

T.C.  
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**MADEN OCAKLARINDAKİ TOZLANMANIN  
ÖNLENMESİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Çev. Müh. İlkay ALTAY**

**Enstitü Anabilim Dalı : ÇEVRE MÜHENDİSLİĞİ**

**Tez Danışmanı : Prof. Dr. Mirali ALOSMAN**

**Haziran 2006**

T.C.  
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**MADEN OCAKLARINDAKİ TOZLANMANIN  
ÖNLENMESİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Çev. Müh. İlkay ALTAY**

**Enstitü Anabilim Dalı : ÇEVRE MÜHENDİSLİĞİ**

**Bu tez 19 / 06 /2006 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Oybirliği ile kabul edilmiştir.**

**Prof.Dr.M.Alosman  
SEYFETTİNOĞLU  
Jüri Başkanı**

**Prof.Dr.Saim  
ÖZDEMİR  
Üye**

**Prof. Dr. Hasan  
ARMAN  
Üye**

## TEŞEKKÜR

Bu tezi hazırlarken bilgi ve desteğini hiçbir zaman esirgemeyen kıymetli hocam Mirali S. ALOSMAN'a teőekkürlerimi sunarım.

Eğitim ve öğretim hayatım boyunca maddi ve manevi desteği ile her zaman yanımda olan aileme ve tezin hazırlanmasında yardımlarını esirgemeyen Fatih YILMAZ'a teşekkür ederim.

En son olarak bu tezin oluşmasında başından sonuna kadar en büyük desteği veren değerli arkadaşım İlker ÇARDAKLI'ya da teşekkür ederim.

İlkay ALTAY

## İÇİNDEKİLER

|   |     |
|---|-----|
| TEŞEKKÜR.....   | ii  |
| İÇİNDEKİLER.....  | ii  |
| ŞEKİLLER LİSTESİ.....   | iv  |
| TABLOLAR LİSTESİ.....   | vii |
| ÖZET.....   | ix  |
| SUMMARY.....  | x   |
| BÖLÜM 1.  |     |
| GİRİŞ.....  | 1   |
| BÖLÜM 2.  |     |
| DAĞ SANAYİ MADEN OCAĞI İŞLENMESİ VE KATI<br>ATIKLARI KONUSUNDA GENEL BİLGİ..... | 6   |
| 2.1 Kömür Zenginleştirme Atığının İşlenmesi.....                                | 7   |
| 2.2. Agloporizyon Tüketimi.....   | 7   |
| 2.2.1. SO <sub>2</sub> tüketimi.....  | 8   |
| BÖLÜM 3.  |     |
| KAYANIN İŞLENMESİ VE DEĞERLENDİRİLMESİ .....                                    | 9   |
| 3.1. Dağ Maden İşlerinde Kullanılan Makinelerin Teknik Karakteristiği... ..     | 9   |
| BÖLÜM 4.  |     |
| TOZLULUĞA ETKİ EDEN FAKTÖRLER.....  | 11  |
| 4.1. Makineler İşlerken Oluşan Kaya Kırıntılarının Granylometrik                |     |

|   |    |
|---|----|
| ve Dağılma İçeriğinin Havanın Tozlanmasına Etkisi.....  | 11 |
| 4.2. Hava Tozlanmasına Rüzgarın Hızı ve Yönünün Etkisi.....   | 16 |
| 4.3. Tozluluğun Makineye ve Üretim Gücüne Bağlılığı.....  | 19 |
| 4.4. Kayaların Sertliğinin ve Makinenin Kesici Dişlerinin Tozluluğa<br>Etkisi.....  | 21 |
| <br>  |    |
| BÖLÜM 5.  |    |
| TOZLULUĞUN ŞİDDETİ.....   | 24 |
| 5.1. Toz Kaynaklarını Şiddetliğinin Araştırılması.....  | 24 |
| 5.2. Makineler Çalışırken Oluşan Tozun Şiddeti.....   | 24 |
| <br>  |    |
| BÖLÜM 6.  |    |
| ÇEVRENİN VE ATMOSFERİN KİRLENMESİ.....  | 28 |
| 6.1. Havanın Dış Kaynaklardan Gelen Tozla Kirlenmesi.....   | 28 |
| 6.2. Ocak-Maden Atmosferinin ve Çevresini Kirlenme Ön Tahmini.....  | 28 |
| 6.3. Ocak Atmosferinin Kirlenmesinin Rüzgarın Hızına Bağlılığı.....   | 30 |
| <br>  |    |
| BÖLÜM 7.  |    |
| OCAKLARDA TOZA KARŞI ETKİLİ MÜCADELE TEDBİRLERİNİN<br>ARAŞTIRILMASI.....  | 34 |
| 7.1. Kireç Taşları Tozlarının Çeşitli Sıvılarla Islanma Özelliklerinin<br>İncelenmesi.....                                  | 34 |
| 7.2. Muhtelif Eriyiklerle Islatılmış Kireç Taşı Tozlarının Rüzgar<br>Yardımlarıyla Savrulması.....                          | 41 |
| 7.3. Rüzgarın Hızına Bağlı Olarak Tozun Özel Savrulması.....  | 45 |
| 7.4. Makinelerde Yapılmış Hidrodüzenleme ile Toza Karşı Mücadele.....   | 48 |
| 7.4.1. Borsunka-püskürtme memesi-enjektör.....  | 49 |
| 7.5. Makinelerde Kurulmuş Toz Tutucu Düzenleme Vasıtasıyla<br>Toza Karşı Mücadele.....                                      | 56 |
| 7.6. Kepçe ve Buldozerler Çalışırken Toza Karşı Mücadele.....   | 59 |
| 7.7. Otomobillerin ve Rüzgarın Hızına Bağlı Olarak Maden Yollarında<br>Tozu Önlemek Mücadele Yöntemlerinin Ayarlanması..... | 61 |
| 7.8. Dökümhanelerde Toza Karşı Mücadele.....  | 69 |

BÖLÜM 8.

|  |    |
|--|----|
| OCAK HAVASININ TABİİ YÖNTEMLERLE DEĞİŞME ŞEMASI.....   | 71 |
| 8.1.Düz Akımlı Hava Değişme Şeması.....  | 71 |
| 8.2. Maden Atmosferini ve Çevreyi Safılaştırın Kompleks Metotlar.....                        | 72 |
| 8.2.1. Açık işlerin yürütülmesi sonucunda bozulmuş toprak<br>sahalarının rekultivasyonu..... | 77 |

BÖLÜM 9.

|                        |    |
|------------------------|----|
| SONUÇ ve ÖNERİLER..... | 79 |
| KAYNAKLAR.....         | 80 |
| ÖZGEÇMİŞ.....          | 81 |

## ŞEKİLLER LİSTESİ

|   |    |
|---|----|
| Şekil 4.1. Makine çalışırken tozluluğun rüzgarın hızı ile değişmesi.....  | 17 |
| Şekil 4.2. Teknolojik proseslerde havanın tozluluğunun rüzgarın hızına bağlılığı...18                             |    |
| Şekil 4.3. Ocakta yağmurun miktarı ve havanın tozluluğunun yıl içinde değişim....19                               |    |
| Şekil 4.4. Makinelerin hızına bağlı tozluluğun değişmesi.....20   |    |
| Şekil 4.5. Kesici dişlerin sayısına bağlı olarak tozluluğun değişmesi.....23                                      |    |
| Şekil 7.1. Havanın tozluluğunun rüzgarın hızına bağlı olarak değişmesi.....43                                     |    |
| Şekil 7.2. Tozlanmaya karşı mücadelede tozun özel savrulmasının rüzgarın<br>Hızına bağlılığı.....                 | 46 |
| Şekil 7.3. Tozun özel savrulmasının rüzgar hızına bağlılığı.....  | 46 |
| Şekil 7.4. Su püskürtücü düzenleme.....   | 48 |
| Şekil 7.5. CM-89M makinesi çalışırken tozluluğun kayanın nemliliğine bağlılığı...50                               |    |
| Şekil 7.6. PT-48 makinesinin toz önleme düzenlemesi.....  | 55 |
| Şekil 7.7. Özel makineler kullanılırken tozluluğun önlenmesi düzenlemesi.....                                     | 58 |
| Şekil.7.8. Makineler çalışırken ocaklarda toza karşı mücadele gerçek değerler ve<br>gerçek değerler.....          | 64 |
| Şekil 7.9 Rüzgarın hızı 7 m/sn olduğu zaman makinenin hızına bağlı havanın<br>Tozluluğu.....                      | 67 |
| Şekil 7.10. Havanın tozluluğunun ıslanma yardımı ile rüzgarın ve yük<br>makinesinin hareket hızına bağlılığı..... | 68 |
| Şekil.8.1. Ocakta rüzgarın engellenmesi.....  | 71 |
| Şekil.8.2. Düz akımlı hava temizleme şeması.....  | 72 |

## TABLolar LİSTESİ

|  |    |
|--|----|
| Tablo 3.1. Makinenin Kesme Hızının Tozlanmaya Etkisi.....  | 10 |
| Tablo 4.1. Kırıntıların tartılmasına göre %' lerle grup içeriği.....   | 11 |
| Tablo 4.2. Havadaki tozda ezilmiş kaya parçacıklarının % kimyasal içeriği.....                                 | 13 |
| Tablo 4.3. Atmosfer havasındaki tozun bırakılabilen miktarı.....   | 14 |
| Tablo 4.4. Tozun dağılma içeriği.....  | 15 |
| Tablo 4.5. Tozluluğun uzaklığa bağlı olarak değişmesi.....   | 15 |
| Tablo 4.6. Disklerin ve makinenin hızına bağlı olarak tozlanma.....  | 21 |
| Tablo 4.7. Vardiya zamanı kesici dişlerin kütleşmesi ile hisseciklerin<br>miktarının değişmesi.....            | 22 |
| Tablo 5.1. Tozun oluşma etkisinin değişmesi.....   | 25 |
| Tablo 5.2. Lağım lar kazılırken tozun oluşma etkisi.....   | 26 |
| Tablo 5.3. Makineler çalışırken tozun ayrılma etkisi.....  | 26 |
| Tablo 6.1. Rüzgarın hızına bağlı olarak iç ve dış kaynaklardan savrulan<br>tozluluğunun çevreye yayılması..... | 30 |
| Tablo 6.2. Ocak çevresinde toz kaynaklarının miktarı.....  | 33 |
| Tablo 7.1. Çeşitli sıvıların yüzey gerilme kuvvetlerinin değerleri.....  | 37 |
| Tablo 7.2. Çeşitli sıvıların ıslatma açısının değerleri.....   | 38 |
| Tablo 7.3. Kireçtaşı ve mermer tozunu sıvılarla ıslandırıldığı zaman elde edilen<br>Sonuçlar.....              | 40 |
| Tablo 7.4. Çeşitli sıvıların etkisi ile hava tozluluğunun değişmesi.....                                       | 42 |
| Tablo 7.5. Tozlu yüzey ıslatılırken kullanılan sıvılar.....  | 44 |
| Tablo 7.6. Rüzgar yardımı ile tozun özel savrulması.....   | 47 |
| Tablo 7.7. Makinenin hareketine bağlı çevrenin tozlanması.....   | 51 |
| Tablo 7.8. Makinenin hareketine bağlı çevrenin tozlanması.....   | 52 |
| Tablo 7.9. Testere dişlerinin tozlanmaya etkisi.....   | 54 |
| Tablo 7.10. Makineler çalıştığı zaman rüzgarın hızına bağlı olarak tozluluk.....                               | 60 |
| Tablo 7.11. Ocak yollarında toza karşı etkili mücadele yöntemleri.....   | 61 |



|  |    |
|--|----|
| Tablo 7.12.Çeşitli ıslatıcılarla çalışılırken toza karşı mücadele tablosu.....                                   | 66 |
| Tablo 7.13.Atıkhane de ocak atmosferindeki tozun miktarının,tozun derecesine<br>ve rüzgar hızına bağılılığı..... | 70 |
| Tablo 8.1. Toza karşı kompleks mücadele yöntemleri.....  | 73 |

## ÖZET

Anahtar kelimeler: Maden ocakları, yapı malzemesi, toz

Bu çalışma, geri kazanım yöntemlerinden faydalanarak madenlerde toz tutma yöntemleri üzerinde yoğunlaşmıştır. Maden ocaklarından ( kireç, taş, mermer vb. ) yapı malzemesi alınması sırasında çevreye yayılan toz ile ocak atmosferi ve çevre kirlenir. Bu sebeple çevrenin korunması için bu tezin önemi büyüktür. Türkiye Cumhuriyeti'nde böyle bir araştırma ilk olarak yapılmaktadır. Elde edilen sonuçlar literatürden hem deneylerle hem de grafiklerle gösterilmiştir. Tezin sonucunda sunulan yöntemlerin maden ocaklarında uygulanması zor değildir ve yüksek maliyetler gerektirmemektedir. Ülkemizde uygulanması bakımından büyük önem taşımaktadır.

# **TERMINATING SOLID WASTE AT MINES**

## **SUMMARY**

Keywords: mines, building material, dust

This study focuses on removal of dust at mines utilising recycling methods. The dust arising from mining process causes environment and air pollution. At this point the importance of the study comes out. This is the first study in which recycling of residual material namely dust investigated throughly. The results which can be seen on the charts and graphics show the essence and importance of the research. The methods suggested do not require excessive financial resources, and they are quite easy applicable. Realizing these methods have great importance for sake of our country.

## **BÖLÜM 1.GİRİŞ**

Maden üretimin en önemli özelliği açık yöntemlerle işlenmesidir. Dünyada inşaat materyallerinin %97 si açık yöntemlerle işlenir. Bu durumda toz, dağ-maden ocaklarının atmosferini ve çevreyi kirletir. Araştırmalarda görünür ki, dağ-maden işlerinin açıkta bulunması ile ilgili yerin kuruluşu değişir, yeni bitki çeşitleri oluşur, çevredeki su rejimi ve doğal güzelliği değişir, su ve çevre tozla kirlenir, tabiatın dengesi bozulur.

Tabii dengeyi düzenlemek için atmosferi, toprağı, su nehirlerini, barajlarını, depolarını ve bitki çeşitleri kirleten kaynakların ortadan kaldırılması gerekir. Dağ madenden değerli bileşiklerin alınması için patlayıcı maddeler kullanılır. Bu patlayıcı maddeler çevreyi kirletir.

Öncelikle dağ-maden işleri ölçülü miktarda olduğundan çevrenin kirlenmesi hissedilmemekteydi. Daha sonraki yıllar süresinde tabiatın dengesi bozulmuştur.

Maden endüstrisinin günlük hızı ile ilgili her gün dünyada 10 milyar tonlarla dağ kütlesi çıkarıldığı için bitki çeşitleri büyük miktarda insanların tahribatına uğramıştır. İnsanlar tabiatta meydana gelen bu proseslere ehemmiyet vermeyerek, tabiatın kendi kendini düzenlemesinin sonsuz olduğunu zannetmişlerdir. Maalesef böyle değildir.

Dünyada endüstrilerin hızı ve nüfus artışı, mevcut dağ-maden işlerinin veriminin artımını ve yeni dağ-maden ocaklarının kurulmasını sağlamaktadır. Böylelikle 1970 yılında yer kürede 1,5 milyar insan yaşarken 2006 yılında 7,5 milyar insan nüfusu hızla artmaktadır. Bu nedenle 2006 yılında talebini karşılamak için 29,3 milyar ton dağ-maden materyali çıkarılmalıdır.

Tüm dünyada taş ocaklarından çıkarılan inşaat materyalinin miktarı 700 milyar tona ulaşır. Başka bir değişle gösterilen rakam hacim itibariyle tüm dünyada çıkarılan yararlı kalıntıların %70 'ini kapsar. Şöyle ki ortalama nüfusu 120 milyon olan bir ülkede 25milyon m<sup>3</sup> duvar taşı, 4-6 milyon m<sup>3</sup> yüzlük taş ( inşaat malzemesi ) çıkarılmaktadır. Araştırmalarla ispatlanmıştır ki; 330 taş ocaklarının temelinde 150-200 ağır sanayi ocakları kurulmuştur. Bu ocaklardan bir yılda 500.000-600.000 m<sup>3</sup> taş çıkarılır.

Bu durumda şu söylenebilir; inşaat materyalinin %90'ını kireçtaşı,%30'unu yanardağ külleri, az kısmını ise tebeşir, kum, dolomit kapsar.

Avrupa ve diğer ülkelerde, Fransa'da bir yılda 2,5 milyon ton, ABD 800-900 000 m<sup>3</sup> 'e yakın yüzlük doğal taş çıkarılır.

Bilindiği gibi dünya doğal inşaat materyali ile zengindir. Bununla birlikte ne kadar çok inşaat materyali ocaklardan alınır, o kadar çok makineler, mekanizmalar çalışmaktadır ve aynı zamanda bunlar çevreyi kirleten toz kaynaklarıdır.

Bu kaynaklar ocak çevresindeki atmosferi kirletmekle beraber rüzgarla birlikte ocağın çevresinden daha geniş alanlara yayılarak çevreyi kirletir.

Kaynaklardan incelediğim deneylerde gördüm ki; yeraltı değerli kazıntı yataklarının ister açık ister yeraltı usulle üretiminde yerin kuruluşu değişir. Yeni bitki örtüleri oluşur. Böylece o bölgede olan su rejimi ve bitki güzelliği gaz ve tozlarla kirlenmiş olur. Doğanın dengesi bozulur. Doğal dengenin korunması için, su havzalarını ve bitki örtüsünü kirleten kaynakları ortadan kaldırmak gerekir. Bu amaçla çeşitli ilmi araştırma merkezlerinde, dağ maden bölgelerinde çalışmalar yapılmaktadır.

Çevre korunması dünya bilim adamlarını düşündüren önemli bir problemdir. Hali hazırda çevre korunması insanları, hayvanlar alemini, bitki örtüsünü çeşitli zararlı maddelerden korumak için çok miktarda kanun ve programlar mevcuttur. Bu kurallarda ilmi araştırmaların yapılması, dünya standartlarına uygulanması, çevrenin temizlenmesi ve ona bağı ve onla uğraşan uzmanların yetiştirilmesi gerekir.

Çağdaş ilmi teknik şartlarda dağ maden sanayinin gelişmesi toplumun sosyal gelişmesi esasını kapsamaktadır. İnsanlar kendi çabaları ile her zaman doğaya etki etmiş ve etmeye devam etmektedir. İnsanlar sanırlar ki; doğal zenginlikler hem tükenmez hem de onları madenlerden çıkarmadan elde etmek mümkündür. Her iki durum oluşmadan insanların artan isteğini karşılamak mümkün değildir. Bu nedenle doğal zenginliklerden olumlu, tasarruflu kullanmak toplum karşısında öne çıkan mühim ve aktüel problemdir.

Son zamanlarda yer küresinde insanların nüfusunun artması, doğal kaynakların tükenmesi, sanayinin, inşaatın, nakliyatın gelişmesine bağlı olarak tabiatta oluşmuş dengenin bozulmasında insanlar büyük rol oynamaktadır. Buna bağlı olarak birçok çevre kirlenmesi problemi gündeme gelmektedir. Bu olumsuz prosesler doğal bitki örtüsünün bozulması, atmosferin kirlenmesine, yeryüzü ve yeraltı sularına doğal ve yapay atıkların dökülmesine sebep olur. Bu atıklarda çok miktarda zararlı, tehlikeli maddelerin bulunması su havzalarında biyolojik prosesleri engeller. Bitkilere olumsuz etki yapar, canlılarda çeşitli hastalıkların olmasını neden olur. Bunlara bağlı olarak atıklar hayatı sınırlayan faktörlere dönüşür. Atıklar havayı ve suyu kirletir. Çevre bitki örtüsünü bozarak insana ve onun oluşturduğu nimetlere büyük hatta bazı durumlarda bertarafı mümkün olmayan olumsuzluklar getirmektedir.

Bilindiği gibi çevrenin kirlenmesi aynı zamanda her türlü sanayiinin gelişimine bağlıdır. Şöyle ki; sanayiinin ilk gelişiminde çevre az kirlendiği için, çevredeki olumsuz etkisi fark edilmiyor. Böyle durumda toplum çevreyi koruma gereklerinin farkına varamamaktadır. Toplum geliştikçe, nüfus artışıyla birlikte çevrenin gelişmesi o kadar fazla artış göstermektedir ki, milli gelirin büyük kısmı çevreyi etkileyen faktörlerle mücadeleye harcanmaktadır, hatta yetmemektedir.

Dünya çapında bu olumsuz gidişin önlemesi için çalışmalar yapılmalı ve bilinçlenilmeli, alternatif çözümler bulunmalıdır.

İnsan oluşumundan bu yana insanlar toprak ve taşlardan çeşitli amaçlar için kullanmışlardır. Dağ işlemlerinin yapılması, teknolojisi ve tekniği ile ilgili olarak patlayıcı maddelerin kullanılması neticesinde değerli maden ocaklarının açık yeraltı usullerle çıkartılması gerçekleşmektedir. Geçmiş yıllarda dağ işlemlerinin yapılması sınırlı olduğundan çevrenin kirlenmesi gözle görünmüyordu, hissedilmiyordu. Bu nedenle de yerkürede son birkaç bin yılda jeoloji amillerle, biyoloji amilleri arasında önemi görülmüştür. Gelişmiş bir dağ-maden sanayilerinde yaklaşık 10 milyar ton dağ kütlesi çıkartıldığı için bitki örtüsü fazla miktarda insanların amacına uygun kurutucu ve dağıtıcı etkilerine maruz kalıyor. Bilindiği gibi en başta insanın bitmek bilmeyen tüketim çabası sonucunda doğada baş gösteren bütün proseslere belirli bir zamana kadar dikkat edilmiyordu. Düşünülmüyordu ki; doğanın kendi kendini bertaraf etmesi sonsuzdur. Fakat şimdi ilim ve tekniğin çok hızlı geliştiği bir devirde bu prosesler biyologların, hekimlerin, genetikçilerin ve bütün insan toplumunun dikkat merkezinde duran en önemli problemlerden biri olmuştur. Dünya üzerinde endüstrileşmenin hızlanması, nüfus artışı, toplumu oluşturan bireylerin hayat şartlarının yükselmesi, çağdaş enerji tüketiminin, kömürün, gazın, petrolün ve diğer materyallerin tüketiminin artmasına sebep olmuştur ki, bu da doğal faydalı kazıntı yataklarının jeoloji aktarma işlerinin ve bertarafının çoğalmasını getirmiştir. Böyle miktar etkisini aşağıdaki örneklerle görmek mümkündür.

Önceden belirttiğimiz gibi, XX.yüzyılın başlarında yer kürede 1,5 milyar insan yaşıyordu. 1970 yılında nüfusu 3,5 milyardır. Yani 2,5 defa artmıştır. Bu yıllar arasında endüstrilerin enerji tüketimi ve tarımcılığın ortalama yıllık hızı 4,5 kat artmıştır. Materyal tutumumuzun ortalama çoğalma hızı ise 2,5 kat artmıştır. Hesaplara dayanarak 2006 yılında yerküre nüfusunun sayısı 7,5 milyar 2010 yılında 10 milyar olacağına göre nüfusun ortalama yıllık artımı 3,5 kat olacaktır. Nüfusun artım hızı ile enerji ve materyallerin üretim hızı arasında uygunluk yaratmak için üretimin enerji kullanımı bir yılda %8,5, materyal kullanımı %7,2 artmaktadır. Bu tüm XX. yüzyılda üretimin materyal kullanımı 9 defa, enerji 12 defa artar. İnsanlar yerin yapısına olumsuz müdahale etmekle, yerden kendi maksatlarına uygun olarak kullanmak için yerkürede meydana gelen doğal prosesleri hızlandırır veya onları engeller, bazı hallerde ise bu proseslere başka yön vererek çevre şartlarını değiştirir [1].

Çağdaş tekniği geliştiğinden dolayı bu prosesler hızlanmıştır ve hayata, coğrafi ve onun faktörlerinin değişimini tabiat onlardan geri almaya başlamıştır. Ocaklar, hidroloji düzenlemeler, maden ocakları, yer altında çok büyük düzenlemelerin dikilmesi, dereleri, hendekleri,tünelleri,su yataklarını, atıkhaneleri, kuyuların kazılması,yüzey patlayışları sırasında kaya kütlelerinin deformasyona uğraması vb. tüm bunlar yer yüzeyinde çok miktarda çevrenin zarar görmesine neden olur. Tüm dünyada istenen mineral hammaddelerin göstergelerine dayanarak söylenebilir ki 2010 yılında insanların istediği miktarı karşılaya bilmek için 37,5 milyar ton filiz(mineral gübre, inşaat materyali ve tuzlar),270,7 milyar ton katı ve sıvı yakacak,70,5 trilyon m<sup>3</sup> doğal gaz çıkarılmalıdır. İnsanların faydalı maden bileşiklerine olan bu büyük isteğini karşılarken çevrenin muhafazası en zaruri ve önemli meselelerden biri olmalıdır. Çevre korunması için ilk sırada onu kirleten kaynakları belirlemek ve onları önlemek için ilmi araştırmalarla ispatlanmış mücadele yöntemleri seçip tatbik etmek lazımdır [2].



