

**Açık Ocaklarda Toz
Koşullarının İstatistiksel
Analizi**

Ercan Yiğit

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Maden Mühendisliği Anabilim Dalı

Haziran 2007

**Statistical Analysis Of Dust
Condition
Of Surface Mines**

Ercan Yiğit

**MASTER OF SCIENCE THESIS
Mining Engineering
June 2007**

Açık Ocaklarda Toz
Koşullarının İstatistiksel Analizi

Ercan Yiğit

Eskişehir Osmangazi Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Lisansüstü Yönetmeliği Uyarınca
Maden Mühendisliği Anabilim Dalı
Maden İşletme Bilim Dalında
YÜKSEK LİSANS TEZİ
Olarak Hazırlanmıştır.

Danışman : Yrd. Doç. Dr. Mustafa ÖNDER

Haziran 2007

Ercan Yiğit'in YÜKSEK LİSANS tezi olarak hazırladığı "Açık Ocaklarda Toz Koşullarının İstatistiksel Analizi" başlıklı bu çalışma, jürimizce lisansüstü yönetmeliğinin ilgili maddeleri uyarınca değerlendirilerek kabul edilmiştir.

Üye : Yrd. Doç. Dr. Mustafa ÖNDER (Danışman)

Üye : Doç. Dr. Hürriyet AKDAŞ

Üye : Yrd. Doç. Dr. Zeynep FİLİZ

Üye : Yrd. Doç. Dr. Ercan EMİR

Üye : Yrd. Doç. Dr. Melih İPHAR

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun tarih ve sayılı kararıyla onaylanmıştır.

Prof. Dr. Abdurrahman KARAMANCIOĞLU

Enstitü Müdürü

TEŐEKKÖR

Yüksek Lisans tez çalışmalarımda danışmanlık yapan Yrd. Doç. Dr. Mustafa ÖNDER' e bütün öğrenim hayatım boyunca emeklerinden dolayı tüm öğretmenlerime ve her zaman yanımda olan aileme sonsuz sevgi ve teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

| | <u>Sayfa</u> |
|---|--------------|
| ÖZET | V |
| SUMMARY | VI |
| TEŞEKKÜR | VII |
| İÇİNDEKİLER | VIII |
| ŞEKİLLER DİZİNİ | X |
| ÇİZELGELER DİZİNİ | XI |
| | |
| 1.GİRİŞ | 1 |
| | |
| 2. AÇIK OCAKLARDA TOZ SORUNU | 3 |
| 2.1. Tozun Tanımı | 3 |
| 2.2. Toz Çeşitleri | 4 |
| 2.3. Tozun Yapısı | 4 |
| 2.4. Solunabilir Tozlar | 5 |
| 2.5. Tozun Fizyolojik Etkilerine Göre Sınıflandırılması | 6 |
| 2.6. Ocaklardaki Toz Kaynakları | 7 |
| 2.7. Tozla Mücadele Uygulamaları | 8 |
| 2.8. Toz Ölçümünde Kullanılan Cihazlar | 9 |
| 2.9. Toz Ölçüm Sonuçlarının Değerlendirilmesi | 11 |
| | |
| 3. VARYANS ANALİZİ | 12 |
| 3.1. Varyans Analizi Tanımı | 12 |
| 3.2. İki Yönlü Varyans Analizi | 13 |
| | |
| 4. TKİ İŞLETMELERİNDEKİ TOZ KOŞULLARININ İSTATİSTİKSEL ANALİZİ | 19 |
| 4.1. TKİ'ye Bağlı İşletmelerin ve Alt Birimlerinin Ortalama Toz Konsantrasyonlarının İstatistiksel Analizi | 19 |

İÇİNDEKİLER (devam)

Sayfa

| | |
|--|-----------|
| 4.2. Çan Linyit İşletmeleri Tozluluk Koşullarının Değerlendirilmesi | 23 |
| 4.2.1. Tarihçe | 23 |
| 4.2.2. Jeolojik yapı | 23 |
| 4.2.3. Dekapaj | 25 |
| 4.2.4. Patlatma | 26 |
| 4.2.5. Kömür ve kömür üretimi | 27 |
| 4.2.6. Çan linyit işletmelerindeki toz koşullarının istatistiksel analizi | 35 |
| 5. SONUÇ ve ÖNERİLER | 43 |
| 6. KAYNAKLAR DİZİNİ | 45 |

ŞEKİLLER DİZİNİ

| <u>Sekil</u> | <u>Sayfa</u> |
|---|--------------|
| 2.1. AFC 123 toz ölçüm aleti | 10 |
| 4.1. TKİ'ye bağlı işletme ve alt birimlerinde tozluluğun dağılımı | 20 |
| 4.2. Microsoft ® Office Excel “Veri Çözümleme” seçeneğinin görünümü | 20 |
| 4.3. “Veri Çözümleme” seçeneklerinin görünümü | 21 |
| 4.4. ÇLİ' de açılan patlatma deliklerinin kesit görüntüsü | 26 |
| 4.5. ÇLİ 1995 yılı toz ölçüm değerleri..... | 31 |
| 4.6. ÇLİ 1996 yılı toz ölçüm değerleri | 31 |
| 4.7. ÇLİ 1998 yılı toz ölçüm değerleri | 32 |
| 4.8. ÇLİ 1999 yılı toz ölçüm değerleri | 32 |
| 4.9. ÇLİ 2001 yılı toz ölçüm değerleri | 33 |
| 4.10. ÇLİ 2003 yılı toz ölçüm değerleri | 33 |
| 4.11. ÇLİ 2004 yılı toz ölçüm değerleri..... | 34 |
| 4.12. ÇLİ 2005 yılı toz ölçüm değerleri..... | 34 |
| 4.13. Çan ilçesi ve ocak sahasının genel görünümü | 35 |
| 4.14. ÇLİ ocakları genel görünümü | 36 |
| 4.15. ÇLİ Dekapaj döküm harmanı genel görünümü | 37 |
| 4.16. ÇLİ Dekapaj çalışmaları genel görünümü | 37 |
| 4.17. ÇLİ Kömür çalışmaları genel görünümü | 38 |
| 4.18. ÇLİ Delici makine genel görünümü | 38 |
| 4.19. ÇLİ Eleme tesisleri genel görünümü | 39 |
| 4.20. ÇLİ Yıllar ve birimler bazında tozluluğunun grafiksel gösterimi | 40 |

ÇİZELGELER DİZİNİ

| <u>Cizelge</u> | <u>Sayfa</u> |
|--|--------------|
| 2.1. Tozun fizyolojik etkilerine göre sınıflaması..... | 6 |
| 3.1. ANOVA tablosunun genel görünümü | 15 |
| 4.1. TKİ işletme ve birimlerin ortalama toz konsantrasyonu değerleri | 19 |
| 4.2. TKİ' ye bağlı işletmeler ve alt birimleri için iki yönlü varyans analizi..... | 21 |
| 4.3. TKİ Tukey testi ile çoklu kıyaslama | 22 |
| 4.4. ÇLİ'de yıllara göre dekapaj miktarları(1000 m ³) | 25 |
| 4.5. ÇLİ'nin en son yapılan rezerv hesabı ve kömürün özellikleri..... | 27 |
| 4.6. ÇLİ kömürün kalorifik özelliğine göre rezerv dağılımı | 27 |
| 4.7. ÇLİ yıllara göre kömür üretimi ve satışı | 28 |
| 4.8. ÇLİ makine parkı | 29 |
| 4.9. ÇLİ personel durumu | 30 |
| 4.10. Yıllar ve birimlerin ortalama toz konsantrasyonu değerleri (ÇLİ)..... | 39 |
| 4.11. ÇLİ' ye ait yıllar ve birimler için iki faktörlü varyans analizi | 40 |
| 4.12. ÇLİ'ye ait değerlerin Tukey testi ile çoklu kıyaslaması | 42 |

1. GİRİŞ

Yüzyıllardan beri insanlığın önemli ihtiyaçlarını karşılayan sektörlerin içerisinde madencilik her zaman en önde gelmektedir. Madencilik yeryüzündeki sektörlerin içinde çalışan işçi başına en fazla yatırım gerektiren uzun bir planlama ve üretim sonucunu da kapsayan çok geniş bir kapsama alanı olan birçok sektörü üretime teşvik eden başlıca sektörlerden bir tanesidir.

Madencilik sektöründe en önemli faktörlerden birisi işçi sağlığı ve güvenliğidir. Bununla ilgili olarak da sektörde faaliyette bulunan her firma gerekli önemi göstermek zorundadır. Bu zorunluluk hem bağlı bulunulan kurumlar olarak hem de yürürlükte bulunan tüzüklerle ayrıntılı bir biçimde açıklanmıştır.

İşçi sağlığı ve güvenliğini en fazla tehdit eden etkenlerden birisi şüphesiz ki tozdur. Gerek yurdumuzda gerekse AB topluluğunda bu konuyla ilgili olarak çalışmalar devamlı bir şekilde sürmektedir. AB uyum sürecinde bulunan ülkemizde de toz ve toz konsantrasyonları ile ilgili çalışmalar yapılmakta olup, işletmeler tarafından düzenli olarak ölçülüp değerlendirilmesi gereken önemli bir çevresel problemdir. Tozluluğun düzenli olarak ölçülmesi tozla mücadele işi ile ilgili olarak gerekli yöntemlerin tespit edilmesine ışık tutması bakımından da önemlidir.

Ölçme işlemlerinde kullanılan çeşitli araçlar ve çeşitli değerlendirme yöntemleri vardır. Sağlıklı bir ölçüm yapılması için bazı kurallara uyulması gereklidir. Bu kurallara uyularak yapılan ölçümlerin neticesinde alınan verilerin değerlendirilmesi istatistiksel olarak uygun görülen bir yöntemle yapılabilir.

Bu çalışmada; ülkemizde açık işletme yöntemi ile çalışan T.K.İ. kurumlarından elde edilen toz ölçüm değerlerine iki faktörlü varyans analizi uygulanarak, işletmeler ve alt birimleri arasında bir değerlendirme yapılmıştır. Ayrıca Tukey testi ile çoklu kıyaslama yapılarak en fazla tozluluğa sahip olan işletme ve alt birimler saptanmıştır. Benzer analiz tekniği Çan Linyitleri İşletmesi'ne de uygulanmış ve işletmenin yıllar ve

alt birimler bazında tozluluğu değerlendirilmiştir. Ayrıca yürürlükte bulunan Maden ve Taş Ocakları ve Tünel Yapımında Tozla Mücadeleyle İlgili Yönetmeliği'ne göre tozluluk koşulları yorumlanmıştır.

2. AÇIK OCAKLARDA TOZ SORUNU

Açık ocak kömür madenciliği çevresel açıdan yeraltı madenciliğine göre daha önemli sorunlar oluşturabilir. Bu sorunların başında madencilik faaliyetleri sonucu oluşan tozluluk gelir. Hava kalitesinin bozulmasına neden olan tozluluk, hem madencilik çalışmalarının yapıldığı alanı, hem de çevresel alanları etkiler (Ghose, 2007; Ghose and Majee, 2000).

2.1. Tozun Tanımı

Toz; cisimlerin parçalanmaları, kırılmaları, ezilmesi esnasında oluşan ve cisimlerin özelliklerini taşıyan çapı 1mm'den küçük, hava içinde asılı kalabilen veya zamanla çökelen parçacıklardır. Madencilikte hazırlık, üretim, doldurma, boşaltma, kırma, eleme ve nakliye çalışmaları sırasında cevher ve yan taşın özelliklerine ilişkin toz oluşmaktadır. Toz tanecikleri genelde 3 sınıfa ayrılır:

- 1) 10 mikrondan büyük tanecikler, yer çekimi kanuna göre artan bir hızla havada serbest düşme yaparlar.
- 2) 0,1–10 mikron arasındaki tanecikler, Stokes yasası tarafından hesaplanabilen sabit bir hızla aşağıya doğru hareket ederler.
- 3) 0,01–0,1 mikron arasındaki tanecikler ise sürekli olarak havada kalabilen taneciklerdir (Sengupta, 1990).

Maden işletmelerinde meydana gelen tozlar sağlığa zararlı (solunabilir toz) veya patlayıcı (patlayabilir toz) olabilirler ve gerek insan hayatı gerekse de madenlerdeki donanımların tahribine yol açması bakımından sorun oluştururlar. Bu nedenle, tozu meydana getiren sebepleri belirlemek için yapılacak çalışmalar, hem işçi sağlığı hem de makine randımanının korunması açısından önemli bir yer tutmaktadır.

Tozun yüksek bir potansiyel ile oluştuğu dikkate alınır, açık ocaklarda tozluluk koşullarının değerlendirilmesinde aşağıdaki olaylar ile ilgili bilgi edinilmesi gerekmektedir (Ersoy, 2000).

- Kaynak madenin jeolojik, fiziksel ve kimyasal yapısı ve parça boyutu,
- Nem oranı, yağmur ve buharlaşma,
- Rüzgâr hızı.

