



**KALKER OCAKLARINDA OCAK SULARININ VE DELME-PATLATMA
İŞLEMLERİNİN İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ ÜZERİNE ETKİLERİNİN
ARAŞTIRILMASI**

UTKU MERİÇ AYKAL

OCAK 2018

**KALKER OCAKLARINDA OCAK SULARININ VE DELME-PATLATMA
İŞLEMLERİNİN İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ ÜZERİNE ETKİLERİNİN
ARAŞTIRILMASI**

**ÇANKAYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
YÜKSEK LİSANS TEZİ**

UTKU MERİÇ AYKAL

**İŞ SAĞLIĞI VE İŞ GÜVENLİĞİ PROGRAMI
YÜKSEK LİSANS TEZİ**

OCAK 2018

Tez Başlığı: **Kalker Ocaklarında Ocak Sularının ve Delme-Patlatma İşlemlerinin İş Sağlığı ve Güvenliği Üzerine Etkilerinin Araştırılması**

Tezi Hazırlayan: **Utku Meriç AYKAL**

Çankaya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Onayı.



Prof. Dr. Can ÇOĞUN

Fen Bilimleri Enstitü Müdürü

Bu tezin yüksek lisans derecesi elde etmek için gerekli koşulları sağladığımı onaylarım.



Prof. Dr. Serhat KÜÇÜKALİ

Bölüm Başkanı

Bu tez, tarafımdan incelenmiş olup yüksek lisans tezi olarak uygun bulunmuştur.



Prof. Dr. Müfit GÜLGEÇ

Tez Danışmanı

Tez Jüri Tarihi: 19.01.2018

Tez Jüri Üyeleri:

Prof. Dr. Müfit GÜLGEÇ (Çankaya Üniv.)

Prof. Dr. Can ÇOĞUN (Çankaya Üniv.)

Prof. Dr. Tevfik GÜYAGÜLER (Orta Doğu Teknik Üniv.)



**ÇANKAYA ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
MÜDÜRLÜĞÜ'NE**

Bu belge ile bu tezdeki bütün bilgilerin akademik kurallara ve etik davranış ilkelerine uygun olarak toplanıp sunulduğunu beyan ederim. Bu kural ve ilkelerin gereği olarak, tez çalışmamda bana ait olmayan tüm veri, düşünce ve sonuçları bilimsel etik kurallar gözeterek ifade ettiğimi ve kaynağını gösterdiğimi ayrıca beyan ederim.

Adı, Soyadı: Utku Meriç AYKAL

İmza: 

Tarih: 19.01.2018

ÖZET

KALKER OCAKLARINDA OCAK SULARININ VE DELME-PATLATMA İŞLEMLERİNİN İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ ÜZERİNE ETKİLERİNİN ARAŞTIRILMASI

AYKAL, Utku Meriç

Yüksek Lisans Tezi, İş Sağlığı ve İş Güvenliği Programı

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Müfit GÜLGEÇ

Ocak 2018, 118 Sayfa

Bu çalışma ile kalker sahalarında proses gereği tüm çalışmaların, güvenli sürdürülmesi için gereken proaktif yaklaşımlar incelenmiş, kalker rezervi kazanımı için gereken çalışmalar sırasında meydana gelebilecek risk unsurlarının nasıl en aza indirilebileceği araştırılmıştır. Gerekli saha çalışmaları yapılmış ve iş kazaları, “Mühendislik Metotlar Yöntemi” uygulamaları ile asgariye indirilmeye çalışılmış yani olası iş kazalarına kökten tedbir alınmaya çalışılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Mühendislik Metotları, Kalker Sahalarında İş Güvenliği

ABSTRACT

A RESEARCH OF THE QUARRY WATER AND DRILLING-BLASTING OPERATIONS IN LIMESTONE QUARRIES EFFECTS OF THE OCCUPATIONAL HEALTH AND SAFETY

AYKAL, Utku Meriç

Master's Thesis, Occupational Health and Occupational Safety Program

Thesis Supervisor: Prof. Dr. Müfit GÜLGEÇ

January 2018, 118 Pages

This study investigated the proactive approaches to ensure safe operation of all the processes in the limestone fields and investigated how to minimize the elements' of risk that may occur during the necessary work to acquire limestone reserves. The required field studies have been implemented and occupational accidents were tried to be reduced by "Engineering Methods Technique" applications, that is, efforts have been taken to prevent possible occupational accidents.

Key Words: Engineering Methods, Occupational Safety in Limestone Fields

TEŞEKKÜR

Tez çalıŐmalarım sũresince değerli yardım ve katkılarıyla beni bilgilendiren ve yũnlendiren tez danıŐmanım Prof. Dr. Mũfit GũLGE e ve saha çalıŐmalarım esnasında benden yardım ve desteklerini esirgemeyen tũm çalışma arkadaŐlarım teŐekkũrũ bir borç bilirim.



İÇİNDEKİLER

ÇANKAYA ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜ'NE	İİ
ÖZET.....	İV
ABSTRACT.....	V
TEŞEKKÜR.....	Vİ
İÇİNDEKİLER	Vİİ
ŞEKİLLER LİSTESİ	İX
TABLolar LİSTESİ.....	Xİİ
SEMBOL VE KISALTMALAR LİSTESİ	Xİİ

BÖLÜMLER:

1. GİRİŞ	1
2. İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ.....	3
2.1 İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİNİN ÖNEMİ.....	3
2.2 İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİNİN AMACI.....	5
2.3 İŞ SAĞLIĞI VE İŞ GÜVENLİĞİ'NİN TARİHSEL GELİŞİMİ.....	6
2.4 TÜRKİYEDE İŞ GÜVENLİĞİ	10
2.5 İŞ GÜVENLİĞİNDE MESLEK HASTALIKLARININ ÖNEMİ.....	13
2.6 İŞ GÜVENLİĞİNDE RİSK ANALİZİ.....	16
2.6.1 Risklerin Belirlenmesi ve Analizi.....	17
2.6.2 Risk Analiz Yöntemleri	17
2.6.3 Neden Risk Analizi?	19
3. MADENLERDE ÜRETİM.....	20
3.1 MADENLERDE FAALİYET VE ÜRETİMLER.....	20

3.2 KAYAÇ TÜRLERİ.....	21
3.3 MADENLERİN İŞLETİLME VE REZERV KAZANIM YÖNTEMLERİ ...	22
4. AÇIK İŞLETME MADENCİLİĞİNDE İŞ GÜVENLİĞİ.....	28
4.1 AÇIK İŞLETMELERDE İŞ GÜVENLİĞİNE ETKİ EDEN KRİTERLER	28
4.2 AÇIK İŞLETMELERDE İŞ GÜVENLİĞİNİ SAĞLAMA YÖNTEMİ.....	31
4.3 AÇIK İŞLETME MADENCİLİĞİNDE İŞ GÜVENLİĞİ AÇISINDAN ÖNEMLİ OLAN 3 KRİTERİN İNCELENMESİ.....	32
4.3.1 Basamak Durumu ve Şev Duyarlılığı	33
4.3.1.1 Şev Stabilitesine Etki Eden Durumlar	35
4.3.1.2 Şev Stabilitesi Planlamaları	40
4.3.1.3 Saha İncelemeleri	42
4.3.1.4 Kayma Türü Yenilmeler	43
4.3.1.5 Şev Stabilite Çalışmaları	47
4.3.1.6 Kayma Analizleri.....	50
4.3.1.7 Yerüstü Açık Maden İşletmeciliğinde Şev Yüksekliği ve Şev Açısının İş Güvenliği Açısından Önemi.....	58
4.3.1.8 Açık İşletmelerde Şev Genişliğinin İş Güvenliği Açısından Önemi	59
4.3.1.9 Şevlerde Kayma Hareketlerine Karşın Alınacak Önlemler.....	60
4.3.2 Ocak Sularının Açık İşletmelerde İş güvenliğine Etkisi.....	60
4.3.2.1 Yeraltı Suyu Hareketi	62
4.3.2.2 Kalker Sahalarında Yeraltı Su Probleminin Aşılma Yöntemi.....	63
4.3.3 Açık İşletmelerde Delme-Patlatma Faaliyetleri.....	64
4.3.3.1 Patlatma Faaliyetlerinin İş Güvenliği İle İlişkisi.....	65
4.3.3.2 Delme Patlatma Faaliyeti Sırasında ve Sonrasında Alınması Gereken Önlemler.....	66
5. AÇIK İŞLETMELERDE İŞ GÜVENLİĞİ AÇISINDAN RİSK TEŞKİL EDEN OCAK SUYU PROBLEMİ VE DELME-PATLATMA FAALİYETLERİNE YÖNELİK SAHA GÖZLEM-ANALİZ ÇALIŞMASI.....	69
5.1 OCAK SUYU PROBLEMİNE KARŞI YAPILAN SAHA ÇALIŞMASI.....	69
5.1.1 Saha Çalışması Adımları	70

5.2 SULU ZEMİN PATLATMALARINDAN KAYNAKLI İŞ VE ÇEVRE GÜVENLİĞİ PROBLEMİNE KARŞI YAPILAN SAHA ÇALIŞMASI (İNFİLAKLI FİTİL VEYA SIRALI KAPSÜL KULLANIMININ İŞ GÜVENLİĞİNE ETKİLERİ).....	76
5.2.1 Delme-Patlatma Faaliyetlerinin Güvenli İcrası İçin Saha Çalışması Adımları.....	80
5.2.1.1 İnfilaklı Fitol İle Yapılan Patlatma Faaliyetleri ve Çevresel Güvenlik Etkileri	80
5.2.1.2 Sıralı (Milisaniye) Kapsüller İle Yapılan Patlatma Faaliyetleri ve Çevresel Güvenlik Etkileri	95
5.2.1.3 Saha Gözlem Çalışmaları Sonrası Sonuç	109
6. SONUÇ VE ÖNERİLER	112
KAYNAKÇA.....	117

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 3.1: Hammadde Döngüsü	20
Şekil 3.2: Açık İşletme Kalker Ocağı	23
Şekil 3.3: Şev Geometrisi	24
Şekil 3.4: Maden Çalışmalarında Kullanılan İş Makinalarının Bir Kısmı (Loader, Paletli Ekskavatör-Kırıcı, Keççe, Lastikli Ekskavatör, Greyder, Mini Ekskavatör, Kamyonlar)	25
Şekil 3.5: Delme-Patlatma İşlemi İçin Delik Delmeye Yarayan Son Teknoloji Rock Delici.....	26
Şekil 4.1: Dekapaj ve Dolgu Çalışması Adımları.....	29
Şekil 4.2: Açık İşletmelerde İş Güvenliği Sağlama Kriterleri Önem Düzeyi.....	30
Şekil 4.3: Güvenlik Katsayısının Şev Yüksekliği ve Şev Açısına Bağlı Değişimini Gösteren Duraylılık Analiz Sonuçları.....	34
Şekil 4.4: Afşin-Elbistan Termik Santrali Linyit Sahasında Meydana Gelen Maden Kazası (Şev Kayması-Heyelan).....	36
Şekil 4.5: Kaymaya Neden Olan Makaslama Gerilmesi İle Normal Gerilme Arasındaki İlişki.....	39
Şekil 4.6: Şev Açısı ve İçsel Sürtünme Açısı Arasındaki İlişkinin Düzlemsel Kaymaya Etkisi.....	45
Şekil 4.7: Kama Tipi Kayma Genel Görünüm.	46
Şekil 4.8: Dairesel Kayma.	46
Şekil 4.9: Birinci Model Şekli	52
Şekil 4.10: İkinci Model Şekli	53
Şekil 4.11: F Kuvvetleri ve Açıları Arasındaki İlişki	54
Şekil 4.12: Kama Tipi Kayma ve Tanımlar.....	55
Şekil 4.13: Dairesel Kayma Diyagramlarını Kullanarak Şevin Emniyet Katsayısının Bulunmasında İzlenecek Sıra.....	57

Şekil 4.14: Patlatma Delik Düzenleri	65
Şekil 4.15: Delme-Patlatma Anı.	66
Şekil 5.1: Ocak Suyu, Rezerv ve Pompa, Çalışma Öncesi Temsili Hali (+3 Metre). 71	
Şekil 5.2: Ocak Suyu, Rezerv ve Pompa, Çalışma Sonrası Temsili Hali (+0.5 Metre).	71
Şekil 5.3: Ocak İçi Suyu 1. Kısım Tahliye Çalışması İşlem Sırası Görüntüsü.	72
Şekil 5.4: Ocak İçi Suyu 2. Kısım Tahliye Çalışması İşlem Sırası Görüntüsü.	73
Şekil 5.5: Pompa Önü 2.Kısım Çalışması Sonrası Son Hali	74
Şekil 5.6: Madenin Su Tahliye Çalışması Yapılmadan Önceki ve Sonraki Hali.	75
Şekil 5.7: Delikler Arası Mesafelerin Patlatmalara Etkisi.....	77
Şekil 5.8: Delik Eğimi ve Patlatma Verimi İlişkisinin Görsel Gösterimi.....	77
Şekil 5.9: Patlatma Deliği ve Şarj Parametreleri	78
Şekil 5.10: Patlayıcı Madde Şarj Yoğunluk Hesabı Tablosu	79
Şekil 5.11: Patlatma Bölgesi-1 (Delme, Şarjlama, Bağlantı ve Patlatma Sonrası Fırlayan Taşlar).....	82
Şekil 5.12: Patlatma Bölgesi-2 (Delikler, Şarjlama, Bağlantı ve Fırlayan Taşlar	84
Şekil 5.13: Patlatma Bölgesi-3 (Emulite Besleme, Sulu Delik Sıkılama, Mıdır İle Sıkılama ve Patlatma Sonrası Fırlayan Taşlar).....	86
Şekil 5. 14: Patlatma Bölgesi-4 (Ön Hazırlık, Emulite ve Sulu Anfolar, Sıkılama, Patlatma Sonrası Taş Fırlamaları).....	88
Şekil 5.15: Patlatma Bölgesi-5 (Rock Delici, Deliklerin Doldurulması, Fital Bağlantı, Patlatma Sonrası Alan)	90
Şekil 5.16: Patlatma Bölgesi-6 (Rock Delici, Deliklerin Doldurulması, Fital Bağlantısı, Patlatma Sonrası Alan)	92
Şekil 5.17: Patlatma Bağlantı ve Delik Düzeni	95
Şekil 5.18: Patlatma Bölgesi-1 (Sıralı Patlatma Anlık Fotoğrafi)	96
Şekil 5.19: Patlatma Bölgesi-2 (Sıralı Patlatma Anlık Fotoğrafi)	98
Şekil 5.20: Emulite Kapsüle Duyarlı Patlayıcı, Dip Kapsül (Solda) ve 67 Ms Ayarlı Elektriksiz Kapsül (Sağda).	99
Şekil 5.21: Patlatma Bölgesi-3 (Sıralı Patlatma Anlık Fotoğrafi)	100
Şekil 5.22: Patlatma Bölgesi-4 (Sıralı Patlatma Anlık Fotoğrafi)	102
Şekil 5.23: Patlatma Bölgesi-5 (Sıralı Patlatma Anlık Fotoğrafi)	104

Şekil 5.24: Patlatma Bölgesi-6 (Sıralı Patlatma Anlık Fotoğrafi).....	106
Şekil 5.25: Patlayan Alan (2-3 Metre Kabarma Faktörü).....	107
Şekil 5.26: İnfilaklı Fital Patlatmaları ve Sıralı Kapsül Patlatmalarına Ait Özgül Şarj Miktarları	109



TABLolar LİSTESİ

Tablo 2.1: 5510 Sayılı Kanunun 4-1/A Maddesi Kapsamındaki Sigortalılardan İş Kazası Geçiren Sigortalı Sayılarının Ekonomik Faaliyet Sınıflamasına ve Cinsiyete Göre Dağılımı, 2015.....	11
Tablo 2.2: 5510 Sayılı Kanunun 4-1/A Maddesi Kapsamındaki Sigortalılardan Meslek Hastalığına Tutulan Sigortalı Sayılarının Ekonomik Faaliyet Sınıflamasına ve Cinsiyete Göre Dağılımı, 2015	11
Tablo 2.3: Türkiye’deki Çalışan, İş Kazası, Meslek Hastalığı ve Ölüm Sayısı 2005-2013.	12
Tablo 2.4: İşyerinde İnsan Sağlığını Tehdit Eden 10 Temel Madde..	15
Tablo 5.1: Birinci Çalışmaya Ait Patlatma Parametreleri.	82
Tablo 5.2: İkinci Çalışmaya Ait Patlatma Parametreleri.....	84
Tablo 5.3: Üçüncü Çalışmaya Ait Patlatma Parametreleri.	86
Tablo 5.4: Dördüncü Çalışmaya Ait Patlatma Parametreleri.	88
Tablo 5.5: Beşinci Çalışmaya Ait Patlatma Parametreleri.	90
Tablo 5.6: Altıncı Çalışmaya Ait Patlatma Parametreleri.	92
Tablo 5.7: Patlatmalar ve Çevre Güvenliği Açısından Taş Fırlama Düzeyleri.....	94
Tablo 5.8: Birinci Sıralı Patlatma Çalışmasına Ait Parametreler.	96
Tablo 5.9: İkinci Sıralı Patlatma Çalışmasına Ait Parametreler.	98
Tablo 5.10: Üçüncü Sıralı Patlatma Çalışmasına Ait Parametreler.	100
Tablo 5.11: Dördüncü Sıralı Patlatma Çalışmasına Ait Parametreler.....	102
Tablo 5.12: Beşinci Sıralı Patlatma Çalışmasına Ait Parametreler.....	104
Tablo 5.13: Altıncı Sıralı Patlatma Çalışmasına Ait Parametreler.....	106
Tablo 5.14: Sıralı Patlatmalar ve Çevre Güvenliği Açısından Taş Fırlama Düzeyleri.	108

SEMBOL VE KISALTMALAR LİSTESİ

ABD	Amerika Birleşik Devletleri
ANFO	Amonyum Nitrat Fuel Oil
ÇSGB	Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı
FMEA	Failure Mode and Effects Analysis
FTA	Fault Tree Analysis
HAZOP	Hazard and Operability
ILO	International Labour Organization
İSG	İş Sağlığı ve Güvenliği
JSA	Job Safety Analysis
SGK	Sosyal Güvenlik Kurumu
SSK	Sosyal Sigortalar Kurumu

BÖLÜM 1

GİRİŞ

Bu çalışmada kalker madenlerinde meydana gelebilecek iş kazaları incelenmiş ve bu kazalara proaktif yaklaşım uygulanmıştır. Kaza meydana geldikten sonra aynı kazanın tekrar etmemesi için yapılan çalışma biçimine reaktif çalışma denilmektedir. Bu noktada kazalara, meydana gelmeden önce önlenebilir nitelik kazandırmak daha önemlidir. Kazalar meydana geldiğinde çok büyük zararlara sebebiyet verebilir ve çok sayıda çalışanın günlerce iş kaybına hatta ölümlerine neden olabilir. Tüm bu unsurlara bakıldığında iş günü kaybı, en önemlisi de can kaybı ve yaralanmaların ülke ekonomisi bağlamında da çok büyük bir külfet doğurduğu net bir gerçektir. Kazaların önlenebilir olan büyük yüzdelik kısmı, kazalar meydana gelmeden fark edilip analiz edilerek risk durumu asgariye indirgenmelidir. Proaktif yaklaşımlar, yani önceden önlem bu yüzden çok önemlidir.

İş güvenliği sağlamada ve olası iş kazalarına engel olmada izlenecek yol mühendislik metotları olmalıdır. Böylece daha denenmiş, gözlemlere dayalı kantitatif, saha çalışmaları esaslı ve sayısal adımlarla sorun kaynağında ve önceden çözülür. Bu metotla, risk analizi yapıldıktan sonra kalker sahalarında olası riskler tespit edilir ve risklerin ortadan kalkması için mühendislik çalışmaları uygulanır. Kişisel koruyucu donanımlar, uyarıcı tabelalar, çeşitli eğitimler, çevre bazlı oluşacak riskler için önceden yapılan anons, uyarı, tahliye gibi yöntemler yerine bizzat çalışmalarda uygulanan önleyici mühendislik metotları müdahalesi riski minimize edecek ve diğer uyarıcı levhalar, kişisel koruyucu donanımlar, anons, tahliye gibi adımlar sadece mevzuat gereği tedbir olarak uygulanacaktır. Yani maksat iş güvenliği esaslı mevzuat hükümlerini yerine getirmek, işveren ve iş güvenliği uzmanları olarak yasal sorumluluğu üzerlerinden atmak olmayacaktır. İşin yürütümü sırasında, prosesin tüm basamaklarında gerçek anlamda işi güvenli kılmak, neticesinde de iş kazalarını ortadan kaldırmak için ve iş güvenliğini bir kültür olarak oturtmak için

mühendislik metotları müdahaleleri uygulanmalıdır. Böyle sağlanan güvenli iş ortamı kazalara minimum düzeyde sebebiyet verecek ve iş güvenliği sağlamaya yönelik diğer tüm aşama ve karmaşık gibi görünen mevzuat hükümlerine gerek kalmayacaktır. İşi bilinçli yapmak, aksi bir durum oluştuğunda direkt onarım yerine sorgulamak “peki ama neden oldu” prensibi ile arayışa girmek ve bir daha olmaması için gerekli adımları atmak iş güvenliğinin ve verimliliğinin yarısını sağlamak demektir.

Çalışmaların tamamı Sakarya ilinde bulunan ve köklü bir geçmişe sahip olan Türkiye'nin ilk modern paketlenmiş kireç fabrikası olan Paksan Paketlenmiş Kireç Sanayi A.Ş' ye ait aynı zamanda mühendisliğini de yapmış olduğum kalker maden sahasında icra edilmiştir. Fabrika 1972 yılından beri hizmet vermektedir. Mesai gün ve saatlerinde yıllar süren gözlem ve aylar süren çalışmalar neticesinde sonuçlar aktarılmıştır. Gerekli saha çalışmaları defalarca tekrar edilmiş ve özellikle kalker sahalarında sulu zemin patlatmalarında çevresel risk etkenleri en aza indirgenmek üzere çalışmalar yapılmıştır. Ocak suları açık maden işletmelerinde yani bu çalışma için kalker sahalarında bir diğer risk etkenidir. Sahada yapılan çeşitli çalışmalar ile bu risk de minimize edilmeye çalışılmış ve aylarca izlenime tabi tutulmuştur. Tüm bu saha ve mühendislik müdahaleleri neticesinde izlenimler sunulmuştur ve iş kazaları ve iş güvenliği için en olumlu, verimli hale getirilmeye çalışılmıştır.

İş güvenliğini sağlama bu çalışmada, sahada uygulanan mühendislik metotları ile oluşturulmuş, iş başından sağlama alınmış ve iş güvenliği kriter ve usülleri sadece yasal gereklilik olarak icra edilmiştir. Bu özelliğiyle mühendislik yöntemler kısmı ağır basan bir iş güvenliği çalışması olarak farklı ve literatürde çalışılmamış bir alandır. Çalışan sağlığı klasik iş güvenliği kriterleri ile değil, ilk adımdan yani mühendislik yöntemler inşası ile korunmuş, iş güvenliği bu şekilde sağlanmıştır.

BÖLÜM 2

İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ

2.1 İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİNİN ÖNEMİ

Gelişen ve küreselleşen dünya ile birlikte, sanayi ve endüstri faaliyetleri ile teknolojik gelişmeler ve faaliyetler hayatımızın olmazsa olmazı olmuş, arz talep ilkesi ile durmadan hız kazanan bir olgu haline gelmiştir. Teknolojik gelişmeler ve faaliyetleri öyle görünüyor ki azalmaksızın, artar vaziyette, gelişen dünyayla sürekli yenilikler doğurarak insanoğlu ile birlikte daha uzun yıllar sürececektir. Endüstriyel hammaddeler temini ile sanayi sektörü gün geçtikçe ve yeni ar-ge çalışmalarıyla daha farklı ürünler üretmekte bununla birlikte teknolojiye de önemli buluş ve gelişmeler yaşanmaktadır. Artık dünya dev bir pazar halini almıştır. Yeraltı kaynaklarında keşfedilmeyi ve işlenmeyi bekleyen daha nice madeni zenginlikler ve tüm bunlara bağlı zincirsel bir üretim yoğunluğu ihtimalini de düşünürsek sanayi, endüstri ve teknolojik faaliyetlerdeki gelişmelerin son durağını kestirmek tabii ki de pek mümkün görünmemektedir.

Dünyada ve ülkemizde üretim ve hizmet sektörünün diğer sektörler yanında genel itibari ile büyük bir yüzdeye sahip olduğu bilinmektedir. Üretim ve hizmet sektörlerinin ana baş aktörleri işgücü sağlayıcıları yani olmazsa olmaz olan işçilerdir. Belki de hepimiz demek daha mantıklı ve duyulması gelebilir kulağa. İnsanoğlu yaşamını sürdürebilmek için para kazanmak, para kazanmak için ise çalışmak zorundadır. İşçiler, mühendisler, öğretmenler, avukatlar, doktorlar, şoförler ve daha niceileri bağlı buldukları meslek gruplarında belirli bir ücret karşılığı ter akıtmakta kazanımlarının çoğunu ise yaşamını idame ettirmek için gıda, sağlık, eğitim gibi sektörlerde harcamaktadırlar. Dünya bu ekonomik döngü üzerine kuruludur.

Çalışan herkes eşit, adil ve düzenli koşullarda çalışmamaktadır. Gayet tabii sektörler içinde iş için çalışanla, çalışan için iş dengesini sağlayarak, olumlu şartlarda çalışanlarına gereklilikleri sunabilen işletmeler mevcuttur. Bunun yanında genellikle küçük işletmelerin yöneticileri “önce ben” yaklaşımındadır. Bu da tüm çalışanlarını beyaz yaka, mavi yaka fark etmeksizin temini gerekli pek çok şarttan yoksun bıraktığı gerçeğini doğurmaktadır.

Bir patron düşünün iş için ve gelen siparişler için aceleci bir tavır takınıyor ve sadece (önce) ben tutumunda, bununla birlikte işyeri koşulları fiziki, hijyenik koşullardan uygunsuzluklarla dolu, çalışan işçilerin ortalaması ilkokul mezunu ağırlıklı ve eğitim düzeyleri düşük, buna bağlı olarak “bana bir şey olmaz” düşüncesi hâkim, şahsi koruyucular tabi ki de ek harcama olarak görülüyor ve patron tarafından temin edilmiyor, iş güvenliği uzmanı, işyeri hekimi gerekli eğitimler yine patron tarafında ek gider olarak nitelendiriliyor, bunun sonucunda olan veya oluşan çalışanın uğradığı, sonrasında çalışanın çalışamaz olduğu, onlarca gün işgünü kaybına uğradığı belki de çocuklarının babasız, eşlerin eşsiz, anaların evlatsız kaldığı işte bu duruma iş kazası denilmektedir. İş kazasının genel, acı ama gerçek net ve yeni tanımı budur. Literatürde pek çok tanımda “beklenmedik anda gerçekleşen” tabiri kullanılır fakat yukarıdaki anlatımı bir kez daha okursak aslında iş kazasının nasılda beklenir olduğu nasılda geliyorum dediği her halinden açık ve ortadadır aslında.

İş sağlığı ve güvenliği kavramının açıklaması yukarıdaki paragrafta sunulmuştur aslında. Lütfen yukarıdaki cümleyi görmek istediğiniz şekilde, olumlu cümleleri olumsuz, olumsuz cümleleri olumlu gibi okuyunuz. Yani; bir patron düşünün iş için ve gelen siparişler için aceleci bir tavır takınmıyor ve önce ben tutumunda değil, bununla birlikte işyeri koşulları fiziki, hijyenik koşullardan uygun, çalışan işçilerin ortalaması ilkokul mezunu ağırlıklı ve eğitim düzeyleri düşük, fakat buna bağlı olarak “bana bir şey olmaz” düşüncesi hâkim değil, şahsi koruyucular tabi ki de ek harcama olarak görülüyor ve patron tarafından temin ediliyor, iş güvenliği uzmanı, işyeri hekimi gerekli eğitimler yine patron tarafında ek gider olarak nitelendirilmiyor ve gerekli eğitimler işçilere veriliyor, bunun sonucunda çalışanın uğramadığı, sonrasında çalışanın çalışamaz olmadığı, onlarca gün işgünü kaybına uğramadığı ve de çocuklarının babasız, eşlerin eşsiz, anaların evlatsız kalmadığı bu duruma, bu huzurlu güvenli çalışma ortamına iş sağlığı ve güvenliği denilmektedir.

Her şeyden önce vicdani sorumluluk sahibi olunmalıdır. İşveren olarak yukarıda belirttiğimiz iki tanımdan yola çıkarak “eğer bunlar oluşursa bunda benim sorumluluğum ve payım büyüktür” bilincine sahip olunmalıdır. Olumsuzunda da olumsuzunda da benim sayemde diyebilmek önemlidir. Belirttiğimiz iş kazası tanımında benim yüzümden diyebilen işveren, iş sağlığı ve güvenliği için yapmış olduğumuz olumlu tanım içinde kazasız bir çalışma hayatı sonrasında göğsünü kabartarak benim sayemde diyebilecektir.

Metnin başında da bahsettiğimiz gibi küreselleşen, sanayileşen ve tüketim çılgınlığı yaşayan dünyada, endüstriyel ve teknolojik gelişmelerde üretimin başrol oyuncusu şüphesiz insanoğlu yani çalışanlar yani işçilerdir. İş kazası hepimizin başına her an gelebilecek bir olgudur. Bu nedenle bunun farkında olunmalı ve ona göre davranılmalıdır. Kaza ihtimalleri fark edilir edilmez müdahale edilmelidir.

Unutulmaması gereken şudur ki her zaman “önce insan” mantığı olmalıdır. Hiçbir kazanç ne boyutta olursa olsun tek bir insanın canını geri getiremez ve onun kadar önemli olamaz.

2.2 İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİNİN AMACI

İş sağlığı ve güvenliğinin amacı öncelikle insanı yani çalışanı korumak olmalıdır. Çalışma ortamları ayrıntılı şekilde incelenmeli, analiz edilmeli ve olası risk unsurları yani potansiyel kazalar tespit edilmeli ve tehlikeleri ortadan kaldırılmak için tedbirleri alınmalı, çalışmalar başlatılmalıdır. Olası riskler katlanılabilir risk düzeyine indirgenmelidir. Kuşkusuz bunun için öncelikle ayrıntılı, işyeri koşullarına ve çalışma sektörüne uygun risk analiz metot seçimi ve sonrasında risk analizi yapılması ile mümkündür.

Sistemli bir çalışma ile ve analitik bakış açısıyla parçadan bütüne varma yöntemi uygulanarak yapılacak iş güvenliği amaçlı risk analizleri sonrası eksiklikler uygun termin sürelerinde giderilmelidir. Çalışanlar için güvenli bir çalışma ortamı sağlanmalıdır. Güvenli çalışma ortamı sayesinde çalışanların beden, ruhen, sosyal açıdan iyilik halleri sağlanmış olacaktır. Tüm çalışanlar için bilinmelidir ki işçi sağlığı ve iş güvenliği tarafları devlet, işveren ve işçilerdir. Bu bağlamda devlet gerekli destek yasalarını mevzuatları ve yönetmelikleri çıkarmalı işçiler kadar

işveren ve işverenler kadarda işçiler bu yasalar doğrultusunda hareket ederek iş ortamında huzuru tahsis etmek ve güvenliği sağlamak için elinden geleni yapmalıdırlar.

2.3 İŞ SAĞLIĞI VE İŞ GÜVENLİĞİ'NİN TARİHSEL GELİŞİMİ

İş sağlığı ve güvenliği çalışmaları yenileşen ve gelişen dünyayla birlikte artık iş hayatımızın her alanında olmazsa olmaz bir olgu haline gelmiştir. İlk adımları milattan öncelere dayanan iş sağlığı ve güvenliği çalışmaları bize gösteriyor ki insanoğlu yaptığı her işte kendini korumak için güvenliği esas tutmak istemiştir. Çalışma alanı ve koşulları her ne olursa olsun çalışan, çalıştığı malzemenin kendisine vereceği zararları biliyor ve zararlı durumlara karşı önlemler almak istiyordur. Buradan da şuna varabiliriz, insanlar ya da çalışanlar çalıştığı malzeme veya iş alanının zararlarını biliyor ise çalıştığı malzeme veya iş alanının olası tehlikelerine karşı bir fikir bir düşünce geliştirmiştir, çünkü çalışan çalıştığı alanın tehlikelerinden kendisini korumak istemektedir. Daha teknolojinin sıfır noktada olduğu, çalışma alanlarının kısıtlı olduğu, iş alanı veya branşı diye bir olgunun hakim olmadığı milattan önceki yıllarda insanların çalıştığı alanın zarar veya tehlikelerine karşı kendini koruma ve kollama hissi insanın en doğal hakkıdır tabi, bizler ise “kendimi korumalıyım” diyen ve en doğal hakkı olan tüm çalışanlara tarihten günümüze, günümüzden geleceğe, elbette iş alanları ve çalışma ortamlarının güvenli, sağlıklı olmasını hak bilmeli ve savunucusu olarak bir kültür haline getirmeliyiz.

Tarihe göz atacak olursak yukarıda da kısaca bahsettiğimiz gibi iş sağlığı ve güvenliği önlemlerine ilişkin çalışmalar milattan öncelere dayanmaktadır. Hammurabi taş sütunlarındaki “yapandan kaynaklı hatanın cezasını yapan öder” mantığındaki kanunları iş güvenliğine dair ilk adımlardan sayabilmek mümkün.

Başlangıca ilişkin ilk yazılı bulgulara dayalı kaynaklara göre, M.Ö.370 yıllarındaki Hipokrat'ın kurşunun zararlı etkilerini ortaya koyduğu çalışmasına dayandırabileceği gibi daha yaygın kabul gören diğer bir yaklaşım olan 16. ve 17. yüzyıllarda (1633-1714) İtalyan Bernardino Ramazzini' nin iş sağlığına ilişkin bilimsel çalışmaları da sayılabilir. Yazılı belgelere dayandırarak işçi sağlığı ve iş güvenliğini korumak için alınan önlemler ne kadar eskiye dayandırılrsa bile temelde, bu konuya yönelik

çalışmaların toplum yaşantısında Sanayi Devrimi süreci ile birlikte artarak önem kazandığı belirtilebilir. [1].

Bernardino Ramazzini' yi iş sağlığı ve güvenliğinin babası olarak tarif etmek mümkündür. Onun bu alandaki çalışmaları ve yarattığı farkındalıklarıdır şüphesiz ona bu ünvanı kazandıran. Sonraki yıllarda ise yukarıda da belirtildiği gibi sanayi devrimi ve sanayi devrimi ile birlikte artan insan gücü gereksinimi ve işçi sınıfı bu bilimin gelişerek hayatımıza girmesine önayak olmuştur.

Dünyada ilk mineroloji bilgini olarak bilinen ve 1494 ile 1555 yılları arasında yaşayan Georgius Agricola, bazı zehirlerin etkilerini belirlemiş, koruyucu önlemler ileri sürmüştür. Ayrıca iş kazaları üstünde de durarak sorunları ortaya koymuş ve önerilerde bulunmuştur. Agricola, Jachymor'da hekimlik yaptığı yıllarda, mineraloji ve maden izabelerinde çalışanların sorunlarını incelemiş ve gözlemlerini 1530 yılında "De Re Metallica" isimli eserinde yayınlamıştır. Zamanın jeoloji, madencilik, metalurji bilgilerini de kapsayan önemli bir yapıt olan söz konusu kitabında, tozu önlemek için maden ocaklarının havalandırılması gerektiğini belirtmiş, iş kazaları ve iş güvenlik yöntemleri konusunda önerilerde bulunmuştur. Kitabın işçi sağlığı ve iş güvenliği yönünden önemi, iş ile sağlık arasındaki ilişkiyi açık olarak belirtmiş, sorunların saptanması ile kalmamış, korunma yöntemlerini de önermiş olmasıdır. [2].

Bu türden çalışmalar ile bilim insanları çalıştıkları alanlarda çalıştıkları malzeme ve materyallerin yani çalışma koşullarının zararlarını tespit etmiş ve bu zararların insan üzerindeki etkilerini saptamıştır. Burada ise amaç bu zararların bertaraf yöntemlerini tespit etme isteğidir. Zarar ve tehlike tespiti ve sonrasında bu tespitlerin çalışma ortamından uzaklaştırılması çalışmaları ancak sistemli ve bilinçli bir çalışmanın mahsulü olabilir. Kabul edilebilir risk düzeyine indirgeme ancak bu şekilde mümkün olabilmektedir. Öncesinde çalışmalar ile belirlenen tehlikeler ise kabul edilebilir veya edilemez risk düzeyine göre önlem ve tedbir çalışmalarına tabii tutulacaktır.