## **BÖLÜM 2. MADEN OCAĞI İŞLENMESİ VE KATI ATIKLARI KONUSUNDA GENEL BİLGİ**

Her yıl yeraltından çıkarılan yeraltı dağ kütleleri 15 milyar tondur. Fakat hali hazırda, yeraltından çıkarılma teknolojisi ve zenginleştirme yöntemi yetersiz olduğundan dolayı yeraltı servetlerinin ancak 10 milyar tonu yararlı durumdadır. Her yıl böyle filizi 800 milyon m<sup>3</sup> atıkhaneye atılır. Genellikle dağ-maden servetlerinin umumi hacminin 2,5 milyar m<sup>3</sup> hacim atık haneye atılır.

Dağ sanayi işletmesi ocaklarından çıkarılan umumi dağ-maden servetlerinin 2 milyar. tondan çoğu, yani yaklaşık %20 si kömürdür. Kalan kısmı ise dökümhaneye atılır. Bunun ancak %4 ü kullanılmaktadır. Bu ve benzeri atıklar 10 binlerce hektar toprak alanını işgal etmekte, elverişsiz duruma getirerek çevreyi kirletmektedir. Bunun yanı sıra yeraltından çıkarılan yeraltı servetleri açık ve kapalı işleme sırasında üretim teknolojisi için hammadde ( özellikle inşaat materyalleri ) oluşarak atıkhaneye atılmaktadır. Böyle doğal kaynak atıkları esasen kil balçık, taşlı, kumtaşı, tebeşir gibi çok kıymetli içerikleri kapsamaktadır. Bunun yanında daha kıymetli zenginleşme fabrikaları ve benzerlerinin döküntüleri atılmaktadır. Bu döküntülerde çok değerli gamma içerikli komponentleri vardır. Şöyle ki; renkli metal içerikli filizlerin zenginleşme fabrikalarının döküntülerinin içeriğinde demir, çok miktarda kükürt, çeşitli metallerin oksitlemiş oksitleri ve aynı zamanda nadir ve çok yağılmış elementleri de mevcuttur [3].

Hali hazırda bu atıkların hem zenginleşme sonucunda, hem de açılarak yeryüzüne çıkarılanların az kısmı değerlendirilmektedir. Bunun yanında yapılan araştırmalar gösterir ki; sanayide deneme ve yeraltından çıkarılan kıymetli materyallerin zenginleştirilmesinden oluşan atıklar çok değer kazanan ve fakat çok yaygın hammaddelerdir. Özellikle bu materyaller beton, tuğla, seramik, yüzey ve iç örtüler için aynı zamanda sanayiinin her alanında kullanılan hammadde kaynağıdır.

## 2.1 Kömür Zenginleştirme Atığının İşlenmesi

Ülkemizde 2.5 milyon tondan çok kömür zenginleştirilmesinden sonra aşağıdaki içerikli atık, yakıt ilavesi ( %10-15g ) gibi kil, tuğla ve diğer materyallerin karışımının hazırlanmasında kullanılıyor ve böylece atıksız teknoloji elde edilmiş oluyor. Kömür zenginleştirilmesinden sonra oluşan atığın daha çok perspektifli değerlendirilmesi seramik ve çini temelinde inşaat malzemelerinin şekillendirilmesidir. Böylece yeraltından çıkarılan kil-toprak hammaddelerinin efektifli kullanılmasına yol açmaktadır.

Ülkedeki birçok kömür zenginleştirilen teknolojik fabrikaları atığının analizlerinden görülür ki; bu atıkların içerisinde değiştirilmeyen  $Al_2O_3$  ve  $SiO_2$  bileşiklerinin bulunması, bu atıklar seramik, çini ve bunların hammaddelerinin üretiminde esas hammadde gibi kullanılmasına imkân verir. Bu atıklar ilk anda suda çözülmez fakat ezildikten sonra topraktan ayrılan ve daha sonra su ile plastikleşmiş kütle oluşur. Daha sonra atıktan oluşan plastikleşmiş kütle, tuğla hammaddesinde kullanılan doğal kil topraktan daha iyi özelliği olan tuğla hammaddesi olarak değerlendirilmiş oluyor.

## 2.2. Agloporizyon Tüketimi

Kömür zenginleştirilmesinden oluşan kömür içerikli atık termik işletmeden sonra yakıt gibi ve aynı zamanda tuğla, seramik üretiminde ve başka inşaat işlerinde değerlendirilmektedir. Böyle metotla alınan aglonorit-suni ufak gözenekli beton için doldurucu olarak kullanılır.

Agloporizyon tüketiminin teknolojisi çeşitli olabilir. Çeşitli fabrikalarda kil toprak, kaya üretiminden çıkan atıkların zenginleşmeden ve kömür yakmasından oluşan karışımların aglomerasyon metodu ile granulasyon ve termik işlenmesinden sonra bu bileşik doldurucu gibi kullanılmaktadır.

Yanabilir kurum zenginleştirilmesinden oluşan atığın da benzer şekilde kullanılması mümkündür.

Bilindiği gibi kömür içeriğinde çok miktarda pirit vardır. Bu nedenle kömürde piritin azaltılması için kömür zenginleştirilir ve SO<sub>2</sub> ayrılır. Ayrılan SO<sub>2</sub> eşitli amaçlar için kullanılır [4].

### **2.2.1. SO<sub>2</sub> tüketimi**

nce söylediğimiz gibi kömür içinde pirit vardır. Kömür zenginleştirilmesinden oluşan piritte %42-45 kükürt ve %5-8 karbon vardır. Kömür ocağında bunun miktarı 60 milyon tondur.

Kömür piriti, sülfirik asit üretimi için alternatif bir hammadde olabilir. Fakat bu zaman zarfında alınan düşük SO<sub>2</sub> konsantrasyonlu alınır. Buna uyarı olarak SO<sub>2</sub> zenginleştirilmesi için bazı üretim atıklarının örneğin demir sülfatla birleştirmek ve SO<sub>2</sub> miktarlarını çoğaltmak mümkündür.

## **BÖLÜM 3. KAYANIN İŞLENMESİ VE DEĞERLENDİRİLMESİ**

### **3.1. Dağ Maden İşlerinde Kullanılan Makinelerin Teknik Karakteristiği**

Sertliği 100 kg/m<sup>2</sup> olan kireç taşlarını kesmek için alçak pilleli makineler kullanılmaktadır. Onun üzerine iki yatay bir dikey kereste yer almaktadır. Bu makinelerden aynı zamanda giriş arkların açılmasında ve ocağın açılışı sırasında üst kireç tabakasının kesilmesinde de kullanılır. Makine pille ( merdiven ) altına ve pille üstüne koyulmuş ray üzerinde hareket eden çerçeve ve onun üzerinde enine yapıştırılmış yolunda hareket eden arabalardan oluşur. Araba üstünde makinenin motoru yer almaktadır. Pillerin kesilmesi arabanın hareket etmesiyle ayarlanır. Araba üstünde makinenin yönetme putlu ve kesilmiş taşları taşımak için telefir kepçe konulmuştur. Taşların makine ile çıkarılması teknolojisi aşağıdaki gibidir:

Taşlar yatay kerestelerle kesilir ve keresteler arasındaki uzaklık taşın çapına eşit olur. Böylece makine pille boyu hareket eder. Makinenin kesme hızını, aynı zamanda çalışan kesicilerini sayısını, onların büyüklüğünü, kesilen toprak kayalarının hepsinin çekiç ile vurmakla makine çalışırken ezilmiş kaya kütlelerinin hepsini ve özel etkisini bulmak mümkündür. Bu araştırma sonucu Tablo 3.1’de verilmiştir.

Tablonun açıklanması aşağıdaki gibidir;

Makine çalışırken çok miktarda kireç taşı ve mermer atığı oluşur. Bu da rüzgar oldukça etrafın tozlanmasına neden olur. Makinenin kesme hızını, aynı zamanda çalışan testere sayısını, onların ölçülerini kesilen kayalar hacim ağırlığı bilmekle, makine işlerken parçalanmış kaya kütlelerinin hacmini ve öz ağırlığı bulmak sağlanmış olur. Tablo 3.1.’de ocaklarda yapılmış araştırma işlerinin bu usulle hesaplanmış sonuçları verilmiştir. Tabloda gözüküyor ki; çeşitli makineler çalışırken saniyede 760 dan 190 grama kadar kaya kütlesi parçalanır.

Tablo 3.1.Makinenin Kesme Hızının Tozlanmaya Etkisi

| <b>Kesilen materyal</b> | <b>Toprak kayasının ortalama hacmi m<sup>3</sup>/sn</b> | <b>Kırıntıya çevrilen kayanın hacmi m<sup>3</sup>/san</b> | <b>Kırıntıya çevrilen kayanın ağırlığı kg/san</b> | <b>Ölçüleri 100 MKM olan kısımların şiddetli çıkması g/san</b> | <b>Makine işçi yerinde tozun miktarı mg/ m<sup>3</sup></b> |
|-------------------------|---|---|---|--|--|
| Kireç taşı              | 1,42÷2  | 0,001-0,00090   | 0,214-1,900                                       | 25÷220,0   | 2,6÷415  |
| Kireçli Alünit          | 1,59÷2,4  | 0,000544  | 0,902   | 212,5  | 4,9-489  |
| Mermer                  | 2,6   | 2,6   | 0,094   | 760  | 273  |
| Boraks                  | 1,67  | 0,0005  | 0,083   | 109  | 301  |

## BÖLÜM 4. TOZLULUĞA ETKİ EDEN FAKTÖRLER

### 4.1. Makineler İşlerken Oluşan Kaya Kırıntılarının Granylometrik ve Dağılım İçeriğinin Havanın Tozlanmasına Etkisi

Araştırmalardan görüldüğü gibi ocakta makine çalışırken 1 saatte 1995–2600 kg toz döküntü materyali oluşur. Bu nedenle oluşan tozun özelliğini açıklamak için parçalanmış toprak kütlelerinin miktarını ve dağılım büyüklüğünü ( ölçülerini ) bulmak önemlidir.

Ezilmiş kaya kütlelerinin dağılım içeriğinin öğrenilmesi makinelere yerleştirilecek kuru toz tutucu kütlelerinin ve aynı zamanda toza karşı sıvı ile mücadele vasıtalarının hesapları için bilgi verir. Öte yandan özel makineler çalışırken oluşan parçalanmış kaya kütlelerini karşılaştırmakla hangi makinenin daha çok toz oluşturduğu tayin edilir. Aşağıdaki Tablo 4.1 toprak kayalarının grup terkibi verilmektedir.

Tablo 4.1.Kırıntıların tartılmasına göre %' lerle grup içeriği

| Ocaklar | Makinenin adı | Hisseciklerin büyüklükleri, mm |           |          |          |          |             |               |       |
|---------|---------------|--------------------------------|-----------|----------|----------|----------|-------------|---------------|-------|
|         |               | >10                            | -10<br>+7 | -7<br>+5 | -5<br>+3 | -3<br>+1 | -1<br>+0,25 | -0,25<br>+0,1 | <0,1  |
| Ocak 1  | CM-518        | 6,0                            | 2,0       | 2,0      | 11,5     | 36,5     | 35          | 3,0           | 4,0   |
|         | CM-89M        | 5,63                           | 3,04      | 1,94     | 3,32     | 11,18    | 33,16       | 18,86         | 22,87 |
| Ocak 2  | CM-89M        | 3,35                           | 1,21      | 1,26     | 2,59     | 8,21     | 29,84       | 19,92         | 33,61 |
| Ocak 3  | CM-89M        | 7,0                            | 2,5       | 2,0      | 8,5      | 7,5      | 31,5        | 24,5          | 16,5  |
|         | HKM 2         | -                              | -         | 1,0      | 4,0      | 6,0      | 32,0        | 33,5          | 23,5  |
| Ocak 4  | CM-89M        | 1,3                            | 1,4       | 1,67     | 3,02     | 9,5      | 29,38       | 32,95         | 25,83 |
| Ocak 5  | CM-580A       | 1,7                            | 4,3       | 5,3      | 17,7     | 12,3     | 29,0        | 22,7          | 7,0   |
| Ocak 6  | KMA-188       | 1,1                            | 1,3       | 0,0      | 3,9      | 5,9      | 35,2        | 29,9          | 22,4  |

Tabloya bakıldığı zaman görüldüğü gibi ölçüsü 0,1 mm den küçük olan kısımların miktarı umumi parçalanmış dağ kütlesinin 4 den %32,45 kadarını oluşturur. Bunlar da havayı kirleten esas kısımlarının kaynaklarıdır. Deneylelerden görülür ki; makinenin hızına bağlı olarak kayaların içeriği değişir.

Yapılan araştırmalar gösterir ki; makinenin hızı artırıldığında işçi sahasında ölçüleri 10;7;5;3;1 ve 1,25mm'ye kadar olan kısım azalır, aksine ölçüleri 0,25mm'den az olan kısımların miktarı ise artar. Bu da gösterir ki; makineler büyük hızla çalıştığında tozlanma şiddeti artar. Genellikle makinelerin işleme proseslerinde diskler hızlı şekilde yayılıp kütleştiğinden kesici dişlerin arkasında yeniden ezilen kayanın hacmi artar ve bu durum tozun artmasına neden olur.

Dağ işlerinin yerine getirilmesinden oluşan zaman zarfında havada kalan tozlara Maden tozu denir. Aynı zamanda havayı kirletir. Havanın tozluluğu iki usulle hesaplanır [5].

1. Grofimetrik veya tartı usulü
2. Konimetrik veya sayı usulü

Tartı usulü havanın birim hacimde olan miktarını gösterir, mg/ m<sup>3</sup> .

Uluslar arasında havanın tozluluğu çoğu zaman tartı usulü ile aşağıdaki formülle hesaplanır.

$$n = \frac{(P_2 - P_1).1000}{v.t}, mg/m^3$$

Burada, P<sub>1</sub> ve P<sub>2</sub> : süzgecin başlangıç ve son ağırlığı mg;

v: havanın filtreden geçme hızı, ( çoğu zaman 20 lt/dk olur )

t : deneyin yapılma süresi, dakika

Tozun bırakılabilen miktarını tayin etmek için dağ-maden işlerinde, havada olası bulunan ( kalan ) tozun ve aynı zamanda dağ kütlesinin kimyasal içeriği öğrenilmiştir. Sonuç Tablo 4.2'de verilmiştir.

Tablo 4.2. Havadaki tozda ezilmiş kaya parçacıklarının % kimyasal içeriği

| Deneş materyali                            | Dağ kütleşinin kimyasal içeriği % |  |      |      |                 |
|--|-----------------------------------|--|------|------|-----------------|
|  | SiO <sub>2</sub>                  | Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> +<br>Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | CaO  | MgO  | SO <sub>3</sub> |
| Taş kesildikçe oluşan parçacıklar          | 3,19                              | 1,2  | 52,1 | 0,84 | 0,29            |
| Makine kesme işlerinden oluşan zerrecikler | 5,6                               | 2,5  | 45,7 | 0,39 | 0,4             |
| Asılı kalan toz                            | 3,0                               | 2,1  | 46,5 | 0,41 | 0,33            |
| Parçacıklar deniz suyu ile ıslanırsa       | 6,5                               | 2,9  | 47,3 | 0,89 | 0,28            |

Tablodan görüldüğü gibi tozda parçalanmış hissecikler SiO<sub>2</sub>'nin miktarı ≈%3,0-%11,2 değiştirildiğinde ortalama hesapla %8 olmaktadır. Havadaki tozda ise ortalama SiO<sub>2</sub>'nin miktarı %3,7' dir. Yani iki kat dağ kütleşinden azdır. Bu durum şöyle açıklanır; ocaklarda-dağda makine ile kesilince esasen kuvars tanelerini sementleştiren karbonat kayaları parçalanır. Ayrıca bu nedenle kayaların kesilmesine de toz önlenmemesi sonucunda silikoz hastalığı oluşur. Tozlar mineroloji terkbine göre 1.grup zehirli ve 2.grup zehirsiz olarak ikiye ayrılır. Ama zaten hepsi tehlikelidir.

1.grup; pb, Hg, As, vb.

2.grup; kömür, filiz, kireç taşı



Genellikle 1 ve 2'nin her ikisinin tozu havada bulunduğu zaman insan sağlığı için tehlikelidir. İnsan sağlığı için çok tehlikeli olan SiO<sub>2</sub> 'dir. Bu nedenle tozların tehlikeli olup olamaması yapısındaki SiO<sub>2</sub>'nin miktarı ile tayin edilmektedir. SiO<sub>2</sub>'nin miktarı ne kadar çok olursa toz o kadar tehlikelidir. Bu nedenle atmosfer havasındaki tozun bırakılma miktarı Tablo 4.3'de verilmiştir.

Tablo 4.3. Atmosfer havasındaki tozun bırakılabilen miktarı

| <b>Tozlar</b>   | <b>Tozun havada bırakılabilen miktarı mg/ m<sup>3</sup></b> |
|---|---|
| İçinde SiO <sub>2</sub> 'nin miktarı %70 den fazla olanlar  | 1   |
| Asbest tozları  | 2   |
| İçinde SiO <sub>2</sub> 'nin miktarı %10 dan % 70 e kadar olan tozlar   | 2   |
| İçinde SiO <sub>2</sub> 'nin miktarı %10 dan az olan tozlar ( barut, anaturp, fosfojips, ve çimento tozları ) | 5   |
| İçinde SiO <sub>2</sub> 'nin miktarı %10 dan fazla olan kömür ve kömürlü kaya tozları                         | 2   |
| İçinde SiO <sub>2</sub> bulunmayan kömür tozları  | 10  |

Araştırma sonucunda havada tozun bırakılabilen miktarı  $6 \text{ mg/m}^3$  olması gerektiği görülür. Diğer yandan tozun özelliğini tayin eden esas faktör toz parçacıklarının büyüklükleridir. Toz parçacıkları mikronla ( MKM ) ölçülür. Ölçülerine göre tozlar üç çeşit olur.

1. Ölçüleri 10 MKM den büyük olan parçacıklar: Böyle tozlar gözle görülür ve rüzgâr olmadığı zaman hızla yere iner. Kâğıt süzgeçte kolaylıkla tutulur.
2. Ölçüleri 0,1 MKM den 10 MKM ye kadar olan toz parçacıkları: Böyle toz parçacıkları yalnız mikroskop ile görülür. Kâğıt süzgeçlerle tutulur.
3. Ölçüleri 0,1 MKM den az olan toz parçacıkları sadece ultra mikroskop ile tayin edilebilir. Rüzgâr olmadığı zaman yere inmez ve kâğıt süzgeçlerde tutulamaz.

Çeşitli yerlerde yapılan araştırma sonucunda tozların yapısındaki ölçüleri Tablo 4.4'de verilmiştir.

Tablo 4.4. Tozun dağılıma içeriği

|           | <b>Parçacıkların %'lerle ölçüleri, MKM</b> |           |           |         |
|-----------|--|-----------|-----------|---------|
|           | <2   | 2-5       | 5-10      | >10     |
| Makineler | 60÷63,5                                    | 27,1÷29,3 | 3,9÷6,9   | 1,9÷2,1 |
|           | 43,1÷77,75                                 | 19,5÷31,4 | 1,35÷16,8 | 0,35÷4  |

Çizelgeden görüldüğü gibi, tozların büyük kısmının ölçüsü 5 MKM den küçüktür. Ölçüsü 2 MKM olan parçacıkların miktarı %31,1–63,5 arasında değişmektedir. Bu nedenle yılın sonbahar, kış ve yaz mevsimlerinde kayaların nemliliğinin çok olmasına rağmen madenlerde toz miktarı bırakılabilen normal değerden fazla olmaktadır. Bu yılın bütün mevsimlerinde tozun önlenmesini gerektiriyor. Aksi takdirde madenlerde bütün hallerde (  $6 \text{ mg}/\text{m}^3$  ) normal değerden çok olur. Öte yandan madenlerden uzak mesafelerde 2 metreden 10 metreye kadar tozluluk miktarı  $500 \text{ mg}/\text{m}^3$  den  $53 \text{ mg}/\text{m}^3$  ye kadar azalır. Yani yaklaşık 10 kat azalır [6]. Madenlerde tozluluğun böyle değişmesi, bu prosesin tozun ölçüsüyle ilgili olduğunu ispatlar. Tozluluğun uzaklığa bağlı olarak değişmesi Tablo 4.5'de gösterilmiştir.

Tablo 4.5. Tozluluğun uzaklığa bağlı olarak değişmesi

| <b>Havanın tozluluğu <math>\text{mg}/\text{m}^3</math></b> |           |         |         | <b>Rüzgarın Hızı, <math>\text{m}/\text{sn}</math></b> | <b>Havanın Sıcaklığı, <math>^{\circ}\text{C}</math></b> | <b>Havanın Rutubeti, %</b> |
|--|-----------|---------|---------|---|---|----------------------------|
| <b>Mesafe ,m</b>   |           |         |         |   |   |                            |
| 2  | 4         | 6       | 8       |   |   |                            |
| 712÷850  | 230÷254   | 200÷223 | 189÷151 | 2,0÷2,2   | 25÷30   | 50÷60                      |
| 180÷866  | 102,6÷273 | 40÷230  | 151÷230 | 2,0÷2,2   | 25÷30   | 50÷60                      |

Madencilikte iç bölgeler toz kaynağının tozluluğu aşağıdaki gibi hesaplanır.

$$n_p^1 = n_o + n_{um} \text{ ( } mg/m^3 \text{ )}$$

Formülde,  $n_{um}$  makinenin işçi yerinde havanın tozluluğu ( $mg/m^3$ ),  $n_o$  makineye giren havanın tozluluğu ( $mg/m^3$ ).

#### 4.2.Hava Tozlanmasına Rüzgârın Hızı ve Yönünün Etkisi

Ocağın esas özelliklerinden biri kaya kesilirken atık materyallerinin dipte kalmasıdır. Basamak tamamen kesilip kurtarıldıktan sonra atık materyali buldozer yardımı ile alanın belli yerine toplanarak kepçe ile yük makinelerine yığılır ve atık depolarına taşınır. Kaya ocaklarında basamağın üzerinde yüzeyindeki atık materyali rüzgârın etkisiyle kolaylıkla havaya uçar. Ocağın atmosferini ve çevresini kirletir. Görüldüğü gibi, havanın tozlanmasına etki eden faktörlerden biri de kaya ocaklarının yerleştiği bölgenin iklim şartlarıdır. Coğrafyasına ve iklim şartlarına bağlı olarak kaya ocaklarını iki gruba ayrılabilir:

- 1.Deniz sahilinde kurulan deniz kenarı ocakları
- 2.Deniz sahilinden uzakta olan, dağ ocakları

Hesaplamalar sonucunda bölgenin iklimi aşağıdaki gibi karakterize olmaktadır. Bölgenin ortalama yıllık sıcaklığı 14,2 °C dir. Aralık ocak ve şubat aylarında havanın mutlak maksimum sıcaklığı 37,2°C den 42°C arasında ve yıllık yağış miktarı 138,2 mm olur. Bölgenin iklimine kuru ve tozlu kuzey rüzgârı büyük etki etmektedir. Rüzgârın yıllık ortalama hızı 6,3  $m/sn$ , güçlü rüzgârlı günlerin sayısı 14,8 gündür.

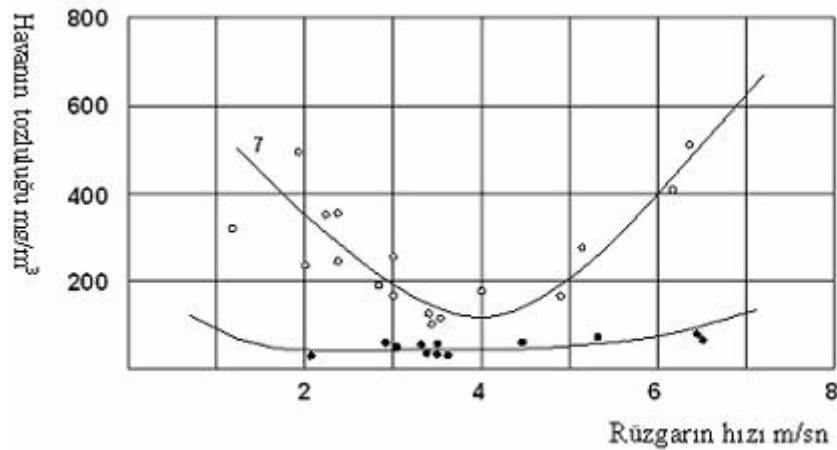
Dağ bölgelerinde yer alan ocaklarda bu parametreler farklıdır. Genellikle dağlık bölgede yer alan ocakların sıcaklığı sahil ocaklarına nispeten aşağı, güçlü rüzgâr günlerini sayısı az, havanın rutubeti ve yağmurun miktarı çok olur. Bazı ocaklarda rüzgârın yıllık ortalama hızı 2,2  $m/sn$ , bazı bölgelerde ise 4,2  $m/sn$  olur. Araştırmalarda görüldüğü üzere; ocağın mikro iklimi yer yüzeyindekinden farklıdır. Mikro iklim denince hava kademesinin yer yüzeyinde yakın olan kısmının iklimi anlaşılmaktadır. Ocağın derinliği arttıkça mikro iklimi yer yüzeyindeki iklimden daha da farkı açılır. Ocağın mikro iklimi belirli derecede zehirli karışımların

toplanmasını değiştirir. Ocağın mikro iklimi denince, ocak içindeki hava akımının hızı, sıcaklığı ve rutubeti göz önünde tutulur.

