



OKAN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**MAYA-YILSAN KARTAL PROJESİNDE YAPILAN
PATLATMALI KAZILARDAN KAYNAKLANAN
TİTREŞİMLERİN DEĞERLERİNİN ÖLÇÜLMESİ VE
ÇEVRESEL ETKİLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ**

Cüneyt Ali DEMİRTÜRK
İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı
Patlayıcı Mühendisliği Yüksek Lisans Programı

Danışman
Prof. Dr. Ali KAHRİMAN

Eylül, 2015

İSTANBUL



OKAN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**MAYA-YILSAN KARTAL PROJESİNDE YAPILAN
PATLATMALI KAZILARDAN KAYNAKLANAN
TİTREŞİMLERİN DEĞERLERİNİN ÖLÇÜLMESİ VE
ÇEVRESEL ETKİLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ**

Cüneyt Ali DEMİRTÜRK
İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı
Patlayıcı Mühendisliği Yüksek Lisans Programı

Danışman
Prof. Dr. Ali KAHRİMAN

Eylül, 2015

İSTANBUL

Bu çalışma 15/10/2015 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Patlayıcı Mühendisliğı Anabilim Dalı Tezli Yüksek programında Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Tez Jürisi

Prof.Dr.Ali KAHRİMAN(Danışman)
Okan Üniversitesi
Mühendislik Mimarlık Fakültesi

Prof.Dr.Cengiz KUZU
İstanbul Teknik Üniversitesi
Maden Fakültesi

Yrd.Doç.Dr. Abdulkadir KARADOĞAN
İstanbul Üniversitesi
Mühendislik Fakültesi

ÖNSÖZ

Yüksek lisans öğrenimim ve tez çalışmalarım süresince göstermiş olduğu destek, yardım ile sağlamış olduğu imkân ve fırsatlar için Danışmanım Sayın Prof. Dr. Ali KAHRİMAN' a sonsuz teşekkür ederim.

Yüksek lisans öğrenimim ve tez çalışmalarım esnasında bilgi ve birikimini esirgmeden çalışmalarına destek olan, çalışmalarına zamanını ayırarak ilgi gösterip çok değerli katkılar sağlayan Jüri Üyesi İstanbul Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Maden Mühendisliği Bölüm Başkan Yardımcısı Sayın Yrd. Doç. Dr. Abdulkadir KARADOĞAN'a sonsuz teşekkürü borç bilirim.

Vakit ayırıp bu tezi inceleyerek değerli görüş ve katkılarını aktaran Jüri Üyeleri, İstanbul Teknik Üniversitesi Maden Fakültesi Maden Mühendisliği Öğretim Üyesi Sayın Prof. Dr. Cengiz KUZU' ya teşekkür ederim.

Hiçbir zaman destek ve yardımlarını esirgemeyen Okan Üniversitesi Meslek Yüksekokulu İnşaat Bölüm Başkanı Öğretim Görevlisi Sayın Yüksek Mühendis Alper ÇELTİKÇİ ve Okan Üniversitesi Meslek Yüksekokulu Öğretim Görevlisi Sayın Yüksek Mühendis Sadettin BAĞDATLI 'ya sonsuz teşekkür ederim.

Ayrıca, hiçbir zaman desteklerini, inanç ve sevgilerini benden esirgemeyen anneme, babama, kardeşime ve arkadaşlarıma teşekkürü borç bilirim. Son olarak, hayatımda çok özel bir yere sahip olan eşim İnci DEMİRTÜRK'e tüm desteği ve inancı için ve müstakbel oğlum Ural Demir DEMİRTÜRK'e var olduğu için teşekkür ederim.

EYLÜL, 2015

CÜNEYT ALİ DEMİRTÜRK

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ.....	iii
İÇİNDEKİLER.....	iv
ŞEKİL LİSTESİ.....	vii
TABLO LİSTESİ.....	viii
SEMBOL LİSTESİ.....	x
ÖZET.....	xii
SUMMARY.....	xiv
1. GİRİŞ.....	1
2. GENEL KISIMLAR.....	3
2.1. PATLATMANIN MÜHENDİSLİK FAALİYETİ AÇISINDAN ÖNEMİ.....	3
2.1.1. Delme Patlatmanın Önemi.....	3
2.1.2. Patlayıcıların Tarihçesi.....	3
2.1.2.1. İlk Silahın ve Patlayıcıların Kullanılması.....	3
2.1.2.2. Patlayıcıların Muharebe Ortamında Kullanımı.....	4
2.1.2.3. Patlayıcıların Ticari Maksatlı ve Medeniyetin İlerlemesi Maksatlı Kullanımı.....	4
2.1.3. Delme Patlatmanın Kullanıldığı Alanlar.....	5
2.2. PATLATMA VE PARÇALANMA MEKANİZMASI.....	7
2.2.1. Delme Patlatma Mekanizmasında Etken Parametreler.....	7
2.2.1.1. Delme.....	10
2.2.1.1.1. Delik Delme Yöntemleri.....	10
2.2.1.1.1.1. Dik Delik Delme.....	10
2.2.1.1.1.2. Eğimli Delik Delme.....	11
2.2.1.1.2. Delik Delme Esnasında Dikkat Edilmesi Gereken Noktalar.....	11
2.2.1.1.2.1. Delik Çapı Seçimi	12
2.2.1.1.2.2. Delik Çapı Seçiminde Bazı Yaklaşımlar.....	12
2.2.1.1.2.3. Delik Sapmaları	13
2.2.1.2. Patlatma.....	16

2.2.1.2.1. Kontrol Edilemeyen Parametreler.....	16
2.2.1.2.1.1. Kayacın Yapısı ve Jeolojisi.....	17
2.2.1.2.1.2. Sahanın Coğrafi ve Fiziksel Koşulları.....	17
2.2.1.2.1.3. Bölgenin meteorolojik Şartları.....	17
2.2.1.2.1.4. Yeraltı Su Seviyesi.....	18
2.2.1.2.2. Kontrol Edilebilen Parametreler.....	18
2.2.1.2.2.1. Patlayıcı Madde Seçimi.....	18
2.2.1.2.2.2. Ateşleme Sistemlerinin Seçimi.....	19
2.3. YAMAÇ PATLATMALARI.....	19
2.3.1. Yamaç Patlatmalarında Metodoloji.....	19
2.3.2. Delme ve Patlatma Güvenlik Önlemleri ve Emniyet Esasları.....	20
2.3.3. Delik Delme ve Şarj Esnasında Alınacak Güvenlik Önlemleri.....	21
2.3.4. Patlatmadan Önceki Emniyet Tedbirleri.....	22
2.3.5. Patlatma Esnasında Emniyet Tedbirleri.....	22
2.3.6. Patlatmadan Sonraki Emniyet Tedbirleri.....	22
2.4. PATLATMADAN KAYNAKLANAN ÇEVRESEL SORUNLAR.....	23
2.4.1. Taş Savrulması	27
2.4.2. Toz Emisyonu.....	29
2.4.3. Yer Sarsıntısı (Titreşim).....	29
2.4.3.1. Uzaklığa Bağlı Parçacık Hızı (I. Yol).....	30
2.4.3.2. Uzaklığa Bağlı Ölçekli Mesafe (II. Yol).....	31
2.4.3.3. Değiştirilmiş Ölçekli Mesafe (III. Yol).....	32
2.4.3.4. Frekans- Parçacık Hm İlişkisi (IV. Yol).....	32
2.4. Hava Şoku ve Gürültü.....	32
2.4.4.1. Hava Şoku ve Gürültü Ölçümü ve Karakteri.....	33
2.4.4.2. Hava Şokunu Azaltmak İçin Alınabilecek Önlemler.....	37
2.4.5. Hasar Ölçütleri ve Titreşim Ölçümlerinin Değerlendirilmesinde Göz Önünde Tutulan Uluslararası Normlar.....	37
2.4.5.1. Patlatma Hasar Kriterleri.....	37
2.4.5.1.1. Rockwell'in Enerji Formülü.....	39
2.4.5.1.2. USBM'nin Formülü.....	39
2.4.5.1.3. Crandell'in Enerji Oranı Formülü.....	40
2.4.5.1.4. Langefors, Kihlström, ve Westerberg'in Yaklaşımı.....	40
2.4.5.1.5. Edwards ve Northwood'un Parçacık Hızı Denklemi.....	41
2.4.5.1.6. Langefors ve Kihlström'ün Yaklaşımı.....	41
2.4.5.1.7. USBM'nin Yaklaşımı.....	43

