

DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ERZİNCAN-İLİÇ-ÇÖPLER MADEN
SAHASINDA
YAPILAN BASAMAK PATLATMALARININ
ÇEVRESEL ETKİLERİNİN İNCELENMESİ

Selma TAŞDEMİR

Şubat, 2013
İZMİR

**ERZİNCAN-İLİÇ-ÇÖPLER MADEN
SAHASINDA
YAPILAN BASAMAK PATLATMALARININ
ÇEVRESEL ETKİLERİNİN İNCELENMESİ**

**Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Yüksek Lisans Tezi
Maden Mühendisliği Bölümü, Maden İşletme Anabilim Dalı**

Selma TAŞDEMİR

**Şubat, 2013
İZMİR**

YÜKSEK LİSANS TEZİ SINAV SONUÇ FORMU

SELMA TAŞDEMİR, tarafından **PROF. DR. MEHMET SABİT GÜRGEN** yönetiminde hazırlanan “**ERZİNCAN-İLİÇ-ÇÖPLER MADEN SAHASINDA YAPILAN BASAMAK PATLATMALARININ ÇEVRESEL ETKİLERİNİN İNCELENMESİ**” başlıklı tez tarafımızdan okunmuş, kapsamı ve niteliği açısından bir Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.



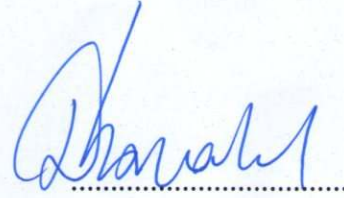
Prof. Dr.Mehmet Sabit GÜRGEN

Danışman



Doç.Dr. OYA PAMUKÇU

Jüri Üyesi



Yrd.Doç.Dr. Dapen KARTKUS

Jüri Üyesi



Prof.Dr. Mustafa SABUNCU

Müdür

Fen Bilimleri Enstitüsü

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans tezimin hazırlanmasında, bana her türlü desteği sağlayan, görüş ve fikirlerinden yararlandığım sayın hocam Prof.Dr. Mehmet Sabit GÜRGEN'e, araştırmam boyunca yardımlarını esirgemeyen sayın Yrd.Doç.Dr. Doğan KARAKUŞ'a, bu süreçte görüşlerinden yararlandığım Maden Mühendisi Robert BURNS ve Doç.Dr. Gürcan KONAK'a teşekkürlerimi sunarım.

Tez konusu seçiminde bana fikir verip, yardımcı olan çalışma arkadaşlarım, Maden Mühendisi Karabey TURAN ve Maden Mühendisi Yavuz AYDEMİR'e, teşekkür ederim.

Tez ile ilgili saha çalışmalarında, bana her türlü desteği sağlayan, Yasin DAĞAŞAN'a, Derviş İsmail OĞUZ'a, Jeoloji Mühendisi Burak İNGİN ve ekibine, Çevre Mühendisi Tansel ÖZERKAN'a, Maden Mühendisi Erkan BOZDEMİR'e, Ateşçi Mustafa ERDEM'e, Topograf Fahrettin MERCİMEK ve ekibine, Topograf Uğur TAŞTAK'a, her türlü kolaylığı sağlayan vardiya arkadaşlarım Maden Mühendisi Kadir AŞIK'a, Maden Mühendisi Mehmet TÜRK'e ve Maden Mühendisi Fuat YILMAZ'a, çok teşekkür ederim.

Son olarak bana maddi manevi desteğini esirgemeyen aileme, kardeşim Maden Mühendisi Abdullah TAŞDEMİR ve ağabeyim Ertuğrul TÜRKMEN'e, teşekkürü bir borç bilirim.

Selma TAŞDEMİR

ERZİNCAN-İLİÇ-ÇÖPLER MADEN SAHASINDA YAPILAN BASAMAK PATLATMALARININ ÇEVRESEL ETKİLERİNİN İNCELENMESİ

ÖZ

Patlatma faaliyetleri sırasında ortaya çıkabilecek başlıca çevresel sorunlar, yer sarsıntısı, hava şoku, taş savrulması, toz, zehirli gazlar ve dumanlardır. Bu çevresel sorunlarla ilgili yapılan çalışmalarda, patlatmalarda kontrol edilebilen ya da edilemeyen faktörlerdeki değişimler nedeniyle, yer sarsıntısı, taş savrulması ve hava şoku etkilerini tahmin edilebilmek için, gerçek atımlar gözlemlenerek ve yerinde ölçümler yapılarak uygun çözümler üretilebilmektedir.

Bu çalışmada, Çöpler maden sahasındaki basamak patlatmaları sırasında oluşan yer sarsıntısı, taş savrulması ve hava şoku etkileri gözlemlenerek, hangi parametrelerin etkili olduğu araştırılmış, ocaklara en yakın yerleşim yeri olan Çöpler ve Sabırlı köylerinin ne şekilde etkilendiği incelenmiştir.

Bu ölçümleri yapmak için, Sabırlı ve Çöpler köylerinde sabit birer adet olmak üzere, toplam iki adet Instantel Minimate Mate Plus (IMMP) model sarsıntı ölçüm cihazı kullanılmıştır. Sabit olarak kurulan ve ölçümde kullanılan bu cihazların yer sarsıntısının yönsel olarak değişimini belirlemede yetersiz olması sebebiyle, bir adet IMMP model sarsıntı cihazından da mobil olarak yararlanılmıştır.

Adı geçen cihazlarla, yer sarsıntısının çevresel etkilerini belirlemek amacıyla parçacık hızı, parçacık frekansı, parçacık ivmesi ve gürültü değerleri ölçülmüştür.

Parçacık hızının tahmini için, ölçekli uzaklık ve parçacık hızı veri çiftleri söz konusu saha için analiz edilmiştir. Bu analizin amacı, patlayıcı madde şarj miktarının ve ölçekli uzaklığın değişimine bağlı olarak maksimum parçacık hızını belirlemektir.

Ayrıca bu çalışmada, patlatma kaynaklı yer sarsıntılarının çevresel etkilerinin, jeolojik yapıya ve süreksizliklere bağlı olarak yönsel değişim göstereceği göz önüne alınarak, arazi parametrelerinin yönsel değişimi tespit edililerek, plan üzerinde gösterilmiştir. Ölçümler sonucu elde edilen frekans ve maksimum parçacık hızı (PPV) değerleri de ülke standartlarına göre değerlendirilmiş, sahaya yakın yerleşim alanlarına etkisi yorumlanmıştır.

Anahtar Sözcükler: Yer sarsıntısı, hava şoku, taş savrulması, patlatma etkisi, maksimum parçacık hızı, frekans, süreksizlik, ölçekli uzaklık, yer sarsıntılarının yönsel değişimi.

INVESTIGATION OF ENVIROMENTAL EFFECT OF BENCH BLASTING IN FIELD OF MINE SITE LOCATED IN ERZINCAN-ÇOPLER- ILIC

ABSTRACT

Major environmental problems that may occur during blasting are ground vibration, air shock, fly-rock, dust, poisonous gases and smokes. Researches carrying out study about these environmental problems have generated solutions to estimate the impacts of ground vibration, fly-rock and air shock due to the changes in controllable and uncontrollable factors in blastings by observing and making measurements on real blastings.

In this study, ground vibration, fly-rock and air shock impacts occurring during bench blasting in Copler mine site have been observed and it has been researched which parameters were effective and also to what extent Copler and Sabırlı villages, which are the nearest settlements to the mine site, were affected.

In order to make these measurements, two fixed Instantel Minimate Mate Plus (IMMP) model vibration devices were used in Sabırlı and Copler villages. As these fixed and measuring devices are insufficient in determining the directional change of ground vibration, another IMMP model mobile device was benefited as well.

Particle velocity, particle frequency, particle acceleration and noise values have been measured with the mentioned device in order to determine the environmental impacts of ground vibration.

For the estimation of particle velocity, scaled distance and particle velocity, data couples have been analysed for the stated site. The purpose of this analysis was to determine the peak particle velocity according to the charge amount of explosive material and the change of scaled distance.

Besides, in this study, the directional change of land parametres have been identified and shown on plan by taking into consideration that environmental impacts of blasting induced ground vibrations will vary depending on the geological structure and discontinuities. Frequency and peak particle speed (PPV) values as a result of measurements have been evaluated in accordance with the country specifications and a final comment has been made about their impact on the settlements close to the mine site.

Keywords: Ground vibration, air shock, blasting impact, fly rock, peak particle speed, frequency, discontinuity, scaled distance, directional change of ground vibration.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
YÜKSEK LİSANS TEZİ SONUÇ FORMU	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
ÖZ	iv
ABSTRACT.....	vi
BÖLÜM BİR-GİRİŞ.....	1
BÖLÜM İKİ- ÇÖPLER MADEN SAHASININ TANITIMI	2
2.1 Çöpler Maden Sahasının Coğrafi Konumu	2
2.2 Çöpler Altın Madeninin Tarihçesi.....	3
2.3 Çöpler Altın Madeninin Jeolojisi	5
2.3.1 Manganez Madeni Bölümü.....	7
2.3.2 Mermer Kontakt Bölümü.....	7
2.3.3 Ana Yatak Bölümü	7
2.3.3.1 Oksitli Cevher Bölümü	7
2.3.3.2 Sülfürlü Cevher Bölümü	8
BÖLÜM ÜÇ- PATLAMA TEORİSİ VE ÇALIŞMA SAHASINDA PATLATMA UYGULAMALARI.....	9
3.1 Patlama Teorisi.....	9
3.2 Sismik Dalgalar ve Özellikleri	14
3.3.Çalışma Sahasında Patlatma Uygulamaları.....	18
3.3.1 Üretim Patlatmalarının Tasarımı	18
3.3.2 Önkesme Patlatmalarının Tasarımı.....	22
3.3.3 Sahada Kullanılan Patlayıcı Maddeler.....	25
3.3.3.1 ANFO.....	25
3.3.3.2 Elektriksiz Kapsül (NONEL).....	26
3.3.3.3 Patlayıcı Fital	27

3.3.3.4 Emülsiyon Dinamit	28
---------------------------------	----

BÖLÜM DÖRT- PATLATMA KAYNAKLI ÇEVRESEL ETKİLER29

4.1 Taş Savrulması	30
4.2 Hava Şoku	37
4.3 Toz Emisyonu.....	43
4.4 Patlatma Kaynaklı Yer Sarsıntısı	43
4.4.1 Patlatma Kaynaklı Yer Sarsıntılarının Özellikleri	44
4.4.2 Zemindeki Bir Noktanın Titreşme Mekanizması	45
4.4.3 Bileşen Parçacık Hızı İle Vektörel Toplam Hız Farkı.....	46
4.4.4 Patlatma Kaynaklı Yer Sarsıntılarının Özelliklerini Etkileyen Değişkenler.....	49
4.4.4.1 Kontrol Edilemeyen Değişkenler.....	49
4.4.4.2 Kontrol Edilebilen Değişkenler	50
4.4.5 Patlatma Kaynaklı Yer Sarsıntılarının Patlatma Hasar Kriterleri.....	53
4.4.5.1 Ölçekli Uzaklık Kavramı	59
4.4.5.2 Maksimum Parçacık Hızı Tahmini	61
4.4.6 Frekans Etkisi	62

BÖLÜM BEŞ - YER SARSINTISI VE GÜRÜLTÜNÜN DEĞERLENDİRİLMESİ.63

BÖLÜM ALTI- YERSARSINTISI İLE İLGİLİ SAHA ÖLÇÜMLERİ VE DEĞERLENDİRİLMESİ66

6.1 Araştırmanın Amacı	66
6.2 Ölçüm Cihazının Özellikleri Ve Kurulumu	66
6.3 Uygulanan Yöntem.....	68
6.4 Ölçüm Sonuçlarının Değerlendirilmesi.....	69
6.4.1 Sabırlı Köyü (Doğu) Yönünde Yer Sarsıntı Yayılma Modeli	71

6.4.1.1 Önkesme Patlatmalarının Sabırlı Köyü (Doğu) Yönünde Yer Sarsıntı Yayılma Modeli	71
6.4.1.2 Üretim Patlatmalarının Sabırlı Köyü (Doğu) Yönünde Yer Sarsıntı Yayılma Modeli	73
6.4.2 Çöpler Köyü (Batı) Yönünde Yer Sarsıntı Yayılma Modeli	75
6.4.2.1 Önkesme Patlatmalarının Çöpler Köyü (Batı) Yönünde Yer Sarsıntı Yayılma Modeli	75
6.4.2.2 Üretim Patlatmalarının Çöpler Köyü (Batı) Yönünde Yer Sarsıntı Yayılma Modeli	78
6.5 Yer Sarsıntılarının Çevre Yerleşim Alanlarına Etkisi	80
BÖLÜM YEDİ – SONUÇ.....	83
KAYNAKLAR	85
EKLER.....	93

BÖLÜM BİR

GİRİŞ

Patlayıcı maddeler, yeraltı ocak işletmeciliği, açık ocak işletmeciliği, otoyol, inşaat, baraj, tünel, boru hattı gibi çeşitli sektörlerde kullanılmaktadır. Bu sektörlerde yapılan patlatmalar, yerleşim yeri, otoyol, baraj gibi hassas bölgelerin yakınında yapıldığında, iş güvenliği, üretim kısıtlaması, çevre kirliliği bakımından birçok olumsuz etkilere neden olabilmektedir.

Patlatmaların olumsuz etkilerinin azaltılması, çevre bilincinin önem kazanmasıyla zorunlu hale gelmiştir. Bu nedenle patlatma koşulları belirlenirken parçalanma derecesi, boyut dağılımı, maliyet gibi teknik ve ekonomik unsurların yanı sıra, oluşabilecek çevresel problemlerin çözülmesi de göz önünde bulundurulmalıdır.

Patlatmaların olumsuz etkilerine, patlatma işlemi sırasında ortaya çıkan enerji sebep olmaktadır. Patlatma sırasındaki enerjinin bir kısmı kayaçta bir çatlak şebekesi oluşturmak ve oluşan bu yapıyı ileriye doğru ötelemek amacıyla kullanılırken, geri kalan kısmı ise, sismik ısı, ışık, ses enerjisi olarak harcanmakta ve yer sarsıntısı, hava şoku, taş savrulması, gaz emisyonu gibi çevresel olumsuzluklara neden olmaktadır (Hüdaverdi ve Kuzu, 2005).

Patlatma kaynaklı parametrelerin ölçümü ve tahmin edilmesi, çevresel problemleri önlemede büyük önem taşımaktadır. Patlatmalarda, parçacık hızı (mm/sn), parçacık deplasmanı (mm), parçacık ivmesi (mm/sn^2) ve parçacık frekansı (Hz) gibi parametrelerin ölçülmesi ve bunları kontrol edilebilir sınırlarda tutarak tasarımlar gerçekleştirilmesi, çevresel sorunları en aza indirebilir.

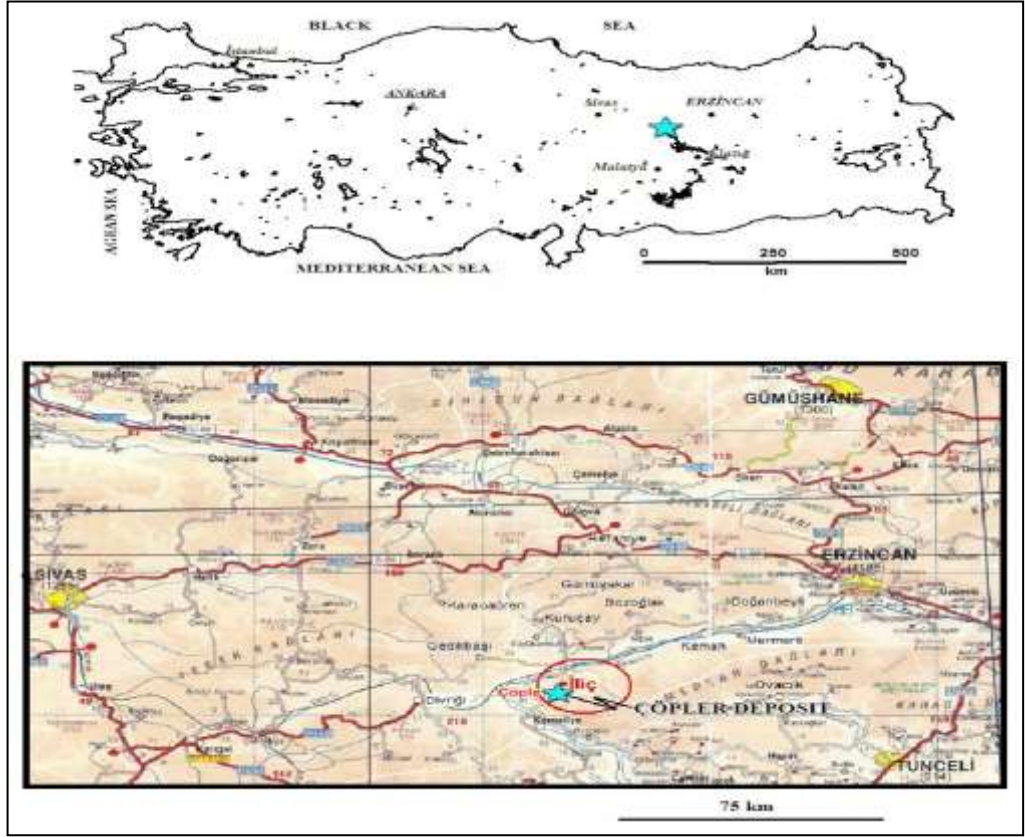
Çevresel etkilerin ölçülmesi ve ölçüm sonuçlarının değerlendirilmesi amacıyla literatürde farklı yaklaşımlar mevcuttur. Bu yaklaşımlar doğrultusunda, bu çalışmada, Çöpler maden sahasının basamak patlatmalarından elde edilen ölçüm değerleri ele alınarak, en önemli çevresel olumsuzluklar olan taş savrulması, yer sarsıntısı, toz emisyonu ve hava şoku olayları incelenmiştir.

BÖLÜM İKİ

ÇÖPLER MADEN SAHASININ TANITIMI

2.1 Çöpler Maden Sahasının Coğrafi Konumu

Anagold Madencilik Çöpler maden sahası, Erzincan merkeze yaklaşık 150 km uzaklıkta bulunan İliç ilçesi-Çöpler köyü yakınındadır (Şekil 2,1). İliç ilçesine 58



Şekil 2.1 Anagold Madencilik yer bulduru haritası (Karakuş, 2010).

köy bağlıdır. İliç'in nüfusu yaklaşık 2 600 kişi olup bu rakam köylerdeki nüfusla beraber 7 000 kişiye çıkmaktadır. Yörede karasal iklim hakimdir. Bitki örtüsü yoğun yaşanan karasal iklim nedeniyle bodur meşe ağacıdır. Önceleri yöre insanının geçim kaynağı hayvancılık ve arıcılık iken, maden açıldıktan sonra, şirketin işçi alımlarında öncelikle yerel halkı tercih etmesi, taşeron firma seçimlerinde yöre firmalarını öncelik tanınması yörede istihdamı artırarak, yerel halkın geçim kaynağını maden

olarak ön plana çıkarmıştır. Anagold Madencilik bünyesinde 394 personel görev yapmaktadır. Bu personelin 230'u işçi, 164'ü yönetici pozisyonunda çalışmaktadır.



Şekil 2.2 Maden sahasının genel görünümü.

Anagold Madencilik'e 28 taşeron firma çeşitli sektörlerde hizmet vermektedir. Bu taşeron firmaların bünyesinde yaklaşık 569 eleman çalışmaktadır (Şekil 2.2).

2.2 Çöpler Altın Madeninin Tarihçesi

Çöpler maden sahasının tarihsel gelişimi aşağıda verilmektedir (Karakuş, 2010).

- Çöpler köyü içerisinde bulunan çok sayıda ve eski dönemde açılmış galeriler ile geniş bir alana yayılmış maden curuflarının varlığı, burada altın ve/veya bakır madenciliğinin yapıldığını göstermektedir.
- 1960'lı yıllarda, MTA Genel Jeolojik saha çalışmaları kapsamında bölgenin jeolojik haritasını yapmıştır.
- 1964–1992 Unimangan firması tarafından, sahadan, pil üretiminde kullanılacak kalitede, % 47-% 51 tenörlü toplam 150 000 ton manganez cevheri üretilmiştir.

- 1998 yılında AMDL (Anatolia Minerals Development Limited) ve RTZ (Rio Tinto) ortaklığı, bu sahada Bakır-Altın yataklarının arama çalışmaları için yaklaşık 100 000 hektarlık alan için arama ruhsatı almıştır.
- 1999 yılında AMDL ve RTZ jeologları tarafından, örnekleri, kanal örnekleri, travers örnekleri ve toprak örnekleri alınarak, sahada ortalama % 3,7 Cu, 7,2 g/t Au tespit edilmiştir.
- Sahada yapılan detaylı çalışmalar sonucunda, kireçtaşı ile çevrelenmiş oksitli intrüzyon ve metasedimentler içerisinde, 1 km x 2 km lik bir alanda yoğun bozuşma, ayrışma ve ağsal damarlı kütlenin varlığı tespit edilmiştir.
- Daha önce tespit edilmemiş bir Cu-Au porfirik tip maden yatağının varlığı belirlenmiştir.
- İnceleme alanında yapılan manyetik jeofizik ölçümler sonucunda, 800 metre derinliğe kadar ulaşan, pozitif bir manyetik kütlenin varlığı saptanmıştır.
- Yüzeyde yapılan jeokimyasal çalışmalar sonucunda, epitermal tip cevherleşmenin işaretleri bulunmuştur.
- 2000-2003 yılları arasında saha ve çevresinin yerden ve havadan IP (indüksiyon polarizasyon) ve manyetik ölçümleri yapılmıştır.
- 2004 yılının başında, AMDL şirketi, RTZ ve Unimangan'dan hisselerini satın alarak sahanın tek sahibi olmuştur.
- 2011 başlarında (18 Şubat 2011), AMDL, Avustralya'da faaliyet gösteren altın maden şirketi Avoca Resources Limited ile birleşmiştir. Bu birleşmenin sonunda Uluslararası bir şirket olan Alacer Gold Corp. şirketi ortaya çıkmıştır.
- Daha sonra Anagold Madencilik Sanayi ve Tic. A.Ş. ve Alacer Gold Corp. ile bir Türk şirketi, Lidya Madencilik San. ve Tic. A.Ş. arasındaki bir ortak girişim oluşmuştur.
- 2011 yılı sonunda (8 Aralık 2011), Alacer Gold Corp.ile Lidya Madencilik San. Ve Tic. A.Ş. arasındaki güçlü ve başarılı olan ortak girişim ilişkisi, Lidya Madencilik San. Ve Tic. A.Ş'nin Anagold Madencilik Sanayi Ve Tic. A.Ş'deki hisselerini %5 den %20 ye çıkarma hakkını kullanması ile daha da derinleşmiştir.

2.3 Çöpler Altın Madeninin Jeolojisi

Çöpler altın yatağı, 1 200 metre kalınlıkta, Triyas–Jura yaşlı Munzur kireçtaşları ile örtülmüştür. Sahada, formasyonun en alt seviyesini, yaklaşık 300 metre kalınlıktaki, ince tabakalı, kalkerli kilitaşları, silttaşları ve yer yer orta tabakalı, kalkerli kumtaşları oluşturur(Karakuş, 2010).

Çöpler sahası, kalkerli sedimanlar ve kireçtaşı içine yerleşen, farklı fazda ve farklı kompozisyonlarda dört sokulumdan oluşur. Sokulum sırasında kalkerli sedimanter birim (Metasedimentler), breşleşmiş ve hornfelsleşmiştir (Karakuş, 2010).

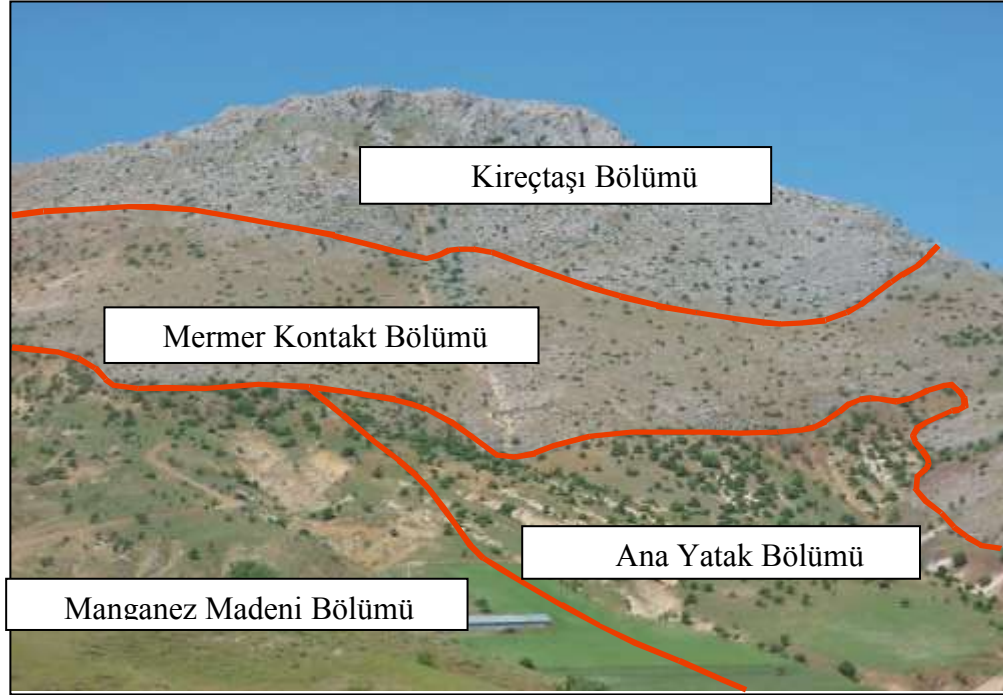
Alterasyon yaygın ve ileri derecededir. İntrüzyon içerisindeki bakır sülfür ve oksitli cevherleşme, saçınım, kuvars limonit damarları, ağsal damarlar, epidot–sülfür damarları, çatlaklar ve faylar boyunca ve breşli jasperoidler şeklinde izlenir. Porfiri tip diğer yataklarda yaygın olarak gözlenen Türkuvaz sahada birkaç yerde gözlenmiştir (Şekil 2.3).



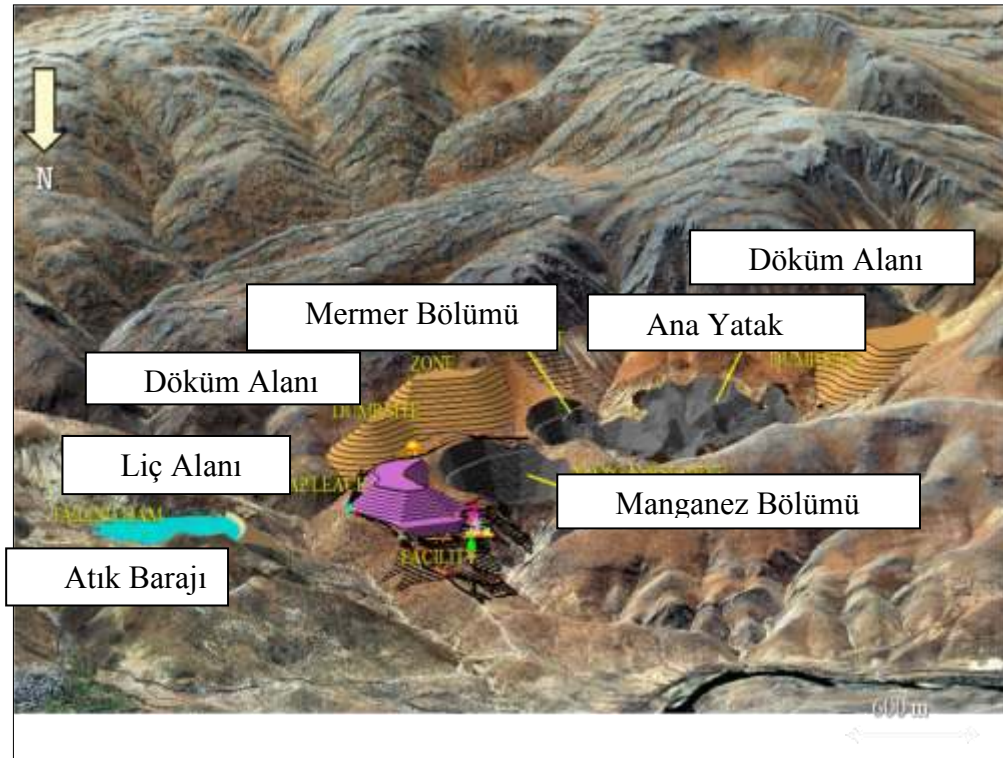
Şekil 2.3 Çöpler manganez açık ocağının genel görünümü.

Çöpler, birkaç dönem tekrarlayan, açılma ve sıkışma hareketleri gösteren, cevherleşmenin de sıkça tekrar yenilendiği, karmaşık bir yapılaşmaya sahiptir.

Çöpler vadisinde, yaygın kataklastik doku, yoğun bozuşma, ayrışma ve cevherleşme nedeniyle, orjinal kayayı tanımak neredeyse imkansızlaşır.



Şekil 2.4 Çöpler maden sahası bölümleri.



Şekil 2.5 Çöpler maden sahası üç boyutlu görünümü (Karakuş, 2010).

Çöpler altın yatağı, birbirine bitişik üç bölümden oluşur (Şekil 2.4). Bunlar, Çöpler vadisinin orta bölümünde yer alan “Ana Yatak”, vadinin kenarlarında yer alan “Mermer Kontakt Bölümü” ve vadinin doğu kenarı boyunca uzanan “Manganez Madeni Bölümü”dür (Şekil 2.5).

2.3.1 Manganez Madeni Bölümü

Manganez madeni, sülfütlü cevherleşmesi, karbonatlaşmış, killeşmiş ve breşleşmiş intrüzyon kayalarları içinde yerleşmiştir. Masif sülfidler mermer kontak zonunda veya bu zonun yakınlarında izlenir. Oksit cevherleşmesi, mermer içinde ve mermer kontakt zonunda manganez oksit, gossan ve oksitli intrüzyon olarak bulunur. Manganez oksitte, gossanlar masif sülfidler eğim ve doğrultularına uyacak biçimde bulunurlar. Yüksek geçirgenliğe sahip mermer, yüzey sularının oldukça derinlere inmesine sebep olmuştur. Bunun sonucu olarak oksitli intrüzyon; mermer kontakt bölümünde yüzlerce metre derinliğe ulaşmıştır (Karakuş, 2010).

2.3.2 Mermer Kontakt Bölümü

Mermer Kontakt bölümünde, altın cevherleşmesi; kuvars damarlı ağsal metasedimentler ve kuvars-monzonite, gossanlar, mermer ve masif pirit-markazit içinde bulunur. Mermerin dike yakın pozisyonu ve yüksek geçirgenlik oranı nedeniyle, yüzey suları derinlere ulaşır ve oksitlenmenin ana bölümden daha derinlere ulaşmasına neden olur (Karakuş, 2010).

2.3.3 Ana Yatak Bölümü

2.3.3.1 Oksitli Cevher Bölümü

Bu bölümde sülfidler ikincil oksitleşmesi en fazla 25 metre derinliğe kadar ulaşır. Oksitleşmenin en kalın olduğu yerler, sırtların üzeri, en ince olduğu yerler ise dere içleridir. Oksitli ve sülfütlü cevher arasındaki sınır keskindir ve yüksek açılı çatlakların var olduğu yerlerde oldukça derinlere gider.

Ana bölümden alınan kompozit örneğin mineralojik araştırmalar, ortalama altın içeriği (3,47g/t) olan bu örneğin çoğunlukla kuvars, daha az oranda potassik feldspar ve smektit grubundan önemli derecede nontronitten oluştuğunu göstermiştir.

2.3.3.2 Sülfütlü Cevher Bölümü

Bu bölümde epitermal altın cevherleşmesi, çok çatlaklı ve kırıklı, ağsal kuvars damarlı, metasedimentler ve kuvars monzonitler içinde bulunur. Ana bölüm opak mineral topluluğu çoğunlukla, markazit, pirit, arsenopirit, kalkopirit ile az ve eser oranlarda sfalerit, tenantit/tetrahedrit ve molibdenitten oluşur. Cevher dokusu komplekstir ve ince taneli arsenopirit çok yaygındır, markazit ile içiçe veya saçınmış olarak bulunur. Altın gözlenememiş olup, ince taneli arsenopiritin içinde, mikron altı inklüzyonlar olarak bulunduğu varsayılmıştır.

BÖLÜM ÜÇ

PATLAMA TEORİSİ VE ÇALIŞMA SAHASINDA PATLATMA UYGULAMALARI

3.1 Patlama Teorisi

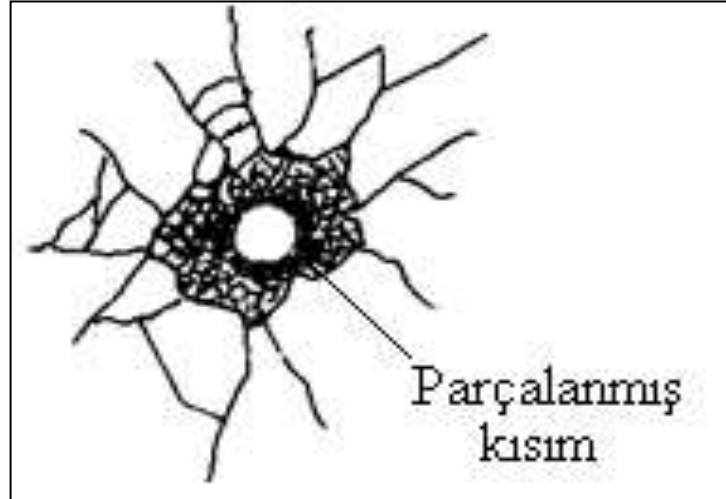
Kimyasal patlayıcı maddeler, ısı, darbe veya sürtünme sonucu çevreden herhangi bir elemanın, kimyasal katkısı olmadan çok hızlı reaksiyona giren, genellikle gaz ürünler vererek ortam basıncında ani ve yüksek değişimlere (patlama) neden olan, organik veya inorganik bileşimlerdir (Alpaydın, Alpsar, Elmacı, Halıcılar, İnal, İşçen, Patır ve Özkazanç, 2004).

Patlayıcı maddeler, barutun bulunmasıyla insanlar tarafından kullanılmaya başlanmıştır. Alfred Nobel'in herhangi bir sarsıntıya karşı çok duyarlı olan nitro gliserini diatomit toprağına emdirmesi, dinamit adı altında güvenli kullanımını sağlaması ile patlayıcı maddelerin madencilik ve inşaat sektöründe kullanımı yaygınlaşmaya başlamıştır. 19. yüzyıldan beri insanlar tarafından bilinen amonyum nitrat ise, önceleri gübre olarak kullanılırken, daha sonra üstünlükleri fazla olan bir patlayıcı olduğu belirlenmiştir. Gelişen teknoloji ile birlikte geniş uygulama alanları bulmuştur (Erkoç, 1990).

Patlayıcı madde delik içine yerleştirilip ateşlendiğinde çok kısa bir zaman aralığında çok yüksek ısı ve basınçta, büyük miktarda gazların açığa çıkması ile sonuçlanan reaksiyonlar meydana gelir. Yüksek reaksiyonlu patlayıcıların önemli bir özelliğı birim zamanda çok büyük miktarlarda enerji üretmesidir. Açığa çıkan gaz basıncı delik duvarlarında hareket eder ve böylece deliğı, bulunduğu ortamın daha ötesine genişletmek için basınç ve gerilmelerin tesiri altında bırakır (Bhandari, 1997).

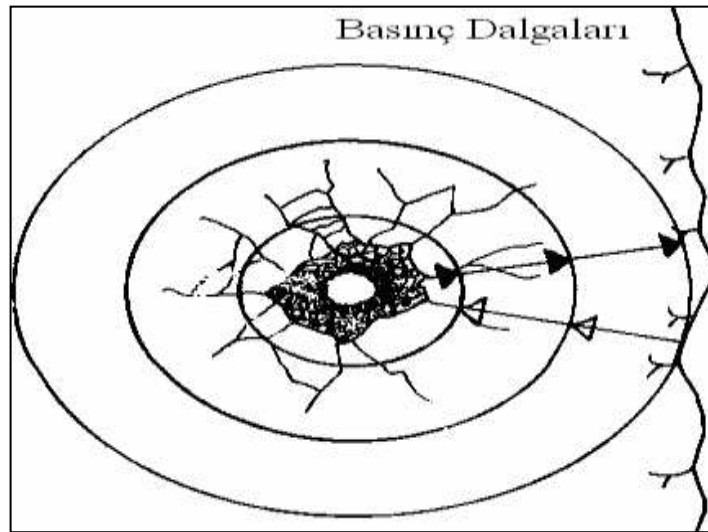
Patlatma deliğine yerleştirilen patlayıcıların ateşlenmesi sonucunda, kayadaki parçalanma olayının gelişimi üç aşamada meydana gelmektedir (Olofsson, 1988).

İlk aşamada; ateşleme anından başlayarak, patlatma deliği, delik duvarlarının kırılmasıyla birlikte genişler. Bu durum, patlamadan kaynaklanan yüksek basıncın etkisiyle meydana gelmektedir (Şekil 3.1).



Şekil 3.1 Patlatma delik duvarlarının parçalanarak genişlemesi.

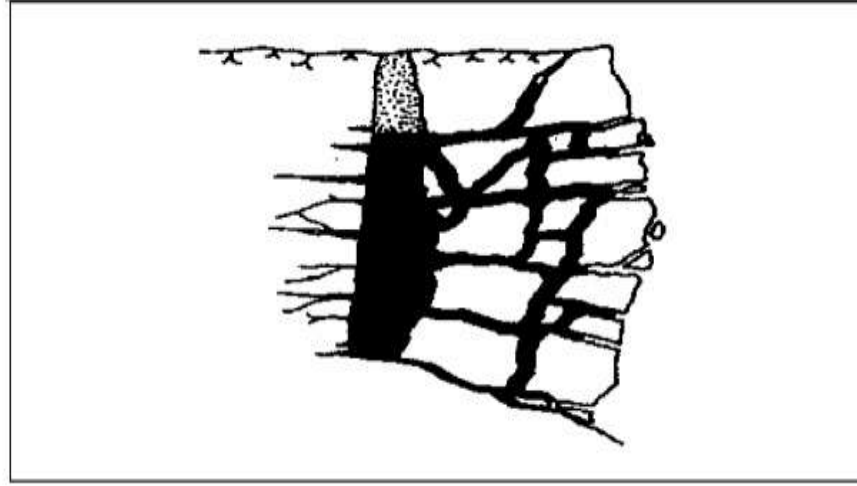
İkinci aşamada, sıkıştırma etkisi yapan gerilim (basınç) dalgaları, ses dalgalarına eşit bir hızla delikten tüm yönlere doğru yayılım gösterir (Şekil 3.2). Bu sıkıştırıcı



Şekil 3.2 Sıkıştırıcı basınç dalgalarının yayılımı (ikinci aşama).

etkiyi yapan basınç dalgaları, serbest bir yüzeyden yansıdığında, serbest yüzey ve patlatma deliği arasındaki kütlelerinde çekme gerilmelerine sebep olur.