Yer yüzeyinde rüzgârın hızı  $2 \text{ m/sn}$  den çok oldukça ocakta tabii hava akımı rüzgâr enerjisi yardımıyla bulunur. Yer yüzeyinde rüzgârın hızı  $2 \text{ m/sn}$  den az olduğu zaman ise ocağın içinde hava akımının hareketi, termiği faktörler yardımı ile bulunur. Bu nedenle dağlık ocaklarda termik örnekler esastır. Yapılan araştırmalar gösterir ki; rüzgârın istikameti ocak havasının ve çevresinin kirlenmesine neden olur. Ocaklarda yapılan araştırmalar sonucunda belirlenmiştir ki; rüzgârın istikameti aşağıdaki gibi değişir;

Kuzey %49, kuzey-doğu %7, kuzey %4, güneydoğu %8, güney % 19, güney-batı %9, batı %2, kuzey-batı %2.

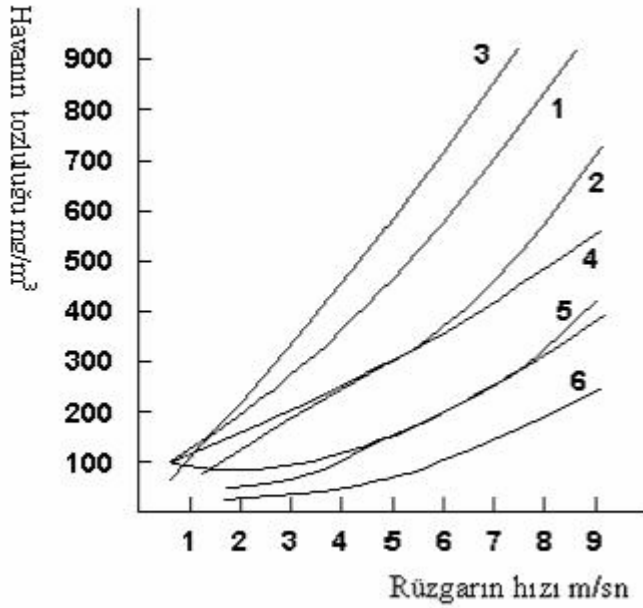
Birçok ocaklarda yılın her mevsiminde rüzgâr olursa, bütün ocak bölgesi ve çevresi rzgrle yayılan tozla kirlenir. O zaman rüzgârın yıllık ortalama hızı  $4,6 \text{ m/sn}$  den çok olur. Hatta ocak atmosferinin dışında kalan yağış yerlerindeki havası da tozlanır. Laboratuvar ve ocaklarda yapılan araştırmalarda gösterir ki; rüzgârın hızı  $4 \text{ m/sn}$  den çok olduğu zaman toz sürekli olarak savrulur. Şekilde makinenin iş yerinde havanın tozluluğunun rüzgârın istikametine bağlı olarak değişmesi gösterilmektedir.



Şekil 4.1. Makine çalışırken tozluluğun rüzgârın hızı ile değişmesi

Şekilden görüldüğü gibi; havanın tozluluğunun rüzgârın istikametine bağlı olarak değiştiği görülür. Rüzgârın hızı  $3-5 \text{ m/sn}$  olduğu zaman ocak havasının tozluluğu

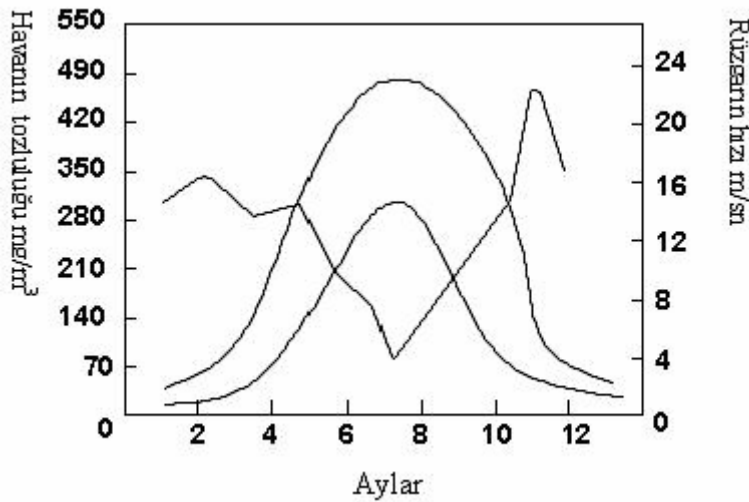
minimal, hız ise optimal sayılır [7]. Rüzgârın daha az hızında havanın tozluğunun artması oluşan tozu etrafa yayılma şiddetinin azalması ile açıklanır. Rüzgârın hızı 5  $m/sn$  olduğu zaman, toz daha iyi savrulur. Şekilden görüldüğü gibi, toza karşı mücadele usulü yapılmazsa kaya kesen makineyi yöneten işçinin işi yerinde hatta rüzgârın optimal hızında ve uygun istikamette, böyle havanın tozluğu normalden 2-4 kat artar.



Şekil 4.2. Teknolojik proseslerde havanın tozluğunun rüzgârın hızına bağlılığı

Bu sözleri başka teknoloji prosesleri için de söyleyebiliriz. Şekil 4.2.'den görüldüğü gibi, rüzgârın hızı 1-8  $m/sn$  ye kadar arttıkça havanın tozluğu makinenin iş yerinde 104 den 678,4  $mg/m^3$  ye, buldozer işlerinde 141 den 570  $mg/m^3$  ye, kayaların toplanmasında 92 den 877  $mg/m^3$  ye, taşların yüklenmesinde ise 19 dan 190  $mg/m^3$  ye kadar değişmektedir [8]. Bu yüzden rüzgârın hızı 4  $m/sn$  den çok olduğu zaman havada çeşitli ölçüde toz parçacıklarının miktarı artarak çevreyi kirletir. Kuru ve sıcak iklim şartlarında yer alan ocaklarda toza karşı mücadele yapılmazsa yıl içerisinde hava tozluğu çok olur. Bazı ocaklarda ise yılın mevsimine bağlı olmayarak hava her zaman tozlu olur ( Şekil 4.3). Şemadan görüldüğü gibi, havanın maksimum tozluğu 520  $mg/m^3$  toplanmanın miktarı minimum 3-6  $m/sn$  olduğu zaman oluşur. Rüzgârın hızı arttıkça havanın umumi tozluğu artar. Bu sebeple toza karşı mücadele usulü gerçekleştirildiğinde mutlaka rüzgârın hızı ve

kayanın doğal rutubeti göz önüne alınmalıdır. Tecrübeler, tozluğun miktarı, hem de atmosfer havasında, aynı zamanda çalışan makinenin odasında da normal değerden çok artığını gösterir. Örnek olarak havanın hareket hızı, 3-6 m/sn arasında değişir. Ve bu tip makinelerin odasında havanın tozluğunun 45-75 mg/m<sup>3</sup> arasında değişir.



Şekil 4.3. Ocakta yağmurun miktarı ve havanın tozluğunun yıl içinde değişimi

### 4.3. Tozluğun Makineye ve Üretim Gücüne Bağlılığı

Ocaklarda muhtelif verimli makineler kullanılır. Bu nedenle çevreye toz yayılır. Yapılan tatbikatlar gösterir ki; SM-89M makinesinin işçi sahasında havanın tozluğunun NKM-2 pille makinenin işçi sahasına nispeten çoktur. Hava tozluğunun böyle farkı makinenin üretim gücüne, konstrüksiyonuna ve kesici kısmının özelliğine bağlıdır. Genellikle ocaklarda SM-89M ve NKM-2 makineleri kullanılır. SM-89M makinesinin çapı 800 mm olan 2 yatay ve 1100 mm olan bir düşey doğru testereden oluşur. Yatay testerede olan dişlerin sayısı 2×24 adet, düşey testerede 30 adettir. NKM-2 pille üstü makinenin ise çapı 1100 mm olan iki adet ( her birinde 30 adet diş var ) düşey testereden oluşmaktadır. Genellikle makinelerin çalışması sırasında etrafa yaydığı tozun miktarı makinenin çeşidi ve verimine bağlıdır. Üretim gücü belli olan her makinenin çalışırken yaydığı tozun miktarı bilinmesi ile sanayide kullanılan bu makine ve mekanizmaların yeni konstrüksiyonlarından çalışırken ayrılan tozun miktarını aşağıdaki gibi hesaplanabilir [9].

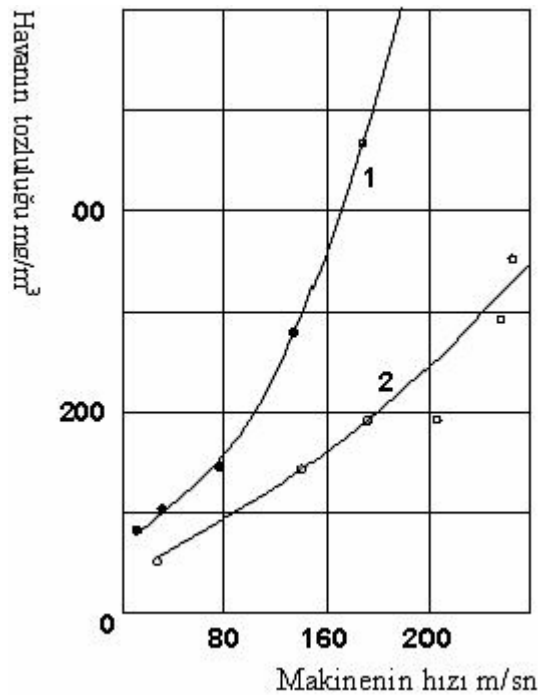
$$n = n_M \cdot e^{(C_1 \frac{Q-Q_1}{Q_1})}, mg/m^3$$

Burada  $n_M$  ; verimi ve hareket hızı belli makineden çalışırken ayrılan tozun miktarı,  $mg/m^3$

$C_1$  ; kayanın fiziko-mekaniği, özelliklerinden ve makinenin çeşidinden, konstrüksiyonuna bağlı sabit sayı

$Q$  ;  $Q_1$  tozluğuyun tayin eden makinenin ön ve yeni konstrüksiyonlarının verimidir. ( veya makinenin hareket hızı )  $m^3/sa$  ,  $km/sa$  veya  $m/sn$

Formülden yalnız aynı konstrüksiyonlu makinelerin tozluğuyunun tayini kullanılır. Bu veya diğery çeşitli verime sahip makinelerin, aynı işçiyi kısmı ve muhtelif dönme hızı olan kazıma düzeneğiyi, yük kaldırma kabiliyeti olan otomatik otomakineler çalışırken toz oluşur. Tozluğuyun hesaplamak için  $Q$  'un yerine çeşitli göstericiler ele alınır. Örnek, kepçe, kazıma düzeneğiyi ve başka benzer aparat için onların verimliliğiyi, buldozer, otomakine ve makinelerin hareket hızı ele alınmalıdır.



Şekil 4.4. Makinelerin hızına bağlı tozluğuyun değiyşmesi

Şekil 4.4.'de çeşitli ocaklarda makinenin hızına bağlı olarak tozluluğun değişmesi gösterilmektedir. Gösterilen eğriler büyük ( Formül 4.3 ) ifadesine uygun olarak çekilmiş ve hesaplama zamanı  $C_1$  sabit sayısı 2,5 olmuştur. Makinenin ilerleme hızı 100–200  $m/dk$  olduğu zaman tozluluk 9 kat artar.

#### 4.4. Kayaların Sertliğinin ve Makinenin Kesici Dişlerinin Tozluluğa Etkisi

Tozun düzgün ayrılmasına maden kayalarının ve makinelerin kesici aletinin büyük etkisi vardır. Başka bir deyişle, kesilen faydalı maden materyallerinin parçalanarak toz oluşmasına etki eden önemli maden materyallerinin sertliği ve makine dişlerinin özel özellikleridir. Şöyle ki, büyük parçalanmanın olduğu zaman toz şekilli zerreciklerin miktarı azalır. Makine dişlerinin sürtünme durumunda dağılma ölçülü toz zerreciklerinin miktarı artar. Böylelikle kırılmanın karakteri diskte olan kesici dişlerin sayısına, onun dönmesine ve makinenin ilerleme hızına bağlı olarak küçük ölçülü toz zerreciklerin miktarı artar [10]. Bu aynı zamanda koparılan kayanın umumi hacminin çoğalmasını sağlar. Diskle makinenin sabit ilerleme hızında koparmayı sağlayan esas gösterici diskte bulunan kesici dişlerin üst yüzeyinin kesiciliği azalır, diski değiştirmek gerekir. Makinenin iş sırasında ayrılan küçük ölçülü toz parçacıkların miktarı, makinenin diskinin dönme ve ilerleme hızının artmasıyla çoğalır. Bu aynı zamanda koparılan kireç taşının hacminin artmasına neden olur. Disklerin ve makinenin sabit ilerleme hızında koparmayı karakterize eden esas gösterici diskte olan kesici dişlerin sayı ve durumudur. Şayet dişlerin kesici üst yüzeyi kütleşirse bu diski değiştirmek gerekir. Aksi takdirde dişler kireç taşına sürter ve çok fazla miktarda toz oluşur. Ocakta yapılmış araştırmalar aşağıdaki tablodan bunu durumu bir kere daha ispatlamış olur.



Tablo 4.6 Disklerin ve makinenin hızına bağlı olarak tozlanma

| İş vardiyası | Kayanın nemi % | Rüzgarın hızı m/sn | Makine hızı m/sn | Hava tozluğu mg/ m <sup>3</sup> |
|--------------|----------------|--------------------|------------------|---------------------------------|
| Başlangıç    | 9,0            | 0,6                | 332              | 84                              |
| Orta         | 8,5            | 0,3                | 325              | 177                             |
| Son          | 8,9            | 0,5                | 330              | 93                              |

Tozluğun artması ile aynı zamanda küçük parçacıkların miktarı da çoğalır.

Tablo 4.7. Vardiyada kesici dişlerin kütleşmesi ile hisseciklerin miktarının değişmesi

| İş vardiyası | Toz parçacıklarının miktarı ( MKM ) % |     |      |       |
|--------------|---------------------------------------|-----|------|-------|
|              | 1-2                                   | 2-5 | 5-10 | 10-20 |
| Başlangıç    | 60                                    | 35  | 4    | 1,60  |
| Son          | 65                                    | 33  | 3    | 0,5   |

Tozluğun ve ölçülerinin değişmesi kayanın sertliğine bağlıdır. Kaya ne kadar sert ise kesici makine dişi o kadar çabuk sıradan çıkar ve tozlanmada buna bağlı olarak artar. Küçük adımlı kesme sırasında(dişler arasındaki uzaklık 47-50mm) kesmenin devir hızı 8-9 m/sn ,makinenin ilerleme hızı 150 cm/dk ,1 dişin kesme derinliği 0,06-0,5 mm/devir olur. Bu usulle kesme sırasında kaya kütlesi kopartılır ve sonuçta materyal parçalandığı için makinenin enerji tüketimi artar. Kesici dişler aşınır.

Taşın kesilme mekaniği; kesici dişe düşen kuvvet artırıldıkça yani büyük ölçülü kaya kesen testere kullanılırsa makinenin veriminin arttığını gösterir. Küçük ölçülü toz zerreciklerinin çıkması ve umumi tozluğun miktarı ise azalır. Büyük parçalayıcı testere yaygın testereye nispeten kesme adımı 3 kez büyük olduğundan diş sayısı az olur. Dişlerin sayısına bağlı olarak tozluğun hesaplanması aşağıdaki gibidir [11].

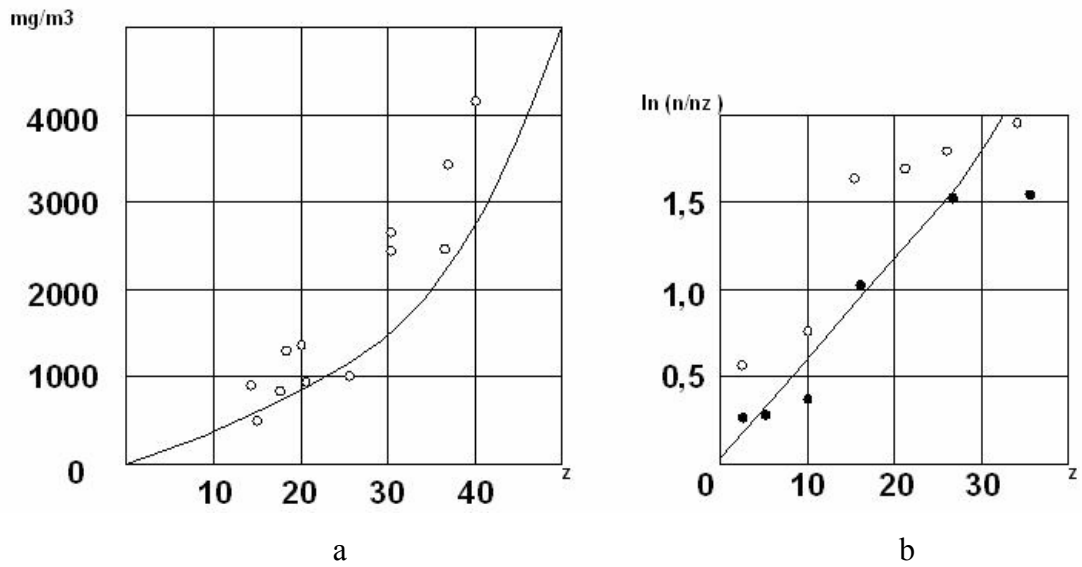
$$n = n_z \cdot e^{[c \cdot (\varepsilon_N - z)]}, \text{ mg/m}^3$$

Burada  $z, z_N$ ; uygun başlangıç ve artırılmış dişlerin sayısı

$n, n_z$ ; başlangıç dişlere uygun tozluluğu,  $\text{mg}/\text{m}^3$

$c$ ; uygun şartlarda toz zerreciklerinin artmasını gösteren katsayı

Formülden yararlanılarak laboratuvar şartlarında çeşitli ocaklarda yapılmış tatbikat işlerinin sonuçları şemada verilmiştir.



Şekil 4.5. Kesici dişlerin sayısına bağlı olarak tozluluğun değişmesi

a) Orantı koordinatlarında

b) Gerçek koordinatlarda

(hesaplama sırasında  $c = 0,059$ ;  $n = 650 \text{ mg}/\text{m}^3$ ;  $z = 15$  alınır.)

Ocaklarda yapılan araştırmalar sonucu görülür ki; makinesinde dişlerinin aşınması arttıkça sarf edilen güç de artar. Testere dişlerinin ortalama sayısı 30–35 adet olabilir. Dişlerin sayısı gösteren miktarda olursa az yayılır. Bu nedenle bu sayılar dik diskler için optimum sayılır. Şayet dişlerin sayısı optimum olursa tozlanma azalır.

## **BÖLÜM 5. TOZLULUĞUN ŞİDDETİ**

### **5.1. Toz Kaynaklarını Şiddetliğinin Araştırılması**

Ocaklarda toz oluşumunu önlemek için tozun ayrılma şiddetliliğini, ocağın dağ-jeoloji özelliklerini, iklim vb. öğrenmek gerekir. Makinelerin çalışması sırasında yayılan,oluşan tozun şiddeti aşağıdaki gibi belirlenir.

Önce baca gazı oluşturan hortum ve borular yardımı ile makinenin işçi sahasındaki rüzgarın yönü ve toz akımının yayılma döndürücü oku bulunur. Tozun yayılma döndürücü ok tozun ayrılma yerinden 2-10 m uzaklıkta 2-3 nokta işaretlenir. İşaretlenen noktalarda tozun miktarını ölçen alet yerleştirilir. Toz kaynağı yakın olursa cihaz makine üzerine yerleştirilir ve birlikte aynı hızla hareket ettirilir. Toz kaynağı uzakta olursa cihaz elle hareket ettirilir. Bütün hallerde toz kabul edici allonj toz akımın döndürücü oku üzerinde toz kaynağından ölçülmüş uzaklıkta yerleştirilir. Alojlar pille üstünde en az 15-20 cm yükseklikte yerleştirilir. Sonra ölçü miktarlarından numune götürmekle beraber toz oluşturan kaynakta tozun yayılma döndürücü oku yönünde aynı zaman zarfında tozun miktarı ve 2m yükseklikte anometre yardımıyla rüzgarın hızı belirlenir. Tozun oluşma şiddeti belli olduğunda her deney sırasında makinenin hareket hızı, ayrılan materyalin nemliliği vb. araştırılır.

### **5.2. Makineler Çalışırken Oluşan Tozun Şiddeti**

Ocaklarda yapılan dağ işlerinin planlarının analizi ve tatbikatlarının sonuçları, ocak havasının değişmesinin direk akım şeması ile yürütülmesini belirlemeye imkan vermiştir. Sürekli hava değişimi toz oluşturan kaynaklar için tozun ayrılma şiddeti aşağıdaki gibi hesaplanır.

$$g = 0,177x^2\psi_{\text{ser}.n.u} , \text{ mg/m}^3$$

burada n ; toz akımının döndürücü ok yönünde kaynaktan  $x_m$  uzaklıkta ölçülmüş havanın tozluluğu,  $\text{mg/m}^3$

u ; makinenin işçi sahası yakınlığında rüzgarın hızı,  $\text{m/sn}$

$\psi_{\text{ser}}$  ; ocağın havasının değişme şemasında ve rüzgarın hızına bağlı olan ölçüsüz sabit sayıdır.

Hesaplamaların gösterdiğine göre, ocaklarda gerekli tedbir alınmazsa, tozun oluşma şiddeti normalden fazla olur ( Tablo 5.1). Deneylerde, makinenin hareket hızı 50 den 110 m/saat kadar, yani 2,2 arttırılınca tozun oluşma şiddeti 8,8 kat artar. Diğer yandan tozluluğun şiddetinin değişimine rüzgarın büyük etkisi vardır. Araştırmalarda görülür ki; rüzgarın hızı 1,3  $\text{m/sn}$  olduğu zaman, havada tozun miktarı 38  $\text{mg/ sn}$  olur. Rüzgarın hızı 5,0  $\text{m/sn}$  olduğunda ise tozluluk 1230  $\text{mg/sn}$  olmaktadır. Öyle ki; tozun yayılma şiddeti, rüzgarın hızına bağlıdır. Bu nedenle tozun yayılma şiddeti araştırılırken tüm ölçüleri, rüzgarın hızının 4 $\text{m/sn}$  den az olduğu zaman öğrenilmesi gerekir. Şayet rüzgarın hızı bu değerden çok olursa, o zaman ocağa dışardan gelen tozun miktarı da ölçülmelidir. Çeşitli ocaklarda makineler çalıştığı zaman tozun oluşma şiddeti araştırılması sonucunda belirlenmiştir ki; tozun oluşması zaman zaman araştırılmalıdır ve önlenmelidir. Aksi takdirde Silikoz hastalığı oluşur.

Tablo 5.1. Tozun oluşma etkisinin değişmesi

| Toz kaynağı çeşidi                       | Rüzgarın hızı $\text{m/sn}$ | Tozun oluşma şiddeti $\text{mg/sn}$   |
|--|-----------------------------|---------------------------------------|
| 1.Makineyi çalıştıran işçinin iş yerinde | 1;2;3;4;5;6;7;8,            | 1,5;10,9;19,38;45,9;110,99;160,28;325 |
| 2.Atıkların kepçe ile depolandığı yerde  | 1,5;2;3;4;5;6;7;8,          | 43,1;51,8;542;887;1032;1652;2798      |
| 3.Buldozer işlerinin yapıldığı yerde     | 2;3;4;5;7;8                 | 45,2;73;280;634;959;1487;2431         |
| 4.Ocak yollarında                        | 2-8                         | 2100;3800;6000;7200;10000;13100;16700 |

Makine çalışırken ve lağımlar kazılırken tozun oluşma şiddeti aşağıdaki çizelgede gösterilmiştir.

Tablo 5.2. Lağımlar kazılırken tozun oluşma etkisi

| Toz oluşma şiddeti mg/sn |                   | Toz kaynağından olan uzaklık, m | Rüzgarın hızı, m/sn |
|--------------------------|-------------------|---------------------------------|---------------------|
| Makine çalışırken        | Hendek kazılırken |                                 |                     |
| 127,4                    | 25                | 1                               | 2                   |
| 133,9                    | 27,3              | 1,5                             | 2                   |
| 156,2                    | 49,3              | 2                               | 2                   |
| 179,1                    | 51,9              | 2,3                             | 2                   |
| 469,5                    | 52,4              | 4,2                             | 2                   |
| 500,3                    | 60,3              | 5,9                             | 2                   |
| 573,4                    | 69,1              | 8                               | 2                   |

Görüldüğü gibi makine çalışırken tozun oluşma şiddeti lağım kazılırken oluşan toz miktarından birkaç kat çok olmaktadır. Lağımin kazılma hızına bağlı olarak ayrılma şiddeti çizelgede gösterilmiştir.

Tablo 5.3. Makineler çalışırken tozun ayrılma etkisi

| Lağımin kazılma hızı, cm/dak | Toz oluşma şiddeti, mg/sn |
|------------------------------|---------------------------|
| 6                            | 36                        |
| 10                           | 62                        |
| 14                           | 86                        |
| 18                           | 92                        |
| 22                           | 116                       |

Tablodan görüldüğü gibi, ocakta lağımların kazılma hızı 2,2 kat arttığında hava da tozun şiddeti de bir o kadar artarak 86 mg/sn ye yükselir. Ocağın bulunduğu bölge ve rüzgarın hızına bağlı olarak tüm teknoloji proseslerde tozun ayrılma şiddeti temelli olarak değişmektedir. Başka bir deyişle, rüzgarın hızı 4 de 8 m/sn ye değiştiğinde

tozun ayrılma şiddeti buldozer işlerinde 3,1 kat, kepçe kayanın yığılmasından 33 kat, yükleme işlerinde 21 kat, makinelerin işçi yerinde ise 7 kat artar.

