust prevention in industry. Budapest 1967
3. International Labour office the prevention and suppression of dust in Mining Tunneling and quarrying. Third International report Geneva 1967
4. Assoc. Prof. Dr. Tacettin Ataman, «Madencinin Mesleki Hastalıkları» Madencilik III. Teknik Kongresi Tebliğ Kitabı, 1973
5. A. Roberts, Mine Ventilation.

Bazı hallerde tozun oluşmasına mani olunamaz. Bu gibi durumlarda personelin tozdan koruyucu cihazlar kullanmasını sağlamalıdır.

5. Diğer Tedbirler :

Bu tedbirler içinde personeli bu konuda eğitmek önemli bir yer tutar. Bundan başka anayollarda bilhassa konveyör ile nakliye yapılan yollarda konveyör boyunca oluşan toz birikintilerini zararsız hale getirmek ve ocak içinde toz yönünden periodik temizlik yapmak bu gruba giren önemli tedbirler arasındadır.

SONUÇ :

Şimdiye kadar bu konu üzerinde yapılan çeşitli araştırmalar tozun oluşturduğu zararları ortaya koymuştur.

Toz problemini çözmek için uğraşan giren bazı .milletler ilk etapta toz araştırma merkezleri kurmuştur. Mesela Belçika bu tip iki kuruluş vardır. «National Mining Health Institute» ve «National Institute of Mines». Buna benzer kuruluşlardan Çekoslovakya, Fransa, Avustralya, Avusturya İtalya, Polonya, İngiltere vb. ülkelerde görülmektedir.

Gerek insan sağlığı gerek ekonomi faktörleri göz önüne alındığında bu tip bir kuruluşun sağlıklıcağı yararlar tartışılmıyacak kadar açıktır.

Cleaver Hume Press Ltd.

6. A. Skochinsky and V. Komorov, Mine Ventilation Mir Publishers. Moskow - 1969.
7. Maden Y. Müh. Şerafetin Üstünkol Master Tezi * 1973.
8. Maden Y. Müh. Şefik Akkoyunlu Master Tezi - 1974.
9. John Nagy and William M. Portman Explosibility of Coal Dust in an atmosphere containing a low Percentage of Methane Bureau of Mines RI 1961