Üçüncü ve son aşamada, serbest kalan gaz hacmi yüksek basınç altında kırılmış kayaç kütlesi içine girerek kırıkları genişletir. Eğer serbest yüzey ile patlatma deliği arasındaki uzaklık uygun olarak alınmış ise, serbest yüzey ve patlatma deliği arasındaki kütlesi genişleyip ileri doğru hareket edecektir (Şekil 3.3).

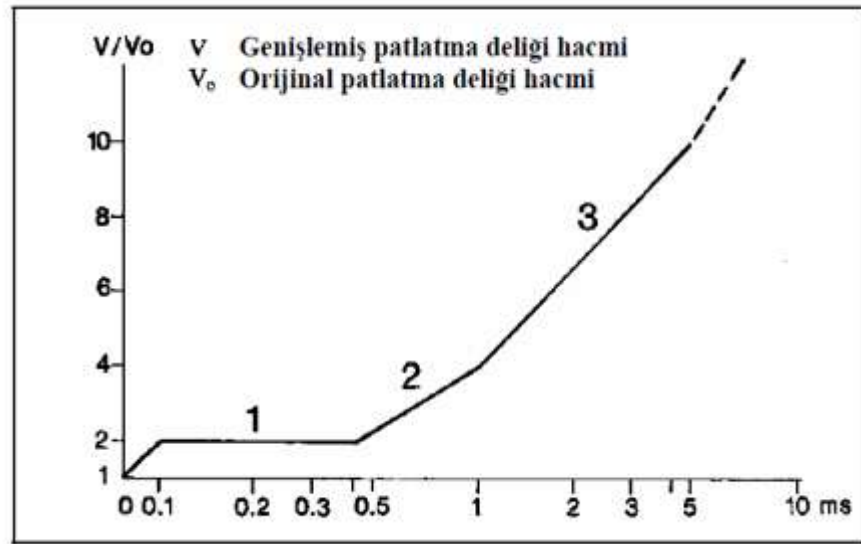


Şekil 3.3 Kırılmış kayaç kütlesinde gazın yayılması (üçüncü aşama).

Patlatma deliğindeki patlama reaksiyonu çok hızlı gelişir. Patlatma deliğinin hacmi yaklaşık olarak 5 milisaniyede orijinal hacminin 10 katına kadar genişlediğinde, patlayıcının fiili olarak yaptığı iş tamamlanmış olur. Patlatma deliğinin zamana bağlı olarak nasıl genişlediği aşağıda Şekil 3.4’de gösterilmiştir.

Şekil 3.4’e göre;

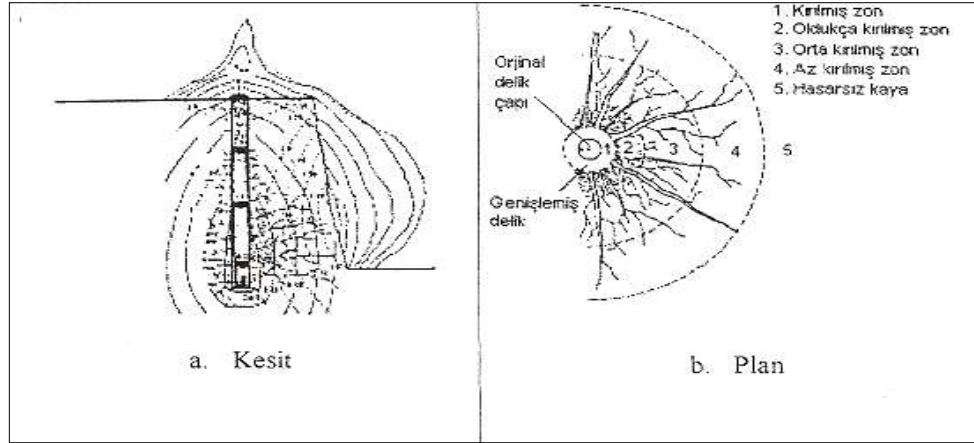
- 1) Kayayı parçalayan şok dalgalarının başlaması: Patlatma deliği, kendi ilk hacminin yaklaşık iki katı kadar genişler. Patlatma deliği ıııısal kırıklar oluşmaya başlamadan önce uzun bir süre (0,1–0,4 milisaniye) bu hacimde kalacaktır.



Şekil 3.4 Patlatma deliğinin zamana bağlı olarak genişlemesi (Olofsson, 1988).

- 2) Patlatma deliği civarında, doğal çatlakların yanı sıra gerilim bölgeleri arasındaki etkileşimle yeni çatlaklar oluşur ve şok dalgalarının serbest yüzeyde yansımalarıyla çekme gerilmeleri meydana gelir. Reaksiyon ürünleri, normal hacminin dört katı kadar genişleyen patlatma deliğinden, kırıkların içine girerek genişler ve parçalanma olayı başlar.
- 3) Gaz yayılımı kırıklar boyunca ileri doğru genişler ve kütlesi yer değiştirir (Olofsson, 1988).

Bu aşamalar sonunda, bir patlatma deliği çevresindeki parçalanma ve hasar derecesi Şekil 3.5'de gösterildiği gibi dört farklı zona ayrılabilir. Patlatma deliğinin hemen çevresindeki parçalanmış kısımda, patlayıcı madde, gaz basıncını harekete geçirir ve gerilmeler, kayacın dinamik basınç kuvvetini 40–400 katı oranında aşar. Patlatma deliği civarına doğru hareket eden bu yüksek basınç kuvveti, kütlesinin etrafında aşırı parçalanmalara, yoğun hasara neden olur. 1 numaralı bu zon, aynı zamanda kayacın elastik sertliğinin önemsiz olduğu hidrodinamik zon olarak da ifade edilebilir (Kutter ve Fairhurst, 1971).



Şekil 3.5 Bir patlatma deliği çevresindeki parçalanma zonları (Kutter, Fairhurst, 1971).

Patlama darbesi sonucu oluşan basınç, kayacın basınç dayanımını büyük oranda aşar ve delik çevresindeki kayacın hemen parçalanmasına ve kırılmasına sebep olur. Bu basınç, küçük hacimdeki bir kayaç kütesini parçalar, geri kalan enerji ise, ortam içinde her yöne basınç ve şok etkisi olarak 3 000 ila 6 000 m/sn arasındaki hızlarla yayılır. Oluşan basıncın azalım oranı çok hızlı olduğundan delik çevresindeki parçalanmış kısım sınırlı orandadır. Delik çevresindeki çatlama zonu delik çapının 20 hatta 50 katı uzaklığa kadar uzanabilirken, parçalanma zonu büyük bir olasılıkla delik çapının iki katını aşmamaktadır (Siskind ve Fumanti, 1974).

Atchison (1968), parçalanma (ezilme) zonu ile ilk kırılma zonu arasında çatlama zonunun varlığına işaret etmektedir. Bu çatlaklı geçiş zonunda kayacın dayanımı daha önemli olmaktadır. Fakat darbe basıncı kayacın dayanımından hala daha büyüktür. Bu sebepten, ezilme zonunda olduğu gibi tam bir parçalanma olmamasına rağmen bu geçiş zonunun iç kısımlarında kayacın daha uzakta da kırılması veya çatlaması beklenebilir.

Diğer parçalanma zonu, lineer olmayan zon olarak da ifade edilen, şiddetli parçalanmanın meydana geldiği (2) numaralı zondur. Buradaki parçalanmada, şiddetli parçalanmadan kısmi çatlamalara giden bir değişim söz konusudur. Çatlakların uzantısı, şok dalgalarının teğetsel bileşkeleri tarafından oluşmuş önceki çatlaklardan meydana gelmiştir.

Elastik deformasyon zonu olarak da ifade edilen (3) ve (4)'üncü zonlardaki çekme yenilmeleri ve çatlak uzantıları, gerilme dalgası genliğinin önemli ölçüde azalması nedeniyle daha az yoğunlukta meydana gelir. Patlamadan kaynaklanan orijinal enerjinin çoğu ısı, sürtünme ve kırılma şeklinde (1) ve (2)'nci zonda emildiğinden, bu zonlarda basınç gerilmelerinin en büyük genliği, kayacın basınç dayanımından çok daha küçüktür. Bu nedenle, bu dalga tipinde yeni çatlakların meydana gelmesi olası değildir. Bununla birlikte, dalganın teğetsel gerilim bileşkesi kayacın çekme dayanımından çok daha büyüktür. Kayacın çekme dayanımı yaklaşık olarak basınç dayanımının 1/10 ile 1/15'i arasında olduğundan, dalganın teğetsel gerilmesi ısınsal çatlaklara sebep olacak kadar büyüktür. Bu yeni çatlaklar, lineer olmayan (2) numaralı zondaki çatlakların uzantılarından veya tipik bir kayaç kütlesindeki doğal kırıklar ve mikro kırıklardan oluşan çatlaklardan meydana gelmiştir.

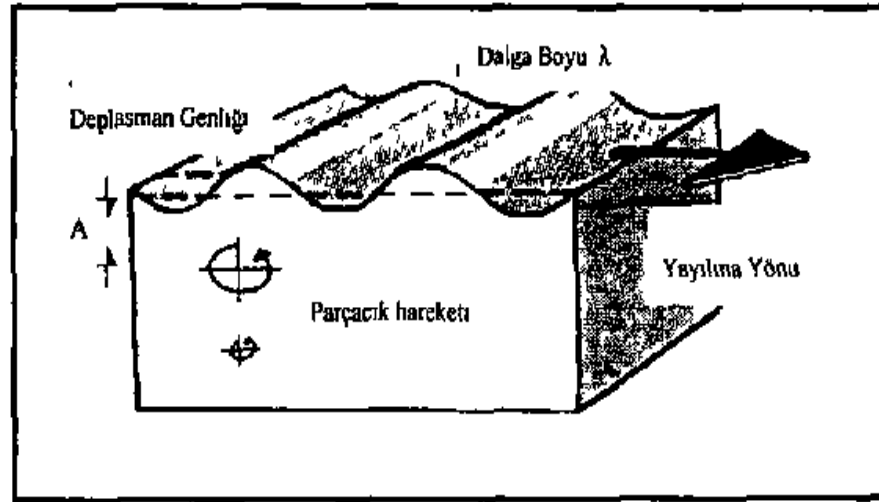
Teğetsel gerilmeler, kayacın kritik çekme dayanımının altına indiğinden Şekil 3.5'de gösterilen (5) nolu bölgenin ötesinde herhangi bir kırılma veya çatlak meydana gelmez. Dalga bu zondan geçerken ortamdaki parçacıklar sallanacak ve kayacın elastik sınırları içerisinde dingin pozisyonlarının etrafında titreşeceklerdir ve böylece kayaçta kalıcı herhangi bir hasar meydana gelmeyecektir (Atlas Yayınları, 1987).

Şekil 3.5'de gösterilen (5) nolu bölgenin ötesinde enerjinin geriye kalan kısmı elastik dalgalar halinde yer içinde serbest yüzey boyunca her yöne yayılarak sarsıntıya neden olur. Sarsıntıya neden olan bu şok dalgası, yüzey içinde sismik dalgalar şeklinde yayılır. Sismik dalgalar, enerjileri tükeninceye kadar yayılmaya devam eder ve elastik olarak yayılır (Karakuş, 2000).

3.2 Sismik Dalgalar ve Özellikleri

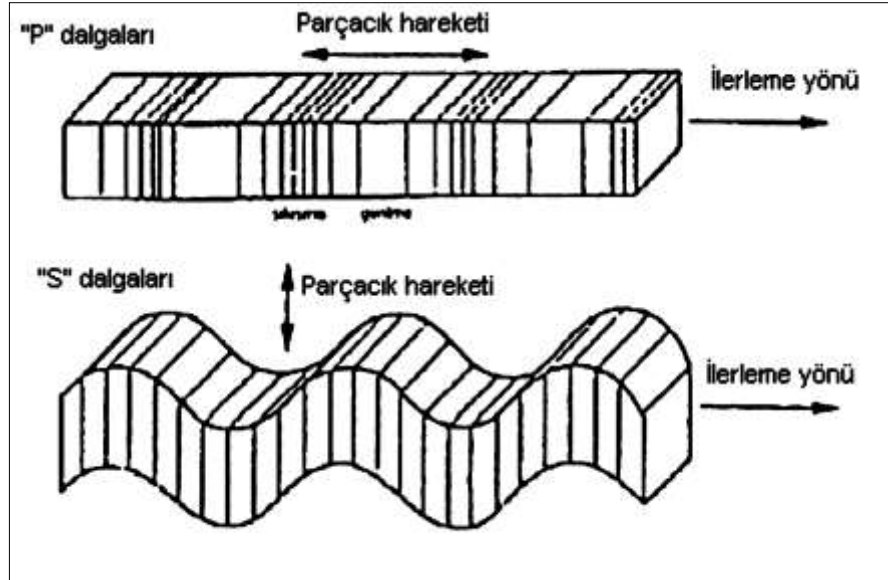
Patlatma sonucu, yer katmanı içinde, deliğin hemen çevresinde, basınç dalgaları oluşur. Bu dalgalar yayılmaya başlar, patlatma noktasından uzaklaştıkça stabiliteye ulaşır ve sismik dalga (sarsıntı dalgası) adını alır.

Sismik dalga hareketi, katı, sıvı ve gaz ortamlarda dalganın birim zamanda meydana getirdiği sıkıştırma etkisinin ortaya koyduğu, yerdeğiştirme özelliğidir. Dalga hareketi ile enerji iletimi sağlanır. Böyle bir taşınımın gerçekleştirilmesi, ortama uygulanan başlatıcı ve ortamın tanecik yapısının sapmasına neden olan kuvvetler ile sağlanır. Taneciklerin yerdeğiştirme hareketi, kohezyon kuvvetini aşarsa elastik olmayan (geri dönüşsüz) bağ, kuvvet sınırları arasında kalıyorsa elastik bir deformasyona neden olur. Elastik bir dalga hareketi sonunda kütsel bir nakil yoktur. Sadece ortamı oluşturan hareketin denge durumundan sapması ile oluşan bir enerji geçis hareketi söz konusudur. Böyle bir geište iki tür hız rejimi vardır. Birincisi, meydana gelen sismik dalganın, ortamın yoğunluğu ile ilgili olarak, ortamdan bağıl geçis hızı (dalganın kendi hızı). İkincisi ise, dalganın geçisi sırasında, dalga enerjisi ile oluşan tanecik salınımıdır (PPV; tanecik hızı). Tanecik salınım hızı, lokal olarak tespit edilir (Mamurekli, Tekin ve Hafızoğlu, tarihsiz).



Şekil 3.6 Rayleigh dalgaları (Dowding, 1985).

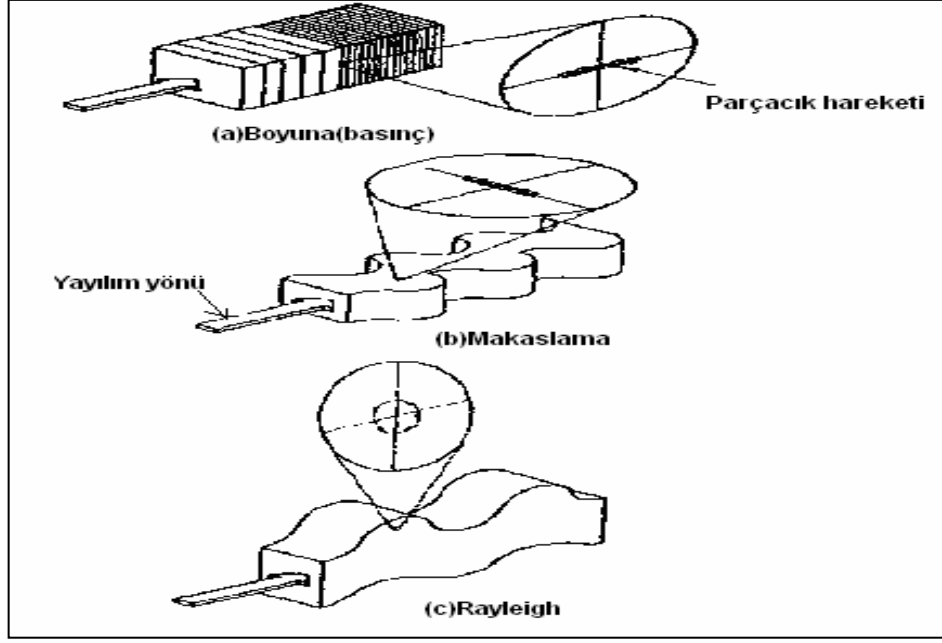
Patlatmadan kaynaklanan sismik dalgalar, basınç, makaslama ve yüzey olmak üzere üç temel kategoriye ayrılır. Bu üç temel kategori, kendi arasında da gövde dalgaları ve yüzey dalgaları olmak üzere ikiye ayrılır. Gövde dalgaları, toprağın içerisinde hareket ederken, yüzey dalgaları yüzey boyunca hareket etmektedir. En önemli yüzey dalgası, Rayleigh dalgasıdır (Şekil 3.6). Gövde dalgaları ise yine kendi arasında basınç (çekme ve basma) dalgası (P) ve bükölme veya makaslama dalgası (S) olmak üzere ikiye ayrılmaktadır (Şekil 3.7).



Şekil 3.7 S ve P dalgaları (Dowding, 1985).

Patlayıcılar kısa uzaklıklarda öncelikli olarak gövde dalgalarını oluşturmaktadır. Gövde dalgaları küresel hareketlerle başka bir tabakası, toprak veya yüzey tabakasına rastlayıncaya kadar ilerlemektedir. Bu kesişimde ise makaslama ve yüzey dalgaları oluşmaktadır. Düşük uzaklıklarda bu üç dalga tipide aynı anda gelmekte ve dalga tanımlaması zorlaşmaktadır. Uzun uzaklıklarda ise, daha yavaş olan kesme ve yüzey dalgaları, basınç dalgalarından rahatlıkla ayırt edilebilmektedir (Adıgüzel, 2006).

Bu üç dalga tipi içinden geçtikleri parçacıkları ya da toprağa göre değişik özellikler göstermektedir. Bunun sonucunda, yüzeydeki yapılar ya da her dalga tipine göre farklı bir şekilde deforme olmaktadır. Boyuna dalgalar, yayıldıkları doğrultuyla aynı yönde parçacık hareketi meydana getirmektedir. Diğer taraftan makaslama dalgaları yayılım yönüne dik yönde hareket oluşturmaktadır. En karmaşık yapıyı gösteren Rayleigh dalgaları ise yayılma yönüne paralel ve düşey yönde hareketler oluşturmaktadır (Şekil 3.8). Hareketin tam olarak üç bileşeni, boyuna (L), enine(T) ve düşey(V) ile tanımlanmaktadır (Adıgüzel, 2006).



Şekil 3.8 Dalga tiplerine bağlı olarak parçacık hareketlerinin değişimi (Dowding, 1985).

Yapılan birçok araştırmaya göre Rayleigh dalgaları toplam sarsıntı enerjisinin % 70-80'ni oluşturmaktadır. Dolayısıyla hasar yaratma riski en yüksek olan dalga bileşeninin Rayleigh olduğu belirlenmiştir (Ak, 2006).

Sismik dalgalar enerjileri tükeninceye kadar devam eder. Enerji sönmesinin iki nedeni vardır. Birincisi, kaya yapısının fiziksel ve jeolojik direnci, ikincisi ise, sismik dalgaların kaynağından uzaklaştıkça daha geniş bir alana yayılarak etkilerinin azalmasıdır.

Bu dalgaların etkisi, kullanılan patlayıcı madde miktarı ve dilim kalınlığıyla doğru orantılıdır. Dilim kalınlığının büyümesiyle patlatma sonucu oluşan şok etkisi serbest yüzey bulamadığından, geriye doğru etki ederek, yer sarsıntılarına dönüşmekte ve çok uzak noktalara kadar iletilebilmektedir. Dilim kalınlığının kısa tutulması ise, taş savrulmalarını ve hava şokunu artırır. Taş savrulması, hava şoku ve yer sarsıntılarını en aza indirmek için dilim kalınlığı ve birim zamanda kullanılacak patlayıcı madde miktarı iyi hesaplanmalıdır.

3.3 Çalışma Sahasında Patlatma Uygulamaları

3.3.1 Üretim Patlatmalarının Tasarımı

Maden sahasındaki projelendirilen basamak yüksekliği 10 m'dir. Uygulamada basamaklar 5 m alınmaktadır.

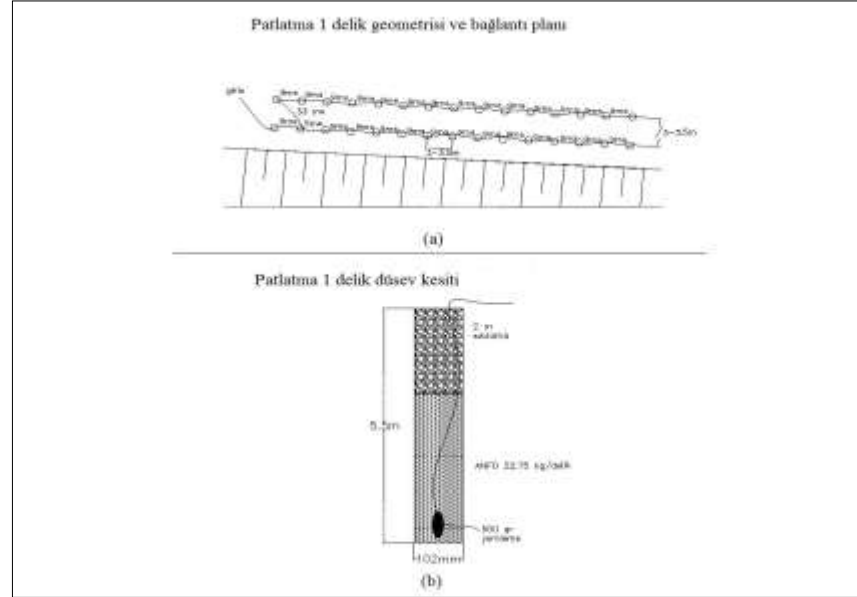
Sahada 6 adet 3.1/2 inç (89 mm) ve 4 inç (102 mm) delik delebilen delici makina bulunmaktadır (Şekil 3.9).



Şekil 3.9 Sahada kullanılan delici makina.

Sahada delinen delikler, kare delik düzenindedir. Bunun sebebi delinen deliklerden cevher tespiti için örnek alımının daha sağlıklı olacağı düşüncesidir. Delik aralıkları ve dilim kalınlıkları 3,25 m'dir. Üretim patlatmaları için açılan deliklerin çapı 102 mm, delik uzunluğu 5,5 m'dir (Şekil 3.10).

Üretim patlatmalarında; genellikle ateşleme için delik dip kapsüllerinin geçikme süresi 500 ms, delikler arası gecikme süresi 9 ms ve sıralar arası gecikme süresi ise 33 ms olarak seçilmektedir. Patlatmalarda her bir delikte yemleme için 500 gram emülite jelatin dinamit kullanılmaktadır. Üst sıkılama boyu minimum 2 m olacak şekilde ANFO kullanılmaktadır (Şekil 3.10 ve Şekil 3.11).



Şekil 3.10 Üretim patlatmalarının delik dizaynı.



Şekil 3.11 Bir patlatma deliğinin görünümü.

5,5 m boyundaki patlatma deliğinin yaklaşık olarak 3,5 m'si ANFO ile doldurulmakta, 2 m'si sıkılanmaktadır. 4 inç (102 mm) çaplı deliğin her bir metresi için dökme olarak 6,5 kg ANFO doldurulmaktadır (Şekil 3.12 ve Şekil 3.13).



Şekil 3.12 Patlatma deliğinin doldurulması.



Şekil 3.13 Patlatma deliğinin sıkılanması.

89 mm çaplı deliğin her bir metresi için dökme olarak 5 kg ANFO doldurulmaktadır buna göre;

$$Q_t = Q_c \times h_c \quad (3.1)$$

$$5,0 \text{ kg/m} \times 3,5 \text{ m} = 17,5 \text{ kg ANFO}$$

Burada;

Q_c : m³ delik şarj miktarı (kg) (5,0 kg)

h_c : Delik şarj boyu (m)

Q_t : Toplam şarj miktarı (kg)

$$W = B \times S \times H \quad (3.2)$$

$$3,25 \text{ m} \times 3,25 \text{ m} \times 5,5 \text{ m} = 58,09 \text{ m}^3$$

Burada;

B: Delik dilim kalınlığı (m)

S: Delikler arası uzaklığa (m)

H: Delik boyu (m)

W: Patlatma sonrası kazanılan kayaç miktarı (m³)

Bu durumda, özgül şarj (specific charge) ise,

$$Q = Q_t / W \quad (3.3)$$

$$17,5 \text{ kg/m} \times 58,09 \text{ m}^3 = 0,30 \text{ kg/m}^3$$

Burada;

Q_t : Toplam şarj miktarı (kg)

W: Patlatma sonrası kazanılan kayaç miktarı (m³)

q: Özgül şarj (kg/m³)

0,30 kg/m³ özgül şarj oranı uygulamalarda üretim patlatmaları için yeterli değildir. Bu sebepten, 89 mm çaplı delinen delikler önkesme (presplit blasting) patlatmasında kullanılmaktadır.

Aynı durum 102 mm çaplı delinen delik için ise,

$$Q_t = Q_c \times h_c \quad (3.4)$$

$$6,5 \text{ kg/m} \times 3,5 \text{ m} = 22,75 \text{ kg'dır.}$$

Burada;

Q_c : m³delik şarj miktarı (kg) (6,5 kg)

h_c : Delik şarj boyu (m)

Q_t : Toplam şarj miktarı (kg)

$$W = B \times S \times H \quad (3.5)$$

$$3,25 \text{ m} \times 3,25 \text{ m} \times 5,5 \text{ m} = 58,09 \text{ m}^3$$

Burada;

B: Delik dilim kalınlığı (m)

S: Delikler arası uzaklık (m)

H: Delik boyu (m)

W: Patlatma sonrası kazanılan kayaç miktarı (m³)

Şu halde, özgül şarj (specific charge) ise,

$$q = Q_t / W \quad (3.6)$$

$$22,75 \text{ kg} / 58,09 \text{ m}^3 = 0,39 \text{ kg/m}^3$$

Burada,

Q_t : Toplam şarj miktarı (kg)

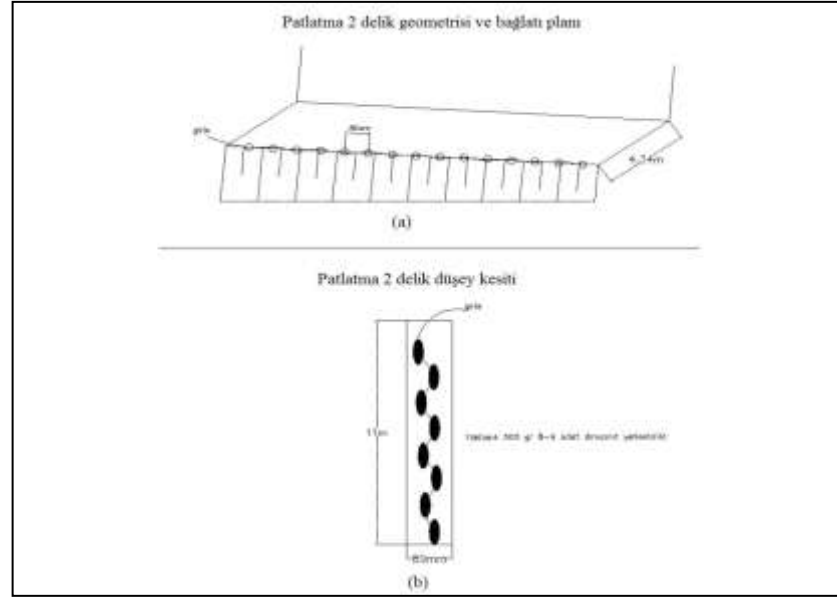
W: Patlatma sonrası kazanılan kayaç miktarı (m³)

Q: Özgül şarj (kg/m³)

uygulamada 0,39 kg/m³özgül şarj yeterlidir.

3.3.2 Önkesme Patlatmalarının Tasarımı

Ocakta, şev duraylılığını artırmak için üretim patlatmasından önce önkesme patlatması (presplit blasting) yapılmaktadır. Bu önkesme delikleri, 89 mm çapında, 11 m derinliğinde, ve basamakta belirlenen uzunluk boyunca 0,70-0,80 m aralıkla delinmektedir (Şekil 3.14).



Şekil 3.14 Önkesme patlatmalarının delik dizaynı.



Şekil 3.15 Önkesme patlatmasında dinamit ve patlayıcı fitilin hazırlanması.

Deliklerin herbirine 10 g/m'lik patlayıcı fitil üzerine birer metre aralıkla 0,50 kg ağırlıktaki dinamitler bantlandıktan sonra deliklere yerleştirilmektedir (Şekil 3.15-Şekil 3.16). Ayrıca önkesme patlatmalarında yöntem gereği delikler sıkılanmamaktadır.



Şekil 3.16 Önkesme patlatmasında patlayıcı fitile bağlanan dinamitin deliğe yerleştirilmesi.

Önkesme patlatmasından sonra basamak şevinde önkesme izleri Şekil 3.17’de görülmektedir. Önkesme delikleri ile üretim delikleri aynı anda, farklı milisaniyeli kapsüller kullanılarak patlatılabilmektedir.



Şekil 3.17 Basamak şevinde patlatma sonrası görülen önkesme izleri.

3.3.3 *Sahada Kullanılan Patlayıcı Maddeler*

3.3.3.1 ANFO

ANFO, en basit anlamda amonyum nitrat ile fuel oil'in belirli oranlarda karıştırılmasıyla oluşturulan bir patlayıcı maddedir.

ANFO, ucuz olması, bileşimindeki malzemelerin yaygın olarak bulunabilmesi, hazırlamasının kolay olması ve depolanıp, taşınması diğer patlayıcılara oranla emniyetli olması gibi sebeplerden dolayı patlayıcı sektöründe çok geniş bir kullanım alanına sahiptir.

Kaliteli bir ANFO'da bulunması gereken özellikler aşağıda sıralanmıştır.

- ANFO, pril poröz amonyum nitratlardan üretilmiş olmalıdır. Pril poröz amonyum nitratlar gözenekli yapıya sahiptir. Porozite özelliği, amonyum nitrat içerisine konan, fuel oil'in emilmesine ve poröz yapı içerisinde kalmasını sağlar.
- Amonyum nitrat/fuel oil oranı uygun olmalıdır (94,5/5,5).
- ANFO patlatma deliklerine doldururken akıcı özellik göstermelidir.
- ANFO'nun yoğunluğu çok yüksek olmamalıdır.

Pril poröz (taneli) amonyum nitratın ülkemizde üretimi yoktur. Yurt dışından ithal edilmekte ve ANFO üretiminde kullanılmaktadır. Bu nitratların yoğunlukları düşük, fuel oil emme kapasiteleri yüksektir. Düzgün akıcılık özelliğine sahip olmaları için bazı kimyasal maddeler eklenmiştir.

ANFO, eğer uygun hammaddeler kullanılarak üretilmişse ve amonyum nitrat/fuel oil oranı da 94,5/5,5 ise, patlatma işlemlerinde (patlatma ile ilgili diğer parametrelerin de uygun olması halinde) en uygun sonuç elde edilebilecektir.

3.3.3.2 Elektriksiz Kapsül (NONEL)

Elektriksiz kapsül (NONEL), 1973 yılında Nitro Nobel tarafından geliştirilen, patlatma teknolojisindeki en önemli buluşlardandır. NONEL kapsül, düşük enerji tipli iletim hattı olan ve tüpün iç kısmı reaktif bir toz ile kaplanmış elektriksiz bir ateşleyicidir. Plastik tüp, sinyal hattından geçen bir şok dalgası ile reaksiyon olur. Bu şok dalgası geciktirici elemanı ateşleyecek kadar güçlü, fakat tüpü tahrip edecek veya patlayıcı maddeleri ateşleyecek kadar güçlü değildir. Bir NONEL tüpünün şok dalgası hızı yaklaşık 2 100 m/sn'dir.

NONEL MS ve NONEL UNIDET açık ocak patlatmalarında kullanılan bir sistemdir. Uygulamalarda, atım sonucu açığa çıkan malzeme miktarında %50'ye varan artışlar sağlar.

NONEL MS her gecikme aralığı 25 milisaniye olan konvansiyonel bir ateşleme sistemidir. Bu kısa zaman aralığı, küçük çaplı ve kısa delik yükü olan 25 milisaniye gecikme aralığının uygun olduğu alanlarda kullanılmaktadır.

<u>Periyod No Gecikme</u>	<u>Zamanı (ms)</u>
3	75
4	100
5	125
6	150
7	175
8	200
9	225
10	250
11	275
12	300
13	325
14	350
15	375
16	400
17	425
18	450
19	475
20	500

Nonel Unidet, milisaniye geciktirme gerektiren her türlü açık ocak patlatmaları, kontrollü ve gecikmeli patlatmalar ve sınırsız gecikmeli patlatmalar için tasarlanmıştır. Nonel Unidet sistemi, tünel patlatmaları için uygun değildir.

Nonel United sistemi, uniform gecikmeli delik için kapsülleri ile yüzey bağlantı bloğunun birlikte kullanılmasına dayalıdır. Delik, aynı gecikme aralığına sahip delik içi kapsüller ile şarj edilir. Ateşleme sırası ise yüzey bağlantı bloğunda bulunan gecikmeler yardımıyla sağlanır.

Delik içi kapsüller 5 farklı ana gecikme, yüzey bağlantı bloklarında ise 7 farklı gecikme bulunmaktadır. Standart olarak delik içi kapsüller kırmızı renk nonel tüpler ile, yüzey kapsülleri ise pembe veya yeşil renk nonel tüpü ile bağlanırlar. Delik içi kapsüllerde gecikme aralığı 400, 425, 450, 475, 500 ms, yüzey gecikmelerinde gecikme aralığı 2, 17, 25, 33, 42, 67, 109, 176 ms arasında değişmektedir. Sahada 500 ms'lik delik içi kapsül ve 33, 42, ve 67 ms'lik yüzey gecikmeleri kullanılmaktadır.

3.3.3.3 Patlayıcı Fitol

Elektriksiz ateşleme sistemlerinden olan patlayıcı fitil, esas olarak ortada PETN denilen çekirdek, etrafında kopmaya karşı dayanıklılık vermek üzere yerleştirilen tekstil bir katman ve en dışta naylon bir kaplamadan oluşmaktadır.

Patlayıcı fitiller, metresinde içerdiği patlayıcı madde miktarı ile sınıflandırılırlar. Genelde 5 gr ve 10 gr'lık fitiller üretilirken 20, 50, 80 ve 100 gr'lık fitillerinde üretimi yapılmaktadır. Söz konusu sahada, 10 gr/m'lik fitiller kullanılmaktadır. 5 gr'ın üzerindeki fitiller kendisine dokunur durumdaki her türlü kapsüle duyarlı patlayıcı maddeyi patlatabilir. Genel olarak büyük hacimli patlatmaların yapıldığı işyerlerinde;

- Şarj esnasında güvenlik amacıyla,
- Delik içerisindeki patlayıcıların çok noktadan yemlenmesi gerektiği durumlarda,

- Gecikme vermek gerektiği durumlarda,
- Açık ocaklarda önkesme uygulamalarında,
- Tünel patlatmalarında sonkesme deliklerinde, tercih edilmektedir.

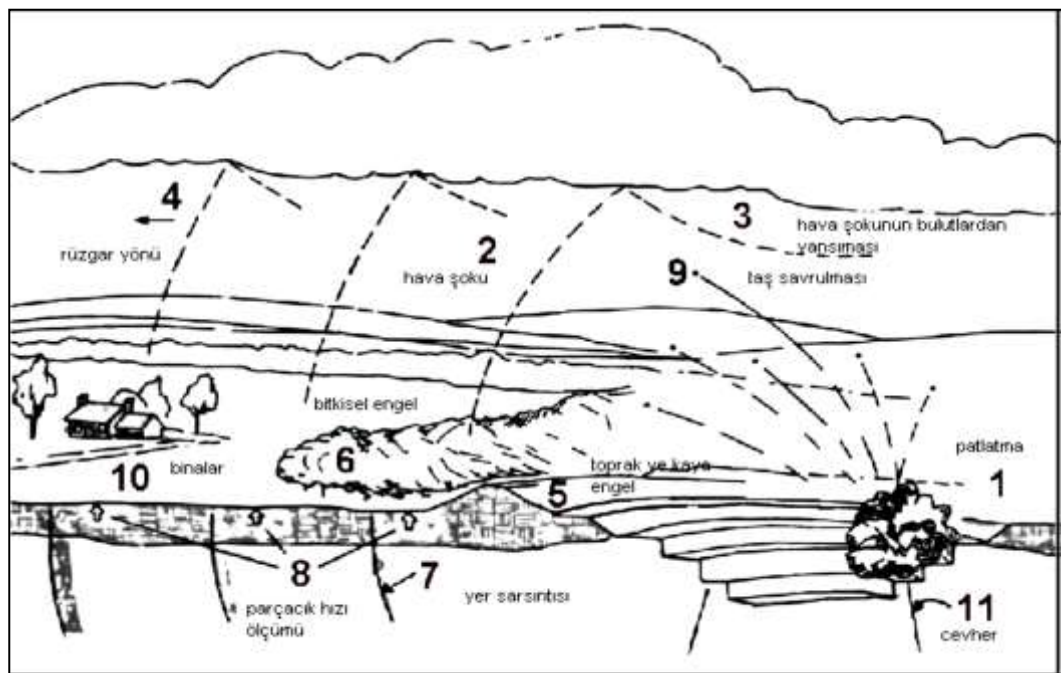
Patlayıcı fitiller, her türlü kapsül ile ateşlenebilir. Bu konuda en basit yöntem, kapsülü fitilin bir yüzüne yerleştirilip bant ile sıkıca sabitlemektir. Burada dikkate alınması gereken en önemli şey, kapsülün patlayıcı olan dip kısmının patlayıcının yayılmasını istediğimiz yöne doğru olmasıdır. Bu ayrıntı çok önemlidir. Çünkü patlayıcı dalgasının etkisi doğrusaldır. Kapsüle doğru yönlendirme olmamışsa, fitil ateş almayabilir. Kapsül, patlayıcı fitilin sonunda en az 15-20 cm geriye bağlanmalıdır. Ayrıca, kapsülün sabitleneceği fitilin üzerindeki kısmın kuru olmasına dikkat edilmelidir. Güvenli ve başarılı bir patlatma operasyonu için yeterli sayıda bağlantı gereklidir. Patlayıcı fitillerin bağlantısı, düğüm veya şerit şeklinde yapılır. Özel durumlar dışında, basitlik, güvenlik ve uygulamadaki rahatlık açısından düğüm bağlantı çoğunlukla kullanılır.