2.2. Toz Çeşitleri

a) Kömür Tozu

Tane büyüklüğü 0,3 mm'nin altında olan kömüre "kömür tozu" denir. Eğer tane büyüklüğü 0,075 mm'nin altında ise "ince toz" olarak tanımlanır. Kömür tozu içindeki ince toz oranı, kömürün ve tozu oluşturan kaynağın özelliklerine bağlı olarak değişir. Bu oran, tozun uçucu olması yani, süspansiyon halde bulunması ve patlayıcı olması nedeniyle önemlidir. Bununla beraber, kömür tozu antrakoz isimli madenci hastalığına sebep olması bakımından da önem taşımaktadır.

b) Taş Tozu

Taş tozunun önemi, insan sağlığına zararlı olmasından ileri gelmektedir. Taş tozu silikoz isimli meslek hastalığına neden olmaktadır. İnsan tarafından solunan tozun bir kısmı burun ve boğazda tutulur ve tekrar dışarıya atılır. Geri kalan ve çoğunlukla 5 µm' nin altındaki tozlar, akciğer alveollerine ulaşır ve akciğer fibrozu meydana getirir (Tonguç, 1992).

2.3. Tozun Yapısı

Parçalanmış ve ezilen maddeden oluşan tozun şekli, cismin yapısına uyumlu olarak, köşeli, yuvarlak veya amorf olabilir. Günümüzde pnömokonyoz oluşumunda keskin köşeli tozlar ile amorf yapıdaki toz taneciklerinin daha belirgin rol oynayarak hastalığa neden olduğu görüşü ağırlıktadır.

Parçalanmış maddenin yapısına uygun olarak tozun kimyasal yapısı da değişir. Genel olarak asidik, bazik veya nötr bir cisimden oluşabilirler ya da oksijenle, klorla,

havayla, nemle birleştiklerinde böyle bir ortam yaratabilirler. İnsan organizmasına karşı inert veya biyolojik aktif olabilirler(Mc Cunney, 1988).

2.4. Solunabilir Tozlar

İşyerinde toz rahatsızlığı dendiğinde tane büyüklüğü 20 μm (0,02 mm) den iri tozlar akla gelir. Ancak bu tozlar özellikle yüksek hızlarda hareket ettiklerinden gözlerin zedelenmesine ve buna bağlı olarak görme kabiliyetinde sınırlamaya neden olurlar. Ortamdaki yoğun olarak bulunan iri tozlar görüşü sınırlar (kaza tehlikesi) ve gözün görme özelliğini olumsuz etkiler. İnce tozlar üst solunum yollarında hareket ederken, 5 μm ' dan iri tozlar üst solunum yollarında, burun ve bronşlarda tutulurlar. Üst solunum yollarında tutulan tozlar mukozadaki tüyler ve öksürük, aksırık yoluyla dışarı atılırlar.

Havada asılı kalan ve tane büyüklüğü 0,5-10 μm büyüklüğünde olan tozlardan 0,5-2 μm büyüklüğünde olanlar akciğerde hava keselerine (alveollere) kadar ulaşır. Solunum yoluyla akciğerlere giren tozun %1-5'i alveollere ulaşır, %95-99'u bronşlar tarafından tutulur ve nefesle birlikte dışarı atılır (ILO, 2000).

Alveoller bölümüne giren tozlar öğütücü hücreler adı verilen hücreler tarafından eritilerek temizlenir. Bu şekilde temizleme işi çok yavaş olur ve aylarca sürer. Bazı toz cinslerinin, yoğun miktarda ve uzun süre solunması sonucu vücudun koruyucu mekanizması yetersiz kalır ve tozlar akciğerde birikir ve biriken tozlar akciğerde bağ dokularında fibroz oluşmasına neden olurlar. Hastalık çok uzun bir sürede ortaya çıkar (Davies, 1987).

Tazminat zorunluluğu getiren meslek hastalığı için ortalama 20–30 sene gerekir. Meslek hastalığı tehlikesi uzun sürede meydana geldiğinden çoğu madenciler tarafından ciddiye alınmaz (Tonguç, 1992).

Meslek hastalığı insan vücudunda meydana getirdiği zararlar nedeniyle ciddiye alınacak çok önemli bir rahatsızlıktır. Vücuda giren besin maddelerinin hazmı için vücudun düzenli olarak ve yeterli miktarda oksijene ihtiyacı vardır. Akciğerlerde tozların birikmesiyle oksijenin akciğere girişi engellenir. Yetersiz oksijen girişi sonucu kan dolaşımı etkilenir, kalp fonksiyonları ve bazı organlarında arazlar meydana gelir. Sağlık tehlikesinin ölçülerini tozun yapısı, etkilenme süresi, tozun yoğunluğu ve tozun miktarı belirler. Akciğere ulaşabilen tozun büyüklüğü 5 µm, alveollere yerleşebilen tozun tane büyüklüğü 0,5 µm ile 2 µm arasındadır (ILO, 2000).

2.5. Tozun Fizyolojik Etkilerine Göre Sınıflandırılması

Ocak havasının tozluluğu, 1 m³ hava içindeki tozun mg cinsinden ağırlığı (gravimetrik yöntem) ve 1 cm³ havanın içindeki tozun tane sayısı (sayım yöntemi) olmak üzere iki şekilde tanımlanır. Tozun fizyolojik etkilerine göre sınıflandırılması Çizelge 2.1’de verilmiştir (Sengupta, 1990).

Çizelge 2.1. Tozun Fizyolojik Etkilerine Göre Sınıflandırılması

| | | |
|---|--|--|
| Fibrojenik Tozlar (Solunum sistemine zararlı olanlar) | Silis (kuvars) Silikatlar (asbest, talk, mika) Berilyum Cevheri Kömür (antrasit, bütümlü kömürler) | Kalay cevheri Bazı demir cevherleri |
| Kansorejen Tozlar | Radyum, Asbest, Arsenik | |
| Zehirli Tozlar (Organları, dokuyu vb. zehirleyen tozlar) | Berilyum, Arsenik, Kurşun, Uranyum, Radyum, Toryum, Vanadyum, Krom, Nikel, Civa, Kadmiyum, Antimuan, Manganez, Tungsten, Gümüş | |
| Radyoaktif Tozlar (Alfa ve beta radyasyonu yayanlar) | Uranyum, Radyum, Toryum | |
| Az Zararlı Tozlar (İnsan üzerinde etkisi az olanlar) | Jips, Kaolen, Kalker | |

2.6. Ocaklardaki Toz Kaynakları

Kayaçların tozlanabilirliği mekanik ve fiziksel özelliklerinden sertlik, gevreklik, darbe dayanım, ufalanabilirlik gibi konularda araştırılmıştır. Yapılan araştırmalarda gevrekliğin ve sertliğin artması ile oluşan toz miktarının arttığı saptanmıştır (Güyağüler, 1982).

Tozun oluşmasında iki tip kaynak etkindir:

Birincil Toz Kaynakları: Taş veya mineralin parçalanması sonucu toz oluşumudur. Bu tozlar; delik delme, ateşleme, kazı ve nakliyat gibi işler sonucu oluşur. Ortaya çıkan toz, kazılan mineralin cinsine, parçalanma miktarına, yükleme ve nakliyat şekline, yatağın konumuna, üretim yöntemine bağlı olarak değişir.

İkincil Toz Kaynakları: Çökmüş olan tozun yeniden girdaplaşarak havalanması ve askıda kalması şeklinde tanımlanabilir (Baysal, 1979).

Kömürün tozlanabilirliği konusunda yapılan çalışmalara göre ise;

Kömür ne kadar genç ve kömürleşme süreci de ne kadar az ise, su miktarı o kadar fazla, tozlanabilirliği ise o kadar az olmaktadır (Saltoğlu, 1970).

Eski kömürler, genç kömürlere göre daha fazla kuvars tozu içermektedir. Kömürleşmeden önce kuvars tozu eşit miktarda bulursa bile, kömürleşme sürecinde organik maddeler azaldığından, kül oluşumuna sebep olan inorganik maddeler geriye kalmakta ve kömürde kuvars miktarı zenginleşmektedir. Bu nedenle, yeni kömürlerdeki kuvars miktarı eski kömürlerdekinden daha azdır (Saltoğlu, 1970).

Kömürün uçucu-yanıcı yüzdesinin artması, tozlanabilirliği arttırmaktadır. Uçucu-yanıcı miktarı %10'dan %20'ye yükseldiğinde ve diğer koşullar aynı kaldığında, toz oluşumunun yaklaşık iki kat arttığı saptanmıştır (Güyağüler, 1982).

Kömürün karbon içeriğinin tozlanabilirlikle çok iyi bir korelasyon gösterdiği, başka bir ifade ile karbon içeriği arttıkça tozlanmanın da arttığı saptanmıştır (Güyağüler, 1982).

Nem miktarının tozlanabilirliğe karşı etkisi büyüktür. Nem miktarı arttıkça, tozlanabilirlik azalacaktır.

Kayaçlarda olduğu gibi, kömürde de sertlik arttıkça tozlanabilirlik artmaktadır (Güyağüler, 1982).

Kömürün yoğunluğunun tozlanmayı pozitif yönde etkilediği bazı araştırmacılar tarafından kabul edilmiştir (Güyağüler, 1982).

Toz oluşumunda yukarıda açıklanan özelliklerin yanında kömürün yumuşaklık derecesinin de tozlanabilirliği etkilediği belirlenmiştir. Ayrıca, fusit oluşumuna daha uygundur (Ayvazoğlu, 1984).

2.7. Tozla Mücadele Uygulamaları

Yerüstü madenciliğinde ortaya çıkan tozu kontrol altına alma nedenleri,

- 1- Oluşan tozun çevreye ve çevrede bulunanlara zarar vermesini önlemek,
- 2- Çalışanlar için iyi bir çalışma ortamı oluşturmak,
- 3- Ekipmanların aşırı kirlenmesini önlemek,
- 4- Görüş mesafesini arttırmak.

Tozu kontrol altına alabilmek için iki yola başvurulmaktadır. Bunlar, toz bastırma ve toz tutmadır.

Tozu Bastırmak: İlk aşamada tozun kaynağını korumaktır. Toz bastırma işleminde; su, mikrop, köpük, tuzlar, lignin sülfonatlar, petrol reçine emülsiyonları ve rüzgâr plakaları kullanılmaktadır.

Su, madencilik sektöründe en yaygın kullanılan toz bastırma metodudur. Sulama toz kontrolü için geçici bir çözümdür ve yol yüzeyine serpilene su, yüzeydeki malzemelerin küçük parçalara ayrılmasına yol açar. Buharlaşıma ile su uzaklaştığında, yüzeyde toz miktarı artmış olmaktadır ve her araç geçişiyle bunlar havaya yükselmektedir.

Tozu Tutma: Siklonlar, kumaş filtreler, elektrostatik filtreler ve ıslak sıyırıcılar ile gerçekleştirilir. Tozu tutma yöntemi, yerüstü madenciliğinde fazla tercih edilen ve kullanılan bir yöntem değildir (Ersoy, 2000).

2.8. Toz Ölçümünde Kullanılan Cihazlar

Toz ölçüm cihazları iki prensiple çalışırlar:

- a) Gravimetrik Metod: Belirli bir hava miktarındaki toplam toz ayrılarak tartılır ve mg/m^3 cinsinden hesaplanır. İri tanelerin etkisi önemlidir ve dolayısıyla büyük hatalar doğabilir. Bu durumu önlemek için daha başlangıçta $5 \mu\text{m}$ 'dan küçük taneler ayrılır ve tartım yapılır.
- b) Tane Sayım Metodu: Bir cam levha üzerinde toplanan toz ayrılır ve $5 \mu\text{m}$ 'dan küçük olanlar sayılarak tane/cm^3 cinsinden hesaplanır.

Başlıca toz ölçüm cihazları :

Casella 113 A :

Gravimetrik esaslı Casella 113 A tip , anti grizu özellikli cihaz 4.5 kg ağırlığında olup 4 veya 8 iri toz toplama kanalına sahiptir. 9 V Ni-Cd batarya ile 10 saat çalışabilir. Cihaz dakikada ortalama 2.5 litre hava emer ve $50 \text{ mg}/\text{m}^3$ 'e kadar toz örnekleyebilir. Cihazlar ayda bir kanal temizliği, bakım ve kalibrasyonu yapılmak üzere işletme merkezine verilir. Bakım ve kalibrasyonu yapılan cihazlar tekrar kullanılmak üzere ilgili birimlere verilir.

AFC 123 A :

AFC 123 A 12.5×8 cm , 5×4.5 cm boyutlarında ve 780 gr ağırlığındadır. Gravimetrik esasla çalışan bir toz ölçüm aletidir.



Şekil 2.1. AFC 123 Toz Ölçüm Aleti

FMA Hund Data :

Optik esaslı Hund Data toz ölçme aletlerinin temel ölçme prensibi 940 nanometre dalga boyunda gelen ışığın 70 derecede yansması ve bu ışığın bir detektör tarafından algılanması ve kuvvetlendirici vasıtasıyla dijital göstereye rakam olarak aktarması prensibine dayanır. Bu cihazları taşınması ve kullanması kolay olup toz kaynağının tespitine olanak sağlamaktadır (Öztürk, 2005).