Türkiye'de ise durum eskilere dayanmaktadır. Osmanlının son dönemlerinde başlayan düzenleme ve çalışmalar cumhuriyetle devam etmiş ve günümüze kadar gelişerek süregelmiştir. Dilaver paşa nizamnamesi iş sağlığı ve güvenliği alanında yapılan düzenlemelerin ilkidir. 1865 yılında yapılan bu düzenleme maden işçileri ve çalışma şartları ile ilgili hakları içermektedir.

Tanziman öncesinde sanayinin az gelişmişliğine bağlı olarak bu türden yaptırımlar geri kalmıştır. Diğer sayfalardaki açıklamalardan da anlaşıldığı üzere sanayileşme ile başlayan iş sağlığı ve güvenliği çalışmaları tanzimat dönemine kadar sanayileşmenin geri kalmışlığına bağlı olarak ilerleme gösterememiştir.

Batıdaki ve ülkemizdeki meydana gelen gelişmeler özellikle, birinci Dünya Savaşının 19.yy' a egemen olan sosyal, ekonomik ve felsefi görüşlere son vererek, devletlerin toplum hayatını ilgilendiren olaylar karşısında seyirci kalmalarının mümkün olmayacağını, gerektiği takdirde toplumsal problemlere müdahale edilmesi gerektiği anlaşılmıştır. Versailles Barış Antlaşmasınının 13. Bölümünün 427. Maddesiyle ilgili olarak da tüm dünyada sosyal kanunların çıkarılması öngörülmüştür.1919 yılındaki barış antlaşması ile oluşturulan "Cemiyet-i Akvam" ile birlikte, Uluslararası Çalışma Örgütü de (ILO) kurulmuştur. 1946 yılında da imzalanan bir anlaşma ile de Birleşmiş Milletler bünyesinde faaliyetlerini sürdürmektedir. [3].

Tanzimat sonrası ilk adım Maadin Nizamnamesidir. İşvereni iş kazalarını önleme konusunda çeşitli yaptırımlar ile sorumlu kılan düzenleme iş güvenliğine dair bariz yeni adımlarla hayata geçmiştir. Kaza geçirene tazminat, iş yeri hekimi uygulamaları yapılan ilk ve diğer bazı yaptırımlardandır.

Cumhuriyet dönemi ile daha somut adımlar atılmaya başlanmıştır. 1924 tarihinde hafta tatili kanunu çıkarılmış ve çalışanlar haftada 1 gün tatil hakkı elde etmişlerdir. İşçi sağlığı ve iş güvenliğine dair ayrıntılı ilk düzenleme ise 1926 yılında 818 sayılı borçlar kanunu ile yapılmıştır. 1937 de 3008 sayılı ilk iş kanunu ayrıntılı şekilde yürürlüğe girmiştir. Bu kanunla tehlikeli maddeler, patlayıcı maddeler, emniyetli durumlar gibi tüzükler düzenlenmiş, çalışma saatlerinden bahsedilmiştir. 1946 yılında Çalışma Bakanlığı kurulmuştur. 1971 yılında ise 3008 sayılı iş kanunu yerine 1475 sayılı iş kanunu yürürlüğe girmiştir. 2003 tarihinde ise son olarak 4857 sayılı iş kanunu yürürlüğe girmiştir. Son olarak 2012 yılında ise 6331 sayılı iş sağlığı ve güvenliği kanunu çıkarılmıştır. Görüldüğü üzere Cumhuriyetin ilanı ile birlikte iş güvenliğine olan ihtiyaç artmış ve artan ihtiyaçla beraber önlem amaçlı yenilikler getirilmiştir. Çıkarılan kanunlar ve yönetmeliklerle hafta tatilleri, çalışan işçilerin yaşları ve cinsiyetlerine yönelik pozitif koruma önlemleri, işçi hakları, mesai saatleri, tazminatlar, risk ve tehlike belirleme ve önleme çalışmaları, düzenlenmiş, yasal

zorunluluklar ile çalışan hakları korunmak istenmiştir. 6331 sayılı iş sağlığı ve güvenliği kanunu ile daha geniş bir perspektifte olaya bakılmış, iş kanununun bir bölümü olmaktan çıkarılıp ayrıntılı şekilde düzenlenen bir kanun haline getirilmiştir.

Özellikle 6331 sayılı iş sağlığı ve güvenliği kanunu kapsamında pek çok rehber olucu ve yol gösterici özellikte yönetmelik yayınlanmış, burada her işin çalışma alanına göre veya o iş alanındaki tehlike sınıflarına göre önlem aldırıcı, tedbirci yaklaşıma sahip anlatılara ve kanuni yol gösterici maddelere yer verilmiştir. 6331 sayılı iş sağlığı ve güvenliği kanununda amaç işyerlerinde iş sağlığı ve güvenliğinin sağlanması ile mevcut sağlık ve güvenlik şartlarının iyileştirilmesi için işveren ve çalışanların görev, yetki, sorumluluk, hak ve yükümlülüklerini düzenlemektir. Kanun kamu, özel fark etmeksizin tüm sektörlerde tüm çalışanlara uygulanır.

6331 sayılı iş kanunu yönetmeliklerinden önemli olanlarını şöyle sıralamak mümkündür;

- Çalışanların Patlayıcı Ortamların Tehlikelerinden Korunması Hakkında Yönetmelik
- Maden İşyerlerinde İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetmeliği
- Çalışanların Titreşimle İlgili Risklerden Korunmalarına Dair Yönetmelik
- Çalışanların Gürültü ile İlgili Risklerden Korunmalarına Dair Yönetmelik
- Elle Taşıma İşleri Yönetmeliği
- Tehlikeli ve Çok Tehlikeli Sınıfta Yer Alan İşlerde Çalıştırılacakların Mesleki Eğitimlerine Dair Yönetmelik
- Kişisel Koruyucu Donanımların İşyerlerinde Kullanılması Hakkında Yönetmelik
- İş Sağlığı Güvenliğine İlişkin İşyeri Tehlike Sınıfları Tebliği
- İş Ekipmanlarının Kullanımında Sağlık ve Güvenlik Şartları Yönetmeliği
- Ekranlı Araçlarla Çalışmalarda Sağlık ve Güvenlik Önlemleri Hakkında Yönetmelik
- İşyerlerinde Acil Durumlar Hakkında Yönetmelik
- İş Sağlığı Güvenliği Risk Değerlendirmesi Yönetmeliği
- Muhtemel Patlayıcı Ortamda Kullanılan Teçhizat ve Koruyucu Sistemler ile İlgili Yönetmelik. [4].

Özellikle Maden İşyerlerinde İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetmeliği bu çalışmanın tamamının madenlerle alakalı olması nedeni ile öncelikle üzerinde durulması gereken

yönetmeliktir. 2013 yılında çıkarılan bu yönetmeliğin amacı sondajla maden çıkarılan işlerin yapıldığı işyerleri ile yeraltı ve yerüstü maden işlerinin yapıldığı işyerlerinde çalışanların sağlık ve güvenliğinin korunması için uyulması gerekli asgari şartları belirlemektir. 6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu kapsamındaki tüm madenleri kapsamaktadır. İşveren ve çalışan yükümlülükleri, zararlı ortam havasından korunma, kaçış araçları, iletişim, uyarı, alarm sistemleri, sağlık gözetimleri ve asgari sağlık ve güvenlik gerekleri gibi konular bu yönetmelikle açıklanmıştır.

Bu yönetmeliklerden yola çıkılarak hemen her iş kolu çalıştığı koşullara göre rehber nitelikte olan bu yönetmeliklerle daha güvenli çalışma ortamları sağlayabilir. İşveren öncelikle işi daha çok kazanç üzerine yapmaktan vazgeçip, insana önem veren tutumla işe başlamalıdır.

2.4 TÜRKİYEDE İŞ GÜVENLİĞİ

Ülkemiz iş güvenliği konusunda maalesef gelişmiş dünya ülkelerine kıyasla geri kalmış durumdadır. Proaktif yaklaşım yerine sürekli değişmez mantık maalesef kaza olduktan sonrasıdır. Keşke dememek için olmazsa olmaz bakış açısı olan proaktif yaklaşımlar çok az iş kolu ve işyerinde uygulanmaktadır. Önlemler, tedbirler hep kazalardan sonra alınmaya çalışılmakta ve hatta maalesef kazalardan sonra dahi bu önlem ve tedbirler zamanla hafiflemekte ve tekrar bilinçsizce yok olmaktadır. Aceleci yaklaşımlar, bir şey olmaz mantığı ve insan yerine daha çok işe ve üretime önem veren mantalite şüphesiz iş güvenliğini sarsıcı noktada başı çekmektedir. SGK verilerine göre 2015 yılında iş kazası geçirilen ilk on sektör, cinsiyet dağılımlarına göre aşağıda görülmektedir.

Tablo 2.1: 5510 Sayılı Kanununun 4-1/A Maddesi Kapsamındaki Sigortalılardan İş Kazası Geçiren Sigortalı Sayılarının Ekonomik Faaliyet Sınıflamasına ve Cinsiyete Göre Dağılımı, 2015. [5].

Faaliyet Alanı	Erkek	Kadın	Toplam
Fabrikasyon metal ürün imalatı	18033	1188	19221
Bina inşaatı	14980	85	15065
Ana metal sanayi	12330	199	12529
Tekstil imalat	9093	2948	12041
Gıda imalat	8073	3930	12003
Yiyecek, içecek hizmetleri	7321	3137	10458
Özel inşaat	10301	92	10393
Diğer metalik olmayan mineral ürün	9320	922	10242
Bina, çevre düzenleme	6055	2917	8972
Diğer	111416	19207	130623
TOPLAM	206922	34625	241547

SGK verilerine göre 2015 yılında meslek hastalığına yakalanan ilk on sektör, cinsiyet dağılımlarına göre aşağıda görülmektedir.

Tablo 2.2: 5510 Sayılı Kanununun 4-1/A Maddesi Kapsamındaki Sigortalılardan Meslek Hastalığına Tutulan Sigortalı Sayılarının Ekonomik Faaliyet Sınıflamasına ve Cinsiyete Göre Dağılımı, 2015. [6].

Faaliyet Alanı	Erkek	Kadın	Toplam
Sigortalılığı sona erdikten sonra	130	6	136
Kömür, linyit çıkarılması	84	0	84
Diğer metalik olmayan mineral ürün	47	2	49
Motorlu taşıt imalatları	23	9	32
Ana metal sanayi	29	0	29
Diğer	157	23	180
TOPLAM	470	40	510

Tablodan görüldüğü üzere Türkiye’de 2015 yılında SGK verilerine göre 241547 iş kazası yaşanmıştır. Bu kazaların yaklaşık yüzde 85’i erkeklerde meydana gelirken geri kalan yüzde 15’i kadınlarda meydana gelmiştir. Meslek hastalıklarında ise meslek hastalığına yakalananların yüzde 90’dan fazlası erkek çalışan iken geri kalan yüzde 10’dan az kısım bayan çalışandır.

Sektör bazında inceleyecek olursak metal sanayi ve inşaat sektörleri en çok kaza geçirilen sektörlerdendir. Bu sektörlerde yapılacak iş sağlığı ve eğitimleri ile öncelikle sektörel bazda iş güvenliği kültürü oturtulmalıdır. Her sektör kendi iş alanı içerisinde iş güvenliği uzmanları ile ayrıntılı ve kapsamlı risk analizlerini yapmalı, bununla da kalmayıp risk analiz tablosundaki çeşitli risklere ve tehlikelere sistematik bakış açısı ile bakarak iyileştirme yöntemleri geliştirmeli, risk ve tehlikeleri ortadan kaldırmaya yönelik çalışmaları başlatmalıdır. ÇSGB tarafından yayınlanan yönetmelikler ve mevzuatlar tamda bu bağlamda önemini ortaya koymaktadır. Her sektör kendi çalışma alanı için gerekli olan yönetmeliklere tıpkı bir kılavuz bir rehber gibi bakmalıdır. Mevzuatların gösterdiği yol izlenmelidir. Her iş bu sayede kuralına göre yapılmış olacaktır. Ancak bundan sonra iş kaza sayılarında gözle görülür azalmalar yaşanacak daha az can yanacaktır.

2005-2013 yılları arası istihdam ve iş kaza sayılarına ilişkin rakamlar aşağıda sunulmuştur.

Tablo 2.3: Türkiye’deki Çalışan, İş Kazası, Meslek Hastalığı ve Ölüm Sayısı 2005-2013. [7].

Yıllar	İstihdam Edilen	İstihdam Oranı	İş Kaza Sayısı	Sürekli İş Göremezlik	Ölen İşçi Sayısı
2005	19633	40,6	73923	1639	1096
2006	19933	40,5	79027	2267	1601
2007	20209	40,3	80602	1956	1044
2008	20604	40,4	72963	1694	866
2009	20615	39,8	64316	1885	1171
2010	21858	41,3	62903	2085	1454
2011	23266	43,1	69227	2216	1710
2012	23937	43,6	74871	2209	744
2013	24601	43,9	-		1235*

Bu tablodan da görölüyor ki iş kaza sayıları 2013 yılına kadar yüz bin seviyelerinde iken son yıllarda iki yüz binleri aşmaktadır. Bu durum iş kazalarının kayıtlarıyla da alakalı bir durumdur. Fakat şu bir gerçektir ki gelişen teknoloji, yapılan sermaye yatırımları ve artarak devam eden sanayi, hammadde, endüstriyel ürün ihtiyaçları ile iş kolları daha da artmış ve gelişmiş, buna bağlı olarak iş gücüne ihtiyaç artmıştır. İşyerlerindeki güvensiz durumlarda buna bağlı olarak tedbirsiz işyerlerinde artmıştır. İş kazaları ise bu tür işyerlerinin sipariş aceleciliği gibi nedenlerle önlemsiz ve tedbirsiz yapılan üretimlerden, iş güvenliği kültürü eksikliğinden, mevzuat ve yönetmelikler hakkında eksik bilgiden kaynaklıdır.

Ölümlü iş kazalarında Avrupa birincisi, dünyada ise üçüncü sıradaki Türkiye'nin Norveç, İsveç, İsviçre ve Danimarka gibi ülkelerde '100 binde 2' oranının altında olan ölümle sonuçlanan iş kazası oranları '100 binde 20,5' gibi on katın üzerinde bir rakamdır. [8].

Maalesef bu acı gerçek ülkemiz olan Türkiye Cumhuriyetine aittir. Bu tabloyu olumlu yönde değiştirmekte, olumsuz yönde aleyhimize çevirmekte bizlerin elindedir. Üstelik olumluya çevirmek hiçte zor değildir. İhtiyacımız olan tek şey bilinçtir. İş güvenliği kültürünü oturtmak ancak işleri yoluna koyacaktır. Önce iş değil önce insan, önce üretim değil önce güvenlik bilincini herkes ve en başta da işveren oturtmalıdır.

2.5 İŞ GÜVENLİĞİNDE MESLEK HASTALIKLARININ ÖNEMİ

İşyerlerinde çoğu zaman işin yürütümüyle alakalı olumsuz durumlar iş anında karşımıza çıkmaz. Yani burada anlatılmak istenen iş kazalarıdır. Çalıştığımız iş yerinin üretim durumuna göre yıllar sonra karşımıza çıkan olumsuz sağlık koşulları ile karşılaşabiliriz. Yaptığımız veya ürettiğimiz işin çalışma ortamı ve üretim tekniklerine bağlı olarak çalışana anında o yerde zarar vermeyen fakat alakalı olarak seneler sonra, birikim sonucunda çalışan işçinin karşısına çıkan ve kişiyi bedenen, ruhen hasara uğratan çoğu zaman kalıcı durumlara meslek hastalığı demek mümkündür.

SSK Meslek Sağlığı İşlemleri Tüzüğü 64. Madde Meslek Hastalığı sınıflaması;

Kimyasallarla olan meslek hastalıkları, Mesleki deri hastalıkları, Pnömkonyozlar ve diğer mesleki solunum sis. Hastalıkları, Mesleki bulaşıcı hastalıklar, Fizik etkenlerle olan hastalıklar.

SSK'nın meslek sağlığı işlemleri tüzüğünde açıklanan meslek hastalığı çeşitleri bunlardır. Farklı sektör ve çalışma alanlarında yapılan işin yürütüm şekline bağlı olarak ilerde ortaya çıkabilecek meslek hastalığı çeşidi yukarıda açıklanan herhangi bir sınıflamada yer alır.

Bu türden meslek hastalıkları çokça ilerde karşımıza çıkabilmektedir. Her işyerinin kendine özgü üretim ve proses kaynaklı sorunları vardır. Örneğin yapıştırıcı madde üreten bir fabrikada oluşan çok ağır tiner kokusunu daha iyi bir havalandırma sistemi ile ortadan kaldırmak mümkündür. Kireç fabrikalarında paketleme ünitesinde çalışan işçilerin maruz kaldığı mikronize aşırı toz ise daha iyi bir emiş sistemi ile giderilebilir. Devamlı oturarak ya da ekranlı araçlarla çalışan işçiler ise belirlenen ergonomik kurallara uyarak ilerde oluşabilecek bel-boyun fitiği, görme problemi gibi meslek hastalıklarına yakalanmaktan kurtulabilir. İşte tamda burada ÇSGB tarafından yayınlanan yönetmelik ve mevzuatların önemini fark etmiş bulunmaktayız. Hemen hemen tüm çalışma ortamlarında proses ve üretim kaynaklı karşılaşılabilecek problemlere ve zorluklara çözüm niteliğinde kural ve yöntemler mevcuttur. Örneğin Ekranlı Araçlarla Çalışmalarda Sağlık ve Güvenlik Önlemleri Hakkında Yönetmelik ile ilerde oluşabilecek görme problemlerine tedbir alınabilir. Tozla Mücadele Yönetmeliği sayesinde tozlu çalışma ortamı kaynaklı oluşabilecek pnömkonyoz yani akciğerde toz birikmesi hastalığına, yönetmelik yönergelerine uyularak ortam ve çalışma şartlarındaki iyileştirme ile yakalanma ihtimali düşürülebilir. Kimyasal Maddelerle Çalışmalarda Sağlık ve Güvenlik Önlemleri Hakkında Yönetmelik, Kanserojen veya Mutajen Maddelerle Çalışmalarda Sağlık ve Güvenlik Önlemleri Hakkında Yönetmelik, gibi yönetmeliklerde ileri yaşıntıda meslek hastalıklarına yakalanma olasılığını düşürecek önlem ve tedbirleri barındıran onlarca yönetmelikten sadece bir kaçıdır.

SGK verilerine göre 2015 yılında 510 meslek hastalığı vakası tespit edilmiştir. Bunların 470 i erkek 40 ı ise kadın çalışandır. Meslek hastalıkları iş hayatında kendini fark ettirmeden ilerleyen sinsi bir düşmandır. Emeklilikten sonra ilerleyen

yaşa da bağlı olarak oluşan bu hastalıklar tamda emeklilik döneminde insan hayatını berbat edebilir. Bunların yaşanmaması için tedbir ve önlemler elden bırakılmamalıdır.

Tablo 2.4: İşyerinde İnsan Sağlığını Tehdit Eden 10 Temel Madde. [9].

Maddenin Adı	Neden Olduğu Hastalık	Karşılaşılan İş Görenler
Arsenik	Akciğer ve Lenf Kanseri	Petrokimya İşçileri, Haşerat İlaçları Üretiminde Çalışanlar, Ergitme İşlerinde Çalışanlar
Asbest	Asbestosis, Akciğer ve Diğer Organ Kanseri	Maden, Tekstil, Yatırım ve Tersanelerde Çalışan İş Görenler
Benzen	Lösemi, Anemi	Rafineri İşçileri, Ayakkabı Üretimindeki İş Görenler, Boya ve Distilasyon İş Görenler
Bisklorometileter (BCME)	Akciğer Kanseri	Kimya Endüstri İş Görenleri
Kömür Tozu	Madenci Hastalığı	Kömür Madeni İş Görenleri
Kok Fırını İfrazatı	Akciğer ve Böbrek Kanseri	Kok Fırınlarında Çalışan İş Görenler
Pamuk Tozu	Bisinosis, Kronik Bronşit ve Anfizemi	Tekstil İş Görenleri
Kurşun	Çeşitli Böbrek Hastalıkları, Anemi, Merkez Sinir Sistemi Bozuklukları, Kısırlık, Kusurlu Doğumlar	Madeni Eşya Üretimindeki İş Görenler, Kurşun Ergitme İş Görenleri, Akü ve Pil Üretimindeki İş Görenler
Radyasyon	Tiroid, Akciğer, Kemik, Kan Kanseri, Genetik Hasarlar, Düşük	Top Teknisyenler, Uranyum Madencileri, Nükleer Enerji Kullanılan İşyerlerindeki İş Görenleri
Viniklorid	Karaciğer ve Beyin Kanseri	Plastik Sanayi İş Görenleri

Yukarıdaki tabloda ise işyerlerinde insan sağlığını tehdit eden on madde verilmiştir. Bu maddelerin neden oldukları hastalıklar ve sektörel dağılımları da verilmiştir. Kimyasal ve toz ağırlıklı olan bu maddelerin yönetmeliklerine ulaşmak mümkündür. Genelde, “Kimyasal Maddelerle Çalışmalarda Sağlık ve Güvenlik Önlemleri Hakkında Yönetmelik, Kanserojen veya Mutajen Maddelerle Çalışmalarda Sağlık ve Güvenlik Önlemleri Hakkında Yönetmelik, Tozla Mücadele Yönetmeliği” yönetmelikleri bu on temel madde için alınacak tedbirleri barındıran temel yönetmeliklerdendir.

Tabloda mevcut bulunmayan ama tablodakiler kadar önemli bir diğer madde ise SiO₂ yani silikadır. Silika akciğer hastalığına neden olmaktadır. Maden sektöründe rastlanılan bir maddedir. Silikaya maruz kalan işyerleri kesinlikle tedbir almalıdırlar.

2.6 İŞ GÜVENLİĞİNDE RİSK ANALİZİ

İş güvenliğini sağlamanın ilk adımı sistemli ve ayrıntılı yapılmış bir risk analizidir. Bir fabrikada yapılacak olan risk analizinde her ünitenin ayrıntılı izlenimleri sonucu oluşabilecek risk ve tehlikeler yer almalıdır. Her ünite uzun uzun sabırlı bir şekilde gezilmeli, tüm ayrıntılar fark edilmeli, analitik düşünce çerçevesinde tehlikeler ve riskler belirlenerek risk analizine yazılmalı, bu tehlike ve risklere neden olan etkenler belirtilmeli, düzeltilmesi için önlem çalışmaları kısaca yazılmalı ve ek olarak da ilgili mevzuat yazılmalıdır. Burada işverene düşen sorumluluk büyüktür. İşveren önce kendisi bilinçlenmeli ve bunu bekletmeden amasız, fakatsız bir şekilde işçisine aktarmalı gerekli eğitimleri aldirmalı ve bir iş güvenliği uzmanı ile bu işi yürütmeye koyulmalıdır. İşveren bu işi işyerinde işin yürütümünün daha sağlıklı yürümesi için yapar. Temel amaç iş kazalarını ve buna bağlı meslek hastalıklarını en alt düzeye indirmektedir. Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı bu konuda İş Sağlığı ve Güvenliği Risk Değerlendirmesi Yönetmeliğini yayınlamış ve burada risk değerlendirmesinin nasıl yapılacağı açıklanmıştır.

Yönetmelikte belirtilen bazı tanımlar:

Kabul edilebilir risk seviyesi: Yasal yükümlülüklerle ve işyerinin önleme politikasına uygun, kayıp veya yaralanma oluşturmayacak risk seviyesidir.

Önleme: İşyerinde yürütülen işlerin bütün safhalarında iş sağlığı ve güvenliği ile ilgili riskleri ortadan kaldırmak veya azaltmak için planlanan ve alınan tedbirlerin tümünü ifade eder.

Ramak kala olay: İşyerinde meydana gelen; çalışan, işyeri ya da iş ekipmanını zarara uğratma potansiyeli olduğu halde zarara uğratmayan olaydır.

Risk: Tehlikeden kaynaklanacak kayıp, yaralanma ya da başka zararlı sonuç meydana gelme ihtimalini ifade eder.

Risk değerlendirme: İşyerinde var olan ya da dışarıdan gelebilecek tehlikelerin belirlenmesi, bu tehlikelerin riske dönüşmesine yol açan faktörler ile tehlikelerden

kaynaklanan risklerin analiz edilerek derecelendirilmesi ve kontrol tedbirlerinin kararlaştırılması amacıyla yapılması gerekli çalışmalardır.

Tehlike: İşyerinde var olan ya da dışarıdan gelebilecek, çalışanı veya işyerini etkileyebilecek zarar veya hasar verme potansiyelini ifade eder. [10].

İşyerlerinde risk değerlendirilmesi bir ekip tarafından gerçekleştirilir. Bu ekipte işveren veya işveren vekili, iş güvenliği uzmanı, çalışan temsilcisi, birim temsilcileri, işyeri hekimleri yer alabilir. Riskler belirlendikten sonra masaya enine boyuna yatırılarak iyileştirme çalışmaları, süre ve zamanı, alınacak veya yapılacak önlem ve tedbirler hakkında fikirler geliştirilir.

2.6.1 Risklerin Belirlenmesi ve Analizi

Riskler belirlendikten sonra analiz aşaması başlar. Burada hangi risk ne derecede mümkündür, şiddeti ne olur, sıklık süresi nedir, gerçekleşirse çalışana ne derecede zarar verebilir (ölüm, yaralanma, ağır yaralanma vs.) bilgileri yer alır.

Toplanan bilgi ve veriler ışığında belirlenen riskler; işletmenin faaliyetine ilişkin özellikleri, işyerindeki tehlike veya risklerin nitelikleri ve işyerinin kısıtları gibi faktörler ya da ulusal veya uluslararası standartlar esas alınarak seçilen yöntemlerden biri veya birkaçı bir arada kullanılarak analiz edilir. [11].

2.6.2 Risk Analiz Yöntemleri

Risk analizi yapılırken seçilecek pek çok farklı yöntem mevcuttur. Bunların bazıları sektör bazlı olarak ayrılmış olabileceği gibi seçimi bize ait olan her sektöre uygun birden fazla yöntemde mevcuttur. Bu yöntemlerden bazıları şunlardır:

Check-List Risk Değerlendirme Yöntemi

What If Risk Değerlendirme Yöntemi (Olursa Ne Olur ?)

Matris Risk Değerlendirme Yöntemi (L Tipi)

Kinney Risk Değerlendirme Yöntemi (Fine-Kinney)

İş Emniyeti Analizi Risk Değerlendirme Yöntemi (JSA)

HAZOP Risk Değerlendirme Yöntemi

Hata Ağacı Analizi Risk Değerlendirme Yöntemi (FTA)

Hata Türü ve Etkileri Analizi Risk Değerlendirme Yöntemi (FMEA)

Bu yöntemlerden en çok kullanılanı L Tipi Matris Yöntemi Risk Değerlendirme metodudur. Bununla birlikte Fine-Kinney Risk Değerlendirme yöntemi de sık kullanılan yöntemlerdir. Sektör bazlı olanlarda mevcuttur. Örneğin HAZOP genelde kimya sektörünün kullandığı bir risk değerlendirme yöntemidir.

Check List Risk Değerlendirme yöntemi hayatın her alanında kullanılabilir, ayrıntılı olmayan kontrol sistemine dayalı bir yöntemdir.

What If Risk Değerlendirmesi yönteminde ise adı üzerinde durumlara olursa ne olur gibi sorular sorularak önlemci bir yaklaşımla sistemlere yaklaşılr.

İş emniyeti analizinde (JSA) iş bölümlenir ve her bir bölümün ihtimal dahilindeki tehlikelerine önlemler alınır. Kaza meydana gelmeden yapılan, tedbirci yani proaktif bir yaklaşımdır.

JSA uygulandığında pek çok yarar sağlayabilir. Örneğin her katılımcı, analiz sırasında iş hakkında daha fazla bilgi sahibi olur. JSA' nın en önemli uygulamalarından biri yeni çalışan eğitim programlarında uygulanmasıdır. Tamamlanmış bir JSA hazır bir eğitimsel taslak sağlar (işin basamakları, her adımla ilişkili tehlikeler ve her adım için güvenli ve uygun prosedür). Buna ek olarak, eğitim programlarında JSA kullanımı iş prosedürlerini ve güvenlik talimatlarını standartlaştırır, böylece herkes aynı şekilde işi yapmayı öğrenir. [12].

Hata Ağacı Risk Değerlendirme Yönteminde (FTA) ise sistem kaynaklı hatalar ve sistem ile sakıncalı durumlar arasındaki bağlantıyı gösteren durumlar mevcuttur.

Hata Türü ve Etkileri Analizi Risk Değerlendirme Yönteminde (FMEA) ise sistemdeki hatalar belirlenerek önem derecelerine göre sınıflandırılarak analiz edildiği yöntemdir. Yani sistemdeki hata türleri belirlenir etkileri analiz edilerek sınıflandırılır buna göre önlemler alınır.

Yaygın kullanılan L Tipi Matris Risk Değerlendirmesi yönteminde risk, olasılıkla şiddetin çarpımından elde edilen sayısal bir değerdir. Belirlenen tehlike ve riskler risk analiz tablosuna yazılır. Burada meydana gelecek olayın olasılığına 1'den 5'e kadar bir değer verilir. Örneğin olasılık çok yüksekse 5 puan verilir. Daha sonra meydana gelecek olayın şiddeti tahmin edilir ve buna da 1'den 5'e kadar bir değer verilir. Örneğin çok şiddet yaratacaksa 5 puan verilir. Daha sonra bunlar çarpılır. Örneğin olasılık 4, şiddet 5 ise 4 ile 5 in çarpımından risk 20 sonucu elde edilir. Daha sonra bu değer risk değerlendirme matrisinden aranır. Matris üç renkten oluşur. Yeşil 1'den 6'ya, sarı 9'dan 12'ye, kırmızı ise 15'den 25'e kadar değerler barındırır ve sayılar arttıkça durumun kritik olduğu anlaşılır. Bizim bulduğumuz örnek risk 20

çıkıyordu. Bu ise risk değerlendirme matrisinden kırmızı renge denk geliyor. Kırmızı renk kabul edilemez riski, sarı dikkate değer riski, yeşil ise kabul edilebilir risk seviyesini göstermektedir. O halde bizim bulduğumuz örnek risk 20 değeri kabul edilemez risk grubundadır ve hemen müdahale edilmelidir.

Bu şekilde tüm tehlike ve riskler belirlenerek hesaplanır ve tablolaştırılarak risk analizi yapılır. Duruma göre de iyileştirme çalışmaları gerçekleştirilir. En sık kullanılan yöntem budur.

Risk analizleri çok tehlikeli iş yerlerinde 2, orta tehlikeli iş yerlerinde 4 ve az tehlikeli iş yerlerinde ise 6 yılda bir yenilenmelidir.

2.6.3 Neden Risk Analizi?

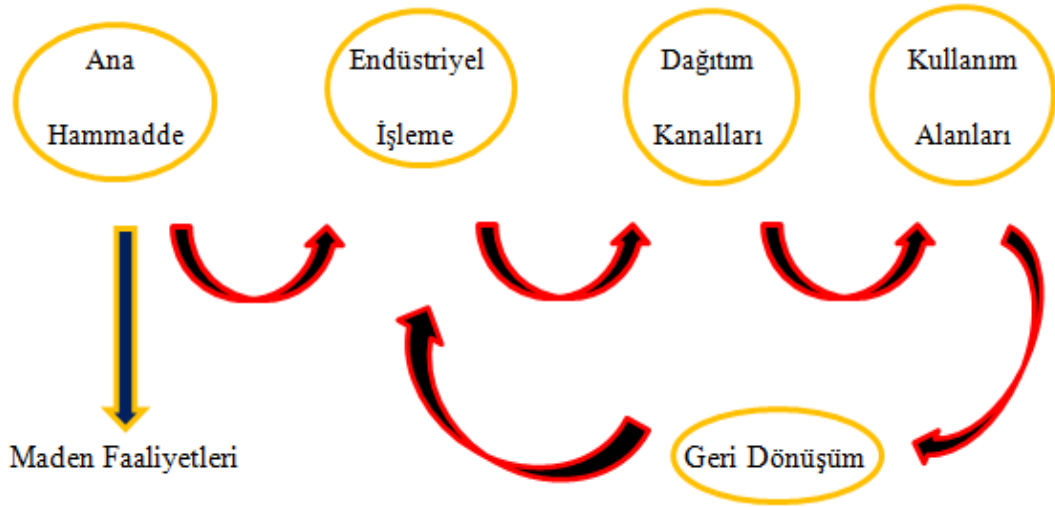
Her işletme çok ya da az olsun, tehlikeli ya da az tehlikeli olsun belirli oranlarda risk ve tehlike içermektedir. Bu tehlikeler insan hayatına anında ya da uzun vadede mal olabilecek derecede olabilir. Bunun önlemi ve tedbiri kuşkusuz çok önemlidir. İşletmelerde her ünite veya kademe ince elenip sık dokunacak nitelikte tanınmalıdır. Bu aşamadan sonra ise ünitelerin kendine özgü çalışma koşullarına ve çalışma prensiplerine göre oluşabilecek kaza ihtimalleri belirlenmelidir. Bu belirlemeden sonra ise önlem çalışmaları başlamalıdır. İşte tam da risk analizi bu yapılan işleme denilmektedir. Önemi ise açık ve nettir. Risk analizi sayesinde olası kazalar, yaralanmalar veya can kayıpları gibi riskler bertaraf edilir.

BÖLÜM 3

MADENLERDE ÜRETİM

3.1 MADENLERDE FAALİYET VE ÜRETİMLER

Maden faaliyetleri hammadde elde edimi ve endüstriyel canlılık için olmazsa olmazdır. Tüm sanayi ve endüstriyel kazanımların temelinde hammaddesel üretim yatmaktadır. Süreç ve döngü aslında çok basittir. Ürün için gerekli olan ana hammadde üretimi sonrasında endüstriyel ve sanayisel işleme ve en sonunda da kullanım alanı şeklinde bir döngüden bahsedilebilir.



Şekil 3.1: Hammadde Döngüsü.

Bu döngü son bulduğunda üretim malzemelerinin çoğu için geri dönüşüm söz konusu olur. Geri dönüşüme verilen ya da verilebilecek metalik ürün, kağıt atık, plastik ürün gibi benzeri maddeler tekrardan geri dönüşümden sonra endüstriyel işleme sınıfına aktarılır.

Endüstriyel işlemeye verilen madeni ürünler yani alüminyum, demir-çelik, bakır gibi ürünler ergitme işleminden sonra tekrardan pazar durumuna göre kullanım alanlarına iletilmiş olur. Geri dönüşüm şansı olmayan ürünler ise şekil 3.1’de görülen döngüde kullanım alanları adımından sonra son bulur.

Madenler yüzyıllardır insanlık tarihinin belki de hemen her yüzyılında en önemli ekonomik faaliyeti olmuştur. Bu durum özellikle 19, 20 ve 21. yy süresince stratejik önem kazanmayla daha da önemli bir noktada yer almıştır. 1800 yılları dönemlerinde kömür madenciliği sanayi devrimi ile birlikte buhar olan önemin artması ile sanayi için adeta olmazsa olmaz bir önem kazanmıştır. 1900 yılları itibari ile ise kömürün yanında metalik cevherler önem kazanır iken 1900 yılları sonu ve 2000 yılları ile daha stratejik madenler keşfedilerek kazanılmış ve işlenmiştir. Kömür ise bu dönemlerde daha çok elektrik çevrim santrallerinde ayrı bir stratejik güç gösterim noktasına kendisini taşımıştır. Günümüzde bor, boksit, krom, linyit, taşkömürü, kalker, altın, bakır, mermer gibi madenler sanayide gerek elektronik gerek yapı kimyasalı gerekse de stratejik noktada çok önemli hammaddeler halini almıştır.

3.2 KAYAÇ TÜRLERİ

Mineraller birleşerek kayaçları oluşturmaktadır. Kayaçlarda kendi içinde sınıflara ayrılmaktadır. Kayaçları aşağıdaki şekilde sınıflandırmak mümkündür.