## **BÖLÜM 6. ÇEVRENİN VE ATMOSFERİN KİRLENMESİ**

### **6.1. Havanın Dış Kaynaklardan Gelen Tozla Kirlenmesi**

Açık ocak, maden-dağ işlerinde yer altı ocak, maden-dağ işlerinden farklı olarak havanın tozluluğuna, teknoloji proseslerle, aynı zamanda doğal faktörler etki eder.

Kayaların aşınması, toprağın erozyonu, güçlü rüzgar vasıtası ile tozun ocağa getirilmesi böyle faktörlerdir. Bazı hallerde rüzgarın hızı çok olursa toz bulutları tüm ocağı tutar. Öte yandan toz ocağa yakın yerlerde olursa kaya ezici fabrikalardan, yükleme depolarından, ocak yollarından ve atıkhaneye toz gelebilir. Bunlardan dahil olan tozlar hususi özelliğe sahiptir. Araştırma sonucunda belirlenmiştir ki; rüzgarın hızı 4-8 m/sn civarında değişirse atık depolarında tozun uçuş şiddeti 7 den 60 gr/sn ye kadar artar. Bu gösterir ki, rüzgarın hızı 4 m/sn den çok olursa atık depolarından etrafa dağılan toz büyük ölçüde ocak bölgesini ve atmosferi kirletir.

Atık depoları, ocakların büyük kısmını oluşturur. Bu nedenle atık depoları rüzgarı yönüne uygun olarak ocaktan uzakta yerleştirilmelidir. Şayet ocak bölgesinde kaya ezici fabrikalar olursa, bu durumda dışarı atılan tozlar süzgeçlerle tutulmalıdır.

### **6.2. Ocak-Maden Atmosferinin ve Çevresini Kirlenme Ön Tahmini**

Ocak-maden atmosferinin genel tahmini dağ işlerinin çeşitli kademelerle gelişmesini ,şema ve ayarlama şartını, çeşitli kaynaklardan ayrılan tehlikeli karışımların yayılma şiddetini göz önüne almakla havanın kirlenme derecesini göstermiş olur. Ocak havasının tahminleştirilmesi hem projelendirme işlerinde hem de yeniden kullanma sırasında dağ işlerinin muhtelif kademeler üzerinde tekrar gelişmesi ile ilgili olarak, doğal hava değiştirme şemasını ve zararlı karışımların gerçek kaynaklarını göz önüne almakla yapılır [12].

Havanın tozluluk tahmini hesaplama ve modelleştirme usulü ile yapılır. Hesaplama ve modelleştirme usulünden yararlanılarak havanın tozluluk tahmini için aşağıdaki bilgilerin elde edilmesi gerekmektedir [13].

1. Ocağın çalışma kademelerini göz önüne alarak zararlı karışım miktarını ve yerini belirleyen dağ işlerinin planı
2. Dağ işlerinin, ocağın kuzey-güney doğu-batı yönünde kademeler üzerinde hareketi belirleyen profili
3. Yer yüzeyinin planı ( ocakların yeri, işçilerin yaşadığı kasabanın yeri, fabrika, yardımcı fabrikalar, dış araç yolları, ormanlar ve su havzaları gösterilmelidir. )
4. Atık depolarının yerleşme planı ve ocakta dağ işlerinin kademeler üzerinde hareketi ile göz önüne alarak parametrelerinin değişmesi
5. Kayanın mineroloji, kimyasal, fiziksel-mekanik özelliklerini, nemliliğini, su akıntıları ve bu sulara zararlı karışımların saklanması konusunda bilgi
6. Dağ işlerini kademeler temelinde hareketi göz önüne alarak dış ve iç zararlı kaynakların miktarı ve şiddeti konusunda bilgi
7. Rüzgar gülü
8. Rüzgarın hızının 24 saatte değişimi konusunda bilgi
9. Rüzgarsız günlerin sayısı ( gece-gündüz, aylar temelinde bölünmesi, ortalama ve maksimal devam etme süresi )
10. Aylar temelinde dumanlı günlerin sayısı ve devam etme süresi
11. 1 yıl sürede havanın ortalama nemliliğinin değişmesi
12. Havanın ve toprağın 0C<sup>0</sup> sıcaklıkta günlerinin devam etme süresi
13. Havanın ortalama aylık maksimum ve minimum sıcaklığı

Gösterilen bilgilerden hem ocak havasının tahmin edilmesinde hem de toza ve gaza karşı mücadele usullerinin tasarımını yapmakta geniş olarak kullanılmalıdır. Tahmin edilme en basit usulü hesaplanmalıdır. Bu usulle muhtelif hava temizleme şemalarında formüllerle ocağın umumi atmosferinin durumu belirlenir. Sahanın atmosferinin tahmini aşağıdaki gibi sonuçlandırılır.



1.Ocağın yerleştirildiği arazinin iklim bilgisine dayanarak ve gerçekleştirilmiş tasarımı temelinde tabii hava değişimi şemaları göz önüne alınarak, dağ işlerinin gelişmesinin önemli kademeleri belirlenmelidir.

2.her bir kademe için ayrı ayrı kaynaklarda zararlı karışımların, ayrılma şiddetini ve onların gerçek miktarı ayrılan toz ve aynı içerikli gazların umumi balansı hesaplanır.

Ocak havasının tozluluk tahminin hesaplama usulü ile elde edilen bilgiler ocağın umumi yerli havasını ve aynı zamanda çevresini saflaştırmak için kompleksli mücadele usullerini tasarlamak için kullanılmıyor. Böyle ki; karmaşık konfigrasyonlu ve hava değişme şartı elverişsiz olan ocaklarda gerçek bilgi elde etmek için modelleşme usulünden faydalanılır. Ocaklarda meydana gelen aorodinamik ve gazodinamik prosesleri modelleştirmek için geometrik çalışan başlangıç ve sınır şartlarının, prosesini tayin eden dengenin , çevrenin fiziksel göstergeleri eşdeğerliliğinin sağlanması zaruri şarttır. İncelediğimiz hallerdeki ocaklarda, istasyonlar ve izotermik proseslerde havanın hareket hızı 70 m/sn den çok az olduğu için esas tayin edici kriter Reynolds kriteridir.

### 6.3. Ocak Atmosferinin Kirlenmesinin Rüzgarın Hızına Bağlılığı

Ocak-maden atmosferinin kirlenmesi çevrenin de kirlenmesine sebep olur. Ocak-madende yapılan bütün teknoloji proseslerde tozun ayrılması sonucunda bütün ocak arazisi kirlenir. Rüzgarın hızı 4 m/sn den az olduğunda bu proses uygun karakter taşır, bu nedenle toz uzak mesafeye yayılamaz. Rüzgarın hızı 4 m/sn den çok olduğu zaman ise iç ve dış kaynaklardan rüzgar yardımı ile savrulan tozlar ocağı ve çevreyi kirletir.

Tablo 6.1. Rüzgarın hızına bağlı olarak iç ve dış kaynaklardan savrulan tozluluğun çevreye yayılması

| Tozluluk<br>ölçülen yer | Havanın tozluluğu, mg/ m <sup>3</sup> |     |      |      |       |       |       |     |
|-------------------------|---------------------------------------|-----|------|------|-------|-------|-------|-----|
|                         | Rüzgarın hızı, m/sn                   |     |      |      |       |       |       |     |
| Ocak<br>merkezi         | 1                                     | 2   | 3    | 4    | 5     | 6     | 7     | 8   |
|                         | 8                                     | 9,1 | 37,9 | 56,5 | 59,15 | 133,3 | 213,5 | 250 |

Çizelgeden görüldüğü gibi toza karşı mücadele yapılmadığında rüzgarın hızının artması sonucunda havanın tozluluğu da artar. Şöyle ki, havanın hareket hızı 4 den 8 m/sn ye kadar artarsa havanın umumi tozluluğu 4,5 kat artar. Tozluluğun bırakılabilen standarda yakın değerleri rüzgarın hızı 2m/sn olduğunda elde edilir.

Ocağın-madenin sınırlarında tozluluğun ölçülmesi gösterir ki, havanın umumi tozluluğu ocağın merkezindeki, tozluluğun göstericilerine uygundur. Bu durumda rüzgarın hızı 4 m/sn den çok oluğu zaman uygun tozluluk, umumi tozluluğa dönüşerek ocaklarda işlerin durmasına neden olabilir. Bunu ayrı ayrı toz kaynakları için de söylemek mümkündür. Ocaklarda-madenlerde toz oluşturan ilk kaynaklar gösterir ki, yılın tüm mevsimlerinde ( rüzgarın hızı 1-8 m7sn olduğunda ) havanın tozluluğu geniş ölçüde değişir.

Havanın minimal tozluluğu sadece sonbahar ve kış aylarında olur.

Ocak-maden atmosferlerinin tahminini vermek ve aynı zamanda toza karşı etkili mücadele usulü seçmek için toz kaynaklarının umumi şiddetini hesaplamak gerekir.

Ocak-maden atmosferine ve çevresine dahil olan umumi toz balansı aşağıdaki formülle hesaplanır [14].

$$Q_{\text{üm}} = \sum g_H + \sum g_X + \sum g_k + \sum g_{xa}$$

Buradaki  $g_H$ ,  $g_X$ ,  $g_k$ ,  $g_{xa}$  uygun olarak noktasal çizgiler, rüzgar yardımıyla savrulan tozun ve dış toz kaynaklarının şiddetidir, mg/ sn.

Her grup kaynak için tozun ayrılma şiddetinin toplamı aşağıdaki gibi hesaplanır.

$$\sum g_H = n_1 K_0^1 g_1 + n_2 K_0^{11} g_2 + \dots + n_n K_0^n g_n, \text{ mg/ sn}$$

Burada;

$n_1, n_2, \dots, n_n$  ocakta aynı tipli aparatların miktarı

$g_1, g_2, \dots, g_n$  verilen kaynaktan tozun ayrılma şiddeti, mg/ m<sup>3</sup>

$K_0^1, K_0^{11}, \dots, K_0^n$ , aynı anda çalışmayı gösteren örnektir.

Göz önünde tutulan katsayı aşağıdaki gibi bulunur;

$n_u \dots n_{\bar{u}}$  aynı tipli işeyen ve umumi mekanizmaların sayısıdır.

Aynı anda çalışmayı göz önüne alan sabitin değeri 0,8-0,9 arasında değişir. İç toz kaynakları için tozun ayrılmasının şiddeti aşağıdaki formülle hesaplanır:

$$G_{\bar{u}m} = \sum g_n + \sum g_x, \text{ mg/ m}$$

Burada  $\sum g_n$  noktasal toz oluşturan kaynaktan ( makineler, gezici, kepçe , buldozerler işlenir vb. ), mg/sn

$\sum g_x$  çizgi toz oluşturan kaynaklardan ( ocak yolları, vb. ) tozun umumi ayrılma şiddeti, mg/ sn

Çevreyi kirleten her bir toz kaynağının atmosfer havasının umumi tozluluğundaki hususi tartısı aşağıdaki formülle hesaplanır:

$$\rho = \sum g^1 / Q_{\bar{u}m}$$

burada  $g^1$  aynı gruptan olan toz oluşturan kaynaklardan iş sırasında ayrılan tozun şiddetidir, mg/sn

Ocaklarda toza karşı mücadele yapılmakta çevrenin ve ocak havasının kirlenmesinde her bir toz kaynağının özel tartısı Tablo 6.2'de verilmiştir [15].

Tablo 6.2'den görüldüğü gibi rüzgarın hızı 1-6 m/sn arasında değiştikçe ocak havasını ve çevresini kirleten esas toz kaynağı ocak yollarıdır. Rüzgarın hızı 6m/sn den çok olduğu zaman ise çevreyi kirleten esas toz kaynağı rüzgar etkisi ile ocak arasında olan tozların havaya savrulmasıdır. Rüzgar etkisiyle toz parçacıkları ,etrafındaki yerleşim yerleri ve hatta daha da ilerilere yayılır.Bütün bunlar gösterir ki, ocaklarda toza karşı ilmi araştırmalarla ispatlanmış kompleksli mücadele usullerinin seçilmesinin çok büyük önemi vardır.

Tablo 6.2. Ocak çevresinde toz kaynaklarının miktarı

| Toz kaynakları                             | Rüzgarın hızı, m/sn              |     |    |      |    |    |    |      |
|--|----------------------------------|-----|----|------|----|----|----|------|
|  | Toz kaynaklarının özel tartısı,% |     |    |      |    |    |    |      |
|  | 1                                | 2   | 3  | 4    | 5  | 6  | 7  | 8    |
| Makineler, kaldırıcı, kepçe ve buldozerler | 1,35                             | 1   | 6  | 3,7  | 4  | 5  | 6  | 6,5  |
| Ocak yolları                               | 98,84                            | 98  | 88 | 60   | 47 | 46 | 41 | 36,5 |
| Rüzgar yardımı ile tozun savrulması        | –                                | 0,4 | 4  | 33,2 | 46 | 46 | 48 | 53   |
| Atık depoları                              | –                                | –   | 2  | 2,6  | 3  | 3  | 4  | 4    |

## **BÖLÜM 7. OCAKLARDA TOZA KARŞI ETKİLİ MÜCADELE TEDBİRLERİNİN ARAŞTIRILMASI**

### **7.1. Kireç Taşları Tozlarının Çeşitli Sıvılarla Islanma Özelliklerinin İncelenmesi**

Bu araştırmada maden ocaklarında ve çevresinde toza ve tozlanmaya karşı mücadele etmek ve çeşitli sıvılarla, bileşiklerle önlenmesi özellikle ıslanma özelliğinin incelenmesi göz önüne alınmıştır.

Bu amaçla aşağıdaki sözü geçen sıvılar kullanılmıştır;

Deniz suyundan tuzların 2,3 ve 4 defa çoğaltılmasıyla oluşan sıvı, %0,1 DB, HÇK ve CaCl<sub>2</sub> sıvısı, deniz suyu ve tatlı suya % 0,5 azolyat katılmış sıvı. ( DB-Ditrofenol-etilen oksitleri ile karışımdan oluşur.)

Yaptığımız araştırmada yer alan sıvıların kireç taşı ile oluşturduğu yüzey gerilme kuvveti ve ıslanma açısı tayin edilmiştir. Bunun yanı sıra kireç tozu bu sularla ıslanma sırasında belirlenir. Islaticılar ve ıslatıcı ilaveler öyle maddelerdir ki, bu maddelerden az miktarda suya ilave olduğu zaman oluşan sıvı toz parçacıklarının ıslanma özelliğini yükseltir. Bu sıvıların özelliğinden ileri gelir. Toza karşı mücadele için çeşitli ıslatıcı sıvılardan geniş ve ayrıntılı kullanılması suyun toz kısmının kötü ıslanılması, bazı hallerde ise hiç ıslanmaması nedeniyle tercih edilmektedir. Suyu katılmış ıslatıcılar toz parçacıkların ıslanma özelliğini yükseltir. Bu sıvıların 2 özelliğinden ileri gelir;

1. Hava ile sınırdaki suyun yüzey gerilme kuvveti azalır ve mineral parçacıkların yüzeyinde adsorbsiyonlanma özelliği oluşur,
2. Sıvı molekülleri ile katı madde molekülleri arasındaki karşılıklı tesir sonucunda ıslanma prosesi oluşur ve katı cismin yüzeyinde sıvı yüzeyinin oluşması gerçekleşir.

Islatıcılar aşağıdaki özelliklere sahip olmalıdır:

- 1.Zehirli olmamalıdır.
- 2.Sabit kimyasal özellikli olmalıdır ve suda kolay çözülebilmelidir.
- 3.Sıvı durumda borular, sondaj aletleri korozyona uğramamalıdır. Lastik hortumlara kötü etki etmemelidir, yanmaya dayanıklı olmalıdır.
- 4.Kısımlara ayrılmamalıdır, çamur oluşturmamalıdır ve kendi etkisini 0<sup>0</sup> den 45<sup>0</sup> ye kadar sıcaklıkta kaybolmalıdır.
- 5.Genel sıcaklıkta bu sıvılar en az 4-5 gün çamur oluşturmamalıdır
- 6.Fiyatı düşük ve kokusu hoş olmalıdır.
- 7.Sulu sıvılarda yüzey gerilmesi 35 erg/cm<sup>2</sup> den çok olmamalıdır.

1-DB ıslatıcı dış görünüşüne göre yağa benzer, vizkoz sıvı veya yağ renkli pastadan oluşur.

Ditrofenol etilen oksitleri ile karışımından oluşur. Sıvının adı ‘Dibutil’ terimine uyarı olarak isimlendirilmiştir. Sularda iyi çözülür, şeffaf sıvı oluşturur. Islatıcı DB sıvısı çalkandığında köpük oluşur.

DB ıslatıcı organizma için tehlikeli değildir.

2-NCK ıslatıcı dış görünüşüne göre kahverengi renkte olan sıvıdır. Sert suda çözünerek açık kahverengi renkte sıvı oluşturur. Bu sıvı nötrleştirilmiş kara kontakt olarak adlandırılır. Bazı hallerde buna petrov kontaktı da denir. Petrol ürünlerinin atıklarından oluşur. Bakü’deki Karayev Petrol Rafineri Fabrikasında üretilir. H4K ıslatıcı çalkalandığında ve küçük gözenekli şebekeden geçirildiğinde köpük oluşturur.

3 -Azolyatlar petrol ürünlerinin atıklarından oluşan yağa benzer açık renkli pastadır. Herhangi bir sertliği olan suda çözülerek şeffaf sıvı oluşturur. Azolyatlar organizma için tehlikeli değildir. Onlardan bazıları kuşyemi madde gibi kullanılır. Azolyatlar çalkalandığında köpük oluşturur.

Sıvıların yüzey gerilme kuvveti Stalogmometre Aleti yardımı ile öğrenilebilir.

Stalogmometrenin orta kısmı dairevi şekilde genişletilmiş bildiğimiz kapılıyan cam borudan oluşmaktadır. Stalogmometre çalışma kuralları aşağıdaki gibidir.

Araştırılan sıvılar, dayağa bağlanmış Stalogrametre yardımı ile onun genişlendirilmiş kısmından önce verilen kopilyan borusunun üst çizgisine kadar doldurulur. Sonra ise Stalogrametrenin genişlendirilmiş kısmından aşağıdaki kapilyan boruya dökülen damlaların miktarı otomatik olarak PC-64 aleti yardımıyla ölçülür ve deneyin yapılması sırasında yazılır. Öğrenilen sıvıların yüzey gerilme kuvveti aşağıdaki gibi hesaplanır;

$$G = \frac{G_0 \cdot d \cdot n_0}{d_0} \text{ erg/cm}^2$$

Burada;

$G_0$  = tatlı suyun 22 °C de yüzey gerilme kuvveti;  $\text{erg/cm}^2$

$d_0$  = tatlı suyun yoğunluğu,  $\text{g/cm}^3$

$n_0$  = tatlı su damlalarının sayısı

$d$  = incelenen sıvının ( belli sıcaklıklarda ) yoğunluğu yada özgül ağırlığı  $\text{g/cm}^3$

$n$  = incelenen sıvının belirli zamanda damlalarının sayısıdır.

Deneyler sonucunda incelenen çeşitli sıvıların yüzey gerilme kuvvetlerinin değerleri Tablo 7,1'de verilmiştir.

Tablo 7,1'den görüldüğü gibi, çok iyi ıslatıcı tatlı su ve deniz suyunun %0,1 DB ve NCK ile karışık sıvıdır. Böyle sıvıların gerilme kuvvetleri 34,58; 34,99  $\text{erg/cm}^2$  olduğundan bunlar gerekli olan istenen değere ulaşır. Bu sıvılara daha yakın olan sıvılar tatlı su ve deniz suyunun %0,5 azolyat A ve B sıvısı ile karışımıdır. Deniz suyu sıvısının yüzey gerilme kuvveti tatlı suyu sıvısına nazaran azdır ve aşağıdadır;

72,07 ye karşın 72,44  $\text{erg/cm}^2$  'dir.

Tablo 7.1. Çeşitli sıvıların yüzey gerilme kuvvetlerinin değerleri

| <b>Islatıcı eriyik</b>  | <b>Sıvının yoğunluğu<br/>g/cm<sup>3</sup></b> | <b>Yüzey gerilme kuvveti g/cm<sup>2</sup></b> |
|---|---|---|
| Deniz suyu  | 1,01  | 72,07   |
| İçerisinde doğal tuzların miktarı 2 defa çoğaltılmış deniz suyu   | 1,02  | 73,33   |
| İçerisinde doğal tuzların miktarı 3 defa çoğaltılmış deniz suyu   | 1,02  | 73,66   |
| İçerisinde doğal tuzların miktarı 4 defa çoğaltılmış deniz suyu   | 1,028   | 74,56   |
| İçerisinde doğal tuzların miktarı 2 defa çoğaltılmış deniz suyuna %0,5 azolyat B ilave edilerek oluşan sıvı | 1,01  | 36,27   |
| İçinde %0,5 azolyat olan deniz suyu   | 1,01  | 36,36   |
| İçinde %0,1 DB olan deniz suyu  | 1,01  | 34,99   |
| Tatlı su  | 1   | 72,44   |
| İçinde %0,5 azolyat A olan tatlı su   | 1   | 37,70   |
| İçinde %0,5 azolyat B olan tatlı su   | 1   | 40,68   |
| İçinde %0,1 DB olan tatlı su  | 1   | 34,58   |
| İçinde %0,1 NCK olan tatlı su   | 1   | 34,6  |

Katı madde ile ( dökülen ) yüzeyinin şekli, sıvı ile katı madde molekülleri arasındaki cazibe kuvvetlerinin büyük veya küçük olmasına bağlıdır. Burada ili durum söz konusu olabilir;

1.Bu durumda sıvı ıslatan olur ve sıvının yüzeyine çekilmiş değer ile madde yüzeyi arasında oluşan  $\theta$  açısı dar açı oluşturur.

2.Bu durumda sıvı katı madde ıslanmaz ve  $\theta$  açısı dar açı olur.



Islatma açısını ölçmek için Rebinder aleti kullanılır. Rebinder aletinde  $\theta$  açısının ölçülmesi aşağıdaki gibi yapılır:

Yüzeyi parlatılmış kireç taşı şlifi aletin desteğinde yerleştirilir ve üstüne ıslatma açısı öğrenilen sıvı desteğinde sıvı damlası dökülür. Damlanın sınırı aletin büyütücüsü yardımı ile alet üzerindeki ekranda görünür ve AK-16 kamera ile  $1m^2/sn$  hızı ile otomatik olarak resmi yapılır. Sonra damlaların fotoşekilleri esasında onlara dokunanlar çizilir ve transporter yardımıyla sıvıların ıslatma açıları ölçülür. Hazırlanmış şliflerin uzunluğu 50mm, açıklığı 13 mm, kalınlığı 6 mm olur. Şlifler deneyden önce kurutucu sobada  $100-105^{\circ}$ s sıcaklıkta 24 saat kurutulur ve deney zamanı kepçe yerleştirilir. Çeşitli sıvıların ıslatma açısının değerleri Tablo 7.2’de verilmiştir.