Solunabilir tozla mücadele çalışmalarının temeli, tozu kaynağında yok etmek amacına yöneliktir. Yeraltı ve yerüstü işyerlerinde yapılan toz ölçümleri ve pnömokonyoz mücadelesinde verilerin ve kayıtların tutulması büyük bir önem

kazanmıştır. Bu nedenle karşılaşılan bir çok güçlükler rağmen toz numunelerinin alınması, ölçüm neticelerinin değerlendirilmesi ve kayıtların tutulması işlemleri Eylül 1990'da yayınlanan Tozla Mücadele Yönetmeliği ile zorunlu hale getirilmiştir.

2.9. Toz Ölçüm Sonuçlarının Değerlendirilmesi

Ölçümler neticesinde ortaya çıkan toz konsantrasyonu o istasyon için detaylı bilgi içeren günlük protokole işlenir. Aylık ölçümlerin tamamlanmasını takiben işletmelerle mutabakat sağlandıktan sonra yazım için protokoller bilgisayara yüklenir ve 24 kopya olarak çoğaltılan aylık toz raporları Çalışma Bakanlığı Bölge Müdürlüğüne, Genel Müdür Muavinine ve Genel Maden İş Sendikasına ve ilgili iş yerlerine, yeraltı, yerüstü, müessese, işletme ve kurum geneline göre toz ortalamalarına göre uygulama dosyasına geçirilir ve grafikler çizilerek takip edilir.

Sürekli toz konsantrasyonu yüksek gelen yerlerde önlemler alınır. 5 mg/m³ üzerinde toz konsantrasyonu tespit edildiğinde, öncelikle birden fazla cihazla ölçme işlemi tekrarlanır. Toz kaynakları ve konsantrasyonu tespit edildikten sonra eğer gerçekten yüksek değerler ölçülmüş ise daire başkanlığınca önlemler dosyasına kaydedilerek takibe alınır. Önce işletme uyarılır ve yönetmelik gereği üretim çalışmaları durdurularak sadece tozla mücadele çalışmalarına izin verilir. Toz konsantrasyonu yasal sınırlar içerisinde çekilinceye kadar mücadele çalışmalarına devam edilir. Mücadele başarısız sonuçlanırsa o işyerinin kapatılması istenir (Tozla mücadele Yönetmeliği, 1999).

3. VARYANS ANALİZİ

Bilindiği gibi toz hem insan sağlığı açısından, hem de ekonomik açıdan sorunlar yaratması nedeniyle araştırılması gereken önemli bir çevresel problemdir. Bu araştırma sonucunda tozun neden olduğu zararların belirlenerek, bu zararların en aza indirilmesi amacıyla tozla mücadelede çözüm önerileri getirilmelidir.

Bu çalışmada toz ölçüm sonuçlarının istatistiksel analizleri yapılarak tozluluk hakkında ön bilgiler elde edilip tozla mücadele çalışmalarına yön verilmesi amaçlanmaktadır.

Toz ölçüm sonuçlarının istatistiksel analizinde “ İki Yönlü Varyans Analizi ” kullanılmıştır.

3.1. Varyans Analizi Tanımı

İki farklı topluluktan gözlem yapılmış ise bu iki topluluğun aynı ortalama etrafında dağılıp dağılmadığı sorgulanabilir. Fakat ikiden fazla topluluk varsa bunların aynı ortalamaya sahip olup olmadıklarının sınanması varyans analizi ile yapılmaktadır.

Değişkenler bağımlı değişken ve bağımsız değişken (ler) olmak üzere iki gruba ayrılır. Bağımlı değişken bağımsız değişken tarafından açıklanmaya çalışılan değişkendir. Amaç, bağımlı değişkendeki değişimin kaynağını araştırmaktır.

Varyans özümlemesinde bağımsız değişkene “ Faktör ” ve bağımsız değişkenin aldığı değerlere de “ Faktör Düzeyleri ” denir.

3.2. İki Yönlü Varyans Analizi

İki yönlü varyans çözümlemesinde iki faktörün bağımlı değişken üzerinde etkili olup olmadığı araştırılır.

İki Yönlü Varyans Analizinin İncelenmesi :

I : Satır faktörünün düzey sayısı

J : Sütun faktörünün düzey sayısı

i : 1, ..., I

j : 1, ..., J

X_{ij} : Satır faktörünün i. düzeyi ve sütun faktörünün j. düzeyine karşı gelen gözlem değeri,

\bar{X}_i : Satır faktörünün i. düzeyine ilişkin ortalama,

$$\bar{X}_i = \frac{\sum_{j=1}^J X_{ij}}{J} \dots\dots\dots(3.1)$$

\bar{X}_j : Sütun faktörünün j. düzeyine ilişkin ortalama,

$$\bar{X}_j = \frac{\sum_{i=1}^I X_{ij}}{I} \dots\dots\dots(3.2)$$

\bar{X} : Genel ortalama,

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J X_{ij}}{IJ} \dots\dots\dots(3.3)$$

T_i : Satır faktörünün i. düzeyindeki birimlere ilişkin toplam,

$$T_{i.} = \sum_{j=1}^J X_{ij} \dots\dots\dots(3.4)$$

$T_{.j}$: Sütun faktörünün j. düzeyindeki birimlere ilişkin toplam,

$$T_{.j} = \sum_{i=1}^I X_{ij} \dots\dots\dots(3.5)$$

$T_{..}$: Genel toplam,

$$T_{..} = \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J X_{ij} \dots\dots\dots(3.6)$$

df : Serbestlik derecesi,

SS : Kareler toplamı,

$$SS_{\text{satır}} = \sum_{i=1}^I J(\bar{X}_{i.} - \bar{\bar{X}})^2 = \sum_{i=1}^I \frac{T_{i.}^2}{J} - \frac{T_{..}^2}{IJ} \dots\dots\dots(3.7)$$

$$df_{\text{satır}} = (I-1)$$

$$SS_{\text{sütun}} = \sum_{j=1}^J I(\bar{X}_{.j} - \bar{\bar{X}})^2 = \sum_{j=1}^J \frac{T_{.j}^2}{I} - \frac{T_{..}^2}{IJ} \dots\dots\dots(3.8)$$

$$df_{\text{sütun}} = (J-1)$$

$$SS_{\text{Toplam}} = \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J (X_{ij} - \bar{\bar{X}})^2 = \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J X_{ij}^2 - \frac{T_{..}^2}{IJ} \dots\dots\dots(3.9)$$

$$df_{\text{Toplam}} = (IJ-1)$$

$$SS_{\text{hata}} = SS_{\text{Toplam}} - (SS_{\text{satır}} + SS_{\text{sütun}}) \dots\dots\dots(3.10)$$

$$df_{\text{hata}} = (I-1)(J-1)$$

MS : Kareler Ortalaması

$$MS_{\text{satır}} = SS_{\text{satır}} / df_{\text{satır}} \dots\dots\dots(3.11)$$

$$MS_{\text{sütun}} = SS_{\text{sütun}} / df_{\text{sütun}} \dots\dots\dots(3.12)$$

$$MS_{\text{hata}} = SS_{\text{hata}} / df_{\text{hata}} \dots\dots\dots(3.13)$$

F : Test istatistiği değeri

$$F_{\text{satır}} = MS_{\text{satır}} / MS_{\text{hata}} \dots\dots\dots(3.14)$$

$$F_{\text{sütun}} = MS_{\text{sütun}} / MS_{\text{hata}} \dots\dots\dots(3.15)$$

Verilen formüllerden bulunan değerler ANOVA Tablosu'na yerleştirilir. ANOVA tablosu Çizelge 3.1'de verilmiştir.

Çizelge 3.1. ANOVA Tablosu

| Varyans Kaynağı | SS | df | MS | F |
|-----------------|----------------------|--------------|---------------------------------|--|
| Satırlar | $SS_{\text{satır}}$ | $(I-1)$ | $SS_{\text{satır}} / (I-1)$ | $MS_{\text{satır}} / MS_{\text{hata}}$ |
| Sütunlar | $SS_{\text{sütun}}$ | $(J-1)$ | $SS_{\text{sütun}} / (J-1)$ | $MS_{\text{sütun}} / MS_{\text{hata}}$ |
| Hata | SS_{hata} | $(I-1)(J-1)$ | $SS_{\text{hata}} / (I-1)(J-1)$ | |
| Toplam | SS_{Toplam} | $(IJ-1)$ | | |

Satır ve sütun faktörlerine ilişkin F test istatistiği değerleri elde edildikten sonra hipotez testlerine geçilebilir.

F test istatistiği değerleri F dağılım tablosundan elde edilen F_{tablo} ile kıyaslanır. Eğer F test istatistiği değeri F_{tablo} 'dan büyükse seçilen anlam düzeyinde H_0 hipotezi red edilir , küçük ise H_0 hipotezi kabul edilir.

Satır faktörüne ilişkin hipotez testi:

α_i : Satır faktörünün i. düzeyinin bağımlı değişkene etkisi

$$H_0: \alpha_i = 0, i = 1, \dots, I \dots \dots \dots (3.16)$$

$$H_a: \alpha_i \neq 0$$

α : Anlam düzeyi.

v_1 : Satır faktörünün serbestlik derecesi.

v_2 : Hatanın serbestlik derecesi.

F_{tablo} : Kıyaslama yapmak amacıyla α anlam düzeyi ve serbestlik derecelerine göre belirlenen F tablo değerleri.

$$F_{\text{tablo}} = F_{\alpha; v_1; v_2} \dots \dots \dots (3.17)$$

hipotezler kurulduktan sonra;

$F_{\text{satır}} > F_{\text{tablo}}$ ise kullanılan anlam düzeyinde H_0 hipotezinin red edildiği, satır faktörünün kritik etki yarattığı söylenebilir. Dolayısıyla satır faktöründeki düzeyler arasında farklılaşmanın olduğu söylenebilir.

$F_{\text{satır}} < F_{\text{tablo}}$ ise kullanılan anlam düzeyinde H_0 hipotezinin kabul edildiği, satır faktörünün kritik etki yaratmadığı söylenebilir. Dolayısıyla satır faktöründeki düzeyler arasında farklılaşmanın olmadığı söylenebilir.

Sütun faktörüne ilişkin hipotez testi:

β_j : Sütun faktörünün j. düzeyinin bağımlı değişkene etkisi

$$H_0: \beta_j = 0, \forall j \dots\dots\dots(3.18)$$

$$H_a: \beta_j \neq 0, \exists j$$

α : Anlam düzeyi.

v_1 : Sütun faktörünün serbestlik derecesi.

v_2 : Hatanın serbestlik derecesi.

F_{tablo} : Kıyaslama yapmak amacıyla α anlam düzeyi ve serbestlik derecelerine göre belirlenen F tablo değeri.

$$F_{\text{tablo}} = F_{\alpha; v_1; v_2} \dots\dots\dots(3.19)$$

Hipotezler kurulduktan sonra;

$F_{\text{sütun}} > F_{\text{tablo}}$ ise kullanılan anlam düzeyinde H_0 hipotezinin red edildiği, sütun faktörünün kritik etki yarattığı söylenebilir. Dolayısıyla sütun faktöründeki düzeyler arasında farklılaşmanın olduğu söylenebilir.

$F_{\text{sütun}} < F_{\text{tablo}}$ ise kullanılan anlam düzeyinde H_0 hipotezinin kabul edildiği, sütun faktörünün kritik etki yaratmadığı söylenebilir. Dolayısıyla sütun faktöründeki düzeyler arasında farklılaşmanın olmadığı söylenebilir.

Hipotez testleri ile satır ve sütun faktörlerinin kritik etkileri belirlendikten sonra satır ve sütun faktörlerine göre bağımlı değişkenin alacağı değer belirlenir.

X_{ij} : Bağımlı değişkenin değeri,

ϵ_{ij} : Hata terimi,

$$X_{ij} = \bar{X} + \alpha_i + \beta_j + \epsilon_{ij} \dots\dots\dots(3.20)$$

Satır faktörünün kritik etkisi ;

$$\alpha_i = \bar{X}_i - \bar{X} \dots\dots\dots(3.21)$$

Sütun faktörünün kritik etkisi;

$$\beta_j = \bar{X}_j - \bar{\bar{X}} \dots\dots\dots(3.22)$$

ile belirlenir (Ünver, 1986).

4. TKİ İŞLETMELERİNDEKİ TOZ KOŞULLARININ İSTATİSTİKSEL ANALİZİ

TKİ'ye bağlı Çan Linyit İşletmeleri (ÇLİ), Seyitömer Linyit İşletmeleri(SLİ), Güney Ege Linyit İşletmeleri (GELİ) ve Yeniköy Linyit İşletmeleri (YLİ)'nde 1994–2006 yılları arasında yapılmış olan toz ölçüm sonuçlarından elde edilmiş ortalama toz konsantrasyonu değerleri kullanılarak işletmeler ve işletmelerin birimleri (dekapaj döküm harmanı, dekapaj makine aynası, kömür makine aynası) arasında tozluluğun kıyaslanması ve birimlere göre değerlendirilmesi amacıyla istatistiksel analiz yapılmıştır.

İstatistiksel analizde “Varyans Analizi” kullanılmıştır. TKİ ortalama toz konsantrasyonunu işletmeler ve bunlara bağlı alt birimleri etkilendiğinden analizlerde “İki Yönlü Varyans Analizi” uygulanmıştır.