3.3.3.4 Emülsiyon Dinamit

İçeriğinde, Amonyum Nitrat $>70\%$, Su $<10\%$, Stabilazer $\% 0-5$, Yağ $\% 0-10$, Tampon Çözelti $\% 0-1$ gibi bileşenler bulunmaktadır. Normal şartlarda patlayıcı değildir. Kapsüle duyarlı yüksek güçlü emülsiyon patlayıcıdır. İdeal patlama hızı 6 345 m/sn, ideal patlama basıncı 119 350 atm'dir. Yüksek iş güvenliğine sahiptir. Suyu karşı çok dirençlidir. Bileşiminde nitrogliserin veya nitroglükol içermediği için, sürtünme ve patlamaya karşı, dinamite göre çok daha güvenlidir. Nitrogliserin bazlı dinamitler gibi baş ağrısı yapmamaktadır. İnşaat sektörü, tünelcilik ve madencilik sektöründe kullanım alanı bulunmaktadır.

PATLATMA KAYNAKLI ÇEVRESEL ETKİLER

Patlatma tasarımının iyi yapılamaması sonucu oluşan taş savrulması, hava şoku ve yer sarsıntısı gibi olumsuzluklar, psikolojik ya da çevresel rahatsızlıklara neden olabilmektedir (Şekil 4.1). Bu rahatsızlıklar haklı ya da haksız olarak şikayetlere, madencilik faaliyetlerinin engellenmesine, kısıtlanmasına ya da yatırımcıların tazminat ödemek zorunda bırakılmasına sebep olabilmektedir.



Şekil 4.1 Patlatmalarda çevresel etkiler (Alpaydın ve diğerleri, 2004).

Doğal olarak, yeraltı kaynaklarının değerlendirilip ülke ekonomisine kazandırılması ve bunun içinde delme ve patlatma işlemlerinin yapılması zorunludur. Ancak bu faaliyetlerin çevreye duyarlı ve rahatsızlık vermeyecek biçimde yapılması gerekmektedir. Zaten madencilik faaliyetleri de yeraltı kaynaklarının değerlendirilmesi ve insanlığın yararına sunulabilmesi için yapılmaktadır. İnsanlığın yararına çalışmalar yapılırken insanların rahatsız edilmesi doğru değildir. Patlatma faaliyetinde bulunacak bir maden işletmecisi, patlatma sonucu ortaya çıkacak etkileri tahmin ederek, patlama ve delik tasarımını ortaya çıkabilecek olumsuz etkileri ortadan kaldıracak şekilde yapmalıdır.

Bu olumsuz etkilerin tahmin edilmesiyle, patlatma maliyetleri bir miktar azaltılabilir. Çünkü, patlatma sonucunda ortaya çıkan hava şoku, taş savrulması, yer sarsıntıları gibi olumsuz etkilerin çokluğu, kayayı parçalamak için kullanılması gereken enerjinin bir kısmının boşa harcandığının göstergesidir. Dolayısıyla, gereksiz yere hem patlatma maliyetleri artırılmış hem de çevresel olumsuzluklar ortaya çıkarılmış olmaktadır.

Patlatma sonucunun tahmin edilebilmesi için, çeşitli araştırmalar yapılmış ve çeşitli formüller geliştirilmiş olmasına rağmen, ocak koşullarında yer sarsıntısının tahmininin yapılabilmesi zordur ve zaman alıcı işlemler gerektirmektedir. Bunun nedeni, bu formüllerin uygulanabilmesi için, her sahaya özel birçok faktörü (kayaç yapısı, jeolojik yapı, faylar vs.) göz önünde bulunduran saha sabitlerinin tespit edilmesinin gerekliliğidir. Patlatma sonucu oluşan çevresel olumsuzlukların en aza indirilebilmesi için, patlatma sonucu oluşabilecek çevresel etkilerin kolay ve pratik bir şekilde tahmin edilmesi ve patlatma tasarımının bu doğrultuda yapılması gerekmektedir.

4.1 Taş Savrulması

Patlatma işlemi sırasında patlayıcı madde kütlesi içinde yeterince hapsedilemezse, reaksiyon sonucu oluşan yüksek basınçlı gazlar atmosfere erken deşarj olur. Bu yüksek hızlı gaz boşalımının etkisiyle bazı kayaç parçaları kütlesinden ayrılır ve çok uzaklara da savrulabilir. Savrulan taş parçaları insan yaralanmalarına ve yapılarda ciddi hasarlara neden olabilir (Bilgin, 1999).

Genel olarak $0,2 \text{ kg/m}^3$ - $0,4 \text{ kg/m}^3$ aralığında şarj yoğunluğu uygulanan patlatmalarda, patlayıcının etkin enerjisinin büyük bir kısmı parçalamada ve ötelemede kullanılır. Şarj yoğunluğunun bu aralıktan daha yüksek olduğu durumlarda ise enerji fazlasının bir kısmı taş savrulmasına sebep olabilir. Bu nedenle yüksek şarj yoğunluğu gerektiren kayalarda, kütlesinin özelliklerinin iyi tayin edilmesi, delik geometrisi ve şarj özelliklerinin dikkatle kontrol edilmesi gerekir (Alpaydın ve diğerleri, 2004).

Patlatma sırasında izin verilen taş savrulma uzaklığını belirlemek için ABD’de uygulanmakta olan federal yönetmelik düzenlemeleri (30 CFR Sec. 816.67 c) esas alınabilir. Buna göre; havada hareket etmekte olan veya zemin üzerinde yuvarlanan taş parçacıklarının savrulma uzaklığı, patlatma yapılan alana en yakın yerleşim noktası ile patlatma yapılan alan arasındaki uzaklığının yarısından fazla olmamalıdır. Ayrıca görevli personel tarafından kontrol edilmekte olan güvenli alanın dışında taş savrulması istenmemektedir (OSMRE, 2004).

Patlatma sırasında taş savrulma uzaklığının tahmini için literatürde çeşitli ampirik modeller mevcuttur. Burada SVEDEFO (İsveç Detonik Araştırma Kurumu) tarafından geliştirilen eşitlik kullanılarak saha için bir ön tahmin gerçekleştirilecektir. Bu eşitlik yoluyla maksimum taş savrulma uzaklığı ve savrulan parçalarının boyutu öngörülebilir. Bu eşitlik şu şekildedir,

$$L_{in} = 260 \times d^{2/3} \quad (4.1)$$

Burada;

L_{in} : Maksimum taş savrulma uzaklığı (m)

D: Patlatma için delinen deliğin çapı (inç)

$$\Phi = 0,1 \times d^{2/3} \quad (4.2)$$

Burada;

Φ : Patlatma nedeniyle fırlayan taş parçalarının boyutu (m)

d: Patlatma için delinen deliğin çapı (inç)

Çöpler maden sahasında önkesme patlatmaları için 3,5 inç (89 mm), üretim patlatmaları için ise 4 inç (102 mm) çapında delik delinmektedir. Yukarıdaki eşitliğe bu verileri uyguladığında:

$$L_{in} = 260 \times (3,5)^{2/3}$$

$$L_{in} = 599,36 \text{ m} \approx 600 \text{ m}$$

$$L_{in} = 260 \times (4)^{2/3}$$

$$L_{in} = 655,16 \text{ m} \approx 660 \text{ m}$$

$$\Phi = 0,1 \times (3,5)^{2/3}$$

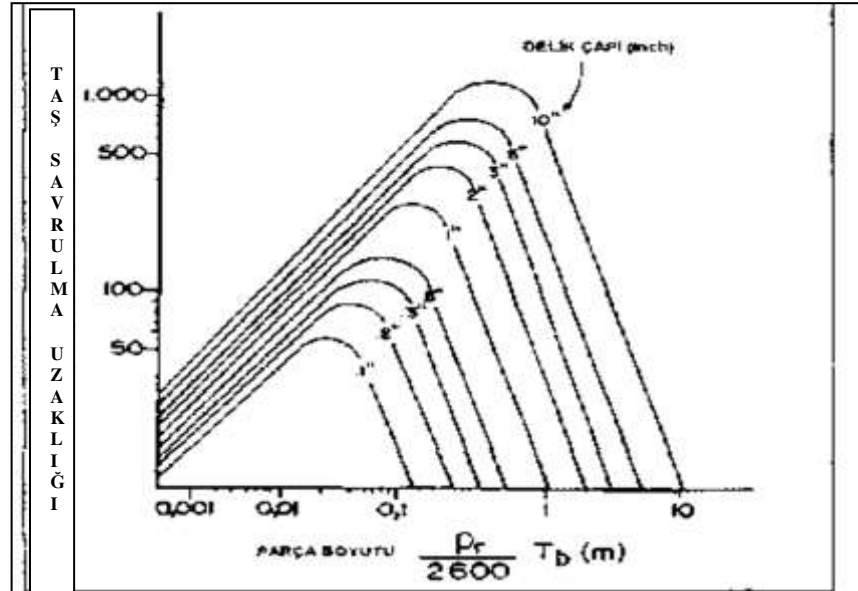
$$\Phi = 0,23 \text{ m.}$$

$$\Phi = 0,1 \times (4)^{2/3}$$

$$\Phi = 0,25 \text{ m.}$$

Yukarıda hesaplandığı gibi 3,5 inç delik çapı için maksimum fırlama uzaklığı yaklaşık 600 m ve çapı 0,23 m olacaktır. 4 inç delik çapı için ise, bu uzaklık yaklaşık 660 m olarak hesaplanmış olup çapı ise 0,25 m'dir.

Söz konusu sahada patlatmadan kaynaklı taş savrulması ve benzeri kazalardan korunmak için patlatma öncesi tüm çalışanlara; "Faaliyet esnasında patlatma merkezinin 500 m yarıçaplı alan içerisinde insan, 250 m yarıçaplı alan içerisinde mobil ekipman bulunmamalıdır." ibaresini ocak haritasına bu sınırlar aplatte edilerek duyurulmaktadır. Fakat yukarıdaki hesaplardan görüleceğ e üzere, bu ifade, önkemeli patlatmalar için, 660 m'ye, üretim patlatmaları için 600 m'ye çıkartılmalıdır.

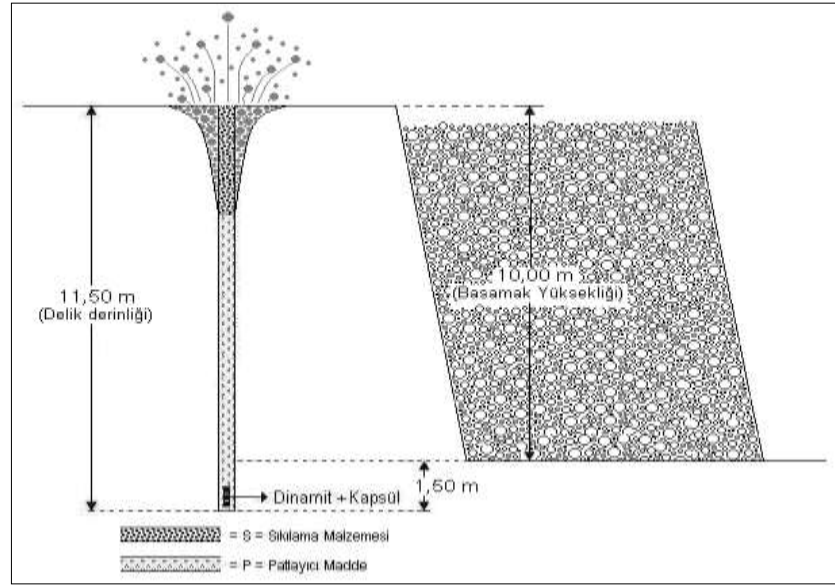


Şekil 4.2 Parça boyutu ve delik çapı parametrelerine karşılık gelen taş savrulma uzaklığı (Hüdaverdi ve Kuzu, 2005).

Aynı şekilde maksimum taş savrulma uzaklığı Şekil 4.2 yardımıyla da bulunabilir. Madencilik çalışmalarında delik çaplarının 75 mm ile 250 mm arasında değiştiği göz

önüne alınırsa Şekil 4.2 dikkate alınarak, maksimum fırlama uzaklığının 500-1 000 m arasında olacağı görülmektedir.

Taş savrulması sorunun da en önemli etken kütlesinin çatlaklık durumu ve tabakalı yapılarda kil bantları vb. zayıf bölgelerin varlığıdır (Şekil 4.3). Bu özelliklerin durumuna bağlı olarak taş savrulması basamak aynasında veya delik ağzı

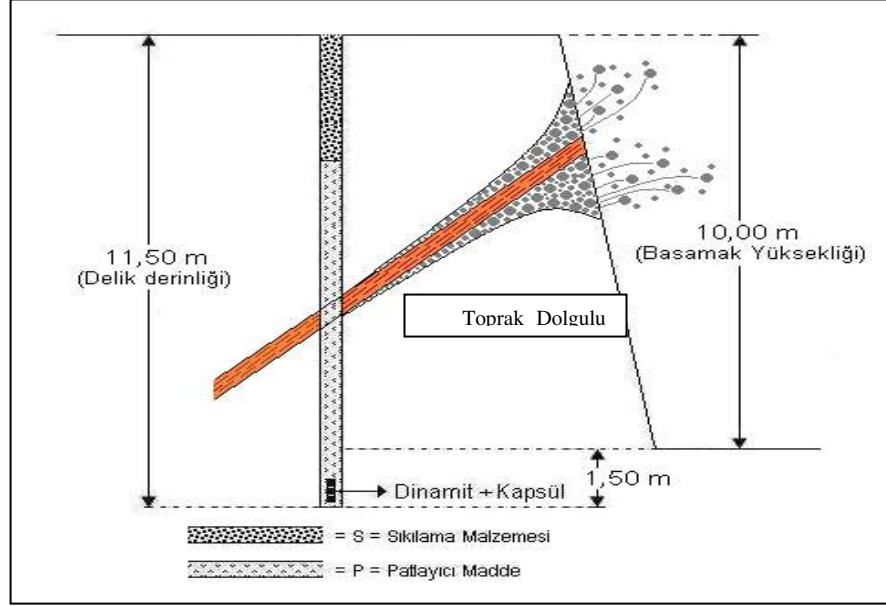


Şekil 4.3 Delik ağzından taş savrulması (Bilgin,2010).

etrafındaki zayıf ve çatlaklı bölgelerde gözlenmektedir. Yapılan araştırmalara göre ise parçaları büyük bir oranla delik eksenine paralel olarak, diğer bir deyişle, delik ağzından savrulmaktadır. Delik ağzında gözlenen savrulmaların en önemli sebebi, bir önceki kademedeki gerçekleştirilen patlatmalar sonucu örselenmiş ve önceki patlatmaların delik dibine rast gelen bölgelerdir (Alpaydın ve diğerleri, 2004).

Ayna yüzeyinde gözlenen savrulmalar ise genellikle çok çatlaklı, boşluklu veya homojen olmayan tabakalı formasyonlarında gözlenir (Şekil 4.4). Bu tür savrulmaların temel sebepleri yapısında bulunan zayıf bölgelerin veya tabakaların patlatma basıncının etkisiyle daha sağlam olan ana kaya kırılmadan yerinden savrulması, ayna yüzeyinde bulunan çukurların yük uzaklığına azaltıcı etki yapması

(krater etkisi), delgi hatası veya delik sapması sonucu planlanan yük uzaklığının azalmasıdır (Alpaydın ve diğerleri, 2004).

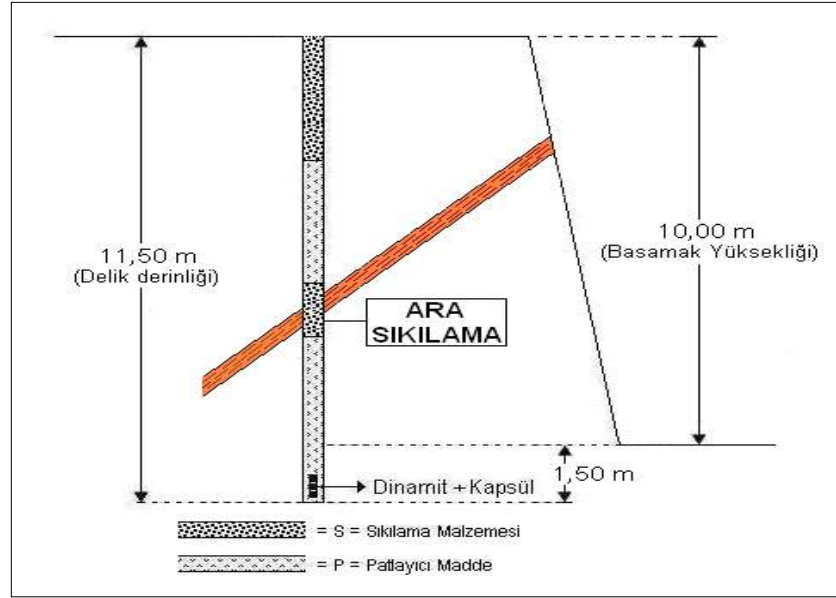


Şekil 4.4 Basamak aynasındaki toprak dolgulu faydan taş savrulması (Bilgin, 2010).

Patlatmadan kaynaklı taş savrulmasını önlemek için aşağıda belirtilen önlemler alınmalıdır (Alpaydın ve diğerleri, 2004).

- 1) Sıkılama malzemesi olarak delme sırasında ortaya çıkan pasa kullanılmamalıdır. Sıkılama için, 4-9 mm parça boyutuna sahip malzeme kullanılmalıdır.
- 2) Sıkılama boyunun gerekenden kısa olmamasına dikkat edilmelidir. Sıkılama boyunun bir önceki kademedeki gerçekleştirilen atımlar sonucu muhtemel örselenmiş bölgeyi geçecek uzunlukta olması sağlanmalıdır.
- 3) Patlatma dizaynındaki sıkılama boyu ile dilim kalınlığı arasındaki ilişki iyi hesaplanmalıdır.
- 4) Patlatmalarda taş savrulmasını azaltmak için serbest aynaya karşı yapılan patlatmalarda sıkılama uzunluğu dilim kalınlığının en az %80'ine eşit alınmalı, daha kısa olmamalıdır. Aksi takdirde taş savrulmasına yol açar (Bilgin, 2010).

- 5) Patlatmadan kaynaklı taş savrulmasının önüne geçmek için açık ayna patlatmaları tercih edilmelidir.
- 6) Özellikle küçük çaplı deliklerde ateşleme için patlayıcı fitil kullanımından kaçınılmalıdır.
- 7) Ayna yüzeyinde marn, çamur taşı gibi zayıf kayalardan oluşan tabakalar gözlenirse, delikler şarj edilirken bu tür bölgeler ara sıkılama ile geçilmeli ve bu bölgelere patlayıcı rast gelmesi önlenmelidir (Şekil 4.5).



Şekil 4.5 Toprak dolgulu fayın ara-sıkılama ile geçilmesi (Bilgin, 2010).

- 8) Ayna yüzeyinde krater etkisi yapabilecek çukurluklar mevcut ise, bu bölgeler de ara sıkılama ile geçilerek taş savrulması kontrol altına alınabilir.
- 9) Delik sapması var ise, planlanan şarj yoğunluğu artar ve taş savrulmasına neden olur.
- 10) 2 m'nin altındaki dilim kalınlıkları için sıralar arası gecikme 100 ms'nin altında alınmalıdır. Arka sıranın patlatılması sırasında ortaya çıkacak olan taş savrulmasına karşı, öndeki yığın perde görevi yapacaktır.
- 11) Şehir içlerinde, binalara çok yakın bölgelerde ve yüzey patlatmaları gibi taş savrulmasının kaçınılmaz olduğu yerlerde ise, patlatma bölgesinin ağır ve sağlam materyallerle kaplanması yöntemi uygulanmaktadır. Bu yöntemde genellikle eski araç lastikleri kesilip açıldıktan sonra yanyana sağlam tellerle

bağlanarak patlatma bölgesine örtülerek savrulan taşları durduracak bir yapı elde edilmektedir.



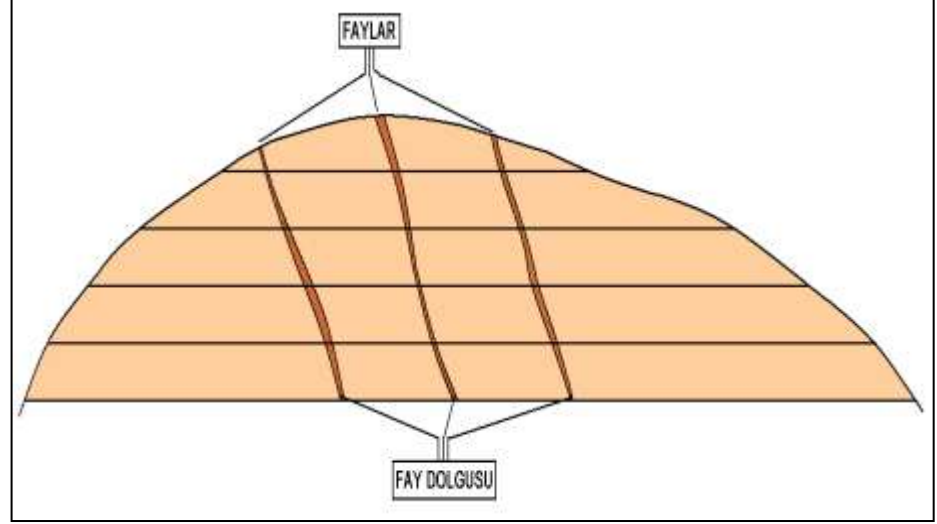
Şekil 4.6 Sahada yapılan patlatmalar sırasında taş savrulması (Bilgin, 2010).

Sahadaki patlatmalarda ortalama şarj oranı 0.39 kg/m^3 olmasına rağmen, patlatmalarda sıklıkla taş savrulması gözlenmektedir (Şekil 4.6). Taş savrulmasının sebepleri ve alınacak önlemler aşağıda belirtilmektedir.

1. Sahada yapılan patlatmalarda açık aynalı patlatma sayısal olarak çok azdır. Sıklıkla kapalı ayna patlatması yapılmaktadır. Bu durumda, patlatmadan meydana gelen enerjinin aynaya doğru yol alması zorlaşmakta ve enerji daha kolay ilerleyebileceği delik ağzına veya faylı gevşek yapılara yönelmektedir. Bu nedenle, patlatmalarda açık ayna tercih edilmelidir.
2. Önceki bölümlerde belirtildiği gibi, sıkılama boyu, minimum dilim kalınlığının (3,25 m) %80'i olması gerekirken (2,8 m), sahada 2 m olarak uygulanmaktadır. Bu sıkılama boyu 2,8 m olacak şekilde delik dizaynı yapılmalıdır.
3. Sahada gözlenen fırlamalarının bir sebebi de, önceki basamakta gerçekleştirilen patlatmalar sonucu, genellikle tam olarak temizlenmeyen

malzemenin bırakılmasıdır. Bunun için basamaklar, yükleme yapılırken mümkün olduğunca temizlenmelidir.

4. Yukarıda belirtilen önlemler alınmış olsa bile, sahada mevcut fay hatlarının varlığı nedeniyle taş savrulmaları olabilecektir (Şekil 4.7). Patlatmalar açık



Şekil 4.7 Ocak duvarının ve toprak dolgulu tali fayların temsili görünümü (Bilgin, 2010).

aynada yapılırsa bu faylar gözle kolaylıkla tespit edilebilir, fakat, kapalı aynalarda bu mümkün olmamaktadır. Kapalı aynalardaki tespit ise, delici makina operatörleri tarafından delme işlemi sırasında delme hızının değişmesi (artması gibi), matkap ucunun boşluğa, mağaraya veya toprak dolguya isabet etmesi vb gibi anormallikler olduğunda bu deliği not ederek tespit edebilir. Daha sonra tespit edilen bu deliklere, üretim patlatmalarında 4 inç. (102 mm) çaplı deliklerde, delik boyu 5,5 metre olması sebebiyle, kademeli delik şarj edilmesi uygun olmayacağı için, bu deliklere daha az patlayıcı madde doldurularak taş savrulması önlenabilir.

4.2 Hava Şoku

Patlatmadan kaynaklanan ve değerlendirilmesi gereken diğer bir çevresel etkide hava şokudur. Patlatmada, parçalanmanın son aşamasında bir miktar gaz atmosfere (açığa) çıkar, ayrıca harekete geçirilen kütlesi bir piston gibi havayı iterek havada

ilerleyen basınç dalgaları yaratır. Patlatma ile oluşan bu basınç dalgaları, normal hava basıncından daha yüksek basınçtır. Bu basınç dalgalarının işitilebilir olan ve işitilemeyen bileşenleri bulunmaktadır (Bilgin,2010).

Hava şoku ilk bakışta yüksek bir ses gibi gözüke de, bazı durumlarda aynen sarsıntı dalgaları gibi yapılara hasar verebilir. Hava şoku ile gürültü arasındaki ayrımın iyi yapılması gerekmektedir (Erkoç,1998). Hava şoku dalgaları 0,1-200 Hz arasında değişen geniş bir frekans aralığına sahip olup 20 Hz ve altındaki frekansa sahip dalgalar hava şoku olarak adlandırılır ve binalara asıl hasar veren ve temel olarak insan kulağı tarafından duyulamayan dalgalardır. Gürültü ise 20-200 Hz frekans aralığındaki değere sahip olup, çok yüksek olması halinde binaların camları kırılabilir ve insan kulağı tarafından duyulabilir (Yücel, 2008).

Hava şokunu oluşturan nedenler (Yücel, 2008):

- 1) **Hava basınç dalgası:** Patlatma sırasında aniden ve hızlı bir şekilde harekete geçen kaya kütlelerinin, havada yarattığı basınç etkisinin sonucunda ortaya çıkmaktadır. Patlayıcı madde içerisinde ne kadar iyi hapsedilmiş ise, hava şokunun bileşeni de o kadar düşüktür.
- 2) **Basınç dalgası:** Patlatma sonrası zeminde yayılan dalgaların havaya uyguladığı basınç dalgalarıdır. Diğer etkilerle karşılaştırıldığında önemsenecek etkiye sahiptir.
- 3) **Yüksek basınçlı gaz şoku:** Patlatma sonrası delikte oluşan yüksek basınçlı gazların, parçalanmış kütle içindeki boşluklardan ya da zayıf bölgelerden aniden açık havaya boşalması ve havada yüksek basınçlı farklı bir dalga yaratmasından kaynaklanır. Yetersiz sıkılama yapılan deliklerde görülen gaz boşalması da bu örneğe benzerlik göstermektedir.

Hava şoku ve gürültünün, şiddeti ve etki uzaklığının hava koşulları ile yakından ilişkili olduğu bilinmektedir. Şok dalgalarının yayılmasında rüzgar yönü, rüzgar hızı ve sıcaklık gibi atmosferik koşullar da etkilidir. Havanın kapalı ve bulutlu olduğu günlerde atmosferden yansıyan hava şoku ve gürültü dalgaları etkilerini devam

ettirebilmektedir. Basıncın yüksek olması da aynı etkileri göstermesine yol açmaktadır. Hava şokunun binalara etkisiyle, binalar üzerinde ani basınç değişimleri olabilir. Şok dalgaları yeterince büyükse 20 Hz ile 20 000 Hz frekans aralığında da binalarda hasar meydana getirebilir (Olofsson, 1990).

Hava şokunun uzaklıkla azaldığı bilinmektedir. Bu azalma faktörü (ölçekli uzaklık kavramı) aşağıda verildiği gibi ifade edilebilir (Kariman, Karadoğan, Görgün ve Tuncer,1999).

$$SD=(R/Q)^{0,333} \quad (4.3)$$

Burada;

SD: Ölçekli uzaklık

Q: Geçikme başına düşen patlayıcı madde miktarı (kg)

R: Patlatma noktasına uzaklık(m)

Ses, basınç ya da desibel (dB) olmak üzere iki farklı birim ile ifade edilmektedir. Hava şoku, basınç ya da ses ölçerler kullanılarak ölçülmektedir. İnsan kulağıyla duyulabilen yaygın aralıklı genlikler ve frekanslardan dolayı akustik mühendisleri sesi desibel terimi ile ifade etmektedir. Ses basıncı aşağıdaki eşitlik kullanılarak desibele çevrilebilmektedir.

$$dB=20 \times \log(P/P_0) \quad (4.4)$$

Burada;

P: Ölçülen tepe ses basıncı

$$P_0: \text{Referans ses basıncı (20 x 10}^{-6} \text{ Pa veya 2.9x 10}^{-9} \text{ lb/in}^2\text{)} \quad (4.5)$$

Sahada yapılan patlatmaların, patar atımlarının ya da önkese atımlarının patlayıcı fitil ile yapılması, yüksek hava şoku değerlerinin oluşmasına neden olmaktadır. Aynı şekilde önkese patlatmasında deliklere sıkılama yapılmaması, havada ses dalgalarının ve dolayısı ile gürültü oluşmasına sebep olmaktadır. Bunların seviyesi belli değerlere ulaşınca çevrede rahatsızlık ve sorunlar yaşanabilmektedir.

Hava şoku etkilerini azaltmak ve önlemek için, patlayıcı maddenin deliklere mümkün olduğunca homojen dağıtılması, deliklere gereğinden fazla patlayıcı madde

şarj edilmemesi, uygun dilim kalınlığının seçilmesi, sıkılamanın dikkatli yapılması, gecikmeli ateşleme sistemlerinin kullanılması gibi kontrollü patlatma teknikleri konularında birtakım çalışmaların yapılması gerekmektedir.

Havada oluşan gürültünün ölçülmesinde üç farklı ölçüm yöntemi (cetveli) kullanılmaktadır. Bunlar A cetveli, C cetveli ve L cetvelidir. İnsan kulağı genelde yüksek frekanslara sahip olan sesleri algılayabilmektedir. İnsan kulağının frekansa bağlı olarak, sese olan duyarlılığını belirlemede en yaygın olarak A cetveli kullanılır. C cetveli ise darbe kaynaklı ve nispeten yüksek frekanslı seslerin ölçümünde kullanılmaktadır. Patlatmalarda oluşan ses dalgaları genelde 2 Hz altında düşük frekanslı (Siskin,2000) ve anlık frekanslardır. Düşük frekanslı ses dalgalarını insanların duyabilmesi mümkün olmamaktadır. Fakat binalar en çok, düşük frekanslı dalgalara ve yüksek hava şoklarına duyarlı olduklarından, patlatma kaynaklı gürültü ölçümlerinde A cetvelinin uygulanması mümkün olmamakta ve yanlış sonuçlar doğurabilmektedir (Dowding 1992). Düşük frekanslara en az duyarlı olan C cetvelinin kullanımı da uygun düşmemektedir. Bu cetvele patlatmalarda oluşan düşük frekanslı ve anlık basınç değişimlerinin yarattığı hava şoku ölçülebilmektedir.

Türkiye’de “Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliği” (ÇGDYY) 04.06.2010 tarih ve 27601 sayılı Resmi Gazetede yayınlarak yürürlüğe girmiş olup, önceki yönetmelik yürürlükten kaldırılmıştır. Bu yönetmeliğin amacı “çevresel gürültüye maruz kalınması sonucu kişilerin huzur ve sükununun, beden ve ruh sağlığının bozulmaması için gerekli tedbirlerin alınmasını sağlamak” olarak belirtilmiştir. Türkiye Gürültü Kontrol Yönetmeliğinde sadece, patlatma gürültülerinin ölçümünde uygun düşmeyen A cetveli, madencilik ve taş ocakçılığında farklı olan bazı işkolları ve süreklilik gösteren gürültü kaynakları için verilmiş bulunmaktadır. Bununla birlikte bu yeni yönetmelik “ilave gürültü göstergeleri” kullanılması mümkündür demektedir.

ÇGDYY EK-I’de GÜRÜLTÜ GÖSTERGELERİ başlığı altında öncelikle göstergeler tanımlanmış ve açıklanmıştır. Örneğin $L_{gündüz}$ TS (ISO 1996-2)’de tanımlandığı gibi A ağırlıklı uzun dönem ses seviyesinin enerji ortalaması olup, yılın

gündüz zaman diliminin tamamına göre belirlenir denilmektedir. Oysaki patlatma gürültüsü uzun dönemli olmayan anlık bir gürültüdür. Bu nedenle A ağırlıklı uzun dönem ses ortalamasının kullanılması maddi olarak imkansızdır. Yönetmelik EK-I, Bölüm 1.2 “İlave Gürültü Göstergeleri” başlığı altında; “Bazı hallerde ilave olarak özel gürültü göstergeleri kullanılması yararlı olabilir” denilerek, ilave gürültü göstergelerine bazı örnekler verilmiştir. Verilen bu örnekler arasında;

- a) İncelenmekte olan gürültü kaynağı, ilgili zaman süresinin sadece çok kısa bir bölümünde faaliyet gösterirse, örneğin bir yılın gündüz süreleri toplamının % 20’sinden daha az olursa denilmekte.
- b) Gürültü yaratan olay sayısı ortalamasının çok düşük olması, örneğin gürültü yaratan olay sayısının saatte birden daha az olması, gürültü yaratan bir olayın beş dakikadan daha kısa bir süre içinde sona eren gürültü olması denilmekte ve buna örnek olarak geçen bir uçak veya trenin gürültüsü verilmektedir. Patlatma gürültüsü de bunlar gibi anlık bir olaydır.
- c) Gürültünün düşük frekanslı içeriğinin güçlü olması, durumları bulunmakta olup, tamamen patlatma gürültüsü olayını kapsamakta ve tanımlamaktadır. Bu nedenle bu çalışmada; patlatma gürültüsünün düşük frekans içeriğinin güçlü olmasını, patlatma gürültüsünün bir kaç saniye (beş dakikadan çok daha kısa süre) içinde sona ermesini ve yönetmelikte tanımlanan 12 saatlik toplam gündüz süresi içinde % 20’den daha az süreli olmasını dikkate alarak, gürültü değerlendirmesinde L cetvelini ve ABD Tüzüğünde verilen sınır değerleri esas almayı bilimsel ve teknik esaslara ve yönetmeliğe uygun bulunmuştur.

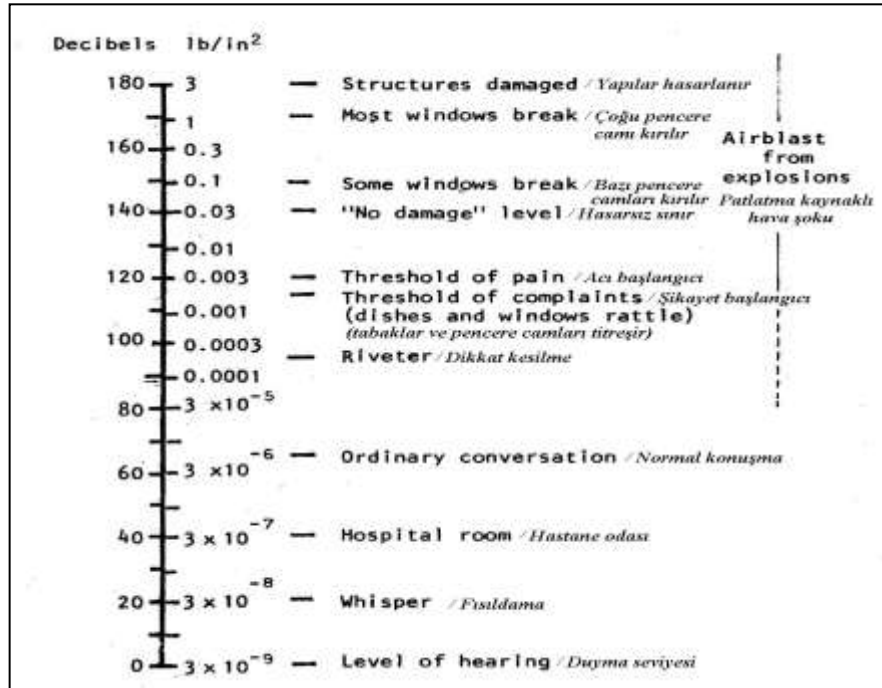
ÇGDYY Madde.4 Tanımlar bölümünde “ dBA: İnsan işitme sisteminin düşük şiddetteki seslere karşı en çok hassas olduğu orta ve yüksek frekanslara daha fazla ağırlık veren, A ağırlıklı ses seviyesi olarak tabir edilen ve gürültünün etkilenim değerlendirilmesi ve kontrolünde yaygın olarak kullanılan bir ses seviyesi ölçütünü açıklaması getirilmiştir. Bu nedenle yönetmelikte de insan kulağının orta ve yüksek frekanslara daha duyarlı olduğu kabul edilmiş olmakta ve yukarıda belirtilen husus (Dowding, 1992) doğrulanmış bulunmaktadır. Dowding (1992) L (lineer-doğrusal) tip algılayıcı ile ölçüldüğünde, pencere camlarının kırıldığı gürültü değerlerinin, 136-

140 dB aralığında değiştiğinin tespit edildiğini belirtmektedir. ABD Federal Tüzüğünde (30 CFR, Parts 816.67 (b)) aşağıda Tablo 4.1’de verilen azami değerlerin aşılması şartı getirilmiş bulunmaktadır (Bilgin, 2010).

Tablo 4.1 ABD Federal Tüzüğünde ölçüm cihazının frekans bandına uygun olarak izin verilen en yüksek gürültü düzeyleri.

Ölçüm sisteminin düşük frekans limiti (Hz)	İzin verilen azami gürültü seviyesi (dB)
2 Hz veya daha düşük	En yüksek 133
6 Hz veya daha düşük	En yüksek 129

Hoek ve Bray (1981), daha önce Ladegaard-Pedersen ve Dally (1975) tarafından hazırlanmış olan, değişik gürültü seviyelerini ve bunların yaratabileceği etkileri bir cetvel halinde sunan çalışmayı “Rock Slope Engineering” isimli kitapların da sunmuşlardır (Şekil 4.8). Şekil 4.8’e göre patlatma gürültüsü L cetvelinde 95 dB’e ulaştığında insanların dikkatini çekmeye başlamaktadır.



Şekil 4.8 Gürültünün (ses dalgalarının) farklı seviyelerine insanların ve yapıların tepkileri (Ladegaard-Pedersen ve Dally, 1975).

Kişisel şikayetler 117 dB seviyesinde başlayabilmekte olup, bu seviyede raflardaki tabaklar ve pencere camları titreşmeye (şingırdamaya) başlamaktadır. İnsanların acı veya öfke duymaya başladıkları seviye ise 120 dB'dir. Binalarda hasarsızlık sınırı 140 dB olarak verilmiştir. Hasarsızlık sınır değeri ABD tüzüğünde izin verilen değerlerden (129 veya 133 dB) yüksektir. Cetvele göre 150 dB değerinde bazı pencere camları kırılmaya başlamaktadır. Gürültü 170 dB'e ulaştığında pencere camlarının çoğunluğu kırılmaktadır. 180 dB değerinde ise binaların sıvalarında kılcal sıva çatlakları oluşmaktadır.