-  Magmatik Kayaçlar
-  Sedimanter (Tortul) Kayaçlar
-  Metamorfik Kayaçlar

Kirecin hammaddesi olan kalker, yukarıda verilen sınıflandırmada sedimanter yani tortul kayaç cinsindedir. Tortul kayaçlara örnek olarak alçıtaşı (jips), kıltaşı, kaya tuzu, traverten, linyit, taş kömürü, antrasit sayılabilir.

Saha çalışmalarının da yapıldığı kalker madeni kireç yapımında kullanılan bir kayaçtır. Diğer adı kireçtaşıdır. Özgül ağırlığı 2.5 ton/m^3 civarındadır. Kalkerin yapısında CaCO_3 (kalsiyum karbonat) bulunmaktadır. Kalker ortalama $1000 \text{ }^\circ\text{C}$ de

pişirilirse analiz (ayrışma) tepkimesine girer ve yapısındaki CO₂ kaybederek CaO yani sönmemiş kireç elde edilir. CaO yüzde 25-35 su ile temas ettirilirse sentez (birleşme) tepkimesi sonucu Ca(OH)₂ yani sönmüş kireç elde edilir. Kalker işlenmeyerek parça taş (mıcır) olarak ta belirli ebatlarda kırılarak satılabilir. Parça taşlar (mıcır) ile de beton, asfalt gibi önemli yapı elemanları üretilir.

$\text{CaCO}_3 + \text{ISI} = \text{CaO} + \text{CO}_2$ Sönmemiş Kireç (CaO) - Analiz (ayrışma) Tepkimesi.

$\text{CaO} + \text{H}_2\text{O} = \text{Ca(OH)}_2$ Sönmüş Kireç (Ca(OH)₂) - Sentez (birleşme) Tepkimesi.

3.3 MADENLERİN İŞLETİLME VE REZERV KAZANIM YÖNTEMLERİ

Madenler insanlık tarihiyle birlikte hiçbir zaman önemini yitirmemiş ve insanoğlunun hammadde temin noktasında her daim ilk sıradaki yerini korumuştur. Tarih öncesi devirlerden insanoğlunun bakırı bulup işlemesi ile başlayan maden devri çağlar süresince artarak önem kazanır vaziyette günümüze değin süregelmiştir. İnsanoğlunun da dikkatini çekmiştir madenler. Bunun ispatı ise yine tarih öncesi çağda insanların bakırı bulup işlemesi ve bakırı kalayla karıştırıp daha sert yani daha iyisini bulma isteğidir. Nitekim bulmuştur da. Bakır ve kalayı karıştıran insanoğlu daha sağlam olana ihtiyaç duymuş ve tunç elde edilmiştir. Maden devrinin sonlarına doğru ise demiri bulmuş ve kullanım için uygun teçhizatlar haline dönüştürmüşlerdir. Daha sonraki tarih devirlerinde ise yani ilkçağ, ortaçağ, yeniçağ ve yakın çağda ise madenler her geçen gün daha da önem kazanarak rezerv alım çalışmaları haline dönüştürülüp sanayi ve endüstrinin kullanımına sunulmuştur.

Eski çağlarda dere yataklarından veya ufak kazılardan elde edilen hatta yeryüzünde mostra eğiliminde olan ve kolayca kazanılan rezervler günümüzde o kadarda kolay bulunup kazanılamamakta. Özellikle içerisinde bulunduğumuz bu son çağda, sanayi devrimi sonrası maden yatakları stratejik öneme kavuşmuştur.

Açık (Yerüstü) Maden İşletmeciliği

Açık maden işletmeciliği yerüstünde, yeraltına inmeden yapılan maden faaliyetleridir. Bu tür maden faaliyetleri formasyon cinsine ve özelliklerine göre, kayaç sağlamlığına göre teknolojik yeni yöntemlerle delme-patlatma veya makina teçhizat (ekskavatör, kırıcı, loader vs.) yöntemleri ile gerçekleştirilir. Günümüzde

linyit, kalker, alçıtaşı, mermer, demir, bakır, bor gibi pek çok maden açık işletme yöntemleri ile kazanılmaktadır. Açık işletmelerde şev, delme-patlatma ve yeraltı suları çalışmayı verim ve güvenlik açısından etkileyen en önemli üç temel faktördür. Delme patlatma faaliyeti sırasında; çevresel etki, ses, kayaç sıçrama, şev dizaynında; kayma, göçük, kayaç kopma, yeraltı suları seviyesinde; derinlik, düşme, verimsiz çalışma parametreleri belirleyicidir. Bunların hepsinin temeline bakıldığında iş güvenliği tehdit altındadır. Ana özen noktası iş güvenliğini sağlamaya yönelik olduğunda bu problemler giderilmiş olacaktır veya iş güvenliğini sağlama noktasında dikkat, özen ve önce güvenlik kavramları ana felsefeyi oluşturduğunda sayılan bu olumsuzluklar giderilmiş olacaktır.

Dünyada pek çok bilinen maden vardır. ABD’de yer alan Bingham Utah bakır madeni yaklaşık 4000 metre çapında ve 1000 metre derinliğinde şev düzenine sahip bir açık işletme madenidir. Benzer bir örnek de Chuquicamata Şili’den vermek mümkündür. Şili açık işletme düzeninde pek çok bakır madenlerinin merkezi konumundadır. Ülkemizde de çok sayıda açık işletme yöntemi ile çalışan madenler mevcuttur. Aşağıdaki resimde kalker madenine ait bir açık ocak (yerüstü) resmi bulunmaktadır.



Şekil 3.2: Açık İşletme Kalker Ocağı [13].

Ülkemizde de bu şekilde çalışan çok sayıda maden sahası mevcuttur. Yapı malzemesi için hammadde temini noktasında çalışan alçı üretimi için alçıtaşı ocakları

veya çimento, kireç, asfalt yapımı için çalışan kalker maden sahalarını örnek vermek doğru olacaktır.

Açık işletme madenciliğinde iş güvenliği ve üretimin akıcılığı için en önemli parametrelerden biriside şev stabilitesidir. Madenlerde şev basamakları oluşturma yöntemi ile rezerv doğrultusunda aşağıya doğru üretimi ilerletmek mümkündür. Fakat bunu yaparken sonraki hamlelerin neler doğurabileceğini önceden kestirmek için yürütümü ve iş sağlığı ve güvenliği için kuşkusuz faydalı olacaktır. Ayrıntıya girmeden aşağıda şev basamak geometrisinden bahsedilecek, bu konudan daha sonra iş güvenliği noktasında şev kaymalarına karşı tedbir yöntemleri anlatımlarında ilerleyen sayfalarda uzunca bilgi sunulacaktır.



Şekil 3.3: Şev Geometrisi.

Yukarıda görüldüğü gibi şev oluşturulurken önem arz eden genel parametreler basamak yüksekliği, basamak genişliği, şev açısı, genel şev açısı, şevler ve genel şevdir. Burada şev açısı şevin yatayla yaptığı açıdır. Genel şev açısı ise şev en tabanından şev en tavanına çizilen düz hattın yatay ile yaptığı açıdır. Basamak genişliği şev zemininin önde bittiği nokta ile arkada bir üst şev tabanına dayandığı nokta arası mesafedir. Basamak yüksekliği ise şev tabanı ile bir üst şevin bittiği ön nokta arası dik düşey mesafedir.

Kalker ocaklarında yukarıda anlatılan parametrelerin her biri önem teşkil etmektedir ve çalışmanın yapıldığı kalker ocağında bu parametrelere özenle uyulmaktadır.

Şevler oluşturulurken tabii ki hassas bir takım parametreye dikkat etmek gerekir. Yukarıda açıklanan basamak yükseklikleri makinanın erişeceği yükseklikten biraz daha az olmalıdır. Yani bir kalker sahası için basamak yüksekliği 8 metreyi geçmemelidir. Basamak genişlikleri ise çok rahat iki iş makinasının geçişine elverişli olmalıdır. Güvenlik açısından basamak genişlikleri de 10 metre civarında olmalıdır. Aksi takdirde dar olan geçiş bölgelerinde aşağı kaymalar ve bedeli ağır sonuçlar doğabilir. Basamak şev açıları ise bir diğer önemli husustur. Sağlam formasyona sahip zeminlerde, örneğin özgül ağırlığı ortalama 2.5 ton/m³ olan bir kalker sahasında şev açısı 60° olabilir iken yumuşak, dayanımı az formasyonlu açık maden sahalarında ise şev açıları güvenlik için 30° - 40° civarına indirgenmelidir. Tüm bunlar açık maden sahalarında güvenlik için oluşturulması gereken en temel hususlardır. Bunların haricinde iş güvenliği için, ocak suyu tahliye yöntemleri, delme-patlatma organizasyonları da açık (yer üstü) maden sahalarında koordineli bir şekilde yürütülmesi gereken temel kriterlerdir.

Aşağıda açık maden sahalarında kullanılan bazı iş makinaları yer almaktadır.



Şekil 3.4: Maden Çalışmalarında Kullanılan İş Makinalarının Bir Kısmı (Loader, Paletli Ekskavatör-Kırıcı, Kepçe, Lastikli Ekskavatör, Greyder, Mini Ekskavatör, Kamyonlar). [14].

Yerüstü madencilik çalıştığı alana göre gerek dekapaj, yani cevhere ulaşmak için alınan cevher üstü örtü toprak tabakası gerekse de cevherin kazanılıp yüklenerek

nakledilmesi çalışmaları sırasında bu makina ve teçhizatlarla adeta haşır neşir olması gerekmektedir. Cevher tabakasına ulaşana kadar yapılan dekapaj çalışmaları sırasında alınan üst örtü tabakası izinleri bakanlık ve belediye tarafından sunulmuş bir alana nakledilerek uygun şekilde dökülerek serilir. Zaten organik maddeden oluşan bu yığın, yani toprak tabaka düzgün istiflendiği takdirde yakın zaman içinde doğayla tanışacak ve uyum sağlayacaktır. Bu sayede yeni tarım alanları oluşacaktır. Su kaynakları örtülüp kapatılmadan yapılan bu dolgu veya döküm işlemi doğayla iç içe zararsız bir çalışmadır. Hatta bu sayede önceden açılan kum ocakları kaynaklı suni göller, eski yıkıntı döküm sahaları, çöp döküm alanları gibi bir takım çevresel hamle gerektiren, ekolojik dengeye olumsuz etkiye sahip alan iyileştirilmiş olacaktır.

Örtü işlemi kaldırıldıktan sonra ekonomik cevher kütesine ulaşılmış olunur ve bu cevher alınmaya başlanır. Yumuşak formasyona sahip ise örneğin bir linyit sahasında sadece ekskavatör ve kırıcılar ile cevher kazanılabilir. Fakat kütlece daha ağır ve özgül ağırlığı daha fazla olan cevherlerde mesela kalker gibi cevherlerde işlem döngüsü sırasında sadece ekskavatör ve kırıcı gibi makina teçhizat yeterli kalmayabilir. Bu sırada devreye delme patlatma işlemi girer. Delme patlatma için öncelikler rock delici çalışarak mühendisin belirlediği ebatta, açıda, açıklıkta ve düzende delikleri delmelidir. Aşağıda rock delici görülmektedir.



Şekil 3.5: Delme-Patlatma İşlemi İçin Delik Delmeye Yarayan Son Teknoloji Rock Delici. [15].

Delme işleminden sonra hesaplanan patlayıcı maddeler gerekli izinler sonrasında satın alınarak güvenlik koşulları sağlanmış maden sahasına getirilir. Delikler eğitimli çalışanlarca, mühendis gözetiminde doldurulur ve çevre güvenliği sonrasında patlatma işlemi yapılır. Daha sonra ön hazırlık işleminden sonra ekskavatör yardımı ile kamyonlara yüklenen cevher üretim tesisine (kırma-eleme) gönderilir.

Açık işletme yöntemi ile çalışmalar, eğer açık işletme yöntemi ile çalışma ekonomik ise mümkündür.



BÖLÜM 4

AÇIK İŞLETME MADENCİLİĞİNDE İŞ GÜVENLİĞİ

4.1 AÇIK İŞLETMELERDE İŞ GÜVENLİĞİNE ETKİ EDEN KRİTERLER

Açık işletme madenciliği adını yer üstünde faaliyet gösterdiği için alır. Rezervin yeryüzüne yakın olduğu, mostranın yüzeye yakın ve paralel seyrettiği alanlarda, dekapaj faaliyetlerinin ekonomikliği hesaplandıktan sonra, kazı aşaması ekonomik katlanılabilir rapor aldıktan sonra, yapılan kazı faaliyetleri sonrasında ulaşılan ve kazanılan rezerv sonucu icra edilen madencilik yöntemi açık işletme madenciliğidir. Tabiki bu yöntem yer altı madenciliğine göre ekonomiklik arz ettiği sürece en istenen ve en talep edilen yöntemdir. Dünyada ve ülkemizde pek çok açık işletme yöntemi ile çalışan maden mevcuttur. Ülkemizde boksitten kalkere, linyitten demire, bakırdan bora kadar onlarca değerli maden yüzlerce açık işletme metodu ile kazanılmaktadır.

Arama ve keşif aşamasından sonra başlayan kazı çalışmaları oldukça külfetli, bir o kadarda zor bir işlemdir. Bu aşamada milyonlarca ton dekapaj üst kazı örtü tabakası izin verilen başka alanlara genellikle dolgu maksatlı taşınır. 10 hektarlık bir kalker sahasının rezerv üstü 2 metre örtü tabakası (toprak) olduğunu düşünürsek taşınması gereken miktarı hesaplamak şu şekilde olacaktır.

$$10 \text{ hektar} = 100 \text{ dönüm} = 100.000 \text{ m}^2$$

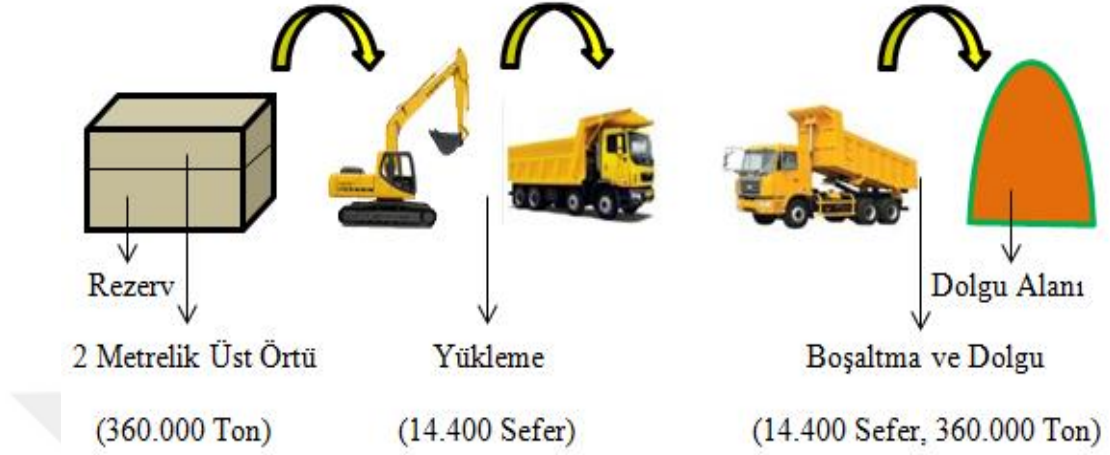
$$\text{Toprağın ortalama özgül ağırlığı} = 1.8 \text{ ton/m}^3$$

$$\text{Örtü tabaka kalınlığı} = 2 \text{ m}$$

$$\text{Hacim hesabı} = 100.000 \text{ m}^2 \times 2 \text{ m} = 200.000 \text{ m}^3$$

$$\text{Dekapaj işlemi için} = 200.000 \text{ m}^3 \times 1.8 \text{ ton/m}^3 = 360.000 \text{ ton örtü taşınmalıdır.}$$

Rezerve ulaşılması için aktarılması gereken örtü tabakası miktarı 360.000 tondur. Ortalama bir kamyonun 25 ton taşıyacağını düşünürsek 360.000 ton örtü dekapaj çalışması ancak $360.000 \text{ ton} / 25 \text{ ton} = 14.400$ kamyon seferi ile tamamlanır.

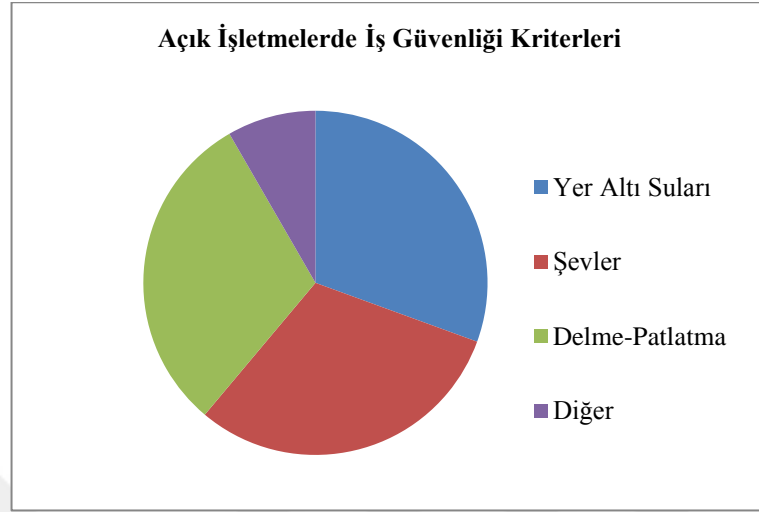


Şekil 4.1: Dekapaj ve Dolgu Çalışması Adımları

Aylar sürecek bu çalışma elbette ki meşakkatli ve dikkat isteyen bir iştir. Ortalama 14.400 sefer yapılacak bu yükleme işlemi iş güvenliği açısından da oldukça önem arz eden bir süreçtir. İş kazalarının en çok meydana geldiği sektörlerden ikisi inşaat ve maden sektörleridir. Dekapaj ve dolgu işlemi ise adeta inşaat ve maden sektörleri çemberinin kesişim alanı içerisinde bulunur. Yani hem inşaat hem maden çalışmaları aşamalarını içerisinde barındırmaktadır. O halde tehlike faktörleri de alınması gereken iş güvenliği tedbirleri de daha fazla olacaktır. Makina arızaları, yükleme safhası, olası kayma ve heyelanlar, boşaltma ve dolgu safhası ayrı ayrı risk etmenlerini barındıran süreçlerdir. Bu nedenle risk etmenleri daha işin başında belirlenmeli ve tedbir çalışmaları, risk analizi takibiyle yapılmalıdır.

Dekapaj çalışmasından sonra rezerv çıkartma çalışmaları başlamaktadır. Yani maden faaliyetleri başlamaktadır. Açık işletme faaliyetleri rezervin durumuna göre onlarca yıl sürebilir. Çevre düzeni ve sağlığı da bozulmadan ekonomik rezerv durumuna göre şev düzeni ve yer altı suları kontrol altında tutularak yerin metrelerce derinine üstü açık biçimde inilebilir. Ülkemizde bu tür madenlere çokça örnek verilebilir. Bakır, bor, boksit, demir, linyit gibi madenlerin çoğu bu şekilde işletilen madenlerdir

Açık işletmelerde iş güvenliğini tehdit edici en önemli üç kriter; şev durumu, yer altı su seviyesi, delme-patlatma faaliyetleridir.



Şekil 4.2: Açık İşletmelerde İş Güvenliği Sağlama Kriterleri Önem Düzeyi

Şekilde de görüldüğü üzere açık işletmelerde iş güvenliği sağlanırken uygulanacak mühendislik metotları yüzdesel olarak yer altı suları, şev ve delme-patlatma faaliyetlerinde eşit ve yüksek önem düzeyine sahipken diğer başlıklı dilimde nispeten daha düşüktür. Bunun sebebi işe özgü olmayan ve hemen her iş dalında aynı problem düzeyinde karşılaşılabilecek sorunlar olmasıdır. Ayrıca diğerlerine göre daha az tehlikeli bulunması ve mühendislik metotlarla önlemenin pek mümkün olmadığı seçenektir. Bu seçenekte, yani diğer başlıklı dilimde ulaşım yolları, makina teçhizat kaynaklı riskler, çalışan ve operatör-şoför kaynaklı riskler gibi çoğu mühendislik sektöründe karşımıza çıkabilen, dikkatsizlik ve bakım onarım noksanlığı kaynaklı tehlike ve risk olasılıkları mevcuttur. Yapı inşa-icra kaynaklı, faciaya davetiye niteliğinde oluşacak olan olası kazalar ise bahsedildiği üzere mühendislik metot dokunuşları ile başından sağlama alma ve sağlam inşa ile zaten güvenli kılınmış ve önlenmiş olunacaktır.

Şev durumunun stabilitesi planlı iyi hesap edilmelidir. Aksi takdirde heyelan ve kaymalar yaşanabilir. Yer altı su seviyesi de açık işletmeler için çok önemli bir husustur. Drenaj sistemleri iyi geliştirilmelidir. İçsel çatlaklardan ilerleyen su şev yapısını etkileyebilir ve geri dönüşü olmayan kazaları tetikleyebilir. Şubat 2011 yılında Afşin Elbistan kömür havzasında meydana gelen heyelan kazasının gizli

tetikçisi yer altı suyu olduğu tahmin edilmektedir. İçsel çatlak yoluyla ilerleyen sular şev durumunu etkilemiş ve bozulan şev stabilitesi sonuç olarak heyelan yaratmış, ondan fazla işçi heyelan altında kalarak hayatını yitirmiştir. Delme patlatma faaliyetleri de olası iş güvenliği tehditlerindedir. Düzensiz delinen delikler, fazla şarjlama, hatalı sıkılama, kullanılan malzeme, delik çap, yön, boyları gibi parametrelerde delme patlatma faaliyetlerini umulmadık faciayla sonuçlandırabilir. En iyi ihtimalle ise çevresel boyutta titreşim, ses bazlı kirlilik veya verimsiz patlama, maddiyata dayalı zararlar oluşabilir. Bunların meydana gelmesini ise kuşkusuz hiç bir mühendis ve çalışan istemez. Bu üç kriterin yanında iş güvenliği ve iş sağlığına etki eden diğer çalışma ortamı kaynaklı etkenlerde mevcuttur. Bunlara maden sahası içi ulaşım yolları kaynaklı riskler, operatör veya şoför kaynaklı riskler, makina teçhizat (kamyon, beko, loader, rock, kompresörler, pompalar vs.) kaynaklı riskler, çalışan kaynaklı riskler gibi risk etkenlerini de eklemek mümkündür. Bu tarz riskler hemen her çalışma ortamında işin akışına özgü riskler olduğu için bakım, onarım, eğitimler ve uyarılarla risk analizi çerçevesinde, önleyici bakış açısı ile bu risklerin üstesinden gelmek mümkün olabilecektir. Açık işletmelerde iş güvenliğini tehdit eden 3 kriter ise, işin oluşturulması yani inşaa safhasında, mühendislik müdahaleleri ile sağlama alınarak risk unsuru olmaktan kurtarılabilir.

4.2 AÇIK İŞLETMELERDE İŞ GÜVENLİĞİNİ SAĞLAMA YÖNTEMİ

Maden sahalarında iş güvenliği sağlanırken klasik risk analizi hazırlama yöntemi, ardından iş güvenliği uzmanı tarafından verilen eğitimler yeterli görülmemelidir.

İş güvenliği uzmanı, mühendisler, işletme müdürü veya işverenler tarafından yaptırılan, bir kaza yaşandıktan sonra yasal açıdan sadece bu saydığımız kişileri kurtaracak olarak bilinen ve görülen uyarı levha ve tabelaları ise artık bu kaçak amacın bir parçası olmamalıdır. Olası kazalara kökten tedbir aranmalıdır. Risk kontrol önlemlerinin hiyerarşik düzeninden, mühendislik metotlar yöntemi temel felsefe olmalıdır.

Kalker sahasında yapılan bu çalışmada yöntem olarak mühendislik metotları yöntemi ile iş güvenliğini sağlama yoluna gidilecektir. Şev çalışmaları, yer altı su sorununa yönelik çalışmalar ve delme-patlatma çalışmaları bu yöntem kapsamında tedbirlerle

ele alınacaktır. Yani tüm bu çalışma boyunca olaya mühendislik metotlar yöntemi çerçevesinde bakılacak ve iş sahalarında iş güvenliği mühendislik yöntemleri ile sağlanacaktır. Mühendislik metotları uygulanarak önce üretim değil önce güvenlik mantığı ile olaya bakılacak, şevlerin stabilitesi sağlam, yer altı suları güvenli seviyede tutulacak, delme-patlatma güvenli düzeylerde sağlanacak ve böylece çalışma ortamında iş kazalarına davetiye çıkarır cinsten bir problem kalmamış olacaktır. İlaveten çalışanlara verilecek olan uygulamalı bilinçlendirme eğitimleri ile bilinçlenen işçilerle buluşan güvenli sahalarda iş güvenliği kendiliğinden sağlanmış olacaktır. Yani bir nevi olay kaynağından hallolmuş olacaktır. Bu yöntemle iş güvenliği sağlanmış olacaktır.

4.3 AÇIK İŞLETME MADENCİLİĞİNDE İŞ GÜVENLİĞİ AÇISINDAN ÖNEMLİ OLAN 3 KRİTERİN İNCELENMESİ

Açık işletmeler yer üstünde üretim yapılan madencilik çalışmalarıdır. Elbette ki insan gücü ihtiyaç ve faktörlü de bu sektör için olmazsa olmaz bir gerçektir.

Üretim yapılırken kazanılan madenin kimyası, cinsi ve değerine göre çalışma şekil, esas ve yöntemleri de değişkenlik gösterebilir. Madenler devletlerin ve milletlerin ekonomisine ve enerji sektörüne gerek ekonomik, gerekse de stratejik düzeyde yön veren hayati zenginlikleridir. O nedenle ki zamansal boyutta ve miktarsal anlamda belli sürelerde işletilmesi, kazanılması şartlara ve dar zaman dilimlerine sıkıştırılabilir. Atalarımızın acele işe şeytan karışır sözü akıllara gelse de globalleşen dünyada lojistik anlamda örülen ağ bir uçtan bir uca gitmekte ve devletlerin ihtiyacı olan cevher transferi onlarca ülkeye ihraç düzeyinde, zaman kısıtı ile önem kazanmaktadır. Doğal zenginlik olması boyutuyla da incelendiğinde her ülkede her maden cinsinin bulunmasının imkansızlığı lojistik alt yapıya duyulan ihtiyaç ve önemi on kat daha arttırmaktadır. Bu durum ise daha çok, daha fazla ve daha hızlı üretimi tetiklemektedir. Bu, ülke içi yapı inşa gibi zamansal zorunluluk ya da şarta bağlı icralarda da geçerlidir.

İşin belli bir aralığa sıkıştırılması stres, kabiliyet noksanlığı, yetkinlik azlığı gibi yan etkileriyle birleştiğinde oluşacak olan iş kazaları ve iş güvenliği eksiklikleri hiç anormal bir durum değildir. Bu noktada iş güvenliği daha fazla önem kazanmaktadır.

Çünkü hiçbir şey bir insanın canından daha kıymetli değildir. O halde her üretim alanı ki bizim için bu açık işletme tekniği ile çalışan kalker madenleridir, kendi içlerinde sıkı analiz edilmiş risk faktörleri ve etkileri çerçevesinde önemli tedbir ve yok etme çalışmaları yapmalıdır. Açık işletmeler için en önemli 3 kriter şekil 4.2' de görüldüğü üzere; şev (basamak) durumu-şev stabilitesi, yer altı suları, delme-patlatma faaliyetleridir. Belirtmiş olduğumuz bu üç kriterde güvenlik ölçütleri iyi sağlanmalıdır. Güvenlik ölçütleri sağlandıktan sonra saha güvenli kılınmış olunacak ve iş güvenliği çerçevesinde çalışmalar yapılabilecektir. Esas oturtulması gereken kültür budur. Tam anlamıyla güvenliği sağlamak ancak bu tür mühendislik yöntemleri ile mümkün olacaktır. Yasal şart ve hükümler ise alınan tedbirlerin üstüne yerine getirilmesi gereken son dokunuşlar olmalıdır. Yani iş güvenliği mühendislik olarak icra edilmelidir.

Beton, kireç, çimento gibi önemli yapı malzemelerinin hammaddesi olan kalker kayacı açık işletme yöntemi ile kazanılan önemli ve çok yaygın bir madendir. Yoğunluğu 2.5-2.7 ton/m³ olan bu kayaç sağlam dayanımlı ve 60 dereceye kadar şev açısında durabilite özelliğe sahip bir kayadır. Aynı zamanda kalker madeni yer altı su problemleriyle, özellikle cevherin derinlere doğru alımı ilerledikçe karşılaşılan, kazanma yönteminin ise sağlam bir kayaç türü olduğu için delme patlatma yöntemi ile sağlandığı ve çalışmanın da temelini ve araştırma konusunu oluşturan önemli bir madendir. Bileşiminde ise %90 kalsiyum karbonat (CaCO₃) mevcuttur. Sertlik derecesi 3 civarındadır.

Kalker sahaları ve diğer açık işletme yöntemi ile maden kazanımı icra eden işletmelerde iş güvenliği sağlamanın birinci yolu sahada mevcut üretim alanlarının sağlam inşası, mühendislik çalışmalarıdır. Bunlar sağlandıktan sonra zaten tedbir uyarıları, levha, mevzuat, eğitim gibi şu anki öncüller ikinci planda kalacaktır. Fakat tabi ki bunlarda yerine getirilmeli ancak öncelik değişmeli, ikinci sırada yer almalı, birinci sırada yerinde iyileştirme yani mühendislik metotlar yöntemi yer almalıdır.

4.3.1 Basamak Durumu ve Şev Duyarlılığı

Açık işletme madenciliğinde işin güvenli yürütülmesi için sağlanması gereken en önemli husus basamak düzenidir. Sağlam ve kuralına uygun inşa edilecek şev düzeni sayesinde açık işletme madenciliğinde en önemli problemi oluşturan şev durumu kaynaklı göçük, kayma, heyelan gibi kaza etmenleri ortadan kalkmış olacaktır. 2011 yılında Afşin Elbistan bölgesinde meydana gelen maden kazası şev düzenlerindeki

problem ve yer altı su seviyesi etkisi ile yaşanmış, linyit sahasında yaşanan bu kazada 11 çalışan heyelan (göçük) altında kalarak yaşamını yitirmiştir.

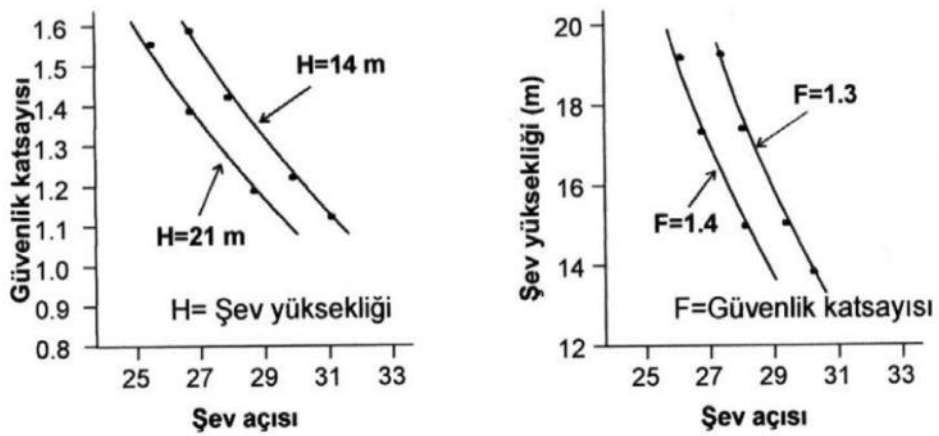
Kazı, yol dolgusu, dolgu tipi baraj, pasa, atık yığını ve açık işletme madenciliğindeki şevlerinin ekonomik ve güvenli şekilde tasarımı için aşağıda belirtilen iki aşama esas alınarak şev duraylılığı analizleri yapılır.

Ön analizler: Kritik olabilecek jeolojik, hidrojeolojik, malzeme ve çevre koşullarının belirlenmesi ve ekonomik değerlendirme yapılması.

Ayrıntılı analizler: Şev duraysızlığının özelliklerinin, tekrarlanma sıklığının araştırılıp, tasarıma gidilmesi ve iyileştirme yöntemlerinin belirlenmesi.

Şev duraylılığı analizlerinin başlıca amaçları;

- Değişik koşullar altında farklı özellikteki şevlerin duraylılığının araştırılması,
- Şev yüksekliği ve şev açısı gibi şev tasarımı parametrelerinin tayini amacıyla şev ve malzeme parametrelerinin birbirine bağlı değişimlerinin incelenmesi,
- Kayma (duraysızlık) mekanizmasının belirlenmesi,
- Şevin yeniden tasarlanması ve iyileştirici (duraylılığı arttırıcı) yöntemlerin belirlenmesi,
- Deprem, yoğun yapılaşma, trafik vb. gibi etkilerden kaynaklanan dış yüklerin şev duraylılığı üzerindeki etkilerinin araştırılması. [16].



Şekil 4.3: Güvenlik Katsayısının Şev Yüksekliği ve Şev Açısına Bağlı Değişimini Gösteren Duraylılık Analiz Sonuçları. [16].

Yukarıdaki grafik okunduğunda durum açık şekilde anlaşılabilir. Şev yüksekliği düştükçe ve şev açısı azaldıkça güvenlik katsayısı artmaktadır. Yani oluşturulacak olan açık işletme şev düzeni basamak yükseklikleri 12-14 metreyi geçmemeli, şev açısı uygun olmalı ve çok dik olmamalıdır. Bu durumda güvenlik katsayısı artacak ve güvenli çalışma ortamı sağlanmış olacaktır. Şev açısı arttıkça güvenlik katsayısı düşmektedir. Aynı şekilde şev yüksekliği düştükçe de güvenlik katsayısı şev açısına bağlı olarak artmaktadır.

$$\alpha \downarrow \quad F \uparrow \quad \longleftrightarrow \quad \alpha \uparrow \quad F \downarrow$$

Örneğin 29 derecelik bir şevin yüksekliği 21 metre ise güvenlik katsayısı 1,2 civarındadır. Fakat aynı şevin açısı 33 dereceye çıkarılır, yani şev daha dik konumda oluşturulursa aynı yükseklikteki şevin güvenlik katsayısı bu sefer 1 civarına düşecektir.

4.3.1.1 Şev Stabilitesine Etki Eden Durumlar

Madenlerde oluşturulan basamak sistemi yani şev durumu çeşitli faktörlerden etkilenebilir. Bu etkiler bazen facia bazen uyarı niteliğinde olabilir. Mühendis ve teknik elemanlara düşen bu uyarılar gerçekleşmeden, yani daha işin başında önlem almak ve sağlam, hesaplara dayanan şev sistemleri oluşturmaktır. Bunu oluşturmadan önce ise çeşitli tehdit faktörlerini bilmekte ve bunlara göre hareket etmekte fayda vardır. Bu tehdit ve risk faktörleri şevleri inşa sırasında bizlere duruma “ya olursa” mantığı ile tedbirci ve proaktif bakmayı şart koşmaktadır. Bu sayede olası risk ve dış etkilere karşı da, daha yapım ve inşa sırasında önlem alınır ve şevler bu olası risk etkilerinin gerçekleşme durumuna karşın da dayanıklı hale getirilmiş olur.

Açık işletmelerde oluşturulan şevlerin davranışına ilişkin yürütülen ayrıntılı çalışmalar duraylılığa şev geometrisi, jeolojik yapısal özellikler, yer altı suyu koşulları ve malzemenin özellikleri gibi faktörlerin etkilediğini ortaya koymuştur. [16].

Şev Geometrisi - Jeolojik Özellikler

Oluşturulacak şevin geometrik özellikleri de kuşkusuz iş güvenliği noktasında şevler üzerinde büyük öneme sahiptir. Yanlış geometrik özelliklere sahip, açısız hatalı basamaklar heyelan, kayma tipi göçüklerle faciaya davetiye çıkarabilir. Burada

mühendislere düşen, mühendislik metotlar yönteminde şevleri oluşturma sırasında işi baştan sağlama alma ve uygun ölçüt ve hesaplarla şevleri inşa etmektir. Şevler oluşturulurken şev açısı, şev genişliği, şev yüksekliği geometri açısından tespit edilmesi gereken en önemli temel bileşenlerdir. Şekil 4.4’de şev kayması-heyelan kaynaklı bir kaza görülmektedir. Kaza Afşin-Elbistan termik santrali linyit sahasında meydana gelmiş ondan fazla çalışan yaşamını yitirmiştir. Kaza sebebi olarak şev durumu ve yer altı suyu sebep bileşenleri gösterilmiştir. Büyük ölçüde hasar yaratan kaza, şev stabilitesi ve açık maden sahası oluşturma ön etüt çalışmalarının ne kadar önemli olduğunun ispatı niteliğindedir.