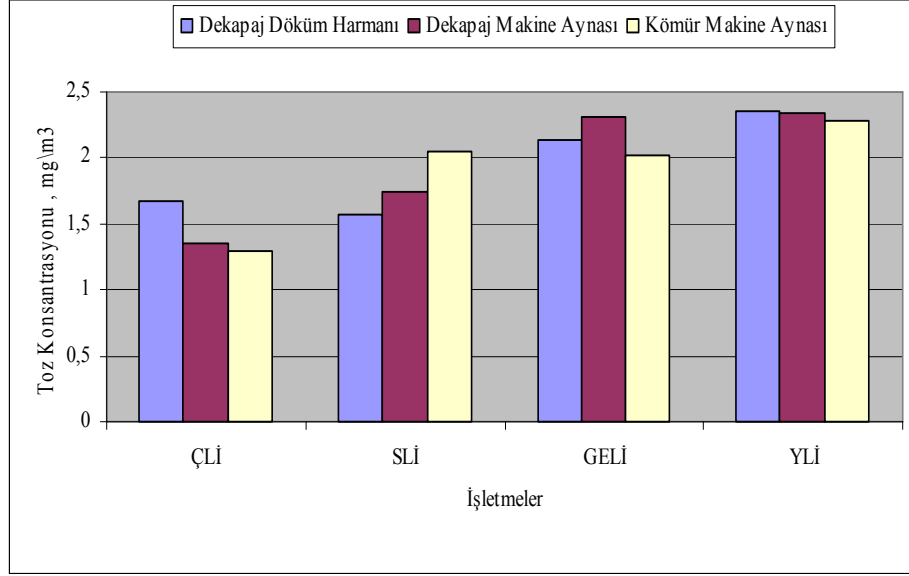
4.1. TKİ'ye Bağlı İşletmelerin ve Alt Birimlerinin Ortalama Toz Konsantrasyonlarının İstatistiksel Analizi

TKİ'ye bağlı olarak çalışan ve açık ocak işletme yöntemi ile kömür üreten ocaklarda yapılmış olan toz ölçüm çalışmalarından elde edilmiş olan değerler Çizelge 4.1'de verilmiştir. Ölçüm noktaları; dekapaj döküm harmanı, dekapaj makine aynası ve kömür makine aynası olarak oluşturulmuştur.

Çizelge 4.1. TKİ İşletme ve Birimlerin Ortalama Toz Konsantrasyon Değerleri (mg/m³)

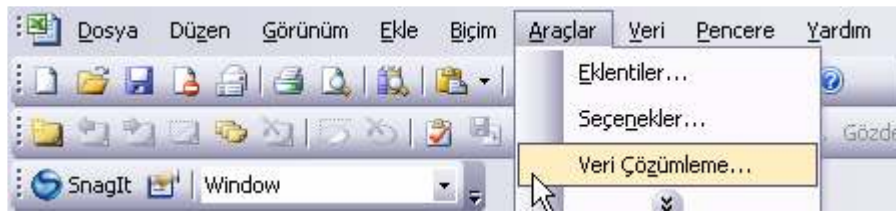
| İşletmeler | Ölçüm Noktaları | | | Ortalama |
|------------|-----------------------|----------------|--------------|----------|
| | Dekapaj Döküm Harmanı | Dekapaj Aynası | Kömür Aynası | |
| ÇLİ | 1,668 | 1,350 | 1,299 | 1,439 |
| SLİ | 1,572 | 1,743 | 2,045 | 1,787 |
| GELİ | 2,139 | 2,305 | 2,014 | 2,153 |
| YLİ | 2,354 | 2,340 | 2,279 | 2,324 |
| Ortalama | 1,93325 | 1,9345 | 1,90925 | |

Çizelge 4.1’de verilen toz ölçüm değerleri kullanılarak Şekil 4.1 çizilmiştir.

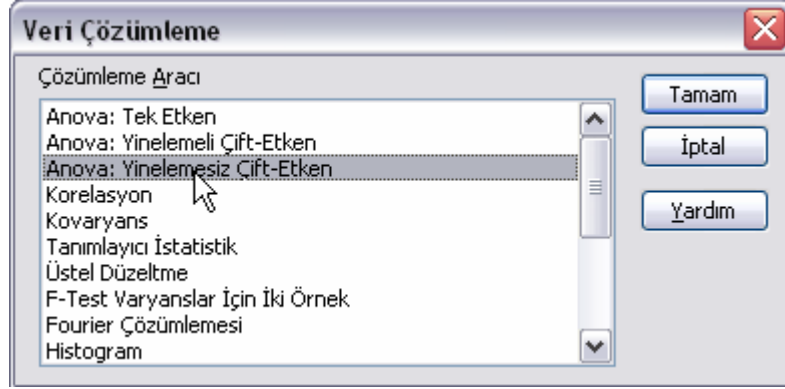


Şekil 4.1. TKİ’ye bağlı işletme ve alt birimlerinde tozluğunun dağılımı

İstatistiksel analizde Çizelge 4.1’de verilen ortalama toz konsantrasyonu değerleri kullanılmış ve işletmeler ve işletmelerin birimleri arasında kıyaslama yapılması amacıyla “İki Yönlü Varyans Analizi” uygulanmıştır. TKİ ortalama toz konsantrasyonu değerini etkileyen işletme ve birim olmak üzere iki faktör olması nedeniyle “İki Yönlü Varyans Analizi” seçilmiştir. İstatistiksel analizler *Microsoft® Office Excel* kullanılarak yapılmıştır. Verilerin girilmesinde öncelikle “Araçlar” menüsünden “Veri Çözümleme” (Şekil 4.2) seçilmiş ve daha sonra “Veri Çözümleme” penceresinden (Şekil 4.3) ilgili istatistiksel hesaplama yöntemi seçilerek çalışmaya devam edilmiştir.



Şekil 4.2. Microsoft® Office Excel “Veri Çözümleme” seçeneğinin görünümü



Şekil 4.3. “Veri Çözümleme” seçeneklerinin görünümü

Yapılan istatistiksel analiz neticesinde elde edilen sonuçlar Çizelge 4.2’de verilmiştir.

Çizelge 4.2. TKİ’ ye Bağlı İşletmeler ve Alt Birimleri İçin İki Yönlü Varyans Analizi

| <i>Varyans Kaynağı</i> | <i>SS</i> | <i>Df</i> | <i>MS</i> | <i>F</i> | <i>P-değeri</i> |
|------------------------|-----------|-----------|-----------|----------|-----------------|
| Satırlar | 1,399889 | 3 | 0,46663 | 11,72103 | 0,006393 |
| Sütunlar | 0,00162 | 2 | 0,00081 | 0,020348 | 0,979925 |
| Hata | 0,238868 | 6 | 0,039811 | | |
| Toplam | 1,640377 | 11 | | | |

İşletmeler ve bu işletmelere ait alt birimlerin tozluluk koşullarını değerlendirmek amacıyla öncelikle birimler için hipotez testleri kurulmuş ve bu testler aşağıda verilmiştir.

$$H_{0 \text{ Birim}} : \beta_1 = \beta_2 = \beta_3 = 0$$

$$H_{1 \text{ Birim}} : \beta_1 \neq \dots \neq \beta_3 \neq 0 \text{ (En az bir } B_j \text{ sıfırdan farklıdır.)}$$

Birim faktörüne ilişkin kurulan hipoteze göre $F_{0.95}(2,6)$ alınarak F tablosundan $F_{\text{tablo}} = 5,14$ olarak okunmuştur. $F_{\text{Birim}} < F_{\text{tablo}}$ olduğundan % 5 anlam düzeyinde, H_0 hipotezi kabul edildiğinden, birim faktörünün kritik etki yaratmadığı dolayısıyla birimler arasında farklılaşmanın olmadığı söylenebilir.

Benzer şekilde işletmeler için de aşağıda verilen hipotez testleri kurulmuştur.

H_0 İşletme : $\alpha_i = 0$ $i = 1, 2, 3, 4$

H_1 İşletme: $\alpha_i \neq 0$ (En az biri sıfırdan farklı)

İşletme faktörüne ilişkin kurulan hipoteze göre $F_{0.95}(3,6)$ alınarak F tablosundan $F_{tablo} = 4,76$ olarak okunmuştur. $F_{işletme} > F_{tablo}$ olduğundan % 5 anlam düzeyinde, H_0 hipotezi ret edildiğinden, işletme faktörünün kritik etki yarattığı dolayısıyla işletmeler arasında farklılaşmanın olduğu söylenebilir.

H_0 hipotezi red edildiğinden, işletmelerin tozluluk koşullarını karşılaştırmak için “Tukey” testi kullanılmıştır. Bu testte kullanılan eşitlik aşağıda verilmiştir.

$$\text{Kritik sınır} = q_u \sqrt{\frac{\text{MSE}}{r}} \dots\dots\dots (4.1)$$

Burada;

q_u : tukey tablo değeri,

MSE : ortalamaların standart hatası,

r : sütun sayısıdır.

İstatistiksel tablodan elde edilen kritik değer $q_u = 4,90$, MSE (Mean Square Error) değeri Çizelge 4.2’den 0,039811 ve r değeri de 3 alınarak kritik sınır 0,564465 hesaplanmıştır. Bununla beraber işletmelerin tozlulukları arasındaki mutlak farklar da hesaplanarak Çizelge 4.3’de verilmiştir.

Çizelge 4.3. TKİ Tukey Testi İle Çoklu Kıyaslama

| Kıyaslama | Mutlak fark | Kritik sınır | Yorum |
|------------|-------------|--------------|--|
| ÇLİ – SLİ | 0,348 | 0,564465 | ÇLİ toz konsantrasyonu SLİ’den farklı değil |
| ÇLİ – GELİ | 0,714 | 0,564465 | ÇLİ toz konsantrasyonu GELİ’den farklı |
| ÇLİ – YLİ | 0,885 | 0,564465 | ÇLİ toz konsantrasyonu YLİ’den farklı |
| SLİ – GELİ | 0,366 | 0,564465 | SLİ toz konsantrasyonu GELİ’den farklı değil |
| SLİ – YLİ | 0,537 | 0,564465 | SLİ toz konsantrasyonu YLİ’den farklı değil |
| GELİ - YLİ | 0,171 | 0,564465 | GELİ toz konsantrasyonu YLİ’den farklı değil |

Çizelge 4.3 adı geçen tüm işletmelerin tozluluk koşullarının karşılaştırılması amacıyla hazırlanmış olup, değerlendirildiğinde en yüksek tozluluk farkının ÇLİ ve YLİ arasında olduğu ve ortalama toz konsantrasyonları değerlendirildiğinde de YLİ'nin en fazla toz konsantrasyonuna sahip olduğu gözlenmiştir.

TKİ' ye bağlı açık işletmelerde tozluluk koşullarının işletme bazında değiştiği yapılan analiz sonucunda bulunmuştur. Bir açık işletmede tozluluğun en fazla olabileceği yerleri araştırmak amacıyla da ÇLİ seçilmiş ve işletme ile ilgili bilgiler aşağıda verilmiştir.

4.2. Çan Linyit İşletmeleri Tozluluk Koşullarının Değerlendirilmesi

4.2.1. Tarihçe

Çanakkale - Çan havzasındaki kömür oluşumu; 1940 yılında tespit edilmiş ve 1979 yılında yürürlüğe giren 2172 sayılı yasa ile devletleştirilinceye kadar özel sektör tarafından işletilmiştir. Çanakkale - Çan havzasında, 1995 yılı başı itibariyle 780.100.000 ton işletilebilir kömür rezervinin; sanayinin enerji ve ısınma amaçlı teshin ihtiyacını karşılamak amacıyla işletmeye alınmasıdır. Son yıllarda oluşan çevre bilinci nedeni ve yüksek kükürt içeriği nedeniyle (% 1.00- 8.00) cazibesini yitiren Çan kömürü, 7. beş yıllık kalkınma planı çerçevesinde 2000 yılı Haziran ayında kurulmasına başlanan 2 x 160 MW gücündeki Çan termik santralinin devreye girmesiyle, ülkemizin artan enerji ihtiyacına katkıda bulunmaktadır.

4.2.2. Jeolojik yapı

Havzanın 1940 yılında tespit edilen kömür varlığı; jeolojik yarma ve galerilerle kısmen geliştirilmiş, varlığı saptanan linyit rezervinin kesin olarak belirlenebilmesi için MTA tarafından 1956-1957 yıllarında 35 adet arama sondajı yapılmış ve MTA-TKİ işbirliği ile de 1975-1976 yıllarında arama, rezerv geliştirme ve işletme amaçlı olmak üzere 73 adet sondajla çalışmalara devam edilmiştir. 1976 yılında saha ile ilgili 1/25000 ölçekli jeolojik haritalar hazırlanarak, sahanın stratigrafi ve kısmen de tektoniği

aydınlatılmıştır. Sahanın 1979 yılında devletleştirilmesinden sonra da TKİ Kurumu tarafından DSİ ve EİE idaresine, havzanın kesin kömür varlığını ve işletme yöntemini kesin olarak belirlemek amacıyla, 1990 yılı sonuna kadar toplam 333 adet sondaj yaptırılmıştır. Bu sondajlarla; Çan ilçesi yerleşim alanı altında da kömür varlığının tespit edilmesinin yanında, tektonik açıdan değişkenlik gösteren Çan Havzasının yapısını daha iyi değerlendirebilmek mümkün olmuştur.