2.4.5.1.8. Camnet, Bauer ve Calder'in Yaklaşımı.....	43
2.4.5.1.9. USBM'nin Son Patlatma Hasar Tahmini.....	43
2.4.5.1.10. OSM'nin Halen Geçerli Olan Kuralları.....	45
2.4.5.1.11. DIN 4150 Alman Notu.....	48
2.4.5.1.12. İsveç Standardı.....	49
2.4.5.1.12.1. Kılavuz Seviyeleri.....	50
2.4.5.1.13. İngiliz Standardı.....	51
2.4.5.1.14. Hindistan Standardı (IS).....	52
2.4.5.1.15. Fransa Standardı.....	53
2.4.5.1.16 Türk Standardı.....	54
2.5. TAHMİN FORMÜLLERİNİN KULLANILMASI VE REGRESYON ANALİZLERİNİN GEREKLİLİĞİN NEDENİ.....	54
3. MALZEME VE YÖNTEM.....	56
3.1. ARAŞTIRMANIN YAPILDIĞI BÖLGE İLE İLGİLİ GENEL BİLGİLER	56
3.2. ARAŞTIRMADA KULLANILAN İZLEME SİSTEMLERİ.....	57
4. BULGULAR.....	60
4.1. ÇALIŞMA SAHASININ YERİ VE TANIMI.....	60
4.2. BÖLGEDE KULLANILAN KONTROLLÜ PATLATMA MODELLERİ.....	62
4.3. ÖLÇÜM SONUÇLARI	64
4.4. ÖLÇÜMLERİN İSTATİSTİKSEL ANALİZİ VE DEĞERLENDİRMESİ	65
4.4.1. Ölçüm Sonuçlarının İstatistiksel Analizi.....	65
4.4.2. Elde Edilen Tahmin Denklem ve Yaklaşımları.....	69
5.1. TARTIŞMA VE SONUÇ.....	70
KAYNAKLAR.....	72
EKLER.....	77

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 2.1	8
Şekil 2.2	9
Şekil 2.3	24
Şekil 2.4	25
Şekil 2.5	34
Şekil 2.6	41
Şekil 2.7	44
Şekil 2.8	46
Şekil 2.9	48
Şekil 2.10.....	48
Şekil 2.11.....	51
Şekil 2.12.....	52
Şekil 2.13.....	52
Şekil 3.1.....	56
Şekil 3.2.....	57
Şekil 3.3.....	58
Şekil 3.4.....	59
Şekil 4.1.....	60
Şekil 4.2.....	62
Şekil 4.3.....	63
Şekil 4.4.....	63
Şekil 4.5.....	64
Şekil 4.6.....	67
Şekil 4.7.....	68

TABLO LİSTESİ

Tablo 2.1.....	14
Tablo 2.2.....	31
Tablo 2.3.....	32
Tablo 2.4.....	33
Tablo 2.5.....	34
Tablo 2.6.....	40
Tablo 2.7.....	41
Tablo 2.8.....	41
Tablo 2.9.....	43
Tablo 2.10.....	43
Tablo 2.11.....	46
Tablo 2.12.....	46
Tablo 2.13.....	47
Tablo 2.14.....	50
Tablo 2.15.....	50
Tablo 2.16.....	51
Tablo 2.17.....	51
Tablo 2.18.....	52
Tablo 2.19.....	53
Tablo 2.20.....	54
Tablo 4.1.....	61
Tablo 4.2.....	62
Tablo 4.3.....	65
Tablo 4.4.....	66

Tablo 4.5.....	66
Tablo 4.6.....	67
Tablo 4.7.....	68
Tablo 4.8.....	69

SEMBOL LİSTESİ

ANFO	: amonyum nitrat + fueloil karışımı patlayıcı madde
BDD	: birim deformasyon dalgası
ÇDD	: çekme deformasyon dalgası
Hz	: hertz
ISRM	: uluslar arası kaya mekaniği derneği
M.Ö.	: milattan önce
M.S.	: milattan sonra
NATM	: yeni avusturya tünel açma yöntemi
OSM	: birleşik devletler açık ocak madencilik bürosu
TBM	: tunnel boring machine
USBM	: birleşik devletler madencilik bürosu
u	: parçacığın yer değişmesi
U	: maksimum yer değiştirme
k	: dalga sayısı sabiti
ω	: açısal frekans sabiti
t	: zaman
T	: dalga periyodu
f	: frekans
λ	: dalga boyu
c	: yayılım hızı
v	: parçacık hızı
μ	: parçacık ivmesi
SD	: ölçekli mesafe
R	: mesafe
W	: gecikme başına maksimum şarj miktarı
PPV	: maksimum parçacık hızı
K, β , α , n	: çalışma sahası sabitleri
$e^{-\alpha R}$: inelastik seyrelme faktörü
$e^{-\alpha(R/W)}$: İnelastik sönme faktörü
r^2	: korelasyon katsayısı
dB	: desibel
P	: ölçülen tepe ses basıncı
P_0	: referans ses basıncı

N	: gürültü
A	: genlik
C	: şarj miktarı
d	: uzaklık
ER	: enerji oranı
a	: ivme
v_0	: düzeltilmemiş düşey parçacık hızı
F_k	: inşaat kalite faktörü
F_d	: patlatma noktası ile ölçüm noktası arası mesafe faktörü
F_t	: patlatma işlemlerinin süreceği toplam proje süresi
\emptyset	: fi

ÖZET

MAYA-YILSAN KARTAL PROJESİNDE YAPILAN PATLATMALI KAZILARDAN KAYNAKLANAN TİTREŞİMLERİN DEĞERLERİNİN ÖLÇÜLMESİ VE ÇEVRESEL ETKİLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Özellikle 2000 yılından bu yana ülkemiz Türkiye Cumhuriyetinde ekonominin gelişmesi, teknolojinin ilerlemesi ve nüfusun artışı ile şehirleşme büyük ilerleme göstermiş ve bunun doğal sonucu olarak da inşaat sektörü bu ilerlemenin bayraktarlığını yapmaktadır. İnşaat sektörünün bu gelişimi ile büyük şehirlerde ve özellikle İstanbul ilinde şehircilik alanında muasır ülkeler seviyesinde gelişmeler görülmektedir. Gerek alt yapı sektöründe, gerek ulaşım sektöründe gerçekleşen bu gelişmeler toplum refahını artırıcı yönde olumlu etkilere sebep olmaktadır. Toplu taşımacılıkta metro, tramvay ve metrobüs gibi çözümlerle nüfusu 14 milyon insanı aşan şehrimiz kronik bir hal almış olan trafik probleminde çözüm aramaktadır. Bununla birlikte yeni açılan metro hatları ve inşa edilen asma köprüler çözüm yönünde olumlu gelişmeler olarak kabul görmektedir.

Günümüzde alışveriş ihtiyacı da önceki dönemlerin aksine küçük ölçekli bakkal, butik vb. işletmeler yerine Alışveriş Merkezleri (AVM) kurulmak sureti ile karşılanmaktadır. AVM'ler büyük şehirlerin vazgeçilmezleri olarak görülmekte ve her geçen gün yenileri açılmaktadır. 2015 yılı içinde inşa edilmesi öngörülen Maya- Yılsan Kartal Projesinde de yine 1 adet AVM ve rezidans konut inşa edilmesi öngörülmektedir. Söz konusu projenin yatay inşaat bölümünde öncelikle 30 m derinlikte temel kazısı yapılmasına ihtiyaç duyulduğu zemin etüdü sonucunda belirlenmiştir. Söz konusu bölgenin zemini kum taşı tabakalarda müteşekkil olup taş kırma aparatlı ekskavatörler marifetiyle zemin kazısının yapılmasının maliyet etkin olmadığı değerlendirilmiş patlatmalı kazı ile çalışmanın daha uygun olacağı öngörülmüştür. Ancak kazı alanının hemen yakınında D-100 karayolu ve iki adet çok katlı bina bulunması patlatma güvenliği ile ilgili soru işaretleri oluşturmuştur.

Firma yetkilileri tarafından Patlayıcı Mühendisliği Derneği ile irtibata geçilerek icra edilecek patlatmaların meskûn mahal hasar limitinin üzerinde olup olmadığının tespiti için personel görevlendirilmesi ve hizmet alımı yapılması talep edilmiştir. Bu tez kapsamında söz konusu kazı alanında 23.03.2015-30.04.2015 tarihleri arasında gerçekleştirilen patlatmalı kazılar incelenmiş, patlamalar esnasında oluşan yer sarsıntıları değerlendirilerek çevrede yoğun olarak yer alan yapılara olan etkileri değerlendirilmiştir. Süreç esnasında 23 adet patlatmalı kazı faaliyeti takip edilmiş olup titreşim ölçer cihazlar ile patlatmadan kaynaklanan titreşim ve hava şoku değerleri kayıt altına alınmıştır. Gecikme başına kullanılan patlayıcı madde miktarlarına bağlı olarak oluşan ölçekli mesafe (SD) ile titreşim kayıtları ilişkilendirilerek çalışma yapılan bölgenin jeolojisine özgü olan arazi iletim katsayısı (K) ve jeolojik katsayına (β) ulaşılmıştır.

Çalışmada, konuyla ilgili genel bilgiler araştırılarak geniş kapsamlı literatür taraması yapılmıştır. Delme patlatmanın önemi, patlatma ile parçalanma mekanizması ve patlatmadan kaynaklı çevresel sorunlar derlenerek 2. bölümde sunulmuştur.