Tablo 7.2. Çeşitli sıvıların ıslatma açısının değerleri

| Islatıcının adı |            |  |  |  |  |   |   |                   |          |  |                              |                              |                       |                        |
|-----------------|------------|--|--|--|--|---|---|-------------------|----------|--|------------------------------|------------------------------|-----------------------|------------------------|
| Islatma zamanı  | deniz suyu | içerisinde doğal tuzların miktarı<br>2defa çoğ. deniz suyu | içerisinde doğal tuzların miktarı<br>3defa çoğ. deniz suyu | içerisinde doğal tuzların miktarı<br>4defa çoğ. deniz suyu | 2defa çoğ. deniz suyunun %0,5<br>azolyat B olan karışımı | içerisinde % 0,5 azolyat A olan<br>deniz suyu | içerisinde % 0,5 azolyat B olan<br>deniz suyunu | %0,1DB deniz suyu | Tatlı su | %0,1 NCK ve %3 CaCl <sub>2</sub> olan su | %0,5 azolyat A olan tatlı su | %0,5 azolyat B olan tatlı su | %0,1 BD olan tatlı su | %0,1 NCK olan tatlı su |
|                 |            |  |  |  | <b>Maden<br/>1</b>                                       | <b>Kireç<br/>taşı</b>                         |   |                   |          |  |                              |                              |                       |                        |
| 1               | 69,5       | 80   | 96   | 110  | 37   | 76  | 32  | 30                | 79       | 35                                       | 90                           | 51                           | 25                    | 9                      |
| 20              | 32,5       | 78   | 95   | 102  | 19   | 42  | 9   | 2                 | 62       | 34,9                                     | 21                           | 27                           | 3                     | 3                      |
| 30              | 30         | 76   | 94   | 100  | 8  | 37  | 8   | 1                 | 56       | 31,7                                     | 18                           | 25                           | 2                     | 2                      |
| 40              | 29         | 73   | 94   | 95   | 7  | 37  | 7   | 1                 | 48       | 30,6                                     | 13                           | 20                           | 1                     | 1                      |
| 50              | 27         | 70   | 87   | 91   | 6  | 33  | 7   | 0                 | 45       | 28                                       | 10                           | 13                           | 0                     | 0                      |
|                 |            |  |  |  | <b>Maden<br/>2</b>                                       | <b>Kireç<br/>taşı</b>                         |   |                   |          |  |                              |                              |                       |                        |
| 1               | 52         | 46   | 57   | 42   | 34   | 54  | 27  | 40                | 33       | 20                                       | 19                           | 30                           | 20                    | 9                      |
| 2               | 30         | 35   | 32   | 29   | 15   | 35  | 7   | 22                | 22       | 19                                       | 15                           | 15                           | 14                    | 9                      |
| 3               | 22         | 26   | -  | 19   | 6  | 25  | 3   | 16                | 20       | 18                                       | 4                            | 6                            | 10                    | 9                      |
| 4               | 18         | 25   | 79   | 18   | 2  | 21  | 2   | 12                | 17       | 16                                       | 3                            | 6                            | 0                     | 0                      |

Tablo 7.2'den görüldüğü gibi, MADEN 2 ocağının az sertliği olan kireçtaşı daha çok sertliği olan Karadağ kireçtaşına nazaran daha çabuk ıslanır. Daha iyi ıslatıcı % 0,1 DB, NCK ve azolyat bile karışım olan deniz suyu sıvısıdır. Aynı zamanda, tatlı su ve deniz suyu ile ıslatma da iyi sonuç verir. Öyle ki, 5 saniyeden sonra tatlı suyun ıslatma açısı  $10^{\circ}$ , deniz suyunun ki  $16^{\circ}$  olur. Tatlı su sıvısının başlangıç ıslatma açısının değerli deniz suyununkine nazaran az ve  $52^{\circ}$ 'ye karşın  $33^{\circ}$ 'dir. O zaman MADEN 2 ocağı kireçtaşının tatlı su ile ıslatılması daha maksadıyla olur. Karadağ ocağının kireçtaşını ise % 0,1 DB ve H4K sıvısı ile ıslatmak daha etkilidir. Şayet tatlı su ve deniz suyu sıvılarının ıslatma açılarını başka sıvıların ıslatma açısı ile kıyaslarsak, o zaman deniz suyu ve sıvılarının tozu, tatlı suya nazaran daha etkili ısladığı görülür. Karadağ ocağında kireçtaşını ıslatmak için içinde %0,5 azolyat A ve B olan sıvılardan kullanmak maksattır. Kireçtaşı ve mermer tozunu sıvılarla ıslandırıldığı zaman oluşan sonuçlar Tablo 7.3' de verilmiştir.

Tablo 7.3'den görüldüğü gibi; tuzun mineral çökme zamanı içinde % 0,5 azolyat B olan deniz suyu ve % 0,5 azolyat A olan tatlı su sıvısı ile ıslatıldığında elde edilir. Uyarı olarak 7,2 ve 8,4 saniyedir. Tatlı su ile ıslatılmış tozun zamanı 7,8 dakika, deniz suyu ile ıslatılan 8 dakikadır. Kireç tozunun maksimal çökme zamanı 29,7–32 dakikadır. İçerisinde doğal su miktarı 3 ve 4 defa çoğaltılmış deniz suyu ile ıslatıldığında alınır. Mermer tozu ise NCK içerikli su sıvısı ile ıslatılınca daha iyi çözer. Su ile ıslatılan mermer tozunun çökme zamanı 23 olur.

Tablo 7.3. Kireçtaşı ve mermer tozunu sıvılarla ıslandırıldığı zaman oluşan sonuçlar

| Sıvının içeriği   | Tozun çökme zamanı,dakika |      |      |       |            |
|---|---------------------------|------|------|-------|------------|
|   | Deney                     |      |      |       | Orta değer |
|   | 1                         | 2    | 3    | 4     |            |
| Deniz suyu  | 8                         | 9    | 7    | 8     | 8          |
| İçerisinde doğal suyun miktarı 2 defa arttırılmış deniz suyu  | 16                        | 18   | 16   | 18    | 17         |
| İçerisinde doğal suyun miktarı 3 defa arttırılmış deniz suyu  | 27                        | 37   | 29   | 35    | 32         |
| İçerisinde doğal suyun miktarı 4 defa arttırılmış deniz suyu  | 21                        | 38   | 21   | 39    | 30         |
| 2 defa çoğaltılmış deniz suyunun % 0,5 azolyat B ile karışımı | 0,1<br>8                  | 0,2  | 0,2  | 0,2   | 0,2        |
| % 0,5 azolyat A olan deniz suyu                               | 1                         | 0,33 | 0,31 | 0,26  | 0,5        |
| % 0,5 azolyat B olan deniz suyu                               | 0,1                       | 0,1  | 0,11 | 0,11  | 0,1        |
| % 0,1 DB olan deniz suyu                                      | 0,1<br>6                  | 0,16 | 0,21 | 0,2   | 0,2        |
| Tatlı su  | 11                        | 5    | 9    | 6     | 7,8        |
| % 0,5 azolyat A olan tatlı su                                 | 0,1<br>3                  | 0,11 | 0,13 | 0,2   | 0,1        |
| % 0,5 azolyat B olan tatlı su                                 | 0,1<br>2                  | 10   | 12   | 12    | 11         |
| % 0,1 DB olan tatlı su  | 0,1                       | 0,18 | 0,21 | 0,25  | 0,2        |
| % 0,1 NÇK olan tatlı su                                       | 1,2                       | 1    | 1,5  | 1,6   | 1,4        |
| Mermer tozu   |                           |      |      |       |            |
| İçerisinde % 1 NCK olan tatlı su                              | 0,2                       | 0,32 | 0,31 | 0,32  | 0,3        |
| İçerisinde % 0,5 NCK olan tatlı su                            | 2,5                       | 2,5  | 2,4  | 2,5   | 2,5        |
| İçerisinde % 0,1 NCK olan tatlı su                            | 10                        | 10   | 10,1 | 10,1  | 10         |
| İçerisinde % 0,05 NCK olan tatlı su                           | 21,<br>19                 | 21,2 | 21,1 | 21,17 | 21         |
| tatlı su  | 23                        | 24   | 23   | 22    | 23         |
| % 1 NCK ve %0,05 CaCl <sub>2</sub> içerikli tatlı su          | 21                        | 21   | 22   | 20    | 21         |
| % 5 NCK ve %0,05 CaCl <sub>2</sub> içerikli tatlı su          | 22                        | 22   | 22   | 22    | 22         |
| % 10 NCK ve %0,05 CaCl <sub>2</sub> içerikli tatlı su         | 25                        | 25   | 26   | 24    | 25         |
| % 20 NCK ve %0,05 CaCl <sub>2</sub> içerikli tatlı su         | 30                        | 30,1 | 30,2 | 30,1  | 30         |

## 7.2 Muhtelif Eriyiklerle Islatılmış Kireç Taşı Tozlarının Rüzgâr Yardımıyla Savrulması

Görüldüğü gibi ocakta tozun yayılma şiddetine rüzgârın büyük etkisi vardır. Rüzgârın ortalama yıllık hızının kritik hızdan 1 kat çok, havanın ve yağmur miktarının ise az olması deniz çevresindeki ocaklarda iş prosesini zorlaştırır. Bunları göz önüne alarak ve çevre koruması bakımından ocaklarda havanın ve kirlenmesi problemini çözmek için ilk sırada işçilerden tozların rüzgâr yardımıyla savrulmasının incelenmesinin ve buna karşı mücadele işlemlerinin yapılması büyük önem taşır. Böyle ki; tozlanmaya karşın etki ve teknolojik bakımdan daha çağdaş yöntemi oluşturmak amacıyla laboratuvar şartlarında, özel düzenlemede araştırma yapılmıştır. Doğal rutubeti olan kireç taşı tozu ele alınmıştır. Kireç taşı tozunun yüzeyi tatlı su, deniz suyu ve bunların muhtelif içerikli % 0,5 azolyat A,B ve % 0,1 AB sınırları ile ıslatılmıştır. Toz bu eriyiklerle ıslatıldıktan sonra kurutulmuş ve oluşan kabuk kısmı mekanik yöntemle dağıtılarak dispers içeriği incelenmiştir. Yapılan araştırmada rüzgârın hızı 4, 6, 8, 10 m/sn oluşmuştur. Bu araştırma sonucu Tablo 7.4'de verilmiştir.

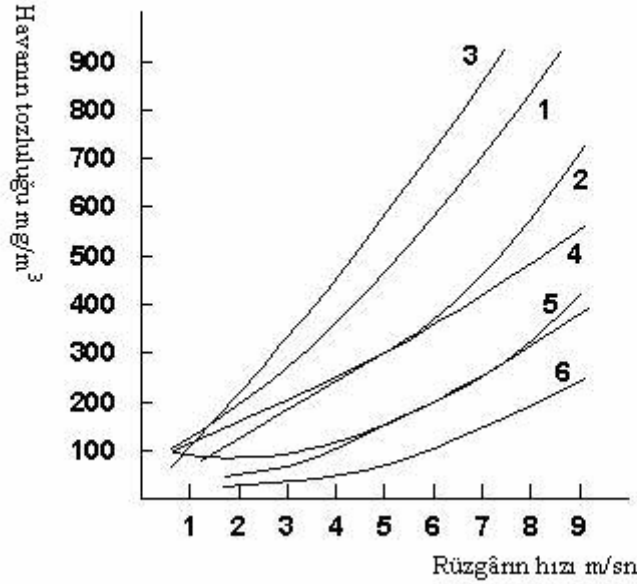
Tablo 7.4'den görülüyor ki; tozun yüzeyinin muhtelif sınırlarla ıslandıkça havanın tozluluğu daha büyük hızlı rüzgarda da kesin azalmış olur. Şekil 7.1 muhtelif sınırlardan kullanılarak havanın tozluluğunun rüzgârın hızına bağlılığı verilmiştir.

Tablo 7.4'den görülüyor ki; tozun yüzeyinin muhtelif sınırlarla ıslandıkça havanın tozluluğu daha büyük hızlı rüzgarda da kesin azalmış olur.

Tablo 7.4. Çeşitli sıvıların etkisi ile hava tozluğunun değişmesi

| Tozun yüzeyini ıslatan sıvının adı   | Rüzgarın hızı, m/sn            |      |      |      |
|--|--------------------------------|------|------|------|
|  | Havanın tozu mg/m <sup>3</sup> |      |      |      |
|  | 4                              | 6    | 8    | 10   |
| Üst yüzeyi ıslanmamış toz  | 0,76                           | 1,2  | 2,74 | 28,6 |
| Tatlı su   | 0,4                            | 1    | 1,9  | 4,1  |
| Deniz suyu   | 0,3                            | 0,3  | 0,4  | 4,1  |
| İçerisinde doğal tuzların miktarı 2 defa çoğaltılmış deniz suyu                      | 0,3                            | 0,3  | 0-3  | 0,67 |
| İçerisinde doğal tuzların miktarı 3 defa çoğaltılmış deniz suyu                      | 0,3                            | 0,3  | 0,31 | 0,53 |
| İçerisinde doğal tuzların miktarı 4 defa çoğaltılmış deniz suyu                      | 0,2                            | 0,3  | 0,3  | 0,53 |
| İçerisinde % 0,5 azolyat A olan deniz suyu   | 0,3                            | 0,6  | 0,85 | 1,6  |
| İçerisinde % 0,5 azolyat B olan deniz suyu   | 0,3                            | 0,3  | 0,44 | 1,3  |
| İçerisinde % 0,5 azolyat B olan doğal tuzların miktarı 2 defa arttırılmış deniz suyu | 0,3                            | 0,32 | 0,4  | 0,53 |
| İçerisinde % 0,1 DB olan deniz suyu  | 0,36                           | 0,47 | 0,92 | -    |
| İçerisinde % 0,1 DB olan tatlı su  | 0,3                            | 0,63 | 0,66 | 0,71 |

Şekil 7.1 muhtelif sıvılardan kullanılarak havanın tozluğunun rüzgarın hızına bağlılığı verilmiştir.



Şekil 7.1. Havanın tozluğunun rüzgarın hızına bağlı olarak değişmesi

Şekilden görüldüğü gibi, kuru havada rüzgârın hızı 3–4 m/sn den çok olduğu zaman havanın tozluğunun yükselir. Rüzgârın bu hızı doğal tozlar için kritik hızlardır. Rüzgar yardımı ile tozun savrulma şiddetini tayin etmek için ocakta 1 m<sup>2</sup> alanda aşağıdaki sıra ile deneysel işleri yapılmıştır.

1. Doğal rutubetli kireç taşı tozu ele alınmıştır.

2. Bu tozların üst yüzeyi su, % 30 ve % 40 lı CaCl<sub>2</sub> ve % 0,1 H<sub>4</sub>K ( NÇK ) sıvısı ile ıslatılmıştır. Suyun sarfiyatı 1 dm<sup>3</sup>/ m<sup>2</sup> olmuştur. Deneyler göstermiştir ki; tozun yüzeyi su veya başka sıvılarla ıslatılırsa kritik hız bir o kadar artar ve tozun savrulma şiddeti azalır. Ele alınan sıvılar toza karşın efektif etkisine bağlı olarak aşağıdaki sıradadır:

1. % 30 ve % 40'lı CaCl<sub>2</sub> eriği,

2. İçerisinde doğal tuzların miktarı 3 defa arttırılmış deniz suyu,

3. İçerisinde doğal tuzların miktarı 4 defa arttırılmış deniz suyu,

4. İçerisinde doğal tuzların miktarı 2 defa arttırılmış deniz suyu,

5. Deniz suyu,
6. İçerisinde % 0,5 azolyat B olan deniz suyu,
7. İçerisinde % 0,1 DB ve NCK olan tatlı su,
8. İçerisinde % 0,1 DB olan deniz suyu,
9. İçerisinde % 0,5 azolyat A olan deniz suyu,

Tozluğa karşı minimal etki, tozun su ile ıslandığında oluşur. Toz yüzeyinin rutubeti ile havanın rutubeti arasında denge oldukça ıslanmanın etkisi durur. Toz ıslandıktan sonra 15–20 dakikada kurur. Toz parçacıkları bu zamanda birleşerek ince tabaka oluşturur. Fakat insanların ve otomobillerin hareket ettiği zaman bu tabaka dağılarak ilkin toz durumuna ( Tablo 7.5. ) gelir.

Tablo 7.5. Tozlu yüzey ıslatılırken kullanılan sıvılar

| Tozun üst yüzeyini ıslatırken kullanılan sıvılar  | Rüzgarın hızı, m/sn                  |       |       |        |
|---|--------------------------------------|-------|-------|--------|
|   | 4                                    | 6     | 8     | 10     |
|   | Havanın tozluluğu, mg/m <sup>3</sup> |       |       |        |
| Deniz suyu  | 0,5                                  | 0,23  | 19    | 436,2  |
| İçerisinde doğal tuzların miktarı 2 defa arttırılmış deniz suyu                         | 0,41                                 | 18    | 115,1 | 181,1  |
| İçerisinde doğal tuzların miktarı 3 defa arttırılmış deniz suyu                         | 0,51                                 | 7,8   | 180   | 299,4  |
| İçerisinde doğal tuzların miktarı 4 defa arttırılmış deniz suyu                         | 0,4                                  | 96,33 | 225   | -      |
| İçerisinde % 0,5 azolyat A olan deniz suyu  | 0,24                                 | 31,92 | 675,2 | 988,09 |
| İçerisinde doğal tuzların miktarı 2 defa arttırılmış ve % 0,5 azolyat B olan deniz suyu | -                                    | 30,92 | 283,9 | 500    |
| İçerisinde % 0,1 DB olan tatlı su   | 1,18                                 | 60,7  | 139,4 | 316,6  |
| İçerisinde % 0,5 DB olan deniz suyu   | -                                    | 41,25 | 191,6 | 830    |
| İçerisinde % 0,5 azolyat B olan tatlı su  | -                                    | 4,49  | 22,64 | 1373,3 |

Tablo 7.5'den görüldüğü gibi, toza karşı mücadele çeşitli sıvılardan kullanıldıkça oluşan tabaka katı mekanik olarak dağıtıldıktan sonra havanın tozluluğu yeniden çoğalır. Tozun yüzeyini içindeki doğal tuzların miktarı 2 defa arttırılmış deniz suyu ile ıslatılırken oluşan ince tabaka parçalanınca havanın tozluluğu rüzgârın hızı 8–10  $m/sn$  arasında minimal olup, 115–436  $mg/m^3$  arasında değişir. İçerisinde % 0,5 azolyat A olan deniz suyu ile havadaki tozların ıslanması ve yere çökmesi sonucunda oluşan tabakanın parçalanması sırasında havanın tozluluğu maksimum olup, 968  $mg/m^3$  'dir. Bu şu şekilde açıklanır; ocakların çalıştırılan ve çalıştırılmayanların çeşitli sıvılarıyla ıslatılması o, zaman efektiftir ki, oluşan tabaka mekanik dağılmaya maruz kalmasın. Rüzgârın havanın tozluluğuna etkisini değerlendirmek için tozun özel savrulmasını incelemek gerekir.

### 7.3 Rüzgârın Hızına Bağlı Olarak Tozun Özel Savrulması

Deniz kenarında bulunan ocaklarda yapılan deneyler gösterir ki; ocak sahasındaki rüzgârın hızının değişmesi tozun savrulma şiddetine büyük etki eder. Bu sebeple havanın tozluluğunun tahmini ve mücadele yöntemleri seçmek için savrulma şiddetinin rüzgârın hızına bağlılığının araştırılması büyük önem taşımaktadır. Rüzgârın hızına bağlı olarak tozun savrulma şiddeti aşağıdaki formülle hesaplanır:

$$g = w \cdot F \text{ mg}/m^3$$

Burada;

F, ocakların sahası,  $m^2$

w, rüzgar yardımıyla ocağın sahasından tozun özel olarak savrulmasıdır,  $mg/cm^2$

$$w = \frac{w_1 \cdot F_1 + w_2 \cdot F_2 + \dots + w_n \cdot F_n}{F_1 + F_2 + \dots + F_n} \text{ mg}/\text{sn} \cdot m^2$$

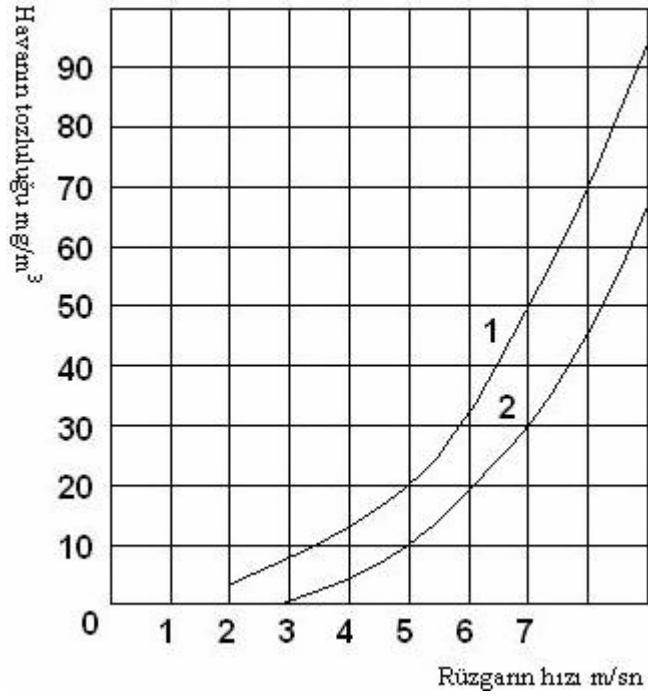
burada ;

$F_1 + F_2 + \dots + F_n$ , kritik maksimum hızı olan iki komşu izotahlar arasında bulunan saha,  $m^2$  ( Ocak sahasında rüzgârın hızı aynı olan muhtelif noktaları birleştiren çizgilere izotah denir. )



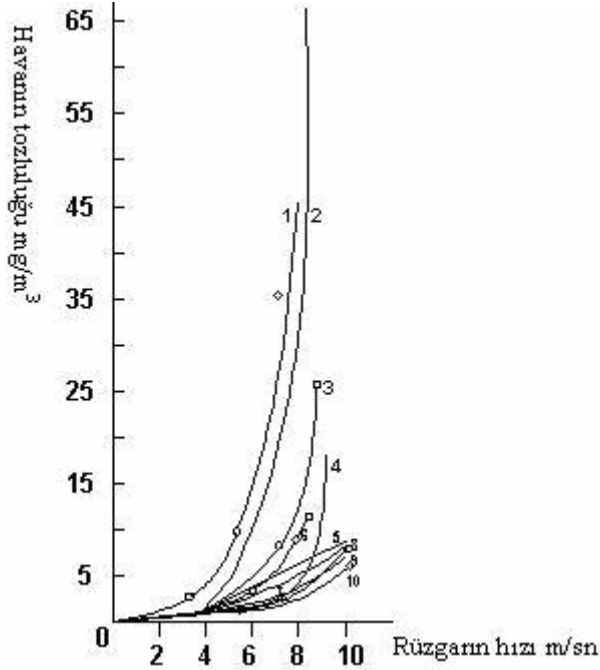
$w_1 + w_2 + \dots + w_n$ , belirli sahaya uygun olan tozun rüzgar yardımıyla özel olarak savrulması,  $mg/cm^2$

Açıklandığı gibi; bütün yıl boyu deniz kenarında yerleşen ocaklarda tozun rüzgar etkisiyle önlenmesi açıklanmıştır.



Şekil 7.2. Tozlanmaya karşı mücadelede tozun özel savrulmasının rüzgarın hızına bağlılığı

1- Yaz mevsimi 2- Yıl boyu



Şekil 7.3. Tozun özel savrulmasının rüzgar hızına bağlılığı

Özel olarak savrulması görülür. Şekillerden görüldüğü gibi yaz aylarında rüzgarın yardımı ile tozun özel olarak savrulması daha büyüktür. Başka bir deyişle bu aylarda rüzgarın hızı 2-3 m/sa arasında değiştiğinde özel savrulma 6-88 mg/cm<sup>2</sup> olur. Çeşitli mahlullerle ıslatılmış tozun özel savrulmasının rüzgarın hızına bağlı olarak değişmesi Tablo 7.6'da verilmiştir.

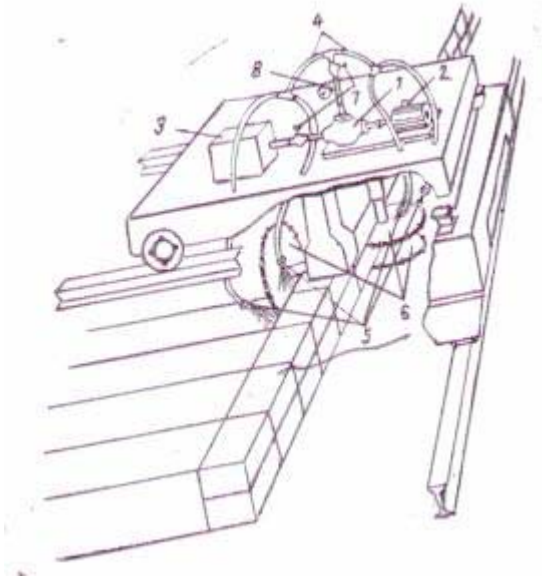
Tablo 7.6. Rüzgar yardımı ile tozun özel savrulması

| Islatıcı çeşidi                                       | Rüzgârın hızı, m/sn                            |      |      |        |
|---|--|------|------|--------|
|   | 4  | 6    | 8    | 10     |
|   | Tozun özel olarak savrulması mg/m <sup>2</sup> |      |      |        |
| 1.İslatılmamış toz tatlı su                           | 3,92   | 10,5 | 35,5 | 501,37 |
| 2.Deniz suyu  | 0,7  | 1,1  | 2,8  | 8,7    |
| 3.Doğal tozların miktarı 2 kat arttırılmış deniz suyu | 0,7  | 1,1  | 1,3  | 8,2    |
| 4.İçinde %5 azolyat bulunan deniz suyu                | 0,7  | 4,2  | 9,1  | 24,5   |
| 5.İçinde %0,1 DB olan tatlı su                        | 0,7  | 4,5  | 6,44 | 8,9    |

#### 7.4. Makinelerde Yapılmış Hidrodüzenleme ile Toza Karşı Mücadele

Teknolojik prosesler ve aparatlar yapılırken ve mükemmelleştirilirken endüstriyel ihtiyaçları için atmosfer havasının minimum zaruri miktarda temizlenmesini temin eden tedbirler göz önüne alınmalıdır. Bu tedbirlerden biri, ocaklarda makineler çalışırken oluşan tozun kuru halde ve sıvı ile önlenmesidir. Teknolojik proseslerde oluşan tozun önlenmesi için

- a) Birkaç çeşit makinelerin düzenlenmesi ( mevcut olan ve yenileri tertip olunmuş ).
- b) Bu makinelerde kullanılan kimyasal bileşiklerin sıvıları araştırmada önemli yer almaktadır.



Şekil 7.4. Su püskürtücü düzenleme

Aşağıda sıvı püskürten düzenlemelerin şekli ve çalıştırma metotları verilmiştir.