Ancak havzada bulunan linyit rezervinin santral amaçlı olarak değerlendirilmesinin kesinleşmesinden sonra, rezervin bütün boyutları ile belirlenebilmesi amacıyla işletme sondajlarına, sahada 1980 li yıllardan bu yana devam eden ve dekapaj ile üretim faaliyetlerini olumsuz yönde etkileyen heyelanların sebeplerinin araştırılması ve şev stabilitesi ile ilgili değerlerin bütün boyutları ile belirlenebilmesi amacıyla jeoteknik sondajların yapılmasına karar verilmiş olup, bu kapsamda TKİ-MTA arasında düzenlenen protokol çerçevesinde sondaj çalışmalarına 2001 yılında yeniden başlanmıştır.

Çan havzasında genel olarak tek bir linyit damarı oluşumu gözlenmekte olup kalınlık 0-35 m arasında değişmektedir. Havzada yapılan genel değerlendirme sonucunda ise ortalama linyit damarı kalınlığının 19,29 m olduğu, örtü tabakasının kalınlığı ise 30-300 m arasında değiştiği anlaşılmaktadır.

Katman eğimleri 0° - 20° arasında değişmektedir. 30° üzerindeki eğilimlere genellikle fay zonları civarında rastlanmaktadır. Eğim genel olarak Kuzey yönüne doğru olup, havzanın doğusundaki Çan-1 panosunda Güney-Güneybatı yönündedir. Katman doğrultuları ise havzada genel olarak Doğu-Batı yönündedir.

Havzada birbirine paralel ve kuzey-güney yönünde 6 adet, Kuzeydoğu-Güneybatı doğrultusunda 7 adet olmak üzere toplam 13 adet fay saptanmıştır. Faylar genellikle basamak faylar şeklinde gelişmiş olup, atımlarının 0-90 m arasında değiştiği, fayların eğimlerinin ise genellikle 45° civarında olduğu anlaşılmaktadır. Kömür serisinin oluşumu üzerinde orojenik hareketlerin yanı sıra, volkanik hareketlerinde etkisi bulunmaktadır.

4.2.3. Dekapaj

Açık işletme projesine göre maden yatağının üzerindeki örtü tabakasının delme+ patlatma yöntemi ile gevşetilmesi, kazılması, yüklenmesi, taşınması, toprak harmanına dökülmesi, serilmesi, harman sahasının düzeltilmesi, toprak harmanı ve kademe yollarının yapımı ve bakımı gibi çeşitli işlemlerin tamamıdır.

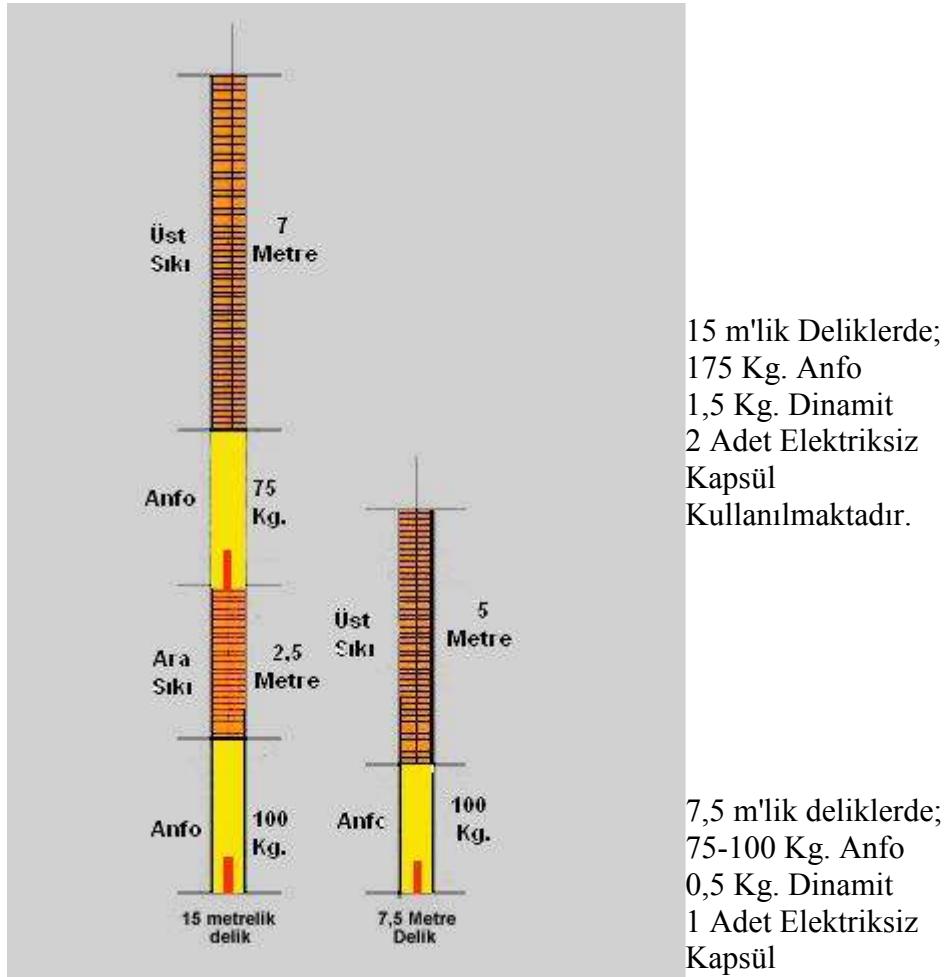
ÇLİ’de dekapaj faaliyetlerinde ekskavatör+kamyon grubu kullanılmaktadır. Kömür damarının üzerindeki örtü tabakası delik makinaları (9") ile delinerek uygun nitelikteki patlayıcı maddelerle patlatılarak gevşetilmekte ve daha sonra 20 yd³ kepçe kapasiteli elektrikli ekskavatörlerle kazılarak 77 tonluk toprak kamyonlarına yüklenmekte ve bu kamyonlar vasıtasıyla taşınarak toprak harmanlarına (kömürsüz alanlara) dökülmektedir. Bu amaçla dekapajda, 5 adet 20 yd³ kepçe kapasiteli elektrikli ekskavatör, 1 adet 6.5 yd³’lük hidrolik ekskavatör, 37 adet 85 tonluk ve 11 adet 45 tonluk toprak kamyonları kullanılmaktadır. Dekapaj faaliyetlerinde işletmenin ihtiyacına göre ihale yöntemi ile müteahhit imkanlarından da yararlanılmaktadır. ÇLİ dekapaj miktarları Çizelge 4.4’de verilmiştir.

Çizelge 4.4. ÇLİ’ de Yıllara Göre Dekapaj Miktarları (1000 m³)

| YILLAR | ÇLİ İNCELTME | MÜTEAHHİT | | | GENEL TOPLAM (P) | FİİLİ DEKAPAJ |
|--------|--------------|-----------|------------|---------|------------------|---------------|
| | | İNCELTME | KÖMÜR ÜSTÜ | TOPLAM | | |
| 2002 | 8500 | 12000 | | 12000 | 20500 | 21793 |
| 2003 | 8500 | 12600 | 5000 | 17600 | 26100 | 26668 |
| 2004 | 9000 | 17000 | 6000 | 23000 | 32000 | 29480 |
| 2005 | 9000 | 44500 | 3500 | 48000 | 57000 | 34313 |
| 2006 | 8000 | 28100 | 9900 | 38000 | 46000 | 39860 |
| TOPLAM | 43 000 | 144 200 | 24 400 | 138 600 | 181 600 | 152114 |

4.2.4. Patlatma

Kömür üzerindeki örtü tabakaları, kademe yüksekliğine göre ; delik çapı 9" olan delik makinaları ile 7x6x7,5 m veya 8x6x15m delik düzeni ile delinip patlatılarak gevşetilmektedir. İşletmede patlayıcı malzeme olarak ANFO, patlatıcı olarak da NONEL kapsül kullanılmaktadır. ÇLİ' de açılan patlatma deliklerinin kesit görüntüsü Şekil 4.4'de verilmiştir.



Şekil 4.4. ÇLİ' de açılan patlatma deliklerinin kesit görüntüsü

4.2.5. Kömür ve kömür üretimi

Kömür; ana elemanı karbon olan bitki kökenli madde olup, zaman içerisinde basınç altında bitkilerin sıcaklıkta değişmesi sonucu oluşmuştur. Kömür; karbon, hidrojen, oksijen ve azottan oluşan, içinde kükürt ve mineral maddeler ihtiva eden bir madendir. Üretimi kolay, verimi yüksek, ucuz ve temiz bir fosil yakıttır.

ÇLİ de 2001 ve 2002 yılı başı itibariyle yapılan sondajların da değerlendirmesiyle yapılan en son rezerv hesabı aşağıdaki çizelgede de görülmektedir.

Çizelge 4.5. ÇLİ'nin en son yapılan rezerv hesabı ve kömürün özellikleri

| | |
|------------------------------------|----------------------------|
| Görünür rezerv | 88.833.000 Ton |
| Üretilebilir rezerv | 69.321.800 Ton |
| Toplam dekapaj | 830.264.600 m ³ |
| Ortalama toprak – Kömür oranı | 11,98 m ³ / ton |
| Orijinal kömür alt ısı değer (AID) | 3023 Kcal/kg |
| Orijinal kömür ortalama nem | %23,65 |
| Orijinal kömür ortalama kül | %24,25 |
| Orijinal kömür ortalama Kükürt | %2,62 – 6,66 |
| Kömür yoğunluğu | 1,4 ton/m ³ |
| Ortalama kömür kalınlığı | 19,29 m. |

Çizelge 4.6. ÇLİ Kömürün kalorifik özelliğine göre rezerv dağılımı

| AID (Kcal /kg) | ÜRETİLEBİLİR REZERV (Ton) | % |
|-----------------|----------------------------|--------|
| 4.000-5.000 | 9.136.613 | 13,18 |
| 3.000-4.000 | 27.181.078 | 39,21 |
| 2.000-3.000 | 13.704.920 | 19,77 |
| 1.000-2.000 | 19.299.189 | 27,84 |
| TOPLAM | 69.321.800 | 100,00 |

Kömür üretimi, üzeri açılan kömür damarlarından yükleyici + kamyon grubuyla (kazı + yükleme + nakliye) üretilmektedir. Kömürün kazı + yükleme nakliyesi, ihale yöntemi ile müteahhit firmalar tarafından yapılmaktadır. Ocaktan kamyonlara yüklenen kömürler, yaklaşık 2,5 Km uzaklıktaki kriblaj tesisine taşınmaktadır. Bu kömürlerin tamamı hizmet satın alınması yöntemi ile çalışan müteahhit firma tarafından işletmeye ait tesislerde ayıklanmakta ve çuvallanmaktadır. Aynı anda müşterilere ait araçlara yüklenmektedir. ÇLİ yıllık kömür üretimi ve satışı Çizelge 4.7’de verilmiştir.

Çizelge 4.7. ÇLİ Yıllara Göre Kömür Üretimi ve Satışı (1.000 ton)

| YILLAR | TEVSİİ PROJESİNE GÖRE HAZIRLANACAK KÖMÜR | SOSYAL YARDIMLAŞMA FONUNA TESLİM EDİLEN KÖMÜR | İŞ PROGRAMINA GÖRE SATIŞ | | |
|--------|--|---|--------------------------|--------|--------|
| | | | TERMİK | PİYASA | TOPLAM |
| 2002 | 922 | - | ----- | 238 | 238 |
| 2003 | 1 738 | 24 | 115 | 304 | 443 |
| 2004 | 2 320 | 29 | 397 | 449 | 875 |
| 2005 | 2 403 | 31 | 577 | 455 | 1063 |
| 2006 | 2 458 | 67 | 762 | 612 | 1441 |
| TOPLAM | 9 838 | 151 | 1851 | 2058 | 4060 |

Açık işletme kömür madenciliğinde son yıllarda artan büyük ölçekli mekanize çalışmalar, fazla miktarda kömür üretimini sağlamakla birlikte çevresel açıdan önemli etkilere sahip olan büyük miktarda toz oluşumunu da beraberinde getirmiştir (Ghose and Majee, 2000). ÇLİ makine parkı içeriği ve personel durumları Çizelge 4.8 ve 4.9’da sırasıyla verilmiştir.