Bölüm 3'te kullanılan malzeme ve yöntemler açıklanmıştır. Çalışma yapılan bölge ile ilgili bilgiler, kazı bölgesi ve bölgede uygulanan patlatma modelleri hakkında bilgiler, titreşim ölçümleri ve değerlendirilmesi ile elde edilen verilere bağlı yapılan risk analizi ise Bölüm 4 te verilmiştir. Bölüm 5 te elde edilen sonuçlar tartışılmıştır.

SUMMARY

ANALYSIS OF ENVIRONMENTAL EFFECTS AND VIBRATION INDUCED BY CAUTIOUS BLASTING DURING THE EXCAVATION OF MAYA-YILSAN KARTAL PROJECT

With the help of flourishing economy, improving technology and increase in population, especially since year 2000, urbanization has shown great progress in Turkish Republic and as a natural cause to this effect, construction sector has been the flag holder of this achievement. With the improvement of the construction sector, we can witness improvements as bright as developed countries level in metropol especially in İstanbul. This improvement, which takes place in both city infrastructure and transportation, has been causing positive effects on society's welfare. Our city whose population has grown more than 14 million people has been looking for a solution to chronic stage traffic problem by implementations like subway, tramway and metrobus. Constructions of new subway lines and drawbridges have been accepted as positive improvements on the long road to solution.

Nowadays shopping need has been satisfied by going to shopping malls contrary to the previous times when we shop from groceries and boutiques. Shopping malls has been considered as indispensable for metropol and popping up quite quickly. In Maya-Yilsan project, which will be constructed in 2015, a shopping mall and a residence is planned to be built. In the horizontal construction phase of the project, it has been assessed in the soil research phase that 30 m deep ground excavation is needed to be performed. The excavation area has a sand stone layer. It has been assessed that using excavators with rock breaker apparatus in order to perform excavation is not feasible and has been decided that performing cautious blasting is a more feasible option. However, since there exists D-100 motorway and two buildings caused question marks about the security of the blasting decision. Construction company has reached the explosive engineering association and requested assistance in order to clarify that the vibration levels of the cautious blasting procedures that they were going to performed will not exceed the urban vibration levels.

This thesis examines the blasting operations carried out between the dates 23.03.2015-30.04.2015 in the excavation area focusing upon the vibrations induced by blasting and the effects of blasting on the residential structures. The Peak Particle Velocity (PPV) and frequency were measured. During the 23 controlled blasting operations conducted, the vibrations were recorded by means of various technical apparatuses. By relating the vibration records to the scaled distance calculated on the basis of the explosive weights per delay, the ground transmission coefficient (K) and the geological coefficient (β) were found.

In this study, first, a comprehensive review of the literature to investigate the general information is conducted. The importance of drilling and blasting, mechanism of fragmentation by blasting and environmental effects of blasting are present in chapter 2.

Materials and methods used in the study are explained in the chapter 3. Information of working site, information of blasting patterns, vibration measurements and evaluations and risk analysis of blasting operations are present in chapter 4. Finally, you will reach the results in chapter 5.

1. GİRİŞ

İnsanoğlunun hammadde ihtiyacı arttıkça ve teknoloji geliştikçe kaya parçalama metotlarında da belirli bir gelişme gözlemlenmiştir. Bilinen en eski kaya parçalama metodu, kayanın ateş ile yakılması ve ardından suya batırılması işlemiydi. Çatlaklar sonucu oluşan formasyon, takozlar, balyozlar ve demir kollar ile üzerinde çalışılmıştır. 1600'li yıllarda, kayanın kırılmasını mümkün kılan siyah barut, bir yöntem olarak tanıtılmıştır. Balyoz ile açılan deliklerin içerisine barut konmuştur. Alfred Nobel'in dinamiti ve patlayıcı kapsülü keşfetmesiyle kaya kırmasındaki teknolojik tarih geçiş evresi başlamış bulunmaktadır. Sonrasında basınçlı hava ile delme teknolojisi gelişmiştir. İlerleyen kaya patlatma teknolojisi, uluslar arası gelişen endüstride büyük rol oynamıştır.

Yeraltında gerçekleştirilen uygulamalı denemeler sırasında yeni üretilen makineler, ürünler ve çalışma prosedürleri yaygın olarak kullanılmış ve geliştirilmiştir. El ile tutularak çalıştırılan delici ekipmanın kullanıldığı zamanlarda uygulanacak patlatma tekniği tamamen el becerisine dayanmaktaydı. Modern çağlarda, metotların ve çalışma prosedürlerinin tasarlanması için teknisyenlere gereksinim duyulmaktadır. Bu durumda, kullanılan çeşitli makineler ve çalışma alanıyla ilgili kapasiteleri hakkında tam bilginin elde edilmesi ihtiyacını doğurmaktadır. Böylece patlatma projesi düzenli ve verimli şekilde gerçekleştirilmiş olunur.

Kaya patlatma projesinin planlanması ve üstesinden gelinmesi için yapılan tüm çalışmalarda patlatma, işlemin son parçasını oluşturduğunun bilincinde olunması oldukça önemli bir husustur. Tasarlanmış olan plan, faaliyete geçirilmeden önce niteliklerinin hazır hale getirilmiş olması da diğer önemli bir husustur. Çok yüksek kalitedeki bir patlatma uygulamasının gerçekleştirilmesi, daha sonra ihtiyaç duyulacak işlemleri ve dolayısıyla maliyeti etkileyeceği açıktır. Kayanın parçalanması için harcanan para, optimum sonuçları sağlayacak bir yatırım olarak görünebilir.

Yukarıda bahsedilen nedenlerle, ekonomik ve emniyetli bir patlatmada, aynı zamanda bu tür sorunların da önlenmesi veya en azından tehlike sınırlarının altına indirilmesi dikkate alınmalıdır. İyi bir patlatmadan beklenen en önemli unsurlardan biri de atımın çevresel etkiler açısından emniyetli olmasıdır. Bu tür çevresel duyarlılıklar dikkate alındığında, patlatma

kaynağından belirli uzaklıkta bulunan bir yerleşim biriminin veya tesisin; patlatma sonucu oluşacak gürültü ve yer sarsıntısından etkilenmemesi bakımından; patlatma tasarımında yanıt aranacak bir değer konu da; herhangi bir gecikme aralığında kullanılabilen en fazla patlayıcı miktarını önceden belirleyebilmek ve kontrollü atımlar gerçekleştirebilmektir. (Kaya Patlatmasında Genel Gözlemler, 2013)

Son yıllarda, patlatmalı kazılardan sorumlu teknik elemanların karşılaştıkları sorunlardan biri de yersarsıntısı ve hava şokları nedeniyle, çevrede yaşayan kişi ya da kuruluşların haklı veya haksız şikâyetleridir. Patlatmalı kazı işlemlerinden kaynaklanan benzeri sorunlar, endüstriyel atılımlarını ve alt yapılarını ülkemizden daha önce tamamlamış olan ülkelerin birçoğunda da yaşanmıştır. Bu nedenle, bu konuların çözümüne yönelik olarak konuyla ilgili bazı standartların oluşturulması amacıyla, çeşitli sistematik araştırma programları yürürlüğe konmuştur. Bu yöndeki çabalar, ilgili taraflarca (patlayıcı madde üreticileri, kullanıcıları, hükümetler ve araştırmacılar) yapılmakta olan deneysel çalışmalarla yoğun bir şekilde sürdürülmektedir. Ülkemizde ise maalesef bu konuda herhangi bir yönetmelik ya da saptanmış limitler bulunmamaktadır. Bu yüzden ülkemizdeki mühendisler, ancak diğer ülkelerdeki limitleri kullanarak yorum yapmaya çalışmaktadırlar. (Bağdatlı, 2013)

Bu yüksek lisans tezinde, İstanbul ili, Kartal ilçesi Soğanlık Mah. 139 pafta, 1103 ada, 51 parselde yapılacak patlatmalı temel kazı inşaatı işi titreşim ölçümlerine dayalı değerlendirme ve belirtilen çevresel etkilerden olan yer sarsıntısının, kazı alanının yer aldığı bölgedeki binalara olan etkisinin araştırılmasına yönelik çalışmalar anlatılmaktadır.