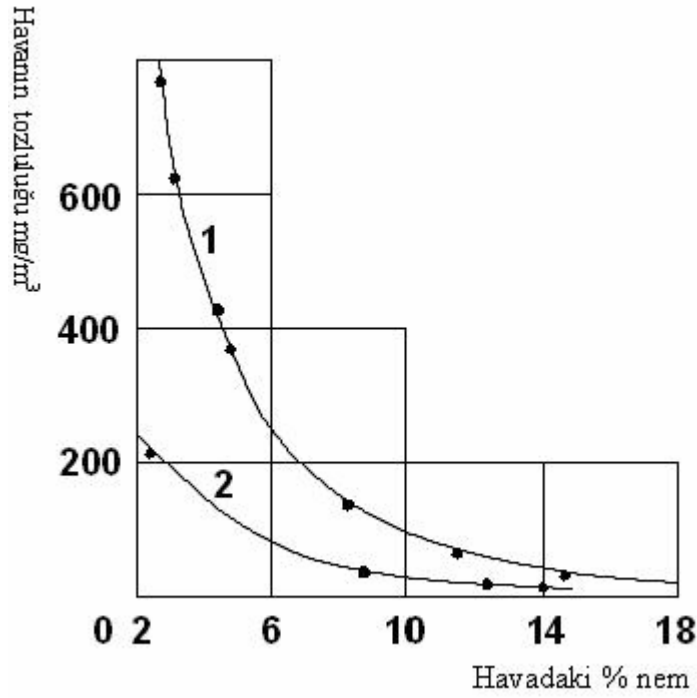
1. Birkaç çeşit makinenin ( mevcut olan ve yenileri ) tertip olunmuştur.
2. Bu makinelerde kullanılan bileşiklerin sıvı mahlûlleri araştırmada önemli yer almaktadır.

Aşağıda sıvı püskürtülen düzenlemelerin şeması ve çalıştırma metotları verilmiştir. Düzenleme no:1 verimi  $10-25 \text{ m}^3/\text{sa}$  olan 2K-6n markalı pompaların (1), gücü 3,1 kW, devir sayısı ise dakikada 2900 olan elektrik motorundan (2)  $0,3 \text{ m}^3$  su tutan rezervuar (3), lastik su borularından (4) dikey ve yatay testerede yerleştirilmiş (5) dört adet su püskürtücünden oluşur.

#### 7.4.1. Borsunka-püskürtme memesi-enjektör

Suyun sarfi anahtar (7) basıncı (8) manometre ile ölçülür. Suyu püskürten düzenleme makinenin üst kısmında yerleştirilir. Düzenleme çalışırken SM-89M makinenin testerelediği kısımdan çıkan tozu önlemek için su püskürten FN-1,ZF-1,KF-4M ve NFN-180 ve adi su hortumlarından yararlanılmıştır. Sıvı 300-400 Pa (Pa) basınçta 45 derece açı ile iki adet geometrik püskürtmemesi vasıtasıyla horizontal disklerin testerelediği kısımdan çıkan tozun üzerine ve iki adet düz yüzeyi gözenekli püskürtme ile düşey diskin testerelediği kısımdan çıkan tozun üzerine yönlendirilmiştir. Toza karşı mücadele de etkili sonuç FP-1 ve PFP-180 püskürtücü yardımı ile elde edilmiştir.400 Pa basınç altında su PFP -180 düz satıh\_çukur oluştururken püskürtmedeki düşey diske dahil olur, disk fırlatılırken su soğutmakla onu yan yana diskle birlikte kesilen kayanın çukuruna dahil olur. Su diskin dışları üzerine dökülerek kesilmiş kaya parçacıklarını ve bulunan tozu ıslatır. Şırımlara dahil olan su çok olmadığı için tozu ve atık ürünlerini iyi ıslatmaz, bu nedenle disk tarafından atılan kaya kütlesi vs toz kısımları ikinci püskürtme vasıtasıyla yeniden ıslanır. İkinci FP-1 püskürtme tozun çıktığı noktaya yön olarak düşey testereden 8-10 cm uzaklıkta düşey testereden ise 10-15 cm yükseklikte yerleştirilmiştir. FP-1 püskürtmenin karakteristiği gösteriyor ki, basınç 100-300 Pa e kadar yükseldikçe suyun sarfi  $0,5-1,5 \text{ dm}^3/\text{dk}$  arasında değişir. Bazı ocaklarda ise FP-1 püskürtmenin her birinde suyun sarfi  $1,5 \text{ dm}^3/\text{dk}$ , PFP-180 püskürtme memesinin her biri için  $2 \text{ dm}^3/\text{dk}$  olmuştur. Gösterilen miktarda suyun sarfi, dipte bulunan atık materyallerinin gerekli seviyede ıslatmak, dipte suyun depolanmasını ortadan kaldırır ve sonuçta maksada uygun iş şartı oluşur. Suyun sarfi gösterilen FP-1 püskürtme memeleri vasıtasıyla çoğaltıldığında veya KF-4M püskürtme memesi ve boru ile su verildiğinde tozun önlenme etkinliğinin bir o kadar kalmasına rağmen bu sırada dipte

çamur oluşur ve iş yerinde antisanitar şart oluşur. Dipte çamurun oluşumu ise atık materyalinin depolanmasını engeller. Birkaç durum da diskle şırım arasında tıkaç oluşturur ve makinenin hızını azaltır. Şekil 7.5’ de bazı ocaklarda tozluluğun nemliliğe bağlı olarak değişmesi verilmiştir.



Şekil 7.5. CM-89M makinesi çalışırken tozluğun kayanın nemliliğine bağlılığı  
1-A ocağı 2-B ocağı

Şekilden görüldüğü gibi minimal tozluluk daha doğrusu, standarda uygun tozluluk 4 adet püskürtme memesinden kullanıldığında ve kayanın nemliliği %10–12 olduğu zaman elde edilir. Nemliliğin sonraki artışı tuzun yatırılmasına az etki gösterir bu nedenle de gösterdiğimiz nemliliğe kaya ocakları için optimum nemlilik denir.

Tecrübeler gösterir ki, toza karşı mücadelede deniz suyu kullanıldığında makine yöneticisinin iş yerinde tozluluk  $5\text{mg}/\text{m}^3$  den fazla olur ve yüksek etki elde edilir. Toza karşı mücadele için su kullanılırsa atık materyalinin ve disklerin sıcaklığı düşük olur. Makinenin hareket hızı artar. Bu konuda yürütülen tatbikatın sonuçları Tablo 7.7’de verilmiştir.

Tablodan görüldüğü gibi, kayanın nemliliği ortam olarak % 1,7 artığında atığın ve diskin sıcaklığı 3<sup>0</sup> C aşağıya iner. Tecrübeler gösterir ki, sert kaya kesilirken makinenin ilerleme hızı kayanın nemliliğine az bağlıdır. Bir o kadar az sertliği olan kaya kesildiğinde ise kayanın nemliliği %2,8 den %11 e kadar artığında makinenin hareket hızı 139 *cm/dk* dan 147 *cm/dk* a kadar , yani %5,65 artar.

Tablo 7.7 Makinenin hareketine bağlı çevrenin tozlanması

| % atığın nemliliği |           | Atığın sıcaklığı |           | Makinenin ilerleme hızı<br>cm/dak |           |
|--------------------|-----------|------------------|-----------|-----------------------------------|-----------|
| Islatılmayan       | Islatılan | Islatılmayan     | Islatılan | Islatılmayan                      | Islatılan |
| 3,4                | 7,2       | 31,0             | 20,0      | 146,0                             | 149,0     |
| 3,7                | 8,6       | 38,0             | 35,0      | 144,2                             | 146,2     |
| 3,4                | 9,0       | 32,0             | 33,6      | 83,6                              | 84,4      |
| 3,0                | 7,0       | 32,0             | 31,0      | 144,5                             | 147,5     |
| 4,0                | 11        | 35,0             | 37,7      | 143,4                             | 144,5     |
| 3,6                | 5,6       | 3,4              | 31,0      | 129,0                             | 131,0     |

Kayanın ıslanması makinenin hareket hızını artırmasının yanında diskli testerenin dişlerine bağlanmış sert alaşımın sarfını iki kat azaltır. Bu durum şöyle açıklanır ki, bir püskürtme memesinden kullanıldığında da kayanın sıcaklığı 34<sup>0</sup> C den 31<sup>0</sup> C ye kadar inerek, testerenin sürtünmesini ve koparılan kayanın sertliğini azaltır. Ocakta yürütülen tecrübelerin sonuçları Tablo 7.8’de verilmiştir.

Tablo 7.8’den görüldüğü gibi, makine çalışırken üzerinde kurulmuş 4 püskürtmeli püskürtücü kullanıldığında tozluluk normal olur. Optimum nemlilikte çalışıldığı zaman makinelerin enerji sarfı %5-6 azalır. Tozluluğu azaltmak için kayaların optimum nemliliği aşağıdaki formülle hesaplanır.

Optimum rutubet yaratmak için gerekli suyun miktarı aşağıdaki formülle hesaplanır.

$$G_{OPT} = G + \left[ \ln\left(\frac{n_m}{n}\right) \right] / a \quad G_{opt} = \frac{G + \left[ \ln\left(\frac{n_m}{n}\right) \right]}{a}, \%$$

Burada  $a$ -kayaların özelliklerinden, tozun ıslanma yeteneğine bağlı olarak ölçsüz örnek (kireç tipli kayalar için  $\alpha = 0,41$ )

$G_m$  —kireç taşının ve kireç taşına benzerlerinin doğal nemliliği (%3,6)

$n_1, n_m$  —makineler çalıştığında oluşan tozluluğun bırakılabilen miktarı ve doğal nemliliğe uygun olan sahada makinenin oluşturduğu tozun miktarı.

Tablo 7.8. Makinenin hareketine bağlı çevrenin tozlanması

| Denemenin yapıldığı yer       | Havanın tozluluğu, mg/m <sup>3</sup> |               | Rüzgarın hızı, m/sn |               | Makinenin ilerleme hızı, cm/dak |               | Kayanın nemliliği, % |               | Suyun basıncı IIa(Pa) |
|-------------------------------|--------------------------------------|---------------|---------------------|---------------|---------------------------------|---------------|----------------------|---------------|-----------------------|
|                               | Nemleştirilmeyen                     | Nemleştirilen | Nemleştirilmeyen    | Nemleştirilen | Nemleştirilmeyen                | Nemleştirilen | Nemleştirilmeyen     | Nemleştirilen |                       |
| Makinede çalışan işçinin yeri | 209                                  | 44            | 0,8                 | 0,8           | 60,0                            | 95            | 2,2                  | 8,4           | 200                   |
|                               | 104                                  | 6,0           | 1,0                 | 0,8           | 99,0                            | 107           | 6,2                  | 22,1          | 250                   |
|                               | 84                                   | 9,0           | 0,6                 | 0,8           | 100,0                           | 113           | 9,7                  | 13,0          | 300                   |
|                               | 93                                   | 2,5           | 0,6                 | 0,6           | 323-0                           | 335           | 8,9                  | 22,4          | 250                   |
|                               | 180                                  | 18,0          |                     | 2,9           | 194,0                           | 193           | 6,1                  | 15,0          |                       |

Tablo 7.8 Devam

|                                |     |       |     |     |       |     |      |      |     |
|--------------------------------|-----|-------|-----|-----|-------|-----|------|------|-----|
| Rüzgarın yönü diskten          | 170 | 8,0   | 1,7 | 1,0 | 318,0 | 193 | 46,1 | 10,0 | 200 |
| işçinin iş yerine yöneldiğinde | 143 | 12,0  | 1,0 | 1,0 | 265,0 | 326 | 6,0  | 18,0 | 200 |
|                                | 34  | 1,3   | 1,2 | 0,6 | 324,0 | 335 | 6,2  | 21,0 | 200 |
|                                | 40  | 1,2   | 0,6 | 0,6 | 92,0  | 385 | 70   | 19,0 | 250 |
|                                | 71  | 9,0   | 1,1 | 1,1 |       | 94  |      |      | 250 |
| Ortam değeri                   | 109 | 11,14 | 0,9 | 2,0 | 198,7 | 228 | 7,4  | 17,0 | 230 |

Bu metotla teknoloji proses de iştirak eden makineler ve mekanizmalar için kayanın optimal nemliliği hesaplanır. Optimum nemliliği oluşturmak için gerekli olan suyun miktarı aşağıdaki formülle hesaplanabilir.

$$Q = 0,01 \cdot V_y \cdot (G_{ort} - G_m)$$

Makinelerde her testerede susuzlaştırılmış 2 adet püskürtme memesinden kullanıldığında tozun etkili yatırılması için mahlulün sarfi tecrübe sonucunda tayin edilmiş ve Tablo 7.9'da gösterilmektedir.

Tablo 7.9. Testere dişlerinin tozlanmaya etkisi

| Ocak çeşitleri | Suyun optimum sarfiyatı |       |
|----------------|-------------------------|-------|
|                | SM-89M                  | NKM-2 |
| 1              | 0,12                    | 0,23  |
| 2              | 0,13                    | 0,27  |
| 3              | 0,14                    | 0,28  |

Hesaplama sırasında SM-89M makinesinin ilerleme hızı  $90 \frac{m}{sn}$ , pille üstü NKM-2 makinesinin ki ise  $180 \frac{m}{sn}$  dir. 2 nolu ocakta kayaların nemliliği %7,4 den %17 ye kadar artığında SM-89M makinesinin hareket hızı  $318 \frac{cm}{dk}$  'dan  $340 \frac{cm}{dk}$  'a



kadar, yani %6,4 artmıştır. Hareket hızı  $300 \text{ cm/dk}$  tan çok olan makineler için kayanın nemliliğinin artması makinenin hareket hızına az etki eder.

Tecrübe gösteriyor ki, 1 ve 2 nolu ocaklarda SM-89M makinesi ile işlerken tozluluğa karşı mücadele sırasında tatlı su ve deniz suyu kullanılırsa koparılmış kayanın fraksiyon az değişir. Bununla birlikte ocakta kaya kütlesi nemleştirilmeden kesildiğinde koparılan kayaların ölçüleri nemleştirme sırasında kesilirken gerekli derecede farklılık gösterir. Kayalar nemleştirilirken ayrılan toz parçacıklarının dispersiyon terkihi değişir. Daha doğrusu, deniz suyu vasıtasıyla kayalar ıslandığında ocakta ölçüleri 2 MKM 'den az olan parçacıkların miktarı %58,1'den %49'a iner.

Toza karşı mücadele için suya ilave, demir levhalar da kullanılır. Demir levhalar SM-89M makinesinin aşağısında toz ve kaya kırıntıları atılan yere katılır.

Tozluluğun miktarı demir levhalar kullanılmadığında  $216,8 \text{ mg/m}^3$  kullanıldığında

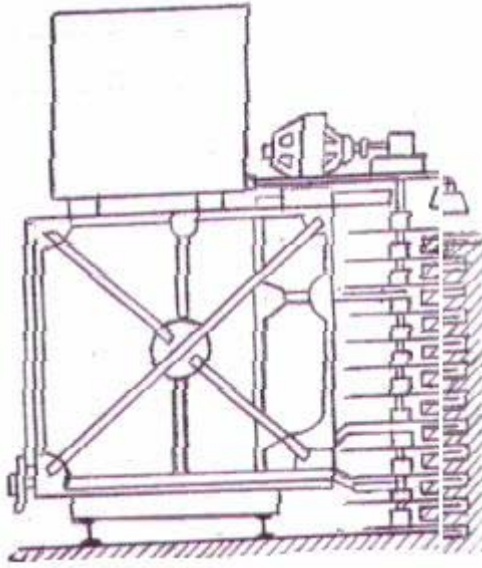
$178 \text{ mg/m}^3$  olur, yani tozun ayrılması 1,2 kat azalır. Bu nedenle bu metot toza karşı

etkili mücadele metodu olamaz. Makinelerde çalışan işçinin iş yerinde havanın tozluluğu hatta makinenin çeşidine, kayanın sertliğini, makinenin hareket hızına aynı zamanda makinenin kesici organın nevine de bağlıdır. Makinelerin verimini arttırmak için elmas kesici disklerinden kullanılır. Bazı ocaklarda kayayı kesmek için elmas disklerle temin edilmiş olur. Makinelerin teknik karakteristiği aşağıda verilmektedir.

|   |          |
|---|----------|
| 1. Diskin diametri,mm.....                    | 100      |
| 2. Segmentlerin miktarı,adet.....             | 70       |
| 3. Kesme adımı,mm.....                        | 24       |
| 4. Makinenin hareket hızı,m/saat.....         | 42-12    |
| 5. Segmentin yüksekliği,mm.....               | 7        |
| 6. Diskin kalınlığı,mm.....                   | 5        |
| 7. Segmentin kalınlığı,mm.....                | 7,5      |
| 8. Diskin kütlesi,kg.....                     | 31       |
| 9. Suyun sarfiyatı,dm <sup>3</sup> /saat..... | 600-9000 |
| 10.Şırımın eni,mm.....                        | 8,5-9    |

|   |     |
|---|-----|
| 11. Testereleme sahası, m <sup>2</sup> /saat..... | 22  |
| 12. Dakikada devir sayısı, devir/dak.....         | 500 |
| 13. Dayırevi hızı, m/sn.....                      | 26  |

Tozlanmaya karşı mücadelede elmas disklerden oluşan makine ile işlerken su kullanılmıştır. Suyun sarfiyatı  $15 \frac{dm^3}{dk}$ , kayanın nemliliği ise %25 olmuştur. Bu sırada makinede çalışan işçinin iş yerindeki maksimum tozluluk  $6 \frac{mg}{m^3}$  olmuştur. Kayalar bir düşey diskle kesildiğinde oluşan kaya kırıntılarının miktarı adi disklerde  $0,23 \frac{kg}{sn}$  olduğu halde, elmas disklerde  $0,083 \frac{kg}{sn}$  olur. Böylece elmas diskler adi testerelelere nispeten kaya kütlelerinin 2,8 kat az ezilir. Başka ocakta PT-48 makinesinde iş sırasında toza karşı mücadele için su deposu düzenleme yapılmıştır. Düzenleme hacmi 3,5 m<sup>3</sup> olan su deposundan su borusundan, düzenleyici ana hat ve su ileticiden ibarettir (Şekil 7.6). Su püskürten düzenleme disklerin yukarı kısmına koyulmuştur. Su, diskler üzerinde asılmış delikten aşağı disklere dahil olur. Fırlatılan disklerin merkez kaç kuvveti sonucunda su, kaya ezilen yere akar. Buna uygun olarak yüksek ve alçak pilleli makinelerin işçi sahasında tozluluğu yatıştırmak için taşıt üzerinde yapılan düzenleme kullanılır. Bu düzenleme aynı zamanda 10-15 makineye hizmet eder. Makine çalışırken emme sonucunda tozun miktarı  $68-84 \frac{mg}{m^3}$  'den  $1,6-1,7 \frac{mg}{m^3}$  'e kadar azalır düzenlemenin yapılmasına ve hizmetine sarf olunan tüketim (masraf) umumi çekme masraflarını %18-20'sini oluşturur. Yurt dışında metotlardan yararlanılarak yapılan araştırmaların sonucunda görünür ki ocaklarda oluşan tozun miktarı ayda 1100 ton azaltılmıştır.



Şekil 7.6. PT-48 makinesinin toz önleme düzenlemesi

Savurmanın en büyük engeli (-) negatif sıcaklıkta suyun tatbiki zorlaşır ve koparılan atık kurduktan sonra rüzgâr etkisi ile yeniden savrulur. Bu güne kadar bu durumu önlemek için havanın nemliliği %40'dan çok olan yerlerde higroskopik düz ürünlerinden (NaCl ve CaCl<sub>2</sub>) yararlanılırdı. Hava nemliliği az olan yerlerde ise birleştirici madde katılarak nem atık materyali her zaman buldozer yardımıyla yığılır. Zaten birleştirici maddeleri tozun önlenmesinde kullanılması ayrıca bir araştırma konusudur. Bunlar, yazımızın belli kısımlarında yazılmaktadır.

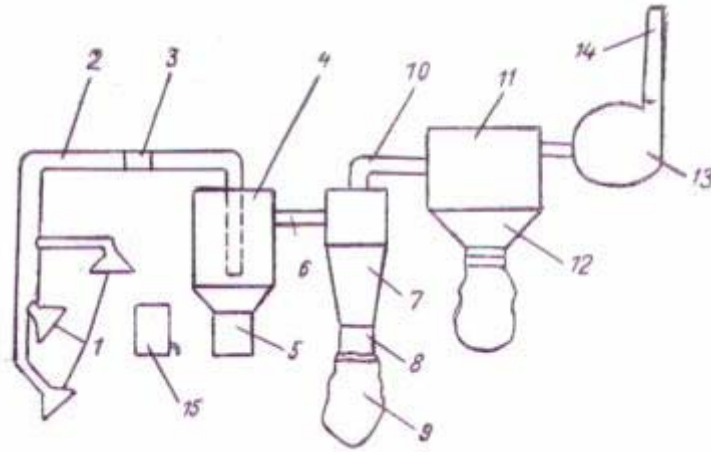
### **7.5. Makinelerde Kurulmuş Toz Tutucu Düzenleme Vasıtasıyla Toza Karşı Mücadele**

Tozluluğa karşı mücadele de sulama metodunun üstünlüğüne bakmayarak, ocakların hepsi su ile yeterli derecede temin edilmemiştir. Diğer yandan dağlık bölgelerde yer alan ocaklardan düşük (negatif) sıcaklıkta su kullanmak mümkün değildir. Bu nedenle sulama usulünün yetersizliliğini ortadan kaldırmak için makineler de susuz toz emiciler kullanılır. Bu düzenek yardımı ile havanın tozluluğu azaltılır ve aynı zamanda makinenin çalışması sırasında bulunan ufak parçacıklar savrulur, yolun kenarında veya tutuculara toplanır. Sonuçta tozun rüzgârla yayılması ve atık materyalinin el ile toplanması durumu ortadan kalkar. Deneyler gösterir ki, ocaklarda

makinelerin düşük çalışma hızında ( $1,6 \frac{m}{dk}$ ) 1 saatte 26000 H toz-kırıntı karışımı oluşur. Bu miktarda çeşitli ölçülerde toz karışımını savurmak ve tutmak için çok pilleli toz tutucu düzeneklerden kullanmak gerekir. Bu amaçla kaya kırıntılarının fraksiyon ve dönme içeriğini göz önüne alarak SM-89M taş kesme makineleri için 3 pilleli diferansiyelleşme toz tutan düzeneğin projesi verilmiştir. Düzeneğin birinci pillesi diferansiyator iri parçacıkları hızının azalması hesabına onları tutma prensibi esasında çalışır. Bu pillede ölçüleri 100 MKM'den büyük olan parçacıklar tutulur. İkinci pillede - kuru siklondan kullanarak ölçüleri 100 MKM 'den 10 MKM'ye kadar olan toz parçacıkları tutulur. Üçüncü pillede - parça filtreden kullanmak maksada daha uygundur. Burada ölçüleri 10 MKM'den az olan toz parçacıkları tutulur. Taşkesen makinesi işlerken alınan toz – kırıntı materyalinin 26000 H/saat hızına yığılması için birinci pillenin diferansiyatorun verimi 19860 H/sa, ikinci pillenin – siklonunki 6068 H/sa ve üçüncü pillede tutulan materyalin miktarı saatte 72 H olmalıdır.

Toz tutucu düzenek taş kesen makinenin iş yerinde havanın tozluluğunun bırakılabilen düzeyde olmasını temin etmelidir. Hesaplamalara göre diferansiyatorun faydalı iş kat sayısı % 76,3, siklonunki % 98,8, filtreninki % 99,9 olmalıdır. Düzenek projesi Şekil 7.7'de yer almaktadır. Düzenek toz kabul ediciden (1), kollektörden (2), teleskopik düzenekden (3), diferansiyatordan (4) ve deposundan (5) ve borudan(6,10), siklon(7)ve onun bunkerinden (8), parça filtreden veya multisiklon sisteminden (11) ve bunkerinden (12), havalandırıcıdan (13) ve temizlenmiş havayı dışarı bırakan borudan (14) oluşur.

İri ölçülü parçacıklar ve toz, pillenin üstüne veya nakliyat kollarına doldukça onları ıslatmak için savurma düzeneğinden (15) faydalanılır. Düzeneğin çalışması aşağıdaki gibidir:



Şekil 7.7. Özel makineler kullanılırken tozluluğun önlenmesi düzenlemesi

Taş kesme sırasında ayrılan tüm toz karışımı her bir testere üstünde yer alan kabul edici düzeneği (1) yardımı ile tutularak kollektörde (2) depolanır. Kollektörün teleskopik düzeneği (3) taşkesen makinenin çerçevesi üstündeki, el arabasının hızı zamanı sistemin sıklığını temin eder. Toz katışığı teleskop düzenekten öz parçacıklarının hızını azaltıp yönünü değiştirerek birinci pilleye diferansiyatör (4) dahil olur. Bu pillede ölçüleri 10 mm'den 100 MKM'ye kadar olan parçacıklar tutulur. Diferansiyatör tutulmuş parçacıklar bunkere (5) girer, oradan otomatik olarak dış demir yolunu veya nakliyat kollarına doldurulur.

Yükleme işlerinde tozu önlemek için bunkerin kapağı ile bağlantısı olan savurma düzeneği (5) çalıştırılarak doldurulan materyal ıslanır veya üst yüzeyinde köpük oluşturur. Bu amaçla köpük oluşturan azolyat B veya  $-16,5^{\circ}\text{C}$  de donmayan başka tuz sıvıları kullanılır. Diferansiyatordan tozlu hava boru (6) yardımıyla siklona(7) , yani ikinci pilleye verilir. Burada ölçüleri 100 MKM'den 10 MKM'ye kadar olan parçacıklar tutulur. Tutulmuş toz bunkere (8) verilerek oradan da kağıt torbalara (9) doldurulur.