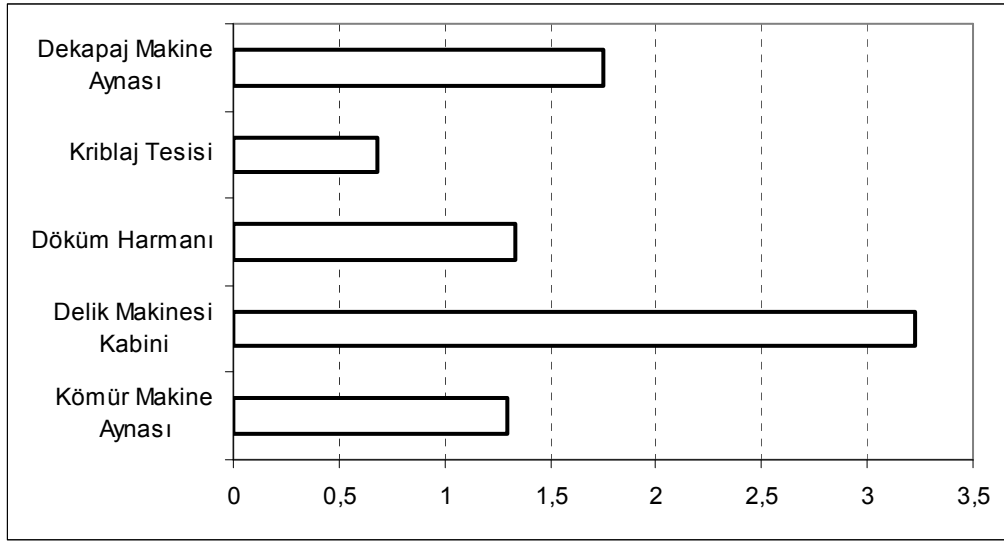
Çizelge 4.8. ÇLİ Makine Parkı

| CİNSİ | MARKASI | MODELİ | KAPASİTESİ | MİKTARI |
|-----------------------|-------------|-------------|---------------------|---------|
| ELEKTRİKLİ EKSKAVATÖR | MARİON | 191M-II | 20 YD ³ | 5 ADET |
| HİDROLİK EKSKAVATÖR | KOMATSU | PC1100 | 6.5 YD ³ | 1 ADET |
| AĞIR KAMYON | KOMATSU | HD 785-2 | 80 TON | 37 ADET |
| AĞIR KAMYON | KOMATSU | HD 465-3 | 45 TON | 9 ADET |
| SULAMA TANKERİ | KOMATSU | HD 465-3 | 45 TON | 2 ADET |
| BULLDOZER | KOMATSU | D 355 A-3 | 410 HP | 3 ADET |
| BULLDOZER | KOMATSU | D 155 A-1 | 320 HP | 8 ADET |
| PAYDOZER | CATERPİLLAR | CAT 824-C | 310 HP | 1 ADET |
| PAYDOZER | KAWASAKİ | 95 ZV | 340 HP | 1 ADET |
| YÜKLEYİCİ | VOLVO | 4400 S | 2.5 YD ³ | 3 ADET |
| YÜKLEYİCİ | CATERPİLLAR | CAT 920 | 1.5 YD ³ | 1 ADET |
| YÜKLEYİCİ | CATERPİLLAR | L 955 | 2 YD ³ | 1 ADET |
| YÜKLEYİCİ | CASE | W 20-C | 2.7 YD ³ | 1 ADET |
| YÜKLEYİCİ | KOMATSU | WA 800 | 11 M ³ | 1 ADET |
| TRAKTÖR KEPÇE | MASTAŞ | BK110 | 1.5 YD ³ | 1 ADET |
| GRAYDER | KOMATSU | GD825 A-2 | 280 HP | 1 ADET |
| GRAYDER | CATERPİLLER | 16 H | 286 HP | 2 ADET |
| KANAL AÇ.MAK. | ÇUKUROVA | 755 | 1.1 YD ³ | 1 ADET |
| VİNÇ | HİTACHİ | FK 180 | 50 TON | 1 ADET |
| VİNÇ | TEREX | CD 115 | 10 TON | 1 ADET |
| DELİK MAKİNESİ | REED DRİLL | SK 50T | 9 İNÇ | 1 ADET |
| FORKLİFT | İSMAK | RECORD | 4 TON | 1 ADET |
| FORKLİFT | HERCÜ | D-60 | 6 TON | 1 ADET |
| LASTİK TAK.MAK. | ÇUKUROVA | ÇF 80 | 8 TON | 1 ADET |
| SONDAJ MAK. | MORSET | 1984 | 2.5 İNÇ | 1 ADET |
| YOL SİLİNDİRİ | BOMAG | 211 R-3 | 80 HP | 1 ADET |
| YÜKLEYİCİ | KOMATSU | WA500_3SH | 5 M ³ | 1 ADET |
| HİDROLİK EKSKAVATÖR | KOMATSU | PC 400 LC-7 | 2,6 M ³ | 1 ADET |
| TOPLAM | 89ADET | | | |

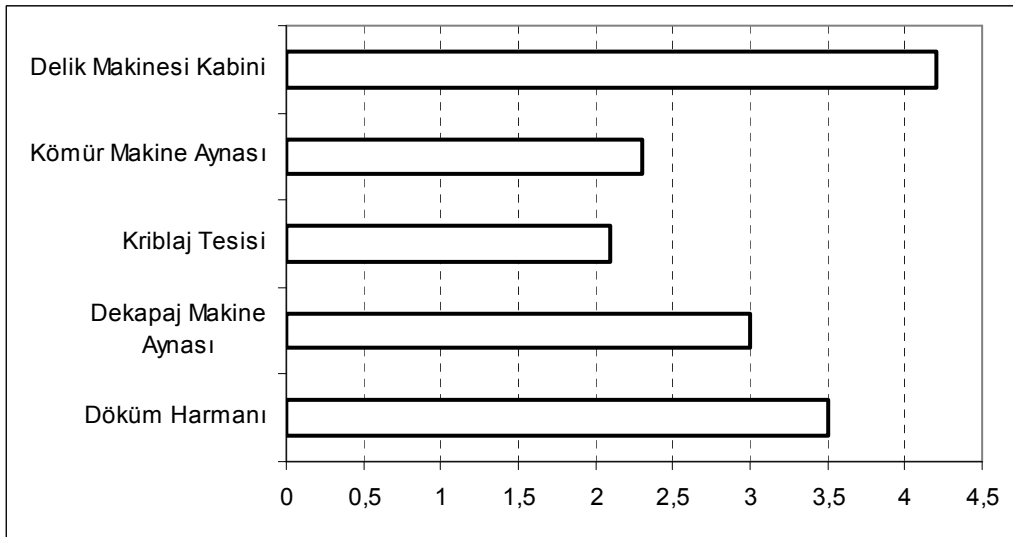
Çizelge 4.9. ÇLİ Personel Durumu

| MEMUR KADRO DURUMU | Sayı |
|--------------------------|------|
| 1 NOLU CETVEL | 6 |
| 2 NOLU CETVEL | 113 |
| TOPLAM | 119 |
| MEMUR PERSONEL DAĞILIMI | |
| İşletme Müdürü | 1 |
| İşletme Md. Yar.(Teknik) | 1 |
| İşletme Md. Yar. (İdari) | - |
| Başuzman | 3 |
| Teknik Uzman | 1 |
| Sivil Savunma Uzmanı | 1 |
| Maden Başmühendisi | 6 |
| Makine Başmühendisi | 3 |
| Elektrik Başmühendisi | 1 |
| Maden Mühendisi | 9 |
| Elektrik Mühendisi | 4 |
| Makine Mühendisi | 5 |
| Harita Mühendisi | 2 |
| Jeoloji Mühendisi | 1 |
| Kimya Mühendisi | 2 |
| Maden Teknikeri | 2 |
| İnşaat Mühendisi | 1 |
| Teknisyen | 2 |
| Şef | 12 |
| Avukat | 1 |
| Memur | 25 |
| Veznedar | 2 |
| Sağlık Memuru | 1 |
| Koruma Güvenlik Amiri | 1 |
| Grup Şefi | 4 |
| Koruma Görevlisi | 28 |

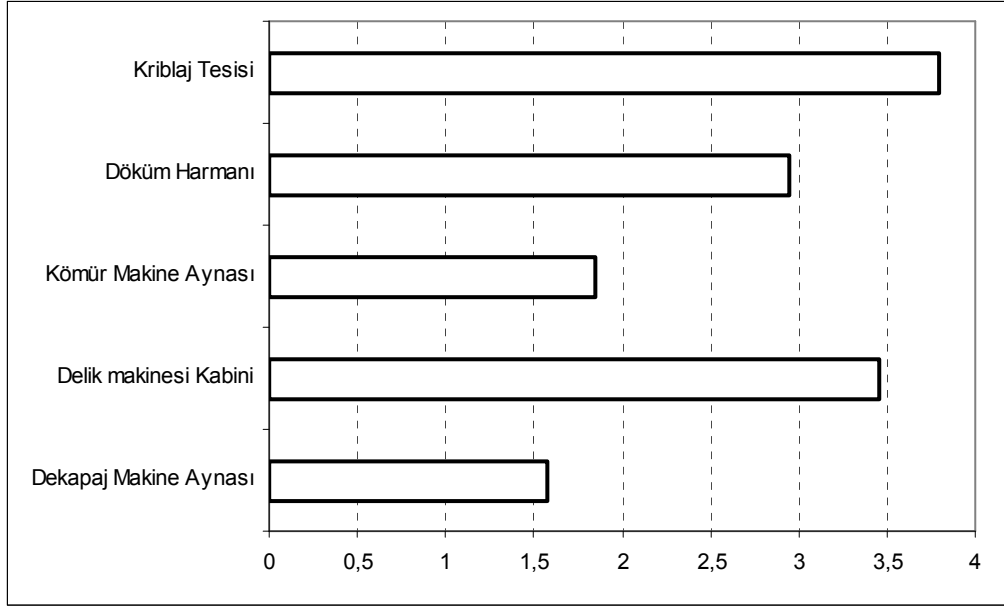
ÇLİ'nde 1995-2005 yıllarında 5 farklı istasyonda yapılmış olan toz ölçümlerinden elde edilen değerler yıllık bazda değerlendirilmiş ve sırasıyla aşağıdaki şekillerde gösterilmiştir.



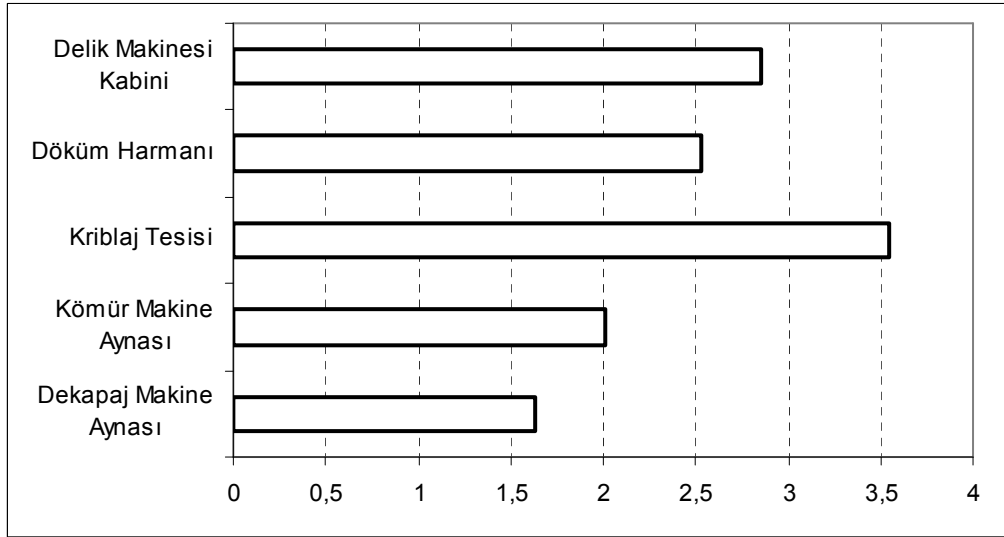
Şekil 4.5.ÇLİ 1995 Yılı Toz Ölçüm Değerleri



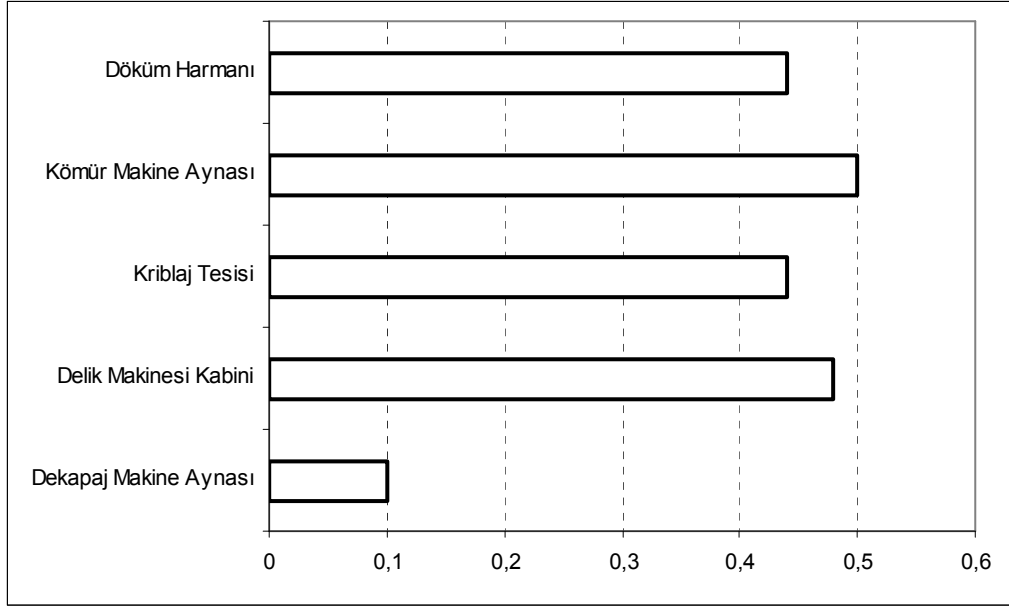
Şekil 4.6. ÇLİ 1996 Yılı Toz Ölçüm Değerleri