Sahada yapılan patlatmalardan kaynaklı gürültünün ölçümü için Sabırlı ve Çöpler köyünde sabit kurulu birer adet ölçüm cihazı vardır. Bu ölçüm cihazından alınan gürültü ölçüm verileri Bölüm 6'da ayrıntılı olarak değerlendirilip yorumlanacaktır.

4.3 Toz Emisyonu

Patlatma ile kazı yapılan açık ocak işletmelerinde, patlatma sonrası havaya toz salınımı olabilir. Bunu önlemek için aşağıda belirtilen önlemler alınmalıdır.

- 1) Sahada tekrar patlatma yapılacak yerlerde olabildiğince patlatılmış malzeme (eski imalat) bırakılmamalıdır.
- 2) Patlatma sırasında delik ağızlarından püskürmeden dolayı oluşabilecek toz salınımını önlemek için, patlatma dizaynı, gecikme aralığı ve patlayıcının kalite ve miktarına dikkat edilmelidir.
- 3) Patlatma bölgesi ve çevresi sulanmalıdır.

4.4 Patlatma Kaynaklı Yer Sarsıntısı

Sismik dalga, kayaç ortamının içinden geçerken ortamdaki parçacıkları hareket ettirir, bu parçacık hareketine yer sarsıntısı adı verilir (Ak, 2006). Yer sarsıntısı, etki alanı geniş olduğundan diğer çevresel etkilerden daha önemli görülmektedir.

Yer sarsıntıları, taşıdığı enerji nedeniyle, deprem dalgaları gibi binalara hasar verebilmektedir. Patlatma sarsıntılarının, nükleer ve deprem hareketlerinden ayırmada iki temel parametre oldukça belirgindir. Bu parametreler, patlatma sarsıntılarının frekansı ve taşıdığı enerjidir. Frekans, deprem ve nükleer patlamaların frekansından daha yüksek olup taşıdığı enerji ise, daha azdır (Adıgüzel, 2006).

Yer sarsıntılarının enerji düzeyleri ise, birkaç parametreye bağlı olarak ölçülebilmektedir. Ölçümde kullanılan parametreler, zeminin yer değiştirmesi (mm), sarsıntı hızı (m/sn), sarsıntı ivmesi (m/sn^2) ve dalga frekansı (Hz)'dir (Bilgin ve Çakmak, 2006).

4.4.1 Patlatma Kaynaklı Yer Sarsıntılarının Özellikleri

Kayacın içinde patlayıcı maddenin yarattığı sismik dalgalar; kaya ortamında bir noktadan diğer bir noktaya ulaşan enerji transferini temsil etmektedir. Ortama yeni giren enerji, denge konumunu bozarak yer değiştirmeye neden olur. Eğer kayaç, ortama giren enerjiye karşı elastik özellik göstermezse, enerji sönümlenmekte ve sadece sarsıntısı azalmış olan dalgalar yansımaktadır. Elastik özellik gösterdiğinde ise, bozulan ortamın sonucu olarak komşu ortamlar denge konumundan ayrılarak salınım meydana getirmektedir. Böylece bozulan ortamın her bir parçacığı, salınımın özelliklerini diğer parçacıklara da geçirerek ortamda dalga hareketi oluşturmaktadır (Adıgüzel, 2006).

Ortamı oluşturan parçacıklar, denge pozisyonlarında salınım ve dönme hareketi yapmalarına karşın, ortam boyunca yer değiştirmezler. Bu olayda, iki hız söz konusudur, birincisi, bozulan ortamın yoğunluğuna bağlı olarak dalga veya faz hızı, ikincisi ise, parçacık hızıdır. Zemindeki parçacığın hareket hızına, sarsıntı (titreşim) hızı da denilmektedir. Parçacık hızı her zaman dalga hızından daha küçük olmakta ve patlatmadan kaynaklanan sarsıntıların analizinde, dalga hızına göre daha yaygın bir şekilde kullanılmaktadır.

Hasara neden olan hareketler, yapıların bu deformasyonlara gösterdiği reaksiyon ile ortaya çıkmaktadır (Bilgin ve Çakmak, 2006).

Patlatmalardan kaynaklanan yer hareketleri, kısa süreli (gelip-geçici) ve düzensiz yer hareketleridir. Sarsıntı hızı kaya kütlesi içinde sıfırdan başlar, bir süre sonra en yüksek değerine ulaşır ve belli bir süre sonunda sönümlenir. Bu sönümlenmenin başlıca iki nedeni vardır. Birincisi, kaya yapısının cinsi ve özelliklerine bağlı olarak gösterdiği direnç, diğeri ise patlatma noktasına olan uzaklıktır (Adıgüzel, 2006).

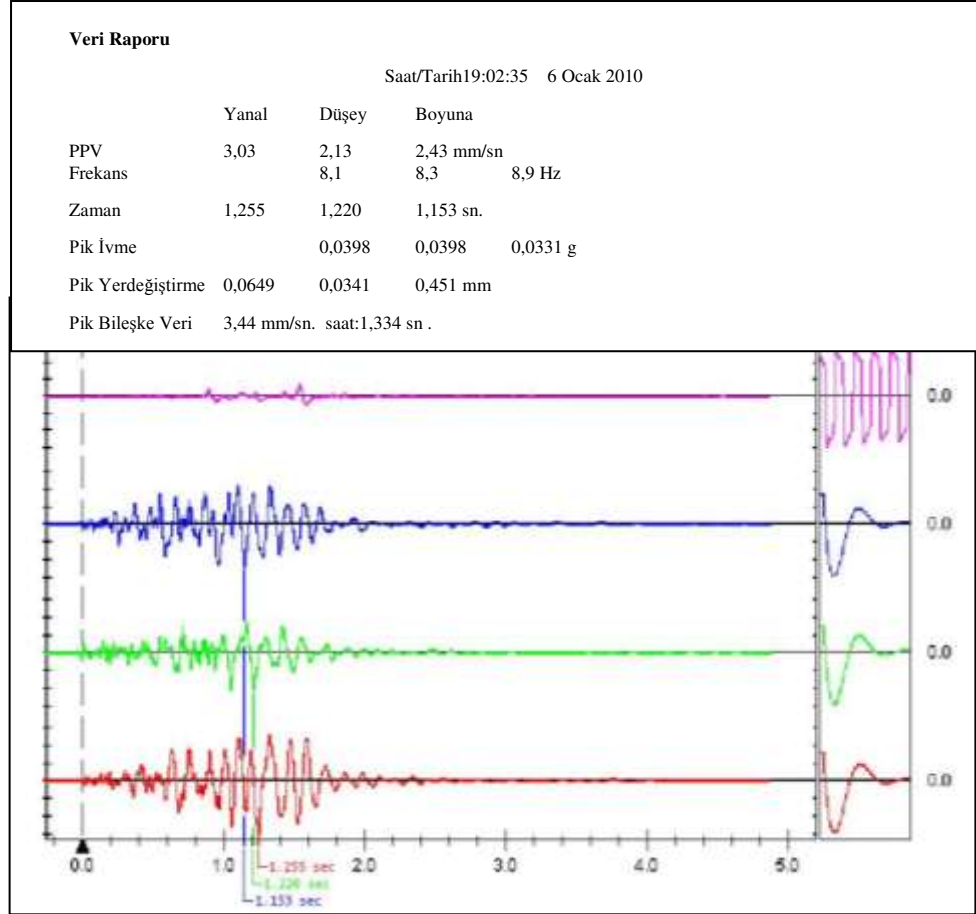
4.4.2 Zemindeki Bir Noktanın Titreşme Mekanizması

Zeminde bulunan bir nokta, uzayda X, Y ve Z ile tanımlanır. Dolayısı ile zemindeki bir nokta (parçacık) sismik etki altında kaldığında üç yönde de hareket eder (Bilgin, 2010).

Sismik dalgaların etkisinde olan bir parçacık, aşağı-yukarı (Z), sağa-sola (Y) ve ileri-geri (X) yönlerinde hareket eder, salınır ve dalga etkisi sonunda, başlangıçta bulunduğu koordinatlarda durur. Bu hareket esnasında parçacık her yönde belirli bir miktar yer değiştirir ki buna o yöndeki “yerdeğiştirme” (displacement) denir. Her yönde belirli bir hız ile hareket eder ki buna da “parçacık hızı” (particle velocity) denilir (Bilgin, 2010).

Elbette zeminde bulunan bir parçacık, uzayın üç yönünün her birinde aynı miktarda (mm) yer değiştirmez veya aynı hızla (mm/sn) hareket etmez. Bu nedenle sarsıntı ölçümleri üç yönde ayrı ayrı fakat eşzamanlı yapılır. Sarsıntı ölçen aletlerin imalatçıları, aletin jeofonlarını, sarsıntıyı üç yönde eşzamanlı olarak ölçecek biçimde üç-eksenli üretirler. Sarsıntı ölçüm cihazının jeofonu ile üç yönde ayrı ayrı algılanan hareket, cihaz çıktılarında; boyuna (İleri-geri, Longitudinal, L), düşey (Aşağı-yukarı, Vertical, V) ve yanal (Sağa-sola, Transverse, T) yönler için ayrı ayrı verilir. Emet Bor madeninde patlatma işlerini yapmakta olan NİTROMAKDNX firması tarafından 06 Haziran 2010 günü saat 19:02:35’te alınmış olan bir cihaz çıktısı örnek olarak

Şekil 4.9’da sunulmuş ve en yüksek hızların üç ekseninde farklı zamanlarda ve farklı değerlerde meydana geldiği açıklanmıştır (Bilgin, 2010).



Şekil 4.9 Emet Bor Madeninde alınmış kayıta parçacığın bileşen (üç yöndeki) grafiği.

4.4.3 Bileşen Parçacık Hızı İle Vektörel Toplam Hız Farkı

Boyuna, düşey ve yanal yönlerin her birinde oluşan değişime bileşen denilir. Her bileşendeki hareket miktarına o bileşenin yerdeğişim miktarı, hareket hızına ise o bileşenin sarsıntı (titreşim) hızı denir. Şekil 4.9’da mavi renkle gösterilen dalga biçimi boyuna bileşen (Long), yeşil renkle gösterilen dalga biçimi düşey bileşen (Vert) ve kırmızı renk ile gösterilen dalga biçimi yanal bileşen (Tran) olarak adlandırılır ve sadece o yöndeki hareket hızını tanımlar. Şekil 4.9’daki grafiklerin sol üst tarafında küçük bir tablo yer almakta olup, tablonun üzerinde sırası ile Yanal, Düşey ve Boyuna kısaltmaları ile üç bileşen ayrı ayrı gösterilmiştir. Tablonun sol yan tarafında ise PPV (Peak Particle Velocity) sembolü yer almaktadır. PPV, herhangi bir

yöndeki Tepe Parçacık Hızı anlamına gelmektedir. Örneğin Şekil 4.9'un üzerinde verilen tablo'da yanal kısaltması altında okunan 3,03 mm/sn hız, yanal yöndeki sarsıntılar içinde en yüksek olan hız değerini göstermektedir. Düşey kısaltması altında okunan 2,13 mm/sn hız, düşey yöndeki sarsıntılar içinde en yüksek olan hız değerini, boyuna kısaltması altında okunan 2,43 mm/sn hız, boyuna bileşendeki sarsıntılar içinde en yüksek olan hız değerini göstermektedir. Üç farklı yöndeki sarsıntı hızları arasında en yüksek olan değer 3,03 mm/sn olup, buna da Etkin Parçacık Hızı (En Yüksek Parçacık Hızı) denilir. Kısacası zemindeki bir parçacık (nokta) en yüksek 3,03 mm/sn hız ile yanal (transverse) yönde titreşecektir. Hasar tespitlerinde en yüksek hız değeri olan 3,03 mm/sn değerinin esas alınmasının gerektiği bilinmelidir. Frekans (f) ise, zemindeki bir parçacığın 1 saniyede kaç kez (devir/saniye) titreştiğini gösterir. Frekans Hertz (Hz) ile ifade edilir (Bilgin, 2010).

Literatürde PVS sembolü ile gösterilen ve “Peak Vector Sum” deyiminin baş harflerinden oluşan bir başka kavram daha tanımlanmaktadır. “Peak Vector Sum” deyimini Tepe Vektörel Toplam Hız anlamına gelmektedir. Bu kavram ile üç bileşende de tepe hız değerleri, aynı zamanda gerçekleşmiş gibi kabul edilir (Bilgin, 2010);

$$PVS=\sqrt{(T^2+V^2+L^2)} \quad (4.6)$$

Şekil 4.13'deki cihaz çıktısında verilen hızlar için hesap yapılırsa;

$$PVS=\sqrt{((3,03)^2 + (2,13)^2 + (2,43)^2)}= 4,42 \text{ mm/sn bulunur.}$$

Bu birinci tür vektörel bileşke hız'dır ve binanın etkisinde kaldığı gerçek sarsıntı hızını yansıtmamaktadır. Şekil 4.9'da görüleceği üzere; şeklin sol tarafında kesikli, ok işareti altında “0.0” yazan düşey bir çizgi görülmektedir, bu çizgi cihazın tetiklendiği ve kayıt almaya başladığı ya da sarsıntının başladığı anı göstermektedir. Şeklin sol üst tarafındaki küçük tablonun üçüncü satırında “Zaman” yazmaktadır. Bu ifade herhangi bir bileşen yönünde (koordinat ekseninde) en yüksek hızın, cihazın tetiklendiği zamandan kaç saniye sonra oluştuğunu göstermektedir. En Yüksek Bileşen Hızı yanal (Tran) ekseninde 3,03 mm/sn olup, cihaz tetiklendikten (sarsıntı

başladıktan) 1,255 saniye sonra meydana gelmiştir. Benzer biçimde düşey yönde en yüksek hız (2,13 mm/sn) sarsıntı başladıktan 1,22 saniye sonra, boyuna yönde en yüksek hız (2,43 mm/sn) sarsıntı başladıktan 1,153 saniye sonra meydana gelmiştir. Bir başka deyişle üç eksenin (yönün) her birinde en yüksek sarsıntı hızı aynı anda meydana gelmemiştir. Bu durumda bina, vektörel toplam hız kadar yüksek hız ile sarsılmamaktadır. Birinci tür vektörel bileşke hız, binanın gerçek hasarlanma tehlikesini göstermez ve hasar etüdlerinde dikkate alınmaz (Dowding, 1985).

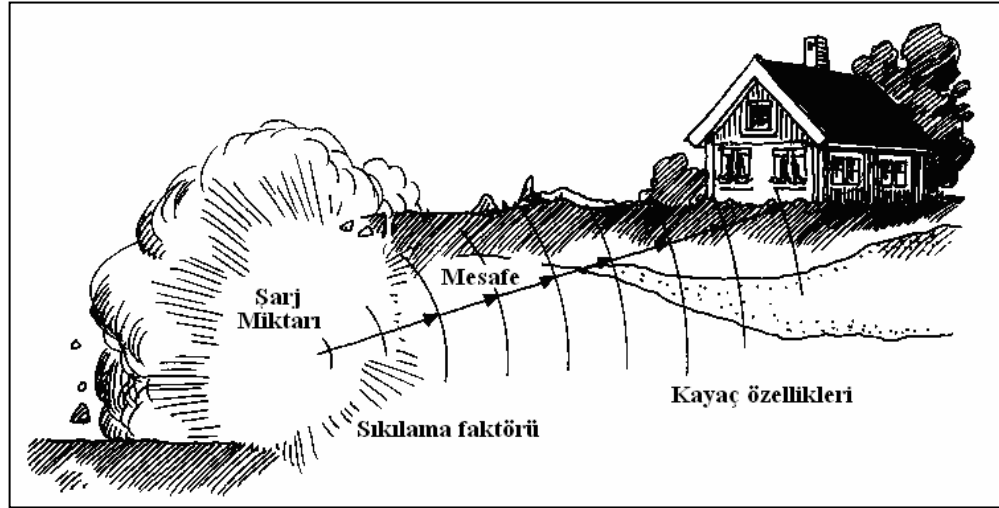
İkinci tür vektörel bileşke hız ise, bileşenlerden herhangi birinde en yüksek hız değeri olduğu anda, diğer iki bileşende o anda oluşan gerçek hızlar dikkate alınarak yine vektörel toplam alınmak sureti ile hesaplanır. Bu ikinci PVS değeri cihaz yazılımı tarafından hesaplanmakta ve tabloda verilmektedir. Şekil 4.9'daki küçük tablonun en alt satırında "Peak Vector Sum 3,44 mm/sn saat 1,334 sn" yazmaktadır. Bu 3,44 mm/sn hız değeri, sarsıntı başladıktan 1,334 saniye sonra oluşmuş olup, yukarıda verilen formül ile hesaplanır. Ancak bu hesaplamanın da hasar riski araştırmalarında kullanılması uzmanlar tarafından önerilmemektedir (Dowding, 1985). Bunun üç nedeni vardır;

- 1) Yapısal hasar bakımından önemli olan nokta, yapının, eni, boyu ve yüksekliğinin hangi yönde ve miktarda deformasyona uğrayacağı veya hasara uğramadan dayanabilme özelliğinin bulunup bulunmadığıdır. Bu bakımdan üç bileşenin bileşke hızı değil, herbirinin ayrı ayrı olmak üzere, sarsıntı hızları ve aynı yönde oluşan yerdeğişim miktarı önem taşımaktadır.
- 2) Amerika Birleşik Devletleri'nde maden ocakları yakınında bulunan yüzlerce konutun zemininde, madenlerde yapılan patlatmalar sırasında hem sarsıntı ölçümleri yapılmış, hem de binalarda hasar oluşup oluşmadığı, oluştu ise ne tür hasarın (sıva çatlağı, duvar çatlağı), hangi sarsıntı hızı seviyesinde ve hangi sismik dalga frekans değerinde olduğu araştırılmıştır. Bu araştırmaların sonucuna göre ABD Federal Tüzüğü hazırlanmış ve binalara hasar vermemek için izin verilen sarsıntı hızı seviyeleri belirlenmiştir. Bu araştırmalarda ölçülen hızlar, her bileşene ait hızlar olup, Tüzük, Yönetmelik veya Standartlarda izin verilen tepe hız değerleri en yüksek bileşen hızıdır (Dowding, 1985 ve Siskind, 2000).

07.03.2008 tarih ve 26809 sayılı Resmi Gazetede yayımlanarak yürürlüğe girmiş olan ve “Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliği” başlığını taşıyan ülkemiz yönetmeliği de ,”Vektörel Toplam Hız”yerine frekansa bağlı olarak “En Yüksek Sarsıntı Hızını (Tepe Değeri, mm/sn)”esas almakta (Bilgin, 2010).

- 3) Amerika Birleşik Devletleri’nde yapılan araştırmalar, binalarda oluşabilecek hasarın sadece sarsıntı hızına bağlı olmadığını, binadaki bir parçacığın bir saniye süre içinde kaç kez sarsıldığının (frekansın) da etkisi olduğunu göstermiştir. Vektörel toplam hız, bileşke hız değeri olup frekans değerine sahip olmadığından kullanılamaz.

4.4.4 Patlatma Kaynaklı Yer Sarsıntılarının Özelliklerini Etkileyen Değişkenler



Şekil 4.10 Yer sarsıntılarının büyüklüğüne etki eden parametreler (Olofsson, 1988).

Sarsıntı özelliklerini kontrol edilebilen ve edilemeyen faktörler olarak ikiye ayırmak mümkündür (Alpaydın ve diğerleri, 2004).

4.4.4.1 Kontrol Edilemeyen Değişkenler

Kaya kütlelerinin jeolojik ve mekanik özelliklerinin patlatmadan kaynaklanan yer sarsıntıları üzerindeki etkisi büyüktür. Homojen ve masif kütlelerinde, sarsıntı dalgaları her yöne eşit dağılım gösterirken, karmaşık yapıya sahip ve tektonizmanın

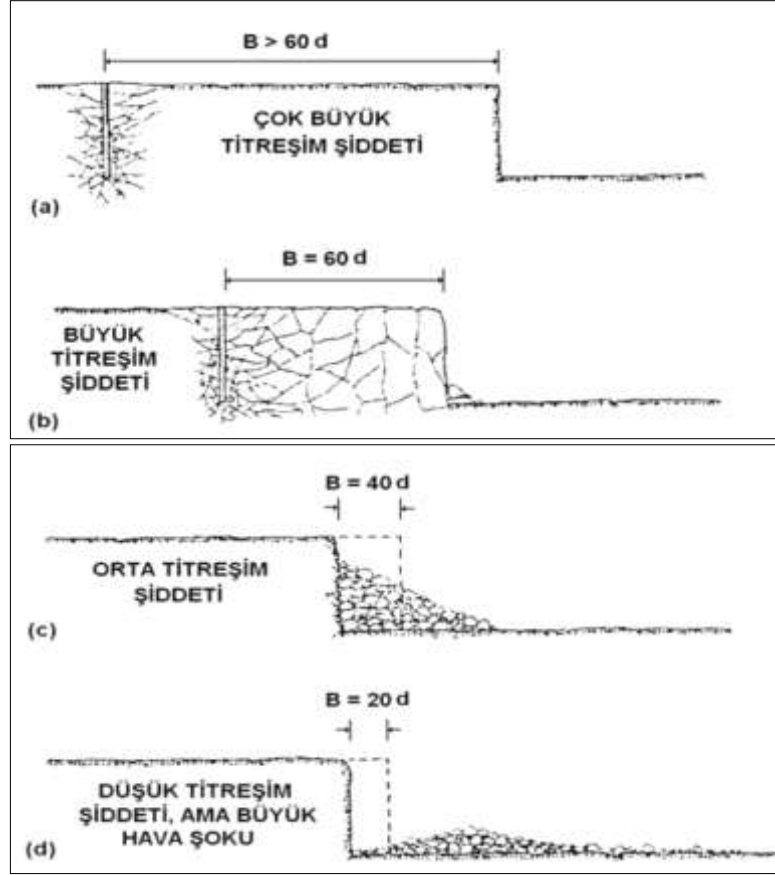
görüldüğü bölgelerde farklı yönlerde farklı değerler almaktadır. Kayaç yapısı ne kadar sağlam ve yoğun ise, sarsıntı dalgaları o kadar hızlı yayılmakta, sönümlenme de az olmaktadır. Bu tip yapıları elastik özellik taşıdığı için sarsıntı frekansları yüksek olup, frekans sönümlenmeleri azdır. Aksine kayaç yapısı zayıf ve yoğunluğunun düşük olursa sarsıntı dalgaları yavaş yayılır, daha çabuk sönümlenir. Frekans da düşük olmaktadır. Sarsıntı denetimi, sağlam kayaçlarda avantaj sağlarken, zayıf kayaçlarda dezavantaj oluşturmaktadır (Ak, 2006).

4.4.4.2 Kontrol Edilebilen Değişkenler

Kontrol edilebilen değişkenler aşağıda belirtilmektedir.

- **Gecikme başına kullanılan patlayıcı madde miktarı:** Patlatmalardan kaynaklanan sarsıntının oluşumunda en önemli etken gecikme başına kullanılan patlayıcı madde miktarıdır. Gecikmeli ateşleme sisteminde, sarsıntıyı azalmak için deliklere uygulanan şarj miktarı düşürülmektedir. Bu durumda, patlayıcı madde, gereken itme etkisini kayaya verememekte ve yer sarsıntısı artmaktadır (Alpaydın ve diğerleri, 2004).
- **Patlatma noktasına olan uzaklık:** Patlatma noktasından uzaklaştıkça oluşan sarsıntı dalgaları sönümlenmekte, sarsıntı dalgalarının düşük frekanslı bileşenlerinin enerji oranı ise artmaktadır (Alpaydın ve diğerleri, 2004).
- **Şarj yoğunluğu:** Şarj yoğunluğunu düşürmek, sarsıntıları azaltmaktan çok artmasına sebep olmakta ve kaya kütlelerinin arkasına sarsıntı vermektedir. Şarj yoğunluğundaki % 20'lik bir azalmanın 2–3 kat sarsıntı artışına neden olduğu görülmüştür (Alpaydın ve diğerleri, 2004).
- **Gecikme zamanı:** Gecikme aralığı uygun seçilirse dalgaların birbirini yakalayarak sönümlemesi mümkün olabilir. Uygun seçilmez ise, dalgalar üst üste binerek büyür (süperpoze) ve genlikleri artabilir (Alpaydın ve diğerleri, 2004).

- **Ateşleme yönü:** Patlatma, hasar görme riski en fazla olan yapıya en yakın delikten başlatılmalıdır. Bu yapıldığı takdirde sarsıntı dalgalarının üst üste binmesi (superpositioning) ve sarsıntı seviyesinin %15-25 oranında artma olasılığı da ortadan kaldırılabilir (Bilgin, 2010).
- **Delik çapı (D):** Delik başına patlayıcı madde miktarı, çapın karesi ile orantılı olduğundan ve dolayısıyla kullanılacak patlayıcı miktarında çok fazla artış meydana geleceğinden, delik çapındaki artış sarsıntıların etkileri açısından olumsuzdur (Ak,2006).
- **Delik eğimi:** Eğimli patlatma delikleri, taban seviyesinde enerjinin daha iyi kullanılmasına hatta sarsıntının azalmasına yardımcı olur (Ak, 2006).
- **Delikler arası uzaklığa (B):** Patlatma sonrası ortaya çıkabilecek tırnak problemlerini ortadan kaldırmak ve iyi bir parçalanma sağlamak için mümkün olan her durumda $H/B > 2$ ilişkisi korunmalıdır (B; dilim kalınlığı)(H: Basamak yüksekliği) (Şekil 4.9) (Ak, 2006).
- **Dilim kalınlığı (B):** Delik geometrisi uygun bir şekilde planlandığında, delikteki patlayıcı maddenin enerjisinin bir kısmı dilimdeki kayaç yapısını kırar ve bir miktar ileriye öterler, bir kısmı ses olarak, bir kısmı da sismik enerji olarak çevreye verilir. Dilim kalınlığı az ise, ses enerjisi artar, kırılma ve sismik enerji azalır, fazla ise ses enerjisi azalır, sismik enerji artar (Ak, 2006).



Şekil 4.11 Dilim kalınlığının sarsıntı şiddetine etkisi (Jimeno, 1995).

- **Sıkılama:** Sıkılama yüksekliği çok fazla ise parçalanma problemleri meydana gelir. Ayrıca patlayıcı gazların hapsedilmesi artar ve sarsıntı seviyeleri daha yüksek olur (Ak, 2006).
- **Tırnak payı:** Gereğinden fazla tırnak payının bırakılması, hem fazla iş gücüne hemde sarsıntının artmasına sebep olur (Ak, 2006).
- **Patlayıcı madde türleri:** Patlatma hızı düşük değerde olan patlayıcılar, doğal olarak daha düşük değerde yer sarsıntısı oluşturur. Buna karşın, patlatma hızı daha yüksek patlayıcılarda, birim zamanda reaksiyona giren patlayıcı madde miktarı daha fazla olduğundan, ortamda yayılan sismik enerji miktarı daha fazladır ve ortamda düşük basınçlı patlayıcılara göre daha fazla yer sarsıntısına neden olur (Karakuş, 2000).

4.4.5 Patlatma Kaynaklı Yer Sarsıntılarının Patlatma Hasar Kriterleri

Yaklaşık 60 yıldır, çeşitli araştırmacılar tarafından geliştirilen patlatma hasar kriterleri aşağıda verilmektedir (Atlas yayınları, 1985).

- **Rockwell'in Enerji Formülü:** 1934 yılında Rockwell patlatma sonucu meydana gelen sarsıntı enerjisinin $f \cdot A^2$ ile orantılı olduğunu belirtmiştir. Burada f: frekans, A: genliği ifade etmektedir.
- **USBM'nin Formülü:** 1942 yılında Birleşik Devletler Maden Bürosu (USBM), şarj miktarını, zemin karakteristiklerini ve uzaklığın etkilerini birlikte ele alarak aşağıdaki formülü geliştirmiştir.

$$A=C^{2/3}(0.07e^{-0.0147d}+0.001)/100 \quad (4.7)$$

Burada

A: Yer sarsıntısının genliği (inç)

C: Şarj miktarı (libre)

d: Uzaklık (feet)

Bu formülün kullanılabilmesi için beklenen yer sarsıntısına uygun frekansın ve örtü tabakalarının derinliğine bağlı bir zemin faktörünün tahmin edilmesi gerekmektedir.

- **Crandell'in Enerji Oranı Formülü:** 1949 yılında Crandell “Enerji Oranı” yaklaşımını geliştirmiştir. Enerji oranına bağlı olarak hasar kriterleri Tablo 4.2’de verilmiştir. 1949–1960 yılları arasında hasar kriterleri, deplasman, ivme ve parçacık hızı parametreleriyle ilişkilendirilmeye başlanmıştır.

$$ER=a^2 / f^2 \quad (4.8)$$

Burada;

ER: Enerji oranı

a: İvme

f: Frekans

Tablo 4.2 Crandell'in enerji oranına bağlı hasar kriteri (Atlas yayınları, 1985).

Enerji Oranı	Hasar Tahmini
<3,0	Hasar yok
3,0-6,0	Uyarı
>6,0	Hasar var

➤ **Langefors, Kihlström ve Westerberg'in Yaklaşımı:** Langefors ve arkadaşlarının (1973), parçacık hızı ve yapı hasar gözlemine dayalı kriteri Tablo 4.3'de verilmiştir.

Tablo 4.3 Langefors'un parçacık hızını esas alan hasar kriteri (Langefors vd, 1973).

Parçacık Hızı (inç/sn)	Hasar Tahmini
<2,8	Hasar yok
4,3	İnce çatlaklar, sıva dökülmesi
6,3	Taş duvarlarda ve sıvalarda çatlamlar
>9.1	Ciddi boyutlu çatlamlar

➤ **Edwards ve Northwood'un Parçacık Hızı Yaklaşımı:** Edwards ve Northwood'un Kanada'da yaptıkları araştırmalar ışığında parçacık hızına bağlı hasar tahminleri Tablo 4.4' de verilmiştir.

Tablo 4.4 Edwards ve Northwood'un parçacık hızını esas alan yaklaşımı (Atlas yayınları, 1985).

Parçacık Hızı (inç/sn)	Hasar Tahmini
<2	Hasar yok
2-4	Uyarı düzeyinde
>4	Hasar çok

➤ **USBM'nin Yaklaşımı:** 1971'de Birleşik Devletler Maden Bürosu'nun yaptığı daha kapsamlı araştırmalar sonucu parçacık hızına bağlı hasar tahmini Tablo 4.5'de verilmiştir.

Tablo 4.5 USBM'nin yaklaşımı (USBM Bülteni, 1980).

Parçacık Hızı (inç/sn)	Hasar Tahmini
<2	Hasar yok
2-4	Sıva çatlakları
4-7	Hasar başlangıcı
>7	Yapıda aşırı hasarlar

➤ **Cannet, Bauer ve Calder'in Yaklaşımı:** Cannet ve arkadaşlarının çeşitli ekipman ve muhtelif yapı türleri için parçacık hızına bağlı hasar tahmini Tablo 4.6'de verilmiştir.

Tablo 4.6 Cannet ve arkadaşlarının hasar kriteri (Atlas yayınları, 1985).

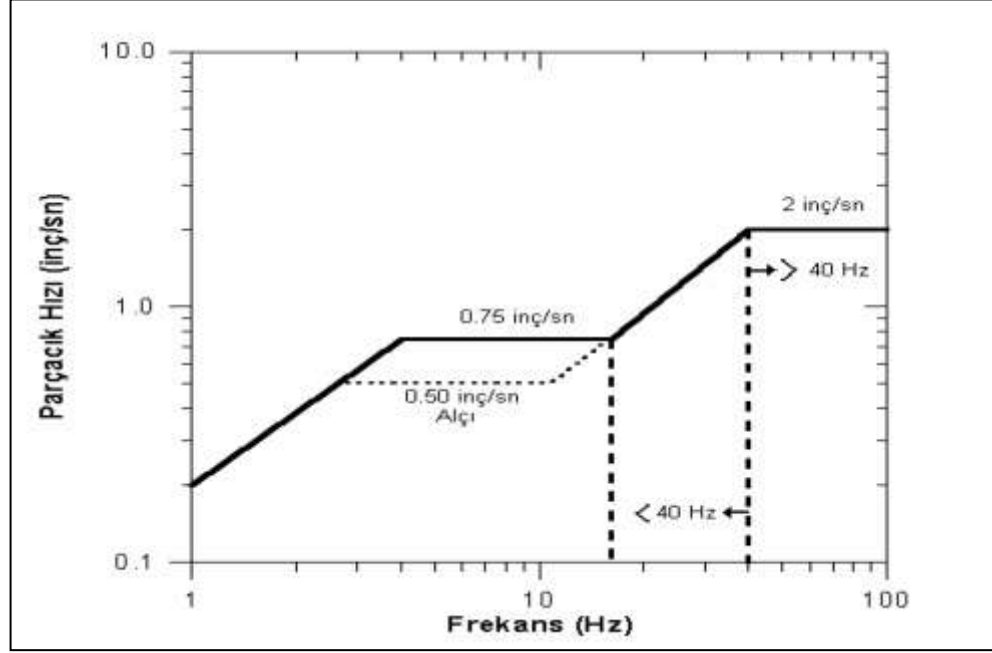
USBM'nin yaklaşımı (USBM Bülteni, 1980).Yapı Türü	Hasar Tahmini	Hasarın Başladığı Parçacık Hızı (inç/sn)
Evler	Sıvada çatlaklar	2
Yeni bir binadaki beton bloklar	Blokta çatlaklar	8
Muhafaza borulu sondaj delikleri	Yatay bükülmeler	15
Mekanik ekipman; pompalar,kompresörler	Şaft eğilmeleri	40
Beton temel üzerine inşa edilmiş prefabrik metal binalar	Temel çatlakları, binada bükülme ve çatlaklar	60

➤ **USBM'nin Son Patlatma Hasar Tahmini:** Birleşik Devletler Madencilik Bürosu, açıkocak patlatmalarından kaynaklanan yersarsıntısının yapılara olan etkisi ve zararlarıyla ilgili 1980'de Siskind ve arkadaşlarına 219 üretim atımının 79 evdeki etkisini belirlemeye yönelik bir çalışma yaptırarak sonuçlarını yayınlamıştır (USBM bülteni, 1980). Bu çalışmada,sadece parçacık hızlarının değil, frekansların da hasar oluşumunda etkili olduğu vurgulanmaktadır. USBM RI 8507 (USBM bülteni, 1980) raporunda belirtilen sonuçlar aşağıda verilmektedir.

- Parçacık hızı hala en iyi yer sarsıntısını tanımlama ve kontrol aracıdır,
- Parçacık hızı, sarsıntıya karşı tepki özellikleri iyi tanımlanmış bir yapı grubu için tahribat potansiyelini açıklayabilecek en pratik kontrol aracıdır,
- Patlatmacı bütün atımları sarsıntı cihazı ile izleme yükümlülüğünü almamak için, muhafazakâr bir yaklaşımla, ölçekli uzaklığın kareköklü uygulamasını seçer ($R/\sqrt{Q}$). Bu tip ölçekli uzaklıkta sarsıntı seviyeleri 0,08–0,15 inç/sn (2-3,8 mm/sn) civarında olmaktadır,
- Düşük frekanslı (≤ 40 Hz) patlatmalarda zarar verme potansiyeli yüksek frekanslı (≥ 40 Hz) patlatmalarda söz konusu olan potansiyelden daha fazladır,
- Bina inşaat tipleri, minimum beklenen zarar seviyesine etki eden bir faktördür. Alçı panellerden oluşan (kuru duvar) iç duvarlar, eski tahta kalas üzeri sıva kaplamalı duvarlara göre sarsıntı zararına karşı daha dayanıklıdır,
- Pratik olarak düşük frekanslı yer sarsıntılarını yaratan patlatmalar için emniyet sınırı; modern alçı pano duvarlı evler için 0,75 inç/sn (19 mm/sn), tahta kalas üzeri sıva duvarlı evler için 0,50 inç/sn (12,7 mm/sn)'dir. 40 Hz üzeri frekanslarda tüm evler için emniyetli parçacık hızı, maksimum 2,0 inç/sn (51 mm/sn) olarak tavsiye edilir. Bütün evlerde; zamanla çeşitli çevresel basınçlardan, havadaki sıcaklık ve nem değişimlerinden, taban yerleşimlerinden doğan oturmalarından, yerdeki nem değişimlerinden, rüzgârdan ve hatta ağaç köklerinin su emmesinden dolayı çatlaklar oluşur. Bunların sonucu olarak çatlak meydana geldiği (herhangi bir nedenden dolayı, örneğin kapıyı hızlı çarpmak) durumlarda; mutlak bir minimum sarsıntı limit değeri olmayabilir. 0,50 inç/sn (12,7 mm/sn) altında maksimum parçacık hızı oluşturan patlatmalarda zarar verme şansı; sadece çok az değil (en kötü durumda %5) aynı zamanda sarsıntı seviyelerinin bütün aralıkları için dikey ekseninde ortalama tahmin değerlerinden daha hızlı bir şekilde düşer.

Ayrıca USBM tarafından hem yapılarda ölçülmüş sarsıntı artımlarını, hem de tahribat özelliklerini kullanan, alternatif olarak tavsiye edilen patlatma seviyesi kriterleri geliştirilmiştir. “Alternatif Kriter Analizi” olarak adlandırılan bu metot, daha düzgün bir kriter setidir (Şekil 4.12). Fakat hem hareketi hem de hızı içine alan daha sıkı bir ölçüme ihtiyaç gösterir. Bu sistem; 40 Hz altında en iyi tahribat

kriterinin, frekansın bir fonksiyonu olarak maksimum parçacık hızı olduğunu göstermektedir.



Şekil 4.12 USBM'nin alternatif kriter analizi (USBM bülteni, 1980).

ABD Açık Ocak Madencilik Bürosu (OSM), yer sarsıntısı ve hava şokunu kontrol altına almak için patlayıcı maddelerin nasıl kullanılması gerektiği konusundaki son raporunu 8 Mart 1983 tarihinde yayınlamıştır. Bu kurallar patlatma etkinliklerinin kontrolü konusundaki en iyi kurallar olup açıkocak kömür madenciliğinde uygulanmaktadır. OSM kuralları; patlatma sorumlusuna, aşağıdaki üç metottan birini kullanmasını tavsiye etmektedir.

1. Metod Parçacık hızı kriterinin sınırlanması: Patlatma sorumlusu; atımı, Tablo 4.7'de gösterilen patlatma noktası ile ölçüm noktası arasındaki uzaklığa bağlı ölçekli uzaklık dizayn faktörlerine uygun düzenlenmelidir. Ölçekli uzaklık faktörleri, uzaklıkla değişerek, maksimum parçacık hızları limitlerini değiştirmektedir. Bu metod Tablo 4.7'deki OSM ölçekli uzaklık faktörleri uygulandığı sürece, sismik kayıt almaya ihtiyaç duyulmamaktadır.