Hava savrulurken kaybı yok temek için bunker iki kapaklı oluşturulmuştur. Kapağın biri bunkerin, diğeri ise siklonun dibinde yer alır. Kapakların yer alma durumu aşağıdaki gibi, yani biri açıldığında, diğeri bağlı olur.

Boru (10) yardımı ile tozlu hava üçüncü pille (11) verilir. Üçüncü pille 2 variad yapılmıştır. Islatılmış kayalarda multisiklonlarda, başka hallerde ise parça filtreden kullanılır. Filtrelerin zaman zaman temizlenmesi için titreten düzenek kullanılır. Mutisiklonlar veya parça filtrede tutulan toz bunkere (11) verilir, oradan da kağıt torbalara doldurulur. Üçüncü pillede ölçüleri 10 MKM 'den az olan tozlar tutulur. Temizlenmiş hava, hava çekiciye(13) verilir, oradan boru (14) yardımı ile dışarı çıkar. Düzenekte tutulamayan submikroskopik parçacıkların yeniden çalışma yerine verilmesi için (14) belli uzunlukta olup, düşey durumda yerleştirilir.

### **7.6. Kepçe ve Buldozerler Çalışırken Toza Karşı Mücadele**

Kepçeler çalışırken tozun şiddetle ayrılması esasen küreğindeki atık materyalinin makineye boşaltılması sırasında oluşur. Tozluluğun şiddeti atık materyalinin küreğten serbest dökülme yüksekliğine bağlıdır. Daha ayarlayıcı kepçenin yükleme yüksekliği ne kadar çok olursa tozun rüzgâr etkisiyle savrulması da bir o kadar çoğalacaktır. Buldozerin çalışma prosesi kepçelerin çalışma prosesinden farklıdır. Şöyle ki, buldozerle çalışırken atık materyali yüksekten dökülür.

Kepçe ve buldozerle çalışırken toza karşı mücadele için aşağıdaki durumları göz önüne almak gerekir:

- 1-Toza karşı özel mücadele metodu seçmek, çalışma yerini izole etmek.
  - 2-Rüzgârın yönünü ve karşılıklı toz kaynaklarının yer almasını göz önüne alarak teknolojik çalışma rejimi seçmek ve aletleri uygun yerleştirmek.
  - 3-Dağ-maden makinelerinin çağdaş uzmanlar tarafından kullanılması ve uygun şekilde bakılması, bu makineler çalışırken havanın tozdan temizlenmesi esastır.
- Tozun etkisinin önlenmesi dağ kütlesi parçacıklarının ıslanma derecesinden, suyun etki etme mekanizmasından ve yüklenilen kütlenin toplanmasını ortadan kaldıran kritik rutubete bağlıdır. Kritik rutubetin değeri dağ kütlesinin ıslanma ve hırdalanma derecesinden mineraloji içeriğinden, gözenekliğinden ve kullanılan sıvının yüzey gerilme kuvvetinin değerine bağlıdır. Ocaklarda kepçeler ve buldozerler çalışırken rüzgârın hızına bağlı olarak çeşitli sıvıların tozluluğuna etkisi Tablo 5.10 da yer alır. Kepçe ve buldozerler yapılan çalışmada kayayı ıslatmak için suyun sarfiyatının

optimum miktarının  $10\text{dm}^3/\text{ton}$  olduğunu göstermektedir. Tablo 5.10 dan görüldüğü gibi kepçeler ve buldozerler yapılan çalışmada su ve %30 li  $\text{CaCl}_2$  eriklerinden kullanıldığında tozluluğun önlenmesi daha çok olumludur.

Tablo 7.10. Makineler çalışırken rüzgârın hızına bağlı olarak tozluluğun değişmesi

| Tozun kaynağı                 | Rüzgâr hızı m/sn | Havanın tozluluğu $\text{mg}/\text{m}^3$ |                  |                                |                                    |
|-------------------------------|------------------|--|------------------|--------------------------------|------------------------------------|
|                               |                  | Islatılmamış                             | Suyla ıslatılmış | % 0,1 NCK sıvısıyla ıslatılmış | %30 $\text{CaCl}_2$ ile ıslatılmış |
| Kepçeyle yapılan çalışmalar   | 1,5              | 91                                       | 19               | 18                             | 8                                  |
|                               | 2                | 161                                      | 24               | 20                             | 10                                 |
|                               | 3                | 319                                      | 18               | 25                             | 13                                 |
|                               | 4                | 441                                      | 34               | 29                             | 14                                 |
|                               | 5                | 586                                      | 39               | 35                             | 17                                 |
|                               | 6                | 710                                      | 58               | 50                             | 20                                 |
|                               | 7                | 875                                      | 86               | 24                             | 22                                 |
| Buldozerle yapılan çalışmalar | 2                | 141                                      | 26               | 24                             | 2                                  |
|                               | 3                | 209                                      | 32               | 26                             | 3                                  |
|                               | 4                | 200                                      | 44               | 31                             | 5                                  |
|                               | 5                | 357                                      | 53               | 42                             | 8                                  |
|                               | 6                | 412                                      | 62               | 48                             | 9                                  |
|                               | 7                | 465                                      | 795              | 54                             | 12                                 |
|                               | 8                | 570                                      | 86               | 62                             | 15                                 |

Rüzgârın hızı  $1,5-8 \text{ m}/\text{sn}$  civarında değiştiğinde tozun suyla önlenmesi etkisi kepçe çalışmasında % 72, % 30 li  $\text{CaCl}_2$  sıvısından kullanıldığında etkilik kepçede %99, buldozerde % 98 olur.

Böylece yükleme ve boşaltma çalışmasında toza karşı mücadele yönteminden kullanıldığında tozun yayılma şiddeti maksimal derecede azalarak göz önüne alınmış normal değere yakındır ve bazı hallerde düşük olur.

### 7.7. Otomobillerin ve Rüzgârın Hızına Bağlı Olarak Maden Yollarında Tozu Önlemek Mücadele Yöntemlerinin Ayarlanması

Maden havasının ve çevrenin kirlenmesinde maden yolları özel yer almaktadır. Ocaklarda çıkarılan maddelerin taşınması için otomobil nakliyatı kullanılır. Şimdiki ocakları nakliyat aracı düşünmek mümkün değildir. Ocaklarda işlemler oldukça planlaştırılmıştır ki; madenlerden her 2–5 dakikada ocaklardan malzeme taşıyan, yük boşaltan otomobiller hareket etmektedir. Böylece maden yollarında her zaman çok miktarda toz oluşur. Ayrılan tozun miktarı hem rüzgârın hem de otomobilin hareket hızına bağlıdır. Ocak yollarında tozlanmaya karşı mücadele olmadığında ve yük taşıyan otomobillerin hızı  $15 \text{ km/sa}$  den  $30 \text{ km/sa}$  'e kadar arttığında çevreye yayılan tozun miktarı 7–11 kat artar. Rüzgârın hızı  $3\text{--}3,6 \text{ m/sn}$  den az olduğunda ocaklarda atmosfer havasının tozlandırılan esas kaynaklardan birisi otomobil yollarıdır. Otomobil yollarında yükünü kendisi boşaltan her bir otomobil tarafından oluşturulan tozun miktarı normalden çok olur. Bu durumda otomobil şoförleri ve ocakta çalışan işçiler ve aynı zamanda maden çevresindeki insanların yaşam yerleri, hayvanlar, ekinler, otlaklar, ormanlık vb. tozun zararlı etkisine maruz kalırlar.

Ülkemizde madencilik gelişmesiyle ve intensiv çalışmasını göz önüne alırsak, ocaklarda tozlanmaya karşı mücadele önemli meselelerden biri olmalıdır. Mesela orta verimli madenlerden birini ele almış olursak toz balansının % 67-74'ünün ocak yollarında oluştuğu görülür. Bu madenlerde aynı zamanda aşağı-yukarı 300 civarında çeşitli yük taşıma kabiliyetine sahip olan yük otomobilleri çalışır. Sıcaklık ve rutubet az olduğundan toza karşı mücadele etmek için ocak yolları tüm vardiya zamanı su ile sürekli ıslatılmalıdır.

Topraklı ve kayalı otomobil yollarında tozlanmaya karşı etkili mücadele amacıyla yollar su, % 1 NCK , % 30–40 % 30 li  $\text{CaCl}_2$  mahmulleri yardımıyla ıslatılması ve yüzeyi Na ve Ca tozları ile örtülmesi ile tatbikatlar yapılmıştır. Bu araştırmada ocak yollarına mahlullerin verilmesi NM-8 makinelerin yardımıyla yapılmıştır. Mahlullerin sarfi yolun üst yüzeyine  $2\text{--}3 \text{ dm}^3/\text{m}^2$  olmuştur. Tozlar ise maden yollarının üst yüzeyine  $600 \text{ g}/\text{m}^2$  miktarda çillenmekle  $2\text{--}3 \text{ cm}$  derinliğinde toprakla



karıştırılmıştır. Daha sonra yolun yüzeyi düzeltilmiş ve su ile ıslatıldıktan sonra makine ile sıkıştırılmıştır. Bu yöntemlerin fiziksel maliyeti aynı olup, toza karşı mücadele için yolun üst topraklarının optimum rutubet saklanması esaslanır. Havanın tozluluk derecesine otomobilin hızı, yolun üst yüzeyinin rutubeti ve rüzgârın hızı da etki etmektedir. Ocak yollarında toza karşı mücadele bu örnekler göz önüne alınmadığından havanın tozluluğu her zaman çok olur. Bu nedenle şarta bağlı olarak ocak yollarında tozlanmaya karşı mücadele bu faktörlerin hepsi birlikte göz önüne alınmalıdır. Maden yollarında toza karşı etkili mücadele yöntemi seçmek amacıyla ocaklarda özel araştırma yapılmış ve sonuçlar Tablo 7.11’de verilmiştir.

Tablo 7.11. Ocak yollarında toza karşı etkili mücadele yöntemleri

| Tozluluğa etki eden faktörler | Havanın tozluluğu mg/ m <sup>3</sup> |                              |                        | Tozun oluşma şiddeti mg/sn   |                              |                        |     |
|-------------------------------|--------------------------------------|------------------------------|------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------|-----|
|                               | %30 CaCl <sub>2</sub> mahlûl         | %40 CaCl <sub>2</sub> mahlûl | CaCl <sub>2</sub> tozu | %30 CaCl <sub>2</sub> mahlûl | %40 CaCl <sub>2</sub> mahlûl | CaCl <sub>2</sub> tozu |     |
| rüzgarın hızı m/sn            | 1-2                                  | 0,1                          | 0,1                    | 0,01                         | 15,9                         | 15,9                   | 2,6 |
|                               | 3                                    | 1,2                          | 1                      | 1,6                          | 16                           | 16                     | 16  |
|                               | 4                                    | 1,4                          | 1,3                    | 1,2                          | 45                           | 45                     | 45  |
|                               | 5                                    | 1,6                          | 1,4                    | 1,3                          | 62,5                         | 62                     | 62  |
|                               | 6                                    | 1,9                          | 1,7                    | 1,6                          | 90                           | 89                     | 89  |
|                               | 7                                    | 2,5                          | 2,1                    | 2                            | 100                          | 98                     | 98  |
|                               | 8                                    | 2,6                          | 2,3                    | 2                            | 134                          | 133                    | 131 |
| Makinenin hızı m/sn           | 15                                   | 1                            | 1                      | 0,2                          | 118                          | 118                    | 34  |
|                               | 20                                   | 1,5                          | 1,3                    | 1                            | 158                          | 157                    | 152 |
|                               | 30                                   | 2,5                          | 2                      | 1,5                          | 239                          | 237                    | 230 |

Ocak yolunun doğal rutubeti % 2’ ye yakın gösterilen nemleşme yöntemleri kullanıldığında ise optimum az nemlilik % 12’ye yakın bir değer olmuştur. Yük boşaltan otomobillerin hareket hızı 15-30  $\frac{km}{sa}$ ’e kadar değişmesinin havanın tozluluğuna etkisi sabit rutubette ve rüzgarın sabit hızında araştırılmıştır. Yapılan

matematik incelemesinin sonucu göstermiştir ki, havanın tozluluk derecesinin rüzgârın hızına bağlılığı oran artımı ile ifade edilebilir.

$$\Delta V^1 = \frac{V^1 - V_{opt}^1}{V_{opt}^2}$$

Burada,  $V^1$  – tozluluğu tayin edilen havanın hareket hızı m/sn

$V_{opt}^1$  – optimum tozluluğa ( bu veya diğer şartlarda havanın tozluluğu minimal olduğunda ) göre havanın hareket hızıdır,  $\frac{m}{sn}$

Havanın hareket hızının zaman zaman arttırılması ile havanın tozluluğu da simetrik olarak artar. Yani;

$$d_n = b \cdot n \cdot d \cdot (\Delta V^1)$$

Burada, b- gösterilen miktar arasında simetrik örnektir.

Görüldüğü gibi  $V^1 = V_{opt}^1$  olduğunda,  $n = n_{min}$  şartı karşıladığı için iki formülün açıklanması aşağıdaki gibi olacaktır.

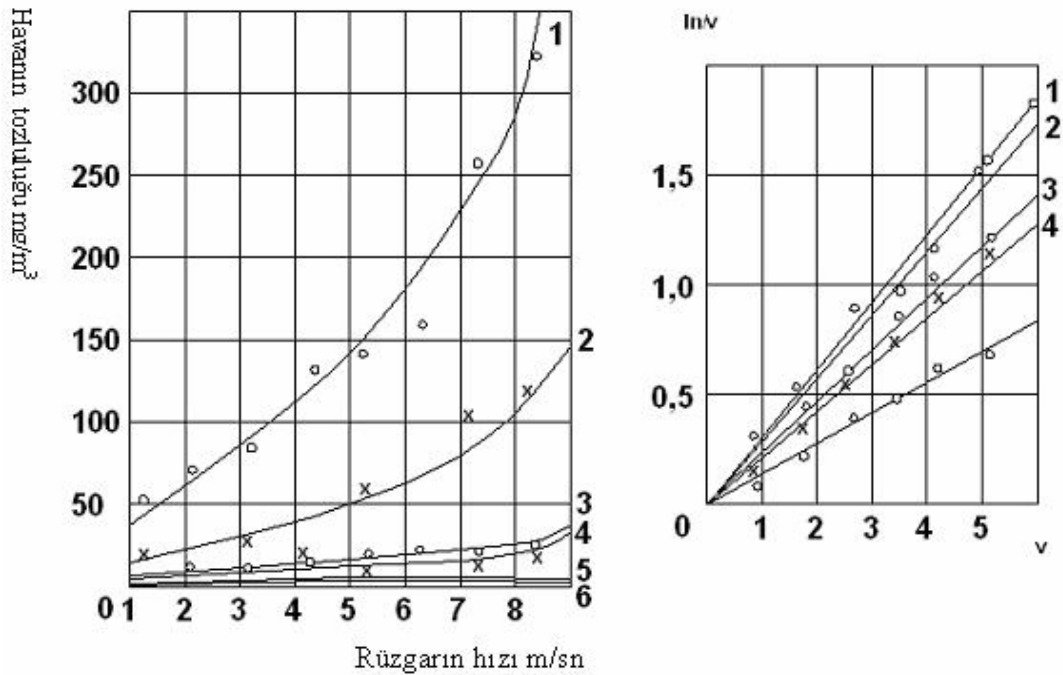
$$n = e^{\left[ \frac{b \cdot (V^1 - V_{opt}^1)}{V_{opt}^1} \right]}$$

Burada ise simetriklik örneğin değerini hesaplamak olur.

$$B = V_{opt}^1 \cdot \frac{\ln\left(\frac{n}{n_{min}}\right)}{V^1 - V_{opt}^1}$$

Ocak yollarında toza karşı etkili mücadele yöntemleri kullanıldığında havanın tozluluğunun rüzgârın hızına bağlı olarak değişmesi şekillerde gösterilir. ( Şekil 7.8 )

mutlak  $n$ ,  $V^1$  ve  $b$  nispi koordinatlarda gösterilmiştir. Şekil 7.8 de gösterilen eğriler (  $n$  ) ve (  $B$  ) formülleri temelinde yapılmıştır. Şekil 7.8' deki 6 eğrisi 1-5 eğrisi ile yan yana koyulduğunda gözükür ki, yükünü boşaltan otomobil  $30 \text{ km/sa}$  hızı ile hareket ettiğinde ve ocak yolunu  $\%30 \text{ CaCl}_2$  mahlulu ve tuz su ile nemlendirildiğinde ( rüzgarın hızı  $9 \text{ m/sn}$  olduğunda ) tozluluk normale eşdeğerdir.



Şekil.7.8. Makineler çalışırken ocaklarda toza karşı mücadele gerçek ve orantılı değerler  
1-İslatılmış yollarda 2-  $\text{NaCl}_2$  örtülmüş yollarda

Şekil 7.8'de ocak yollarında toza karşı mücadele yöntemleri kullanılarak havanın tozluğunun rüzgarın tozluğuna bağlı olarak değişmesi a- gerçek değerlerde; b- izafi değerlerde 1- nemleştirilmiş yollarda; 2- $\text{NaCl}$  tuzu ile örtülmüş yollarda; 3- su ile nemleştirilmiş yollarda; 4-  $\%0,1 \text{ HCK}$  mahlulu ile nemleştirilmiş yollarda; 5  $\text{CaCl}_2$  tuzu ile ve  $\%30 \text{ CaCl}_2$  tuzu ile nemleştirilmiş yollarda 6- tozluğun bırakılabilen miktarı.

Araştırmalar gösterir ki; yazın ocak yolunu  $\text{CaCl}_2$  mahlulu ile örtüldüğünde yolun üst örtüsünün optimum rutubeti 4-5 kalsiyum tuzundan kullanıldığında ise 10-12 gün devam eder. Yolun üst yüzeyi 3 cm derinlikte  $\text{CaCl}_2$  tuzu ile örtüldüğünde tuzun

miktarı %30 CaCl<sub>2</sub> mahluluna nispeten 2 kat atık olduğundan etkilenme zamanı da çok olur. Ocaklarda yapılan tatbikatlar gösterir ki; yazın yolun yüzeyi su ile ıslandığında ( suyun sarfı 3 dm<sup>3</sup>/ m<sup>2</sup> ) nemlilik 2 saat, %1 H4K mahlulu ile ıslatıldığında ise 24 saat devam eder.

Görüldüğü gibi, ( Şekil 7.8 ) ocak yolunu NaCl tuzu ile rutubette kaldığında rüzgarın hızına bağlı olarak havanın tozluluğu az değişir. Ocak yollarında CaCl<sub>2</sub> mahlulu veya tuz ile nemleştirilmesi havanın tozluluğunu intensif azaltmakla aynı ortamda, yük otomobillerini arzu ettiğimiz hızla hareket etmesine imkan yaratır. Önce gösterilen başka yöntemleri kullandığımızda ise göstermek gerekir ki, topraklı yolları, hatta optimum değere nemleştirildiğinde de havanın tozluluğu her zaman bırakılabilen normal değerde olmaz. Bu yalnız gösterilen yöntemlerin gereği kadar etkili olmasından değil aynı zaman otomobillerin ve rüzgârın hızının havanın tozluluğuna etkisine de bağlıdır. Bu nedenle ocak yollarında yük otomobillerinin hızını azaltmak lazımdır.

Yük otomobillerinin kabinedeki havanın tozluluğunu veya ocak yolundaki tozluluğa etki eden bütün faktörleri göz önüne alırsak, önce gösterilen formülünü aşağıdaki gibi gösterebiliriz;

$$N = n_g \cdot e^{\left[ \left[ c \cdot (v - v_s) / v_s \right] + \left[ b \cdot (v^1 - v_{opt}^1) / v_{opt}^1 \right] - a \cdot (v - v_m) \right]}, mg/m^3$$

Burada n<sub>g</sub> - havanın v<sub>g</sub>, v<sub>m</sub> ve v<sup>1</sup><sub>opt</sub> halindeki tozluluğu, mg/m<sup>3</sup>

c - yükü boşaltan otomobilin çeşidini ve ocak yolunun yüzeyinin fiziki-mekanik özelliklerini göz önüne alan ölçüsüz örnek

v<sub>g</sub>, v - tozluluğu ( n, mg/m<sup>3</sup> ) tayin edilen yük otomobilinin başlangıç v<sub>r</sub> son hızı, km/saat

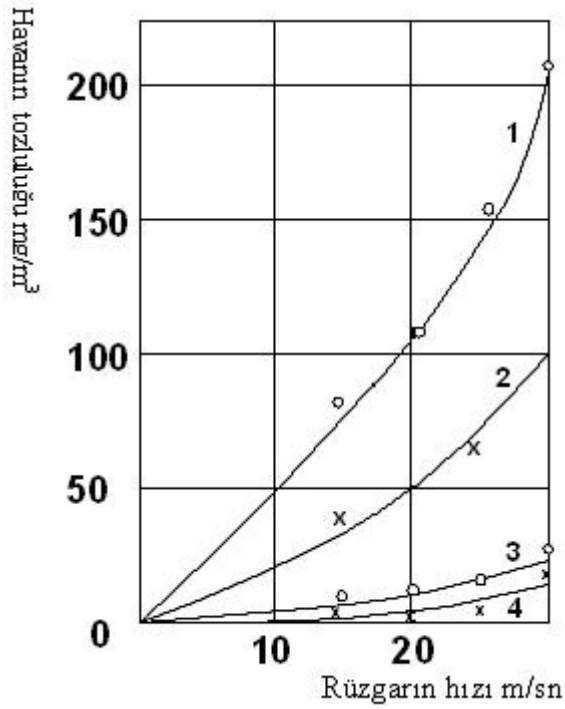
a - yol yüzeyinin fiziki-mekanik özelliklerini ve onun ıslanma kabiliyetini karakterize eden ölçüsüz örnek,

v<sub>m</sub>, v - uygun olarak otomobil yolunun üst yüzeyinin doğal ve ıslandıktan sonra nemliliğidir.

Formülde  $v > 0$  hali için doğrudur. Gösterilen örneklerin değerlerini toza karşı muhtelif mücadele yöntemlerine bağlı olarak değişmesi çizelgede verilmiştir:

Tablo 7.12. Çeşitli ıslatıcılarla çalışılırken toza karşı mücadele tablosu

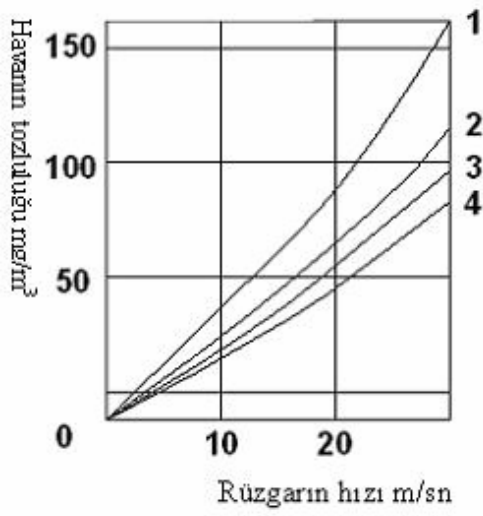
| Yolun ıslanma yöntemi   | Örneklerin değeri |      |      |
|---|-------------------|------|------|
|   | a                 | b    | c    |
| Islanmayan yol için   | -                 | 0,32 | 0,52 |
| NaCl tuzu ile örtülmediğinde  | 0,3               | 0,3  | 3,5  |
| Su ile ıslandığında   | 0,3               | 0,24 | 3,5  |
| %0,1 H4K mahlülü ile ıslandığında   | 0,3               | 0,22 | 3,5  |
| %30 CaCl <sub>2</sub> mahlülü ile ıslandığında veya tuzu ile örtüldüğünde | 0,3               | 0,14 | 3,5  |



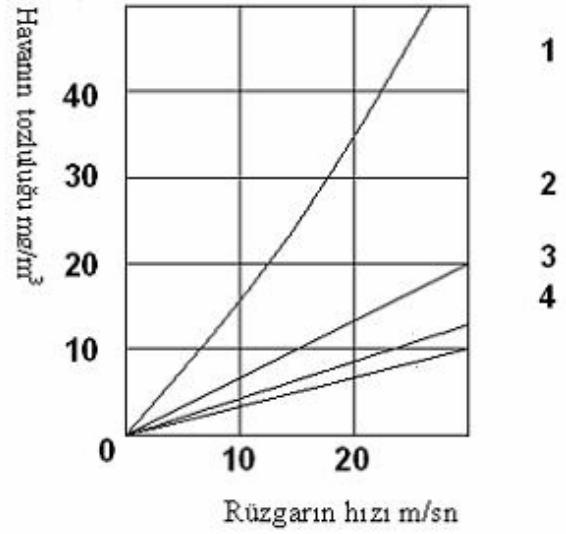
Şekil 7.9 Rüzgarın hızı 7 m/sn olduğunda makinenin hızına bağlı havanın tozluluğu

- 1- Nemleştirilmiş yollarda
- 2- NaCl<sub>2</sub> tuzu ile örtülmüş yollarda
- 3- Su ile ıslatılmış yollarda
- 4- %0,1 NCK sıvısı ile ıslatılmış yollarda

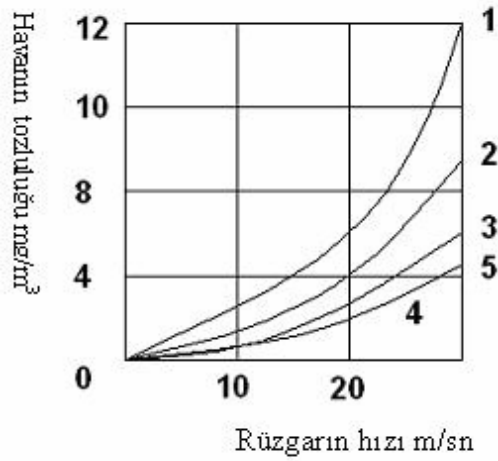
Ocak yolunu muhtelif yöntemlerle ısladığında ve rüzgarın ortalama hızı 3m/sn olduğunda yük boşaltan otomobilin hareket hızına bağlı olarak havanın tozluğunun değişmesi şeklinde verilmektedir. Şekilden görüldüğü gibi havanın tozluğunun yolun muhtelif yollarla ıslanmasından değil, yük otomobilinin hareket hızına bağlı olarak değişir. Buna göre de muhtelif meselelerin çözülmesinde özel halde ise yükünü boşaltan otomobillerin hızını hesaplamak için N formülünü kullanmak gerekir.