2. GENEL KISIMLAR

2.1.PATLATMANIN MÜHENDİSLİK FAALİYETİ AÇISINDAN ÖNEMİ

2.1.1. Delme-Patlatmanın Önemi

Dünya’da olduğu gibi, ülkemizde de yerüstü çalışmalarının ve yeraltı yapılarının oluşturulması için geliştirilen projelerde, çoğu zaman patlayıcı madde kullanımı zorunlu olmaktadır. Patlayıcı maddelerin kullanıldığı yerüstü faaliyet alanlarına genel olarak bakıldığında, açık işletme ve taş ocaklarında kazı, parçalama, öteleme ve gevşetme işlerinde, kara yollarının açılmasında, inşaat sektöründe zemin operasyonları, eski ve hasar görmüş binaların yıkım işlerinde, değişik amaçlı projelendirilen barajların yapımında delme patlatma uygulamaları yaygın olarak kullanılmaktadır. Patlayıcı maddelerin yeraltı yapılarında kullanıldığı alanlar ise metro ve tünellerin açılması, yeraltı madenciliğinde kuyu ve galeri açma işleri ve yeraltı cevher üretim faaliyetleri olarak sayılabilmektedir. Ayrıca son yıllarda yeraltı depolama alanları, baraj türbinleri, sığınaklar, otel, yüzme havuzları gibi farklı ve ilginç projelerde de patlayıcı maddeler kullanılmaktadır.

Yeraltında veya yerüstünde; patlayıcı madde kullanımı oldukça önemli, hassasiyet ve titizlik gerektiren bir mühendislik çalışmasıdır. Delme ve patlatma faaliyetlerinde, mühendis patlatma öncesinde, sırasında ve sonrasında, çevrenin olumsuz etkilenmemesi, can ve mal güvenliği ile kaya ortamının zarar görmemesi ve yapılan patlatmanın verimliliği hususunda önlemlerini almakla sorumludur. (Yıldırım, 2013)

2.1.2. Patlayıcıların Tarihçesi

2.1.2.1. İlk Silahın ve Patlayıcıların Kullanımı

İnsanoğlunun silahla ilişkisi, yırtıcı hayvanlara karşı kendini korumak maksadıyla tarih öncesi devirlerde sert taşlara biçim verip onlardan aletler ve silahlar yapmasıyla başlar. Önceleri yırtıcı hayvanlara karşı korunmak ve avlanmak için silah üreten insan, sonraları kendi hemcinsleri üzerindeki hegemonyası için üretir hale gelir. O günden bugüne savaşlar insanın sosyal gelişmesinde, kaçınılmaz bir yazgı gibi algılanmış, tarih insanoğlunun doğa karşısındaki mücadelesinden çok, insanın insanla mücadelesine tanık olmuştur. Ok ve yayın kullanımı, Grek

ateşinin keşfi, barutun bulunuşu, topun geliştirilmesi, tüfeğin icadı insanın insanla mücadelesindeki vahşeti katbekat arttırmıştır. Öyle ki, silah ve savaş tekniklerindeki bu değişim korkunç kayıplara yol açmakla birlikte insanın yaşama biçimi ve etik anlayışını bile değiştirmiştir.

Tarihte bilinen ilk patlayıcı madde baruttur ve Çinliler tarafından icat edilmiştir. Patlayıcı barut için en uygun formül, %75 güherçile, %10 kükürt, %15 yumuşak odun kömürü içerir. Daha sonra barutun kullanımı Çin den batıya doğru yayılmış ve 13. yüzyılda da batıda kullanılmaya başlanmıştır.

2.1.2.2. Patlayıcıların Muharebe Ortamında Kullanımı

Tarih boyunca patlayıcı maddeler yıkıcı etkisinden dolayı özellikle muharebe maksatlı olarak sık kullanılmıştır. Çinliler barutu silah olarak ilk defa 904 yılında patlayıcı olarak kullandılar. Adını "uçan ateş" koymuşlardı. Ardından barut bombalarını mancınıklarda da kullanmaya başladılar. Barutun kayıtlı ilk itici güç olarak kullanılması 1132 yılında bambudan yapılmış toplarda kullanılması denemeleridir. Metal boruya sahip topların kullanımı 1268-1279 tarihleri arasında Moğollar ile Song Hanedanlığı arasındaki savaşta görülür.

Barutun Araplar tarafından kullanılması 13. yüzyılda gerçekleşmiştir. Barut ilk olarak 1320 yıllarında tabanca patlatıcısı olarak kullanılmaya başlamış, 1600'lerde de tahrip edici olarak iş görmüştür. Bu tarihlerden itibaren barut en etkin olarak Türkler tarafından muharebede kullanılmış ve ateş gücü birçok meydan muharebesinin seyrin kritik olarak onların lehine çevirmiştir. Aynı şekilde topların yıkıcı gücü 1453 yılında İstanbul'da ortaçağın kapanarak yeniçağın açılmasına sebep olmuştur. Patlayıcı maddeler halen etkin olarak muharebe sahalarında kullanılan en etkin silahlardır.

2.1.2.3. Patlayıcıların Ticari Maksatlı ve Medeniyetin İlerlemesi Maksatlı Kullanımı

Karabarut bulunmadan önce kaya gevşetme olayında kullanılan yakma işleminde kaya yüzeyi odunla yakılarak ısıtılıyor, bu ısıtılan kaya yüzeyine su dökülerek kaya yavaş yavaş kırılıyordu. Karabarutun bulunmasıyla kaya gevşetme işlemleri hızlandı ve karabarut yaygın olarak kullanılmaya başlandı. Ancak karabarutun yemleme işlemi zordu. William Bickford 'un 1831 yılında emniyetli fitili bulmasıyla karabarutun yemleme işleminin emniyet ve güvenilirliği arttı.

Zamanla piyasada daha güçlü patlayıcılara talebin artmasıyla yeni patlayıcıların gelişmesi hız kazandı. 1846 yılında Ascanio Sobrero Nitrogliserini keşfetti. Fakat bunun asıl tahrip için

kullanılmasını ise İsveçli Alfred B.NOBEL keşfetti ve 1864 yılında Alfred Nobel ilk Nitrogliserin üreten fabrikayı kurdu. Yalnız Nitrogliserin tek başına kullanımı çok riskli idi. Alfred Nobel bu problemi çözdü ve 1863 yılında kapsülü keşfetti. Kapsüller Nitrogliserin yemlemesinde emniyetli fitil ile birlikte kullanıldı. Zamanla Nitrogliserin üretimi tüm dünyada yaygınlaştı.

Alfred Nobel 1866 yılında Nitrogliserini absorbe eden Kieselgürü keşfetti. Kieselgür, ve Nitrogliserin şoka karşı daha az hassas oluyordu ve böylece DİNAMİT keşfedildi. Bu patlayıcı karabaruttan 20 kere daha güçlü bir patlayıcıydı ve bundan sonra Dinamit' deki gelişmeler devam etti.

1875 yılında Alfred Nobel Nitrogliserini, nitroselüloz içerisinde tutmayı başardı. Böylece Jeloturn bazlı patlayıcıların temeli atılmış oldu. 1913 yılında ilk defa yanan bir petrol kuyusunu söndürmek için patlatma yapıldı. 1914 yılında 77 km' lik Panama Kanalı'nı açmak için 31milyon Kg dinamit kullanıldı. Panama Kanalı dinamitin kullanıldığı ilk büyük projedir. 1920 yılında Nitrogliserin dinamite eklendi, böylece dinamitin donma noktası düşürüldü.

Halen patlayıcı maddeler, yalnızca insanoğlunun konforlu bir hayat sürdürebilmesi için gerekli olan maden cevherinin sanayiye, ekonomik olarak kısa zaman diliminde ve emniyetli bir biçimde kazandırılmasını sağlamak değil aynı zamanda yol, baraj ve tünel imalatlarında delme – patlatma sürecini ve patlayıcı ile yıkım faaliyetlerini gerçekleştirmede de etkin olarak kullanılmaktadır.

2.1.3. Delme Patlatmanın Kullanıldığı Alanlar

Günümüz koşullarında, delme-patlatma teknolojisi genel haliyle madencilik sektörü başta olmak üzere, inşaat sektöründe, petrol arama ve üretim faaliyetlerinde, tarım ve ormancılık sektöründe, altyapı hizmetlerinde, diğer endüstriyel ve askeri alanlarda yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Bu genel ve özel kullanım alanları aşağıda sıralanmıştır (Kahrıman, 2003).

a. Madencilik Sektörü

b. Maden Arama Faaliyetleri

- Sismik aramalar
- Yarma
- Yol ve lokasyon hazırlığı
- Arama kuyu ve galeri

c. Açık İşletme Faaliyetleri

- Genel hazırlık

- Gevşetme patlatmaları
- Basamak patlatması
- Yapı taşı üretimi ve taş ocakları

ç. Yeraltı İşletme Faaliyetleri

- Hazırlık işlemleri
- Üretim işleri
- Tavan göçertme çalışmaları

d. Özel Üretim Yöntemleri

- Rezervin kütleli olarak gevşetilmesi
- Rezervin ve yan taşların kırılması ve çatlatılması

e. Tünel Açma Faaliyetleri

- Kara yolu tünelleri
- Demir yolu tünelleri
- Toplu ulaşım (metro) tünel ve istasyonları
- Su ve kanalizasyon tünelleri
- Derivasyon tünelleri

f. İnşaat Sektörü

- Ham madde temini
- Temel kazıları
- Kanal açma çalışmaları
- Yol yapımı
- Baraj ve gölet yapımı
- Kontrollü yıkımlar
- Bina ve beton yapılar
- Çelik konstrüksiyon
- Köprü
- Yüksek fırın bacaları

g. Petrol Sektörü

- Sismik aramalar
- Rezervuarların gevşetilmesi
- Boru hatlarının açılması

ğ. Enerji Sektörü

- Yeraltı güç santralleri
- Yer altı petrol ve gaz depoları
- Yer altı nükleer atık depoları