Tablo 4.7 Uzaklığa bağlı mücadele edilen ölçekli uzaklık faktörleri (Dowding,1985).

Patlatma Noktasına Uzaklık		Sismik İzleme Yapılmadan Kullanılabilecek Ölçekli Uzaklık Faktörü (SD)
Ft	Metre	
0-300	0-90	50
301-5000	91-1500	55
>5001	>1500	65

2. Metod Ölçekli uzaklık denklemi kriteri: Her patlatmanın, maksimum parçacık hızını izleyebilecek kapasitede bir sismograf tarafından izlenmesi gerekmektedir. Maksimum parçacık hızı Tablo 4.8’de gösterilen seviyelerin altında kaldığı müddetçe operator kurallara uymaktadır. Her gecikme için patlayıcı madde miktarını hesaplamada izin verilen değerler; çok sıkı bir biçimde ölçekli uzaklık faktörüyle sınırlandırılmamıştır.

Böylelikle operatör daha büyük atımlar tasarlayabilir, daha büyük çapta delik açabilir ve daha büyük basamak veya daha geniş delik paterni kullanabilir. Eğer patlatma sonucunda aşağıda belirtilen uzaklıklar için öngörülen sarsıntı seviyesi aşılsa, OSM’nin öngördüğü ceza uygulanır. Patlatma noktasının en yakın yapıya uzaklığı arttıkça, izin verilen hız artmaktadır. Patlatma noktasından uzaklaştıkça, parçacık hızından daha çok, düşük frekanslar zarar vermektedir.

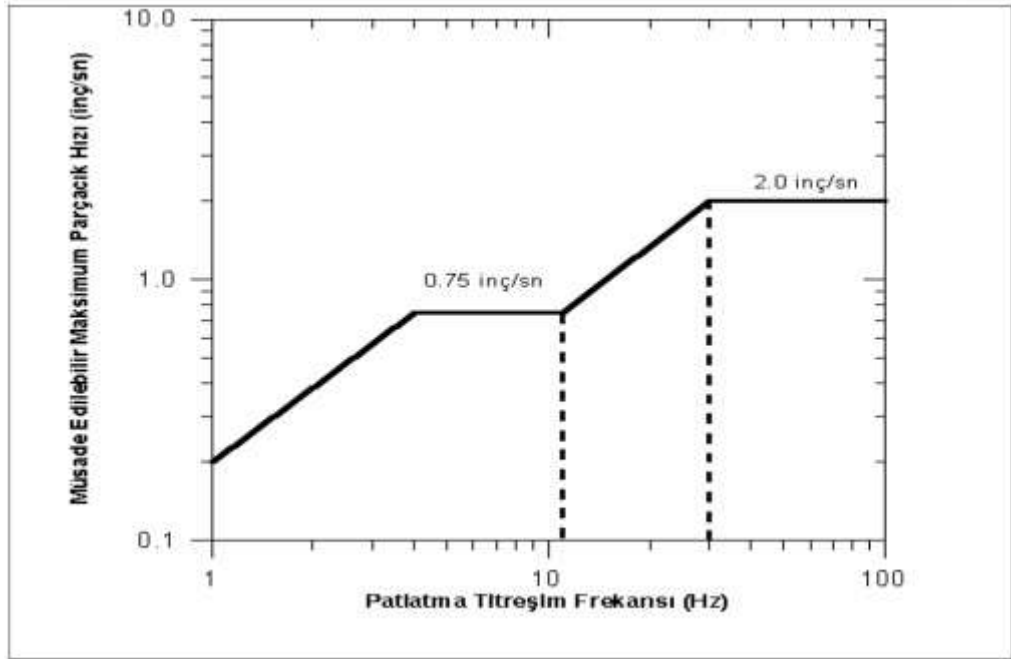
Tablo 4.8 Patlatma noktasından belirli uzaklıklarda maksimum parçacık hızları (OSM bülteni, 1983).

Patlatma Noktasına Uzaklık		Sismik İzleme Yapılmadan Kullanılabilecek Ölçekli Uzaklık Faktörü (SD)	
Ft	metre	inç/sn	mm/sn
0-300	0-90	1,25	31,75
301-5000	91-1500	1,00	25,40
> 5001	> 1500	0,75	19,05

3. Metod Patlatma seviyesi grafiği kriteri: Patlatma sorumlusunun frekansla birlikte değişen parçacık hızı seviyelerini (Şekil 4.13) kullanmasına izin verilir. Bu metotta, patlatmadan kaynaklanan yer sarsıntısı dalga frekanslarının analizinin ve her atımın parçacık hızı ölçümlerinin yapılması gerekmektedir.

Baskın frekansları bulmak için, dalga şekli analiz edilmekte ve bu frekanslara gelen parçacık hızları belirlenmektedir. Birçok durumda, her bir frekansın şiddetini analiz etmek için elektronik cihazlara ve yetenekli bir sismolog tarafından yapılması gereken sayısal analizlere ihtiyaç bulunmaktadır. Bu yöntem, patlatmalardan kaynaklanan meskûn binalara ve hatta insanlara yönelik potansiyel zararları değerlendirmede en iyi yöntemi temsil etmektedir.

OSM kurallarındaki bu yöntem, USBM tarafından tavsiye edilen metottan farklıdır. Şekil 4.13'deki grafik çizgisinin herhangi bir yerinde; altında kalan, belirli bir baskın frekansa karşılık gelen herhangi bir parçacık hızı emniyetli kabul edilmektedir. Grafik çizgisinin herhangi bir kesiminin yukarısında kalan değerler, bina tahribatı ve insanlara zarar verme riskini artırmaktadır.



Şekil 4.13 OSM'nin alternatif kriter analizi (OSM bülteni, 1983).

4.4.5.1 Ölçekli Uzaklık Kavramı

Ladegaard, Pedersen ve Dally yapmış oldukları literatür çalışmalarında; tipik patlatmaların, geometrik ve jeolojik şartlardaki değişimler nedeniyle, en iyi yer sarsıntısını tahmin şeklinin, gerçek atımların gözlenmesi ve analiz edilmesi olduğunu

belirtmişlerdir (Hoekve Bray, 1991). Öne sürülen çeşitli ampirik ilişkilerden en çok ölçekli uzaklık ve sarsıntı hızını esas alanlara güvenilmektedir. Ölçekli uzaklık kavram olarak, yer hareketlerinin değişik uzaklıklardaki patlatma seviyelerinin miktarları ile ilişkilidir. Ölçekli uzaklık, uzaklığa bağlı olarak kullanılan birimsiz bir faktördür (Dick ve Et, 1983). Ölçekli uzaklık, sismik dalgaların temelini etkileyen veya hava şoklarındaki enerjiyi yaratan patlayıcı madde miktarı ve uzaklığı kullanılarak ortaya konulmuş bir kavramdır. Kayada meydana gelen dalga hareketlerini yaratan toplam enerji bir seferde ateşlenen patlayıcı madde miktarına bağlı olarak değişmektedir. Patlatma kaynağından itibaren oluşan dalgalar ileriye doğru yayılırken, basınç dalgası etkisinde kalan hacmi artmaktadır (Yağanoğlu ve Altan, 1993). Ölçekli uzaklık, sismik gelişimi ve hava şoku enerjisini etkileyen gecikme başına şarj miktarı ve patlatma ile ölçüm noktası arasındaki uzaklığın kombinasyonlarından türetilmektedir.

Parçacık hızını, ölçekli uzaklığa bağlı olarak tahmin etmeyi esas alan yaklaşımlar, sarsıntı ölçüm aletlerinin gelişmesi ve kullanılmaya başlanmasıyla ortaya atılmıştır. Literatürde ölçekli uzaklığın belirlenmesinde en sık kullanılan formül aşağıda verilmektedir (Dick ve Et, 1983).

$$SD=R/\sqrt{Q} \quad (4.9)$$

Burada;

R: Ölçüm noktasının patlatma noktasından uzaklığı (m),

Q: Patlayıcı madde miktarı (kg).

Açık ocak çalışmalarında kullanılan şarj şeklinin genel olarak silindirik olması nedeniyle (şarj boyu-delik çapı oranı ≥ 6 ise silindirik, < 6 ise küresel şarj olarak kabul edilmektedir), kolon şarjından oluşan dalgalar bu silindirin genişleyen biçimiyle ilerler. Bu basınç silindirinin hacminin, yarıçapının karesiyle değiştiği kabul görmüş bir yaklaşımdır. Buradan hareketle ve yapılan araştırmalar sonucu ölçekli uzaklık için; $SD=R/Q^{0.5}$ şeklindeki ampirik ilişki geniş bir kabul görmüştür. $SD=R/Q^{0.333}$ ilişkisi de yine birçok araştırmacının kullandığı bir formüldür (Johnston ve Durucan, 1994).

4.4.5.2 Maksimum Parçacık Hızı Tahmini

Patlatmadan kaynaklanan yer sarsıntılarının önceden tahmin edilmesi, yer sarsıntılarının önlenmesinde büyük önem taşımaktadır.

Daha önce de belirtildiği gibi, gerçekleştirilen sarsıntı ölçümleri ile elde edilen parçacık hızları, bir defada kullanılan patlayıcı madde miktarı, şarj yoğunluğu, patlatma noktasına olan uzaklık ve jeolojik yapı ile ilgilidir.

Sarsıntının çevreye yayılmasında en önemli rolü, kayaç yapısının sönme katsayısı görmektedir. Patlatma noktasından uzaklaşıldığında sarsıntının özellikleri ve niteliği daha çok yer sarsıntısı dalgasının iletildiği kayaç ve zemin ortamının özellikleri tarafından belirlenir. Kayaç yapıları, içersinde yol almakta olan elastik deformasyonlara direnç gösterirler. Bu direnci yoğunluk, elastik modül ve poisson oranı gibi fiziksel parametrelerin yanısıra çatlak sistemleri, yer altı suyu, mineral oryantasyonu, faylanmalar ve kıvrılmalar gibi jeolojik elemanlar belirler. Patlatma ile oluşturulan sarsıntılarda, yapısının özelliklerine ek olarak patlatılan patlayıcı miktarı ile sarsıntının kaydedildiği noktaya olan uzaklığı önemlidir.

Birçok kişi ve kuruluş bu amaçla çeşitli araştırmalar yapmış ve ölçekli uzaklığa bağlı maksimum parçacık hızının tahmininin en iyi olduğu sonucuna varmışlardır. Maksimum parçacık hızının tahminine yönelik yapılan çalışma sonuçları aşağıda verilmektedir (Kahriman, 1995).

$$PPV=k(R/\sqrt{Q})^{-\beta} \quad (4.10)$$

Burada;

PPV: Maksimumparçacık hızı (mm/sn)

R: Ölçüm noktasının patlatma noktasından uzaklığı (m)

Q: Patlayıcı miktarı (kg)

k: Ölçüm yapılan kayacın sarsıntı iletme katsayısı

β : Kayanın sönümleme katsayısı

Değişik literatürler incelendiğinde, k ve β için bazı değerlerin verildiği görülmektedir. Ancak, doğru olan her bölge için patlatmalar yapılarak, her coğrafik yön için k ve β katsayısını belirlemektir. İşletme panolarında patlatma yapılan nokta ile hasar gören yapı arasındaki coğrafik yön üretim gereği sürekli değişmektedir. Tektonik açıdan hassas bölgelerde standart bir örnekleme yapmanın güçlüğü ortadadır. Bazen sıradan bir patlatma jeolojik ve tektonik açıdan uygun yayılımı yakaladığında beklenmedik hasarlara yol açabilir. Bu tür bölgelerde patlatma yapılacaksa mutlaka özel önlemler alınmalıdır.

4.4.6 Frekans Etkisi

Patlatma sonucu ortaya çıkan yer sarsıntılarını değerlendirmede dikkat edilen başka bir konu ise frekanstır. Frekans zemindeki bir parçacığın bir saniyede kaç kere sarsıldığını gösterir. Frekans devir/saniye veya Hertz (Hz) birimi ile ifade edilir.

Frekansın değerlendirilmesinin iki önemli sebebi vardır. Bunlar; insan tepkileri ve bina tepkileridir. Yer sarsıntısının frekans özellikleri kayacın jeolojik özelliklerine ve gecikmeli ateşlemelerde ateşleme aralığına bağlıdır (Dowding, 1985).

Frekans seviyelerine bakıldığında, genelde 10'dan küçük frekansları insanların üzerinde hissedilebilir etkisinin yanı sıra zeminde de büyük yer değişimlerine neden olduğundan dolayı hasar verme olasılıkları yüksektir (Siskind vd. 1980).

Binaların doğal frekansları ile sarsıntı dalgalarının frekanslarının örtüşmesi durumunda binalar rezonansa girerek maruz kaldıkları sarsıntı dalgalarını büyütmede ve zeminde ölçülen sarsıntı değerinden daha büyük bir değer ve daha uzun süre sarsılmaktadır. Bu durum en çok, sarsıntı frekanslarının, binaların doğal frekans aralığı olan 5–10 Hz değerlerinde olduğu zaman görülür. Bu nedenle zeminde oluşan sarsıntı değerleri limitlerde bile olsa bina rezonansa girerek sarsıntıyı birkaç kat artırabilmektedir. Binaların bu şekilde sarsıntıyı artırmalarına “ Büyütme Faktörü ” denilmektedir (Bilgin ve Çakmak 2006).

BÖLÜM BEŞ

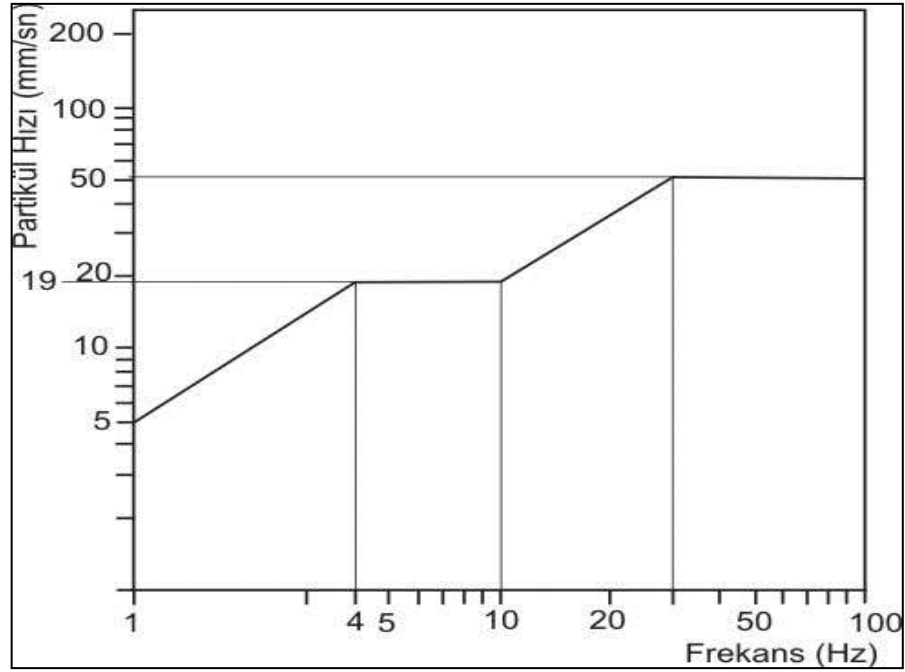
YER SARSINTISI VE GÜRÜLTÜNÜN DEĞERLENDİRİLMESİ

Resmi Gazetede (04.06.2010 tarih ve 27601 sayılı) yayımlanmış olan “Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliği” (ÇGDYY)’nin 25. Maddesi “Çevresel Titreşim Esas ve Kriterleri” bölümünü içermektedir.

Ek:1’de ÇGDYY’nin 25. Maddesinin, açıklaması verilmiştir. Ek:1’de ki 1,4,10,30 Hz sismik dalga frekansları arasındaki değerlere gereksinim duyulduğunda, Ek:1’deki Tablo 6’ya göre ara değerler hesaplanmış ve , Tablo 5.1’de sunulmuştur (Bilgin, 2010). Aynı şekilde ÇGDYY’nin 25. Maddesindeki Partikül hızı-frekans sınır değerleri Şekil 5.1’de verilmiştir.

Tablo 5.1 ÇGDYY’ye uygun olarak farklı frekanslar için hesaplanan titreşim hızları.

Sismik Dalga Frekans (Hz)	Bina Zemininde İzin Verilen Titreşim Hızı (mm/sn)
1,00	5
1,50	6,95
2,00	9,35
2,50	11,60
3,00	13,86
3,50	16,40
4–10	19,00
12,00	24,10
14	26,00
16	29,85
18	32,35
20	35,05
25	42,90
30–100	50



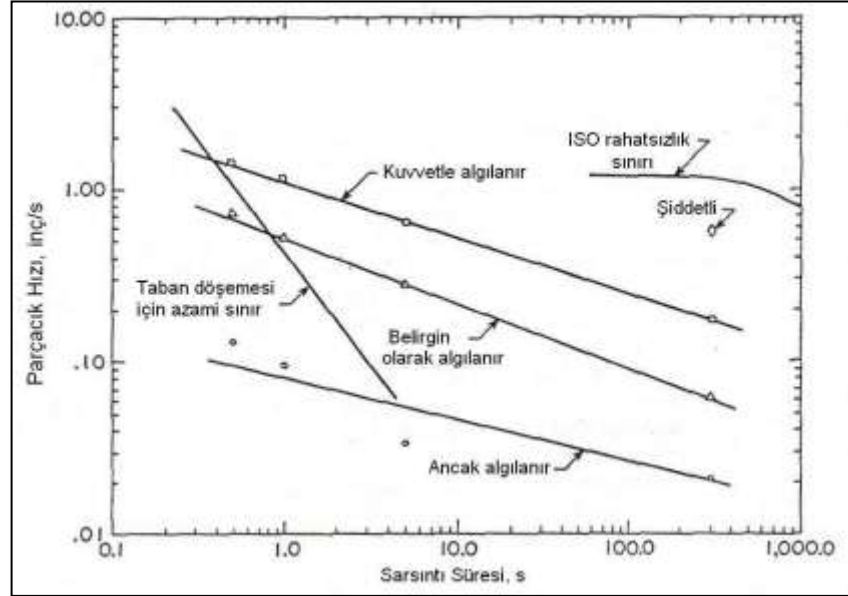
Şekil 5.1 Partikül hızı-frekans sınır değerleri (ÇGDYY madde 25/a).

ÇGDYY'nin 25. maddesi (a) bendinde maden ve taşocaklarında yapılan patlatmalardan kaynaklanan sarsıntılar için verilen 5 mm/sn sınır değeri, binalar için verilen sınır değerdir. 5 mm/sn hız değerinin altında patlatma kaynaklı sarsıntıların binalara zararı olmadığı belirtilse de, insanlar daha alt seviyedeki sarsıntıları algılayabilir ve rahatsız olabilirler. Bu durum, değerlendirme aşamasında gözönüne alınmalıdır. Buna göre literatürde insanların algılayabileceği en düşük bileşke partikül hızı 0.8 mm/sn'dir (Tablo 5.2).

Tablo 5.2 Bileşke partikül hızını insanların algılama seviyesi (Hendron ,A.J ve Oriard, L.L., 1972).

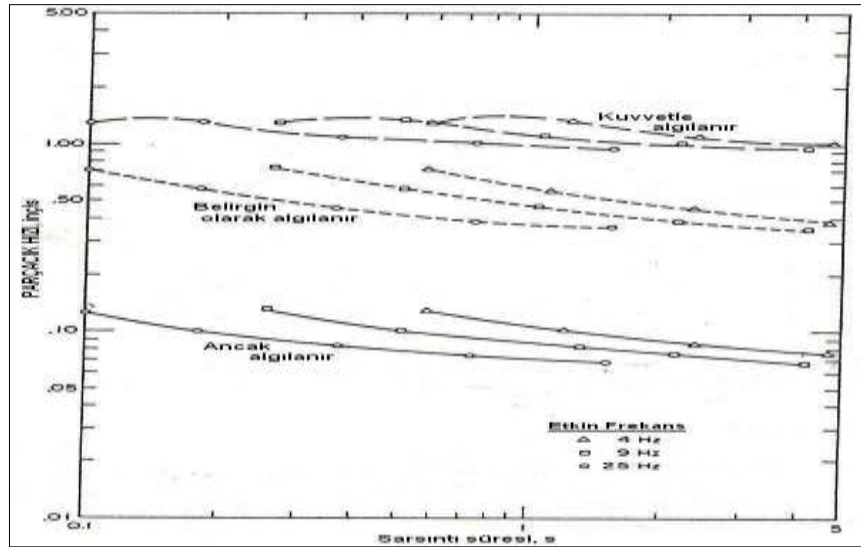
Maksimum Partikül Hızı (mm/sn)	Durum
<0.5	Algılanmaz
0.8	Algılanabilir
1.5	Hissedilebilir
5	Rahatsız edici
10	Çok rahatsız edici
<15.0	Şiddetli rahatsız edici

Şekil 5.2’de sarsıntı süresine bağlı olarak insanların değişik seviyelerde algıladıkları sarsıntı hızı değerleri görülmektedir (Siskind vd., 1980).



Şekil 5.2 Sarsıntı süresine göre insanların değişik seviyelerde algıladıkları.

Şekil 5.3’te ise sarsıntı süresine (0,1-5,0 sn) ve frekans aralığına (4-25 Hz) bağlı olarak insanların “ancak algıladıkları”, “belirgin olarak algıladıkları” ve “kuvvetle algıladıkları” düzeyler gösterilmiştir.



Şekil 5.3 Sarsıntı süresi ve frekansına göre insanların değişik seviyelerde algıladıkları.

BÖLÜM ALTI

YERSARSINTISI İLE İLGİLİ SAHA ÖLÇÜMLERİ VE DEĞERLENDİRİLMESİ

6.1 Araştırmanın Amacı

Sahada, üretimi hedeflenen malzemenin (Kireçtaşı, Mermer, Malahit, Diorit vb.) sağlam yapıda olması nedeniyle, patlatmalı kazı yapıldığından, patlatmaların çevreye etkileri incelenmiştir.

6.2 Ölçüm Cihazının Özellikleri Ve Kurulumu

Hava şoku ve yer sarsıntısı ölçümleri yapabilmek için, Sabırlı ve Çöpler köylerinde sabit birer adet olmak üzere iki adet Instansel Mini Mate Plus (IMMP) model sarsıntı izleme cihazı kullanılmıştır (Şekil 6.1).



Şekil 6.1 Instansel Mini Mate Plus cihazı.

Sabit olarak kurulmuş ve ölçüm yapılabilen bu cihazların yer sarsıntısının yönsel olarak değişimini belirlemede yetersiz olması sebebiyle, bir adet IMMP model

sarsıntı izleme cihazından da mobil olarak yararlanılmıştır. Cihazın teknik özellikleri Tablo 6.1’de verilmiştir.

Tablo 6.1 Sarsıntı ölçer InstanTEL Mini Mate Plus cihazının bazı teknik özellikleri (Çebi, 2007).

Sismik	Ölçüm aralığı	0,125 - 254 mm/sn
	Hassasiyet	0,0159 mm/sn
	Tetik düzeyi	0,1 mm/sn
	Tepe ivme	0,01-30 g (hesapla)
	Tepe yer değiştirme	0,0001 – 1,5 inc (hesapla)
	Frekans analizi	Tepe değerdeki frekansa ek olarak USBM/OSM ve DIN 4150 arazi frekans analizleri
	Doğruluk	15 Hz'lik ivme ölçer baz alındığında % 1
Hava şoku Lineer ve "C" Ağırlıklı	Ölçüm aralığı	88-142 dB. 0,03625 psi, 250 Pa (tepe)
	Hassasiyet	0,0000725 psi (0,5 Pa)
	Tetik düzeyi	1 dB. 0,0000725 psi. 0,5 Pa
	Frekans analizleri	Hava soku standardında frekans
"A" Ağırlıklı Ses	Ölçüm aralığı	55-110 dB
	Hassasiyet	0,2 dB
	Tetik düzeyi	0,2 dB
	Frekans tepkisi	0,5-8 kHz
Frekans	Örnekleme hızı	1 024-4 096 örnek/sn
	Frekans tepkisi	Sismik ve lineer hava sokunda 1,5- 250 Hz
Tam Dalga Formu Kayıtları	Kayıt modları	El ile , Tek atım, Sürekli, Otomatik
	Sabit kayıt süresi	1 - 10 s
	Otomatik kayıt	1 - 60 s
Uzun Grafik Kayıtları	Kayıt metodu	Diske
	Aralıklar	5 sn, 15 sn, 1 dak, 5 dak
	Analizler	Tepe, tepe frekansı, tepe vektör toplamı
	Maksimum kayıt	Hafızaya 5 dakika aralıklarla 110 gün sürekli

Sarsıntı cihazı ile ölçüm yapabilmek için, en az 15 cm derinliğinde bir çukur kazılır. Bu çukurun zemini, sağlam, düz ve ana kütle ile birlikte hareket edecek şekilde olmalıdır. Cihazın algılayıcısını zemine gömmek için, üç ayaklı parçası cihazın altına vidalanır ve üzerindeki ok işareti, patlatma yönüne bakacak şekilde zemine bastırılarak yerleştirilir. Üzeri dikkatlice toprak malzeme ile örtülerek, zemine iyice tutunması için sıkıştırılır. Daha sonra sarsıntı algılayıcının kablosu kayıt cihazına bağlanır ve cihaz aktif hale getirilir.

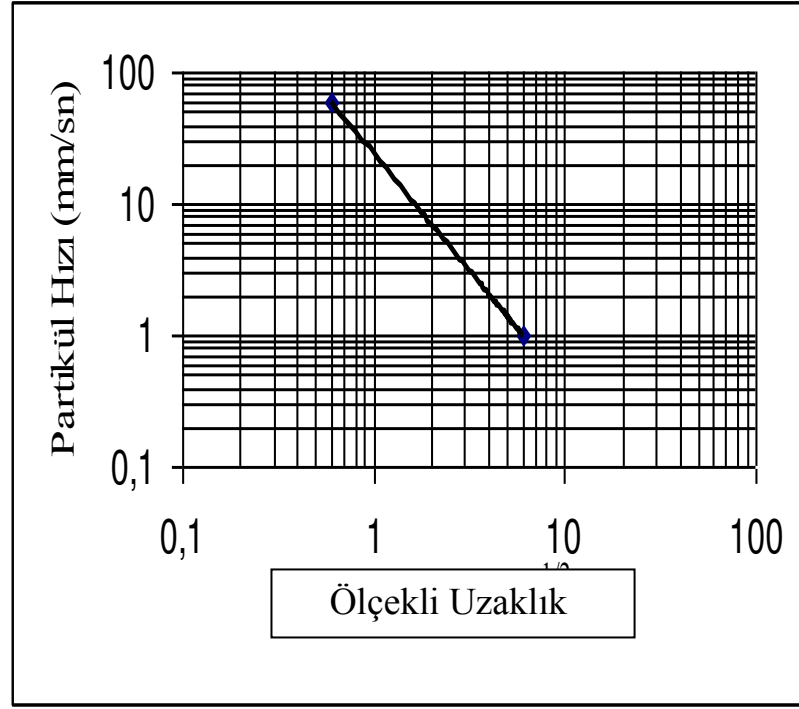
Cihazın kayıtları; zaman esaslı olarak her bir olay için hava şoku, genlik, frekans, ivme ve parçacık hızı bileşenlerini içermektedir. Cihaz tek ölçüm ya da fazla sayıda ölçüm yaparak sürekli kayıt yapabilmektedir. Cihaz ölçülen 150-200 civarındaki değeri hafızasında koruma yeteneğine sahiptir. Cihazın ölçüm limitleri parçacık hızı için 0,127-253,97 mm/sn ve gürültü için 100-142 dB düzeyindedir.

Cihaza ait Blastware adlı bilgisayar programı sayesinde, kaydedilen patlatma ölçümlerinin geniş analizleri yapılarak, USBM ve DIN normlarına göre değerlendirilmektedir. Bir patlatmaya ait hem USBM, hem de DIN normuna göre hazırlanmış kayıt çıktıları Ek:2’de verilmiştir.

6.3 Uygulanan Yöntem

Yer sarsıntıları, patlayıcı madde şarj miktarı, patlatma noktasının ölçüm noktasına olan uzaklığı, jeolojik yapı gibi parametrelerden etkilenmektedir. Bu parametrelerin etkilerini içeren denklem daha önce Bölüm 4’te verilmiştir.

Bu denklemdeki arazi ile ilgili sönümlenme parametreleri (k ve β katsayıları) için, yer sarsıntı ölçümleri yapılması zorunludur. Farklı ölçekli uzaklıklarda (farklı şarj miktarı ve farklı uzaklık) yapılan atımlardan partikül hız değerleri ölçülüp Şekil 6.2’deki logaritmik grafiğe işlenerek, arazi ile ilgili katsayıları bulunur ve yer sarsıntısının etki uzaklığı, sarsıntıyı minimum düzeyde tutacak patlayıcı madde miktarı, sarsıntı tahminleri gibi parametreler hesaplanabilir.

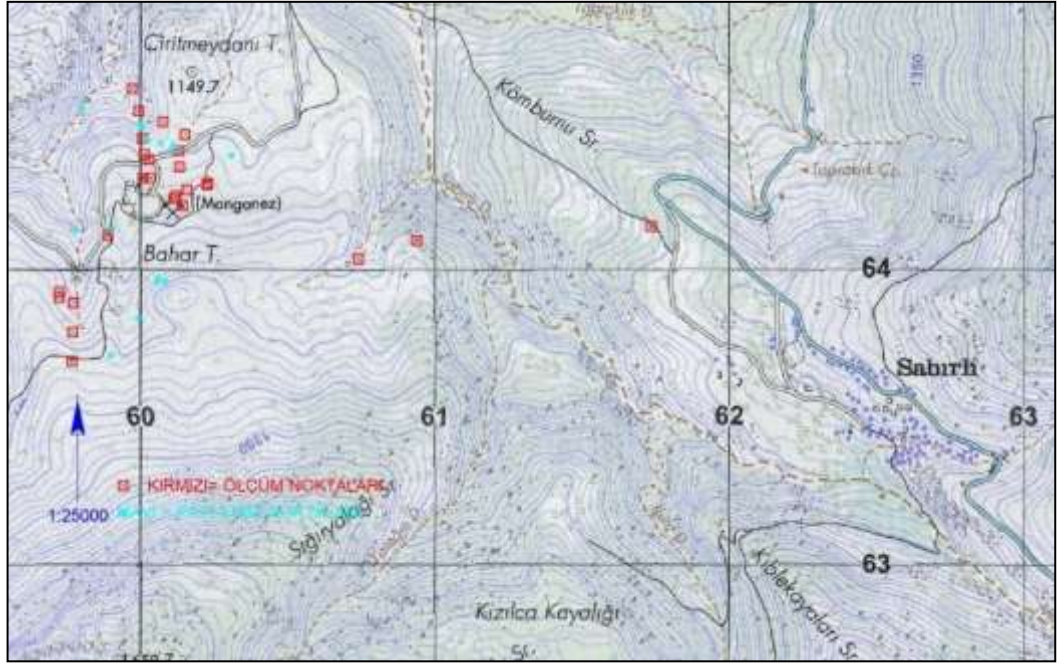


Şekil 6.2 Ölçekli uzaklık ve partikül hız logaritmik çizelgesi.

Q (patlayıcı madde şarj miktarı) değeri için literatürde, farklı görüşler bulunmaktadır. Bunlardan birincisi anlık patlayıcı (1mm/sn patlayan ANFO) miktarı, ikincisi ise, 8 mm/sn aralıkta patlayan patlayıcı madde miktarının kullanılmasıdır (Dessureault, 2003. Bartlet, MacLue & Reisz, 2006).

6.4 Ölçüm Sonuçlarının Değerlendirilmesi

Yer sarsıntısının çevreye etkilerini belirlemek için, 05 Ocak 2012 - 06. Mayıs 2012 Tarihleri arasında, sahada yapılan 28 adet patlatma gözlenip, ölçülmüştür. Ölçümlerde, patlatma yapılan bölge ile yerleşim birimleri arasındaki yönler esas alınmıştır. Burada amaç, patlatma bölgesi ile yerleşim birimleri arasındaki arazinin sarsıntı yayılma karakteristiğini ortaya koyacak arazi ve sönümlenme katsayılarının belirlenmesidir. Yer sarsıntı modelleri oluşturulurken, patlatmalar önkesme ve üretim patlatmaları olarak sınıflandırılmıştır. Şekil 6.3.ve Şekil 6.4'de patlatma yapılan noktalar ile ölçüm yapılan noktalar haritada ayrı ayrı belirtilmiştir.



Şekil 6.3 Sabırlı köyü yönünde (Doğu) ölçümü yapılan noktaların haritada gösterilmesi.



Şekil 6.4 Çöpler köyü yönünde (Batı) ölçümü yapılan noktaların haritada gösterilmesi.

Yer sarsıntısı ile ilgili, Ek:3'te delik geometrisi parametreleri, Ek:4'te patlayıcı madde parametreleri, Ek:5'te patlatma alanı ve ölçüm istasyonları koordinatları, Ek 6'da sarsıntı ölçümleri verilmiştir.

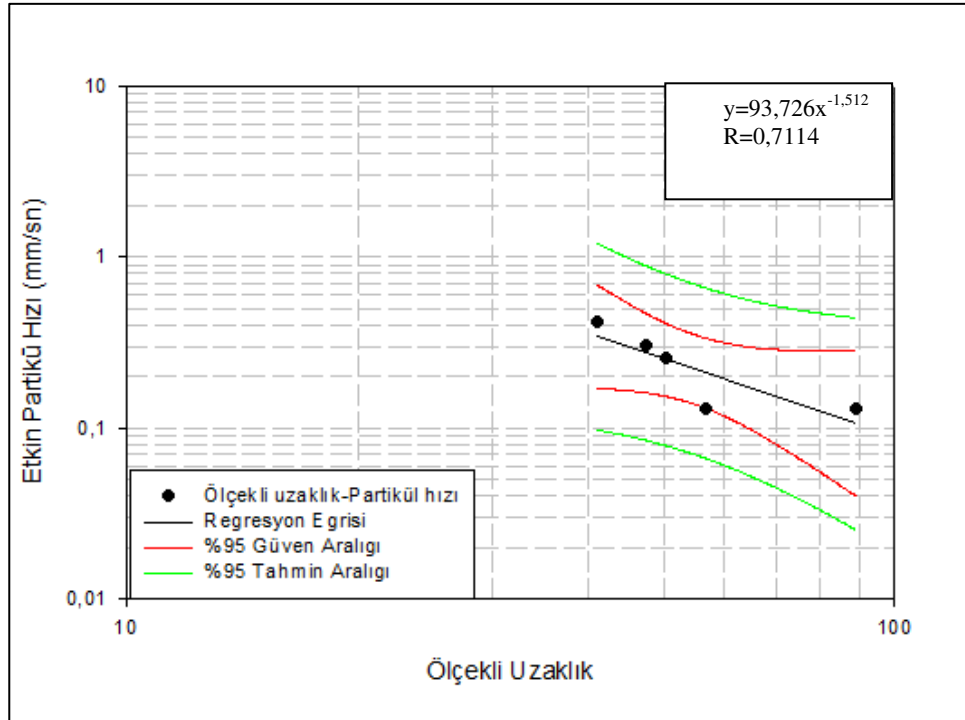
6.4.1 Sabırlı Köyü (Doğu) Yönünde Yer Sarsıntı Yayılma Modeli

6.4.1.1 Önkesme Patlatmalarının Sabırlı Köyü (Doğu) Yönünde Yer Sarsıntı Yayılma Modeli

Tablo 6.2 Sabırlı köyü (Doğu) yönünde önkesme patlatmalarının sarsıntı ölçüm verileri.

Patlatma No	Ölçüm Yönü	Parçacık Hızı PPV (mm/sn)					Patlatma İle Ölçüm Yeri Arasındaki Uzaklık R (m)	8 mm/sn Aralığında Toplam Patlayıcı Madde Miktarı Q (kg)	8 mm/sn Aralığındaki Ölçekli Uzaklık SD
		Boyuna	Düşey	Yanal	Bileşke	Etkin Hız			
29	Doğu	0,190	0,302	0,286	0,377	0,302	965,81	413,5	47,50
30	Doğu	0,127	0,127	0,111	0,150	0,127	1 158,34	413,5	56,96
31	Doğu	0,397	0,397	0,413	0,473	0,413	841,78	420,0	41,07
32	Doğu	0,175	0,254	0,238	0,302	0,254	1 033,14	420,0	50,41
33	Doğu	0,127	0,001	0,127	0,127	0,127	1 827,33	420,0	89,16

Sahada yapılan önkesme patlatmalarının Sabırlı köyüne etkisinin tesbiti için, Tablo 6.2.'de verilen ölçüm verilerinin ışığında çizilen logaritmik fonksiyonun grafiksel görünümü Şekil 6.5'de verilmiştir.



Şekil 6.5 Önkesme patlatmalarının Sabırlı köyü yönündeki logaritmik fonksiyon grafiği.

Şekil 6.5’de görüldüğü gibi, sahada yapılan önkesme patlatmalarının, Sabırlı köyü yönündeki arazi ve sönümleme katsayıları $k= 93,726$, $\beta= -1,512$, $R^2= 0,7114$ olarak belirlenmiştir. Elde edilen katsayılar Bölüm 4’de ayrıntılı olarak verilen eşitlikte kullanıldığında eşitlik, aşağıdaki gibi elde edilir.

$$PPV = 93,726 \left(\frac{R}{\sqrt{Q}} \right)^{-1,512}$$

Ölçümü yapılan önkesme patlatmalarında 8 mm/sn gecikme aralığında kullanılan patlayıcı miktarı, en fazla 620 kg’dır. Bu miktar baz alındığında, ÇGDYY’nin 25a maddesi maden ve taşocaklarında yapılan patlatmalardan kaynaklanan sarsıntılar için verilen 5 mm/sn sınır değeri için sarsıntı etki uzaklığı bulunabilir. Buna göre,

$$5mm/sn = 93,26 \left(\frac{R}{\sqrt{620}} \right)^{-1,512}$$

R uzaklığı 173 m olarak bulunur. Aynı şekilde, patlatma yapılan bölgeden itibaren ne kadar uzaklıkta 0,8 mm/sn (insanların algılayabileceği) bileşke partikül hızının oluşabileceği de tespit edilebilir. Buna göre,

$$0,8mm/sn = 93,726 \left(\frac{R}{\sqrt{620}} \right)^{-1,512}$$

R uzaklığı 581 m olarak bulunur. Binalar için limit hız 5 mm/sn ve 0,8 mm/sn (insanların algılayabileceği) bileşke partikül hız için bulunan uzaklıklara göre oluşturulan risk haritası Şekil 6.6’da verilmiştir. Bu uzaklıklar ocakta yapılan önkesme patlatmalarının Sabırlı köyü (Doğu) yönü için geçerlidir. Şekil 6.6’da görüldüğü gibi sınır bileşke partikül hızı ve insanların algılayabileceği bileşke partikül hızı değerlerinin Sabırlı köyüne ulaşmadığı görülmüştür.