Şekil 4.4: Afşin-Elbistan Termik Santrali Linyit Sahasında Meydana Gelen Maden Kazası (Şev Kayması-Heyelan). [17].

Şekilde görüldüğü gibi iki adet heyelan karşılıklı olarak meydana gelmiştir (second landslide and first landslide). İki heyelan da ard arda çok az süre farkla meydana gelmiştir. İş güvenliği bu noktada sağlanamadığı için yaşanan heyelan sonucu ondan fazla çalışan hayatını kaybetmiştir. İş güvenliği tedbirleri bu noktada işin başında sağlanmış olsaydı yani şev ve yer altı suyu drene çalışmaları mühendislik teknik yöntemleri ile icra-inşa sırasında yapılmış olsaydı şevlerde heyelan yaşanmayacak ve bu kaza meydana gelmeyecekti. Tam da bu örnek ile iş güvenliği sağlamada mühendislik metotlarının önemi daha iyi görülmektedir. Mühendislik metotları uygulansaydı diğer hiçbir iş güvenliği önlemlerine gerek kalmayacak ve sadece yönetmelik gereği uygulanacaktı. Çünkü asıl hedef olan insan güvenliği ve sağlığı, “mühendislik metotlarıyla sağlama alma” adımı sayesinde sağlanmış olacaktı.

Kaya içinde açılan şevlerde herhangi bir duyarsızlığın kinematik olasılığı ve türü şev geometrisi ve konumu ile jeolojik yapı tarafından belirlenir. Bu bakımdan;

- Şev yüksekliği
- Şev açısı
- Süreksizliklerin eğimi ve eğim yönü,
- Süreksizliklerin boyutu(sürekliliği),sıklığı,
- Gerilme çatlağının derinliği(mevcutsa) belirlenmelidir. [16].

Yeraltı Suyu Koşulları

Yeraltı suyu koşulları da maden faaliyetleri sırasında kazalara yol açan en önemli ve en sık rastlanan problemlerdendir. Toprağın suya doyması ile taşan sular sızıntı yoluyla birikmekte ya da yeraltı kaynağından yeryüzüne toplanan sular şeklinde birikmektedir. Bu görünen su kaynakları pompalar yolu ile ocak sahası dışına çevreye uygun şekilde aktarılabilir. Fakat bazen şev altlarında veya içlerinde yer altı su kaynakları, iç zonlardan sızıntı yolu ile şev düzenini olumsuz etkileyebilir. Müdahale edilmez ise yukarıda bahsettiğimiz şekilde Elbistan'da meydana gelen kazalar şeklinde kazalar yaşanabilir. Bu tür durumlarda su kaynağının kesilmesi ve başka yere sızıntının aktarılması ile eş zamanlı olarak etkilenen şevlerin önüne dolgu topuk yapılması ve şev açısı azaltılması iş güvenliği noktasında temel müdahale yöntemi olmalıdır. Sızıntı suları ile şev düzeninde genel anlamda kayma mukavemeti azalması en büyük problemi arz eder. Heyelan ve göçük kazaları bu olumsuzluktan sonra gelişen komplike bir problem niteliğindedir.

Yer altı suyunun şev duraylılığına etkisi çok yönlü olup en önemlisi, çatlak suyu basıncı olarak ve boşluk suyu basıncı olarak olası kayma yüzeylerindeki makaslama dayanımını azaltmasıdır. Şev duraylılığındaki kritik önemine karşın en az araştırılan parametre yer altı su basıncıdır. Bunun nedeni ise, kaya kütleindeki su basıncı dağılımı hakkında fikir verebilecek yöntemlerden ikisinin de (kaya kütleinin geçirgenliği ve yer altı su seviyesinin göz önüne alınarak yer altı su akış yönlerinin saptanması ve sondaj kuyularındaki su seviyelerinin ya da piyezometrelerle su basıncının ölçülmesi) uygulama ve yorumlamada zorlukları içermesidir. Dolayısıyla, duraylılık analizleri ya gözlemlere dayanan su koşulları için ya da genellikle uygulandığı üzere değişik su durumları varsayılarak "hassasiyet analizi" şeklinde yürütülür. [16].

Hoek, Bray ve Braw suyun duraylılığı azaltan diğer etkilerini şöyle sıralamışlardır;

- Şev tepesindeki ya da yüzeydeki gerilim çatlaklarını doldurarak yarattığı yanal etki ile kaymayı oluşturan kuvvetlerin artmasına neden olur.
- Patlatmanın yarattığı hidrodinamik şok boşluk su basıncında artmalara neden olarak makaslama dayanımını azaltır.
- Süreksizlikleri, boşlukları dolduran su (rutubet olarak) kayanın birim ağırlığını artırarak makaslama gerilmesinde azda olsa artışa neden olur ki bu duraylılığı azaltır.
- Kışın yer altı suyunun donması çatlakların genişlemesine ve drenaj yollarının kapanarak su basıncının artmasına neden olabilir.
- Hem yüzey toprağının hem de çatlaklardaki dolgunun erozyona uğraması duraylılığı azaltır.
- Örtü tabakasını oluşturan toprak ya da atık malzemelerin “sıvılaşmaya” uğramasına neden olabilir. [16].

Malzeme Yapısı

Malzeme özelliği ile anlatılmak istenen çalışılan alanın veya havzanın formasyon yapısı yani kayaç yapısıdır. Kayaç özelliğine dayanan mukavemet özellikleri, dayanımı, geçirgenliği gibi faktörler elbette ki heyelan tipi şev kayması kazalarında süreci belirleyici en temel özelliklerdir. Her kayaç yapısı duyarlılığa uygun hesaplamalar ile şev sistemi oluşturulmalıdır. İş güvenliğini sağlamada bu, kaçınılmaz ve en önemli tedbir adıdır. Uygulanacak önlem ve tedbirler tabiki kalker kayacı ile killi yumuşak kayaçlarda aynı olmayacaktır. Her formasyona ayrı teknik uygulanacaktır. Çünkü her zeminin dayanım ve mukavemeti yeraltı suları, titreşimler ve şev geometrisi açısından farklıdır. Killi yumuşak bir cevherde şev açısı için güvenli nokta 30 derece iken, kalker sahalarında bu açı 50-60 derecelere kadar çıkabilir.

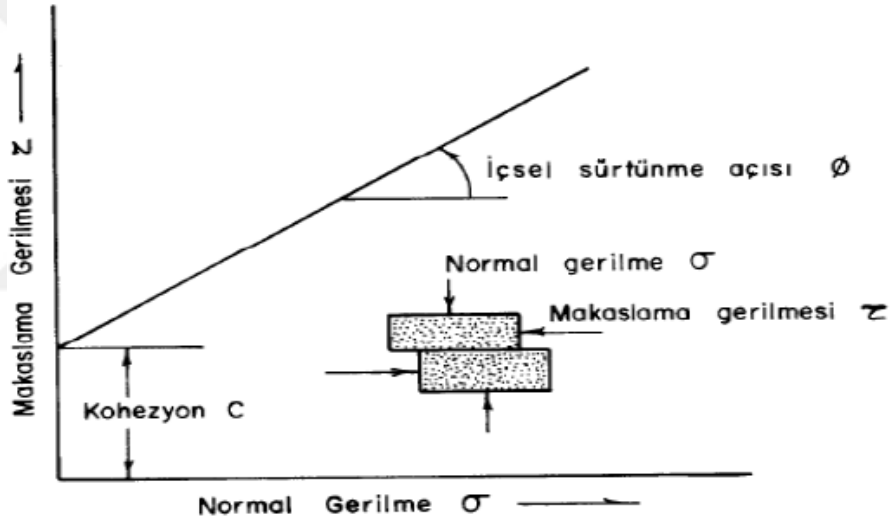
Şev duraylılık analizinde kullanılan malzeme özellikleri;

- Kohezyon
- İçsel sürtünme açısı
- Kaya ya da zeminin yoğunluğudur.

Bu parametreler denge sınırı yöntemine göre güvenlik katsayısının hesaplanmasında kullanıldığından özellikle kohezyon ve içsel sürtünme açısındaki küçük değişiklikler

güvenli şev yüksekliği ve şev açısında önemli değişiklikler meydana getirmektedir. Yukarıda bahsedilen üç ana faktöre ek olarak patlatmadan oluşan sismik ivmenin yarattığı kuvvetler, kaya kütlelerinin dayanımı, şevdeki gerilmeler ve deformasyonlar, şevin planda ve kesitte görülen bükeyliği, iklim koşulları ve zaman da ayrıntılı şev duraylık analizlerinde dikkate alınmalıdır. [16].

Laboratuvarda direkt makaslama testlerinin yapılması ile belirlenen kohezyon ve içsel sürtünme açısı parametrelerini tanımlamak için makaslama gerilmesi-normal gerilime grafiğinden yararlanılabilir. Bu grafik bir kayaç karot örneğinin içerdiği süreksizlik düzlemi boyunca kaymasını sağlayacak bir gerilimin uygulanmasıyla elde edilen sonuçların gösterildiği basitleştirilmiş bir şekildir. [16].



Şekil 4.5: Kaymaya Neden Olan Makaslama Gerilmesi İle Normal Gerilme Arasındaki İlişki. [16].

Hoek ve Bray (1977) kaya şev duraylık analizlerinde şevi oluşturan kaya kütlelerinin geometrisinden sonra gelen en önemli faktörün kayma yüzeyinin makaslama dayanımı olduğunu belirterek bunda olacak küçük değişikliklerin güvenli şev yüksekliği ya da şev açısından önemli değişikliklere neden olacağını vurgulamışlardır. Birçok süreksizlik düzlemini ve kaya malzemesi yenilmesini içeren karmaşık bir yenilme mekanizmasının beklendiği durumlarda makaslama deney sonuçları şev dizaynında direkt olarak kullanılmayıp kaya kütlelerinin arazide beklenen davranışına göre değiştirilmelidir. Ayrıca, süreksizlik yüzeyleri makaslama

dayanımının, ayrışma etkisi, yüzey pürüzlülüğü, suyun varlığı ve basıncı ve ölçek ile değişeceği unutulmamalıdır. [16].

Sürtünme açısı ve kohezyon dayanımı hususları makaslama gerilmesi ve normal gerilme ile açıklanır. İçsel sürtünme açısı arttıkça veya azaldıkça normal ve makaslama gerilmeleri farklı değerlere ulaşır. İçsel sürtünme açısı malzemenin kayma gerilmesine dayanıklılığıdır. Başka bir deyişle kaymak üzere olan tanelerin yüzeylerinin (eğimin) yatayla yaptığı açıya içsel sürtünme açısı denir. Bu açı gerek makaslama gerekse de normal gerilmeyi doğrudan etkiler özelliğindedir. Oluşturulacak şevler tüm bu özelliklere göre en uygun biçimde oluşturulmalı, gerekli laboratuvar analizlerine göre ve saha formasyon, havza, iklim özellikleri ve kayaç yapısal özelliklerine göre hareket edilmelidir.

4.3.1.2 Şev Stabilitesi Planlamaları

Şev stabilitesi yapılacağı zaman elbette ki öncesinde bir takım ön etüt çalışmaları yapılmalıdır. Saha tanınmalı, saha çevresi tanınmalı, havzanın jeolojik ve coğrafi yapısı keşif edilmelidir. Formasyon özellikleri tam ve net belirlenmelidir. İyi bir tanımadan sonra ancak müdahale ve dokunuşlar yerinde olacak, iş güvenliği noktasında güvenlik sağlanmış olacak ve saha güvenli hale getirilmiş olacaktır. Yanlış teşhisler tam aksine güvenliği çürütebilir ve neredeyse olmayacağı varsa da olabilecek kaza ihtimalleri doğurabilecektir.

- 1.Hava fotoğrafları, arazi haritaları ve karotlardan elde edilecek jeolojik verilerin toplanması
2. Önemli jeolojik yapıları saptamak için toplanan jeolojik verilerin ön analizi. Bu oluşumların öngörülen açık işletme şevleri açısından incelenmesi ve kayma olasılıklarının tespit edilmesi
3. Önemli arızaların bulunmadığı ya da kaymanın önemli olmayacağı şevlerin saptanması. Bu tip şevler için daha ileri bir şev analizine gerek yoktur.
- 4.Kayma oluşturabilecek süreksizlikler bulunduran şevlerin saptanması, işletmenin herhangi bir aşamasında, kaymaların önemli sorunlar yaratacağı şevlerin daha ayrıntılı incelenmesi için işaretlenmesi

5.Arazi haritaları ve sondaj logları vasıtasıyla kritik şev bölgelerinin ayrıntılı jeolojik araştırılması

6.Süreksizlik yüzeylerinin (özellikle killi ya da kaygan yüzeyli) makaslama deneyleri

7.İşletme sırasında yer altı su seviyesindeki değişiklikleri kontrol etmek ve yer altı su akış durumu ve basınçlarını saptamak için sondaj deliklerine piyezometreler yerleştirilmesi

8.Dairesel, düzlemsel ya da kama tipi kaymalar için denge sınırı teknikleri kullanılarak 5., 6., 7. Maddelerdeki ayrıntılı bilgiler açısından kritik şev bölgelerinin analizlerinin yeniden yapılması. Havanın etkisi, devrilme ya da patlatmadan meydana gelecek hasarların sebep olabileceği diğer kayma olasılıklarının araştırılması

9. Açık işletme dizaynı yönünden, kayma olasılığı fazla olan şevlerin incelenmesi. Alınabilecek önlemler:

a.Şev açılarının yatırılması,

b.Drenaj yada özel durumlarda kaya sapsmaları yada gerdirilmiş çelik halatlarla şevin stabil hale getirilmesi

c.Kayma olasılığı kabullenerek, kaymayı önceden tespit edecek ölçüm önlemlerinin alınması

10.Şev açılarının dikleştirilmesinden meydana gelecek maliyet azalması stabiliteyi artırma yöntemlerinin dizayn ve uygulama masraflarından çok ise, şevlerin drenaj ya da sağlamlaştırılma ile stabil duruma getirilmesi. Kaya kütlelerinin drenaj özelliklerini saptamak için ek arazi ölçümleri gerekir.

11.Can ve ekipman tehlikeye atmaksızın, kayma olasılığını kabul ederek kaymayı önceden tahmin edebilecek çalışmaları yürütmek. En güvenilir önceden tahmin etme yöntemi şev deplasmanlarının ölçülmesi esasına dayanır. [16].

Tüm bu adımlar güvenli bir şev sistemi oluşturmak içindir. Tamda bu noktada proaktif önlemlerden bahsetmek doğru olacaktır. Yukarıda yazan aşamaların tamamı kuşkusuz izlendiğinde proaktif önlem sağlanmış olur. Güvenli oluşturulan şev yani basamaklar çalışma yılları boyunca aynı düzende bozulmadan devam ettiği iş

güvenliği noktasında maksimum tedbir sağlanmış olunur. Bu çalışmaların tamamı arazi ve havzayı iyi tanımadan geçmektedir. Arazi iyi tanıldıktan sonra formasyon özelliğine göre şev açıları, genişlikleri ve yükseklikleri ayarlanacaktır. Kayaç içsel sürtünme açısı ve kohezyon özelliklerine göre çalışmanın organizasyonel yapısı oluşturulacaktır. Hoek ve Bray'in yukarıdaki bahsettiği aşamaların hepsi bu açıklamamızın sıralanmış hali niteliğindedir ve "önce güvenlik" prensibi amaçlıdır. Açık işletme madenciliğinde yaşanan kazaların çoğu bu bahsedilen özellik ve hassaslıkların tamamının göz ardı edilerek, aceleci çalışmaların neticesinde oluşan kazalardır.

4.3.1.3 Saha İncelemeleri

Güvenli bir şev sistemi oluşturmak için işe başlamadan önce saha çalışmaları yapılmalıdır. Saha çalışmalarına önce saha tanıma ile başlanmalıdır. Nasıl bir hastalık tanınmadan teşhis konulamıyorsa burada da aynı mantık vardır. Önce saha tanınmalı, sahanın güzergahından coğrafi konumuna, jeolojik özelliklerinden havza yapısına kadar pek çok yönüyle tahlil ve analiz etütleri yapılmalıdır. Daha sonra üst örtü taşıma yani dekapaj işlemi başlamalıdır. Kaya düzlemine ulaşıldığında ise yukarıda sıralanan özelliklerin durumuna göre şev sistemi oluşturulmaya başlanmalıdır. Tabii ki burada en önemli olan şey cevherin ya da rezervin jeolojik yapısı, kayaç durumu özellikleridir. Kayacın kohezyon özellikleri, içsel sürtünme açısı, laboratuvara sunulmuş ve analiz sonucu alınmış olan makaslama-normal gerilme dayanım mukavemet sonuçlarına göre şev oluşturma sistemine karar verilir. Karar verirken en önemli kriterler ise şev açısı, şev yüksekliği, şev genişliği ve genel şev açısidir. Formasyon özelliğine göre farklı farklı uygulanacak olan bu kriterler şevler açısından ve iş güvenliği açısından en önemli ve en kritik adımdır. Bu şekilde oluşturulacak şev sistemi iş güvenliği ve sağlıklı çalışma ortamları açısından son derece güvenli bir çalışma alanı sağlar. Herhangi bir heyelan, ya da kayma problemi yaşanmaz. Çünkü saha ve havza iyi tahlil edilmiş ve bölgeye uygun özellikte basamak sitemleri oluşturulmuştur. Bu nedenle basamaklar çeşitli gerilmeler ve içsel sürtünme açısı özelliklerine dayanımlı haldedir.

Şev oluşturma işlemi öncesi rezervin durumu, üst örtü tabakası kalınlığı, arazi eğim yapısı, rezervin damarlı eğim yönü ve sondaj verileri de dikkate alınan diğer önemli

hususlardır. Tüm bu hususlardan hareketle basamaklandırma işlemi başlamalıdır. En güvenilir ve en verimli yol-yöntem ancak böyle oluşturulacaktır.

Kaya şev tasarımına uygulanan tek genel kural, jeoloji, kaya dayanımı ve yeraltı suyu hakkında bilgilerin gerekli olmasıdır. [16].

Wyllie ve Mah şev tasarımı için zemin durumu, yeraltı su durumu ve kaya dayanım yapısının yeterli bilgiler sunacağını savunmuşlardır. Genel anlamda verilen bilgilerde zaten bu yönde idi. Yeraltı su seviyesi, kayanın kohezyon ve içsel sürtünme açısı ile jeolojik formasyon özellikleri şevleri oluşturmada göz önünde bulundurulacak en önemli kriterlerdir ve bu kriterlere uygun oluşturulacak şevler en güvenli çalışma alanlarını sağlayacaktır. İş kazaları minimum seviyede seyir edecektir. Açık işletmelerde güvenli çalışma ortamları ancak bu şartlar altında sağlanmaktadır.

4.3.1.4 Kayma Türü Yenilmeler

Açık maden sahalarında oluşturulan şev sistemleri çok dikkat isteyerek çalışılması gereken mühendislik sistemleridir. Yapılan yanlış hesaplar iş güvenliği açısından faciaya sebep olabilir. Bu nedenle şev sistemi oluşturulmaya başlanmadan önce saha, formasyon ve kayaç yapısı iyi tahlil edilmelidir. Çünkü Wyllie ve Mah'ın söylediği gibi şev tasarımında uygulanan tek genel kural jeoloji, kaya dayanımı ve yeraltı suyu durumu bilgileridir. Aksi takdirde hatalı şev sistemlerinde kaymalar ve heyelanlar çeşitli tiplerde gerçekleşebilir ve can kayıpları, iş durmaları yaşanabilir.

Yerçekimi kuvveti nedeniyle, şevin daha yüksekte olan kısmının potansiyel enerjisi daha fazladır ve şev malzemesinin ve/veya süreksizliklerinin dayanımı izin verdiği sürece daha aşağılara inmek ister. Bu şekilde, şevlerde yenilmeye neden olan kuvvetler ile yenilmeye karşı koyan kuvvetler arasında bir denge oluşur. Bu denge Özgenoğlu tarafından şöyle tanımlanır; Yenilmeye neden olan kuvvetler ile yenilmeye karşı koyan kuvvetler arasında bir denge oluşur. Buna denge durumu denir ve bu noktada güvenlik katsayısı 1'e eşit olur. Bu noktada yenilmeye karşı koyan kuvvette azalma yaşandığı an yer çekimi etkisi ile de kayma meydana gelir. Tam tersi olarak yenilmeye neden olan kuvvette en ufak artış durumunda kaymayı gerçekleştirir. Denge "yenilme" yönünde bozulana dek şev duraylıdır. [16].

Şevlerde meydana gelen kaymalar türlerine göre çeşitlidir.

Düzlemsel Kayma

Dayanımı düşük olan kütlenin kazı yapılan kısma, boşluğa doğru hareket ederek kayması veya yerleşmesi durumudur. Yeryüzündeki kayaçların aşağı doğru yerçekiminin de etkisi ile hareket etmesi olayı olarak da açıklanabilir. Düzlemsel yenilme olması için gerekli olan geometrik koşulları;

-Kaymanın geliştiği düzlemin doğrultusu, şev yüzeyine paralel veya paralele çok yakın (yaklaşık $\pm 20^\circ$ içinde) olmalıdır.

-Kayma düzlemi, şev yüzeyini kesmelidir; yani, düzlemin eğimi, şev yüzeyinin eğiminden küçük ($\psi_f > \psi_p$) olmalıdır.

-Kayma düzleminin eğimi, aynı düzlemin sürtünme açısından büyük ($\psi_p > \Phi$) olmalıdır.

-Kayma yüzeyinin üst ucu, ya üst şevi ya da bir çekme çatlağını keser.

-Kaymanın yanal sınırlarını belirlemek için, kaymaya karşı ihmal edilebilir direnç sergileyen salıverme yüzeylerinin bulunması gerekir. [16].

Kaymanın oluşması için aşağıdaki koşulun sağlanması gerekmektedir.

$$\psi_f > \psi_p > \Phi$$

Burada; ψ_f : Şevin eğim açısı

ψ_p : Süreksizliğin eğim açısı

Φ : İçsel sürtünme açısı. [16].

Şev açısı süreksizlik eğim açısından büyük olmalıdır. Bu şartında içsel sürtünme açısından büyük olması gerekmektedir. Çünkü içsel sürtünme açısı kaymaya başlamadan hemen önceki son dik konum açısıdır. Yani bu açıdan sonra çok az daha açı artırılarak dikleştirilirse kayma başlar demektir. O halde düzlemsel kaymanın oluşabilmesi içinde şev açısı ve süreksizlik açısının içsel sürtünme açısından fazla olması gerekmektedir. Son tahammül noktası açısı demek içsel sürtünme açısı için doğru olacaktır. Bu tahammül noktasından çok az diklikte açılı bir şevde de tabii ki kayma yaşanacaktır.



Şev Açısı $\geq 30^\circ$

Φ (Kayaç İçsel Sürtünme Açısı) $< 30^\circ$

Düzlemsel Kayma = Var



Şev Açısı $\leq 30^\circ$

Φ (Kayaç İçsel Sürtünme Açısı) $> 30^\circ$

Düzlemsel Kayma = Yok

Şekil 4.6: Şev Açısı ve İçsel Sürtünme Açısı Arasındaki İlişkinin Düzlemsel Kaymaya Etkisi.

Kama Tipi Kayma

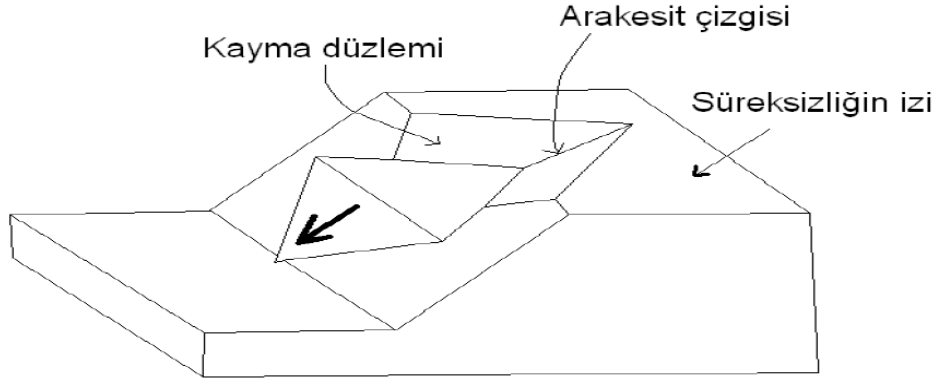
Kama tipi kayma adını şeklinden almaktadır. Yani şeklinin kama olmasından almaktadır. Düzlem boyunca iki farklı süreksizliğin oluşturduğu kama bloğunun kesişme hattında eğimi daha yatık olan düzlem boyunca öne-aşağıya kaymasıdır. Kaymaya neden olan, stabil olmayan kama bloğu belirlenmeli tedbir alınmalıdır. Aksi durumda kaymalar can güvenliğini tehdit edebilir ve iş güvenliği noktasında büyük zafiyetler oluşmuş olur.

Kama tipi kayma için genel koşullar aşağıda maddeler halinde sıralanmıştır;

-İki düzlemin arakesiti daima bir çizgidir. Stereonet üzerinde arakesit çizgisi, düzlemlere ait iki büyük dairenin kesiştiği nokta ile temsil edilir ve çizginin yönelimi o çizginin gidişi ve dalımı ile tanımlanır.

-Arakesit çizgisinin dalımı şevin eğim açısından küçük ve iki düzlemin sürtünme açılarının ortalamasından büyük olmalıdır.

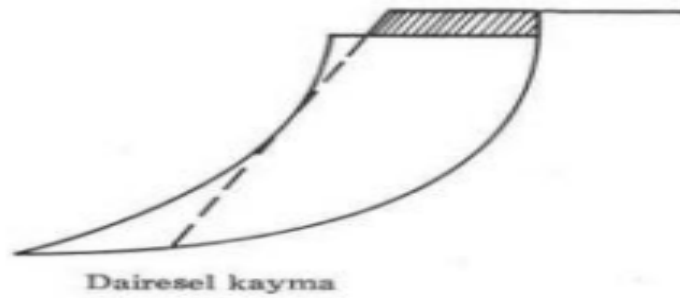
-Kaymanın oluşması için, arakesit çizgisinin şev yüzeyini kesmesi gerekir. Genelde, kinematik analizler sonucu stereonet üzerinde belirlenen alana iki süreksizliğin kesişim noktasının düşmesi halinde kayma oluşabilir. Stereonet üzerinde yapılan değerlendirmeler kama tipi yenilmenin kinematik olarak mümkün olup olmadığını göstermektedir. [16].



Şekil 4.7: Kama Tipi Kayma Genel Görünüm. [16].

Dairesel Kayma

Dairesel kaymada sık rastlanan kayma türlerindedir. Şev düzleminin stabiliteye en zayıf noktasından bu tipte kaymalar meydana gelebilir. Üstten başlamak koşuluyla, kayacın ve formasyonun zayıf hatlarını takip sureti ile aşağı yerçekimi etkisiyle yarı dairesel yaparak içeri derinleşip daha sonra tekrar kaymanın bitmeye başladığı noktaya doğru oyuğun dışı yönelimi ile gerçekleşen kayma türüdür. Ayrışmış, zedeli, parçalı kayalarda daha çok rastlanır. [16].



Şekil 4.8: Dairesel Kayma. [16].

4.3.1.5 Şev Stabilite Çalışmaları

Şev stabilitesi açık maden sahalarında iş güvenliği için en önemli noktalardan birini oluşturmaktadır. Yeraltı su durumu, delme-patlatma çalışmaları ise açık maden sahaları için alınması gereken diğer önemli güvenlik tedbirleridir. Yukarıda bahsettiğimiz şevler için tehdit niteliğindeki kayma türlerine ilaveten şevlerde kayacın yapısından kaynaklı, havzanın sismik hareketlerinden kaynaklı blok düşmesi, kayaç kopması veya yuvarlanması gibi iş güvenliğini zedeleyici tehdit faktörleride mevcuttur. Bunlar daha sonra hassas çalışmalar ile yok etme metoduyla bertaraf edilmeli ve iş güvenliği açısından zararsız hale dönüştürülmelidir.

Şevlerin stabilitesi için her sahada uygulanabilen tek bir formül ya da yöntem yoktur. Çünkü her saha farklı yapısal özelliklere sahiptir. Uygulanacak çözüm metodu ise her sahada olumlu sonuç vermemektedir. Şevlerin stabilitesi için çok türde analiz yöntemleri mevcuttur. Bunlar; ampirik yöntem, gerilme analiz yöntemi, fotoelastisite yöntemleri, sonlu elemanlar yöntemi, limit denge yöntemi, stereografik yöntem, fiziksel model yöntemi, hareketsiz ölçekli model yöntemi, hareketli model yöntemidir. Burada en önemli 4 yöntem ise ampirik yöntem, gerilme analizi yöntemi, stereografik yöntem ve denge sınırı yöntemidir. [16].

Ampirik Yöntem

Ampirik yöntem daha önceki deneyimlerle model ve prototip üzerinde yapılan ölçümlere dayanır. [16].

Ampirik yöntem, duraylılığın süreksizlik sistemleri tarafından denetlendiği kaya kütlelerinde duraylı ve duraysız olabilecek şevlerin ayırt edilmesi amacıyla, ayrıntılı analizlere başlanmadan önce yararlanılan pratik bir yöntemdir. Bu yöntemde; düzlemsel, kama ve devrilme türü duraysızlıklar incelenir ve sadece süreksizliklerin yönelimi, şevin yönelimi, süreksizlik yüzeylerinin içsel sürtünme açısı dikkate alınır. Bunların dışında kalan kohezyon, dış yükler, yer altı suyu koşulları, şev geometrisi ve kayan kütlelerin ağırlığı ve dinamik yükler gibi faktörler ise göz ardı edilir.

Bu nedenle ampirik yöntemler daha çok bir ön değerlendirme yöntemi olarak kabul edilir. Ampirik analizde aşağıda belirtilen 2 aşama izlenir;

1.Aşama: Stereografik izdüşüm tekniğiyle şevin büyük dairesi ile süreksizliklerin büyük daireleri ve kutup noktaları stereonete işlenir.

2.Aşama: Yönelimler ve içsel sürtünme açısı dikkate alınarak, duraysızlık türü saptanır. [16].

Bu yöntemde, bahsedildiği gibi modeller üzerinde yapılan ölçüm ve analizler mevcuttur. Ayrıntılı analiz öncesi ön tetkik tarzında uygulanan bir yöntemdir. Duraysızlık ve kaymalar incelenir.

Gerilme Analizi Yöntemi

Oluşturulacak şevler öncesi jeoloji açısından ne gereklidir belirlemek için yapılan bir analiz yöntemidir. Bu analiz neticesine göre basamak eğimleri için ön fikir oluşmuş olur ve sahada oluşturulacak basamak açıları belirlenir. Bu husus tamda önemli olan noktadır. Aksi takdirde şev kaymaları ve göçükler yaşanabilir ve iş güvenliği noksanlığına dayalı can kayıpları, yaralanmalar ve iş göremezlik durumları oluşabilir.

Gerilmenin fazla olduğu ortamlarda yapılan kazılara verilecek eğimlerin bulunmasında, sürekli ortamlara uygulanan elastisite ve sonlu elemanlar yöntemi uygulanarak kaya şevlerinin stabilite analizleri yapılmaktadır. Fakat kaya şevlerinin stabilitesinde, şevlere gelen gerilmeler, çok yüksek olmadığından ve kaya kütleleri süreksizliklerle sınırlanmış bulunduğundan, ortam yüksek basınçlı ve sürekliymiş gibi varsayılmamaktadır. Bundan dolayı, süreksiz olan çatlaklı kaya şevlerine, sürekli ortam teorilerini uygulamak yanlış sonuçlar verir. Fakat bu tür bir analiz, büyük bir şevde genel değişme ve yeraltı suyu etkisini gösterme açısından yararlı olabilir.

Son yıllarda, sürekli ortamlar teorisi bazı haller için, örneğin büyük ve tehlikeli süreksizliklerin bulunmadığı ve süreksizliklerin ufak bir alanda yer aldığı durumlarda uygulanmış ve olumlu sonuçlar vermiştir. Ayrıca son yıllarda, süreksiz ve elasto-plastik malzeme özeliği gösteren kaya ortamlara, yöntem uygulanmaya başlanmıştır. [16].

Bu yöntemler ile stabilite analizleri yapılmaktadır. Kayaya binen gerilmeler görülmekte ve güvenlik açısından en uygun açı belirlenmektedir.

Stereografik İzdüşüm Yöntemi

Bu yöntem ile kaya içlerinde mevcut bulunan çatlak, boşluk, faylı jeolojik formasyon ürünleri tespit edilir ve şev stabilitesine olumsuz etkiye neden olacak kısımlar belirlenir.

Bu yüzeyler ve çizgisel arakesitler, belli yollar izlenerek, stereografik projeksiyon üzerinde kolayca gösterilmekte ve duraylılık analizi 3 boyutlu olarak yapılabilmektedir. Stereografik ağ, üzerinde bütün büyük ve küçük daireleri olan ve küreyi düzlemsel olarak gösteren bir şekildir. Bu şekil, düzlem ve çizgilerle ilgili problemleri üç boyutlu göstermek için ideal bir araçtır.

İstatistiksel bilgileri ve jeolojik verileri göstermede kullanılan eş-alan projeksiyonundan farklıdır.

Stereografik yöntemle analizde, önceden bazı varsayımlar önerilir. Bunların en önemlileri şunlardır;

- Her blok ayrı ve rijittir.
- Hareket düzlem ve arakesitler üzerinde olur.
- Hareket dönme şeklinde değil kayma şeklindedir
- Süreksizlik yüzeyleri Coulomb türüdür.

Ölçülen süreksizliklerin ve arakesitlerinin stereografik izdüşümleri, doğada gözlenen ve tehlike oluşturan süreksizliklerle karşılaştırılarak kitlelerin duraylılık durumları ortaya konur ve tehlikeli haller için önlemlerin alınmasına çalışılır. [16].

Denge Sınırı Yöntemi

Denge sınırı yöntemi temel ve özet olarak kaymayı sağlayan ve kaymaya engel olan kuvvetlerin eşitliği sayesinde, kaymanın yaşanmadan, kütlenin dengede kalması özetine dayanır. Genelde meyilli-eğimli arazi varsayımı üzerinedir. Teorik ve pratik olarak kaymaya engel ve kaymaya teşvik edici bu kuvvetlerin, dengede kalarak kaymanın yaşanmaması durumunda kuvvetler birbirine eşit varsayılır ve emniyet katsayısı 1 kabul edilir. Emniyet katsayısının 1'den büyük olması durumunda kaymaya mani olan kuvvet, kaymaya iten kuvvetten daha büyüktür anlamındadır.

Yapılan bilimsel çalışmalar ve pratik tecrübeler, uzun süreli duraylılık gerektirmeyen açık ocak şevlerinde emniyet katsayısının, 1.0-1.3 aralığında, uzun süre duraylılık

gerektiren ve önemli yapılara ya da nakliye yollarına yakın kritik şevlerde emniyet katsayısının, minimum 1.5 olması gerektiğini göstermiştir. [16].