- Yer altı basınçlı hava depoları

h. Tarım ve Ormancılık Sektörü

- Tabakalara su geçirme özelliği sağlayarak çatlak oluşturma çalışmaları
- Ağaç köklerinin çıkartılması
- Ağaç kesimi

1. Askeri Faaliyetler

- Tahrip ve imha faaliyetleri
- Mevzilerin hazırlanması
- Stratejik füzeler için yer altı üsleri
- Korunmaya yönelik yer altı boşluk ve sığınakları

i. Diğer Faaliyetler

- Su altı atımları
- Buz ve buz altı çalışmaları
- Zemin stabilizasyon işlemleri
- Metal yapıştırma ve kaynaklama işlemleri
- Endüstride sıcak atımlar
- Kuyu ve silo tıkanıklıklarının giderilmesi
- Nükleer atımlar yaparak işletilebilir yeni ham madde kaynaklarının oluşturulması

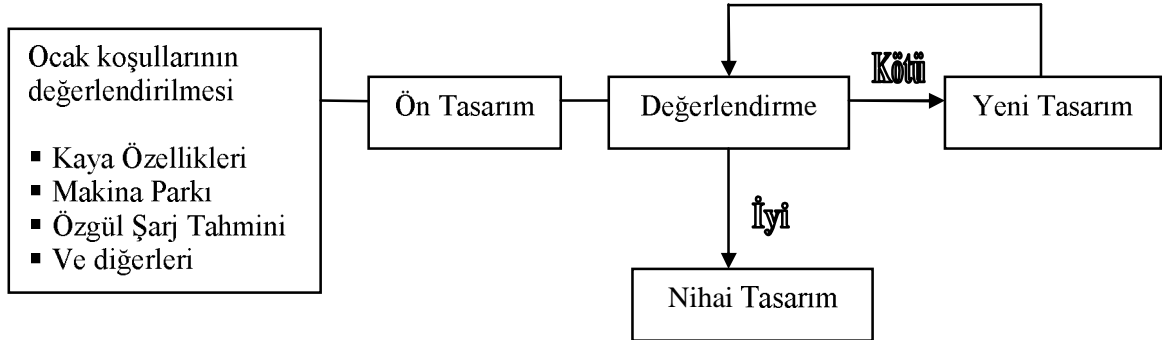
2.2. PATLATMA VE PARÇALANMA MEKANİZMASI

2.2.1. Delme-Patlatma Mekanizmasında Etken Parametreler

Delme ve patlatma yöntemi ile kazı işlemi, teknik ve ekonomik açıdan makineli kazı yönteminin uygun olmadığı durumlarda açık ve yeraltı ocaklarında, tünel, otoyol, baraj vb gibi kazı çalışmalarında kullanılan bir yöntemdir (1). Böyle bir durumda patlatma çalışması kısaca, uygun yerlere, yeterli çapta ve uzunlukta deliklerin bir delici makine ile delinmesi, bu deliklerin yeterli miktarda patlayıcı madde ile şarj edilmesi ve deliklerdeki patlayıcının ateşlenmesinden ibarettir diyebiliriz. Bu işlem bu açıdan basit bir işlem gibi görünse de yapılan çalışmanın içinde onlarca ayarlanması gereken parametre olduğu unutulmamalıdır. Açık ocak işletmelerinde patlatma sonrası elde edilen malzeme genellikle bir yükleyici makine ile kamyonlara yüklenmekte ve ürünün kullanım alanına göre işlenmek üzere, ocaktan cevher hazırlama ve zenginleştirme tesisine taşınmaktadır. Tipik bir taşocağında taşınan malzeme birinci kırma işleminin yapıldığı çeneli bir kırıcıya dökülmekte ve daha sonra istenen parça boyutlarında ürün veya ürünler almak için ikincil kırma bölümlerine aktarılmaktadır. Patlatma sonrası yapılan tüm

bu işlemlere patlatma sonrası ardışık işlemler denilmektedir. Patlatma sonrası elde edilen sonuçlar yükleme, taşıma ve kırma faaliyetlerinin performansı üzerinde hem kapasitenin doğru kullanımı yönünde hem de maliyetler açısından önemli bir etkisi vardır. Patlatma tasarımında patlatma performans ve maliyeti göz önünde bulundurulduğu gibi patlatma sonrası ardışık işlem performans ve maliyetleri de dikkate alınmalıdır. Faaliyetler ardışık olarak gerçekleştiğinden dolayı; delme ve patlatma etkisinin diğer işlemlerde de analiz edilmesi zorunludur. Bu husus ise; ancak her teknolojik işlemde görev alan makine ve ekipmanlara ait performansların ayrı ayrı değişik durumlar için analiz edilmesiyle mümkün olmaktadır. Sadece delme ve patlatma faaliyetlerinde hedeflenecek maliyet minimizasyonu düşüncesi, birbirini izleyen teknolojik işlemlerin maliyetinde önemli artışların olmasını görmezlikten gelecektir.

Her bir adım bu konuda uzmanlaşmış bir patlatma mühendisi tarafından tasarlanmalı ve sahada bu tasarıma uygun bir şekilde applike edilmelidir. Bir patlatma mühendisi çalıştığı işletme için en uygun patlatma koşullarını araştırırken Şekil 1’ de belirtilen bir tasarım biçimini uygulamalı ve ekonomik analizi gerekli performans etütleriyle birlikte yapmalıdır.

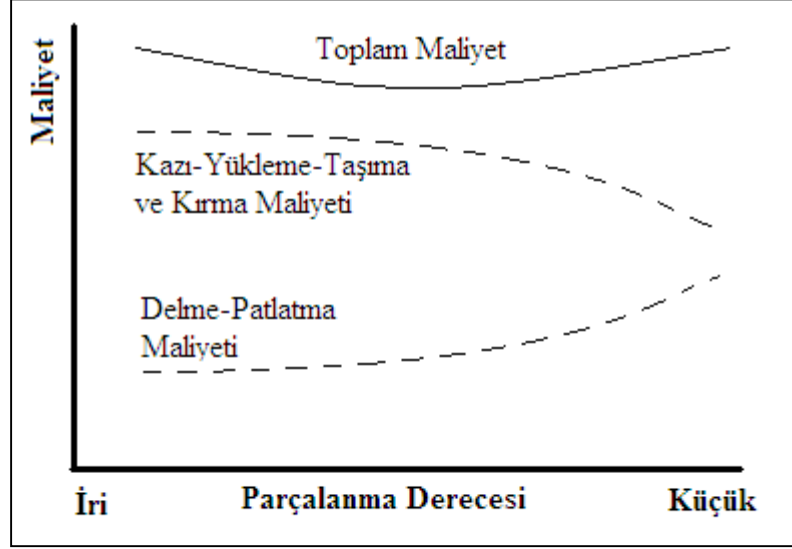


Şekil 2.1. Patlatma Tasarımında İzlenecek Yöntem

Şekilden anlaşılacağı üzere mühendis ocak koşullarının tümünü dikkate alarak bir ön tasarım oluşturmalı, daha sonra bunu arazide uygulamalı ve patlatma sonrası performans etütleri ile yapılan tasarımı değerlendirmeli ve sonuçlar doğrultusunda yeni bir tasarım ya da tasarımın nihaileştirilmesi adımlarından birini atması gerekmektedir. İşletme koşullarına uygun bir tasarıma ulaşılması sonucunda ise işletmede gerçekleştirilen her işlemde optimum fayda sağlanmış ve optimum seviyede bir maliyet yakalanmış olur.

Patlatma sonrası ardışık işlem faaliyetlerini etkileyen en önemli parametre patlama sonrası elde edilen yığının parça boyut dağılımıdır. Parça boyut dağılımı arzu edilenden daha yüksek bir patlatma sonucu, özellikle yükleme ve kırma performansı düşmekte ve bununla beraber maliyet artmaktadır (3). Arzu edilenden daha fazla bir parçalanmanın olması ise daha fazla delinecek

delik ve daha fazla kullanılacak patlayıcı madde demek olduğundan, bu sefer de delme ve patlatma maliyeti artacak, ardışık işlem maliyetleri düşmüş olsa da toplam işletme maliyeti yine beklenenden fazla olacaktır (2). Parça boyut dağılımı ile işlem maliyetleri arasındaki ilişki Şekil 2’de gösterilmiştir.