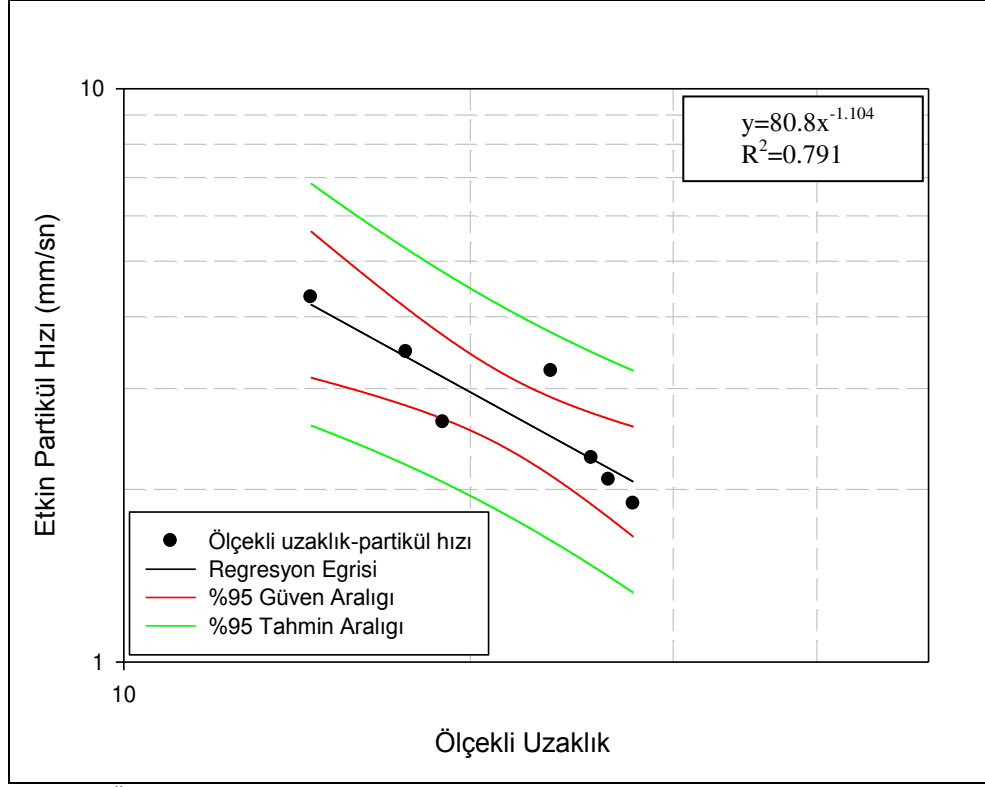
Şekil 6.6 Sarsıntı yayılma modeli temel alınarak oluşturulan risk haritası.

6.4.1.2 Üretim Patlatmalarının Sabırlı Köyü (Doğu) Yönünde Yer Sarsıntı Yayılma Modeli

Üretim patlatmalarının Sabırlı köyüne etkisinin tespiti için Tablo 6.3'te ki veriler ışığında çizilen logaritmik fonksiyonun grafiksel görünümü Şekil 6.7'de verilmiştir.

Tablo 6.3 Sabırlı köyü (Doğu) yönünde üretim patlatmalarının sarsıntı ölçüm verileri.

Patlatma No	Ölçüm Yönü	Parçacık Hızı PPV (mm/sn)					Patlatma İle Ölçüm Yeri Arasındaki Uzaklık R (m)	8 mm/sn Aralığında Toplam Patlayıcı Madde Miktarı Q (kg)	8 mm/sn Ölçekli Uzaklık SD
		Boyuna	Düşey	Yanal	Bileşke	Etkin Hız			
1	Doğu	2,135	2,100	3,475	3,875	3,475	227,827	167,9	17,58
11	Doğu	2,430	2,550	2,620	2,990	2,620	321,253	288,0	18,93
12	Doğu	2,840	3,100	4,330	5,760	4,330	134,821	86,0	14,54
18	Doğu	3,220	2,170	3,170	4,690	3,220	308,832	172,7	23,50
20	Doğu	2,330	1,780	2,270	2,980	2,270	334,168	172,0	25,48
24	Doğu	2,080	1,700	1,950	2,255	2,080	310,416	138,6	26,37
26	Doğu	1,590	1,880	1,890	1,950	1,890	339,811	150,5	27,70



Şekil 6.7’de görüleceği gibi sahada yapılan üretim patlatmalarının, Sabırlı köyü yönündeki arazi ve sönümlleme katsayıları $k = 80,8$, $\beta = -1,104$, $R^2 = 0,791$ olarak belirlenmiştir. Elde edilen katsayılar, pik partikül hız eşitliğinde kullanıldığında şu şekilde olacaktır,

$$PPV = 80,8 \left(\frac{R}{\sqrt{Q}} \right)^{-1,104}$$

sahada yapılan üretim patlatmalarında 8 mm/sn gecikme aralığında kullanılan patlayıcı madde miktarı en fazla 290 kg olmaktadır. Bu miktar baz alındığında, 5 mm/sn sınır değeri için sarsıntı etki uzaklığı bulunabilir. Buna göre,

$$5mm/sn = 80,80 \left(\frac{R}{\sqrt{290}} \right)^{-1,104}$$

R uzaklığı 212 m olur. Patlatma yapılan bölgeden itibaren ne kadar uzaklıkta 0,8 mm/sn (insanların algılayabileceği) bileşke partikül hızının oluşabileceği ise aynı denklem çözülerek tespit edilirse,

$$0,8mm/sn = 80,8 \left(\frac{R}{\sqrt{290}} \right)^{-1,104}$$

R uzaklığı 1 114 m olarak bulunur. Binalar için limit hızı 5 mm/sn ve 0,8 mm/sn (insanlar için sarsıntı algı sınırı) bileşke partikül hız için, bulunan uzaklıklara göre oluşturulan risk haritası Şekil 6.8’de verilmiştir. Bu uzaklıklar ocakta yapılan üretim patlatmalarının Sabırlı köyü (Doğu) yönü için geçerli olup köye ulaşmadığı görülmüştür.



Şekil 6.8 Sarsıntı yayılımı modeli temel alınarak oluşturulan risk haritası.

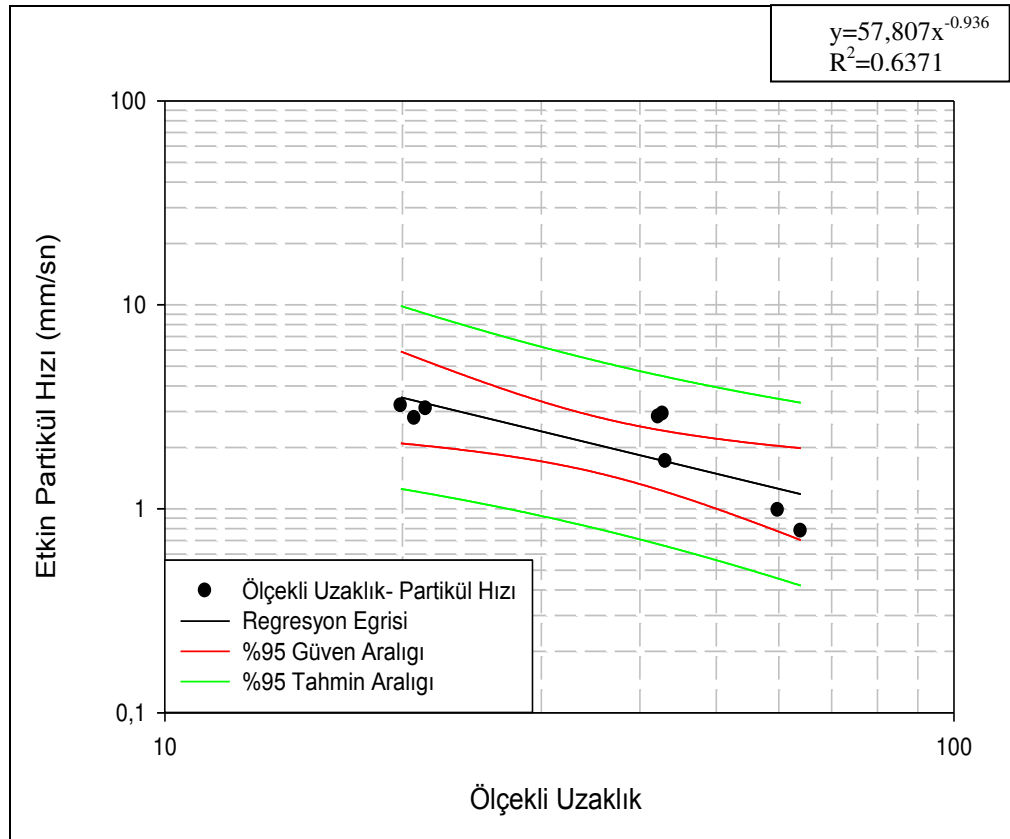
6.4.2 Çöpler Köyü (Batı) Yönünde Yer Sarsıntı Yayılma Modeli

6.4.2.1 Önkesme Patlatmalarının Çöpler Köyü (Batı) Yönünde Yer Sarsıntı Yayılma Modeli

Sahada yapılan önkesme patlatmalarının Çöpler köyüne etkisinin tesbiti için, Tablo 6.4’teki veriler ışığında çizilen logaritmik fonksiyon grafiksel görünümü Şekil 6.9’da verilmiştir.

Tablo 6.4 Çöpler köyü (Batı) yönünde önkesme patlatmalarının sarsıntı ölçüm verileri.

Patlatma No	Ölçüm Yönü	Parçacık Hızı PPV (mm/sn)					Patlatma İle Ölçüm Yeri Arasındaki Uzaklık R (m)	8 mm/sn Aralığında Toplam Patlayıcı Madde Miktarı Q (kg)	8 mm/sn Aralığının daki Ölçekli Uzaklık SD
		Boyuna	Düşey	Yanal	Bileşke	Etkin Hız			
3	Batı	2,921	2,881	2,873	3,003	2,921	1005,72	553,3	42,76
6	Batı	2,690	2,698	2,824	3,040	2,824	1047,79	616,8	42,19
7	Batı	1,950	2,780	2,010	2,890	2,780	495,82	572,5	20,72
8	Batı	1,710	1,060	1,540	2,520	1,710	945,88	481,8	43,09
9	Batı	0,714	0,651	0,778	0,875	0,778	1063,22	276,4	63,95
10	Batı	0,810	0,619	0,984	1,120	0,984	1026,37	294,2	59,84
27	Batı	3,100	2,810	2,970	3,760	3,100	495,70	535,8	21,41
28	Batı	28,000	2,714	3,200	3,420	3,200	495,95	620,5	19,91



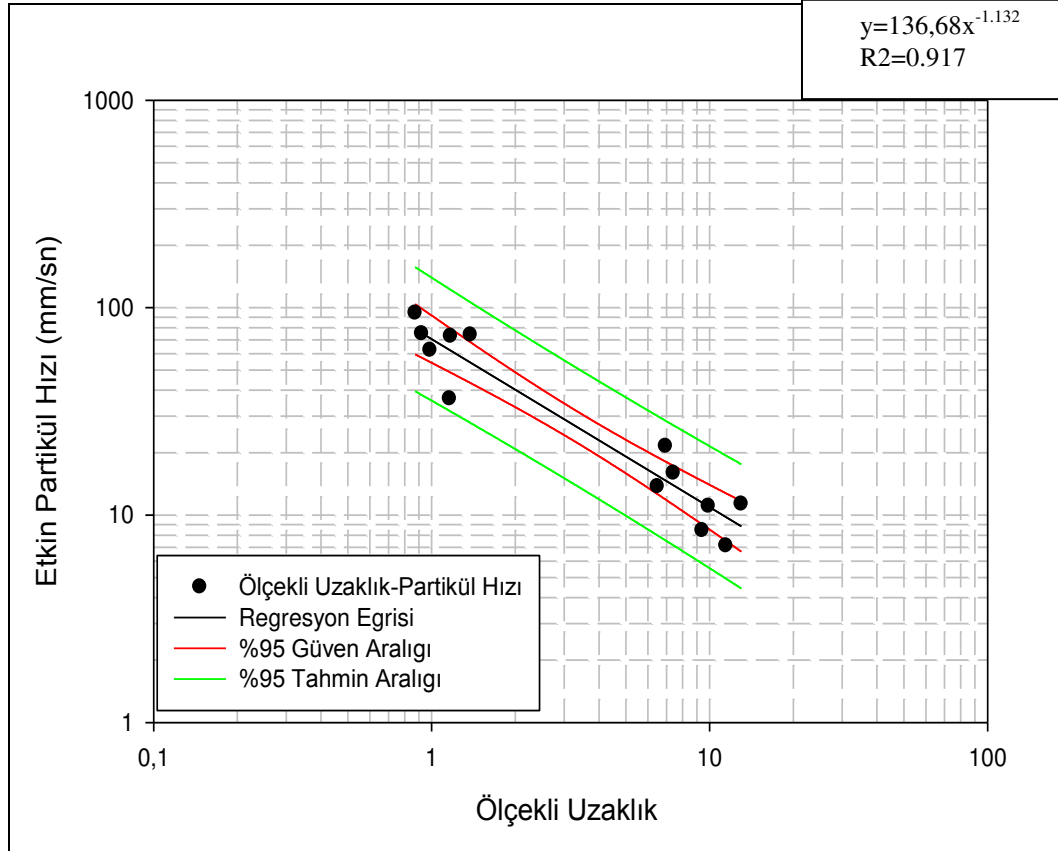
Şekil 6.9 Önkesme patlatmalarının Çöpler köyü yönündeki logaritmik fonksiyon grafiği.

6.4.2 2 Üretim Patlatmalarının Çöpler Köyü (Batı) Yönünde Yer Sarsıntı Yayılma Modeli

Üretim patlatmalarının Çöpler köyüne etkisinin tespiti için Tablo 6.5.'deki verilerden yararlanılarak çizilen logaritmik fonksiyonun grafiksel görünümü ise Şekil:6.11'de verilmiştir.

Tablo 6.5 Çöpler köyü (Batı) yönünde üretim patlatmalarının sarsıntı ölçüm verileri.

Patlatma No	Ölçüm Yönü	Parçacık Hızı PPV (mm/sn)					Patlatma İle Ölçüm Yeri Arasındaki Uzaklık R (m)	8 mm/sn Aralığında Toplam Patlayıcı Madde Miktarı Q (kg)	8mm/sn Aralığındaki Ölçekli Uzaklık SD
		Boyuna	Düşey	Yanal	Bileşke	Etkin Hız			
2	Batı	9,490	6,985	11,455	13,350	11,455	102,181	206,0	7,12
4	Batı	0,988	0,698	0,810	1,060	0,988	697,186	124,8	62,41
5	Batı	0,873	0,667	0,921	1,091	0,921	968,705	166,6	75,05
13	Batı	12,200	8,400	13,000	16,000	13,000	182,155	258,5	11,33
14	Batı	6,780	5,570	9,910	10,700	9,910	129,250	136,5	11,06
15	Batı	4,220	5,080	6,950	7,980	6,950	265,128	152,0	21,50
16	Batı	4,760	5,860	7,410	9,710	7,410	180,404	127,8	15,96
17	Batı	0,873	0,397	0,841	0,943	0,873	1066,010	127,8	94,30
19	Batı	1,380	0,651	1,030	1,510	1,380	972,957	172,7	74,03
21	Batı	1,160	0,619	1,030	1,420	1,160	477,870	172,0	36,44
22	Batı	4,650	5,270	6,490	6,830	6,490	172,806	158,0	13,75
23	Batı	1,170	0,492	0,968	1,500	1,170	917,069	158,0	72,96
25	Batı	4,140	9,400	5,210	10,200	9,400	91,447	117,5	8,44



Şekil 6.11 Çöpler köyü (Batı) yönünde üretim patlatmalarının sarsıntı ölçüm verileri.

Şekil 6.11'deki grafikteki ampirik formüllerden de anlaşılacağı gibi sahada yapılan üretim patlatmalarının, Çöpler köyü yönündeki arazi ve sönmüleme katsayıları $k=136,6$, $\beta=-1,132$, $R^2=0,917$ olarak belirlenmiştir. Elde edilen katsayılar pik partikül hız eşitliğinde kullanıldığında aşağıdaki gibi olur,

$$PPV = 136,6 \left(\frac{R}{\sqrt{Q}} \right)^{-1,132}$$

sahada yapılan üretim patlatmalarında, 8 mm/sn gecikme aralığında kullanılan 290 kg patlayıcı miktarı baz alındığında 5 mm/sn sınır değeri için sarsıntı etki uzaklığı,

$$5mm/sn = 136,6 \left(\frac{R}{\sqrt{290}} \right)^{-1,132}$$

318 m olarak bulunur. İnsanların algılayabileceği 0,8 mm/sn bileşke partikül hızı modeline göre ise,

$$0,8mm/sn = 136,6 \left(\frac{R}{\sqrt{290}} \right)^{-1,132}$$

R uzaklığı, 1.610 m olarak bulunur. Binalar için limit hız 5 mm/sn ve insanların sarsıntı algı sınırı 0,8 mm/sn için bulunan uzaklıklara göre oluşturulan risk haritası Şekil 6.12’de verilmiştir. Şekil 6.12’deki haritada gösterilen uzaklıklar sahanın Çöpler köyü (Batı) yönü için geçerlidir.

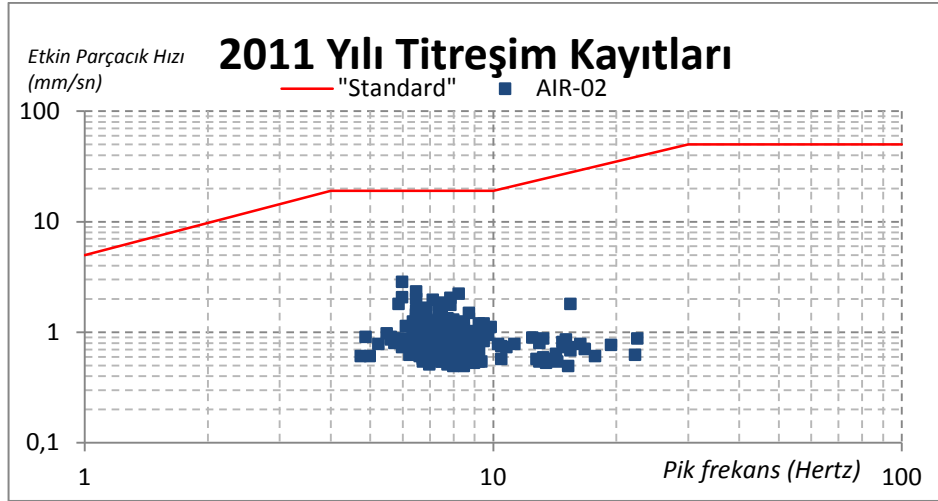


Şekil 6.12 Sarsıntı yayılım modeli temel alınarak oluşturulan risk haritası.

6.5 Yer Sarsıntılarının Çevre Yerleşim Alanlarına Etkisi

Yer sarsıntılarının Sabırlı ve Çöpler köylerine etkisinin tesbiti için köylerde kurulan, sarsıntı ölçer cihazların 2011 yılı kayıtları Ek:7’de verilmiştir. Bu kayıtlara ait veriler, ÇGDYY hasar kriterine göre değerlendirilerek Şekil 6.13’de verilmiştir.

Şekil 6.13’deki grafikten de anlaşılacağı gibi kaydedilen tüm patlatmalar, ÇGDYY hasar limitinin altındadır.



Şekil 6.13 Etkin parçacık hızının ÇGDYY hasar kriterine göre değerlendirilme grafiği.

Ek:8'deki kayıt verilerinde de görüldüğü gibi, yönetmelikte belirtilen gürültü değerinden daha yüksek gürültü oluşturan patlatmalar yapılmıştır. Bunu önlemek için, daha az sayıda delik içeren önkesme patlatmaları yapılmalıdır.

Tablo 6.6 İnsanların algılayabileceği sınır partikül hızı (0,8 mm/sn) ve uzaklığa göre patlayıcı madde miktarları.

Limit Etkin Partikül Hızı (mm/sn)	Uzaklık (m)	Sabırlı Köyü Yönünde (Doğu)		Çöpler Köyü Yönünde (Batı)	
		Önkesme Patlatmaları için Patlayıcı Madde Miktarı (kg)	Üretim Patlatmaları için Patlayıcı Madde Miktarı (kg)	Önkeme Patlatmaları için Patlayıcı Madde Miktarı (kg)	Üretim Patlatmaları için Patlayıcı Madde Miktarı (kg)
0,8mm/sn	100	18	2	1	1
0,8 mm/sn	200	73	9	4	4
0,8 mm/sn	300	165	21	10	10
0,8 mm/sn	400	294	37	17	18
0,8 mm/sn	500	459	58	27	28
0,8 mm/sn	600	660	84	38	40
0,8 mm/sn	700	899	115	52	55
0,8 mm/sn	800	1 174	150	68	72
0,8 mm/sn	900	1 486	189	86	91
0,8 mm/sn	1 000	1 835	234	107	112

Tablo 6.7 Sınır partikül hızı (5 mm/sn) ve uzaklığa göre patlayıcı madde miktarları.

Sınır Etkin Partikül Hızı (mm/sn)	Uzaklık (m)	Sabırlı Köyü Yönünde (Doğu)		Çöpler Köyü Yönünde (Batı)	
		Önkesme Patlatmaları için Patlayıcı Madde Miktarı (kg)	Üretim Patlatmaları için Patlayıcı Madde Miktarı (kg)	Önkesme Patlatmaları için Patlayıcı Madde Miktarı (kg)	Üretim Patlatmaları için Patlayıcı Madde Miktarı (kg)
5 mm/sn	100	207	65	54	26
5 mm/sn	200	829	259	214	105
5 mm/sn	300	1 864	582	482	236
5 mm/sn	400	3 314	1 035	857	420
5 mm/sn	500	5 179	1 617	1 338	656
5 mm/sn	600	7 457	2 329	1 927	944
5 mm/sn	700	10 150	3 169	2 623	1 285
5 mm/sn	800	13 258	4 140	3 426	1 678
5 mm/sn	900	16 779	5 239	4 336	2 124
5 mm/sn	1 000	20 715	6 468	5 353	2 623

Bölüm 6.4’de belirtilen arazi ve sönmüleme katsayısı yardımıyla gelecekte yapılacak patlatmalarda, belirli uzaklıktaki patlatmalar için kullanılabilecek 8 mm/sn gecikme aralığında kullanılabilecek patlayıcı miktarı ise Tablo 6.6 ve Tablo 6.7’de verilmiştir.

BÖLÜM YEDİ

SONUÇ

Bu çalışmada, Çöpler maden sahasındaki basamak patlatmaları sırasında oluşan yer sarsıntısı, taş savrulması ve hava şoku etkileri ölçülüp gözlemlenerek, hangi değerlerde olduğu araştırılmış, ocaklara en yakın yerleşim yeri olan Çöpler ve Sabırlı köylerinin etkilenme dereceleri incelenmiştir. Buna göre, yapılan inceleme ve ölçümlerden elde edilen sonuçlar aşağıda verilmektedir.

Sahada yapılan patlatmalar sırasında, çalışanları taş savrulmasından korumak için, patlatma alanından 500 m, ekipmanlar için 250 m yarıçaplı bir alan belirlenmiştir. Taş savrulmasını incelemek için, SVEDEFO (İsveç Detonik Araştırma Kurumu) tarafından geliştirilen eşitlik kullanılmıştır. Sahada delinen delikler, önkesme patlatmaları için 3,5 inç (89 mm), üretim patlatmaları için ise 4 inç (102 mm) çapındadır. Yapılan teorik hesaplama göre, 3,5 inç delik çapı için maksimum fırlama uzaklığı yaklaşık 600 m , 4 inç delik çapı için ise yaklaşık 660 m olarak bulunmuştur. Taş fırlamasını önlemek için, uygulamada alınan 500 m’lik değer, üretim patlatmaları için 600 m’ye, önkesme patlatmaları için 660 m olarak alınmalıdır.

Deliklerdeki sıkılama uzunluğu 2 m olarak uygulanmaktadır, halbuki, bu değer minimum dilim kalınlığının (3,25 m) %80’i olması (2,8 m) gerekmektedir. Yukarıda belirtilen önlemler alınmış olsa bile, sahada mevcut fay hatlarının varlığı nedeniyle taş savrulması olabilecektir. Tespit edilen fay hatlarındaki deliklere, daha az patlayıcı madde doldurularak taş savrulmaları önlenabilir.

Patlatma alanından itibaren Sabırlı köyünün en yakın noktasına ulaşacak doğrultu esas alınarak, sarsıntı yayılma modeline göre (sarsıntı değerleri ÇGDYY’nin 25a maddesinde verilen en düşük 5 mm/sn bileşke partikül hızı sınır değeri), önkesme patlatmaları için 173 m, üretim patlatmaları için ise 212 m olarak hesaplanmıştır (Sabırlı köyü ile patlatma alanı arasındaki uzaklık yaklaşık 2 100 m’dir). Çöpler köyü (Batı) yönünde ise, önkesme patlatmaları için 340 m, üretim patlatmaları için ise 318

m. olarak hesaplanmıştır. (Çöpler köyü ile patlatma alanı arasındaki uzaklık yaklaşık 1 500 m'dir).

Delik sıralarını meydana getiren doğrultu, sarsıntının her iki köye de etkisini azaltmak için iki köyü birleştiren doğrultuya paralel olarak seçilmelidir. Sarsıntı dalgalarının köyün aksi yönünde ilerlemesini sağlamak içinde patlatmaya köye yakın noktalardan başlanmalıdır.

Basamak patlatmalarının oluşturduğu diğer bir etki olan gürültü değerleri, hem ocak içinde belirlenen istasyonlarda hem de köyde belirlenen istasyonlarda ölçülmüştür. Köyde ölçülen değerlerin çok düşük seviyelerde (6- 39 dB) olduğu görülmüştür. Ayrıca, önkesme patlatmalarında, patlayıcı fitilin yüzeyde kalan kısımlarının üzeri ince kum ya da mıcır ile örtülerek hava şoku ve gürültü değerleri azaltılabilecektir.

Bu çalışmada saptanan değerler, mevcut ocak koşulları için belirlenmiş olup, ocak koşulları (derinlik, genişlik, jeoloji, patlatma tekniği gibi) değiştiğinde yeniden belirlenmelidir.

KAYNAKLAR

- Adıgüzel, D. (2006). *Çatalca yöresi Akyol taşocağında patlatmadan kaynaklanan titreşim etkilerinin araştırılması*. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. İstanbul.
- Ak, H. (2006). *Patlatma kaynaklı yersarsıntılarının yönsel değişimin araştırılması*. Doktora Tezi, Osmangazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Eskişehir
- Apaydın, E., Alpsar, M., Elmacı, E., Halıcılar, G., İnal, H.S, İşcen, İ.H., Patır O., Özkazanç, M.O. (2004). *Patlayıcı maddeler ve patlatma tekniği*. Ankara, Nitromak Eğitim Yayınları.
- Atchison, T.C. (1968). *Fragmentation principles*. In E.P. Pfeider (ed.), Surface Mining, AIME. New York. 355-372.
- Atlas Powder Company. (1987). *Explosives and rock blasting*. Dallas, Texas, USA. 350-362.
- Atlas Powder Company. (1985). *Handbook of explosives and rock blasting*. Dallas, Texas, USA.
- Bartley D., Maclure R., Reisz W. (2006). *Why the 8ms rule doesn't work*. Proceedings of the 32nd Annual Conference on Explosives and Blasting Technique, Vol. 2. Texas, USA:ISEE.
- Barutsan, A.Ş. (1999). *Delme patlatma mühendisliği, patlayıcılar, patlatma teknikleri, güvenlik önlemleri, kurs notları*. Ankara. 95
- Bhandari. S. (1997). *Engineering rock blasting operations*. A.A. Balkema Publishers, Brookfeid, ISBN 90-5410 658 1. Rotterdam. 374.

Bilgin, H.A. (1999). *Patlatma kaynaklı çevre sorunları*. Barutsan dergisi. Ankara. 38-40.

Bilgin, H.A. ve Çakmak, B.B. (2006). *Konya çimento hammadde ocağı patlatma çevresel etki etüdü sonucu raporu*. Ortadoğu Teknik Üniversitesi Maden Mühendisliği Bölümü. Ankara. 43- 58.

Bilgin, H.A. (2010). *Çöpler kompleks maden işletmesi açık ocağında gerçekleştirilen patlatmaların tasarım ve uygulama yöntemi ve çöpler köyü üzerindeki etkileri bakımından değerlendirilmesi hakkında teknik rapor*. Ortadoğu Teknik Üniversitesi ve Ok Dış Ticaret ve Madencilik Ltd. Şti. Ankara.

Çebi, M.A. (2007). *SLİ’de yapay süreksizliklerin patlatma kaynaklı yer sarsıntılarına etkilerinin incelenmesi*. Yüksek Lisans Tezi, Dumlupınar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Kütahya. 45.

Dessureault, S. (2003). *Rock excavation cours notes*. The University Of Arizona Mining and Geological Engineering. 374.

Dick, R.A. ve Et. A.L. (1983). *Explosives and blasting procedures manual* . Bureau of Mines. U.S.A.

Dowding, C.H. (1985). *Blast vibration monitoring and control*. Prentice-Hall. USA. 297.

Dowding, C.H. (1992). *Monitoring and control of blast effects*. SME Mining Engineering Handbook, 2nd. Edition, Volume 1, Chapter 9.2.2. 746-760.

Erkoç, Ö.Y. (1990). *Kaya patlatması tekniği*. İstanbul.

Erkoç, Ö.Y. (1998). *Patlatma ile çevreye verilen sarsıntılar ve hasar kriterleri üzerine bir tartışma*. 3. Delme ve Patlatma Sempozyumu. Ankara. 129-139.

- Hüdaverdi, T. ve Kuzu, C. (2005). *Madencilik faaliyetlerinde patlatma kaynaklı çevresel etkilerin ölçülmesi ve analizi*. Madencilik ve Çevre Sempozyumu 5-6 Mayıs. Ankara. 135-140.
- Hendron, A.J. ve Oriard, L.L. (1972). *Specifications for controlled blasting in civil engineering projects*. Proc RETC 2. 1585–1609.
- Hoek, E. ve Bray, J.W. (1981). *Rock slope engineering*. The Institution of Mining and Metallurgy, 3rd Edition. London. 358.
- Hoek, E. ve Bray, J.W. (1991). *Şev Stabilitesi*, TMMOB Maden Mühendisleri Odası Yayını, (Çevirenler:Paşamehmetoğlu, A.G.,Özgenoğlu, A., Karpuz, C.). Ankara. 291.
- Jimeno, C.L., Jimeno, E.L., Carcedo, F.J.A., Translated by Ramiro Y.V. (1995). *Drilling and blasting of rocks*. A.A. Balkema Publishers, Bookfield, ISBN:90 5410 1997. Rotterdam. 390-366-367.
- Johnston, G.J., Durucan, Ş. (1994). *The numerical prediction, analysis and modeling of ground vibration induced by blasting*, Third International Symposium on Mine Planning and Equipment Selection, 18-20 October. İstanbul.
- Kahriman, A. (1995). *Sivas Ulaş yöresi sölestit cevheri ve yankayaçları için optimum patlatma koşullarının araştırılması ve kayaç özellikleri ile ilişkilendirilmesi*, Doktora Tezi.
- Kahriman, A., Karadoğan, A.K., Görgün,S., ve Tuncer,G. (1999). *Taş ocaklarında patlatmadan kaynaklı yer sarsıntısının ölçülmesi ve analizi*, 2. Ulusal Kırmataş Sempozyumu, İstanbul.

- Karakuş, D. (2000). *Patlatmadan kaynaklanan yer sarsıntılarının binalar üzerindeki etkisinin araştırılması*. Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. İzmir. 110.
- Karakuş, H. (2010). *Çöpler altın madeni jeolojik saha tanımı*. Erzincan.
- Kutter, H.K. ve Fairhurst, C. (1971). *On the fracture process in blasting*, Int. J. Rock Mech. Min.Sci., Vol. B., Pergaman Pres, Great Britain. 181-202.
- Langefors, U., Westerbers, H., and Kihlstor, B. (1973). *The modern technique of rock blasting*. 405.
- Mamurekli, D. ,Tekin, F., Hafizoğlu, E.(b.t.) *Açıkocak Madencilğinde Patlatma*. Manisa.
- Olofsson, S.O. (1990). *Applied explosives technology for construction and mining*, Sweden. 237-238.
- Olofsson, S.O. (1988). *Applied explosives technology for construction and mining*. ISBN 91-7970-634-7. Sweden.
- OSM Bülteni. (1983). *Rules and regulation*. Office of Surface Mining Reclamation and Enforcement, Vol 46 March. USA.
- OSMRE, Federal Regulations. (2004). *Code of federal regulations 30 CFR. 700*, <http://www.osmre.gov/regindex.htm> veya <http://www.access.gpo.gov/nara/cfr/cfr-retrieve.htmipagel>
- Siskind, D.E. ve Fumanti, R.R. (1974). *Blast-produced fractures in lithuania granite*, US Brueauof Mines, R.I. 7901. 38.

Siskind, D.E., Stagg, M.S., Kopp, J.W., Dowding, C.H. (1980). *Structure response and damage produced by ground vibration from surface mine blasting*. RI 8507 Bureau of Mine. 74

Siskind, D.E. (2000). *Vibrations from blasting*, International Society of Explosive Engineers Cleveland, ISBN 1-892396-11-4, USA. 17-30.

Türkiye Resmi Gazete 04.06.2012 Tarih ve 27604 sayılı. (2010). *Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliği (ÇGDYY)*, 25. madde, Ek:7. Ankara.

USBM Bülteni. (1980),. RI 8507. USA.

Yağanoğlu, A., Altan, A. (1993). *Patlatma sonucu oluşan titreşimlerin izlenmesi ve analizi*, Birinci Delme ve Patlatma Sempozyumu. Ankara. 99-119.

Yücel, H.L.. (2008). *Konya çimento fabrikası kireçtaşı ocağındaki patlatma kaynaklı yer sarsıntılarının değerlendirilmesi*. Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Konya.

White Industrial Seismology. (1997). *Mini seis digital seismograph operating manual*.<http://whiteseis.com.24m> veya <http://www.tenagakimia.com/images/news/8ms%20concept%281%29.pdf>.

EKLER

EK:1

Çevresel Titreşim Esas ve Kriterleri

Yapılarda çevresel titreşim kriterleri

MADDE 25 – (Değişik:RG-27/4/2011-27917)

(1) Çeşitli titreşim kaynaklarının sebep olacağı çevresel titreşimin kontrol altına alınmasına ilişkin esaslar aşağıda belirtilmiştir:

a) Maden ve taş ocakları ile benzeri faaliyette bulunan alanlardaki patlatmaların çevredeki çok hassas ve hassas kullanımlarda oluşturduğu zemin titreşim seviyesi Ek-VII’de yer alan Tablo-6’da verilen sınır değerleri aşamaz.

Tablo –6: Maden ve Taş Ocakları ile Benzeri Alanlarda Patlama Nedeniyle Oluşacak Titreşimlerin En Yakın Çok Hassas (Ek ibare:RG-27/4/2011-27917)ve Hassas Kullanım Alanının Dışında Yaratacağı Zemin Titreşimlerinin İzin Verilen En Yüksek Değerleri.

Titreşim Frekansı (Hz)	İzin Verilen En Yüksek Titreşim Hızı (Tepe Değeri-mm/s)
1	5
4-10	19
30-100	50

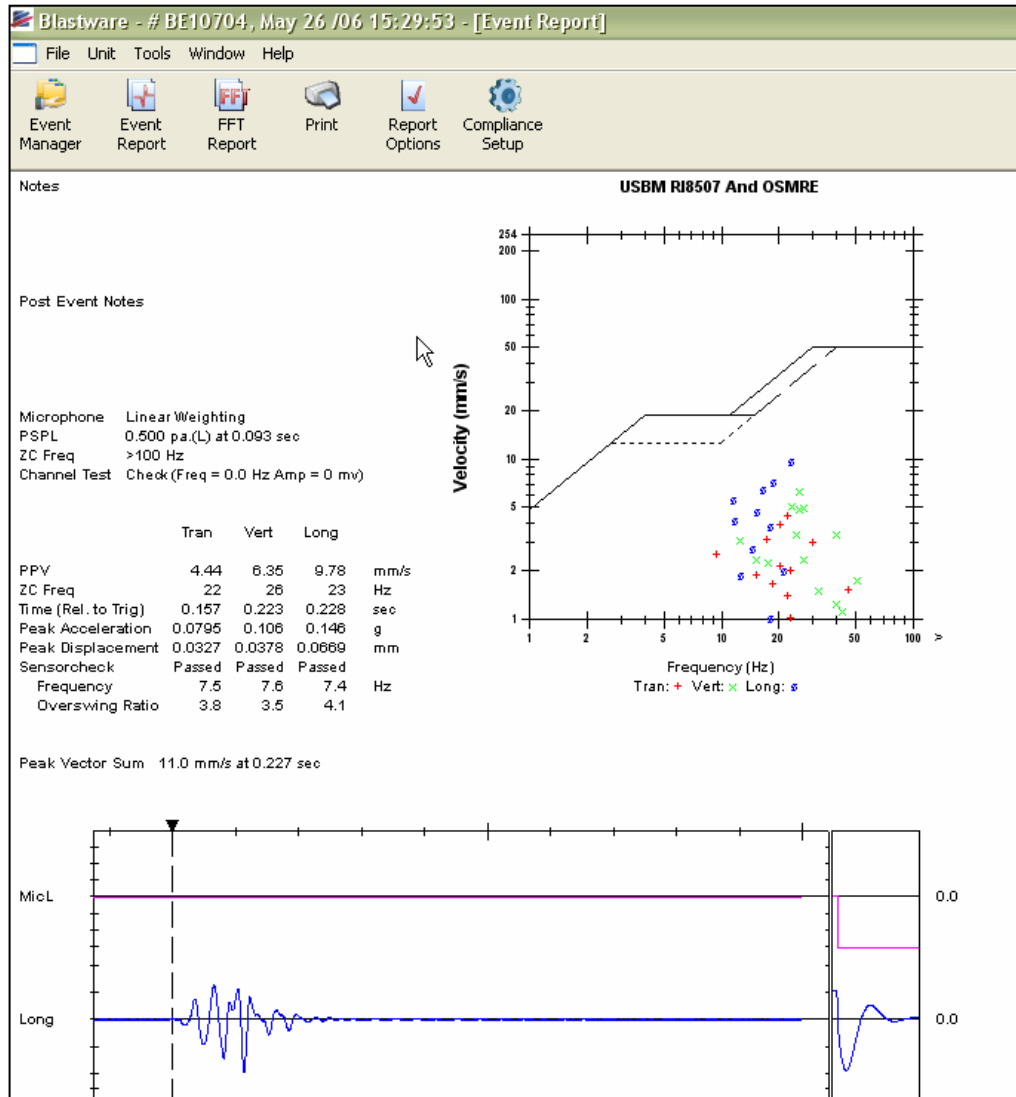
(1 Hz- 4 Hz arasında 5 mm/s’den 19 mm/s’ye; 10 Hz- 30 Hz arasında 19 mm/s’den 50 mm/s’ye, logaritmik çizilen grafikte doğrusal olarak yükselmektedir)

b) İnşaatlarda kazık çakma gibi titreşim oluşturacak uygulamalar ile ağır inşaat makinelerinin sebep olacağı titreşimlerin çevrelerindeki çok hassas ve hassas kullanımlarda oluşturacağı titreşim seviyesi Ek-VII’de yer alan Tablo-7’de verilen sınır değerleri aşamaz.

c) Konut ve ofis olarak kullanılan binalarda, elektrik motoru, pompa, fan gibi makine ve teçhizatın sebep olacağı titreşimler Ek-VII’de yer alan Tablo-8 de verilen sınır değerleri aşamaz. Bu değerlerin üzerinde titreşim oluşturan makine ve teçhizat için, başta titreşim yalıtımı olmak üzere gerekli teknik tedbirler alınarak, binada ölçülen titreşimler sınır değerlerin altına indirilir. Çok hassas ve hassas kullanımların yakınında bulunan demir yolu ve kara yolu ulaşım araçları ile işletme ve tesislerin çok hassas ve hassas kullanımlarda yaratacağı titreşimler için de bu sınır değerler kullanılır.