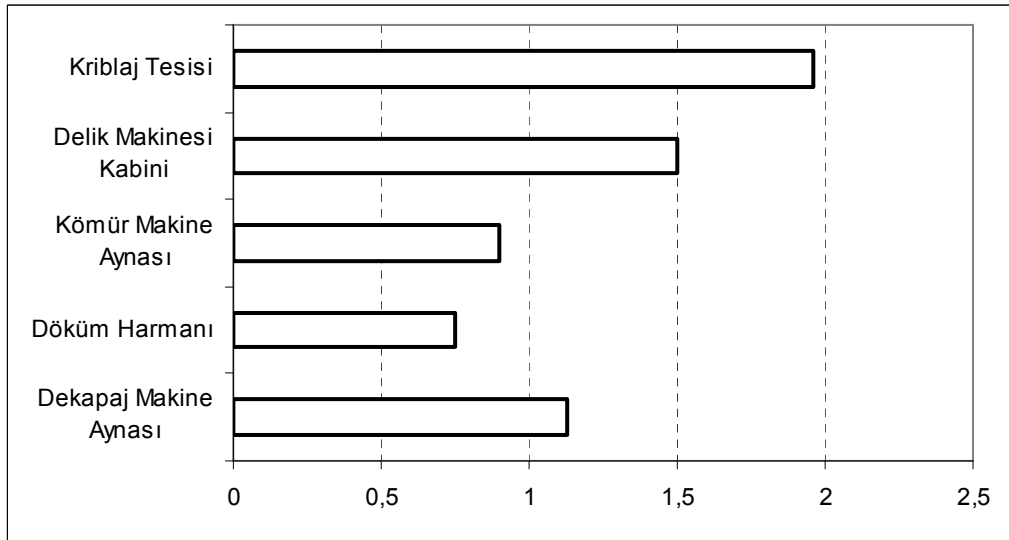
Şekil 4.7. ÇLİ 1998 Yılı Toz Ölçüm Değerleri



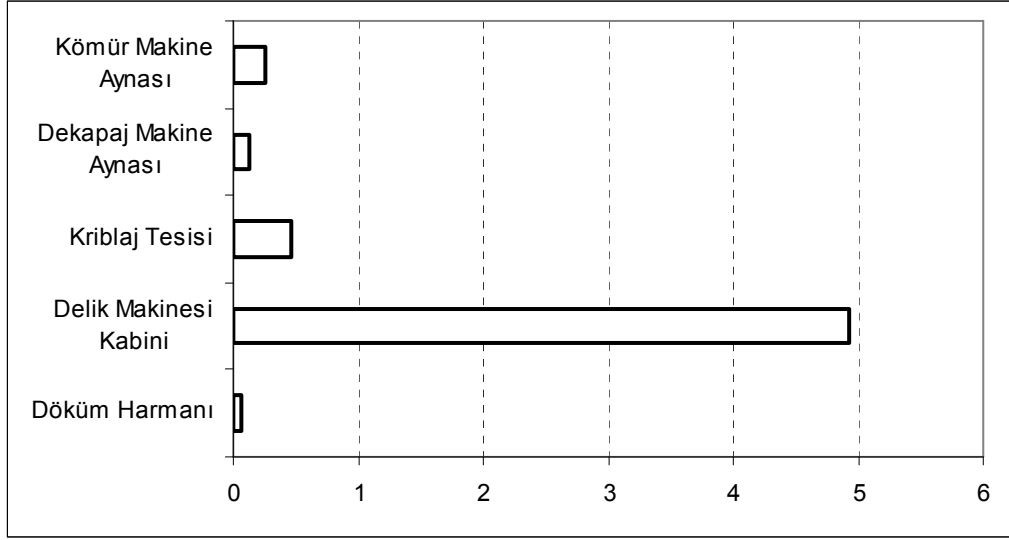
Şekil 4.8. ÇLİ 1999 Yılı Toz Ölçüm Değerleri



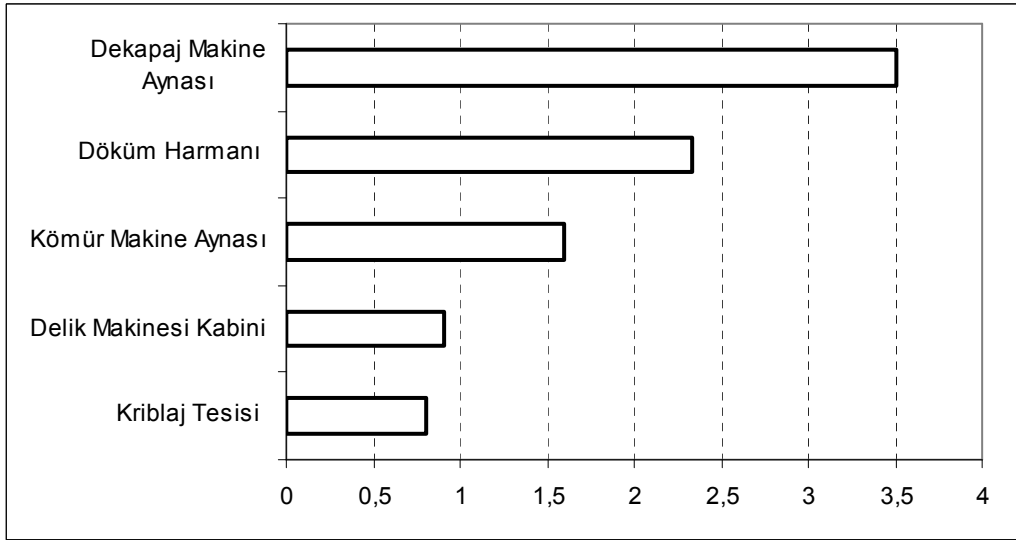
Şekil 4.9. ÇLİ 2001 Yılı Toz Ölçüm Değerleri



Şekil 4.10. ÇLİ 2003 Yılı Toz Ölçüm Değerleri



Şekil 4.11. ÇLİ 2004 Yılı Toz Ölçüm Değerleri



Şekil 4.12.ÇLİ 2005 Yılı Toz Ölçüm Değerleri

4.2.6. an Linyit İşletmelerindeki Toz Koşullarının İstatistiksel Analizi

TKİ'ye bağlı an Linyit İşletmeleri (Lİ) 'nde 1994-2005 yılları arasında yapılmış olan toz ölçüm sonuçlarından elde edilmiş ortalama toz konsantrasyonu değerleri kullanılarak işletmenin birimleri (dekapaj döküm harmanı, dekapaj makine aynası, kömür makine aynası, delici makine kabini, kriblaj tesisi) arasında tozluluğun kıyaslanması ve birimlere göre değerlendirilmesi amacıyla istatistiksel analiz yapılmıştır. Lİ açık ocaklarının genel görünümü Şekil 4.13 ve 4.14'de verilmiştir.



Şekil 4.13. an ilçesi ve ocak sahasının genel görünümü



Şekil 4.14. ÇLİ ocakları genel görünümü

İstatistiksel analizde “varyans analizi” kullanılmıştır. ÇLİ ortalama toz konsantrasyonunu etkileyen yıllar ve birim bağımsız değişkenlerinin iki olması nedeniyle “İki yönlü varyans analizi” uygulanmıştır.

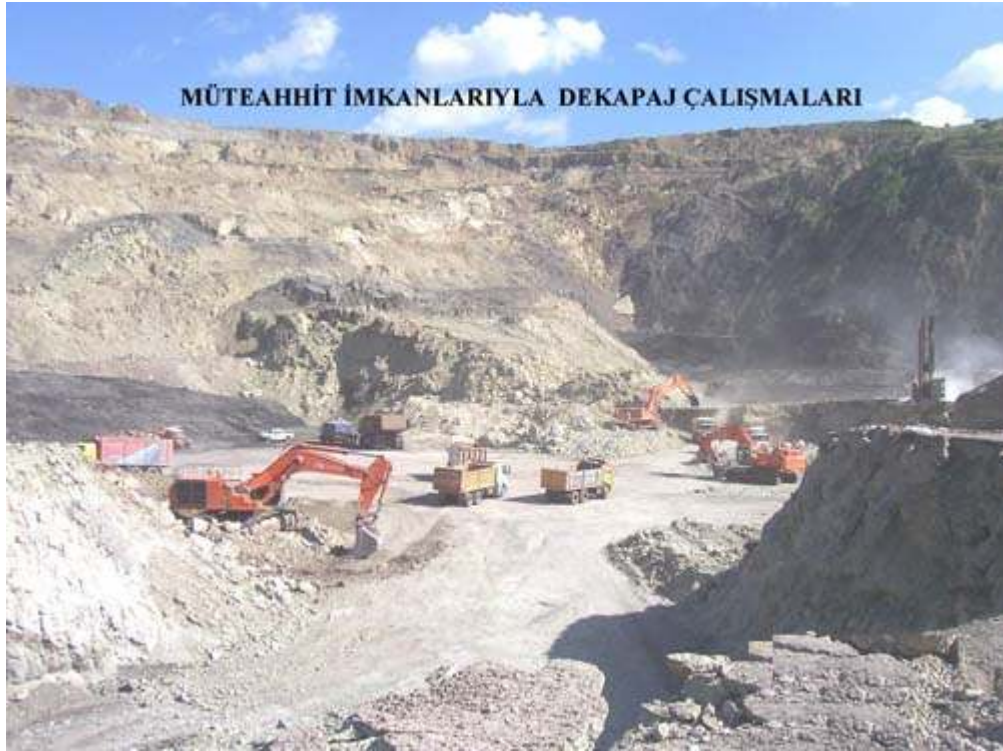
Çan linyitleri işletmesinde, yönetmelik gereği, yılda bir defa beş farklı istasyonda toz ölçümü yapılmaktadır. Toz ölçümünde kullanılan alet gravimetrik esaslı (mg/m^3) AFC 123 isimli cihazdır. Toz ölçüm istasyonlarının kodları, açıklamaları ve görünümleri sırasıyla aşağıda verildiği gibidir.

1 : Dekapaj Döküm Harmanı



Şekil 4.15. ÇLİ Dekapaj döküm harmanı genel görünümü

2 : Dekapaj Makine Aynası



Şekil 4.16. ÇLİ Dekapaj çalışmaları genel görünümü

3 : Kömür Makine Aynası



Şekil 4.17. ÇLİ Kömür alışmaları genel görünümü

4 : Delici Makinesi



Şekil 4.18. ÇLİ Delici makine genel görünümü

5 : Eleme Tesisi



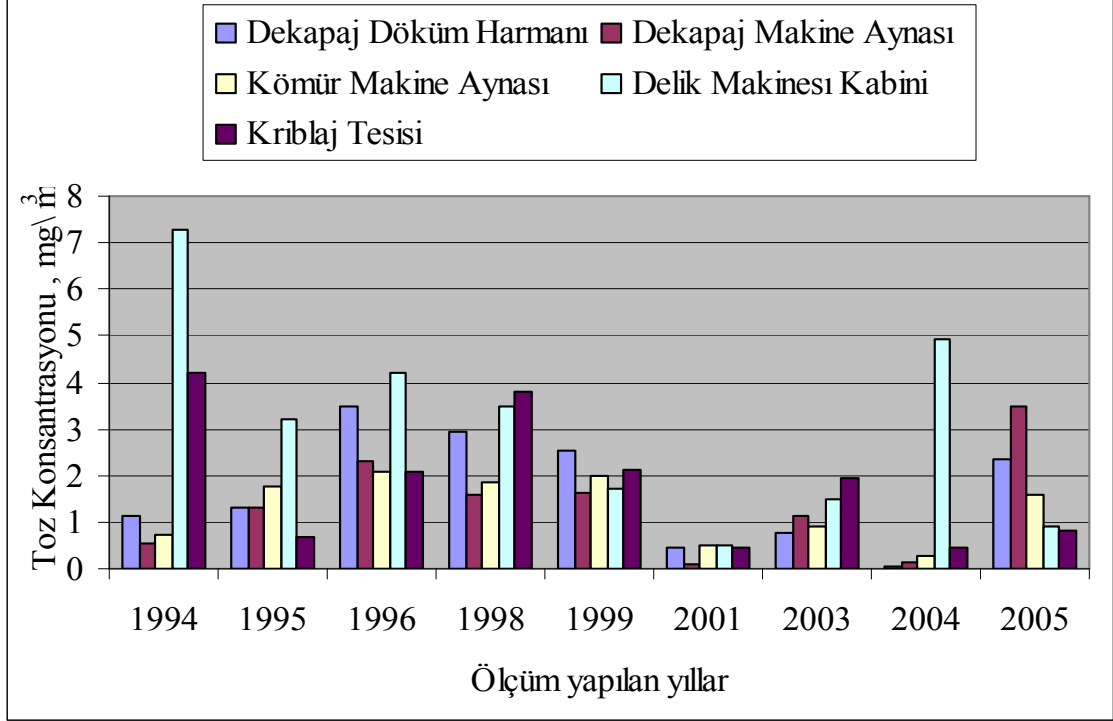
Şekil 4.19. ÇLİ Eleme tesisleri genel görünümü

Yukarıda görünümleri verilen istasyon noktalarında 1994-2005 yılları arasında yapılmış olan toz ölçüm çalışmalarından elde edilen değerler Çizelge 4.10'da verilmiştir.