Kaymaya teşvik = X kuvveti

Kaymaya engel = Y kuvveti

$X < Y$ ise Kayma = Yok $F > 1$

$X > Y$ ise Kayma = Var $F < 1$

$X = Y$ ise Denge Durumu (Sınırı)

4.3.1.6 Kayma Analizleri

Bilindiği üzere şevlerde iş güvenliği ve çalışma güvenliği açısından tehdit unsuru olabilecek temel 3 tip kayma cinsi vardı. Bunlar düzlemsel kayma, kama tipi kayma ve dairesel kaymalardır. Bu kaymalar formasyon, saha, kayaç yapısı, yer altı su durumu, havza jeolojisi gibi pek çok farklı unsurdan etkilenebilmektedir. Bu farklı durumlara göre yukarıda belirttiğimiz kayma türlerinden herhangi biri yaşanabilir, iş güvenliği problemi oluşmasının akabinde can ve mal kayıpları yani iş kazaları yaşanabilir. Bu durumların önüne geçmek analiz metotlarını uygulamak ve sonuçlara göre tedbirler almak ile mümkündür. Tam bu noktada tedbir alımları sırasında iş güvenliği sağlama metotlarından mühendislik metotlarını uygulama mantıklı olacaktır. Oluşabilecek kayma tiplerinin önüne ancak mühendislik metotları müdahaleleri ile geçilebilir. İş güvenliği ancak bu şekilde sağlanabilir. Proaktif yaklaşım felsefesi ile jeolojik ve saha verilerinden hareketle oluşma ihtimali olan kayma tipi belirlenerek çeşitli analiz ve hesaplamalar sonucu karar verilir. Varılan sonuca ve verilen karara göre mühendislik müdahalesi metodu uygulanır ve kaymanın önüne geçilerek iş güvenliği sağlanmış olur.

Düzlemsel Kayma Analizi

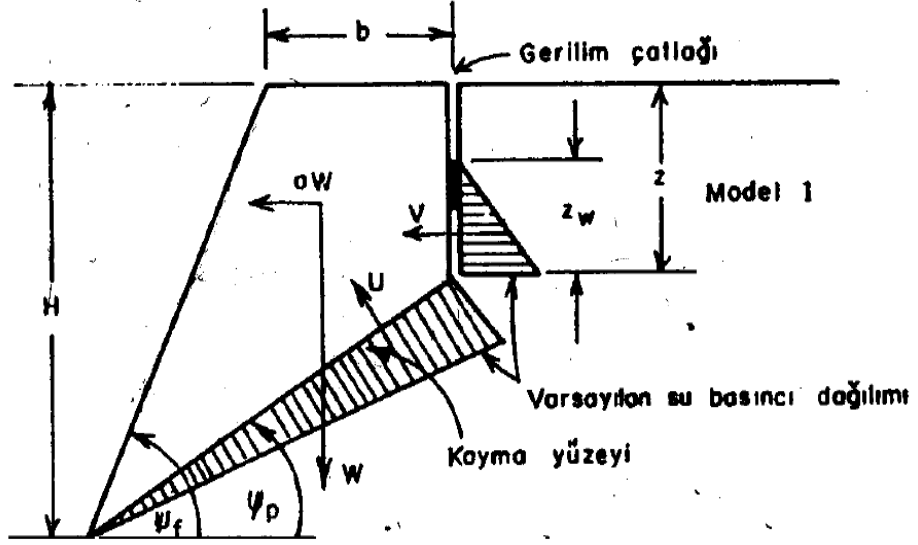
Düzlemsel yenilme analizinde şu varsayımlar kullanılır:

- Kayma yüzeyi ve çekme çatlığının ikisinin de doğrultusu şeve paraleldir.
- Çekme çatlığı düşey olup, z_w derinliğine kadar suyla doludur. Su kayma düzlemine, çekme çatlığının tabanından girer, kayma yüzeyi boyunca sızar ve kayma yüzeyinin şev yüzeyini kestiği yerde atmosferik basınçta dışarı çıkar.

- Kayan bloğun ağırlığı (W), kayma yüzeyinde su basıncından dolayı kaldırma kuvveti (U) ve çekme çatlağında su basıncından ileri gelen kuvvet (V) gibi kuvvetlerin hepsi, kayan kütlenin merkezine etkirler. Diğer bir deyişle, bloğun dönmesine yol açabilecek momentler yoktur ve bu nedenle, yenilme yalnızca kayma şeklinde olur. Ancak, süreksizlik eğimlerinin yüksek olduğu çok fazla eğimli şevlerde devrilme tipi yenilme olasılığı da bulunmaktadır.
- Kayma yüzeyinin kesme dayanımı (τ), kohezyon (c) ve sürtünme açısına (ϕ) bağlı olarak $\tau = c + \sigma \cdot \tan \phi$ 'den belirlenir. Pürüzlü bir yüzey ya da kesme dayanım zarfi eğrisel olan bir kaya kütlesi durumunda, görünür kohezyon ve görünür sürtünme açısı, kayma yüzeyi üzerindeki normal gerilmeyi hesaba katan bir teğet ile tanımlanır.
- İki boyutlu şev problemlerinin analizinde, genellikle şev yüzeyine dik açılarda alınmış bir dilimin birim kalınlığı göz önüne alınır. Bunun anlamı, şevden geçen düşey bir kesitte kaymanın alanı, kayma yüzeyinin uzunluğu ile temsil edilebilir; kayan bloğun hacmi de bloğun kesit alanı ile temsil edilir. [16].

Heyelan ve üretim sahasındaki kritik şevler için iki varsayım modeli ile analizler gerçekleştirilmiştir. Heyelan sahasındaki şev gerilme çatlağı içermektedir. Gerilme çatlağı varlığı bir şevdeki güvenlik katsayısı değerini düşürmektedir. Bu varsayımları göz önüne alan model I' de şev emniyet katsayısı hesaplamaları eşitlik (1) kullanılarak yapılmaktadır. [16].

Bu tip kaymalarda kesme dayanımı önemli bir yere sahiptir. Kesme dayanımı ise kohezyon ve sürtünme açısı ile belirlenir. Yani kesme dayanımında etken iki özellik kohezyon ve sürtünme açısıdır. Bu tip kaymalarda yeraltı sularının da birincil etken olduğunu bir kez daha hatırlatmakta fayda vardır. Şimdi bu varsayım modelleri için olan analizlere bakacağız. Şev emniyet katsayısı hesabı ve diğer hesaplamalar yapılacaktır.



Şekil 4.9: Birinci Model Şekli. [16].

$$F = \frac{c \times A + (W(\cos\psi_p - a \times \sin\psi_p) - U - V \times \sin\psi_p) \tan\Phi}{W(\sin\psi_p + a \times \cos\psi_p) + V \times \cos\psi_p} \quad 1. \text{ Eşitlik}$$

$$z = H (1 - \sqrt{\cot\psi_f \times \tan\psi_p})$$

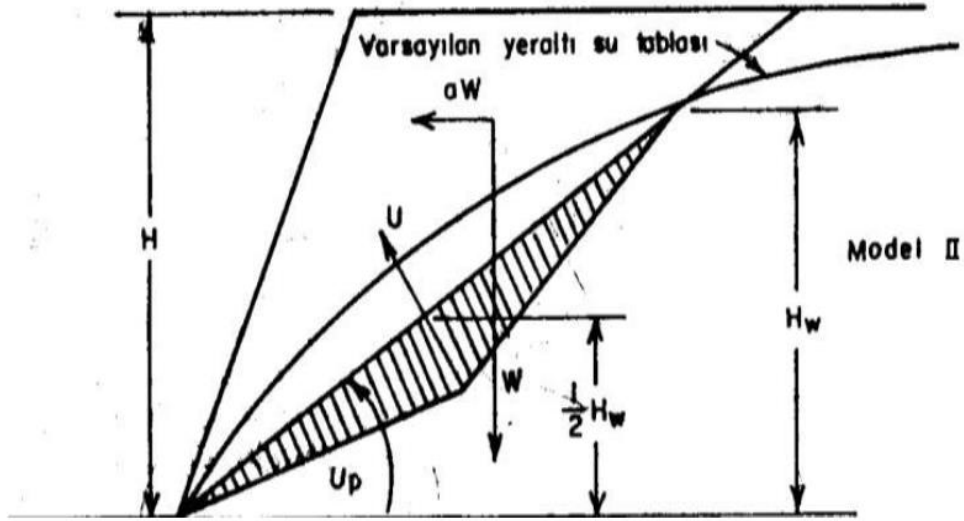
$$A = (H-z) \operatorname{cosec}\psi_p$$

$$W = 1/2 \times \gamma \times H^2((1 - (z/H)^2) \cot\psi_p - \cot\psi_f)$$

$$U = 1/2 \times \gamma_w \times z_w \times A$$

$$V = 1/2 \times \gamma_w \times z_w^2. [16].$$

Aşağıda ise model 2 için şekil verilmiş olup burada yeraltı suları ve yer sarsıntı varlığı ihtimalleride dikkate alınmıştır. Aşağıdaki eşitliğe göre basamak emniyet katsayısı belirlenir.



Şekil 4.10: İkinci Model Şekli. [16].

$$F = \frac{c \times A + (W(\cos\psi_p - a \times \sin\psi_p) - U) \tan\phi}{W(\sin\psi_p + a \times \cos\psi_p)} \quad 2. \text{Eşitlik}$$

$$A = H \times \text{cosec}\psi_p$$

$$W = 1/2 \times \gamma \times H^2 ((1 - (1/H)^2) \cot\psi_p - \cot\psi_f)$$

$$U = 1/4 \times \gamma_w \times H_w^2 \times \text{cosec}\psi_p$$

Eşitlik 1 ve 2'deki simgeler aşağıdaki gibi isimlendirilir;

u: Kayma yüzeyine dik doğrultuda etki eden su basıncı

v: Kayma yüzeyi doğrultusunda etki eden su basıncı

ψf: Genel şev açısı, °

ψp: Kayma yüzeyi açısı, °

γw: Suyun birim ağırlığı, ton/m³

γ: Kaya birim ağırlığı, ton/m³

zw: Çatlaktaki su yüksekliği, m

c: Kohezyon, ton/m²

φ: İçsel sürtünme açısı, °

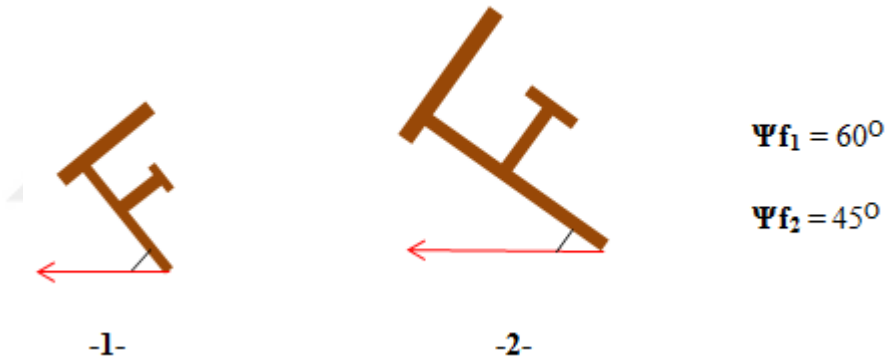
H: Ortalama şev yüksekliği, m

α: İvme, g. [16].

Yukarıdaki eşitliklerden hareketle şevin güvenli olup olmadığı anlaşılabilir. Nakliye hatlarına, önemli yapılara yakın veya herhangi bir sebeple duraylılığının yani sabitliğin uzun süre korunması gereken şevlerde F yani güvenlik katsayısı 1,5 ve üzeri olmalıdır. Bu hesaplardan çıkan F kuvveti istenen değerde değil ise şevler

güvenli değil demektir. Daha özet tabir ile kaza adeta geliyor demektir. Bu durumda İSG açısından ne yapılmalıdır?

Güvenlik katsayısı F istenen değerde değilse yani 1,5 altında ya da sıradan şevler için 1,3 değerinin altında ise şevlerde güvenlik çalışmaları yapılmalıdır. Güvenlik çalışmaları sağlamlaştırma çalışmaları demektir aynı zamanda. Bunun için izlenecek yollar ise basamak yüksekliği olan H değerini azaltmak, şev açısını azaltmak, şev genişliğini bir miktar arttırmak, su drenaj çalışmaları yapmak, kaya saplamaları ve beton püskürtme çalışmalarıdır. Yukarıdaki hesaplama eşitliklerinde şev açısının değerini azalttığımızda denklem sonucu önceki sonuca göre fazla çıkacaktır. Yani F kuvveti artacaktır. Örneğin 1,4 olan F değeri, şev açısı azaltıldığında artacak 1,5, 1,6 değerlerine ulaşacak ve şevler daha güvenli hale gelerek iş güvenliği sağlanmış olacaktır.



Şekil 4.11: F Kuvvetleri ve Açıları Arasındaki İlişki.

Yukarıdaki şekilde de görüldüğü gibi 1. şekil F kuvveti şekli daha küçüktür. Çünkü açısı daha büyüktür. 2. şekil F kuvveti şekli daha büyüktür. Çünkü açısı daha küçüktür. Yani şev açısı arttıkça F kuvveti küçülmekte, şev açısı azaldıkça F kuvveti büyümektedir

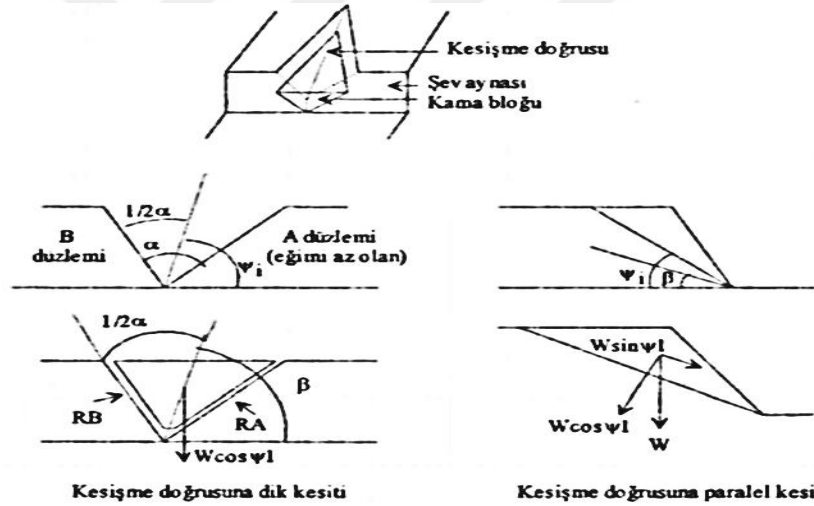
Kama Tipi Kayma Analizi

Şev üst basamağından, kesişme noktası hizasından başlayarak tek boyutta baklava deseni şeklinde, kama biçiminde bloğun akmaya başlayarak şev aynasından koparak kayması şeklinde gerçekleşen kayma türüdür.

Kama tipi yenilmenin tespitinde stereonetler kullanılır. Stereonet ile kamanın şekli, arakesit çizgisinin yönelimi ve kayma yönü belirlenebilir. Kinematik analiz (hareketlerin yörünge, hız ve ivme v.b. açısından irdelenmesi) olarak adlandırılan bu yöntemin amacı, emniyet katsayısı hakkında kesin bir bilgi sağlamamakla beraber, kaymaya neden olabilecek potansiyel duraysız kamaları belirlemektir. Ancak, kamanın emniyet katsayısı; kama geometrisi, her bir düzlemin kesme dayanımı ve su basıncına bağlı olduğundan, stereonet üzerinden tespit edilemez. [16].

$$F = \frac{(R_a + R_b) \tan \Phi}{W (\sin \psi_i)} \quad 3. \text{ Eşitlik}$$

Yukarıdaki formül ile F güvenlik katsayısı bulunur.



Şekil 4.12: Kama Tipi Kayma ve Tanımlar. [16].

Kama üzerinde etkin olan kuvvetleri kesişme doğrusuna paralel ve dik olmak üzere bileşenlerine ayrılırsa;

$$R_a + R_b = \frac{W \sin \psi_i \sin \beta}{\sin 1/2a}, \text{ Eşitlik 3'te yerine koyulursa,}$$

$$\text{Böylece ; } F = \frac{\sin \beta}{\sin 1/2a} \cdot \frac{\tan \Phi}{\tan \psi_i} \text{ olarak hesaplanmaktadır. [16].}$$

F güvenlik katsayısı son olarak bu toparlanmış formül ile bulunmaktadır.

Dairesel Kayma Analizi

Bu tip kaymalarda önce diyagrama ihtiyaç vardır. Diyagramlar sonrası analiz yapılabilir.

Dairesel kayma analizi yapılabilmesi için ilk olarak Dairesel kayma diyagramının hazırlanması gerekmektedir. Bu diyagram hazırlanırken aşağıda sayılan varsayımlar göz önünde tutulmuştur.

a.Şevin açıldığı formasyon homojen yapıdadır. Diğer bir deyişle formasyonun mekanik özellikleri yükleme yönüne göre değişmez.

b.Formasyonun makaslama dayanımını oluşturan kohezyon ve içsel sürtünme açısı arasında aşağıda verilen ilişki vardır:

$$\tau = c + \sigma \cdot \tan \Phi$$

c.Kayma şev topuğundan geçen bir yüzeyde meydana gelir.

d.Şev üst yüzeyinde ya da aynasında dik konumlu gerilim çatlakları oluşur.

e.Verilen şev geometrisi ve yer altı su durumu için gerilim çatlaklarının ve kayma yüzeyinin konumları emniyet katsayısını minimum değere düşürecek şekildedir.

$$F = \frac{\text{Kaymaya karşı koyan mevcut makaslama dayanımı}}{\text{Yenilme yüzeyinde harekete geçen makaslama gerilmesi}}$$

Emniyet katsayısı yukarıdaki gibi tanımlanırsa ve yenilme yüzeyinde harekete geçen makaslama gerilmesi τ_{mb} ile gösterilerek, eşitlik yeniden düzenlendiğinde;

$$\tau_{mb} = \frac{c}{F} + \frac{\sigma \cdot \tan \Phi}{F} \text{ olur.}$$

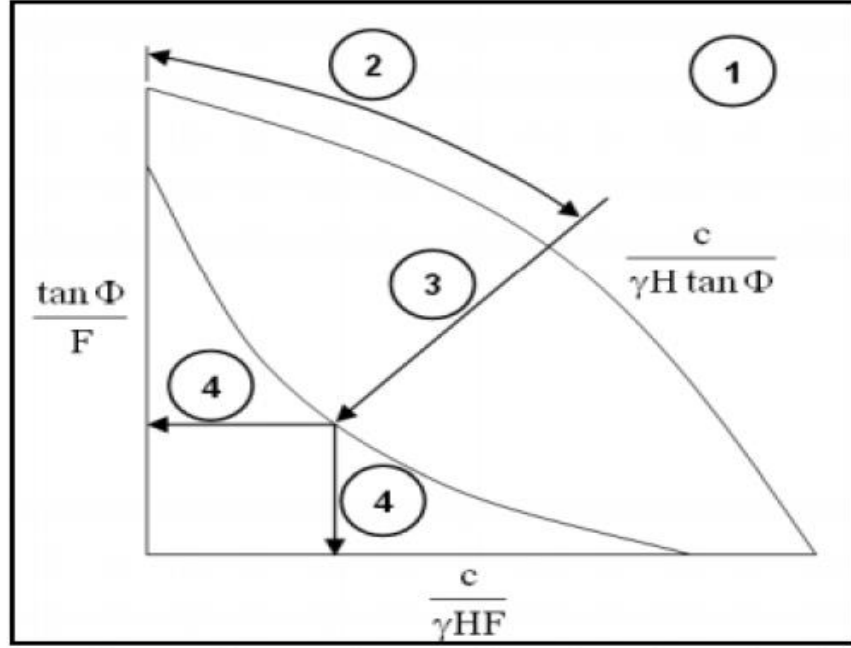
Diyagramlar hazırlandıktan sonra aşağıda belirtildiği şekilde kayma diyagramları kullanılır;

1.Şevde var olduğuna inanılan yer altı su koşulları saptanır bu koşullara en yakın diyagram seçilir.

2. $\frac{c}{\gamma H \cdot \tan \Phi}$ oranının boyutsuz değeri hesaplanır ve bu değer diyagramın dış dairesinde işaretlenir.

3. 2. Aşamada bulunan noktadan geçen radyal doğru çalışılan şev açısını veren eğriye kadar izlenir.

4. 3. aşamada bulunan noktadan $\tan \Phi / F$ ya da $c / \gamma HF$ değerlerinden daha uygun olanına gidilir ve buradan emniyet katsayısı hesap edilir. [16].



Şekil 4.13: Dairesel Kayma Diyagramlarını Kullanarak Şevin Emniyet Katsayısının Bulunmasında İzlenecek Sıra. [16].

Tüm bu hesaplamalar şevlerde meydana gelecek, gelebilecek stabilite problem kaynaklı duraysızlık kaymalarına engel olmaya çalışmak içindir. Belirlenen F kuvveti 1,3 ve üstünde olmadığı durumlarda kayma riski vardır demektir. Gerek düzlemsel gerek kama tipi gerekse de dairesel kaymaların tamamında bulunan F kuvvet değeri kayma ihtimali olasılığının ne kadar gerçekleşebilir olduğunu göstermektedir. İş güvenliği açısından bu F kuvvetini arttırmaya yönelik (basamak açısı, basamak yüksekliği vb.), formasyonunda izin verdiği şartlarda çalışmalar yürütülmelidir. Basamak önü topuk sistemi, kaya saptamaları gibi ilave tedbirlerde duraysızlığın önüne geçmek için tedbirlerin başlıca en önemlileridir.

Bu şartlarda ve bu duyarlılıkla yürütülecek mühendislik çalışmaları ve proaktif bakış açısı ile iş güvenliği tüm çalışma alanında, çalışanların tamamı için sağlanmış olacaktır. Yani görüldüğü gibi iş güvenliği tedbiri sahada, daha inşa-icra sırasında, mühendislik metotları yöntemi ve prensibi ile sağlanmaktadır.

4.3.1.7 Yerüstü Açık Maden İşletmeciliğinde Şev Yüksekliği ve Şev Açısının İş Güvenliği Açısından Önemi

Basamak yüksekliği ve basamak açısı açık işletme madenciliğinde, şevlerde kaymaların ve heyelanların oluşmasında en temel etkene sahiptir. Basamak kaymaları şev açısının dikliği ile doğrudan alakalıdır. Basamak yüksekliği de aynı şekilde duyarsızlıklarda son derece etkili bir yere sahiptir. Basamaklarda kaymaya bu iki etkenin, yani yükseklik ve açının temel biçimde etkili olması önceki sayfalarda anlatılan düzlemsel, kama ve dairesel kayma analizleri çalışmalarında açık ve net şekilde görülmüştür. Yapılan hesaplar bize F kuvvetini vermektedir ve bu F kuvvetinin sağlamlık açısından 1,3 üzerinde bir değer alması gerekmektedir. Hesaplama sırasında açı azaltıldıkça ya da basamak yüksekliği olan H azaltıldıkça matematiksel formül ile bulunan F kuvveti artmakta yani duraylılık sağlanarak kayma riski azaltılmaktadır. Kaymaya engel kuvvetin, kaymaya teşvik kuvvetten yüksek olması durumunda $F > 1$ olacaktır ve güvenlik katsayısının 1' den büyük olması durumuna bağlı olarak basamak güvenliği heyelan ve kayma riskine karşın sağlanmış olacak iş güvenliği oluşturulmuş olacaktır. Söylenildiği gibi bu, kayma analiz F kuvvet formüllerinden de açıkça görülmektedir. Bunların yanında tabii ki kohezyon, içsel sürtünme açısı ve diğer formasyonel ve jeolojik özellikler gibi durumlarda etkilidir.

Şev açısı sağlam formasyonlarda, örneğin çalışmamızı sürdürdüğümüz kalker sahası gibi formasyonlarda 60 dereceye kadar olabilir. Fazlası her zaman risktir. Çöküntülü, çürüklü arazi, kum, çakıl sahalarında 45 derece; kaygan, sulu zeminlerde ise şev açılarının 30 dereceyi geçmemesi gerekmektedir.

Basamak yüksekliği ise elle sökü yapılan arazilerde en fazla 4-5 metre civarında olmalıdır. İş makinalarının yani ekskavatör ve loaderlerin çalıştığı maden sahalarında ki çoğu maden sahası bu şekilde çalışmaktadır, iş makinasının uzanacağı maksimum yükseklik sınırını geçmemelidir. Ortalama bir ekskavatör 9-12 metre kadar yukarı

uzanabilmekte ise basamak yüksekliğide iş güvenliği açısından 10-11 metreyi geçmemelidir.

En önemli ve göz ardı edilen tedbir olarak ise, alt basamakta çalışılırken iş güvenliği açısından, can ve mal güvenliği riski teşkil ettiğinden asla üst basamakta hiçbir şekilde sökü, kazı, yükleme ve genel çalışmalar yapılmamalıdır.

4.3.1.8 Açık İşletmelerde Şev Genişliğinin İş Güvenliği Açısından Önemi

Açık işletmelerde en önemli iş güvenliği kriterlerinden bir tanesi de basamak genişliğidir. Dar ve dik basamaklarda kayma ve çökme olma olasılığı geniş basamaklara göre daha olasıdır. Öte yandan dar basamaklarda çalışan iş makinaları, yükleyici, kamyonlar ve çalışanlar için önemli derecede iş güvenliği problemi oluşur. Dar alanda çalışma iş makinaları ve kamyonlarda, basamak kenarlarına çok yaklaşımdan kaynaklı iş kazalarına davetiye çıkarabilir. Özetle basamak genişlikleri iş makinalarının rahat çalışabileceği genişlikte olmalıdır. Basamak kenarlarına çok yaklaşımdan, rahat çalışılabilecek genişlikte basamaklar oluşturulmalıdır. Basamak genişlikleri basamak yüksekliklerine oranla oluşturulmalıdır.

Basamak genişliği ile ilgili çalışmalar literatürde yaygın olmasına karşın her ocağın kendine özgü duraylılık koşulları olabilmektedir. Bununla birlikte Ritchie (1963) madencilikte basamak yüksekliğinden basamak genişliğini önermiştir.

Minimum basamak genişliği (m) = $4.5+0.2H_b$

Yukarıdaki eşitlik bazı tartışmalara neden olduğundan, Ryan ve Prior (2001) aşağıdaki eşitliği önermişlerdir. Eşitliklerde H_b basamak yüksekliğini ifade etmektedir.

Minimum basamak genişliği (m) = $3.5+0.17H_b$. [16].

Buradan da görülüyor ki basamak genişliği basamak yüksekliği ile alakalı olarak değişmektedir. Yukarıdaki formüllerde elde edilecek sonuçlar minimum sonuçlardır. Bu göz ardı edilmeyecek bir ayrıntıdır. Maden sahası durumu, çalışan makinaların özellikleri, çevre yapısı, formasyon ve jeoloji yapısına göre bu değer belli oranda artırılmalıdır.

$3.5+0.17H_b$ eşitliğinden hareketle örneğin kalker sahasındaki basamak yüksekliği 9 metre ise basamak genişliği formülden $3.5+0.17 \times 9 = 5.03$ metre bulunuyor. 2 metre

üst şev alt dibinden, 2 metrede mevcut basamak kenar kısmından emniyet mesafesi bırakılmalıdır. Yani güvenli basamak genişliği $5.03+2+2=9.03$ metre olmalıdır. İş güvenliği için bu oluşturulmalıdır.

4.3.1.9 Şevlerde Kayma Hareketlerine Karşın Alınacak Önlemler

Şevlerde kayma hareketleri başlamadan önce tespit etmek faciaları engelleyebilir. Önceden proaktif önlemler her zaman daha profesyonel ve bilimsel olanıdır. Örneğin Afşin-Elbistan linyit sahasında 2011 Şubat ayında meydana gelen heyelanı sadece saatler öncesinden vardiya mühendisi fark ederek sahayı boşaltmış ve olası bir faciayı önleyerek onlarca çalışanın hayatını kurtarmıştır. Şevlerde kaymayı önlemek için yapılacak tedbir çalışmalarından bir tanesi şev üst kısmının yükünü azaltmak için yapılan çalışmalardır. Diğer bir çalışma ise şev yüksekliğini düşürmektir. Şev ön kısmına daha yatık açı verme, şev ön ayna kısmında topuk oluşturma, kaya vida saplama (genellikle otoyol tünellerinde yapılır), beton püskürtme (shotcrete) metotları da diğer iş güvenliği sağlama adına şevlerde yapılan önleme çalışmalardandır. Bu çalışmaların bir veya birkaçı ile şevlerde stabilizasyon sağlanabilir. Formasyonda eğer su etkisi varsa yani yeraltı suları da şevlerde stabiliteyi olumsuz etkileyen bir faktörse eğer, drenaj çalışmaları ve su durumunu bertaraf etmekte şevlerde stabiliteyi sağlayabilir. Tüm bu önlemlerden sonra iş güvenliği sağlanabilir. Güvenli çalışma ortamları ile iş kazaları yaşanmazken çalışan ve iş veriminde artış sağlanarak maddi manevi olumlu geri beslemeler elde edilebilir.

İş güvenliği için mühendislik çalışmaları sırasında harcanan ya da harcanacak masrafların, olası en ufak iş kazalarında doğacak maddi külfetin çok çok altında kalabileceği bilinmelidir.

4.3.2 Ocak Sularının Açık İşletmelerde İş güvenliğine Etkisi

Açık işletmelerde, şevlere etkisi bakımından ocak suları iş güvenliği noktasında oluşabilecek kayma ve heyelan kazaları açısından son derece önemli ve göz ardı edilmemesi gereken bir problemdir. Sulu havzalarda veya basamak şeklinde derine inilen maden sahalarında su problemi ocak içlerinde görülebilecek kadar kendini hissettirebilir.

Kayma analizlerinde F güvenlik katsayısı hesaplanırken formül eşitliğinde su basıncı, su birim ağırlığı, su yüksekliği gibi formül elemanları mevcuttur. Buda bize güvenlik katsayısı hesaplanırken maden sahası ve formasyonda bulunan su varlığının, güvenlik katsayısı F hesaplanırken ne kadar etken ve önemli olduğunu göstermektedir. Daha net tabir ile ocak içi şev düzeni ve stabilitesinde, ocak içi su varlığının doğrudan etkenlerden bir tanesi olduğu görülmektedir. Bu durum yukarıda “basamak durumu ve şev duyarlılığı” başlığı altında uzun ve ayrıntılı şekilde anlatılmıştır.

Açık işletmelerde aşağıya doğru inildikçe gevşek kum, çakıl, çatlak zonlar ve konglomeralardan sızan sızıntı suları ki biz bunlara genel anlamda akifer diyoruz, akiferlerden sızan sular genişleyen yüzey alanı ve kot farkı seviyesinden dolayı artacaktır. Bu durum ise hem drenaj kaynaklı hem de ocak içi ulaşım yolları bakım kaynaklı masraflar doğuracak bunun yanı sıra iş güvenliği açısından da çoklu bir problem oluşturacaktır.

İş güvenliği bu noktada adeta bir zincir gibidir. Görüldüğü gibi yeraltı suyu kaynaklı problemde dolaylı yollardan iş güvenliğini tehlikeye sokmaktadır. Yeraltı suyu kaynaklı, şevlerde meydana gelebilecek duraysızlıklar ve akabinde gelişebilecek hidrostatik basınç kaynaklı kayma ve heyelanlar buna örnektir. Suyun bulunduğu alana yaptığı basınca kabaca, hidrostatik basınç denilmektedir. Hidrostatik basınç çatlaklardan dolarak şevlerde çatlakları zorlama yoluyla kırıklara ve daha sonrada kaymalara zorlayabilir. Ayrıca hidrostatik basınç kayaç yapısının birbirini tutma özelliği olarak adlandırılan kohezyon yapısında olumsuz yönde etkileyebilir.

Yer altı suları kayaçlarda depolanır ve orada tutulma sürelerine göre iletilirler. Kayaçlar geçirimlidirler ve su kayaçlar arasından geçerek ocak sahası içine dolabilir. Bu metrelerce yüksekliğe ulaşarak başlı başına sadece kendince bile iş güvenliği noktasında bir risk oluşturabilir. Çalışan işçiler düşebilir ve boğulabilirler veya bir kamyon şoförü su olmasa yaralı atlatabileceği bir kazayı, aynı yerde su olduğundan basınç kaynaklı, o kazada can verebilir.

Bahsedildiği gibi kayaçlarda boşluklar bulunur ve su bu boşluklardan ilerleyebilir.

Bu boşlukları birincil ve ikincil olmak üzere iki kısımda ele alabiliriz. Bu konu, özellikle maden sahalarına ilişkin hidrojeolojik araştırmalarda önem kazanmaktadır.

Birincil boşluklar:

- a. Ayrık (klastik) tortul kayalarda taneler arasındaki boşluklar,
- b. Volkanik kayalarda görülebilen gaz tüpleri ve lav tünelleri,
- c. Tabaka arası boşlukları

İkincil boşluklar:

- a. Faylar, eklemler, kırıklar vb.
- b. Erime boşlukları (jipsli kayalar ve kireçtaşlarında)
- c. Bitkiler, hayvanlar ve insanlar etkisiyle oluşmuş diğer boşluklar. [18].

4.3.2.1 Yeraltı Suyu Hareketi

Yeraltı suyu problemi maden sahaları için hem üretim hem güvenlik açısından büyük bir sorun teşkil etmektedir. Bu sorunun boyutları ancak bazı hesap ve analizler ile anlaşılabilir. Bu analizler sonrası yeraltı suyu potansiyeli, hareketleri belirlenebilir.

Gözenekli ortamlarda yeraltı suyunun hareketi 1856 yılında Henry Darcy tarafından deneysel olarak saptanmıştır. Darcy Kanunu olarak bilinen ve ancak laminer akış için geçerli olan bu kural şu şekilde formüle edilmiştir:

$$Q=KA\dot{l}$$

Burada,

$$Q=\text{debi (m}^3\text{/sn)}$$

$$K=\text{geçirimsizlik katsayısı (m}^2\text{/sn ve ya m/s)}$$

$$A=\text{akış yönüne dik alan (m}^2\text{)}$$

$$l=\text{hidrolik eğim}=H/L \text{ (m/m)}$$

H=akış doğrultusundaki hidrolik kayıp,

L=akış doğrultusunda, hidrolik kayıpların ölçüldüğü noktalar arasındaki uzaklık.

Akışkanlar mekaniğinin temel kurallarından biri olan süreklilik eşitliğini yazarsak,

$$Q=VA$$

Darcy kanunu ile kıyasladığımızda, $V=KI$ bağıntısını elde ederiz. Yeraltı suyunun akış hızını belirleyen (V) nin hidrolik eğim ile doğru orantılı olduğunu görebiliriz. Buna göre, hidrolik eğim arttıkça akış hızı da artmaktadır. Ancak, genellikle, yeraltı

suyunun akış hızının yılda veya ayda veya günde bir kaç metreyi aşmadığını hatırlatmak isterim. [18].

4.3.2.2 Kalker Sahalarında Yeraltı Su Probleminin Aşılma Yöntemi

Kalker sahalarında yer altı su problemleri genellikle maden sahasında derinlere inildikçe karşılaşılan bir problemdir. Akiferlerden, geçirimli kayalardan sızan sular ocak derinliklerinde birikirler. Önlem alınmaz ise bu birikme metrelerce derinliğe varabilir. Maden sahalarına, saha civarında yani yakınlarda bulunan yapay-doğal göllerden de su sızmaları gerçekleşebilir. Özellikle yakın göl kot seviyesinden, maden sahasında daha derinlere inilmişse sızmalar seri ve hissedilir düzeylere ulaşır. Maden sahalarına suyu çekmek ve aktarmak için su pompaları kurulmalıdır. Çekilen su civardaki sulama kanallarına veya ilgili kamu kuruluşunca izin verilen bölgelere borular ile aktarılmalıdır. Örneğin çalışma yapılan kalker ocağında 2 adet santrifüj pompa mevcuttur ve bir tanesi 300 m³/h kapasite ile çalışmaktadır. Yani maden sahasından saatte 600 litre (ton) su bertaraf edilmektedir. Bertaraf etme sonrası suyun basıldığı alandan tekrardan sahaya sızıntı olmamasına özen gösterilmeli ve dikkat edilmelidir. Saha çalışmalarına suya yön vererek devam edilmelidir. Adeta suyla beraber bir hareket sağlanmalıdır. Kot olarak pompa aşağıda, çalışılan alan yukarıda kalmalıdır ki su, pompanın önüne yönlendirilebilsin. Mevcut maden sahasında bu şekilde saha çalışması yapılmıştır.

Saha çalışmalarında delme-patlatma faaliyetleri de sızıntı suların zonlarında ve ince kanallarında olumsuz etki ve tahribat yaratmaması açısından oldukça titiz, minimum vibrasyon ve çevresel etki ile gerçekleştirilmelidir. Bu sayede sızan sularda artış meydana gelmeyecektir.