Şekil 2.2. Parçalanma derecesi ile işlem maliyetleri arasındaki ilişki

Bu çalışma kapsamında, sadece patlatma sonrası parça boyut dağılımının yükleyici ekipman olarak kullanılan CAT 330C LME marka ekskavatörün kazı süresine olan etkisi araştırılmıştır. (K. Özdemir, A. Kahriman, T. Doğan)

Kayaları gevşetmek veya parçalamak amacıyla kullanılan patlayıcı maddelerin istenen sonucu oluşturması, onların kayanın belirli bir bölümüne aniden ve çok büyük miktarlarda enerji verebilme kabiliyetlerinde yatmaktadır. Delikteki patlayıcı madde ateşlendiğinde bir saniyenin binde biri gibi çok kısa bir sürede olan hidrodinamik reaksiyon sonucu patlayıcı enerjisi, çok yüksek basınç ve sıcaklıktaki gaz şeklinde ortaya çıkmaktadır. Ortaya çıkan bu enerji deliği çevreleyen kaya üzerinde varyoz darbesi şeklinde etki yapmakta, böylece deliği çevreleyen kayaya uygulanan çok büyük basınçlar kayanın kırılıp parçalanmasına yol açmaktadır (Bilgin, 1986).

Deleme-patlatma işlemi oldukça karmaşık ve teknik bilgi gerektiren bir konudur. Özellikle sektörde olmayan ya da sektörde çalışan ancak konu ile ilgili teknik bilgileri ve mühendislik deneyimleri az olan kişiler için bu işlemler daha karmaşık ve kompleks bir hale gelebilir. Bu iş ile uğraşanların, işin önemini kavramaları ve gerekli özeni göstermeleri durumunda hiç de endişe edilecek bir durumun olmadığı da bir gerçektir. Burada önemli olan, patlatma

işlemlerinin kompleks ve karmaşıklığını, çalışma şartlarının iş güvenliğini ve süreci teknik açıdan değerlendirilerek iyi bir planlama yapmak ve devamında planlanana uygulamaya koymaktır.

Delme-Patlatma faaliyeti; delik delme işinin tasarlanması, delinmesi, patlayıcı madde ve ateşleme sisteminin seçimi ile birlikte, deliklerin şarj edilmesi ve patlatma işlerinin yapılmasını kapsamaktadır. O nedenle bu tanımın içerisine giren bütün parametreler çok önemlidir. Bu parametrelerin her birine ayrı ayrı ve gerekli önemin gösterilmesi gerekmektedir. Burada dikkat edilmesi gereken diğer önemli nokta da, bu parametrelerin birbirleri ile olan ilişkileridir. Başarılı sonuçların alınabilmesi için, her bir parametrenin ayrı ayrı değerlendirilmesi uygun olacaktır. Patlatma faaliyeti genel anlamda “Delme” ve “Patlatma” olarak iki grup altında toplanır.

2.2.1.1.Delme

Delme, delme-patlatma faaliyetinin ilk aşamasını oluşturan ve başarılı sonuçların alınmasında en az patlatma işlemleri kadar önemlidir. Günümüzde çeşitli iş sahalarında yine değişik tip ve çapta delik delme işlemleri gerçekleştirilmektedir. Patlatma deliğinin delinmesindeki ana amaç:

- a) Kaya içine patlayıcı maddelerin yerleştirilmesini sağlamak ve patlatma sonucunda açığa çıkan enerji ile kayanın ötelenerek kırılmasını sağlamak,
- b) Delinen deliklerin, önceden belirlenen patlayıcı madde ve ateşleme sistemleri ile belirli bir düzende patlatılarak minimum çevresel etki ile en iyi parçalamayı sağlamaktır.

2.2.1.1.1.Delik Delme Yöntemleri

Patlatma esaslı operasyonlarda iki delme yöntemi uygulanır:

2.2.1.1.1. 1. Dik delik delme,

1. Dik delme uygulamasında;
2. Delik boyunun ayarlanması,
3. Delici makinanın manevra kayıpların azalması,
4. Delme rahatlığı sağlanması,
5. Atım yönünü seçmek,
6. Deliklerin doldurulması kolaylığı öne çıkar.

Açık ocak uygulamalarında, özellikle şevin eğimli olması nedeniyle, ilk sıra delikler de basamak taban seviyesinde ciddi kırma problemleri yaşanır. Bu dik delik delmenin dezavantajıdır. İlk sıra delme uygulamasının eğimliye yakın şekilde yapılması, delik tabanı seviyesinde yüksek şarj yoğunluğu, basamak tabanında kısa ve ince delme uygulamaları gibi yöntemlerle bu sorun aşılabılır.

2.2.1.1.1.2. Eğimli delik delme:

Eğimli delme uygulamasında;

1. Atım verimi daha yüksek olması,
2. Patlatma sonrası daha iyi ve öteleme ve daha parçalama sağlanması,
3. Arka çatlakların daha az olması öne çıkan unsurlardır.

Aslında eğimli delik, dik delik uygulamasından hangisinin uygulanması gerektiği sorusunun net bir cevabı yoktur. Birinin avantajı, diğerinin dezavantajı olmakla birlikte, tam tersi bir durum da mevcuttur. Eğer seçme şansınız yok ise esas olan, eldeki makinaya uygun ve verimli bir delme şeklini seçmektir. Dünyadaki uygulamalara bakıldığında görülmektedir ki, eğer delici makinasının durumu olanak sağlıyorsa, eğimli delik delme sonucunda patlatma performansından daha yüksek verim alınmaktadır. Ve dünyada ağırlıklı uygulama eğimli delik delme şeklindedir.

2.2.1.1.2.Delik Delme Esnasında Dikkat Edilmesi Gereken Noktalar

Açık ocak uygulamalarında yapılan delme işlemlerinde öncelikle delici makinanın çalışacağı sahanın uygun olmasına ve makinanın rahat çalışabileceği şekilde olmasına dikkat edilmelidir. Delme işlemine geçilmeden önce atım grubunda delinecek deliklerin yerleri önceden belirlenmeli ve arazide işaretlenmelidir. Delinen atım grubunun belirlenen esaslarda olduğunun tespiti açısından mutlaka kontrol edilmelidir. Birçok uygulamada belirlenen delik geometrisine uyulmadığı, delici operatörünün ya da ateşçinin kendi kafasına göre delik geometrisinde değişiklik yaptığı görülmüştür. Delik boyları elbette ki topoğrafyaya bağlı olarak değişkenlik gösterse de, taban seviyesinde bütün deliklerin aynı hizada delinmiş olmasına dikkat edilmelidir. Delikler delinip kontrol edildikten sonra delik etrafındaki oluşan delik tozlarını oradan mutlaka uzaklaştırmak gerekir. Bu malzemelerin, deliklerin doldurulması sırasında delik içerisine dökülme riski vardır. Böyle olması halinde kullanılan patlayıcı maddelerin arasına toz ve taş parçacıkları karışır. Bu da patlatma performansını olumsuz şekilde etkiler ve verimsiz sonuçlar ortaya çıkar. Ayrıca delikler delindikten sonra içerisine delik çevresinden malzemenin

dökülmesini önlemek amacı ile kapatılmalıdır. Aksi durumda çok sıkıntılı durumlar ile karşı karşıya kalınabilir (Elmacı, 2004).

2.2.1.1.2.1. Delik Çapı Seçimi

Delik çapı seçimi de patlatmanın performansını etkileyen önemli parametrelerden biridir. Delik çapını belirlerken göz önünden tutulması gereken bir takım parametreler vardır. Bu parametrelerin en önemlilerini şöyle sıralamak mümkündür:

1. Üretim kapasitesi,
2. Basamak yüksekliği,
3. İstenilen parça boyutu,
4. Kayacın jeolojik yapısı,
5. Kullanılan patlayıcı maddenin cinsi,
6. Çalışma yöntemi,
7. Çevresel etkiler.

Uygun çapta delik delmeyen işletmeler yaptıkları çalışma süresince gereksiz ve anlamsız yere fazla patlayıcı madde kullanırlar. Bu durum çevresel etki olarak olumsuz şekilde yan sıyabilir. Titreşim ve hava şoku oluşabilir. Gereğinden fazla ince malzeme atım sonrası ortaya çıkabilir. İşin amacına göre bu sonuçlar olumsuz olarak değerlendirilebilir.