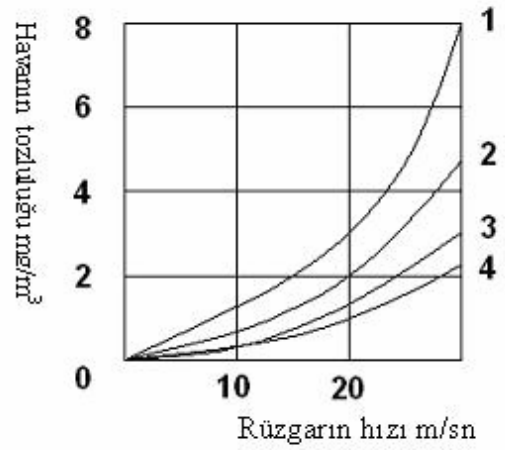
a



b



c



d

Şekil 7.10. Havanın tozluğunun ıslanma yardımı ile rüzgârın ve yük makinesinin hareket hızına bağlılığı

- a-  $\text{NaCl}_2$  tuzu ile örtülmüş yollarda
- b- Su ile ıslatılmış yollarda
- c- %0,1 NCK sıvısı ile ıslatılmış yollarda
- d- 4'ünde uygun olarak ocakta rüzgârın hızı; 6;5; 2 ve 1 m/sn olduğun da;

Tozluğun yük otomobili ve rüzgârın hızından, yolun muhtelif yöntemlerle ıslatılmasına bağlı olarak değişmesini gösterir. Şekil 7.10 dan gözüktüğü gibi;

ocaklarda ıslatılmayan yollarda tozlanmayı önlemek için yük boşaltan otomobillerin hızını azaltmak gerekir. Daha doğrusu ocak yolunda rüzgârın hızını 5–1  $m/sn$  arasında olduğunda yük otomobillerinin mümkün olan hareket hızı 5-1  $km/sa$  arasında olmalıdır. Yükünü boşaltan otomobilin böyle hızı ise teknik ve ekonomik bakımdan yetersizdir. Maden yolunu  $NaCl_2$  tuzu ile örtülürse ( şekil 4.10 ) yük boşaltan otomobilin olumsuz hareket hızı aşağıdaki gibidir:

Rüzgârın hızı 6  $m/sn$  olduğunda 4  $km/sa$  ;

Rüzgârın hızı 4  $m/sn$  olduğunda 10  $km/sa$  ;

Rüzgârın hızı 2  $m/sn$  olduğunda 15  $km/sa$

Rüzgârın hızı 1  $m/sn$  den az olduğun da otomobillerin hızı sınırlandırılmadan hareket edebilir.

Ocak yolunu her saatte bir su ile ıslatıldığı da ( suyun sarfi 3  $dm^3/m^2$  olduğunda ) havada normal tozluluk elde edilmesi ( Şekil 7.10 ) için rüzgârın hızı 2  $m/sn$  olmalıdır. Rüzgârın hızı 4–6  $m/sn$  olduğunda otomobilin mümkün hareket hızı uygun olarak 25 ve 21  $km/sa$  olmalıdır. Aşağı yukarı buna yakın değerler yolu %1,2 HCK mahlûl ile ( Şekil 7.10 ) ıslatıldığında bulunur.

Tecrübeler gösterir ki; ocak yollarında toza karşın mücadele yöntemi belirlenmediğinde önce gösterilen faktörle birlikte otomobillerin ve rüzgârın hızını da göz önüne almak gerekir. Bu olay önce güçlü rüzgârın bulunduğu ocaklarda büyük hızla hareket eden yük otomobillerine aittir. Şekil 5.10 havanın tozluluğunun ocak yolunu nemleştirme vasıtasından, rüzgârın ve yük otomobilinin hareket hızına bağlı olarak değişmesi;

- a-  $NaCl$  tuzu ile örtülmüş yollarda
- b- Su ile nemleştirilmiş yollarda
- b- % 0,1 HCK mahlûlü ile nemleştirilmiş yollarda
- g- 4- ye uygun olarak ocakta rüzgârın hızı; 6;5; 2 ve 1  $m/sn$  olduğun da;
- v- tozluluğun bırakılabilen miktarı



### 7.8. Dökümhanelerde Toza Karşı Mücadele

Madenlerde ve çevresinde ocak materyallerinin dökümhaneleri çok büyük sahalar zapt etmektedir. Rüzgârın hızı  $4 \text{ m/sn}$ 'den çok olduğunda bu dökümhaneler ocak atmosferini kirletir. Dökümhanelerden ocak atmosferine giren tozun miktarı yüzeyini nemleştirme derecesinden ve rüzgârın hızına bağlıdır. Çizelgede su ve başka mahluller yardımıyla dökümhanelerde toza karşı yapılan mücadele yöntemlerinin sonuçları verilmiştir.

Tablo 7.13. Atıkhanede ocak atmosferindeki tozun miktarının, tozun derecesine ve rüzgâr hızına bağlılığı

| Dökümhanelerin üst yüzeyinin nemleşmesi | Havanın tozluluğu $\text{mg/m}^3$ |     |     |     |    |    |
|---|-----------------------------------|-----|-----|-----|----|----|
|   | Rüzgârın hızı $\text{m/sn}$       |     |     |     |    |    |
|   | 3                                 | 4   | 5   | 6   | 7  | 8  |
| Su ile                                  | 5,5                               | 8,5 | 14  | 28  | 30 | 42 |
| %0,1 HCK mahlûlü                        | -                                 | 0,6 | 1,5 | 9,6 | 10 | 10 |
| %10 $\text{CaCl}_2$ mahlûlü             | -                                 | 0,2 | 0,8 | 3   | 5  | 6  |
| %30 $\text{CaCl}_2$ mahlûlü             | -                                 | 0,1 | 0,5 | 2,5 | 3  | 5  |

Cetvelden görüldüğü gibi %10 ve %30  $\text{CaCl}_2$  mahlûlünden kullanarak dökümhanelerden ocağa giren havada tozun miktarı hatta rüzgârın hızı  $5 \text{ m/sn}$ 'den çok olduğunda bırakılabilen normal miktarda olur.

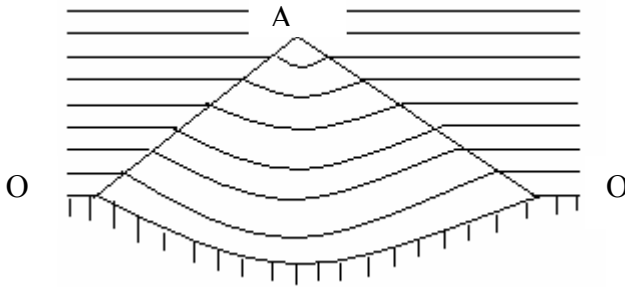
Dökümhanelerde gösterilen mahlûllerden kullanıldığında ve rüzgârın hızı  $8 \text{ m/sn}$  olduğunda tozun oluşma şiddeti  $600 \text{ mg/sn}$ 'den  $28 \text{ mg/sn}$ 'ye iner, bastırılma etkisi ise %96 teşkil eder.

## BÖLÜM 8. OCAK HAVASININ TABİİ YÖNTEMLERLE DEĞİŞME ŞEMASI

Ocak havasının değişme şeması denildiğinde ortalama zamana göre hava hareketi proseslerinin grafik ve ya analitik gösterilmesi ve kirlenmiş karışımların hava yardımıyla çıkarılması göz önüne alınır. Yer yüzeyinde olduğu gibi ocakta da havanın hareketine rüzgârın hızı ve termik faktörler de etki eder. Ocaklarda hem rüzgârın enerjisine bağlı olarak düz akımlı resikulyasyon, hem de termik faktörlere bağlı olan konvektif inversiyalı ve kombine edilmiş tabi hava değişme şemaları mevcuttur. Ocaklar da havanın tabi yöntemle değiştirilmesi şeması ve aerodinamiği ilk kez olarak bizim tarafımızdan verilmiştir.

### 8.1.Düz Akımlı Hava Değişme Şeması

Bu şema yer yüzeyinde havanın hareket hızı  $0,8-1 m/sn$  'den çok ve ocağın rüzgâr vuran yan yüzeylerin meyilli  $\alpha_1 < 15$  ve ya  $\alpha_1 = 15$  olduğunda oluşur. Bu sırada yer yüzeyinde belirli  $\alpha$ - a düz satırları ( Şekil 8.1 ) üzerine hareket eden hava akımı ocaklarda 0 noktasından başlayarak ocağın derinliği üzerine yayılır. Ve sonuçta havanın hareket hızı azalır. Bunun neticesinde ocağın üst yüzeyinde daireye benzer ( OA0 ) kısmen hızı azalmış hava katı oluşur.



Şekil.8.1. Ocakta rüzgârın engellenmesi



ve çevre korunması için aşağıdaki ( Tablo 8.1 ) kompleksli mücadele metotlarından kullanılmaktadır.

Tablo 8.1. Toza karşı kompleks mücadele yöntemleri

| Toz kaynaklar | oluşturan | Ocak havasının saflaştırma metotları  |  |
|---------------|-----------|---|--|
|               |           | Deniz kıyısındaki ocaklar   | Dağlık yerlerde ocaklar  |
| Makineler     |           | <p>Su püskürtücü düzenekten veya su püskürtücü makinelerden kullanılmalı, Kaya ve atık materyallerini su veya deniz suyu ile ıslatılmalı, suyun sarfi <math>3\text{dm}^3/\text{m}^2</math>, kaya kütlelerinin optimum rutubeti %12 olmalıdır ( suyla ıslanma sırada 2kez, deniz suyuyla 1 kez ).</p> <p>Su olamazsa kuru toz tutucu düzenleme kullanılır.SM-89M makinesi çalıştığında oluşan tozun yardımıyla savrulmasını önlemek amacıyla makinenin alt çerçevesinin eksi yönünde tozu önleyen engel kullanılmalıdır.</p> | <p>Su püskürtücü düzenek yardımıyla kaya kütlelerini ıslatmak için tatlı su veya %0,1 DB, %0,5 azolyat A kullanılır.</p> <p>Su olmadığında çok pilleli kuru toz tutucu düzenek kullanmak gerekir.</p> <p>Pille üstü makinelerden disklerin üst yüzeyini kaplayan koruyucu kapaklardan kullanmak gerekir.</p> |

Tablo 8.1 Devam

|  |   |  |
|--|---|--|
| Buldozerler  | Her 2-3 saate bir kaya kütlesinin tatlı su ve deniz suyu ile ıslatılması gerekir. Suyun sarfı $80 \text{ dm}^2/\text{T},\text{m}$ kaya kütlesinin optimum rutubeti %8 olmalıdır. Kaya kütlesi %30 $\text{CaCl}_2$ eriği ile her 3 günde bir ıslatılmalıdır.   | Kaya kütlesi su veya % 0,5 A ve B mahsul ile sürekli olarak ıslatılmalıdır.                        |
| Ekskvatorlar   | Atık materyalini katlarla ( 0,4m'ye kadar ) tatlı su ile yada deniz suyu ile her 2-3 saatte bir ıslatmak, suyun masrafı $100 \text{ dm}^3/\text{T}$ , atık materyalinin optimum rutubeti %8 olmalıdır.<br><br>%10 $\text{CaCl}_2$ mahlulu kullanıldığında atık materyali 24 saatte bir ıslatılmalı, %30 $\text{CaCl}_2$ mahlulunden kullanıldığında (mahlulu sarfı $100 \text{ dm}^3/\text{T}$ ) atık materyali 3 günde bir ıslatılmalıdır. | Yükleme sırasında atık kütlesini kat kat su veya %0,1 DB ve %0,1 azolyat ürünü ile ıslatılmalıdır. |
| Atık materyalinin dipten toplanması ve kesilmiş inşaat ve ocak materyalinin yüklenmesi | PM-8 makinesi yardımıyla her 3 saatte bir veya deniz suyu ile günde bir kez ıslatılmalıdır. suyun sarfı $2\text{dm}^3/\text{m}^2$ , optimum rutubet %5 olmalıdır.   | Atık materyali su veya %0,5 azolyat A mahlulu ile ıslatılmalıdır.                                  |
| Ocak ( maden ) yolları   | Daima yola dökülen kaya   | Yol yüzeyi dökülmüş kaya   |

Tablo 8.1 Devam

|   |   |  |
|---|---|--|
|   | <p>kırıntılarının temizlenmesi gerekir. Rüzgarın hızı 1m/sn olduğunda ve toza karşı mücadelede mümkün olmadığına yük makinesinin yola bırakılabilen yükü 5km/sat olmalıdır.</p> <p>Ocak yolu CaCl<sub>2</sub> tozu ile örtülmelidir. Tozun sarfi 400g/m<sup>2</sup>, takip etme süresi 11 gündür. Makinenin hızı ise sınırlanmaz. Yol yüzeyini her 2 saatte bir tatlı su ile veya sıra zamanı bir kez deniz suyu ile ıslatılmalı, suyun sarfi 3dm/m<sup>2</sup>, optimum rutubet %8, rüzgarın hızı 4 ve 6m/sn olduğunda yük makinesinin bırakılabilen hızı 25 ve 21 km/saat olmalıdır. Yol yüzeyini %30 CaCl<sub>2</sub> mahlulu ile yıkamak gerekir. Mahlulun etki etme süresi 4 gündür. Yük makinesinin hareket hızı sınırlama.</p> | <p>kırıntılarının temizlenmeli, yol yüzeyi su veya petrol atıkları ile örtülmelidir.</p> <p>Yol yüzeyini %10 CaCl<sub>2</sub> mahlulu ile örtülmelidir. Mahlulun etki süresi 10-15 gündür.</p> |
| Tozun sahalardan rüzgar yardımıyla savrulması | Rüzgarın hızı 4m/sn'den çok olduğunda saha 3 kez  |  |

Tablo 8.1 Devam

|   |  |  |
|---|--|--|
|   | su ile yıkanmalıdır.   |  |
| Islatılan yüzey mekaniği dağılmaya mazur kaldığında | Suyun sarfiyatı 3 dm <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> , optimum rutubet %8, rüzgarın hızı 4 m/sn'den çok olduğunda bir gece-gündüzde saha 1 kez deniz suyu veya %0,5 azolyat mahlulu ile ıslatılmalıdır. Rüzgarın hızı 4 m/sn'den çok olduğunda saha 4 günde bir %30 CaCl <sub>2</sub> ile ıslatılmalıdır. |  |

### 8.1.1. Açık işlerin yürütülmesi sonucunda bozulmuş toprak sahalarının rekultivasyonu

Toprak ihtiyaçlarını savunmak ve semereli olarak yararlanmak, insanlar için aktüel bir problemdir. Böylece dağ işlemlerinin incelenmesi sonucunda bozulmuş toprakların rekultivasyonu gösterdiğimiz problemlerin bölünmez bir kısmıdır ve ayrılmazdır. Gün geçtikçe gelişmesi yerin derin katlarında dağ işlerinin yürütülmesi yer kabuğunun üst katının bozulmasına ve aynı zamanda tüm toprak örtüsünün yapısının değişmesine neden olmaktadır. Yerin derin katlarında toprak örtüsünün bozulması, fiziksel ve kimyasal terkinin değişmesi sonucunda yer yüzeyinde bitki örtüsü için elverişli olmayan şartlar oluşur. Bun nedenle böyle sahalar çevreyi kirletir ve uzun süre bitki örtüsünden mahrum olan çıplak sahalara çevirir

Dağ maden endüstrisinin toprak ihtiyaçlarına olumsuz etkisi direk ve dolaylı yolla olabilir. Toprak örtüsüne direk olumsuz etki aşağıdakilerden ibarettir:

1. Büyük arazide dağ işlemlerinin yapılması sonucunda orman ve tarım için yararlı sahaların azalması;
2. Endüstrilerin atıkları ile tarım sahalarının, çevrenin kirlenmesi ve yerin hidrojeolojisinin değişmesi

Dağ işlemlerinin yapılması sonucunda tarımcılıkta oluşan zararın bir kısmı rekultivasyon yapılması ile ortadan kaldırılabilir.

Geçtiğimiz yüzyılın ortalarında Almanya'nın Reyland bölgesinde kömürün açık yöntemle çıkarılması sırasında bozulmuş toprakların sonradan önceki duruma gelme gösterir ki; toprakların rekultivasyonu hem tecrübe bakımından hem de nazarı yönden araştırılması problemdir. Rekultivasyon tekniği faydalı kazıntı yataklarının açık metotla işlenmesine bağlı olarak açıklanmıştır. Toprakların rekultivasyon olması problemi genellikle mineral ham madde kaynağının gelişmesi ile ilgilidir. Rekultivasyon denildiğinde, bozulmuş toprakların verimini arttıran, insanların her türlü ihtiyaçlarını sağlayan ve toprak şartlaştırıcılarının yapılması için kullanılan karmaşık tedbir sistemi göz önüne alınır. Rekultivasyon prosesi, iki genel dağ tekniği



ve biyolojik kademelere bölünür. Bunların her birinin kendi yön metodu ve iş hacmi olmaktadır.

Dağ tekniği rekultivasyon denildiğinde, bozulmuş toprakların korunması veya yenileştirilmesi ve çeşitli sahalarda değerlendirilmesi göz önüne alınır. Dağ tekniği rekultivasyon işlerine atık hanelerin düzleştirilmesi, bitki örtüsü yaratmak amacıyla mahsuldar kayaların döşenmesi, tuzlu toprak işleri, giriş yollarının yapılması vb. gibidir.

Biyoloji rekultivasyon işleri, dağ teknik rekultivasyon işleri sonuçlandıktan sonra yapılır. Burada ana amaç, köy ve orman mahsulleri elde etmek için bozulmuş toprakların, verimliliğinin ve biyolojik bakımdan mahsuldarlığın eski görevine tekrar atama ve su havuzlarında balıkçılığın, ormanlarda kuşçuluğun vb. yapılmasından ibarettir. Toprak verimliliğinin yalnız dağ işlerinin yapılması sonucunda çıkarılmış toprak örtüsünün yeniden örtülmesi ile değil, aynı zamanda iyi bitki tohumları seçmekle önceki duruma gelmek mümkündür.

Rekultivasyon yönü ve usulü, ocağın dağ- teknik şartlarından, fiziki-coğrafi hususiyetlerinden, işleme teknolojisinden ve bölgenin gelecek inşafından ileri gelmektedir.

Bozulmuş toprakların rekultivasyon edilmesinde 2 durum oluşabilir;

1. Bozulmuş toprakların bertaraf edilmesine ihtiyaç yoktur.
2. Şuanda işleyen ve gelecekte kurulması göz önünde bulunan müdürlüklerin toprak sahalarının rekultivasyon edilmesi

## BÖLÜM 9. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Çalışmada maden ocaklarında çevre kirliliğine sebep olan faktörler, bağlı olduğu etkenlerle birlikte sunulmuştur. Maden ocaklarında çevre kirliliğine en çok sebep olan, toz oluşumu ve etrafa yayılmasını etkileyen faktörlerdir. Bu faktörler; makine işlerken oluşan kaya kırıntılarının granylometrik ve dağılma içeriği, rüzgarın hızı ve yönü, makineye ve üretim gücüne bağlılığı, kayanın sertliği ve makinenin kesici dişleri olarak verilebilir. Bu faktörlerin tozlanmaya etkisini en aza indirmek için, makine gücünü arttırmak, kesici dişlerin kütleşmesini önlemek, kesici dişlerin sayısını arttırmak, kayanın sertliğinin etkisini azaltmak, rüzgarın yönüne göre tesis dizayn etmek gibi yöntemler kullanılmalıdır..

Tozlanma ile en etkin mücadele yöntemi, kireç taşı tozlarının çeşitli ıslatıcılar ile ıslatılmasıdır. Bu ıslatıcıların iyi tayin edilmesi gerekmektedir. Bunun için en uygun ıslatıcı sıvılar; Ditrofenol etilen, NCK sıvısı ve Azolyatlardır. Bu sıvıların ıslatıcı olarak seçilme sebepleri suda kolay çözünebilmeleri, korozyona sebep olmamaları, çamur oluşturmamaları, 45 °C'ye kadar kimyasal özelliğini yitirmemeleri, maliyetlerinin düşük ve kötü kokmamalarıdır. En önemli faktör de yüzey gerilme kuvvetinin 35 erg/cm<sup>2</sup> den büyük olmamasıdır. Deniz suyu ve doğal tuzlarının miktarı 2,3,4 defa arttırılmış deniz sularının yüzey gerilme kuvvetleri 74-70 erg/cm<sup>2</sup> arasında değişmektedir. Ancak yüzey gerilme kuvveti, içerisinde %0,5 azolyat bulunan deniz suyunda 36,36 erg/cm<sup>2</sup>, içinde % 0,1 Ditrofenol etilen olan deniz suyunda 34,99 erg/cm<sup>2</sup>, içinde % 0,5 azolyat A bulunan tatlı suda 37,70 erg/cm<sup>2</sup>, içinde %0,5 azolyat B olan tatlı suda 40,68 erg/cm<sup>2</sup>, içinde % 0,1 DB olan tatlı suda 34,58 erg/cm<sup>2</sup>, içinde % 0,1 NCK olan tatlı suda 34,6 erg/cm<sup>2</sup>'dir. Bu sonuçlardan da anlaşıldığı gibi sözü edilen ıslatıcıların kullanılması daha uygundur.

Sonuç olarak, maden ocaklarında oluşan tozluluğu önlemenin yolları; tozluluğun oluşumunu minimize etmek ve oluşan tozluluğu uygun sıvılar seçilerek bertaraf etmektir.

## KAYNAKLAR

- [1] ALOSMAN, Mirali, Doğal Kaynaklar Dergisi, No:4, Moskova, 1986
- [2] M.Y.Pozin, Mineral Doğal Bileşikler Teknolojisi, Moskova, 1999
- [3] KULUYEV, M.A., Dağ Maden İşlerinin Teknolojisi, No:3 Sayfa:3, Sanpetersburg,1998
- [4] EDİZ, Göktay, Kütahya Kil Toprak Sempozyumu, 1997
- [5] ALOSMAN, M., AGAYEV, H., Dağ Maden Araştırmaları Kitabı Sayfa:150, Moskova, 1997
- [6] KASIMOV, A.E., Dağ Maden Sanayinde Etraf Muhitin Korunması, No:8, Moskova, 1997
- [7] KASIMOV, A.A., Toz Balansı-İlmi Eserler Petrol Kimya Dergisi, No:8, Sayfa:200,1971
- [8] KERİMOV, H.M., Atmosfer Havaasının Kirilenmesi, Genç Bilim Adamları Konferansı, Gürcistan Tiflis Üniversitesi, 1978
- [9] ALOSMAN, M., NİKATİN B.C., Dağ Madenlerde Kullanılan Aletlere Bağlı Olarak Etraf Muhitin Kirilenmesi, Moskova, 1997-1974
- [10] SAMANLI, C.G ve Diğerleri, Ocaklarda Kesici Makinelerin Durumuna Bağlı Olarak Tozluğun Değişmesi, Teknik Gelişme Dergisi, Moskova
- [11] KASIMOV, A.A., KERİMOV, H.M., Kesme Makinelerinin Dişlerinin Tozlanmaya Etkisi-Etraf Muhitin Korunması Dergisi, No: 3, Moskova, 1999
- [12] KASIMOV, A.A., Ocaklarda Çalışan Makinelerin İşlemleri Dergi Emek Savunması Seviyesi, No:4, 1996
- [13] MAMEDOV, Ş.H., Ocaklarda Metal ve Ametal İçerikli Materyallerin Tozlanması, SSCB Bilimlerin Akademisi, Moskova, 1979
- [14] BUTKALOV, H.Z., Ocakların Havalandırılması, Moskova, 1995
- [15] MAKAYLOV, B.A, Ocak Aerologya, Moskova, 1996

## ÖZGEÇMİŞ

İlkay ALTAY, 1980 yılında Kocaeli’de doğdu. İstanbul’un Melih İsfendiyar İlkokul’ndan mezun oldu. Ortaokulu ve liseyi Sakarya’da tamamladıktan sonra 1998 yılında girdiği Sakarya Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Çevre Mühendisliği Bölümünden Temmuz 2002’de mezun oldu. Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Çevre Mühendisliği Ana Bilim Dalında 2003 yılında başladığı Yüksek lisans programına halen devam etmektedir.