Eğer bahsedildiği gibi maden sahasına sızan sular yakınlardaki göllerden gerçekleşiyorsa ve bu göller çeşitli sebeplerle önceden açılmış yapay göller ise (örneğin kum almak amaçlı) gerekli izinler alınarak önceden açılmış olan yapay göle dolgu ve döküm yapılarak ta maden sahasına sızan su engellenebilir. Bu faaliyet aynı zamanda geri kazandırma ve rehabilitasyon çalışmasında olacaktır. Önceden var olan arazi çeşitli amaçlar için derinleştirilerek içi metrelerce ve litrelerce su ile dolmuşken bu alanı tekrar eski ve doğal haline döndürmek için yapılacak dolgu çalışması hem doğa hem de maden sahası için olumlu ve mantıklı bir çalışma olacaktır.

Sonuç olarak kalker sahalarında ocak suyu probleminin hem iş güvenliğini hem de ekonomik çalışma durumunu olumsuz etkilediği açıktır. Dolaylı olarak vereceği zarar ve tahribat ise ayrıntılı şekilde şev stabilitesi ve duraylılığı konularında anlatılmıştır. Bu noktada iş güvenliği açısından çok önemli bir risk etkenidir. Bu problemi yok etme veya en azından katlanılabilir risk seviyesine indirmeye yöntemleri de yukarıda anlatıldığı şekildedir.

4.3.3 Açık İşletmelerde Delme-Patlatma Faaliyetleri

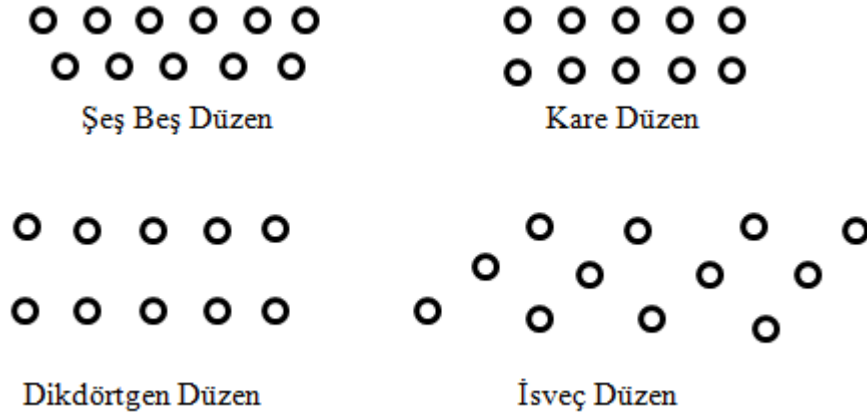
Açık işletmelerde maden rezervini kazanmak için delme-patlatma faaliyeti mecburi bir yöntemdir. Şimdilerde modern patlatma teknikleri, patlatma mühendisliği yüksek lisans programları, mühendislik fakültelerinde verilen delme-patlatma dersleri, modern patlayıcı madde ve ekipmanları bu faaliyetin bir bilim olduğu ve gelişen bir kavram olduğunu bizlere gösteriyor. Güvenlikli ve bilinçli yapıldığı sürece de son derece güvenli ve verimli bir yöntemdir aynı zamanda. Gerek malzemelerin taşınması ve sahaya getirilmesi, gerek deliklerin sarjlanması gerekse de patlatma yapılma anı açısından bu evrelerin tamamı mühendisler ve teknik elemanlarca çok güvenli bir şekilde gerçekleştirilebiliyor.

Bilinçsiz yapılan patlatmalar ise maalesef geri dönüşü olmayan durumları doğurabilir. Gerek çalışma alanındaki çalışanlara gerekse de maden sahası yerleşim yerine yakınsa civardaki halka büyük riskler teşkil edebilir. Eğitim ve bilinç bu işte en önemli iki unsurdur.

Mühendislik metotlar yöntemi için harcanacak para iş kazası yaşandıktan sonra oluşacak maddi külfetin çok altında kalabilir. İnfilaklı fitil patlatması ile yapılan patlatmalardan kaynaklı taş fırlaması sonucu insanlar yaşamını yitirebilir. Bunun doğuracağı maddi külfet çok fazladır. Halbuki sıralı patlatma sistemine geçerek ayda sadece birkaç bin lira ek külfet ile taş fırlamalarının önüne geçilebilir ve can güvenliği de iş güvenliği noktasında korunmuş olur.

4.3.3.1 Patlatma Faaliyetlerinin İş Güvenliği İle İlişkisi

Patlatma faaliyetleri son derece komplike ve her adımı birbiri ile ilintili, bağlantılı bir işlemdir. İşlem dizininden birinde yapılacak atlama ya da hata tüm patlatmayı olumsuz etkileyebilir ve iş güvenliği açısından geri dönüşü olmayan problemler doğurabilir. İşlem dizini içerisinde; deliklerin derinliği, deliklerin açık-tıkali olma durumu, delik düzenleri, delik eğim açıları, sarjlama miktarı, kapsül cinsi, sıkılama payı, sıkılama malzemesi, delik delinen formasyon, delikler ve sıralar arası mesafe parametrelerinin her biri aynı öneme sahiptir. Bu parametrelerin yalnızca bir tanesi dahi eksik ya da aksak icra edilirse patlatma verimi ve daha da önemlisi iş güvenliği problemleri ortaya çıkacaktır. Çevre bazlı rahatsızlıklar ses, gürültü, titreşim ile etki ederken aynı zamanda insanlar, canlılar ve sahada çalışanlar içinde taş fırlaması kaynaklı can güvenliği tehlikeleri oluşacaktır.



Şekil 4.14: Patlatma Delik Düzenleri.

Yukarıda belirtilmiş olan delik düzenlerinin her birinin etkileri birbirinden farklıdır. Bu düzenler formasyonlara göre değişiklikler gösterebilir. Çalışmanın yapıldığı kalker sahasında en uygun düzen şeş beş düzendir. Her bir düzenin yarattığı etki farklı farklıdır ve aynı mesafe aralıkları bırakılarak bu delikler oluşturulmalıdır.

Şarjlama miktarında patlatmalardan kaynaklanan iş güvenliği problemleriyle birebir bağlantılıdır. Uygun şarjlama miktarı ve uygun sıkılama miktar ve malzemesi de patlatma kaynaklı iş güvenliği zafiyetlerine birincil etkendir. Kullanılacak kapsül

cinside nitekim aynı şekilde taş fırlaması ve aşırı ses ve titreşimler için en önemli parametrelerdendir.

Delinen deliklerin boyları gerekenden kısa olursa fırlayan taş miktarında artacaktır. Gerekenden fazla olursa da patlatma verimi yetersiz olacaktır. Aynı şekilde delik açılarının da dik veya dike yakın olması durumunda taş fırlaması yaşanacak ve iş güvenliği risk teşkil edecektir.

Patlatma faaliyetleri iş güvenliği ve iş kazaları açısından son derece dikkatli olunması gereken faaliyetlerdendir. Şayet kaza olması durumunda yaralı atlatılması dahi son derece düşük bir olasılıktır.



Şekil 4.15: Delme-Patlatma Anı. [19].

Yukarıdaki şekilde kontrollü ve verimli olduğu anlaşılan, taş fırlama seviyesinin düşük olduğu bir basamak patlatması görülmektedir.

4.3.3.2 Delme Patlatma Faaliyeti Sırasında ve Sonrasında Alınması Gereken Önlemler

Delme patlatma faaliyetleri sırasında patlatmadan önce alınması gereken bir takım tedbirler vardır. Delikleri doldurma aşamasına geçildiğinde maden sahasında yetkili

personeller harici hiç kimse bulunmamalıdır. Sadece delikleri dolduran personel ve kontrol amaçlı mühendis bulunmalıdır. Delikler doldurulduktan ve sıkılama işlemi gerçekleştirildikten sonra patlatma işlemi son aşamaya, yani ateşleme aşamasına hazırdır demektir. Ateşlemeyi iletecek bağlantı kablosu güvenli ve dikkatli bir şekilde çekildikten sonra saha ve çevresi en az 500 metre yarıçapta kontrol edilmeli yerleşim yeri var ise uyarılmalı ve önceden haber verilmeli, başka çalışma alanlarına haber verilmeli ve buralara görevli personeller patlatma gerçekleşene kadar bırakılmalıdır. Ayrıca yakınlarda karayolları mevcut ise geliş-gidiş yönünde bu yollarda kontrol edilerek patlatmaya 5 dakika kala kesilmelidir. Çevre güvenliği sağlanıp alan boşaltma, saha kontrol ve yol kesme-kontrol işlemi sağlandığında çevre son kez gözle taranmalıdır. Tüm bu kontrol işlemleri ile eş zamanlı şekilde patlatmaya 15 dakika kala, 10 dakika kala ve 5 dakika kala siren çalmalı son siren ise patlatmadan 10 saniye önce çalmalıdır. Bu sayede etrafta daimi bulunanlar ve çalışanlarca bir algı oluşacak “ bu son siren” veya “2 siren sonra patlatma olacak” düşüncesi ile kendisini korumak adına güvenli bölgeye geçilecektir. Tüm hazırlıklar tamamlandıktan sonra tek bir kişinin talimatıyla yapılması kuralı ile son kez bu kişi “ateşle” talimatı verecek ve ateşçi tarafından patlatma gerçekleştirilecektir. Patlatma gerçekleştiği an alan kontrolü ve yol kontrolü hemen bırakılmayacak, en az 1 dakika daha beklenecektir. Patladığı kesin ise saha 1 dakika sonra normal düzenine açılacak, kontrol bırakılacak ve yol kesim işlemi serbest bırakılacaktır. Patlatma gerçekleştiği an yetkili personel ve mühendisten oluşan en fazla iki kişilik bir ekip patlatma alanını hızlıca kontrol edecek ve tüm kapsüllerin patladığından emin olacaktır. Eğer şüpheli durum var ise kontrollü biçimde patlamayan deliklere ulaşıp tekrar patlatılacak, eğer durum güvenli ve tüm delikler patladı ise saha normal çalışma düzenine kavuşturularak üretime devam edilecektir.

Delme patlatma işlemleri güvenlik açısından son derece önemli faaliyetlerdir. Aksi bir durumda iş güvenliği noktasında büyük problemler oluşacak, çalışanlar ve çevre de bulunan insanlar açısından iş kazaları yaşanabilecek ve ölümlerle sonuçlanan hazine olaylar yaşanabilecektir. Delme patlatma faaliyetleri bu noktada açık işletme madenciliğinde iş güvenliği açısından ayrı tutulması gereken önemli bir faaliyettir. Çünkü bu faaliyet sırasında oluşabilecek güvenlik problemi kaynaklı bir iş kazası yalnızca işi yürütenlerce maruz kalınacak bir durum değil, tüm çevre bazlı bir maruziyet olacaktır.

Hatalı şarjlama, hatalı sıkılama, yanlış delik sayı ve sırası gibi problemlerde patlatma güvensiz olacak ve metrelerce uzaklığı tehdit edebilecek taş fırlamaları ve buna bağlı yaralanma ve ölümler yaşanabilecektir. Yani faaliyetin güvenlik eksikliği kaynaklı iş kazası yaşatma ihtimalinin etkileyeceği çevre, çok geniş bir alandır ve böylesine geniş bir alanda güvenliği sağlamak kuşkusuz çok dikkat ve tecrübe isteyen bir iştir. Uygunsuz ve göz kararı, rastgele doldurulan delikler patlatma sırasında ucu kestirilemeyecek kadar geniş bir alanda iş kazasına yol açabilir ve ölümler yaşanabilir.

Durum böyle olduğu için delme-patlatma faaliyeti sonraki bölümde saha çalışmaları ile daha ayrıntılı analiz ve test edilerek, faaliyetim mümkün olduğunca en düşük risk seviyesinde icra edilmesi araştırılmış ve incelenerek sunulmuştur.

BÖLÜM 5

AÇIK İŞLETMELERDE İŞ GÜVENLİĞİ AÇISINDAN RİSK TEŞKİL EDEN OCAK SUYU PROBLEMİ VE DELME-PATLATMA FAALİYETLERİNE YÖNELİK SAHA GÖZLEM-ANALİZ ÇALIŞMASI

5.1 OCAK SUYU PROBLEMİNE KARŞI YAPILAN SAHA ÇALIŞMASI

Ocak suyu problemi kalker ocaklarında sık karşılaşılan bir problemdir. Akiferlerden sızma yolu ile ocak içerisinde derin yerlerde biriken sızma sular veya yeraltı suları önlem alınmazsa daha da derinleşerek başlı başına bir problem teşkil edebilir ve şevlere yakın yerlerde şev duraylılığı ve stabilitesi üzerinde olumsuz etkiler yaratarak iş kazalarına yol açabilir. Ayrıca maden çalışmaları sırasında maddi düzeyde de olumsuz etkiler yaratabilir. Sürekli sulu zeminde çalışmanın yarattığı maden nakil yollarındaki bozulmalar devamlı iyileştirme isteyecek ve malzeme serme (parça taşıyıcı) ile maddi kayıp oluşacaktır. Malzeme serilerek nakil yollarının iyileştirilmesi en fazla bir kaç gün sürecek daha sonra tekrar bozulacaktır. Onarılmayan yollar bu sefer iş makinaları ve kamyonlara zarar vererek ayrı bir maddi külfet doğuracaktır. Şev stabilitesi F kuvveti hesaplanırken de formülde bulunan su yüksekliği, su birim hacmi, su basıncı gibi elemanlar mevcuttur ve bunlardaki değişimler F kuvveti sonucunu etkileyecektir. Buda demektir ki ocak içi su durumu şevlerde durabiliteyi etkileyecektir. Ocak içi sızma sular arttığında yanal ve dikey basınçlar ile hidrostatik basınçla çatlak zonlardan içerilere ilerleyecek ve çatlaklara olumsuz etkisi ile kayma meydana getirecektir.

Potansiyel hali dahi iş güvenliği yönünden son derece tehlikelidir. İş makinalarının çalışması ile iyice derinleşen ocak, su sızıntıları ile metrelerce yükseklikte su birikintilerine dönüşecektir. Çalışanlar suya düşerek boğulabilir, ölebilirler ve bu bağlamda iş güvenliği noktasında büyük problemler oluşabilecektir.

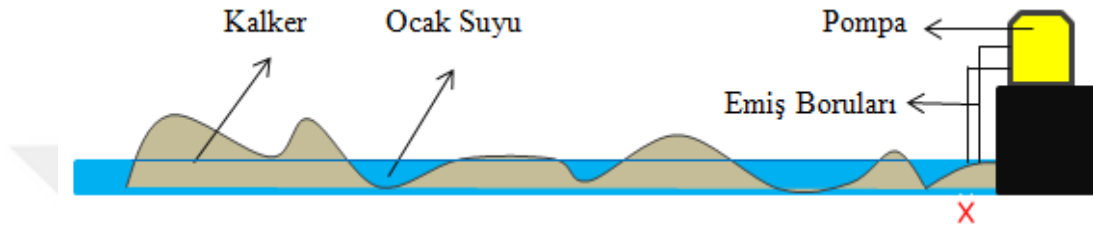
Suyun geldiği yön belirlendiğinde gerekli izinler alınarak dolgu çalışmaları yapılmalı ve suyun zonlardan ocak içine sızması engellenmelidir. Bunun yanında suyu çekmek için ocak içine pompalar kurulmalıdır. Çekilen su, sulama kanallarına aktarılabilir. Pompanın suyu çektiği alana ve bölgeye doğru ocak içi sularının yönlendirilmesi sağlanmalıdır. Böylece pompa suyu devamlı çekecek ve ocak içi suları, pompanın kot seviyesinin aşağıda tutulması sağlandığından pompa emiş boruları önünde birikecektir.

5.1.1 Saha Çalışması Adımları

Saha çalışmalarının tüm adım ve evreleri aynı zamanda 2 senedir maden mühendisi olduğum Paksan Kireç Fabrikasına ait maden sahasında, tamamı gözetimim ve kontrolümde yapılmıştır. Paksan Kireç Fabrikasına ait kalker sahası sedimanter yani tortul oluşumlu bir kayaç cinsine sahiptir. Fabrika ve ona bağlı bulunan maden hammadde sahası aralıksız 1972 senesinden beri yaklaşık 45 senedir hizmet vermekte olan Türkiye'nin ilk kireç fabrikasıdır. Bu bağlamda fabrika rezervi yavaş yavaş bitmekte ve son 10 senelik temin safhasındadır. Yani çalışmalar artık basamak-şev sistemlerinde çalışmaktan çok, sistemli şekilde derine inmek yoluyla sağlanmaktadır. Bunun sonucu olarak ise rezerv alınan alan kot farkından kaynaklı olarak yakın zonlardan sızıntı suları ile dolmaktadır. Yüksek seviyelere çıkan ocak suyu ortalama 20 hektarlık alanda 10-12 metre mesafelere ulaşabilmekte ve büyük ölçüde iş güvenliği problemleri oluşturabilmektedir. Tüm maden sahası sular altında kalmaktadır. Tedbir olarak maden sahasında iki adet santrifüj pompa bulunmaktadır. Pompaların tanesi saatte 300 m³ su dışarı basabilmektedir. Toplamda iki pompa saatte 600 m³, günde ise 14.400 m³ su dışarı basmaktadır. Su civardaki göle, oradan da sulama kanallarına aktarılmaktadır.

Pompa emiş boruları ocak suyu kot seviyesi ile ortalama aynı seviyede bulunduğundan sürekli belli seviyede su çektiği ve suyun devamlı aynı seviyede kaldığı, belli alanların devamlı su altında kaldığı anlaşılmıştır. Sıvı seviye röleleri sayesinde ise emiş borusu ağız kısmına inince su, pompa otomatik durmakta ve su yükseldikçe ise otomatik çalışmaktadır. Böylece ocak sularının aynı seviyede in-çık yaptığı görüldü. Ayrıca ocak rezerv alma çalışmaları eskiden gelen alışkanlıklar gereği pompa ile ters yönde sürdürülmüş, pompa önü değilde ocağın ileri bölümleri derinleşmiş, pompa ise kot olarak yüksekte kaldığından yeterli emiş yapamamış ve ocak su seviyesi devamlı aynı kalmıştır. Yani çalışmalar pompadan geriye doğru

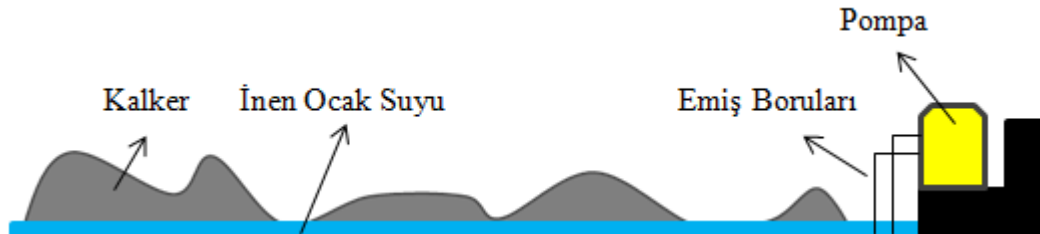
olması gerekirken (sular öne sızmalı ve pompa çekmeli), geriden pompaya doğru yapılmıştır. Tarafımca önlem olarak ocak suyu tahliye çalışmalarından sonra artık saha rezerv alma çalışmaları pompanın önünden başlayarak uzaklaşma yöntemi ile gerçekleştirildi. Rezerv aldıkça derinleşen suyu hemen öndeki pompanın çekmesi sağlandı. Böylece pompada kot olarak aşağıda kalmakta ve ocak suyu önüne akarak pompa ile dışarı atılmaktadır.



Şekil 5.1: Ocak Suyu, Rezerv ve Pompa, Çalışma Öncesi Temsili Hali (+3 Metre).

Yukarıdaki şekilde ocak suyu tahliye çalışmasını yapmadan önce ocağın yandan görünüşü verilmiştir. Şekilde ocak suyu rezerv ve pompa görünmektedir. Pompa emiş borularının x bölgesinde görüldüğü gibi temas ettiği son taban nokta suyun altında kalan kayaç tavan yüzeyidir. Bu nedenle pompa emiş boruları, pompanın bulunduğu bölgeden 4 metre önde ve 4 metre aşağıdan emiş yapabilmekte, altta kayaç yüzeyinden dolayı daha fazla derinden emiş yapamamakta ve sürekli ocak suyu belli seviyede yani yüksek bir seviyede kalmaktadır.

Çalışmanın temelinde, pompa motorlarının yerleştirildiği zemin kısmı patlatılmıştır ve x kısmından da derine inilecek şekilde derinlik kazandırılmıştır. Pompa yeni zemine oturtulmuş ve emiş boruları da daha derinden su çekebilmiştir.



Şekil 5.2: Ocak Suyu, Rezerv ve Pompa, Çalışma Sonrası Temsili Hali (+0.5 Metre).

Kontrol ve talimatlarımla yapılan çalışma sonrası daha derinden su çekebilen pompalar ise ocak su seviyesini ortalama 3 metre indirmiştir. Ocak yeni su seviyesi ise dip seviyeyi görerek en fazla yarım metre yüksekliktedir.

Çalışmaya, pompanın bulunduğu zemine ekskavatörün girerek yumuşak örtü zeminini taşıması ile başlandı. Sert zemine gelince rock delici alana getirildi, ocak su seviyesinin de en az 3 metre altına inecek kadar derinlikte delikler delindi ve sulu patlatma yapıldı. Daha sonra patlayan kısım yüklenerek taşındı. Pompaya önceki zemininden yaklaşık 2 metre daha aşağıda yeni bir zemin yapıldı ve daha sonra pompa hemen geri yerine kuruldu. Sistemin işlem sırası aşağıda görülmektedir.



Şekil 5.3: Ocak İçi Suyu 1. Kısım Tahliye Çalışması İşlem Sırası Görüntüsü.

İşlem ocak içi suları hızlı ilerlediğinden ve çabuk dolduğundan çok hızlı yapılmıştır. Pompalar, zemin alçaltma çalışması için sökülüp yukarıda bekletildiğinden dolayı su

seviyesi saat-saat bariz artmaktadır. Acele edilmez ise pompaya hazırlanan yeni zeminde sular altında kalacaktır ve pompayı zemine yerleştirmek çok zor olacaktır.

Pompa yerleştirilip su çekildikten sonra ocak suları eskiye göre 2 metre daha alçalmıştır. Sular çekilip pompa zemini iyice su üstüne çıktığında suyun altında kalan diğer engeller görülmüştür. Emiş pompalarını 1 metre daha derine indirebilmek için 2 hafta sonra 2. kısım çalışma yapıldı. Pompa hemen söküldü ve rock delici alana intikal etti, su içinde (yaklaşık 10-20 cm) delikler deldi ve patlatma yapıldı. Hemen sonra ekskavatör alana indirildi ve patlayan kayaç tahliye edildi, en taban kısma ise pompaya zemin hazırlandı ve pompa yerleştirildi. Pompa 1 metre daha indirildi ve toplamda eski haline göre 3 metre alt kısımdan emiş yapabilme özelliğine kavuşturuldu. İşlem sırası ve görüntüsü aşağıda görülmektedir.



Şekil 5.4: Ocak İçi Suyu 2. Kısım Tahliye Çalışması İşlem Sırası Görüntüsü.

Yapılan bu iki çalışmanın sonucunda ocak su seviyesi 3-4 metre arası daha inmiştir. İş güvenliği noktasında güvenli seviyeye ulaşmıştır. Yapılan çalışmalar sonucu ocak su seviyesi ortalama en fazla yarım metre yüksekliğe ulaşmaktadır. Bu ise çalışan ve çevre güvenliği açısından güvenli seviye demektir. Şev güvenliği ve basamak kayması noktasında da tehdit seviyesi dışındadır. Ocak su seviyesi şevlere güvenlik katsayısını bozucu noktada olumsuz etki yaratmayacak, heyelan, kayma oluşturmayacak güvenli seviyededir. Son 2. kısım çalışma sonucu pompa bölgesi ocak görünümü aşağıda verilmiştir.



Şekil 5.5: Pompa Önü 2.Kısım Çalışması Sonrası Son Hali.

Çalışmaların tamamı mühendisi olduğum Paksan Kireç Fabrikası kalker sahasında, talimat ve kontrolümde gerçekleştirilmiştir. Kalker ocağını güvensiz kılan ocak suyu problemini bertaraf etmek adına uzun süre üzerinde çalıştığım ve uygulamasını başarı ile sonuçlandırmış olduğum bir çalışmadır. Yapılan bu çalışmalardan sonra rezerv alma çalışmalarına pompa önünden başlandı ve gerileyerek devam ettirildi. Böylece akiferlerden yani gözenekli jeolojik oluşumlardan sızan sızıntı suları çalışmanın önüne dökülecek ön kısımdaki pompa ise suyu tahliye edecek ve pompa önünden çalışmalar ile maden sahasına derinlik kazandırılarak geriye doğru gidilecektir. Yıllar sonra tekrar en başa yani pompanın önüne gelinip, pompa 2-3 metre daha derine indirilecek ve tekrar pompa önünden başlayarak geriye doğru gidilecektir. Böylece ocakta iş güvenliği noktasında ocak suları tehdit noktasına

ulaşmamış olacak ve güvenli seviyede tutulacaktır. Su anında tahliye edilecektir. Aşağıdaki ocak resminde, yaptırmış olduğum çalışmaya başlanmadan önceki ve sonraki ocak içi su durumu görülmektedir. Çalışmanın başarılı icra edildiği anlaşılmaktadır. Çalışma amacına başarıyla ulaşmıştır.



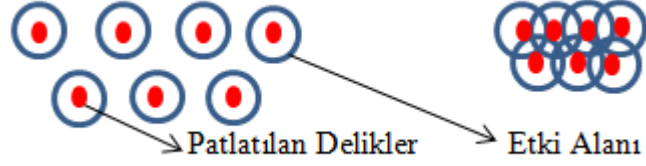
Şekil 5.6: Madenin Su Tahliye Çalışması Yapılmadan Önceki ve Sonraki Hali.

Yıllarca kalker ocağı için sorun teşkil eden ocak suları yaklaşık 2 ay süren pompa zemini alçaltma çalışmaları neticesinde, 3-4 metre alçaltılan pompalar vasıtasıyla tahliye edildi. Ocak sularının pompanın önüne akması sağlandı. Sonuç olarak su seviyesi 3-4 metre indirildi ve şekil 5.6’ da görüldüğü üzere maden sahasının yüzde 90 kısmı ocak suyu probleminden kurtarıldı.

5.2 SULU ZEMİN PATLATMALARINDAN KAYNAKLI İŞ VE ÇEVRE GÜVENLİĞİ PROBLEMİNE KARŞI YAPILAN SAHA ÇALIŞMASI (İNFİLAKLI FİTİL VEYA SIRALI KAPSÜL KULLANIMININ İŞ GÜVENLİĞİNE ETKİLERİ)

Kalker (kireç taşı- CaCO_3) kayacı jeolojik özellik bakımından sedimanter yani tortul bir kayadır. Özgül ağırlığı $2,5 \text{ gr/cm}^3$ civarında sert bir kayadır. Patlatmalar sırasında pek çok parametreye bağlı olarak iş güvenliği problemleri oluşabilir.

Delik çapları, delik sıraları, delik sayıları, delik düzenleri, delik eğimi, şarj miktarı, patlayıcı madde ve kapsül cinsleri, sıkılama malzemesi, sıkılama boyu, bağlantı şekli, gecikme süreleri, zemin türü gibi pek çok parametre ayrı ayrı fakat aynı derecede öneme sahip parametrelerdir. Bu parametrelerden bir tanesi dahi eksik icra edilirse patlatmalar tehlikeli olacaktır ve güvenlik problemleri oluşacaktır. Patlatma ne kadar verimli ise güvenlik o kadar iyi sağlanmış demektir. Çünkü patlatma verimliliği taş fırlamaması ile alakalı bir durumdur. Ne kadar az taş fırlarsa, yerinde o kadar çok taş verimi sağlanacak demektir. Yani patlatma verimi yüksek ise güvenlikte yüksektir. Şekil 4.14'de görülen düzenlerden en çok tercih edileni şaş beş düzendir. Kalker sahalarında en çok tercih edilen düzende şaş beş delik düzenidir. Kalker kayacı sert bir kayaç olduğundan şaş beş düzen arası mesafe 2 metreyi geçmemeli ayrıca bağlanan milisaniyeli gecikme süreli kapsüller arası zaman farkı da fazla olmamalıdır. Delikler için bunun sebebi taş verimi ile açıklanabilir. Delikler asgari mesafede (2 metre) ne kadar yakın olursa açığa çıkan enerji o kadar az kaybolur ve taş parça boyutu ufak, taş fırlama oranı düşük olacaktır. Delikleri asgari oranda yakın tutulduğunda enerji birbirini sönmeyecek ve geniş alanda etkili olamayacağı için taş fırlamaları daha yakın mesafede olacaktır. Kapsüllerde milisaniyeler arası farkı az tutmakta da mantık benzerdir. Eğer süreyi uzun tutarsak enerji kaybolacak ve patlayan deliğin enerjisi geçmek üzereyken diğer delik patlamadığından delikler arasındaki alan patlatma enerjisini göremeyeceğinden patlatma verimi düşecektir. Milisaniye süre farkı öyle ayarlanmalıdır ki, ne az ne çok olmalıdır. Çok olursa patlama verimi düşer, az olduğunda ise infilaklı fitil patlatmaları gibi aynı anda patlıyormuş gibi çevresel iş güvenliği hasarı (titreşim, gürültü, taş fırlaması) yaratacaktır. Patlayan delik daha sönmeden öbürü patlamalı, hepsi enerjiyi birbirlerinden hissetmeli fakat çevresel etkiyi ayrı ayrı vermelidirler.

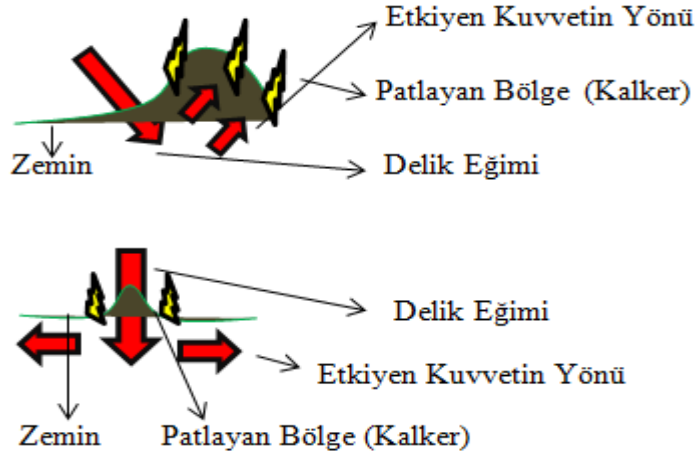


Şekil 5.7: Delikler Arası Mesafelerin Patlatmalara Etkisi.

Şekil 5.7’de görüldüğü gibi sağdaki model patlatma daha verimlidir. Etki alanlarının kesişim yerleri ise enerjinin içerde hapsolüp taş savrulmasının az olacağını ve parça boyutunun ufak olacağını işaretidir. Soldaki şekilde etki alanları ayrı ayrı olduğundan patlayan her delikten fırlayan taşı tutan bir tepki enerjisi olmadığından taş fırlaması fazla olacaktır.

Saha çalışmalarında delikler arası mesafe 2-2,5 metre, milisaniyeler ise 17, 25, 42, 67 milisaniye olarak ayarlandı. Gecikme üstten verilmektedir. Her delik sırayla patlar.

Delik açıları da oldukça önemli bir parametredir. Dik veya dike yakın delinen deliklerde taş savrulması daha fazla olacaktır. Eğimi 15-20 derece arasındaki deliklerde ise hem patlatma verimli olacak hem de taş fırlamaları kısa mesafede etkili olacaktır. Delik düzeni olarak şekil 4.14’deki şaş beş düzen tercih edilmelidir.



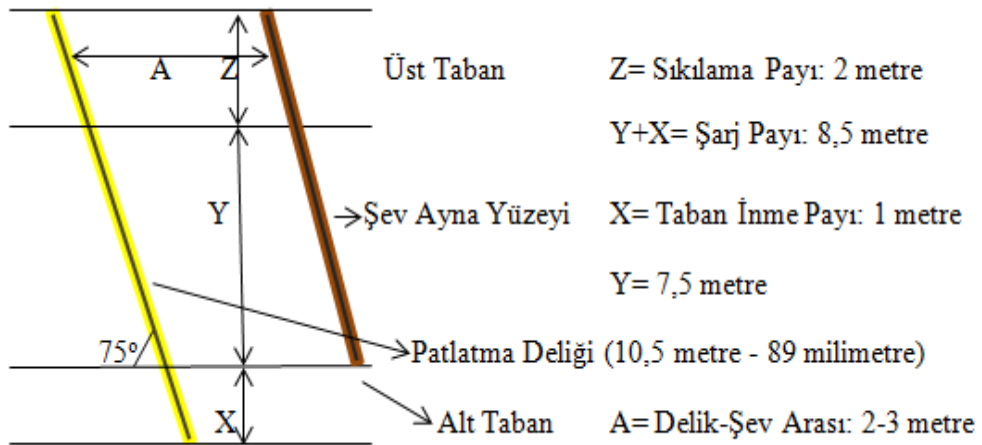
Şekil 5.8: Delik Eğimi ve Patlatma Verimi İlişkisinin Görsel Gösterimi.

Yukarıdaki şekilde delik eğimi ve patlatma veriminin görsel hali sunulmuştur. Şekilden de anlaşılacağı üzere üstteki birinci şekil daha verimli bir patlatmayı anlatmaktadır. Dik delinen deliklerde yanal basıncın etkisi ile patlatma zemini kaldıramayacak ve sıkışma patlaması şeklinde taş fırlaması çok yüksek düzeyde

olacaktır. Eğimli deliklerde ise patlatma direk üst zemini kaldıracak ve sıkıştırma basıncı az olduğundan anında verim alınacak ve taş fırlaması olmayacaktır. Bu nedenle iş güvenliği noktasından problem yaşanmayacaktır.

Kullanılan malzeme cinsi ve miktarında delme patlatma faaliyetleri için oldukça önemlidir. İş güvenliği için şarj miktarı önemli bir parametredir. Fazla şarjlama yapıldığı takdirde patlatma şiddetli olacak ve hem iş güvenliği hem de çevresel etki bakımından istenmeyen sonuçlar doğabilecektir. Şiddetli patlatma sonucu aşırı taş fırlamaları, titreşim ve gürültü en üst seviyede yaşanacaktır. Sulu deliklere sulu, kuru deliklere ise uygun kuru anfo, kapsüle duyarlı emulite patlayıcı ve uygun kapsüller ve gecikme sıraları ile hem kazanılacak rezerv hem de iş güvenliği konusu oldukça verimli icra edilebilecektir. İnfilaklı fitil kullanıldığında verim, iş güvenliği, çevre güvenliği tehlike görecektir. Çünkü sıralı elektriksiz kapsüllerde her delik sıra ile patlarken infilaklı fitilde tüm delikler aynı anda ateşlenir ve patlatılır. Bununla tabii ki çevresel boyutta etkisi güvenlik noktasından çok farklı olacaktır.

Taş savrulmalarında bir diğer önemli parametre ise sıkılama malzeme ve oranıdır. Kuru zeminlerde delikten çıkan toz ile sıkılama yapılabilir. Sulu deliklerde ise mıcır malzeme (1 cm ebattaki parça taş) ile sıkılama yapılmalıdır. Sıkılama oranı ise minimum 2 metre olmalıdır. 10 metreden sonra her 3 metre için yarım metre sıkılama payı eklenmelidir. Sıkılama eksik yapıldığı takdirde taş fırlamaları bariz şekilde artacaktır. İş kazaları yaşanması olasılığı düşen iş güvenliği seviyesine bağlı olarak artacaktır. Sıkılama payı ve malzeme cinsi delme-patlatma faaliyetlerinde taş fırlamalarını olumlu olumsuz etkileyen en önemli parametrelerdendir.



Şekil 5.9: Patlatma Deliği ve Şarj Parametreleri.

Patlayıcı madde miktarı, patlatma verimi ve çevre güvenliği için en önemli husustur. Hesabı ise aşağıda verilen tablo yardımı ile tespit edilebilir. Fakat her formasyonda ince farklılıklar gösterecektir. Genel hatları ile kabaca bu hesaptan faydalanılabilir. Diğer ayarlar ise maden formasyon yapısına göre farklılıklar gösterecek, şarj miktarı artacak veya azalabilecektir.