2.2.1.1.2.2. Delik Çapı Seçimindeki Bazı Yaklaşımlar

Delik çapı seçimi yapılırken faydalandığımız ve doğruluğuna inandığımız iki farklı yaklaşım vardır. Bunlardan birincisi dilim kalınlığını esas alır ve delik çapını buna göre tespit eder. Diğer yaklaşım ise basamak yüksekliğini kendine kılavuz olarak belirler. Dilim kalınlığı yaklaşımını göz önüne alan araştırmacılar Maksimum yük (dilim kalınlığı) < Basamak yüksekliği/2 olmak koşuluyla, Maksimum yük = $45 \times \text{delik çapı}$ bağıntısını ortaya koymuşlardır. Basamak (ayna) yüksekliği yaklaşımını göz önüne alan araştırmacılar ise farklı iki sonuca ulaşmışlardır. Bir görüşe göre delik çapı, basamak yüksekliğinin % 1-2'si arasındadır. Diğer görüş ise; delik çapı basamak yüksekliğinin %0,5-1'i arasında olması gerektiği şeklindedir. Bu iki yaklaşımın dışında ve genelde iyi sonuçlar alınan diğer bir yaklaşım vardır. Bu yaklaşımın hesaplanması daha pratik ve kolaydır. Burada dikkat edilen etken parametre yine basamak yüksekliğidir. Bu yaklaşımda, basamak yüksekliğinin 3'e bölünmesi sonucunda elde edilen rakamın birimin inch cinsinden seçilmesi ile bulunur. Bunu örneklersek; Basamak yüksekliğinin 11 m olduğunu kabul edelim. Basamak yüksekliğini 3'e böldüğümüzde 3,6 değerine ulaşırız. Bunun birimini

inch olarak kabul edersek 3.6 inch delik çapı anlamı taşır. Yani böyle bir basamak yüksekliğinde 3,5 inch (89 mm) delme çapını seçebileceğimiz sonucuna ulaşırız. Bu da son derece doğru bir delik çapı olduğu sonucunu ortaya çıkarır.

2.2.1.1.2.3. Delik Sapmaları

Açık ocak patlatmalarında yapılan delme işlemlerinde karşılaşılan sorunlardan en önemlisinden birisi de delik sapmalarıdır. Bu sorun daha çok basamak ve delik boylarının yüksek olduğu (10-12 m'den daha yüksek) deliklerde fazlaca rastlanabilir. Böyle uzun deliklerde, delik sapmalarının kontrolü ve tespiti yapılmalıdır. Önlem alınmadan ya da dikkat edilmeden delinen ve delik sapmalarının olduğu atım gruplarının patlatılması onucunda, delik tabanında tırnak problemleri meydana gelir ve iri bloklar ortaya çıkar. Bu da ikincil patlatma anlamını taşır ve yüksek maliyet oluşturur. Delme işlemlerinde hemen hemen kaçınılmaz olan delik sapmasını oluşturan en önemli etkenler şöyle sıralanabilir:

1. Kayaç yapısındaki süreksizlik ve karstik boşluklar,
2. Kayacın jeolojik hareketlere maruz kalması,
3. Kayacın tabakalı yapıda olması,
4. Uzun basamak yüksekliği ve buna bağlı delik derinliği,
5. Makinadan kaynaklanan hatalar,
6. Operatörden kaynaklanan hatalar.

Bu etkenleri çoğaltmak mümkündür. Ancak en belirgin olanlar yukarıda sıralandığı şekildedir. Delme ve patlatma konusunda çalışma yapan araştırmacılar delme hataları ile ilgili durumun tespitini şöyle formüle etmişlerdir:

1. Delik Sapması = $0,05 + 0,03 \times \text{Basamak Yüksekliği}$
2. Delik sapması = $\frac{\text{delik çapı} + 0,03 \times \text{Basamak Yüksekliği}}{1000}$

Bu bağlantılar, açık ocak basamak patlatmalarında oluşabilme riski olan delik sapmalarını verir. Bu değerlere makina ve operatör hataları da eklenirse, olumsuz sonuçlar almamız çok uzak bir ihtimal değildir.

Tablo 2.1'de, delik boyuna bağlı olarak 89 mm delme çapındaki I. ve II. yaklaşıma göre sapma miktarları görülmektedir. Özetlersek, 89 mm delme çapında, 12 m basamak yüksekliğinde delme esnasında dikkat edilmemesi durumunda 50 cm mertebesinde sapma

olacaktır. 2,5-3 m delik geometrilerinde çalışıldığını düşünürsek 50 cm'lik sapmanın patlatma performansına olan olumsuz etkisini hepimiz tahmin edebiliriz.

Ayna Boyu (m)	Delik Derinliği (m)	Sapma (cm)	
		I. Yaklaşım (89 mm)	II. Yaklaşım (89 mm)
7	7,5	27	31
8	8,5	30	34
9	9,5	33	37
10	11	38	42
11	12	41	45
12	13	44	47
13	14	47	51
14	15	50	53
15	16	53	56
16	17,5	57	61
17	18,5	60	64
18	19,5	63	67
19	20,5	66	70
20	21,5	70	73
21	23	74	78
22	24	77	80
23	25	80	83
24	26	83	87

Tablo2.1. Ayna boyuna göre her iki yaklaşım için delik sapmaları.

Çizelge 2'de durum daha farklı yönden incelenmiştir. Bura da delmedeki 1° ila 5° arasındaki sapmalarda oluşan delme hataları tespit edilmeye çalışılmıştır. Yine, 89 mm delme çapında 5°'lik sapma, 1 m'lik delik sapmasına neden olabilmektedir. Bu da patlatma performansını olumsuz yönde etkilemeye fazlasıyla yetecektir (Derin, 2009).

Delik Boyu (m)	1° (cm)	2° (cm)	3° (cm)	4° (cm)	5° (cm)
7	12	24	37	419	61
8	14	28	42	56	70
9	16	31	47	63	79
10	17	35	52	70	87
11	19	38	58	77	96
12	21	42	63	84	105
13	23	45	68	91	114
14	24	49	73	95	122
15	26	52	79	105	131
16	28	56	84	112	140
17	30	59	89	119	149
18	31	63	94	126	157
19	33	66	100	133	166
20	35	70	105	144	175
21	37	73	110	147	184
22	38	77	115	154	192
23	40	80	121	161	201
24	42	84	126	168	210

Tablo 2.2. Sapma açısına göre sapma miktarları

Delme hatalarını önlemek amacı ile 2.2’de belirtilen önlemlere ilave olarak yapılması gerekenler:

1. Delici makina teraziye alınmalıdır.
2. Delici makinasının eğim açısı ayarlanmalıdır.
3. Açılardaki değişiklikler sürekli kontrol edilmelidir.
4. Delme, grubun bir tarafından başlayıp diğer tarafa doğru devam etmelidir.
5. Delme işlemi sırasında makina iyi izlenmeli böylece tabaka geçişleri ve buna bağlı olarak açılar kontrol edilmelidir.
6. Özellikle çamur tabakalarından sapma fazla olacağı için tekrar tekrar delik doğrultu düzeltilmesi yapılmalıdır.

Genel olarak;

1. Mümkin olduğunca 12m’de delik delinmelidir.
2. Problemlı zeminlerde eğimli delik delinmelidir.
3. Tabakaların yatım yönüne veya tersi yönünde çalışma aynası oluşturularak delik grupları oluşturulmalıdır. Tabaka eğimlerini aynadan görülecek şekilde ayna oluşturulmalıdır.
4. Operatör eğitimlerine önem verilmelidir.

2.2.1.2. Patlatma

Patlama nedir? Böyle bir soru ile karşılaştığımızda çok farklı cevaplar vermemiz kadar doğal bir şey olamaz. Teorik olarak patlama, yüksek sıcaklıkta açığa çıkan enerjinin gaza dönüşmesi ve bunun sonucunda oluşan basınç ile kayanın kırılarak ötelenmesi şeklinde tanımlanabilir. Patlama, infilak anını tarif etmektedir. Patlama işleminin bütününe ise patlatma diyoruz.

Patlatma, hazırlanan patlatma deliklerinin patlayıcı madde ve ateşleme sistemleri ile şarj edilerek ateşlenmesi işlemi olarak tanımlanabilir. Çok genel ve kısa tanım olarak “Kaya Hareketi” diyebiliriz. Patlatma işleminin başarısı, delme işlemiyle başlar. Başarılı delme işlemleri sonucunda verimli patlatmalar yapılabilir. Burada çıkarmamız gereken özet delme patlatmanın ikiz kardeş gibi olduğudur. Birbirinden ayrı düşünülmesi mümkün değildir. Patlatma sonuçlarının amacına uygun olması, beraberinde emniyet ve ekonomiyi getirir. Yapılan patlatma işlemlerini etkileyen parametreleri iki başlık altına almak mümkündür:

1. Kontrol Edilemeyen Parametreler,
2. Kontrol Edilebilen Parametreler.

2.2.1.2.1. Kontrol Edilemeyen Parametreler

Kontrol edilmeyen parametreler, içinde bulunduğumuz ortam ve şartların durumuna bağlı olarak gelişen ve oluşan, dışarıdan yapılacak müdahaleler ile durumunda herhangi bir değişiklik olmayan parametrelerdir. Kontrol edilemeyen parametrelerin genel olarak her işletme için aynı olduğunu söyleyebiliriz. Ancak kontrol edilebilen parametreler işletmenin içerisinde bulunduğu şartlara bağlı olarak değişkenlik gösterebilir. Kontrol edilemeyen parametre, adından da anlaşılacağı gibi tamamen bizim dışımızda oluşan şartlardan meydana gelir. Kontrol edilemeyen parametrelerin önemli olanları;

1. Kayacın yapısı ve jeolojisi,
2. Sahanın coğrafik ve fiziksel koşulları,

3. Bölgenin meteorolojik durumu,
4. Yeraltı su seviyesidir.

2.2.1.2.1.1. Kayacın Yapısı ve Jeolojisi

Patlatma performansını etkileyen en önemli parametre olduğunu söylersek, yanılmış olmayız. Genel durumu ve yapısına bağlı olarak bir patlatma operasyonunu tek başına olumsuz hale getirebilir. Kayacın yapısından kastedilen;

1. Jeolojik süreksizlikler,
2. Tabakalı yapı,
3. Homojenlik,
4. Sertlik,
5. Mukavemet,
6. Kil bantları,
7. Çatlaklı yapı gibi başlıklar akla gelir.