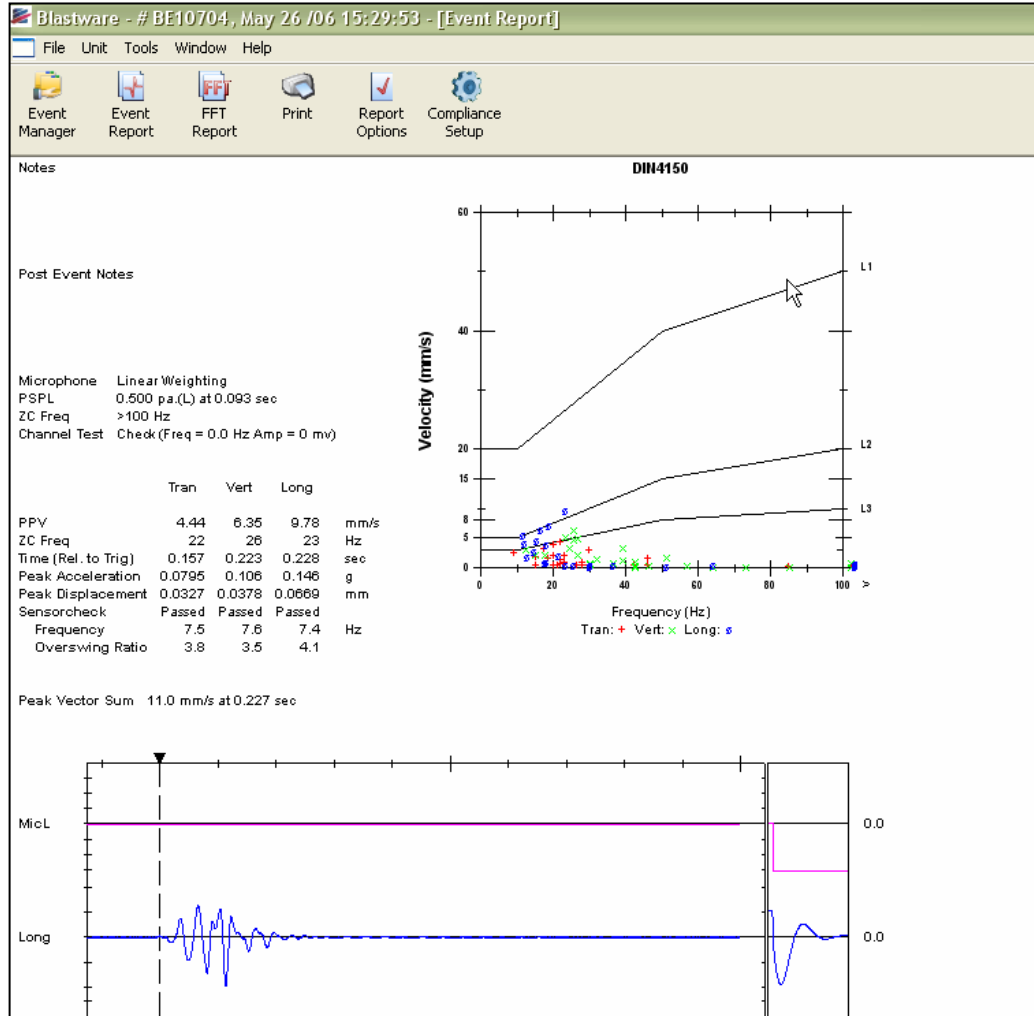
EK:2

Instantel Minimate Plus Model sarsıntı ölçer cihazının bir atım için USBM normuna göre hazırlanmış cihaz çıktısı.



EK:2 Devamı

Instantel Minimate Plus Model sarsıntı ölçer cihazının bir atım için DIN normuna göre hazırlanmış cihaz çıktısı.



EK:3

Tablo: Ölçümü yapılan patlatmalara ait delik geometrisi parametreleri.

Patlatma no	Patlatma Tarihi	Önkesme Patlatmaları				Üretim Patlatmaları						Toplam		Açıklama
		Delik Sayısı	Delik Boyu (m)	Delikler Arası Uzaklığa (m)	Anlık Patlayan Delik Sayısı	Delik Sayısı	Delik Boyu (m)	Delikler Arası Uzaklığa (m)	Sıralar Arası Uzaklığa (m)	8 mm/sn Aralığında Patlayan Delik Sayısı	Anlık Patlayan Delik Sayısı	8 mm/sn Aralığında Patlayan Delik Sayısı	Anlık Patlayan Delik Sayısı	
1	05.01.2012	*	*	*		324	5,50	3,25	3,25	5	3	*	*	*
2	08.01.2012	*	*	*		255	5,50	3,25	3,25	9	3	*	*	*
3	30.01.2012	100	11	0,80	100	284	5,50	3,25	3,25	6	2	106	102	Önkesme
4	15.02.2012	*	*	*		505	5,50	3,25	3,25	6	2	*	*	*
5	18.02.2012	*	*	*		407	5,50	3,25	3,25	7	2	*	*	*
6	19.02.2012	150	11	0,80	150	*	5,50	3,25	3,25	*	*	150	150	Önkesme
7	28.02.2012	90	11	0,80	90	380	5,50	3,25	3,25	9	2	99	92	Önkesme
8	03.03.2012	70	11	0,80	70	30	5,50	3,25	3,25	8	3	78	73	Önkesme
9	04.03.2012	50	11	0,80	50	30	5,50	3,25	3,25	3	1	53	51	Önkesme
10	06.03.2012	50	11	0,80	50	405	5,50	3,25	3,25	4	2	54	52	Önkesme
11	10.03.2012	*	*	*		304	5,50	3,25	3,25	6	2	*	*	*

Tablo: Ölçümü yapılan patlatmalara ait delik geometrisi parametreleri. (Devamı).

Patlatma no	Patlatma Tarihi	Önkesme Patlatmaları				Üretim Patlatmaları						Toplam		Açıklama
		Delik Sayısı	Delik Boyu (m)	Delikler Arası Uzaklığa (m)	Anlık Patlayan Delik Sayısı	Delik Sayısı	Delik Boyu (m)	Delikler Arası Uzaklığa (m)	Sıralar Arası Uzaklığa (m)	8 mm/sn Aralığında Patlayan Delik Sayısı	Anlık Patlayan Delik Sayısı	8 mm/sn Aralığında Patlayan Delik Sayısı	Anlık Patlayan Delik Sayısı	
12	11.03.2012	*	*	*		344	5,50	3,25	3,25	4	2	*	*	*
13	12.03.2012	*	*	*		371	5,50	3,25	3,25	11	3	*	*	*
14	13.03.2012	*	*	*		138	5,50	3,25	3,25	7	2	*	*	*
15	14.03.2012	*	*	*		703	5,50	3,25	3,25	8	3	*	*	*
16	16.03.2012	*	*	*		229	5,50	3,25	3,25	6	2	*	*	*
17	16.03.2012	*	*	*		229	5,50	3,25	3,25	6	2	*	*	*
18	22.03.2012	*	*	*		656	5,50	3,25	3,25	8	3	*	*	*
19	22.03.2012	*	*	*		656	5,50	3,25	3,25	8	3	*	*	*
20	23.03.2012	*	*	*		456	5,50	3,25	3,25	8	2	*	*	*
21	23.03.2012	*	*	*		456	5,50	3,25	3,25	8	2	*	*	*
22	25.03.2012	*	*	*		829	5,50	3,25	3,25	10	3	*	*	*

Tablo: Ölçümü yapılan patlatmalara ait delik geometrisi parametreleri. (Devamı).

Patlatma no	Patlatma Tarihi	Önkesme Patlatmaları				Üretim Patlatmaları						Toplam		Açıklama
		Delik Sayısı	Delik Boyu (m)	Delikler Arası Uzaklığa (m)	Anlık Patlayan Delik Sayısı	Delik Sayısı	Delik Boyu (m)	Delikler Arası Uzaklığa (m)	Sıralar Arası Uzaklığa (m)	8 mm/sn Aralığında Patlayan Delik Sayısı	Anlık Patlayan Delik Sayısı	8 mm/sn Aralığında Patlayan Delik Sayısı	Anlık Patlayan Delik Sayısı	
23	25.03.2012	*	*	*		293	5,50	3,25	3,25	7	2	*	*	*
24	29.03.2012	*	*	*		293	5,50	3,25	3,25	7	2	*	*	*
25	01.04.2012	*	*	*		191	5,50	3,25	3,25	5	1	*	*	*
26	02.04.2012	*	*	*		362	5,50	3,25	3,25	7	1	*	*	*
27	03.04.2012	80	11	0,80	80	213	5,50	3,25	3,25	8	2	88	82	Önkesme
28	04.04.2012	100	11	0,80	100	547	5,50	3,25	3,25	9	2	109	102	Önkesme
29	05.05.2012	100	11	1	100	*	*	*	*	*	*	100	100	Önkesme
30	05.05.2013	100	11	1	100	*	*	*	*	*	*	100	100	Önkesme
31	06.05.2012	78	11	0,80	100	346	5,50	3,25	3,25	4	2	82	80	Önkesme
32	06.05.2012	78	11	0,80	100	346	5,50	3,25	3,25	4	2	82	80	Önkesme
33	06.05.2012	78	11	0,80	100	346	5,50	3,25	3,25	4	2	82	80	Önkesme

EK:4

Tablo: Ölçülmü yapılan patlatmalara ait patlayıcı madde parametreleri.

Patlatma No	Tarih	Üretim Patlatması					Önkesme Patlatması				Toplam 8mm/sn Aralıkta Patlayan Patlayıcı Miktarı (kg)	Toplam Anlık Patlayan Patlayıcı Miktarı (kg)	Açıklama
		Toplam ANFO Miktarı (kg)	Toplam Dinamit Miktarı (kg)	Toplam Kapsül Miktarı	8 mm/sn Aralıkta patlayan Patlayıcı Miktarı (kg)	Anlık Patlayan Patlayıcı Miktarı (kg)	Toplam Patlayıcı Fitol Miktarı (m)	Toplam Dinamit Miktarı (kg)	8 mm/sn Aralıkta patlayan Patlayıcı Miktarı (kg)	Anlık Patlayan Patlayıcı Miktarı (kg)			
1	05.01.2012	10.215	162,0	324,0	167,90	100,74	*	*	*	*	167,90	100,74	*
2	08.01.2012	5.375	128,0	255,0	206,01	68,67	*	*	*	*	206,01	68,67	*
3	30.01.2012	6.000	142,0	284,0	139,80	46,60	1.350,0	400,0	553,30	460,10	553,30	460,10	Önkesme
4	15.02.2012	10.000	252,5	505,0	124,60	41,60	*	*	*	*	124,60	41,60	*
5	18.02.2012	9.250	203,5	407,0	166,60	47,60	*	*	*	*	166,60	47,60	*
6	19.02.2012	*	*	*	*	*	680,0	600,0	*	616,80	*	616,80	Önkesme
7	28.02.2012	7.950	195,0	380,0	205,20	45,60	1.225,0	360,0	577,45	372,50	572,45	417,85	Önkesme
8	03.03.2012	5.500	15,0	30,0	192,80	72,30	900,0	280,0	481,80	361,30	481,80	361,30	Önkesme
9	04.03.2012	650	15,0	30,0	68,40	22,80	800,0	200,0	276,40	253,60	276,40	253,60	Önkesme
10	06.03.2012	7.700	203,0	405,0	87,20	43,60	700,0	200,0	294,20	207,00	294,20	250,69	Önkesme
11	10.03.2012	13.425	152,0	304,0	288,00	96,00	*	*	*	*	288,00	96,00	*

Tablo: Ölçülmü yapılan patlatmalara ait patlayıcı madde parametreleri (Devamı).

Patlatma No	Tarih	Üretim Patlatması					Önkesme Patlatması				Toplam 8mm/sn Aralıkta Patlayan Patlayıcı Miktarı (kg)	Toplam Anlık Patlayan Patlayıcı Miktarı (kg)	Açıklama
		Toplam ANFO Miktarı (kg)	Toplam Dinamit Miktarı (kg)	Toplam Kapsül Miktarı	8 mm/sn Aralıkta patlayan Patlayıcı Miktarı (kg)	Anlık Patlayan Patlayıcı Miktarı (kg)	Toplam Patlayıcı Fitol Miktarı (m)	Toplam Dinamit Miktarı (kg)	8 mm/sn Aralıkta patlayan Patlayıcı Miktarı (kg)	Anlık Patlayan Patlayıcı Miktarı (kg)			
12	11.03.2012	7.000	172,0	344,0	86,00	43,00	*	*	*	*	86,00	43,00	*
13	12.03.2012	8.250	185,5	371,0	258,50	70,50	*	*	*	*	258,50	70,50	*
14	13.03.2012	2.500	69,0	138,0	136,50	39,00	*	*	*	*	136,50	39,00	*
15	14.03.2012	12.500	351,5	703,0	152,00	57,00	*	*	*	*	152,00	57,00	*
16	16.03.2012	4.600	114,5	229,0	127,80	42,60	*	*	*	*	127,80	42,60	*
17	16.03.2012	4.600	114,5	229,0	127,80	42,60	*	*	*	*	127,80	42,60	*
18	22.03.2012	13.500	328,0	656,0	172,72	64,77	*	*	*	*	172,72	64,77	*
19	22.03.2012	13.500	328,0	656,0	172,72	64,77	*	*	*	*	172,72	64,77	*
20	23.03.2012	9.500	228,0	456,0	172,00	43,00	*	*	*	*	172,00	43,00	*
21	23.03.2012	9.500	228,0	456,0	172,00	43,00	*	*	*	*	172,00	43,00	*
22	25.03.2012	12.000	414,5	829,0	158,00	47,40	*	*	*	*	158,00	47,40	*

Tablo: Ölçülmü yapılan patlatmalara ait patlayıcı madde parametreleri (Devamı).

Patlatma No	Tarih	Üretim Patlatması					Önkesme Patlatması				Toplam 8mm/sn Aralıkta Patlayan Patlayıcı Miktarı (kg)	Toplam Anlık Patlayan Patlayıcı Miktarı (kg)	Açıklama
		Toplam ANFO Miktarı (kg)	Toplam Dinamit Miktarı (kg)	Toplam Kapsül Miktarı	8 mm/sn Aralıkta patlayan Patlayıcı Miktarı (kg)	Anlık Patlayan Patlayıcı Miktarı (kg)	Toplam Patlayıcı Fitol Miktarı (m)	Toplam Dinamit Miktarı (kg)	8 mm/sn Aralıkta patlayan Patlayıcı Miktarı (kg)	Anlık Patlayan Patlayıcı Miktarı (kg)			
23	25.03.2012	12.000	414,5	829,0	158,00	47,40	*	*	*	*	158,00	47,40	*
24	29.03.2012	5.250	146,5	293,0	138,60	39,60	*	*	*	*	138,60	39,60	*
25	01.04.2012	4.250	95,5	191,0	117,50	23,50	*	*	*	*	117,50	23,50	*
26	02.04.2012	7.000	181,0	362,0	150,50	21,50	*	*	*	*	150,50	21,50	*
27	03.04.2012	5.000	106,5	213,0	204,80	51,20	1.100,0	3200	382,20	331,00	535,80	382,20	Önkesme
28	04.04.2012	10.900	273,5	547,0	207,00	46,00	1.350,0	400,0	459,50	413,50	620,50	459,50	Önkesme
29	05.05.2012	*	*	*	*	*	1.350,0	400,0	413,50	413,50	413,50	413,50	Önkesme
30	05.05.2012	*	*	*	*	*	1.350,0	400,0	413,50	413,50	413,50	413,50	Önkesme
31	06.05.2012	6.750	173,0	353,0	98,00	49,00	1.000,0	312,0	420,00	371,00	420,00	371,00	Önkesme
32	06.05.2012	6.750	173,0	353,0	98,00	49,00	1.000,0	312,0	420,00	371,00	420,00	371,00	Önkesme
33	06.05.2012	6.750	173,0	353,0	98,00	49,00	1.000,0	312,0	420,00	371,00	420,00	371,00	Önkesme

EK:5

Tablo: Ölçümü yapılan patlatmalara ait koordinat parametreleri.

Patlatma No	Tarih	Ölçüm İstasyonu	Ölçüm İstasyonu Koordinatları			Ölçüm Yönü	Patlatma Alanın Koordinatları			Atım Yönü	Patlatma İle Ölçüm Yeri Arasındaki Uzaklığa R (m)	Açıklama
			X	Y	Z		X	Y	Z			
1	05.01.2012	Mobil	4363833,023	459999,151	1275,369	Doğu	4363788,085	459775,800	1250,43	Kuzey	227,827	
2	08.01.2012	Mobil	4364427,911	460074,685	1109,998	Batı	4364347,900	460138,240	1105,55	Kuzey	102,181	
3	30.01.2012	AIR-02	4363820,680	459264,510	*	Batı	4364269,970	460164,290	1104,51	Batı	1005,716	Önkesme
4	15.02.2012	AIR-02	4363820,680	459264,510	*	Batı	4364116,170	459895,980	1185,15	Batı	697,186	
5	18.02.2012	AIR-02	4363820,680	459264,510	*	Batı	4364216,270	460148,760	1105,64	Batı	968,705	
6	19.02.2012	AIR-02	4363820,680	459264,510	*	Batı	4364402,500	460135,920	1104,79	Batı	1047,793	Önkesme
7	28.02.2012	Mobil	4364549,022	459809,423	1138,970	Batı	4364290,335	460232,410	1099,220	Kuzey	495,823	Önkesme
8	03.03.2012	AIR-02	4363820,680	459264,510	*	Batı	4364390,047	460019,830	1120,22	Batı	945,879	Önkesme
9	04.03.2012	AIR-02	4363820,680	459264,510	*	Batı	4364499,960	460082,450	1119,97	Batı	1063,225	Önkesme
10	06.03.2012	AIR-02	4363820,680	459264,510	*	Batı	4364535,870	460000,670	1125,60	Doğu	1026,367	Önkesme
11	10.03.2012	Mobil	4363958,428	460091,600	1255,730	Doğu	4363886,340	459778,540	1260,81	Kuzey	321,253	

Tablo: Ölçümü yapılan patlatmalara ait koordinat parametreleri (Devamı).

Patlatma No	Tarih	Ölçüm İstasyonu	Ölçüm İstasyonu Koordinatları			Ölçüm Yönü	Patlatma Alanın Koordinatları			Atım Yönü	Patlatma İle Ölçüm Yeri Arasındaki Uzaklığa R (m)	Açıklama
			X	Y	Z		X	Y	Z			
12	11.03.2012	Mobil	4363707,618	459906,702	1295,008	Doğu	4363689,830	459773,060	1294,83	Kuzey	134,821	
13	12.03.2012	Mobil	4364421,825	460120,300	1110,143	Batı	4364239,670	460120,070	1105,02	Kuzey	182,155	
14	13.03.2012	Mobil	4364433,996	460029,069	1109,853	Batı	4364456,130	460156,410	1109,39	Batı	129,250	
15	14.03.2012	Mobil	4364486,385	460007,099	1120,418	Batı	4364249,590	460126,350	1104,91	Kuzey	265,128	
16	16.03.2012	Mobil	4364549,022	459809,423	1138,970	Batı	4364612,420	459978,320	1130,24	Kuzey-Doğu	180,404	
17	16.03.2012	AIR-02	4363820,680	459264,510	*	Batı	4364612,420	459978,320	1130,24	Kuzey-Doğu	1066,010	
18	22.03.2012	Mobil	4364385,621	460315,360	1161,908	Doğu	4364443,500	460012,000	*	Kuzey-Doğu	308,832	
19	22.03.2012	AIR-02	4363820,680	459264,510	*	Batı	4364443,500	460012,000	*	Kuzey-Doğu	972,957	
20	23.03.2012	Mobil	4363956,039	460063,621	1252,226	Doğu	4363924,660	459730,930	1257,29	Kuzey	334,168	
21	23.03.2012	AIR-02	4363820,680	459264,510	*	Batı	4363924,660	459730,930	1257,29	Kuzey	477,870	
22	25.03.2012	Mobil	4364480,190	460013,900	1114,950	Batı	4364309,440	460040,480	1105,05	Kuzey-Batı	172,806	
23	25.03.2012	AIR-02	4363820,680	459264,510	*	Batı	4364309,440	460040,480	1105,05	Kuzey-Batı	917,069	

Tablo: Ölçümü yapılan patlatmalara ait koordinat parametreleri (Devamı).

Patlatma No	Tarih	Ölçüm İstasyonu	Ölçüm İstasyonu Koordinatları			Ölçüm Yönü	Patlatma Alanın Koordinatları			Atım Yönü	Patlatma İle Ölçüm Yeri Arasındaki Uzaklığa R (m)	Açıklama
			X	Y	Z		X	Y	Z			
24	29.03.2012	Mobil	4364385,621	460315,360	1161,908	Doğu	4364308,840	460014,590	1105,40	Kuzey Batı	310,416	
25	01.04.2012	Mobil	4364411,590	460117,900	1110,330	Batı	4364371,070	460035,920	1105,23	Güney	91,447	
26	02.04.2012	Mobil	4363969,127	460063,710	1252,295	Doğu	4363904,870	459730,030	1260,33	Kuzey	339,811	
27	03.04.2012	Mobil	4364549,022	459809,423	1138,970	Batı	4364292,060	460233,320	1099,44	Kuzey	495,700	Önkesme
28	04.04.2012	Mobil	4364549,022	459809,423	1138,970	Batı	4364288,610	460231,500	1099,00	Kuzey	495,947	Önkesme
29	05.05.2013	Mobil	4364133,087	459785,188	*	Doğu	4364035,000	460746,000	*	Kuzey	965,806	Önkesme
30	05.05.2014	Mobil	4364133,087	459785,188	*	Doğu	4364098,000	460943,000	*	Kuzey	1158,344	Önkesme
31	06.05.2012	Mobil	4364139,046	459910,675	*	Doğu	4364035,000	460746,000	*	Kuzey	841,780	Önkesme
32	06.05.2012	Mobil	4364139,046	459910,675	*	Doğu	4364098,000	460943,000	*	Kuzey	1033,140	Önkesme
33	06.05.2012	Mobil	4364139,046	459910,675	*	Doğu	4364145,000	461738,000	*	Kuzey	1827,335	

EK:6

Tablo: Ölçümü yapılan patlatmalara ait yer sarsıntısı ölçüm parametreleri.

Patlatma No	Tarih	Ölçüm İstasyonu	Parçacık Hızı PPV (mm/sn)					Frekans (Hz)			Gürültü (dB)	Açıklama
			Boyuna	Düşey	Yanal	Bileşke	Etkin Hız	Boyuna	Düşey	Yanal		
1	05.01.2012	Mobil	2,135	2,100	3,475	3,875	3,475	0,0	0,0	0,0	41,1	*
2	08.01.2012	Mobil	9,490	6,985	11,455	13,350	11,455	0,0	0,0	0,0	191,2	*
3	30.01.2012	AIR-02	2,921	2,881	2,873	3,003	2,921	17,0	13,0	16,0	6,0	Önkesme
4	15.02.2012	AIR-02	0,988	0,698	0,810	1,060	0,988	15,0	17,0	18,0	0,8	*
5	18.02.2012	AIR-02	0,873	0,667	0,921	1,091	0,921	7,5	8,5	11,0	8,8	*
6	19.02.2012	AIR-02	2,690	2,698	2,824	3,040	2,824	7,2	6,7	10,0	29,1	Önkesme
7	28.02.2012	Mobil	1,950	2,780	2,010	2,890	2,780	0,0	0,0	0,0	112,0	Önkesme
8	03.03.2012	AIR-02	1,710	1,060	1,540	2,520	1,710	9,3	7,5	9,5	16,5	Önkesme
9	04.03.2012	AIR-02	0,714	0,651	0,778	0,875	0,778	14,0	18,0	18,0	0,0	Önkesme
10	06.03.2012	AIR-02	0,810	0,619	0,984	1,120	0,984	12,0	7,3	8,3	38,8	Önkesme
11	10.03.2012	Mobil	2,430	2,550	2,620	2,990	2,620	18,0	9,7	10,0	24,8	*
12	11.03.2012	Mobil	2,840	3,100	4,330	5,760	4,330	26,0	23,0	34,0	57,3	*
13	12.03.2012	Mobil	12,200	8,400	13,000	16,000	13,000	12,0	17,0	17,0	40,3	*

Tablo: Ölçümü yapılan patlatmalara ait yer sarsıntısı ölçüm parametreleri (Devamı).

Patlatma No	Tarih	Ölçüm İstasyonu	Parçacık Hızı PPV (mm/sn)					Frekans (Hz)			Gürültü (dB)	Açıklama
			Boyuna	Düşey	Yanal	Bileşke	Etkin Hız	Boyuna	Düşey	Yanal		
14	13.03.2012	Mobil	6,780	5,570	9,910	10,700	9,910	23,0	17,0	18,0	342,0	*
15	14.03.2012	Mobil	4,220	5,080	6,950	7,980	6,950	15,0	22,0	12,0	88,3	*
16	16.03.2012	Mobil	4,760	5,860	7,410	9,710	7,410	15,0	16,0	16,0	248,0	*
17	16.03.2012	AIR-02	0,873	0,397	0,841	0,943	0,873	15,0	16,0	16,0	74,5	*
18	22.03.2012	Mobil	3,220	2,170	3,170	4,690	3,220	13,0	23,0	22,0	78,0	*
19	22.03.2012	AIR-02	1,380	0,651	1,030	1,510	1,380	13,0	23,0	22,0	8,8	*
20	23.03.2012	Mobil	2,330	1,780	2,270	2,980	2,270	7,5	13,0	9,8	124,0	*
21	23.03.2012	AIR-02	1,160	0,619	1,030	1,420	1,160	7,5	13,0	9,8	29,0	*
22	25.03.2012	Mobil	4,650	5,270	6,490	6,830	6,490	21,0	24,0	15,0	129,0	*
23	25.03.2012	AIR-02	1,170	0,492	0,968	1,500	1,170	21,0	24,0	15,0	5,0	*
24	29.03.2012	Mobil	2,080	1,700	1,950	2,255	2,080	15,0	19,0	9,7	297,0	*
25	01.04.2012	Mobil	4,140	9,400	5,210	10,200	9,400	11,0	19,0	17,0	243,0	*
26	02.04.2012	Mobil	1,590	1,880	1,890	1,950	1,890	17,0	18,0	12,0	95,5	*
27	03.04.2012	Mobil	3,100	2,810	2,970	3,760	3,100	8,0	15,0	10,0	111,0	Önkesme

Tablo: Ölçümü yapılan patlatmalara ait yer sarsıntısı ölçüm parametreleri (Devamı).

Patlatma No	Tarih	Ölçüm İstasyonu	Parçacık Hızı PPV (mm/sn)					Frekans (Hz)			Gürültü (dB)	Açıklama
			Boyuna	Düşey	Yanal	Bileşke	Etkin Hız	Boyuna	Düşey	Yanal		
28	04.04.2012	Mobil	2,800	2,714	3,200	3,420	3,200	14,0	11,0	24,0	113,0	Önkesme
29	05.05.2012	Mobil	0,190	0,302	0,286	0,377	0,302	9,1	14,9	18,0	120,9	Önkesme
30	05.05.2012	Mobil	0,127	0,127	0,111	0,150	0,127	8,0	17,3	6,2	-	Önkesme
31	06.05.2012	Mobil	0,397	0,397	0,413	0,473	0,413	8,8	7,1	8,8	-	Önkesme
32	06.05.2012	Mobil	0,175	0,254	0,238	0,302	0,254	6,9	7,0	5,9	118,1	Önkesme
33	06.05.2012	Mobil	0,127	0,001	0,127	0,127	0,127	256,0	0,0	1,0	110,0	Önkesme

EK:7

Tablo: Yer sarsıntısı ölçüm istasyonlarının 2011 yılı kayıtları.

No	Tarih	Zaman	Ölçüm İstasyonu	Sarsıntı Yönü	Parçacık Hızı PPV (mm/sn)					Frekans (Hz)				Gürültü(dB)
					Boyuna	Düşey	Yanal	PVS	PPV	Boyuna	Düşey	Yanal	Etkin Frekans	
1	1/4/2011	12:47:15	AIR-02	Yanal	0.508	0.317	1.100	1.160	1.100	7.500	6.750	8.500	8.500	115.60
2	1/9/2011	12:28:59	AIR-02	Boyuna	0.714	0.302	0.730	0.776	0.730	7.250	6.250	6.750	6.750	120.20
3	1/10/2011	12:28:53	AIR-02	Yanal	0.651	0.381	0.651	0.780	0.651	15.500	8.000	8.500	8.500	109.20
4	1/11/2011	12:29:14	AIR-02	Yanal	0.444	0.222	0.857	0.909	0.857	17.000	7.000	8.750	8.750	106.50
5	1/12/2011	12:28:47	AIR-02	Yanal	0.556	0.381	0.651	0.795	0.651	14.600	10.600	8.500	8.500	112.60
6	1/14/2011	12:28:19	AIR-02	Yanal	0.524	0.254	0.571	0.659	0.571	7.250	11.300	6.750	6.750	103.50
7	1/15/2011	12:28:35	AIR-02	Yanal	0.397	0.302	0.714	0.729	0.714	10.800	8.500	8.250	8.250	104.20
8	1/16/2011	12:28:23	AIR-02	Boyuna	0.952	0.889	2.030	2.140	2.030	8.630	6.380	7.880	7.880	116.40
9	1/17/2011	12:28:55	AIR-02	Boyuna	0.937	0.619	0.889	1.150	0.937	8.750	9.880	8.500	8.750	124.70
10	1/18/2011	12:27:57	AIR-02	Boyuna	0.857	0.730	1.290	1.450	1.290	10.600	10.100	8.000	8.000	124.50
11	1/19/2011	12:27:38	AIR-02	Düşey	1.380	1.430	2.220	2.520	2.220	10.600	9.630	8.250	8.250	127.50
12	1/20/2011	12:27:29	AIR-02	Yanal	0.317	0.222	0.492	0.497	0.492	15.300	9.750	15.300	15.300	100.00
13	1/21/2011	12:28:13	AIR-02	Yanal	0.746	0.476	0.698	0.806	0.746	6.750	9.500	9.500	6.750	128.40
14	1/22/2011	12:29:52	AIR-02	Yanal	0.762	0.603	1.000	1.040	1.000	8.750	8.000	7.500	7.500	111.80
15	1/23/2011	12:27:24	AIR-02	Yanal	0.619	0.587	0.778	0.917	0.778	9.750	9.880	9.000	9.000	124.30

Tablo: Yer sarsıntısı ölçüm istasyonlarının 2011 yılı kayıtları (Devamı)

No	Tarih	Zaman	Ölçüm İstasyonu	Sarsıntı Yönü	Parçacık Hızı PPV (mm/sn)					Frekans (Hz)				Gürültü(dB)
					Boyuna	Düşey	Yanal	PVS	PPV	Boyuna	Düşey	Yanal	Etkin Frekans	
16	1/24/2011	12:27:18	AIR-02	Yanal	0.683	0.317	0.730	0.744	0.730	16.300	7.880	7.630	7.630	114.40
17	1/25/2011	12:27:07	AIR-02	Yanal	0.667	0.460	0.905	0.920	0.905	17.300	17.600	8.880	8.880	117.20
18	1/26/2011	12:26:38	AIR-02	Yanal	0.540	0.413	0.889	1.010	0.889	15.800	10.500	12.500	12.500	114.40
19	1/27/2011	12:28:41	AIR-02	Boyuna	0.635	0.317	0.746	0.778	0.746	9.500	11.000	7.250	7.250	117.10
20	1/28/2011	12:28:18	AIR-02	Boyuna	0.603	0.302	0.778	0.831	0.778	6.000	5.500	5.250	5.250	104.20
21	1/29/2011	12:29:09	AIR-02	Boyuna	0.714	0.302	0.730	0.899	0.730	7.500	7.000	7.750	7.750	116.40
22	2/1/2011	12:34:04	AIR-02	Boyuna	0.746	0.571	0.492	0.834	0.746	8.250	8.000	8.500	8.250	107.50
23	2/2/2011	12:29:30	AIR-02	Yanal	0.571	0.302	0.651	0.819	0.651	15.000	11.000	8.250	8.250	121.00
24	2/3/2011	12:28:40	AIR-02	Boyuna	0.619	0.381	0.889	0.947	0.889	16.100	6.130	7.750	7.750	110.90
25	2/4/2011	12:28:23	AIR-02	Boyuna	1.270	0.651	1.300	1.650	1.300	6.380	9.380	6.880	6.880	117.50
26	2/7/2011	12:28:10	AIR-02	Boyuna	0.571	0.333	0.587	0.656	0.587	7.750	9.750	9.250	9.250	110.20
27	2/9/2011	4:52:47	AIR-02	Yanal	0.540	0.571	0.667	0.782	0.667	13.900	10.800	8.750	8.750	131.30
28	2/11/2011	12:28:54	AIR-02	Yanal	0.508	0.349	0.889	0.988	0.889	9.750	7.000	7.500	7.500	118.70
29	2/12/2011	12:28:52	AIR-02	Yanal	0.540	0.476	0.825	0.857	0.825	8.380	9.380	9.500	9.500	121.50
30	2/13/2011	12:29:04	AIR-02	Yanal	0.429	0.286	0.571	0.645	0.571	11.400	16.300	13.600	13.600	110.90
31	2/15/2011	12:28:35	AIR-02	Boyuna	1.240	0.540	1.050	1.240	1.240	8.250	10.900	9.380	8.250	115.00

Tablo: Yer sarsıntısı ölçüm istasyonlarının 2011 yılı kayıtları (Devamı).

No	Tarih	Zaman	Ölçüm İstasyonu	Sarsıntı Yönü	Parçacık Hızı PPV (mm/sn)					Frekans (Hz)				Gürültü(dB)
					Boyuna	Düşey	Yanal	PVS	PPV	Boyuna	Düşey	Yanal	Etkin Frekans	
32	2/16/2011	12:28:24	AIR-02	Yanal	0.651	0.397	0.825	0.900	0.825	7.250	5.880	6.630	6.630	108.40
33	2/17/2011	12:28:35	AIR-02	Boyuna	1.030	0.571	0.873	1.150	1.030	8.500	10.000	7.750	8.500	111.50
34	2/18/2011	12:29:16	AIR-02	Yanal	0.762	0.286	0.524	0.820	0.762	8.500	15.500	8.750	8.500	101.90
35	2/20/2011	12:28:42	AIR-02	Boyuna	1.320	0.635	1.790	1.800	1.790	7.500	7.380	5.880	5.880	127.10
36	2/22/2011	12:28:44	AIR-02	Boyuna	0.556	0.413	0.683	0.833	0.683	15.800	15.300	15.500	15.500	103.50
37	2/23/2011	12:28:38	AIR-02	Boyuna	0.556	0.397	0.873	0.926	0.873	13.500	7.250	8.750	8.750	106.00
38	2/24/2011	12:28:55	AIR-02	Boyuna	0.984	0.492	0.841	1.180	0.984	6.380	6.750	6.880	6.380	103.50
39	2/25/2011	12:28:50	AIR-02	Boyuna	1.330	0.714	1.840	1.850	1.840	7.250	6.380	7.500	7.500	115.20
40	2/26/2011	12:28:49	AIR-02	Yanal	0.619	0.492	0.556	0.679	0.619	7.750	8.250	7.500	7.750	124.20
41	2/27/2011	12:28:18	AIR-02	Yanal	0.444	0.238	0.524	0.606	0.524	17.000	6.750	8.500	8.500	106.50
42	2/28/2011	12:28:53	AIR-02	Boyuna	0.762	0.984	1.790	1.880	1.790	7.250	8.250	15.500	15.500	118.50
43	3/1/2011	12:29:03	AIR-02	Yanal	0.317	0.317	0.603	0.610	0.603	17.300	16.500	17.800	17.800	107.00
44	3/2/2011	12:29:03	AIR-02	Boyuna	0.508	0.286	0.365	0.534	0.508	8.250	9.750	8.750	8.250	108.00
45	3/4/2011	12:33:26	AIR-02	Yanal	0.492	0.508	0.619	0.667	0.619	7.250	9.500	8.000	8.000	101.90
46	3/5/2011	12:28:40	AIR-02	Boyuna	0.587	0.381	0.571	0.766	0.587	7.380	9.880	7.250	7.380	104.90
47	3/6/2011	12:28:10	AIR-02	Yanal	0.349	0.222	0.524	0.525	0.524	13.300	6.500	13.500	13.500	104.20

Tablo: Yer sarsıntısı ölçüm istasyonlarının 2011 yılı kayıtları (Devamı).