Çizelge 4.10. ÇLİ Yıllar ve Birimlerin Ortalama Toz Konsantrasyon Değerleri(mg/m³)

| Yıllar | Ölçüm Noktaları | | | | |
|----------|---------------------------|---------------------------|-------------------------|---------------------------|--------------------|
| | Dekapaj Döküm Harmanı (1) | Dekapaj Makine Aynası (2) | Kömür Makine Aynası (3) | Delik Makinesi Kabini (4) | Kriblaj Tesisi (5) |
| 1994 | 1,12 | 0,52 | 0,73 | 7,29 | 4,20 |
| 1995 | 1,33 | 1,30 | 1,75 | 3,23 | 0,68 |
| 1996 | 3,50 | 2,30 | 2,10 | 4,20 | 2,10 |
| 1998 | 2,95 | 1,58 | 1,85 | 3,46 | 3,80 |
| 1999 | 2,53 | 1,63 | 2,01 | 1,71 | 2,13 |
| 2001 | 0,44 | 0,10 | 0,50 | 0,48 | 0,44 |
| 2003 | 0,75 | 1,13 | 0,90 | 1,50 | 1,96 |
| 2004 | 0,06 | 0,13 | 0,25 | 4,92 | 0,46 |
| 2005 | 2,33 | 3,50 | 1,60 | 0,91 | 0,80 |
| Ortalama | 1,668 | 1,350 | 1,299 | 3,077 | 1,841 |

Çizelge 4.10'daki değerler kullanılarak Şekil 4.20. çizilmiştir.



Şekil 4.20. ÇLİ yıllar ve birimler bazında toz konsantrasyonunun grafiksel gösterimi

ÇLİ'ye ait ortalama toz konsantrasyonu değerleri kullanılarak yıllar ve işletmenin birimleri arasında kıyaslama yapılması amacıyla “ İki Yönlü Varyans Analizi ” kullanılmıştır. ÇLİ ortalama toz konsantrasyonu değerini etkileyen yıllar ve birimler olmak üzere iki faktör olması nedeniyle “ İki Yönlü Varyans Analizi ” uygulanmıştır. Bu analiz neticesinde elde edilen sonuçlar aşağıdaki tabloda gösterilmiştir.

Çizelge 4.11.ÇLİ' ye Ait Yıllar ve Birimler İçin İki Yönlü Varyans Analizi

| Varyans Kaynağı | SS | Df | MS | F | P-değeri |
|-----------------|----------|----|----------|----------|----------|
| Satırlar | 28,10124 | 8 | 3,512655 | 2,200305 | 0,054258 |
| Sütunlar | 18,81001 | 4 | 4,702502 | 2,945618 | 0,035184 |
| Hata | 51,08607 | 32 | 1,59644 | | |
| Toplam | 97,99732 | 44 | | | |

Yıllar ve ölçüm yapılan birimlerin tozluluk koşullarını değerlendirmek amacıyla öncelikle yıllar için hipotez testleri kurulmuş ve bu testler aşağıda verilmiştir.

$$H_{0 \text{ Yıllar}} : \beta_i = 0 \quad i = 1, \dots, 9$$

$$H_{1 \text{ Yıllar}} : \beta_i \neq 0$$

Ölçüm yapılan yıllar faktörüne ilişkin kurulan hipoteze göre $F_{0.95}(8,32)$ alınarak F tablosundan $F_{\text{tablo}} = 2,244$ olarak okunmuştur. $F_{\text{yıllar}} < F_{\text{tablo}}$ olduğundan % 5 anlam düzeyinde, H_0 hipotezi kabul edildiğinden, ölçüm yapılan yıllar faktörünün kritik etki yaratmadığı dolayısıyla yıllar arasında farklılaşmanın olmadığı söylenebilir.

Benzer şekilde ölçüm yapılan birimler için de aşağıda verilen hipotez testleri kurulmuştur.

$$H_{0 \text{ Birim}} : \alpha_1 = \dots = \alpha_5 = 0$$

$$H_{1 \text{ Birim}} : \alpha_1 \neq \dots \neq \alpha_5 \neq 0$$

Birim faktörüne ilişkin kurulan hipoteze göre $F_{0.95}(4,32)$ alınarak F tablosundan $F_{\text{tablo}} = 2,668$ olarak okunmuştur. $F_{\text{birim}} > F_{\text{tablo}}$ olduğundan % 5 anlam düzeyinde, H_0 hipotezi ret edildiğinden, birim faktörünün kritik etki yarattığı dolayısıyla birimler arasında farklılaşmanın olduğu söylenebilir.

H_0 hipotezi ret edildiğinden, birimlerin tozluluk koşullarını karşılaştırmak için “Tukey” testi kullanılmıştır.

İstatistiksel tablodan elde edilen kritik değer $q_u = 4,088$, MSE değeri Çizelge 4.11’den 1,59644 ve r değeri de 9 alınarak kritik sınır 1,72173 hesaplanmıştır. Bununla beraber işletmelerin tozlulukları arasındaki mutlak farklar da hesaplanarak Çizelge 4.12’de verilmiştir.

Çizelge 4.12. ÇLİ'ye Ait Değerlerin Tukey Testi İle Çoklu Kıyaslaması

| Kıyaslama | Mutlak fark | Kritik sınır | Yorum |
|-----------|-------------|--------------|---|
| 1 – 2 | 0,313 | 1,72173 | 1. birim toz konsantrasyonu 2. den farklı değil |
| 1 – 3 | 0,369 | 1,72173 | 1. birim toz konsantrasyonu 3. den farklı değil |
| 1 – 4 | 1,409 | 1,72173 | 1. birim toz konsantrasyonu 4. den farklı değil |
| 1 – 5 | 0,173 | 1,72173 | 1. birim toz konsantrasyonu 5. den farklı değil |
| 2 – 3 | 0,056 | 1,72173 | 2. birim toz konsantrasyonu 3. den farklı değil |
| 2 – 4 | 1,727 | 1,72173 | 2. birim toz konsantrasyonu 4. den farklı |
| 2 – 5 | 0,487 | 1,72173 | 2. birim toz konsantrasyonu 5. den farklı değil |
| 3 – 4 | 1,778 | 1,72173 | 3. birim toz konsantrasyonu 4. den farklı |
| 3 – 5 | 0,542 | 1,72173 | 3. birim toz konsantrasyonu 5. den farklı değil |
| 4 - 5 | 1,236 | 1,72173 | 4. birim toz konsantrasyonu 5. den farklı değil |

Çizelge 4.12 adı geçen tüm birimlerin tozluluk koşullarının karşılaştırılması amacıyla hazırlanmış olup, değerlendirildiğinde en yüksek tozluluk farkının 3 ve 4 nolu ölçüm noktaları olan kömür makine aynası ile delici makinesi kabini arasında olduğu ve ortalama toz konsantrasyonları değerlendirildiğinde de 4 nolu ölçüm noktası olan delici makinesi kabininin en fazla toz konsantrasyonuna sahip olduğu gözlenmiştir.

Maden ve Taş Ocakları ve Tünel Yapımında Tozla Mücadeleyle İlgili Yönetmeliği'ne göre Eşik Sınır Değer (ESD) = $25 / \%SiO_2$ (mg/m^3) formülünden hesaplanır. SiO_2 içeriği % 5'den az olduğu takdirde ESD $5 mg/m^3$ olarak kabul edilir denilmektedir. TKİ'ye bağlı ÇLİ'nde Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği Merkezi (İSGÜM) tarafından yapılan kuvars analizleri neticesinde solunabilir SiO_2 konsantrasyonu % 1 olarak tespit edilmiştir. Böylece ESD değerinin $5 mg/m^3$ olduğu ve işletmenin toz ölçümü değerlerinin ESD değerini aşmadığı görülmektedir. Sonuç olarak işçi sağlığı açısından tozluluğun bir problem yaratmadığı tespit edilmekle beraber, mevcut tozla mücadele çalışmaları da sürdürülmelidir.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

- ✓ TKİ'ye bağlı işletmeler tozluluk açısından değerlendirildiğinde işletmeler arasında farklılık olduğu ve en yüksek toz konsantrasyonuna sahip olan işletmenin Yeniköy Linyit İşletmeleri (YLI) olduğu saptanmıştır. Bu mevcut durumdaki farklılığın sebepleri:
 - Kaynak madenin jeolojik , fiziksel ve kimyasal yapısı ve parça boyutu,
 - Nem oranı , yağmur ve buharlaşma ,
 - Rüzgar hızı olarak söylenebilir.
- ✓ TKİ'ne bağlı işletmelerin alt birimleri arasında (dekapaj döküm harmanı, dekapaj makine aynası ve kömür makine aynası) toz konsantrasyon değerlerinde bir farklılık olmadığı saptanmıştır.
- ✓ ÇLİ toz konsantrasyon değerleri yıllar bazında incelendiğinde bir farklılık olmadığı saptanmıştır.
- ✓ ÇLİ'ne bağlı işletmelerin alt birimleri arasında (dekapaj döküm harmanı, dekapaj makine aynası, kömür makine aynası, delici makinesi ve eleme tesisleri) toz konsantrasyon değerlerinde bir farklılık olduğu ve en yüksek toz konsantrasyonuna sahip olan alt birimin delici makinesi olduğu saptanmıştır.
- ✓ ÇLİ'nden alınan toz numunelerinin Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği Merkezi (İSGÜM) tarafından yapılan kuvars analizleri neticesinde solunabilir SiO₂ konsantrasyonu % 1 olarak tespit edilmiştir. Maden ve Taş Ocakları ve Tünel Yapımında Tozla Mücadeleyle İlgili Yönetmeliği'ne göre Eşik Sınır Değer (ESD) olarak kabul edilen SiO₂ konsantrasyonu % 5'i geçemez denilmektedir. Böylece ÇLİ solunabilir SiO₂ konsantrasyonu değerinin yönetmelikte belirtilen ESD değerini aşmadığı ve toz konsantrasyonu açısından bir sakınca yaratmadığı görülmektedir.

- ✓ TKİ'ne bağlı işletmelerde yapılan toz ölüm değerleri incelendiğinde, Maden ve Taş Ocakları ve Tünel Yapımında Tozla Mücadeleyle İlgili Yönetmeliği'ne göre işçi sağlığı bakımından sakınca oluşturabilecek bir toz konsantrasyonuna rastlanmamıştır. Bununla beraber, incelenilen toz ölüm raporlarının belirli bir standardı olmamasından dolayı yapılacak değerlendirmelerde zorluk yaşanabileceği görülmüştür. Bu nedenle, yapılan toz ölüm sonuçlarının belirli bir formata uygun olarak hazırlanması ve ilgili kurumlara bu formatla sunulması, bu alanda yapılabilecek olan çalışmaların daha sağlıklı yürütülmesine olanak sağlayacaktır.

KAYNAKLAR DİZİNİ

Ayvazoğlu, E., 1984, Madenlerde Havalandırma ve Emniyet, İ.T.Ü. Maden Fakültesi.

Baysal, F., 1979, İşyerlerinde Toz Sorunu, VI. Türkiye Madencilik, Bilimsel ve Teknik Kongresi, TMMOB Yayını.

Davies, C.N., 1987, The effects of Abnormal Physical Conditions at Work.

Ersoy, A., 2000, Madencilik ve Çevre, Çukurova Üniversitesi Mühendislik - Mimarlık Fakültesi Yayınları .

Ghose, M.K. and Majee, S.R., 2000, Sources of air pollution due to coal mining and their impacts in Jharia coalfield, Environment International, 26, 81-85.

Ghose, M.K., 2007, Opencast Coal Mining in India: Analyzing and Addressing the Air Environmental Impacts, Environmental Quality Management, 71-87.

Güyagüler, T., 1982, Toz Oluşumunu Etkileyen Faktörler, Türkiye 3.Kömür Kongresi Bildirileri Kitabı.

ILO, 2000, Encyclopedia of Occupational Health and Safety.

Mc Cunney R.,1988, Handbook of Occupational Medicine .

Öztürk, M., 2005, Toz ve Pnömkonyozla Mücadele, TTK İş Güvenliği Daire Başkanlığı.

Saltoğlu, S., 1970, Maden İşletmelerinde Toz ve Silikozla Mücadele, İ.T.Ü. Maden Fakültesi Yayını.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam ediyor)

Sengupta, M., 1990, Mine Environmental Engineering .

Tonguç, E., 1992, Meslek Hastalıkları Kılavuzu, TTB yayını.

Tozla Mücadele Yönetmeliği, 14.9.1999 Tarih 20635 Sayılı R.G.

Ünver, Ö., 1986, Uygulamalı İstatistiksel Yöntemler.