		PATLAYICI YOĞUNLUĞU (kg/m ³)													
		0,80	0,82	0,90	0,95	1,00	1,10	1,15	1,20	1,25	1,30	1,35	1,40	1,45	1,50
DELİK ÇAPI (mm)	19	0,96	0,98	1,07	1,13	1,19	1,31	1,37	1,43	1,49	1,55	1,61	1,67	1,73	1,79
	22	1,11	1,13	1,24	1,31	1,38	1,52	1,59	1,66	1,73	1,80	1,87	1,94	2,00	2,07
	25	1,26	1,29	1,41	1,49	1,57	1,73	1,81	1,88	1,96	2,04	2,12	2,20	2,28	2,36
	29	1,46	1,49	1,64	1,73	1,82	2,00	2,10	2,19	2,28	2,37	2,46	2,55	2,64	2,73
	32	1,61	1,65	1,81	1,91	2,01	2,21	2,31	2,41	2,51	2,61	2,71	2,81	2,92	3,02
	38	1,91	1,96	2,15	2,27	2,39	2,63	2,75	2,87	2,98	3,10	3,22	3,34	3,46	3,58
	41	2,06	2,11	2,32	2,45	2,58	2,83	2,96	3,09	3,22	3,35	3,48	3,61	3,74	3,86
	44	2,21	2,27	2,49	2,63	2,76	3,04	3,18	3,32	3,46	3,59	3,73	3,87	4,01	4,15
	48	2,41	2,47	2,71	2,87	3,02	3,32	3,47	3,62	3,77	3,92	4,07	4,22	4,37	4,52
	51	2,56	2,63	2,88	3,04	3,20	3,52	3,69	3,85	4,01	4,17	4,33	4,49	4,65	4,81
	57	2,87	2,94	3,22	3,40	3,58	3,94	4,12	4,30	4,48	4,66	4,83	5,01	5,19	5,37
	64	3,22	3,30	3,62	3,82	4,02	4,42	4,62	4,83	5,03	5,23	5,43	5,63	5,83	6,03
	70	3,52	3,61	3,96	4,18	4,40	4,84	5,06	5,28	5,50	5,72	5,94	6,16	6,38	6,60
	76	3,82	3,92	4,30	4,54	4,78	5,25	5,49	5,73	5,97	6,21	6,45	6,69	6,92	7,16
	83	4,17	4,28	4,69	4,95	5,22	5,74	6,00	6,26	6,52	6,78	7,04	7,30	7,56	7,82
	89	4,47	4,59	5,03	5,31	5,59	6,15	6,43	6,71	6,99	7,27	7,55	7,83	8,11	8,39
	95	4,78	4,89	5,37	5,67	5,97	6,57	6,86	7,16	7,46	7,76	8,06	8,36	8,66	8,95
	102	5,13	5,26	5,77	6,09	6,41	7,05	7,37	7,69	8,01	8,33	8,65	8,97	9,29	9,61
	108	5,43	5,56	6,11	6,45	6,79	7,46	7,80	8,14	8,48	8,82	9,16	9,50	9,84	10,18
	114	5,73	5,87	6,45	6,80	7,16	7,88	8,24	8,60	8,95	9,31	9,67	10,03	10,39	10,74
121	6,08	6,23	6,84	7,22	7,60	8,36	8,74	9,12	9,50	9,88	10,26	10,64	11,02	11,40	
127	6,38	6,54	7,18	7,58	7,98	8,78	9,18	9,58	9,97	10,37	10,77	11,17	11,57	11,97	
133	6,69	6,85	7,52	7,94	8,36	9,19	9,61	10,03	10,45	10,86	11,28	11,70	12,12	12,53	

Şekil 5.10: Patlayıcı Madde Şarj Yoğunluk Hesabı Tablosu. [20].

Rock delici delik çapı ve kullanılan patlayıcı maddenin yoğunluğu tablodan kesiştirilerek denk gelen kutucuktan metre başına şarjlanması gereken patlayıcı madde miktarı kilogram cinsinden elde edilir. 89 mm delik çapı ve 1,15 yoğunluğunda patlayıcı madde verilerine sahipsek, 6,43 kg metre başına şarj demektir. Delik boyu 10 metre ise 2 metre sıkılama payından düşülmeli ve kalan 8 metre şarjlanmalıdır. Yani $8 \times 6,43$ hesabından 10 metre deliğe 51,44 kg anfo şarjlanmalıdır.

Tüm bu hususlar eksiksiz ve dikkatle yerine getirilmelidir. Delik düzenleri, delik sayıları, delik eğimleri, delik derinlikleri, şarj miktarı, sıkılama boy ve miktarı, kapsül cinsleri, sıra düzenleri ve süreleri parametrelerinin her biri özenle ve dikkatle icra edilmelidir. İş güvenliği ve çevre güvenliği için mecburi ve zorunlu odak noktası olmalıdır. Rasgele ve özensiz delme patlatma yapılması durumunda facialar yaşanabilir. Bunun sonucu olarak can ve mal kayıpları meydana gelebilir. Yani iş güvenliğinin noksanlığına bağlı olarak iş kazaları yaşanabilir.

5.2.1 Delme-Patlatma Faaliyetlerinin Güvenli İcrası İçin Saha Çalışması Adımları

Saha çalışmaları aynı zamanda maden mühendisi olduğum Paksan Kireç Fabrikasına ait olan, kalker sahasında tüm parametre ve adımları tarafımdan belirlenerek icra edilmiştir. Maden sahası yaklaşık 45 senelik bir geçmişe sahip olduğundan maden basamakları rezerv azalmasına bağlı olarak tükenmiş ve tüm patlatma faaliyetleri düz, basamaksız ve sulu zeminde yapılmaktadır. Yanal basınç etkisi ile sulu zemin ve delikler verimden güvenliğe pek çok parametreyi olumsuz etkilemektedir. Yaklaşık 7 ay süren saha analizlerinde delme patlatma kaynaklı taş fırlamaları ve gürültü problemlerinin önüne nasıl geçilebilir sorularına yanıt arandı. Taş fırlamaları verimlilikle alakalı bir durumdur. Yani taş fırlamalarının önüne geçildiğinde her şeyden önemlisi iş güvenliği sağlanmış olacaktır ve ikinci olarak ise patlatmadan istenen verim alınacaktır. Aynı zamanda gürültü ve titreşim etkisi de hissedilir derece azalacaktır ve iş güvenliğinin yanında çevre güvenliği de sağlanmış olacaktır. Böylece iş güvenliği, iş sağlığı ve güvenliği sağlama kriterlerinden en önemlisi olan mühendislik metotlar müdahalesi yöntemi ile sağlanmış olacaktır.

Sahada pek çok patlatma yapılmış, yapılan patlatmaların yarısı infilaklı fitil ile diğer yarısı ise milisaniye gecikmeli elektriksiz sıralı kapsüllerle yapılmıştır. Yani çalışmanın tam ve özet adı *“Delme-Patlatma faaliyetlerinin infilaklı fitil veya sıralı kapsüller ile yapılmasının iş güvenliği açısından etkileri ve farklarının incelenmesi.”* Patlatmaların, sırayla yapılarak çevre ve iş güvenliğine etkileri incelenmiştir. Tüm çalışmalarda delik düzeni olarak şaş beş düzen uygulanmıştır. Aşağıda da sonuçlar analizler ile sunulmuştur. Hangi patlatma cinsi çevre ve iş güvenliği için daha uygundur bu çalışma ile tespit edilmiştir.

5.2.1.1 İnfilaklı Fitil İle Yapılan Patlatma Faaliyetleri ve Çevresel Güvenlik Etkileri

Kalker sahasında çalışma kapsamında infilaklı fitiller ile 9 adet patlatma yapılmıştır. Çevreye olan etkileri gözlemlenmiştir. İnfilaklı fitillerin özelliği kaç adet delik varsa (20, 40, 100 vs.) hepsini aynı anda patlatmasıdır. Bu durum ise aşırı gürültü, titreşim, verimsiz patlatmalar ve aşırı derecede uzun menzile taş savrulmalarına (500, 600 metreye kadar) yol açmaktadır. Bu bölümde 6 adet infilaklı fitil ile yapılan patlatmalar ve olumsuz etkileri incelenecektir. Tüm patlatmalar düze yakın zeminde, basamaksız alanda icra edilmiştir. Ayrıca tüm delikler sulu deliklerdir. Bu yönüyle

tüm olumsuzlukların hakim olduğu alanda güvenli patlatma yöntemleri araştırılmıştır. Su nedeni ile tıkanan ve düz, basamaksız zemin olması nedeni ile doldurulup patlatılan delikler aşırı derecede taş fırlamalarına neden olmaktadır. Sıkılama payları çoğu zaman elverişsiz ölçülere gerilemektedir. Tüm patlatmalarda parametreler (anfo miktarı, sıkılama miktarı, sıralar arası mesafe vs.) saha mühendisi olarak kontrolümde değiştirilerek ayarlanmıştır.



Birinci Çalışma



Şekil 5.11: Patlatma Bölgesi-1 (Delme, Şarjlama, Bağlantı ve Patlatma Sonrası Fırlayan Taşlar).

Tablo 5.1: Birinci Çalışmaya Ait Patlatma Parametreleri.

Anfo (Sulu) (Kg)	Emulite (Kg)	İnf. Fital (m)	Kapsül (Adet)	Sıkılama Miktarı (Kg)	Beklenen Tonaj (Ton)	Alınan Tonaj (Ton)	Özgül Şarj Kg/Ton
240	20	250	1	1100-1300	2600-3000	1000	0,24
Delik Çapı (mm)	Delik Boyu (Cm)	Delik Sayısı	Delikler Arası Mes. (Cm)	Sıralar Arası Mes. (Cm)	Sıkılama Boy (Cm)		
89	350	40	300	300	150		

Tablo 5.1' deki tüm parametreler maden mühendisi olarak tarafımdan hesaplanarak ayarlanmıştır.

Beklenen rezerv tonajının çok altında kalker alınmıştır. Patlatma verimsiz olmuştur. Beklenen tonaj alınamamıştır. Yaklaşık 150 metre çapında alanda taş fırlaması etkili olmuştur. 150 metre fırladığı (son nokta) tespit edilen taşların boyutları 5-10 cm ebattadır. Yakın kısımlara ise (10-20 metre) daha büyük 50 cm ebatta taş fırladığı görüldü. Bunun yanında titreşim ve gürültü şiddetli yaşanmıştır. Ölçümler fazla taş fırlamasından dolayı yakın mesafede yapılamamış, uzak mesafede de ölçüm gerçekçi olamayacağından ortalama genel hissedilene göre belirtilmiştir. İş güvenliği açısından taş fırlamaları yüksek mesafelerde etkili olmuştur. Büyük çapta bir alanda güvenlik sağlamak zor olacağından ihtimal dahilinde olan can güvenliği tehlikesi önemli bir sorundur. Sıkılama boyunun yeterli olmadığı görüldü. Delikler kısa (1 boru=3,5 metre) ve suludur. Bu çalışmadan istenilen sonuç alınamadı. Delik düzeni olarak şeş beş düzen uygulandı.

İkinci Çalışma



Şekil 5.12: Patlatma Bölgesi-2 (Delikler, Şarjlama, Bağlantı ve Fırlayan Taşlar).

Tablo 5.2: İkinci Çalışmaya Ait Patlatma Parametreleri.

Anfo (Sulu) (Kg)	Emulite (Kg)	İnf. Fİtil (m)	Kapsül (Adet)	Sıkılama Miktarı (Kg)	Beklenen Tonaj (Ton)	Alınan Tonaj (Ton)	Özgül Şarj Kg/Ton
200	17	250	1	900-1000	2000-2200	1500	0,133
Delik Çapı (mm)	Delik Boyu (Cm)	Delik Sayısı	Delikler Arası Mes. (Cm)	Sıralar Arası Mes. (Cm)	Sıkılama Boy (Cm)		
89	350	34	230	230	180		

Bu çalışmada anfo miktarı azaltıldı, sıkılama boyu 30 santim daha arttırıldı. Diğer parametreler sabit tutuldu. Ayrıca tüm bu parametreler çalışmayı incelemek ve en iyi sonucu bulmaya çalışmak adına gözetimimde değiştirildi ve gerçekleştirildi. Patlatma uzaktan gözlenmiştir. Taş fırlamaları son düştüğü nokta itibari ile 80-90 metre çaplı alanda etkili olmuştur. Son düştüğü nokta itibari ile 5-10 cm ebattaki taşlar gözlemlenebilmiştir. Delikler suludur. Ayrıca anfo doldurma sırasında ve plastik boru ile ittirerek sıkılama aşamasında delikler sulu olduğundan çamur ve parça taş ile tıkanmakta, çoğu delikte mıcır ile sıkılama 150 santimi dahi bulamamaktadır. Sıkılama boyunun eksik kalmasına bağlı olarak taş fırlamaları 90 metreyi bulmuştur. Geniş alanda kontrol zor olduğundan insanlar yaralanabilir hatta ölebilirler. 90 metre mesafedeki fabrika içlerine de fırlayan parça taşlar gözlenmiştir. Delik düzeni şaş beş düzendir.

Üçüncü Çalışma



Şekil 5.13: Patlatma Bölgesi-3 (Emulite Besleme, Sulu Delik Sıkılama, Mıdır İle Sıkılama ve Patlatma Sonrası Fırılan Taşlar).

Tablo 5.3: Üçüncü Çalışmaya Ait Patlatma Parametreleri.

Anfo (Sulu) (Kg)	Emulite (Kg)	İnf. Fitol (m)	Kapsül (Adet)	Sıkılama Miktarı (Kg)	Beklenen Tonaj (Ton)	Alınan Tonaj (Ton)	Özgül Şarj Kg/Ton
200	17	250	1	900-1000	2000-2100	1450	0.138
Delik Çapı (mm)	Delik Boyu (Cm)	Delik Sayısı	Delikler Arası Mes. (Cm)	Sıralar Arası Mes. (Cm)	Sıkılama Boyu (Cm)		
89	350	33	250	250	180		

Üçüncü çalışmada sulu zeminde yapılmıştır. Her çalışmada bir parametre tarafımdan değiştirilmekte ve infilaklı fitil ile yapılan, en az taş fırlaması ile sonuçlanan patlatmaya ulaşma hedeflenmektedir. Patlatmaların tamamı zeminde, sulu ortamda ve yanal basınçlar altında yapılmaktadır. Taş fırlamalarına, infilaklı fitil ile yapılan patlatmalarda hangi parametreler ana etkindir sorusuna yanıt aranmakta ve iş güvenliği için taş fırlamalarının önüne geçilmek istenmektedir. Çalışma sonunda “infilaklı fitil ile taş fırlamadan patlatma yapılır mı” analizi yapılacaktır. İnfilaklı fitil ile asgari taş fırlaması hangi şart ve parametrelerde gerçekleşir görülecektir. Özgül şarj 0.138 kg/ton bulunmuştur. Patlatma sonrası 5-10 cm ebattaki taşın son düştüğü nokta itibari ile 90-100 metre mesafe ölçülmüştür. 50 metre mesafeden geçen karayoluna taş fırlamaları gerçekleşmiştir. Fırlayan taş ebatları 10 santim boyuta kadar ulaşabilmektedir. Delikler 180 santim sıkılanmıştır. Şeş beş delik düzeni uygulanmıştır.

Dördüncü Çalışma



Şekil 5. 14: Patlatma Bölgesi-4 (Ön Hazırlık, Emulite ve Sulu Anfolar, Sıkılama, Patlatma Sonrası Taş Fırlamaları).

Tablo 5.4: Dördüncü Çalışmaya Ait Patlatma Parametreleri.

Anfo (Sulu) (Kg)	Emulite (Kg)	İnf. Fital (m)	Kapsül (Adet)	Sıkılama Miktarı (Kg)	Beklenen Tonaj (Ton)	Alınan Tonaj (Ton)	Özgül Şarj Kg/Ton
200	17	250	1	900-1000	1300	1100	0,181
Delik Çapı (mm)	Delik Boyu (Cm)	Delik Sayısı	Delikler Arası Mes. (Cm)	Sıralar Arası Mes. (Cm)	Sıkılama Boy (Cm)		
89	350	33	200	200	180		

Bu çalışmada, zemin sudan yaklaşık 1 metre yüksek seçildi ve taş savrulmalarının şev aynası bulunmadığı için gerçekleşebileceği araştırıldı. Bu çalışmada anfo miktarı aynı tutuldu. Delikler arası mesafe ve sıralar arası mesafe 2 metre olarak ayarlandı. Patlatma zemininin 1 metre yükseklikte ayna olmasına bağlı olarak taş fırlamalarında azalma gözlenmiş fakat minimum seviyeye, risksiz seviyeye indirgenememiştir. Yakında bulunan tarlalara ve 20 metre mesafedeki karayoluna taş fırlamıştır. Deliklerin ortalama seviyede yakınladıştırılması, zeminin 1 metre yüksekte olması ve sıkılamanın 180 santime ayarlanması ile fırlayan taş miktarı azalmış, fırlayan taş boyutları küçülmüştür. Fırlayan taşlar en son düştüğü nokta yani 120 metre mesafede 3-8 cm ebatta gözlendi. Daha yakınlara yani 10-20 metre mesafeye düşen taşların yüzde 80 kısmının ise 10-25 cm ebatta olduğu görüldü. İş güvenliği için taş boyutundan ziyade taş fırlama mesafesi daha önemlidir. Sonuç olarak çevre güvenliği açısından olumsuz görüldü. Bu patlatmada da şeş beş düzen uygulandı.

Beşinci Çalışma



Şekil 5.15: Patlatma Bölgesi-5 (Rock Delici, Deliklerin Doldurulması, Fitol Bağlantı, Patlatma Sonrası Alan).

Tablo 5.5: Beşinci Çalışmaya Ait Patlatma Parametreleri.

Anfo (Sulu) (Kg)	Emulite (Kg)	İnf. Fitol (m)	Kapsül (Adet)	Sıkılama Miktarı (Kg)	Beklenen Tonaş (Ton)	Alınan Tonaş (Ton)	Özgöl Şarj Kg/Ton
170	14	250	1	800-900	1200-1300	1050	0,161
Delik Çapı (mm)	Delik Boyu (Cm)	Delik Sayısı	Delikler Arası Mes. (Cm)	Sıralar Arası Mes. (Cm)	Sıkılama Boyu (Cm)		
89	350	28	250	250	180		

Anfo miktarı düşürülmüştür. Beklenen tonajın altında alınmıştır. Beklenen tonaja ne kadar yaklaşırsa taş fırlama seviyesi o kadar az olur. Verim ne kadar iyi olursa iş güvenliği o kadar iyi olur. Beklenen tonaj elde edilemediğinden bu bağlamda taş fırlama düzeyi de yine istenen düzeyde gerçekleşmedi. Sıkılama boyu 180 santim civarındadır. Maden yakınındaki ulaşım yolu ve tarlalara taş fırlamıştır. Verim alınmamış ayrıca taş fırlamaları biraz daha dar alanda gerçekleşse de engellenememiştir. 5-12 cm ebatta son düştüğü nokta itibari ile 120-130 metre taş fırlaması meydana gelmiştir. Deliklerin tamamı suludur. İnfilaklı fitil ile delikler aynı anda patladığından taş fırlama mesafesi yine fazladır. Civar köy ve yerleşimlerden zaman zaman şikayet gelmektedir. Şikayete gelen yerleşim birimi fabrika maden sahasına 200 metre uzaklıktadır. Gürültüden ve taş fırlamasından şikayet etmektedirler.

Altıncı Çalışma



Şekil 5.16: Patlatma Bölgesi-6 (Rock Delici, Deliklerin Doldurulması, Fitol Bağlantısı, Patlatma Sonrası Alan).

Tablo 5.6: Altıncı Çalışmaya Ait Patlatma Parametreleri.

Anfo (Sulu) (Kg)	Emulite (Kg)	İnf. Fitil (m)	Kapsül (Adet)	Sıkılama Miktarı (Kg)	Beklenen Tonaj (Ton)	Alınan Tonaj (Ton)	Özgül Şarj Kg/Ton
200	17	250	1	800-1000	1500	1450	0,138
Delik Çapı (mm)	Delik Boyu (Cm)	Delik Sayısı	Delikler Arası Mes. (Cm)	Sıralar Arası Mes. (Cm)	Sıkılama Boyu (Cm)		
89	350	33	200	200	180		

Tablo 5.6 da yer alan tüm parametreler her çalışmada olduğu gibi gözetimim ve kontrolümde oluşturulmuştur. Değişiklikler yapılmıştır.

Bu çalışmada anfo miktarı 200 kg ayarlanmıştır. Sıkılama boyu 180 santimdir. Beklenene yakın verim yani 1500 ton rezerv kazanımı sağlanmış fakat taş fırlamaları istenen düzeye (en fazla 40 metre) indirgenememiştir. Delikler sürekli tıkanığından dolayı rock delici tıkanmayacak kısımlara delik delmek zorunda kalmış bu da delikler arası mesafe ve düzeni bozmuştur. Çoğu delik 3-3,5 metre mesafe ile 2-2,5 metre derin delinebilmiş ve ona göre doldurulmuştur. Tüm bunlara dayanarak taş fırlamalarının önüne bu çalışma ile de istenen düzeyde geçilememiştir. 100 metre çapta taş fırlamaları etkili olmuştur. Fırladığı görülen taş ebatları 8-10 cm ebattadır. Civar tarla ve karayollarına taş fırlamıştır. Şeş beş delik düzeni seçildi.

İnfilaklı Fital İle Yapılan Patlatma Çalışmalarında Sonuç

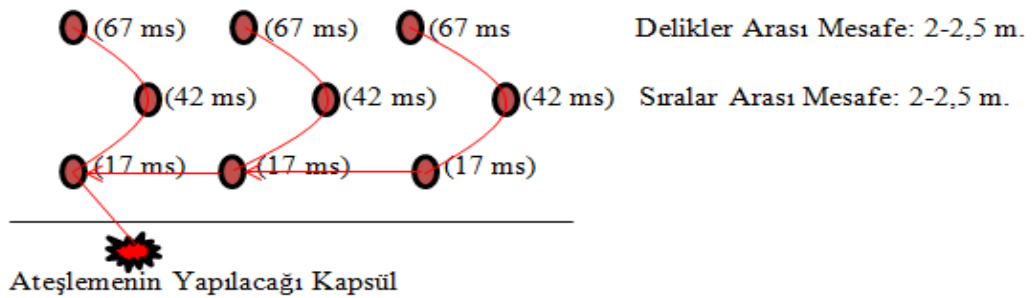
Tablo 5.7: Patlatmalar ve Çevre Güvenliği Açısından Taş Fırlama Düzeyleri.

Patlatma	Özgül Şarj	Taş Fırlama Düzeyi
1	0,240	150 m
2	0,133	90 m
3	0,138	100 m
4	0,181	120 m
5	0,161	130 m
6	0,138	100 m

Yapılan çalışmalarda, infilaklı fitil ile yapılan patlatmaların hemen hiç birisinde istenen düzeyde güvenli patlatma seviyesine ulaşamadı. İkinci çalışmada delikler ve sıralar arası mesafe 230 santimde tutulmuş anfo miktarı 200 kg ayarlanmış (34 delik için) ve sıkılama mesafesi 180 santim civarında uygulanmıştır. Tıkanan deliklere rağmen diğer çalışmalara oranla iyi sonuç alınmıştır. Ekskavatör su içinden patlayan taşı sökü yaptıkça alan derinleşmekte ve buna bağlı olarak özgül şarj yani ton başı kalker için harcanan anfo miktarıda (kg) düşük çıkmıştır. Delik düzenleri ortalama iyi düzeydedir. Sıkılama malzemesi ise mıcırdır (1 cm). Bu nedenle ikinci patlatmada taş fırlama düzeyi diğer çalışmalara oranla iyi düzeydedir. İnfilaklı fitil ile patlatma yapılacağı durumlarda taş fırlamalarının nispeten düşük seviyede olması için asgari-ortalama ikinci çalışma patlatma parametre şartları sağlanmalıdır. Bunun haricinde infilaklı fitil ile patlatmalarda taş fırlamaları, titreşim, gürültü problemlerinin önüne geçme olanağı bulunamadığı çalışma ile görülmüştür. İş güvenliği ve çevre güvenliği için sakıncalı bir yöntem olduğu görüldü. Çalışmaların tümü belki de Türkiye'nin en zor şartlarını barındıran kalker sahasında gerçekleştirilmiş bu durum görseller ile desteklenmiştir. Deliklerin tamamı sulu, şev ve ayna olmaksızın yanal basınçlar altında yapılan patlatmalardır. Verim ve güvenlik açısından sakıncalı ve problemlili bir yöntemdir. Deliklerin tamamı şaş beş delik düzen ile delinmiş ve her çalışmada değiştirilen parametreler ve hesaplamalar maden mühendisi olarak tarafımdan yapılmıştır. Deliklerin tamamını aynı anda patlatıyor olması infilaklı fitillerin iş güvenliği açısından son derece güvensiz olduğunu gösterdi.

5.2.1.2 Sıralı (Milisaniye) Kapsüller İle Yapılan Patlatma Faaliyetleri ve Çevresel Güvenlik Etkileri

Sıralı yani milisaniye fark ile patlayan elektriksiz kapsüller son teknoloji, tercih edilen tekniklerdir. Isı ve darbelere duyarlı değildir. Ayrıca elektrikten etkilenmez ve bu yönüyle de son derece güvenli kapsüllerdir. İstenilen gecikme ayarlanabilir. Bu özelliği ile patlatmalardan maksimum verim alınır. Patlatma enerjisi eksiksiz bir şekilde anfolara aktarılır. Titreşim, gürültü ve taş fırlamaları minimum düzeydedir. Her delik milisaniye farkla ayrı ayrı patladığından taş fırlamaları en az seviyede, iş güvenliği ve çevre güvenliği en üst seviyededir. Sıralı kapsüller ile kalker sahasında 6 adet çalışma yaptırıldı, her çalışmada ayrı bir parametreye dikkat edildi ve iş güvenliği için taş fırlama düzeylerini en aza indirgeyecek parametre özellikleri arandı. Kapsüller 17 ms (0,017 saniye), 25 ms (0,025 saniye), 42 ms (0,042 saniye), 67 ms (0,067 saniye) sıralıdır. Her delik ayrı zamanda kendine sıra geldiği zaman patlar. Buda verim ve taş fırlama durumuna olumlu etki yapar. Nitekim saha çalışmalarında en fazla gözlenen taş fırlama mesafesi 30 metre civarında olduğu görüldü. Ebat ise 30 metre fırlayan taşta 3-7 cm aralığındaydı. Bunun nedeni zemin patlatmaları olmasıdır. Hafif yüksek zeminlerde (1-2 metre), önü açık patlatma alanlarında taş fırlama seviyesi 30 metrenin de altında 10-20 metredir. Ayrıca patlatma gürültü şiddeti, infilaklı fitil patlatmalarına oranla çok azdır. İnfilaklı fitil patlatmaları 90 metre mesafedeki Paksan Kireç Fabrikasından duyulurken ve hatta titreşim etkisi fabrikadan hissedilirken, sıralı patlatmalar fabrika içerisinde en ufak şiddette dahi duyulmamakta ve hissedilmemektedir. Civar yerleşim birimlerinin de (en yakını 200 metre mesafede) sıralı patlatmalar sonrasında en ufak bir şikayet ve rahatsızlığı iletilmemiştir. Her delik aynı anda değil de sırayla patladığından taş fırlama seviyesi de düşük seviyede olmuştur.



Şekil 5.17: Patlatma Bağlantı ve Delik Düzeni.

Birinci Çalışma



Şekil 5.18: Patlatma Bölgesi-1 (Sıralı Patlatma Anlık Fotoğrafı).

Tablo 5.8: Birinci Sıralı Patlatma Çalışmasına Ait Parametreler.

Anfo (Sulu) (Kg)	Emulite (Kg)	İnf. Fitol (m)	Kapsül (Adet)	Sıkılama Miktarı (Kg)	Beklenen Tonaj (Ton)	Alınan Tonaj (Ton)	Özgül Şarj Kg/Ton
960	22	0	44+44	1300-1400	6000-7500	6200	0,155
Delik Çapı (mm)	Delik Boyu (Cm)	Delik Sayısı	Delikler Arası Mes. (Cm)	Sıralar Arası Mes. (Cm)	Sıkılama Boyu (Cm)		
89	700	44	250	250	200		

İnfilaklı fitil patlatmaları ile beklenen sonuç (verimli patlatmalar = kısa mesafe taş fırlaması) alınamayınca patlatma sistemi değiştirildi ve sıralı elektriksiz gecikmeli kapsüller ile patlatma çalışmaları yapıldı. Tüm parametreler tarafımdan ayarlandı.

Sıralı elektriksiz kapsül ile yapılan ilk patlatma çalışmasıdır. Anfo miktarı infilaklı fitil çalışmalarına oranla çok fazladır (960 kg). Delikler ve sıralar arası mesafe 250 santim ayarlandı. Delikler 2 boru yani 7 metre derinliktedir. Dipleri suludur. Sıkılama boyu arttırılarak 2 metre yapıldı. 15, 15, 14 olmak üzere üç sıra mevcuttur. Gecikme aralıkları 17 ms, 42 ms ve 67 ms olarak ayarlanmıştır. Her delik ayrı zamanda patlamıştır. Ayna kısmına 17, orta sıraya 42 ve son sıraya 67 ms kapsüller bağlanmıştır. Her delik ayrı ayrı patladığından verimli olmuş gürültü seviyesi ve taş fırlama seviyesi dip seviyede olmuştur. Fabrika içinden dahi patlatma sesi işitilmemiştir. Görüldüğü gibi taş fırlamaları en fazla 20-30 metrede etkili olmuştur. Ayna önü suyun içine 20 metre mesafede taş düşmüştür. Kuru kısımlara düşen taş 10 metre mesafede düşmüş ve 5-6 cm ölçülmüştür. Şeş beş delik düzen ayarlandı.

İkinci Çalışma



Şekil 5.19: Patlatma Bölgesi-2 (Sıralı Patlatma Anlık Fotoğrafı).

Tablo 5.9: İkinci Sıralı Patlatma Çalışmasına Ait Parametreler.

Anfo (Sulu) (Kg)	Emulite (Kg)	İnf. Fitil (m)	Kapsül (Adet)	Sıkılama Miktarı (Kg)	Beklenen Tonaj (Ton)	Alınan Tonaj (Ton)	Özgül Şarj Kg/Ton
540	11	0	21+21	600-700	4000-4500	4200	0,129
Delik Çapı (mm)	Delik Boyu (Cm)	Delik Sayısı	Delikler Arası Mes. (Cm)	Sıralar Arası Mes. (Cm)	Sıkılama Boyu (Cm)		
89	700	21	250	250	200		

Tarafımdan yapılan ikinci çalışmadır. Son derece verimli bir patlatmadır (özgül şarj 0.129 kg/ton). Şekilde görüldüğü gibi taş fırlamaları dip seviyededir. En fazla 10 metre havaya kalkan taş 10-20 metre mesafede etkili olmuştur. Gürültü ve titreşim fabrikadan duyulmamıştır. Patlatmada öncekinin yaklaşık yarısı kadar anfo kullanılmıştır. Beklenen tonaj elde edilmiştir. Özgül şarj iyi durumdadır ve buna bağlı olarak taş fırlamaları taban seviyededir. Delik ve sıralar arası mesafe 250 santim, sıkılama boyu 200 santim ayarlandı. 21 sıralı kapsül kullanıldı. Kapsüller arası 25 ms fark vardır. 21 dip kapsül (emulite için) kullanılmıştır. Anlık fotoğrafta da görüldüğü üzere taş fırlamaları istenen düzeyde gerçekleşmiştir.



Şekil 5.20: Emulite Kapsüle Duyarlı Patlayıcı, Dip Kapsül (Solda) ve 67 Ms Ayarlı Elektriksiz Kapsül (Sağda).

Üçüncü Çalışma



Şekil 5.21: Patlatma Bölgesi-3 (Sıralı Patlatma Anlık Fotoğrafi).

Tablo 5.10: Üçüncü Sıralı Patlatma Çalışmasına Ait Parametreler.

Anfo (Sulu) (Kg)	Emulite (Kg)	İnf. Fitol (m)	Kapsül (Adet)	Sıkılama Miktarı (Kg)	Beklenen Tonaj (Ton)	Alınan Tonaj (Ton)	Özgül Şarj Kg/Ton
460	20	0	40+40	1100-1300	3600-3800	3400	0,135
Delik Çapı (mm)	Delik Boyu (Cm)	Delik Sayısı	Delikler Arası Mes. (Cm)	Sıralar Arası Mes. (Cm)	Sıkılama Boy (Cm)		
89	500	40	250	250	200		

Tablo 5.10 parametrelerinin tamamı tarafımdan ayarlanmıştır. Parametreler değiştirilmiştir. Değişen parametrelere göre en iyi sonuç aranmıştır. En iyi sonuç, verim ve buna bağlı az taş fırlaması sonucu iş güvenliği sağlanmasıdır.

Üçüncü çalışmada delik derinliğini 5 metre ayarlandı. Anfo miktarı 460 kilodur. Patlatma 4 sırada gerçekleştirildi 17, 25, 42, 67 ms kapsüller kullanıldı. Bu çalışma ile 4 farklı zamanlı kapsül ve 5 metrelik deliklerde gerçekleştirilen patlatmanın çevresel güvenliği incelendi. Delik ve sıralar arası mesafe 250 santim ayarlanmış, sıkılma boyu ise 200 santim uygulanmıştır. Şeş beş delik düzeni uygulanmıştır.

Patlatmanın anlık fotoğrafında görüldüğü gibi son derece başarılı bir çalışma olmuştur. Patlama anında taşlar en fazla 10 metre havaya ve 20 metre çevreye savrulmuştur. 20 metreye düşen taşlar 5-10 cm ebattadır. 5 metre delik boyları ile yapılan çalışmada da iş ve çevre güvenliği açısından taş fırlama düzeyleri istenilen, güvenli seviyede gerçekleşti. Sıkılama boyunun 2 metre olması ve sıralı kapsüllerinde etken oluşu ile taş fırlama mesafesi istenilen düzeydedir yani düşüktür. Delik eğim açıları da (15°) patlatma verimini ve taş fırlama düzeyini olumlu yönde etkileyen parametrelerden oldu. Tıkanan deliklerde infilaklı fitil patlatmaları kadar olumsuz etki yaratmayıp, taş savrulmalarında öncül rol oynamadığı görüldü.

Dördüncü Çalışma



Şekil 5.22: Patlatma Bölgesi-4 (Sıralı Patlatma Anlık Fotoğrafı).

Tablo 5.11: Dördüncü Sıralı Patlatma Çalışmasına Ait Parametreler.

Anfo (Sulu) (Kg)	Emulite (Kg)	İnf. Fitol (m)	Kapsül (Adet)	Sıkılama Miktarı (Kg)	Beklenen Tonaj (Ton)	Alınan Tonaj (Ton)	Özgül Şarj Kg/Ton
340	12	0	24+24	700-800	2400-2600	2300	0,148
Delik Çapı (mm)	Delik Boyu (Cm)	Delik Sayısı	Delikler Arası Mes. (Cm)	Sıralar Arası Mes. (Cm)	Sıkılama Boyu (Cm)		
89	500	24	280	280	180		

Bu patlatma çalışmasında delik derinliği 5 metre ayarlandı. Sıkılama boyu 180 santime azaltıldı. Ayrıca delikler arası ve sıralar arası mesafe 280 santime çıkarıldı. Bu çalışma ile sıkılama boyunun, delikler ve sıralar arası mesafenin patlatmalar sırasında oluşan taş fırlamalarına etkisi araştırılmıştır. Sonuç olarak sıkılama mesafesinin 2 metrede sabit tutulması, delikler ve sıralar arası mesafenin de 250 santimden fazla olmaması sonucuna varıldı. Ancak bu şartlarla taş fırlama seviyesi minimum tutulacaktır. Patlatma sırasında taş fırlaması yukarı doğru uzun mesafede oluşmuştur. Etrafına ise 30-40 metre mesafede etkili olmuştur. Sıralı kapsüller kullanılarak yapılan patlatma çalışmasında, diğer patlatma şart ve parametrelerinin de önemli ve uygulanabilir olması gerektiği görüldü, tespit edildi. Yani patlatmalarda sadece sıralı kapsül kullanmak taş fırlamalarına engel değil, verim artırıcı değil ve çevre için güvenli değildir.