No	Tarih	Zaman	Ölçüm İstasyonu	Sarsıntı Yönü	Parçacık Hızı PPV (mm/sn)					Frekans (Hz)				Gürültü(dB)
					Boyuna	Düşey	Yanal	PVS	PPV	Boyuna	Düşey	Yanal	Etkin Frekans	
48	3/7/2011	12:28:20	AIR-02	Boyuna	0.762	0.286	0.873	0.973	0.873	7.250	10.300	7.250	7.250	109.50
49	3/8/2011	12:28:25	AIR-02	Boyuna	1.430	0.397	1.080	1.460	1.430	6.500	11.300	9.000	6.500	117.20
50	3/9/2011	12:28:30	AIR-02	Düşey	1.240	0.698	0.984	1.450	1.240	6.380	6.250	6.250	6.380	117.40
51	3/12/2011	12:27:38	AIR-02	Boyuna	0.730	0.333	0.683	0.882	0.730	15.300	6.750	7.000	15.300	104.20
52	3/13/2011	12:29:19	AIR-02	Boyuna	0.492	0.429	0.540	0.624	0.540	8.250	10.800	8.250	8.250	111.80
53	3/15/2011	12:28:47	AIR-02	Yanal	0.603	0.460	0.571	0.728	0.603	5.000	5.000	7.250	5.000	109.90
54	3/16/2011	12:28:31	AIR-02	Yanal	0.254	0.111	0.540	0.551	0.540	8.000	11.300	7.500	7.500	101.90
55	3/17/2011	12:29:46	AIR-02	Boyuna	0.508	0.365	0.778	0.816	0.778	17.800	16.500	7.250	7.250	109.50
56	3/21/2011	12:29:26	AIR-02	Yanal	0.873	0.397	0.762	0.881	0.873	6.380	10.100	7.250	6.380	122.90
57	3/23/2011	12:28:48	AIR-02	Düşey	0.397	0.492	0.667	0.784	0.667	8.500	10.800	7.250	7.250	108.80
58	3/25/2011	12:30:30	AIR-02	Yanal	0.540	0.444	0.619	0.715	0.619	8.500	10.800	9.000	9.000	102.80
59	3/27/2011	12:28:25	AIR-02	Boyuna	0.968	0.603	0.810	1.090	0.968	7.630	7.750	9.000	7.630	122.80
60	3/28/2011	12:29:22	AIR-02	Boyuna	0.587	0.524	0.968	1.040	0.968	7.380	7.880	7.380	7.380	108.40
61	3/29/2011	12:29:28	AIR-02	Yanal	1.590	0.540	0.889	1.710	1.590	7.380	7.750	7.380	7.380	116.30
62	3/31/2011	12:29:07	AIR-02	Yanal	0.476	0.286	0.603	0.616	0.603	7.250	6.000	4.750	4.750	108.40
63	4/1/2011	12:29:29	AIR-02	Boyuna	0.984	0.714	1.490	1.610	1.490	14.300	5.880	8.750	8.750	110.20

Tablo: Yer sarsıntısı ölçüm istasyonlarının 2011 yılı kayıtları (Devamı).

No	Tarih	Zaman	Ölçüm İstasyonu	Sarsıntı Yönü	Parçacık Hızı PPV (mm/sn)					Frekans (Hz)				Gürültü(dB)
					Boyuna	Düşey	Yanal	PVS	PPV	Boyuna	Düşey	Yanal	Etkin Frekans	
64	4/2/2011	12:28:59	AIR-02	Yanal	0.413	0.254	0.540	0.566	0.540	7.250	11.000	7.000	7.000	108.80
65	4/3/2011	12:28:54	AIR-02	Yanal	0.587	0.460	1.080	1.090	1.080	7.880	6.880	7.630	7.630	112.80
66	4/4/2011	12:28:58	AIR-02	Boyuna	0.635	0.254	0.556	0.706	0.635	14.300	10.000	8.500	14.300	124.20
67	4/6/2011	12:42:22	AIR-02	Düşey	0.984	0.746	1.460	1.490	1.460	8.250	10.600	6.500	6.500	119.30
68	4/7/2011	12:28:06	AIR-02	Yanal	0.746	0.413	0.968	1.000	0.968	6.500	10.400	7.250	7.250	115.00
69	4/8/2011	12:28:43	AIR-02	Boyuna	0.667	0.397	0.651	0.768	0.667	7.500	10.100	8.500	7.500	110.60
70	4/9/2011	12:29:28	AIR-02	Boyuna	1.760	0.714	0.984	1.800	1.760	7.880	6.380	8.750	7.880	113.30
71	4/10/2011	12:29:58	AIR-02	Boyuna	0.778	0.571	0.619	0.835	0.778	16.400	7.880	7.500	16.400	121.40
72	4/11/2011	12:29:22	AIR-02	Yanal	0.873	0.825	0.810	1.070	0.873	7.500	5.750	5.130	7.500	108.00
73	4/12/2011	12:27:40	AIR-02	Yanal	0.540	0.238	0.603	0.713	0.603	7.750	10.300	6.750	6.750	120.80
74	4/13/2011	12:28:56	AIR-02	Boyuna	0.587	0.349	0.778	0.912	0.778	14.900	6.630	7.750	7.750	114.40
75	4/18/2011	12:27:49	AIR-02	Yanal	0.413	0.175	0.730	0.831	0.730	6.500	6.500	6.000	6.000	103.50
76	4/19/2011	12:28:24	AIR-02	Boyuna	0.857	0.651	0.587	0.958	0.857	7.380	7.630	6.880	7.380	112.30
77	4/21/2011	12:28:05	AIR-02	Boyuna	0.873	0.683	1.100	1.370	1.100	7.250	6.630	6.630	6.630	118.30
78	4/23/2011	12:27:25	AIR-02	Yanal	0.444	0.254	0.556	0.658	0.556	6.500	5.500	13.300	13.300	127.90
79	4/24/2011	12:28:12	AIR-02	Yanal	0.810	0.286	0.746	0.997	0.810	14.800	6.750	7.500	14.800	112.30

Tablo:Yer sarsıntısı ölçüm istasyonlarının 2011 yılı kayıtları (Devamı).

No	Tarih	Zaman	Ölçüm İstasyonu	Sarsıntı Yönü	Parçacık Hızı PPV (mm/sn)					Frekans (Hz)				Gürültü(dB)
					Boyuna	Düşey	Yanal	PVS	PPV	Boyuna	Düşey	Yanal	Etkin Frekans	
80	4/27/2011	12:28:20	AIR-02	Yanal	0.762	0.683	0.778	1.020	0.778	7.750	8.000	11.300	11.300	118.50
81	4/28/2011	12:28:27	AIR-02	Yanal	0.429	0.238	0.540	0.569	0.540	7.750	5.500	7.500	7.500	109.50
82	4/30/2011	12:27:49	AIR-02	Boyuna	0.524	0.317	0.667	0.768	0.667	14.800	6.250	7.750	7.750	121.60
83	5/1/2011	12:31:21	AIR-02	Boyuna	0.603	0.635	0.937	1.040	0.937	15.500	15.300	9.250	9.250	103.50
84	5/2/2011	12:28:30	AIR-02	Boyuna	1.020	0.508	0.984	1.230	1.020	7.250	7.130	8.750	7.250	131.10
85	5/3/2011	12:28:23	AIR-02	Düşey	0.968	0.492	0.873	0.989	0.968	7.380	9.630	7.250	7.380	104.20
86	5/4/2011	12:28:51	AIR-02	Yanal	0.762	0.413	0.619	0.807	0.762	6.380	6.250	6.250	6.380	122.40
87	5/6/2011	12:27:59	AIR-02	Boyuna	1.270	0.698	1.060	1.370	1.270	7.130	5.880	7.380	7.130	127.60
88	5/7/2011	12:27:47	AIR-02	Boyuna	0.794	0.476	0.810	0.945	0.810	7.380	6.380	7.500	7.500	122.30
89	5/8/2011	12:27:59	AIR-02	Yanal	0.397	0.302	0.571	0.582	0.571	7.630	7.130	7.500	7.500	117.20
90	5/9/2011	5:29:07	AIR-02	Yanal	0.508	0.286	0.635	0.746	0.635	8.250	5.750	8.500	8.500	122.00
91	5/10/2011	12:28:33	AIR-02	Boyuna	0.508	0.190	0.492	0.545	0.508	7.750	7.500	7.250	7.750	107.00
92	5/11/2011	12:28:59	AIR-02	Yanal	0.413	0.190	0.603	0.607	0.603	15.000	9.880	6.630	6.630	120.30
93	5/12/2011	12:34:27	AIR-02	Boyuna	0.492	0.270	0.603	0.633	0.603	6.500	6.750	6.750	6.750	110.60
94	5/13/2011	12:28:17	AIR-02	Yanal	0.857	0.397	0.635	0.948	0.857	15.100	10.000	13.300	15.100	111.20
95	5/14/2011	12:28:13	AIR-02	Boyuna	0.873	0.540	0.810	0.956	0.873	8.380	10.300	12.300	8.380	124.10

Tablo: Yer sarsıntısı ölçüm istasyonlarının 2011 yılı kayıtları (Devamı).

No	Tarih	Zaman	Ölçüm İstasyonu	Sarsıntı Yönü	Parçacık Hızı PPV (mm/sn)					Frekans (Hz)				Gürültü(dB)
					Boyuna	Düşey	Yanal	PVS	PPV	Boyuna	Düşey	Yanal	Etkin Frekans	
96	5/15/2011	12:28:13	AIR-02	Yanal	0.873	0.524	1.080	1.330	1.080	7.380	7.500	7.000	7.000	126.10
97	5/15/2011	5:26:20	AIR-02	Boyuna	0.651	0.317	0.444	0.716	0.651	7.250	7.000	5.750	7.250	112.60
98	5/16/2011	5:28:42	AIR-02	Yanal	0.333	0.190	0.540	0.550	0.540	6.500	6.500	6.750	6.750	107.50
99	5/17/2011	5:28:17	AIR-02	Düşey	0.746	0.492	0.810	0.862	0.810	7.250	9.500	7.750	7.750	115.20
100	5/19/2011	12:28:33	AIR-02	Yanal	0.794	0.444	0.587	0.961	0.794	5.750	10.600	5.750	5.750	125.20
101	5/22/2011	5:28:46	AIR-02	Yanal	0.460	0.317	0.698	0.750	0.698	9.380	9.750	8.750	8.750	111.20
102	5/23/2011	5:28:34	AIR-02	Boyuna	0.698	0.365	0.635	0.735	0.698	7.000	10.500	6.750	7.000	123.30
103	5/25/2011	5:32:49	AIR-02	Yanal	0.619	0.524	1.330	1.340	1.330	7.130	9.130	6.630	6.630	119.10
104	5/26/2011	12:28:20	AIR-02	Boyuna	0.556	0.238	0.571	0.574	0.571	7.750	8.250	7.500	7.500	127.60
105	5/27/2011	12:29:05	AIR-02	Boyuna	0.921	0.508	0.794	1.110	0.921	7.380	5.380	7.380	7.380	123.10
106	5/28/2011	12:28:45	AIR-02	Boyuna	2.060	0.651	1.700	2.350	2.060	6.000	7.250	5.250	6.000	133.80
107	5/29/2011	5:27:40	AIR-02	Düşey	0.508	0.619	0.905	1.040	0.905	5.880	5.630	7.250	7.250	115.40
108	5/30/2011	12:29:01	AIR-02	Yanal	0.762	0.333	0.508	0.816	0.762	6.500	5.000	7.250	6.500	119.00
109	5/31/2011	12:28:00	AIR-02	Boyuna	0.810	0.698	0.794	1.120	0.810	7.000	8.000	7.500	7.000	111.50
110	6/1/2011	12:28:25	AIR-02	Yanal	0.603	0.492	0.873	0.938	0.873	8.250	9.750	6.750	6.750	123.10
111	6/3/2011	12:27:42	AIR-02	Yanal	0.540	0.365	0.540	0.659	0.540	7.500	6.500	8.500	8.500	123.00

Tablo: Yer sarsıntısı ölçüm istasyonlarının 2011 yılı kayıtları (Devamı).

No	Tarih	Zaman	Ölçüm İstasyonu	Sarsıntı Yönü	Parçacık Hızı PPV (mm/sn)					Frekans (Hz)				Gürültü(dB)
					Boyuna	Düşey	Yanal	PVS	PPV	Boyuna	Düşey	Yanal	Etkin Frekans	
112	6/4/2011	12:27:34	AIR-02	Boyuna	0.492	0.254	0.683	0.792	0.683	8.380	6.130	8.880	8.880	113.80
113	6/5/2011	12:27:58	AIR-02	Boyuna	0.778	0.302	0.651	0.782	0.778	8.750	10.500	8.880	8.750	123.00
114	6/6/2011	5:30:22	AIR-02	Yanal	0.698	0.413	1.030	1.090	1.030	7.750	5.750	7.500	7.500	114.20
115	6/9/2011	5:27:22	AIR-02	Düşey	0.794	0.556	0.651	0.948	0.794	8.630	5.500	7.130	8.630	114.40
116	6/10/2011	5:26:33	AIR-02	Boyuna	0.746	0.476	0.889	1.020	0.889	8.380	6.000	6.500	6.500	126.00
117	6/11/2011	5:27:09	AIR-02	Yanal	0.492	0.381	0.794	0.888	0.794	14.800	13.600	13.000	13.000	108.40
118	6/14/2011	5:28:37	AIR-02	Boyuna	0.873	0.587	0.873	0.908	0.873	8.750	8.880	8.880	8.880	117.40
119	6/16/2011	5:28:40	AIR-02	Boyuna	0.603	0.381	0.651	0.671	0.651	7.500	7.250	7.250	7.250	110.90
120	6/17/2011	5:28:08	AIR-02	Boyuna	0.540	0.190	0.540	0.605	0.540	7.000	7.380	14.400	14.400	117.90
121	6/18/2011	12:28:02	AIR-02	Boyuna	0.968	0.429	1.050	1.160	1.050	6.500	7.630	7.130	7.130	117.60
122	6/19/2011	12:28:15	AIR-02	Yanal	0.794	0.667	0.825	0.929	0.825	16.500	9.000	7.500	7.500	121.80
123	6/23/2011	12:27:59	AIR-02	Yanal	0.429	0.381	0.587	0.627	0.587	8.500	8.750	8.750	8.750	120.80
124	6/24/2011	12:28:20	AIR-02	Düşey	2.510	1.170	2.840	3.520	2.840	6.380	5.500	6.000	6.000	136.20
125	6/25/2011	12:28:30	AIR-02	Boyuna	1.130	0.794	0.714	1.220	1.130	6.130	5.750	8.250	6.130	121.90
126	6/26/2011	12:28:01	AIR-02	Boyuna	0.746	0.476	0.556	0.839	0.746	7.630	9.380	8.630	7.630	113.50
127	6/28/2011	12:28:46	AIR-02	Boyuna	0.603	0.492	0.714	0.867	0.714	6.500	11.000	6.500	6.500	125.30

Tablo: Yer sarsıntısı ölçüm istasyonlarının 2011 yılı kayıtları (Devamı).

No	Tarih	Zaman	Ölçüm İstasyonu	Sarsıntı Yönü	Parçacık Hızı PPV (mm/sn)					Frekans (Hz)				Gürültü(dB)
					Boyuna	Düşey	Yanal	PVS	PPV	Boyuna	Düşey	Yanal	Etkin Frekans	
128	6/29/2011	12:28:26	AIR-02	Yanal	0.365	0.238	0.524	0.579	0.524	8.250	9.500	8.500	8.500	112.00
129	7/2/2011	12:28:43	AIR-02	Yanal	0.333	0.175	0.508	0.525	0.508	7.500	9.500	7.000	7.000	103.50
130	7/4/2011	12:28:25	AIR-02	Yanal	0.365	0.286	0.651	0.687	0.651	9.750	9.000	9.000	9.000	119.20
131	7/5/2011	12:28:42	AIR-02	Yanal	0.302	0.143	0.619	0.622	0.619	8.250	5.500	7.750	7.750	121.90
132	7/6/2011	12:28:13	AIR-02	Yanal	0.556	0.349	0.603	0.732	0.603	8.500	9.500	8.500	8.500	119.10
133	7/7/2011	12:28:12	AIR-02	Yanal	0.556	0.365	0.889	0.995	0.889	6.880	8.130	7.750	7.750	120.00
134	7/11/2011	12:27:51	AIR-02	Yanal	0.540	0.444	0.905	0.933	0.905	8.500	5.000	4.880	4.880	102.80
135	7/14/2011	12:27:12	AIR-02	Yanal	0.667	0.444	0.508	0.776	0.667	7.750	8.000	5.000	7.750	102.80
136	7/16/2011	12:28:27	AIR-02	Yanal	0.476	0.206	0.540	0.546	0.540	10.500	11.000	13.000	13.000	106.50
137	7/18/2011	12:27:55	AIR-02	Yanal	0.492	0.524	0.619	0.758	0.619	8.380	9.000	22.300	22.300	120.80
138	7/19/2011	12:28:03	AIR-02	Boyuna	0.762	0.444	0.905	1.050	0.905	8.250	6.250	9.000	9.000	120.30
139	7/20/2011	12:36:41	AIR-02	Yanal	0.524	0.270	0.873	1.030	0.873	22.100	22.500	22.600	22.600	113.10
140	7/22/2011	12:29:09	AIR-02	Boyuna	0.810	0.508	0.714	0.893	0.810	8.340	10.400	10.100	8.340	120.50
141	7/23/2011	12:28:38	AIR-02	Yanal	0.730	0.571	0.730	0.841	0.730	7.250	5.500	7.750	7.750	118.60
142	7/24/2011	12:28:17	AIR-02	Yanal	0.508	0.349	0.556	0.757	0.556	6.500	7.250	9.000	9.000	125.00
143	7/25/2011	12:29:05	AIR-02	Yanal	0.619	0.349	0.762	0.850	0.762	8.500	9.380	7.750	7.750	114.00

Tablo: Yer sarsıntısı ölçüm istasyonlarının 2011 yılı kayıtları (Devamı).

No	Tarih	Zaman	Ölçüm İstasyonu	Sarsıntı Yönü	Parçacık Hızı PPV (mm/sn)					Frekans (Hz)				Gürültü(dB)
					Boyuna	Düşey	Yanal	PVS	PPV	Boyuna	Düşey	Yanal	Etkin Frekans	
144	7/26/2011	5:28:31	AIR-02	Yanal	0.413	0.333	0.635	0.645	0.635	7.250	6.250	7.750	7.750	110.20
145	7/28/2011	5:29:36	AIR-02	Yanal	0.349	0.460	0.698	0.742	0.698	8.250	7.250	7.250	7.250	114.20
146	7/29/2011	12:29:21	AIR-02	Yanal	0.762	0.444	0.587	0.801	0.762	7.000	5.500	9.000	7.000	106.50
147	7/30/2011	12:29:08	AIR-02	Yanal	0.460	0.365	0.540	0.646	0.540	9.250	9.500	9.250	9.250	103.50
148	7/31/2011	12:29:23	AIR-02	Yanal	0.810	0.413	0.857	0.968	0.857	7.630	10.100	7.500	7.500	116.10
149	8/1/2011	12:30:04	AIR-02	Boyuna	0.810	0.302	0.476	0.926	0.810	8.500	5.500	8.750	8.500	122.10
150	8/4/2011	5:28:58	AIR-02	Yanal	0.254	0.206	0.556	0.558	0.556	7.000	6.000	7.750	7.750	117.40
151	8/5/2011	12:29:12	AIR-02	Boyuna	0.508	0.254	0.397	0.542	0.508	8.250	24.500	9.250	8.250	120.00
152	8/7/2011	12:29:08	AIR-02	Yanal	0.794	0.317	0.587	0.848	0.794	6.750	6.630	9.380	6.750	103.50
153	8/8/2011	12:29:52	AIR-02	Yanal	0.873	0.841	1.190	1.420	1.190	7.250	6.250	7.500	7.500	121.90
154	8/10/2011	12:28:56	AIR-02	Yanal	0.508	0.349	0.587	0.678	0.587	8.250	5.500	8.000	8.000	123.40
155	8/12/2011	12:29:45	AIR-02	Boyuna	0.698	0.413	1.050	1.100	1.050	10.500	10.600	6.750	6.750	119.90
156	8/13/2011	12:29:19	AIR-02	Boyuna	0.492	0.254	0.492	0.518	0.492	17.300	18.000	8.000	8.000	118.50
157	8/15/2011	12:28:03	AIR-02	Boyuna	0.492	0.476	0.619	0.682	0.619	8.500	11.300	9.000	9.000	109.90
158	8/16/2011	12:27:53	AIR-02	Düşey	0.667	0.524	0.460	0.696	0.667	8.750	9.750	9.000	8.750	122.10
159	8/17/2011	12:28:17	AIR-02	Yanal	0.635	0.333	0.603	0.689	0.635	7.500	7.250	7.250	7.500	111.20

Tablo: Yer sarsıntısı ölçüm istasyonlarının 2011 yılı kayıtları (Devamı).

No	Tarih	Zaman	Ölçüm İstasyonu	Sarsıntı Yönü	Parçacık Hızı PPV (mm/sn)					Frekans (Hz)				Gürültü(dB)
					Boyuna	Düşey	Yanal	PVS	PPV	Boyuna	Düşey	Yanal	Etkin Frekans	
160	8/18/2011	12:29:43	AIR-02	Yanal	0.968	0.540	0.683	1.020	0.968	8.130	7.880	7.880	8.130	115.70
161	8/19/2011	5:28:52	AIR-02	Yanal	0.794	0.444	0.984	1.250	0.984	8.500	10.600	6.630	6.630	121.20
162	8/20/2011	12:32:38	AIR-02	Yanal	0.254	0.254	0.524	0.548	0.524	8.750	5.500	9.000	9.000	122.80
163	8/22/2011	12:28:56	AIR-02	Long	0.540	0.429	0.540	0.702	0.540	7.130	10.800	9.380	9.380	121.10
164	8/24/2011	12:28:43	AIR-02	Boyuna	0.889	0.540	1.190	1.470	1.190	7.500	10.300	9.250	9.250	115.40
165	8/24/2011	12:42:01	AIR-02	Boyuna	0.762	0.476	0.746	0.811	0.762	8.250	10.300	10.000	8.250	108.40
166	8/25/2011	5:31:32	AIR-02	Yanal	0.476	0.381	0.810	0.857	0.810	7.000	6.500	6.750	6.750	102.80
167	8/26/2011	12:38:07	AIR-02	Boyuna	0.619	0.397	0.556	0.659	0.619	7.500	11.500	7.750	7.500	98.80
168	8/27/2011	5:28:23	AIR-02	Düşey	0.778	0.651	0.667	0.827	0.778	7.250	4.750	9.000	7.250	116.90
169	8/28/2011	12:41:32	AIR-02	Boyuna	0.762	0.317	0.667	0.937	0.762	8.380	6.750	6.630	8.380	117.80
170	9/3/2011	5:28:15	AIR-02	Boyuna	0.698	0.333	0.508	0.721	0.698	8.250	9.750	7.250	8.250	109.90
171	9/4/2011	12:28:21	AIR-02	Boyuna	2.030	0.889	2.320	2.710	2.320	7.380	8.380	6.500	6.500	131.70
172	9/5/2011	12:28:06	AIR-02	Yanal	0.460	0.286	0.587	0.740	0.587	8.500	6.500	6.750	6.750	100.00
173	9/7/2011	12:27:58	AIR-02	Boyuna	0.587	0.254	0.540	0.628	0.587	7.250	10.800	7.750	7.250	118.30
174	9/8/2011	12:27:54	AIR-02	Boyuna	1.320	0.587	0.714	1.350	1.320	7.380	5.380	7.630	7.380	113.50
175	9/9/2011	12:27:22	AIR-02	Boyuna	0.508	0.429	0.619	0.688	0.619	8.250	10.800	6.250	6.250	121.60

Tablo: Yer sarsıntısı ölçüm istasyonlarının 2011 yılı kayıtları (Devamı).

No	Tarih	Zaman	Ölçüm İstasyonu	Sarsıntı Yönü	Parçacık Hızı PPV (mm/sn)					Frekans (Hz)				Gürültü(dB)
					Boyuna	Düşey	Yanal	PVS	PPV	Boyuna	Düşey	Yanal	Etkin Frekans	
176	9/12/2011	12:35:20	AIR-02	Yanal	0.571	0.429	0.651	0.795	0.651	7.250	6.750	7.500	7.500	106.50
177	9/15/2011	12:29:01	AIR-02	Yanal	0.921	0.571	0.905	0.955	0.921	8.250	9.880	7.630	8.250	120.40
178	9/17/2011	12:29:08	AIR-02	Boyuna	1.000	0.460	0.603	1.120	1.000	8.500	8.000	9.500	8.500	115.20
179	9/18/2011	12:28:50	AIR-02	Yanal	0.286	0.302	0.667	0.685	0.667	5.750	10.000	8.750	8.750	110.20
180	9/19/2011	12:36:49	AIR-02	Boyuna	0.492	0.397	0.444	0.587	0.492	8.500	11.300	11.800	8.500	119.10
181	9/20/2011	12:28:40	AIR-02	Yanal	0.444	0.333	0.635	0.650	0.635	7.130	11.100	9.130	9.130	116.40
182	9/21/2011	12:39:59	AIR-02	Boyuna	0.794	0.444	0.556	0.910	0.794	6.630	5.380	6.000	6.630	103.50
183	9/22/2011	12:28:34	AIR-02	Yanal	1.000	0.540	0.794	1.160	1.000	8.880	7.630	9.000	8.880	119.90
184	9/23/2011	12:29:15	AIR-02	Boyuna	0.762	0.397	0.778	0.944	0.778	9.750	5.000	7.750	7.750	124.60
185	9/24/2011	12:29:01	AIR-02	Yanal	0.317	0.222	0.587	0.668	0.587	10.500	10.800	13.300	13.300	95.90
186	9/25/2011	12:29:14	AIR-02	Yanal	0.698	0.413	0.762	0.829	0.762	8.630	8.130	8.880	8.880	125.60
187	9/27/2011	5:58:42	AIR-02	Boyuna	0.635	0.413	0.937	0.947	0.937	8.250	6.000	8.250	8.250	122.80
188	9/28/2011	12:29:01	AIR-02	Yanal	0.635	0.317	0.508	0.728	0.635	8.130	9.630	8.380	8.130	117.40
189	9/29/2011	12:29:18	AIR-02	Yanal	0.841	0.762	0.873	1.020	0.873	11.500	11.100	13.300	13.300	110.90
190	10/1/2011	12:28:38	AIR-02	Boyuna	1.140	0.778	0.905	1.150	1.140	7.000	5.130	4.750	7.000	106.50
191	10/2/2011	12:28:38	AIR-02	Boyuna	0.905	0.333	0.905	1.090	0.905	8.500	10.400	5.630	5.630	120.00

Tablo: Yer sarsıntısı ölçüm istasyonlarının 2011 yılı kayıtları (Devamı).

No	Tarih	Zaman	Ölçüm İstasyonu	Sarsıntı Yönü	Parçacık Hızı PPV (mm/sn)					Frekans (Hz)				Gürültü(dB)
					Boyuna	Düşey	Yanal	PVS	PPV	Boyuna	Düşey	Yanal	Etkin Frekans	
192	10/3/2011	12:37:20	AIR-02	Yanal	0.413	0.238	0.524	0.637	0.524	7.750	10.000	7.000	7.000	112.60
193	10/5/2011	12:28:05	AIR-02	Yanal	0.476	0.381	0.651	0.705	0.651	6.750	8.000	6.500	6.500	98.80
194	10/7/2011	12:40:19	AIR-02	Yanal	0.413	0.254	0.810	0.823	0.810	6.750	7.000	8.500	8.500	111.20
195	10/8/2011	12:30:36	AIR-02	Boyuna	0.762	0.587	0.746	0.874	0.762	19.500	11.300	13.000	19.500	117.60
196	10/9/2011	12:28:12	AIR-02	Yanal	0.444	0.349	0.683	0.731	0.683	7.750	9.500	9.250	9.250	115.20
197	10/10/2011	12:27:32	AIR-02	Yanal	1.560	0.556	1.380	2.120	1.560	6.500	5.750	6.500	6.500	115.60
198	10/11/2011	12:27:25	AIR-02	Boyuna	0.794	0.492	1.100	1.320	1.100	8.500	6.500	7.750	7.750	111.80
199	10/12/011	12:27:57	AIR-02	Boyuna	0.587	0.381	0.698	0.725	0.698	8.500	7.380	7.500	7.500	126.50
200	10/13/2011	12:27:30	AIR-02	Yanal	0.889	0.429	0.810	0.946	0.889	6.380	5.500	5.500	6.380	123.10
201	10/14/2011	12:27:17	AIR-02	Yanal	0.952	0.651	0.730	1.250	0.952	6.750	9.750	10.000	6.750	117.20
202	10/17/2011	12:26:58	AIR-02	Yanal	0.810	0.492	0.714	1.060	0.810	7.500	10.300	4.750	7.500	118.10
203	10/18/2011	12:27:13	AIR-02	Boyuna	1.750	1.350	1.440	1.920	1.750	7.380	5.880	5.630	7.380	123.20
204	10/20/2011	12:27:05	AIR-02	Yanal	0.476	0.317	0.603	0.671	0.603	7.250	5.750	7.750	7.750	117.80
205	10/21/2011	12:27:11	AIR-02	Boyuna	0.698	0.429	0.873	0.918	0.873	7.000	5.750	6.000	6.000	121.80
206	10/22/2011	12:27:02	AIR-02	Düşey	1.100	0.508	1.240	1.550	1.240	8.500	8.750	7.250	7.250	116.40
207	10/23/2011	12:26:58	AIR-02	Yanal	0.349	0.286	0.571	0.580	0.571	16.300	12.500	12.800	12.800	121.90

Tablo: Yer sarsıntısı ölçüm istasyonlarının 2011 yılı kayıtları (Devamı).

No	Tarih	Zaman	Ölçüm İstasyonu	Sarsıntı Yönü	Parçacık Hızı PPV (mm/sn)					Frekans (Hz)				Gürültü(dB)
					Boyuna	Düşey	Yanal	PVS	PPV	Boyuna	Düşey	Yanal	Etkin Frekans	
208	10/25/2011	12:28:44	AIR-02	Yanal	0.444	0.333	0.667	0.725	0.667	8.500	6.500	7.250	7.250	117.10
209	10/26/2011	12:29:21	AIR-02	Boyuna	1.020	0.365	0.635	1.080	1.020	8.380	14.900	8.500	8.380	120.30
210	10/27/2011	12:28:49	AIR-02	Yanal	1.950	0.952	1.650	2.080	1.950	7.130	6.880	7.630	7.130	116.40
211	10/29/2011	12:28:46	AIR-02	Boyuna	1.970	1.330	2.000	2.710	2.000	7.500	6.000	6.500	6.500	126.40
212	10/30/2011	1:28:22	AIR-02	Yanal	0.762	0.540	0.635	0.798	0.762	8.500	10.500	13.300	8.500	124.70
213	10/31/2011	1:29:24	AIR-02	Yanal	0.937	0.429	0.968	1.030	0.968	7.750	8.000	5.500	5.500	118.70
214	11/1/2011	1:28:14	AIR-02	Yanal	0.508	0.381	0.778	0.940	0.778	8.500	7.250	9.250	9.250	115.00
215	11/2/2011	1:28:37	AIR-02	Boyuna	1.000	0.698	1.650	1.710	1.650	8.250	7.380	6.880	6.880	119.30
216	11/3/2011	1:28:22	AIR-02	Yanal	0.921	0.778	0.937	1.150	0.937	9.500	5.750	7.500	7.500	112.60
217	11/10/2011	1:27:39	AIR-02	Boyuna	0.794	0.460	0.921	1.210	0.921	7.500	7.500	6.500	6.500	123.60
218	11/11/2011	1:28:01	AIR-02	Yanal	0.540	0.381	0.746	0.825	0.746	7.750	9.500	9.250	9.250	126.50
219	11/12/2011	1:28:20	AIR-02	Boyuna	0.984	0.683	0.952	1.110	0.984	6.750	6.250	4.630	6.750	127.80
220	11/13/2011	1:27:38	AIR-02	Yanal	0.603	0.444	0.778	0.901	0.778	10.000	7.380	7.500	7.500	123.00
221	11/14/2011	1:27:53	AIR-02	Yanal	0.667	0.556	0.810	0.895	0.810	7.500	7.500	6.750	6.750	116.70
222	11/17/2011	12:30:32	AIR-02	Yanal	0.667	0.365	0.508	0.719	0.667	7.750	6.500	9.250	7.750	114.40
223	11/18/2011	12:29:19	AIR-02	Yanal	0.476	0.270	0.667	0.682	0.667	7.250	11.500	7.500	7.500	111.20

Tablo: Yer sarsıntısı ölçüm istasyonlarının 2011 yılı kayıtları (Devamı).

No	Tarih	Zaman	Ölçüm İstasyonu	Sarsıntı Yönü	Parçacık Hızı PPV (mm/sn)					Frekans (Hz)				Gürültü(dB)
					Boyuna	Düşey	Yanal	PVS	PPV	Boyuna	Düşey	Yanal	Etkin Frekans	
224	11/19/2011	12:29:00	AIR-02	Yanal	0.571	0.333	0.603	0.652	0.603	7.250	6.750	7.250	7.250	120.90
225	11/20/2011	12:29:36	AIR-02	Yanal	0.603	0.365	0.651	0.737	0.651	8.250	10.800	7.750	7.750	121.80
226	11/21/2011	12:28:58	AIR-02	Yanal	0.857	0.349	1.020	1.090	1.020	8.000	6.630	8.380	8.380	122.30
227	11/23/2011	12:29:11	AIR-02	Yanal	1.330	0.730	1.210	1.390	1.330	7.750	6.500	7.750	7.750	125.30
228	11/24/2011	12:29:19	AIR-02	Boyuna	0.810	0.413	0.873	1.210	0.873	8.130	7.000	7.500	7.500	121.20
229	11/25/2011	12:29:17	AIR-02	Boyuna	1.320	0.667	1.060	1.470	1.320	6.500	9.380	6.500	6.500	121.00
230	11/26/2011	12:28:27	AIR-02	Boyuna	0.619	0.492	0.730	0.921	0.730	10.800	10.600	10.800	10.800	121.20
231	11/27/2011	12:28:38	AIR-02	Yanal	0.841	0.508	1.000	1.020	1.000	8.500	10.600	9.130	9.130	114.40
232	11/30/2011	12:28:26	AIR-02	Yanal	0.778	0.365	0.556	0.926	0.778	10.300	5.500	8.500	10.300	119.90
233	12/1/2011	12:28:12	AIR-02	Yanal	0.603	0.651	0.841	0.861	0.841	5.000	10.800	7.500	7.500	117.20
234	12/2/2011	12:28:13	AIR-02	Yanal	1.240	1.020	1.250	1.620	1.250	7.380	5.630	7.380	7.380	115.90
235	12/3/2011	12:27:39	AIR-02	Yanal	0.857	0.429	1.170	1.250	1.170	7.250	5.880	7.500	7.500	113.10
236	12/4/2011	12:27:59	AIR-02	Boyuna	0.937	0.556	1.410	1.590	1.410	6.750	5.750	7.500	7.500	107.00
237	12/5/2011	12:27:46	AIR-02	Yanal	0.508	0.444	0.825	0.859	0.825	6.500	7.500	6.750	6.750	110.90
238	12/6/2011	12:28:02	AIR-02	Boyuna	0.746	0.397	0.841	0.959	0.841	6.750	5.000	8.250	8.250	114.20
239	12/7/2011	12:28:09	AIR-02	Boyuna	1.210	0.508	1.110	1.500	1.210	8.500	10.800	9.250	8.500	114.60

Tablo: Yer sarsıntısı ölçüm istasyonlarının 2011 yılı kayıtları (Devamı).

No	Tarih	Zaman	Ölçüm İstasyonu	Sarsıntı Yönü	Parçacık Hızı PPV (mm/sn)					Frekans (Hz)				Gürültü(dB)
					Boyuna	Düşey	Yanal	PVS	PPV	Boyuna	Düşey	Yanal	Etkin Frekans	
240	12/8/2011	12:27:41	AIR-02	Yanal	0.857	0.587	0.762	1.010	0.857	5.630	5.630	7.630	5.630	119.40
241	12/9/2011	12:35:48	AIR-02	Boyuna	0.698	0.476	0.698	0.846	0.698	8.500	10.500	16.800	16.800	115.90
242	12/10/2011	12:27:28	AIR-02	Boyuna	0.746	0.365	0.810	0.877	0.810	7.250	6.750	6.750	6.750	114.20
243	12/11/2011	12:28:04	AIR-02	Yanal	0.460	0.333	0.619	0.746	0.619	13.800	10.800	8.000	8.000	107.50
244	12/12/2011	12:26:58	AIR-02	Boyuna	0.921	0.556	1.020	1.180	1.020	16.300	10.500	9.000	9.000	114.60
245	12/14/2011	12:26:33	AIR-02	Boyuna	0.778	0.413	1.190	1.280	1.190	6.500	5.750	9.500	9.500	106.50
246	12/16/2011	12:26:39	AIR-02	Yanal	0.937	0.651	0.857	0.982	0.937	6.750	10.400	6.750	6.750	114.20
247	12/23/2011	12:28:21	AIR-02	Yanal	0.889	0.683	0.937	1.190	0.937	6.630	9.880	9.750	9.750	110.60
248	12/24/2011	12:28:14	AIR-02	Yanal	0.397	0.333	0.619	0.689	0.619	6.500	10.800	9.250	9.250	103.50
249	12/26/2011	12:28:32	AIR-02	Boyuna	0.556	0.302	0.444	0.591	0.556	7.750	7.250	12.000	7.750	103.50
250	12/27/2011	12:31:52	AIR-02	Yanal	0.603	0.508	0.952	1.010	0.952	7.000	9.500	6.750	6.750	107.50
251	12/28/2011	12:28:49	AIR-02	Düşey	0.746	0.524	0.746	0.931	0.746	10.500	10.800	10.500	10.500	108.80
252	12/29/2011	12:28:34	AIR-02	Boyuna	1.110	0.762	1.080	1.370	1.110	9.880	9.750	6.630	9.880	115.90
253	12/30/2011	12:28:47	AIR-02	Boyuna	0.937	0.714	0.778	1.040	0.937	8.380	10.500	6.750	8.380	109.20
254	12/31/2011	12:29:15	AIR-02	Yanal	0.571	0.254	0.508	0.627	0.571	10.500	8.250	6.750	10.500	104.20
255	5/23/2011	5:27:44	AIR-01	Boyuna	0.492	0.222	0.270	0.523	0.492	7.000	10.500	6.750	7.000	5.75

Tablo: Yer sarsıntısı ölçüm istasyonlarının 2011 yılı kayıtları (Devamı).

No	Tarih	Zaman	Ölçüm İstasyonu	Sarsıntı Yönü	Parçacık Hızı PPV (mm/sn)					Frekans (Hz)				Gürültü(dB)
					Boyuna	Düşey	Yanal	PVS	PPV	Boyuna	Düşey	Yanal	Etkin Frekans	
256	5/28/2011	12:27:43	AIR-01	Boyuna	1.320	0.365	0.571	1.380	1.320	5.250	5.250	5.250	5.250	0.00
257	6/24/2011	12:23:33 M	AIR-01	Boyuna	1.870	0.460	0.825	1.970	1.870	5.630	5.500	5.380	5.630	0.00