Beşinci Çalışma



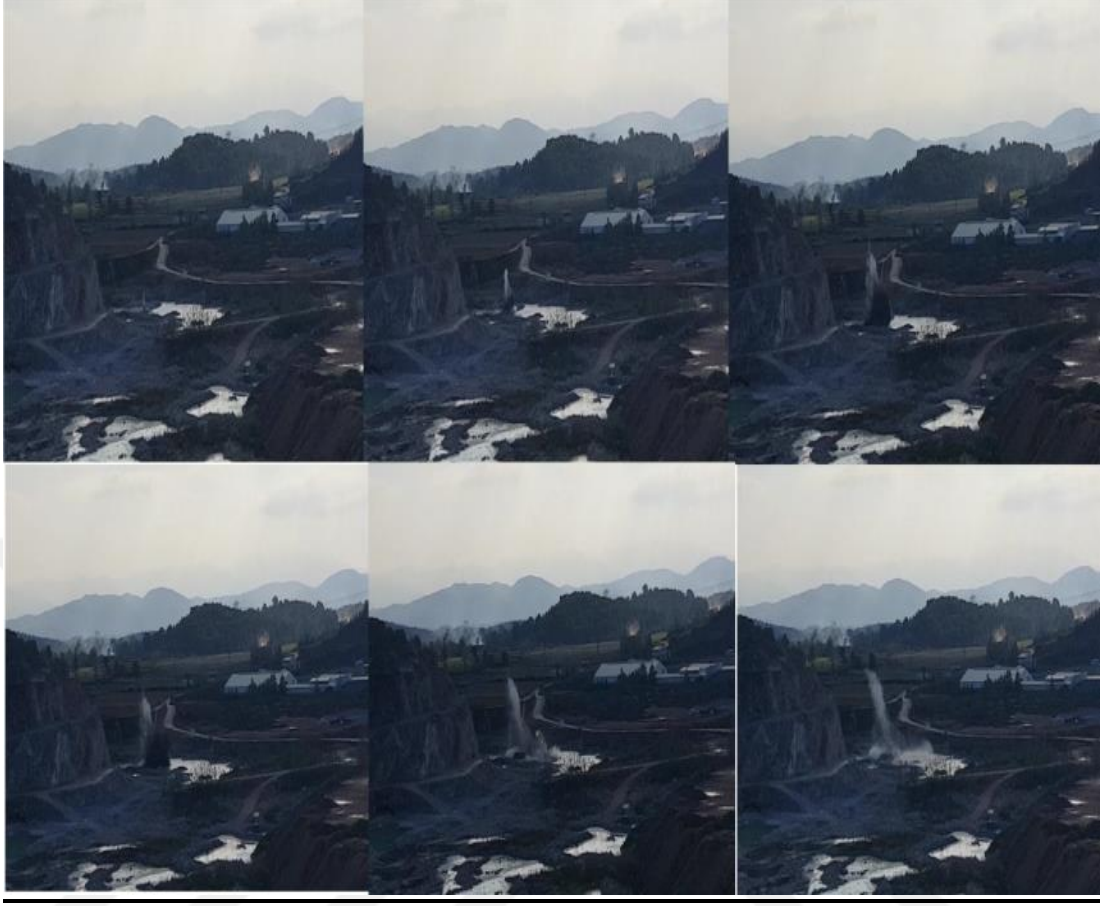
Şekil 5.23: Patlatma Bölgesi-5 (Sıralı Patlatma Anlık Fotoğrafı).

Tablo 5.12: Beşinci Sıralı Patlatma Çalışmasına Ait Parametreler.

Anfo (Sulu) (Kg)	Emulite (Kg)	İnf. Fitil (m)	Kapsül (Adet)	Sıkılama Miktarı (Kg)	Beklenen Tonaj (Ton)	Alınan Tonaj (Ton)	Özgül Şarj Kg/Ton
640	15	0	30+30	650-750	2700-3000	2800	0,228
Delik Çapı (mm)	Delik Boyu (Cm)	Delik Sayısı	Delikler Arası Mes. (Cm)	Sıralar Arası Mes. (Cm)	Sıkılama Boyu (Cm)		
89	600	30	250	250	180		

Bu çalışmada sıkılama boyu 180 santimde tutuldu ve sıkılama payının patlatmalar sırasında çevre ve iş güvenliğine etkisi analiz edildi. Delikler 6 metreye gerilemiştir. Normalde 7 metre ayarlanmıştır. Sulu delik olduğu için tıkanan delikler olmuştur. Bu nedenle sıkılama sırasında da problemler yaşanmıştır. Delikler arası mesafe 250 santim uygulanmıştır. 17, 42 ve 67 ms kapsülleri kullanılmıştır. Anlık fotoğrafta da görüldüğü üzere taş fırlama seviyesi fazladır. Yaklaşık 40-50 metrede taş fırlamaları etkili olmuştur. 50 metre mesafede düştüğü gözlenen taş boyutunun ise 10-12 santim olduğu gözlemlendi. Delik eğimleri ve yönleri düzensizdir. Taş fırlama nedenleri bu parametrelere bağlanmıştır. Sudan sökü yapılarak tablodaki gibi beklenen malzeme alınmıştır. Özgül şarj yine de fazladır. Normalde 30 delikten 3800-4000 ton arasında malzeme alınmalıdır. Sıkılama boyu kesinlikle asgari 2 metre olmalıdır. Zemin yapısından kaynaklı olarak delinen deliklerin yarıya yakını tıkanı. Formasyon boşluklu ve çamurlu olduğundan delikler düzgün delinemedi. Delikler tıkanıdığı için başka delikler açıldı bu da delikler arası sıra ve mesafeyi etkiledi. Ayrıca tıkanan deliklerin mıcırla sıkılanma mesafesi de az oldu. Tüm bunlara bağlı olarak özgül şarj oranları ve taş fırlama mesafesi yüksek çıkmıştır. Şeş beş düzen uygulandı.

Altıncı Çalışma



Şekil 5.24: Patlatma Bölgesi-6 (Sıralı Patlatma Anlık Fotoğrafı).

Tablo 5.13: Altıncı Sıralı Patlatma Çalışmasına Ait Parametreler.

Anfo (Sulu) (Kg)	Emulite (Kg)	İnf. Fitol (m)	Kapsül (Adet)	Sıkılama Miktarı (Kg)	Beklenen Tonaj (Ton)	Alınan Tonaj (Ton)	Özgül Şarj Kg/Ton
440	14	0	28+28	800-900	2800-3100	3200	0,137
Delik Çapı (mm)	Delik Boyu (Cm)	Delik Sayısı	Delikler Arası Mes. (Cm)	Sıralar Arası Mes. (Cm)	Sıkılama Boyu (Cm)		
89	500	28	270	270	200		

Tüm parametreler aynı şekilde tarafımdan ayarlanmıştır. Çalışmanın en başarılı patlatmasıdır. 440 kilo anfo kullanıldı, 5 metre delikler delindi, sıkılama 2 metre ayarlandı. Delikler ve sıralar arası mesafe 250-270 santim arındadır. 17, 42 ve 67 milisaniyeli kapsüller kullanılmıştır. 3 sıra kuralı uygulanmıştır. Anlık fotoğraftan da görüleceği üzere taş fırlaması minimum mesafededir. 10-20 metre mesafede taş fırlamıştır. 20 metrede düştüğü gözlenen taş boyutu 5-10 cm gözlendi. Patlatma başarılıdır. Patlatma alanı, patlatma sonrası kabarma faktörü yüksek olduğu görüldü. Patlayan alan olduğu gibi yerinde kalmış, yaklaşık 3 metre kabarmıştır. Verim açısından da son derece başarılıdır. Çevresel etki ve iş güvenliği noktasında amaca ulaşılmıştır. Taş savrulması alt seviyededir. Taş fırlamaları 20 metre mesafede etkili olmuştur. İş güvenliği için önemli bir adım atıldı.

Patlayıcının zemine darbe yaptığı, bu durumun ise fırlayan taş miktarını azaltıp, alınan (kazanılan) rezerv miktarını yani verimi arttırdığı görüldü. Bu bağlamda özgül şarj da, patlatma verimli olduğundan düşük çıkmıştır.



Şekil 5.25: Patlayan Alan (2-3 Metre Kabarma Faktörü).

Şekil 5.25’de görülüyor ki patlayan alandaki kabarma katsayısı oldukça yüksektir. Hemen gerisindeki alan temizdir. Yani hemen 3-5 metre gerisine dahi taş fırlamamıştır.

Sıralı (Elektriksiz) Kapsüllerle Yapılan Patlatma Çalışmalarında Sonuç

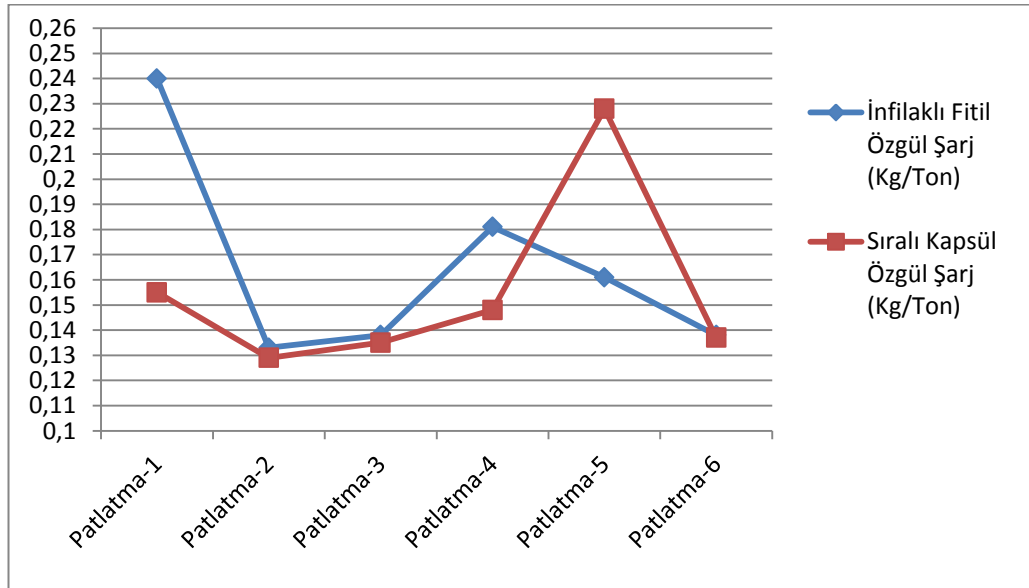
Tablo 5.14: Sıralı Patlatmalar ve Çevre Güvenliği Açısından Taş Fırlama Düzeyleri.

Patlatma	Özgül Şarj	Taş Fırlama Düzeyi
1	0,155	30 m
2	0,129	20 m
3	0,135	20 m
4	0,148	30 m
5	0,228	40 m
6	0,137	20 m

Yapılan çalışmaların tümü başarılı sayılabilir. İnfilaklı fitil patlatmalarına oranla sıralı patlatma sonrası taş fırlama oranının yüzde 70-80 oranla daha azaldığı gözlemlendi. İnfilaklı fitil ile 150 metreyi bulan taş fırlamaları, sıralı patlatmalar ile 30-40 metrelere gerilemiştir. Sadece 5 numaralı çalışmada deliklerin tıkanmasına bağlı olarak sıkılama mesafesi bazı deliklerde düşmüş, özgül şarj artmış ve taş fırlamaları 40-50 metreyi bulmuştur. Onun haricinde patlatmaların çoğunda taş fırlama düzeylerinin minimum seviyede olduğu görüldü. Fakat bunun yanında taş fırlamaması ve çevre güvenliği sağlanması için sadece sıralı kapsül kullanmak yeterli değildir. Diğer patlatma kriter parametrelerini de uygulamak gerekmektedir (delik açısı, delikler ve sıralar arası mesafe, sıkılama, şarj miktarı vs.). Sıkılama malzemesi olarak 1 numara (1 cm) mıcır kullanıldı. Sıralı elektriksiz üstten gecikmeli kapsüller 17, 42, 67 ms gecikme özellikli kapsüllerdir. Sıralı patlatma saha gözlem çalışmalarından yüzde 85 başarı sağlanmıştır (5 numaralı çalışma başarısız sayılmıştır). Deliklerin sırayla patlıyor olması bu kapsül cinsinin iş güvenliği açısından en güvenilir ve kullanışlı kapsül cinsi olduğunu gösterdi. Tamamı kontrolümde gerçekleştirilen çalışmalarla “en iyi yani en güvenli sonuç nasıl elde edilir” bulmak için parametreler sürekli değiştirildi. Elektriksiz gecikmeli sıralı kapsüllerin taş fırlama mesafelerinin ölçüldüğü bu çalışmada en güvenli sistem olduğu görüldü.

5.2.1.3 Saha Gözlem Çalışmaları Sonrası Sonuç

İnfilaklı fitil ve sıralı elektriksiz gecikmeli kapsüllerle yapılan çalışmada temel olarak taş fırlamaları kaynaklı çevre güvenliği analiz edilmiştir. İnfilaklı fitil patlatmalarında parametreler sırası ile değiştirilmiş ve en az taş fırlama sonucu aranmıştır. Tüm parametrelerin değiştirilerek denenmesine rağmen taş fırlamalarının 100-200 metre arasında etkili olduğu ve istenen düzeye indirilemediği görüldü. Deliklerinin tamamının aynı anda patlaması, taş fırlamalarını şiddetli ölçüde tetiklediği sonucu çıktı. Özgül şarj miktarları da infilaklı fitil çalışmalarında, sıralı patlatmalara oranla daha fazla olduğu görüldü. Patlatma verimi iyi olursa taş fırlamalarının da az olacağı sonucu çıkarıldı. Tabii ki bu, deliklere gereğinden fazla anfo miktarı konularak patlatılması ile fazla kalker rezervi alınarak özgül şarjın düşürülmesi ve sonuç olarak az taş fırlaması anlamına gelmemektedir. Bu durumda gereğinden fazla anfo konulması taş fırlamalarını arttıracaktır. Bu nedenle delik başına anfo miktarı iyi hesaplanmalı ne fazla ne de az olmalıdır. Böyle ayarlanan bir patlatma sonucunda hem patlayan alan verimli hem de taş fırlaması az olacaktır. Aynı zamanda özgül şarj oranı da olumlu seviyede çıkacaktır. Çalışmalar sonucunda tüm bu sonuçlara varıldı.



Şekil 5.26: İnfilaklı Fitil Patlatmaları ve Sıralı Kapsül Patlatmalarına Ait Özgül Şarj Miktarları.

Sıralı kapsüllerle yapılan patlatma çalışmalarının tamamına yakınında başarılı sonuç alındığı görüldü. Tüm patlatmalar verimli olmuş, özgül şarj infilaklı fitil patlatmalarına oranla düşük çıkmış ve taş fırlamaları minimum düzeyde gerçekleşmiştir. En fazla 30-50 metre mesafede taş fırlamaları yaşanmıştır. Şekil 5.26'da da görüldüğü üzere yalnızca beşinci çalışmada deliklerin tıkanması, sıralar ve delikler arası mesafenin bozulması ve sıkılamanın düşük yapılmasına bağlı olarak özgül şarj yüksek, verim düşük ve taş fırlama seviyesi biraz fazla olduğu gözlemlendi. Patlatma faaliyetlerinde kesinlikle çevre ve iş güvenliği için ve taş fırlama mesafelerinin düşük olması için milisaniyeli sıralı elektriksiz kapsüllerin kullanılması gerektiği sonucu çıkarıldı. Fakat bu başlı başına yeterli değildir. Bunun yanında delikler ve sıralar arası mesafe, delik açıları, delik boyları, deliklerin tıkanmaması, sıkılama boyu ve malzeme cinsi, anfo miktarı gibi parametrelerde iyi ayarlanmalıdır. Tüm bunlar hesaplı ve iyi ayarlandıktan sonra sıralı kapsüller ile yapılan patlatmalar verimli ve taş fırlama seviyeleri düşük çıkacak buna bağlı olarak iş ve çevre güvenliği sağlanmış olacaktır. Yukarıdaki grafikte infilaklı fitil ve sıralı kapsüller ile yapılan patlatmalara ait özgül şarj miktarları verilmiştir. Sıralı kapsül ile yapılan patlatmalarda sadece beşinci çalışmada özgül şarj infilaklı fitil patlatmasının özgül şarjından yüksek çıkmıştır. Bunun sebebi ise tıkanan deliklerden dolayı delikler arası mesafe ve düzenin bozulması ve sıkılama boylarındaki düşüklüktür. Sıralı kapsüllerle yapılan patlatmalarda ayrıca titreşim, gürültü seviyeside fabrika sahasından duyulmayacak seviyede azdır (fabrika maden sahasının hemen yanındadır-en uzak nokta 90 metre).

Verim, özgül şarj, titreşim, gürültü, taş fırlaması ve buna bağlı çevre-iş güvenliği açısından en kullanışlı ve olumlu yöntemin sıralı patlatma tekniği olduğu görüldü. Aynı zamanda sıralı patlatma kapsülleri elektriksiz kapsüller olduğundan hiçbir şekilde dolum ve şarjlama sırasından elektriksiz akımdan etkilenmemeye yönüyle de iş güvenliği açısından kullanılması gerekli ve emniyetli kapsül cinsidir. Gerek infilaklı fitil patlatmaları gerekse de sıralı elektriksiz kapsül patlatmaları olsun tamamına beslenen anfo miktarları oransal anıdır. Yani şekil 5.10' da ki hesaplama ile delik boyuna oranla besleme yapılmıştır. Sıkılama boyları ve delik sıra ve mesafeleri en az taş fırlamasını sağlayacak şekilde azaltılmış veya arttırılmıştır. Bu işlemler her iki patlatma çalışmasında da yapılmıştır.

Sıralı elektriksiz kapsül patlatmalarının, taş fırlama durumuna bağlı iş güvenliği açısından güvenli olan sistem olduğu sonucu görüldü. Tüm çalışmalarda delik düzeni olarak şaş beş düzen tercih edilmiş ve tüm patlatma parametreleri üzerinde sahanın mühendisi olarak tarafımca, en iyi sonuç yakalanmak için oynanmıştır.

Çalışmadan çıkan üç temel sonuç şudur;

- İnfilaklı fitil patlatmalarında deliklerin tümü aynı anda patladığından tüm kontrol altına alma parametreleri uygulandığında dahi taş fırlamalarının ortalama 100 metrenin altına çekilemediği gözlemlendi. Bu durum çevre ve iş güvenliği için büyük bir tehdittir. Tüm parametrelerde değiştirmeler olduğu halde yine de taş fırlamalarında istenen seviye olan en fazla 30-40 metre mesafe verisi elde edilemedi.
- Sıralı patlatmaların tümüne yakınında taş fırlama seviyesi düşüktür (30-40 metre). “Anfo patladığında delik dibine etki ederse patlatma verimli olur, özgül şarj düşer ve dibe etki eden anfo yukarı etki etmediğinden taş fırlaması minimum seviyede (20 metre) gerçekleşir” sonucu çıkarıldı. Bunun içinde delik düzen ve sıraları, delik boyları oldukça önemlidir. Genel anlamda sıralı elektriksiz kapsül patlatmalarında iş güvenliği için taş fırlama seviyelerinin güvenli ölçütlerde (30-40 metre) kaldığı gözlemlendi.
- Sadece sıralı elektriksiz kapsül patlatması yapmanın yeterli olmadığı diğer patlatma kural ve parametrelerine de uymanın iş güvenliği ve olası kazaların önlenmesi noktasında önemli olduğu gözlemlendi. Delik boyları, mesafeleri, derinlikleri, sıkılama boy ve malzemeleri, gecikme süreleri gibi parametrelere her şartta özen gösterilmelidir.

BÖLÜM 6

SONUÇ VE ÖNERİLER

SONUÇ

İş sağlığı ve güvenliği hakkında genel bilgilerinde verilmiş olduğu bu çalışmada ayrıntılı biçimde teorik ve pratik bilgilerle birlikte kalker sahalarında iş güvenliği sağlama kriterleri, hesaplamaları, teorik ve tecrübe isteyen saha gözlem çalışmaları sunulmuştur. Maden sahalarında şev durumu, yeraltı su durumu ve delme patlatma çalışmaları iş güvenliği noktasında dikkat edilmesi gereken en temel üç kriter olarak belirtilmiştir.

Şev stabilitesi çalışmaları hesaplamalara dayanan, analiz gerektiren çalışmalardır. İş güvenliği için açık işletme madenlerinde şevler önem arz eden yapılardır. İçsel sürtünme açısı ve kohezyon değerleri en önemli noktalarıdır.

Ocak suyu durumu 1 metre ve daha fazla derinleşmeye başladığında zaten başlı başına insanlar dahil tüm canlılar için bir tehlikedir. Bunun haricinde şev duraylılığını bozucu etkisi, çatlaklarda ilerleme yoluyla derin yarıklar oluşturması, kışın çatlaklarda donma yolu ile genişleyen hacmine bağlı olarak çatlakları derin kırıklara dönüştürme ve sonrasında kopma-kayma hareketlerinin meydana gelebilir olması yeraltı su durumunun iş güvenliği noktasında en temel problemlerindendir. Şev stabilite hesaplamalarında, diğer parametrelerin yanında su seviyeside formüle katılarak bulunan F kuvveti kaymaya karşı direnci göstermektedir. Ocak suyu seviyesi arttığında ya da azaldığında formülde yerine konulduğunda zaten F değeri yükselen su seviyesi ile düşecek, alçalan su seviyesi ile artacaktır. Bu açıklamalardan hareketle maden sahası su durumunun olası şev kaymalarına etkisi ile iş güvenliği noktasında ne kadar önemli bir parametre olduğu görülmektedir.

Saha çalışmalarının tamamı mühendisliğini yapmakta olduğum Paksan Paketlenmiş Kireç Sanayi A.Ş' ye ait, kirecin hammaddesi olan kalker ocağında

gerçekleştirilmiştir. Gerek ocak su seviyesi indirme çalışmaları gerekse de delme-patlatma faaliyetlerinin tüm parametre ve evreleri kontrolünde gerçekleştirilmiştir.

Saha çalışmalarında ocak su durumunu indirme sebebi, su seviyesinin şev çatlaklarında ilerlemesi ile şevlerde oluşabilecek kayma, göçük ihtimalidir. Şev stabilite hesaplamalarından F kuvvet değeri su durumunun düşük olması ile fazla çıkacaktır. Saha çalışmalarında yaklaşık 3 ay süren çalışmalarla pompalar vasıtası ile su durumu yaklaşık 3 metre düşürülmüştür. Mevcut seviye en derin yerde yarım metre civarındadır. Kot olarak yüksekte olan su pompaları, alanda delme-patlatma çalışması yapılarak alçaltıldı. İki adet patlatma ile kademeler halinde pompa zemini yaklaşık 3-4 metre arasında indirildi. Daha derinden su çeken pompalar sayesinde ocak suyu seviyesinin 3-4 metre daha düştüğü ve ocak suyu seviyesinin en derin noktada yarım metre seviyesine kadar gerilemiş olduğu gözlemlendi. Pompa artık maden kot seviyesinden alçakta olduğu için ocak sularının pompanın önüne yöneldiği, bu nedenle ocak genelinde su probleminin kalmadığı gözlemlendi. Rezerv kazanım faaliyetlerinin pompanın önünden başlanmak sureti ile pompa ile ters yönlü ilerletildiğinde pompa önüne devamlı ocak sularının akacağı, pompaların hemen suyu çekeceği ve kalker çıkarılan alanların daima kuru kalacağı gözlemlendi. Pompanın ise kot olarak devamlı maden rezerv bölgesinin altında kalmasının gerekliliği görüldü. Bu sayede ocak suları hemen pompa önünde birikecek ve pompa ise suyu anında tahliye edecek, rezerv alınan alan susuz ve kuru kalacaktır. Yapılan çalışma sonucunda amaca ulaşılmış ve pompa alçaltılarak suyun tamamına yakını tahliye edilerek ocak içi su durumu yaklaşık 3 metre daha azaltılmıştır.

Delme patlatma faaliyetleri daha geniş alanda etkili olabilecek, hem iş hem çevre güvenliğini sarsıcı etkiye sahip bir faaliyettir. Çalışmaların tümü sulu deliklerde ve ayna boyunun çok düşük olduğu (50-100 santim) alanlarda uygulanmıştır. Sahada yapılan tüm infilaklı fitil patlatmaları deliklerin tamamı aynı anda patladığı için tehlikeli görülmüştür. Ortalama 100-200 metre alana 5-10 santim ebatta taş fırladığı gözlemlendi. Tüm denemelere rağmen taş fırlama düzeyi 80-90 metrelere indirilse de yine de tehlikeli düzeyde olduğu görüldü. Nereye fırlayacağı belli olmayan taşın 100-200 metrede güvenlik tedbirinin alınmadığı ya da eksik alındığı bir alanda can kayıplarına neden olabileceği gözlemlendi. Bu nedenle patlatmalar yeni yöntem olan son teknoloji sıralı elektriksiz kapsüller kullanılarak denenmiştir. Sahada yapılan tüm çalışma ve gözlemlerde olumlu sonuç gözlenmiştir. 20-40 metre mesafede fırlayan

taşlar ebat olarak da küçüktürler (3-8 santim). Ayrıca her halükarda iş ve çevre güvenliği için olumlu gözlemler elde edilmiştir. Ayrıca fabrika maden sahası bitişiğinde olduğu halde fabrikaya dahi ses ve titreşim etkisi gelmediği çalışanlarca iletilmektedir. İnfilaklıda ise kesinlikle böyle bir durum söz konusu değildi. İnfilaklı fitil patlatmalarında 200 metre yakındaki civar yerleşimden dahi şikayete gelenler olurdu.

Sıralı elektriksiz kapsül patlatmaları ayrıca dibe-zemine doğru etki yaptığından yukarı taş atma problemleri gözlenmedi. Bu haliyle patlatmalar verimli gözlendi ve beklenen tonaj, delik sayısına göre alındı. Özgül şarjda buna bağlı olarak düşük çıktı. Yani sıralı elektriksiz kapsül patlatmalarında özgül şarj düşük çıkarsa taş fırlamalarının da az olacağı görüldü. Bunun yanında sadece rasgele sıralı kapsül kullanmak yeterli değildir. Delik açıları, delik sayıları, delik sıra arası mesafe, kapsül zaman aralığı ayarı, şarj miktarı, sıkılama boy ve cinsi iş güvenliği açısından son derece önem arz eden parametrelerdir. Delikler arası mesafe 200-250 santim ayarlanmalı ve sıkılama mesafesi mutlaka 200 santim uygulanmalıdır. Taş fırlamalarında en önemli önlem faktöründen birisi de budur. Bunların tümü ayrı ve eşit önem düzeyine sahiptir. Sıralı elektriksiz kapsül patlatmalarında beşinci çalışma da tüm bunların ne kadar önemli olduğu görüldü. Tıkanan ve az sıkılanan zeminde her ne kadar sıralı elektriksiz kapsül kullanılsa da yine de verim alınamadı ve özgül şarj yüksek çıktı. Ayrıca diğer sıralı elektriksiz kapsül çalışmalarına göre de taş fırlama seviyesi yüksek gözlenmişti.

İnfilaklı fitil ile yapılan patlatmalarda taş fırlamalarının her deliğin aynı anda patlamasına bağlı olarak 150-200 metrede etkili olduğu ve iş güvenliği için tehlikeli olduğu görüldü. Sıralı elektriksiz kapsül patlatmalarında ise her deliğin belli bir milisaniye farkla patladığından yani üstten gecikme verilerek patlama süreleri ayarlanabilir olduğundan, taş fırlamalarının 20-40 metre seviyelerinde olduğu bu bağlamda da iş güvenliğini tehdit edici bir durumun olmadığı gözlendi.

ÖNERİLER

Şev stabilize formüllerinden, diyagram veya hesaplamalarından şev duraylılığı belirlenmeli, F güvenlik katsayısı bulunmalı, stabilite sağlanmalı ve/veya korunmalı, gerekirse olası kaymaların önüne geçilmelidir. Şev geometrisi, jeolojik yapı veya malzeme durumuna kaymayı önleyici tedbirler alınmalıdır. Gerekirse şev yüksekliği

düşürülmeli, şev açıları uygun ayarlanmalı, formasyon sağlamlaştırılmalı, basamak önüne set toplukları yapılmalı, susuzlandırma çalışmaları yapılmalıdır.

Ocak suları iş güvenliği noktasında bir diğer büyük tehdittir. Ocak sularını yok etmek ya da azaltmak için çalışmalar yapılmalıdır. Ocağa su çeken pompalar yerleştirilmelidir. Pompa yeri patlatmalar yardımıyla uygun seviyeye alçaltılmalı, pompa ocak kot seviyesinden alçakta tutulmalı, ocak sularının pompa önüne hareketi sağlanmalı, pompa önüne dolan sular ocaktan güvenli bir yere tahliye edilmelidir. Rezerv çalışmalarına ise pompa önünden başlanarak, derinleştirilerek değil de aynı kot seviyesinde pompalar ile ters yönlü devam edilmelidir. Yıllar sonra tekrar pompa önüne gelinmeli, pompa tekrar bir kaç metre alçaltılmalı ve rezerv alma çalışmalarına tekrar pompa önünden başlanarak ters istikamette devam edilmelidir. Kenarlardan 6-7 metre basamak payı bırakılmak sureti ile yıllar boyu işlem tekrar edilmelidir. Pompa ocak kotundan altta tutularak basamaklı şekilde rezerv olarak derine inilmelidir. “Su çalışmanın önünde, çalışma suyun arkasında” mantığı uygulanmalıdır. Çalışma alanındaki suyun, çalışma önündeki pompa yönüne akması sağlanarak çalışma alanının kuru kalması sağlanmalıdır.

İnfilaklı fitil ve sıralı elektriksiz kapsüllerle yapılan, patlatmaların iş güvenliğine etkisinin araştırıldığı saha çalışmasında iş güvenliği için sıralı kapsüllerin kullanılmasının daha faydalı olacağı görüldü. İnfilaklı fitil patlatmaları ile iş ve çevre güvenliği, alınacak tüm tedbirlere rağmen tehdit altındadır. Bu nedenle delme patlatma faaliyetlerinde tüm delikleri aynı anda patlattığından ve büyük bir enerji açığa çıkardığından dolayı aşırı uzun mesafelere (150-200 metre) taş fırlamasına neden olan ve iş güvenliğini tehdit eden infilaklı fitiller kullanılmamalıdır. Tüm farklı parametrelerin uygulanmasına rağmen taş fırlamalarının önüne geçilememiştir.

Sıralı elektriksiz üstten gecikmeli kapsüllerle yapılan patlatmalarda her delik belli bir milisaniye farkla patladığından yani aynı anda patlamadığından taş fırlama mesafeleri 20-40 metrede sınırlı kalmıştır. Buda iş güvenliği için istenen ölçüttür. Bu nedenle delme patlatma faaliyetleri iş güvenliği açısından, sıralı elektriksiz kapsüller ile icra edilmelidir. Ayrıca elektriksiz olmaları yönüyle de elektrikten etkilenmedikleri için güvenli kapsül cinsidir.

Patlatmalarda delik şarj miktarı, delikler ve sıralar arası mesafe, delik boyları, sıkılama boyu ve malzeme cinsi, delik eğimleri, zemin yapısı gibi özelliklere de

dikkat etmek gerekmektedir. Delikler ve sıralar arası mesafe 230-270 santim aralığında ayarlanmalıdır.

Sıkılama boyu en az 2 metre ayarlanmalıdır. 1 santim ebatta parça taş mıcır ile sıkılama yapılmalıdır. Enerji içeride hapsedilmeli ve açığa çıkan enerji diğer delik enerjileri ile birbirini absorbe etmelidir.

Özgül şarjın düşük olması sağlanmalıdır. Böylece verim artacaktır. Artan verimle düşen özgül şarj şunu gösterir; Patlatma derine darbe yapmış, verim yüksek, özgül şarj düşük çıkmıştır, patlatma derine darbe yaptıysa yukarı enerji çıkışının az olmasına bağlı olarak taş fırlamaları düşük yani güvenli ölçütlerde yaşanmıştır.



KAYNAKÇA

- 1- **Gençler A., (2007), “İş Sağlığı ve Güvenliği Dergisi”, Sayı: 35, s.16.**
- 2- **<http://docplayer.biz.tr/1454434-Bolum-1-is-sagligi-ve-is-guvenligi-tarihcesi.html>, “İş Sağlığı ve İş Güvenliği Tarihçesi”, s.8, (Erişim Tarihi: 19.01.2018).**
- 3- **<http://docplayer.biz.tr/1454434-Bolum-1-is-sagligi-ve-is-guvenligi-tarihcesi.html>, “İş Sağlığı ve İş Güvenliği Tarihçesi”, s.11, (Erişim Tarihi: 19.01.2018).**
- 4- **Bilgit.com, “İş Sağlığı ve Güvenliği, Yönetmelikler”, <http://www.bilgit.com/yonetmelikler.html>, (Erişim Tarihi: 20.11.2017).**
- 5- **SGK (Sosyal Güvenlik Kurumu), “SGK İstatistik Yıllıkları, İş Kazası Sayıları”, http://www.sgk.gov.tr/wps/portal/sgk/tr/kurumsal/istatistik/sgk_istatistik_yilliklari (Erişim Tarihi: 20.08.2017).**
- 6- **SGK (Sosyal Güvenlik Kurumu), “SGK İstatistik Yıllıkları, Meslek Hastalığı Sayıları”, http://www.sgk.gov.tr/wps/portal/sgk/tr/kurumsal/istatistik/sgk_istatistik_yilliklari (Erişim Tarihi: 20.08.2017).**
- 7- **Çetin M., Karatay G. P., (2015), “Türkiye’deki İş Kazaları ve İşçi Ölümlerinin Ekonomik Boyutu ve Politika Önerisi”, Sosyoloji Konferansları, No:51, 1-29, s.4.**
- 8- **Çetin M., Karatay G. P., (2015), “Türkiye’deki İş Kazaları Ve İşçi Ölümlerinin Ekonomik Boyutu ve Politika Önerisi”, Sosyoloji Konferansları, No:51, 1-29, s.4-5.**
- 9- **<http://docplayer.biz.tr/1454434-Bolum-1-is-sagligi-ve-is-guvenligi-tarihcesi.html>, “İş Sağlığı ve İş Güvenliği Tarihçesi”, s.44, (Erişim Tarihi: 19.01.2018).**

- 10- **Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı**, “*İş Sağlığı ve Güvenliği Risk Değerlendirmesi Yönetmeliği*”, Birinci Bölüm, Madde 4, Tanımlar, 28512, 29.12.2012.
- 11- **Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı**, “*İş Sağlığı ve Güvenliği Risk Değerlendirmesi Yönetmeliği*”, Üçüncü Bölüm, Madde 9, Risklerin Belirlenmesi ve Analizi, 28512, 29.12.2012.
- 12- **Güyağüler, T., Karakaş, A., Güngör, A., (2005)**, “*Occupational Health and Safety in Mining Industry, Middle East Technical University*”, Ankara, s140.
- 13- **Biberici**, Taşocakları, <http://www.biberici.com.tr/web/tr/tesisler/tas-ocaklari> (Erişim Tarihi: 19.01.2018).
- 14- **İMDER**, Türkiye İş Makinaları Distribütörleri ve İmalatçıları Birliği, Görsel, <http://imder.org.tr/wp-content/uploads/2017/04/265.jpg>, (Erişim Tarihi: 15.10.2017).
- 15- **Yenmak Makina**, Ürünler, Yerüstü Kaya Delme Ekipmanı <https://www.yenmakmakina.com.tr/urunler.php?mu=urunler>, (Erişim Tarihi: 21.11.2017).
- 16- **Dumlu S., (2014)**, “*Açık İşletmelerde Şev Açısı, Basamak Yüksekliği ve Genişliğinin Belirlenmesi ve İş Güvenliği Açısından Önemi*”, ÇSGB İş Müfettişi Yardımcılığı, Bursa.
- 17- <https://earthobservatory.nasa.gov/blogs/earthmatters/2012/06/20/satellite-puzzler-answer-collolar-coalfield-landslide/>, (Erişim Tarihi: 25.10.2017).
- 18- **Doyuran V.**, “*Maden İşletmeciliğinde Yeraltı Suyu Sorunları ve Hidrojeolojik Yaklaşım*”, s.22-29.
- 19- <http://isgtedbir.com/wp-content/uploads/2017/02/patlatma-gorsel.jpg>, Görsel, (Erişim Tarihi: 30.10.2017).
- 20- <http://www.kapeks.com.tr/uploads/yuklemeler/patlayici-sarj-yogunlugu.pdf>, Görsel, (Erişim Tarihi: 25.11.2017).