Kayacın jeolojik yapısı;

1. Delme sistemlerinin belirlenmesinde,
2. Patlayıcı madde seçiminde,
3. Ateşleme sistemlerinin seçiminde,
4. Deliklerin nasıl şarj edileceği yönteminin belirlenmesinde önem kazanır.

Kayacın iyi gözlemlenerek, amacına uygun bir patlatmanın tasarlanması en doğru olanıdır.

2.2.1.2.1.2. Sahanın Coğrafi ve Fiziksel Koşulları

Çalışma sahamız ve bu sahanın arazi koşullarının değiştirilmesi elbette mümkün değildir. Topoğrafyadaki yapı ve zor çalışma şartlarına uygun çalışma zorunluluğu vardır. Yapılması gereken, bu çalışma şartlarına uygun, en verimli olabilecek sistemi kurmamız olacaktır. Burada alınacak verim, bizim başarımız anlamını taşımaktadır.

2.2.1.2.1.3. Bölgenin Meteorolojik Şartları

Çalışılan bölgede öncelikle saha ve çevresinin hava koşullarının istatistiksel sonuçların incelenmesinde yarar vardır. Çağımız bilgi ve teknoloji çağı olduğunu ve bu bilgilere çok rahat ulaşabileceğimizi biliyoruz. Bu sonuçları inceleyip irdeledikten sonra hava şartlarına uygun patlatma operasyonları programlamamız doğru olacaktır. Bu durum ateşleme sistemlerinin

seçiminde de önem kazanmaktadır. Hava şartlarının durumu çalışma koşullarını olumsuz yönde etkileyebilir ve bu da verimsiz çalışma sonucunu meydana getirebilir.

2.2.1.2.1.4 Yeraltı Su Seviyesi

Yeraltı su seviyesi, değiştirilemeyen bir parametredir. Arazi yapısına da bağlı olan yeraltı su seviyesi, uygun olmayan patlayıcı madde ve ateşleme sistemi seçiminde verimsiz patlatma sonucunu ortaya çıkarır. Açık ocak uygulamalarında çalışmaların ilerleyen aşamalarında zaman zaman yeraltı su seviyesi değişkenlikler gösterebilir. Bunun nedeni, yapılan patlatmalar sonucunda oluşan çatlaklardan suların dağılması ve yayılmasıdır. Suyun yayılması ve bu çatlaklardan dağılması, yeraltı su seviyesini düşürür. Burada bir noktaya daha değinmekte yarar vardır. İlerleyen bölümlerde patlayıcı madde ve ateşleme sistemlerinden söz edilecektir ancak, şu saptamayı yapmanın yararlı olacağını düşünüyorum. Patlayıcı madde ve ateşleme sistemleri, fiziksel ve kimyasal yapıları düşünüldüğünde müdahale edemediğimiz için kontrol edilemeyen parametre, hangi patlayıcı madde ve ateşleme sistemlerinin seçimine biz karar verdiğimiz için kontrol edilebilen parametre olarak değerlendirilir.

2.2.1.2.2. Kontrol Edilebilen Parametreler

Kontrol edilebilen parametreler bizim kontrolümüzde olan ve patlatma sonucunu %100 etkileyen parametrelerdir. Kontrol edilebilen parametrelerin sayısı işletmenin şartlarına bağlı olarak değişkenlik gösterebilir. Ancak genel olarak; delik çapı, delik geometrisi, delme düzeni, delik sayısı, basamak yüksekliği, dip delgi, delik derinliği, sıkılama mesafesi, Atım yönü, yemleme ve yeri, bir atım grubundaki sıra sayısı, patlayıcı madde seçimi, ateşleme sistemi seçimi, patlatma aksesuarı seçimi kontrol edilebilen parametreler olarak kabul edilebilir.

Yukarıda sıralanan parametrelerin tamamı tarafımızdan kontrol edilebilir ve yine hepsinin patlatma sonucuna etkisi vardır. Bu parametrelerin her birinin ayrı bir bildiri konusu olarak hazırlanması mümkündür. Kontrol edilebilen parametrelerden iki tanesine bir başlık altında değinmek sanırım uygun olacaktır. Her bir parametre kendi başına çok etkindir ancak, patlayıcı madde ve ateşleme sistemlerine bir parantez açmak gerekir.

2.2.1.2.2.1. Patlayıcı madde seçimi

Yukarıda da söz edildiği gibi patlayıcı madde seçimi dikkat edilmesi gereken en önemli noktadır. Geçmiş yıllardan günümüze doğru gelindiğinde, patlayıcı madde konusunda

seçeneklerimiz çoğalmıştır. Bu da doğal olarak daha güvenli ve verimli çalışma sonuçlarını ortaya çıkarmıştır. Emniyet ve verimlilik elbette ki doğru patlayıcı seçimi ile olur. Hangi kayaç yapısında ne tür patlayıcı madde kullanılacağı konusunda doğru bir karar verilmelidir. Kaya yapısına uygun olmayan patlayıcı madde seçilmesi sonucunda ortaya çıkan oluşumun başarılı olması beklenmemelidir. Kaya ile ilgili gözlem ve incelemeler doğru bir şekilde yapıldıktan sonra patlayıcı seçimi yapılmalıdır. Elastik, yumuşak ve orta sert formasyonlarda itme enerjisi-gaz enerjisi yüksek olan patlayıcı madde seçilmelidir. Orta sertin üzerinde, sert ve homojen kayaç yapılarında kırma enerjisi-şok enerjisi yüksek olan patlayıcı madde seçilmesi doğru olacaktır.

Yine sulu deliklerde, suya dayanıklı patlayıcı madde kullanılmasına dikkat edilmelidir. Delik içerisinde biriken suyun bir kompresör yardımıyla dışarıya atılması ya da sulu deliklerde suya dayanıklı olmayan patlayıcı maddenin poşetlenerek delik içerisine yerleştirilmesi doğru değildir. Bu uygulamaların sonucunun başarılı olma şansı pek mümkün değildir.

2.2.1.2.2.2. Ateşleme Sistemlerinin Seçimi

Ateşleme sistemi seçimi de tıpkı patlayıcı madde seçimi gibi kontrol edilebilen parametredir ve çok etkendir. Yine delik koşulları ve evre koşullarına bağlı olarak uygun ateşleme sistemlerinin seçilmesine dikkat edilmelidir. Patlatma işlemleri sırasında oluşan kazaların büyük çoğunluğu, yanlış ateşleme sistemlerinin seçilmesi ya da seçilen ateşleme sistemlerinin yanlış ve hatalı uygulamaları sonucunda oluşmaktadır.

İstenen, bir atım grubunun tasarlanması sırasında grup içerisinde bulunan her bir deliğin, amacına uygun sonuç oluşturmasıdır. Bu sonuçtan emin olabilmek için, iyi bir patlatma dizaynı tasarlamak gerektirir. Bu tasarımın en önemli ayağını da ateşleme sistemleri oluşturur. Kullanılan ateşleme sistemlerinin gecikme aralıklarına dikkat edilmelidir. Çok fazla sayıda ve sıradan oluşan atım gruplarında yapılacak olan patlatmalarda her zamankinden daha çok dikkat edilmelidir. Böyle karmaşık ve kalabalık atım gruplarında ateşleme sistemlerinin seçimi daha büyük önem kazanır. (Elmacı, E.2004, Delik Delme ve Delik apı Seçimi. N.Mak Sektörel Dergi, Sayı 3, (Sayfa 11) Derin, İ. 2009, Delgi Hataları ve Sonuçları. N.Mak Sektörel Dergi, Sayı 19, (Sayfa 23-25)

2.3. YAMAÇ PATLATMALARI

2.3.1. Yamaç Patlatmalarında Metodoloji

Literatürde basamak patlatmaları için önerilen ölçekli mesafe (SD) eşitliği, maksimum parçacık hızının (PPV) tahmin edilmesinde yaygın olarak kullanılmaktadır (Dowding, 1985).

Bu ölçekli mesafe formülü Eşitlik 1'deki gibidir:

$$SD = (D / \sqrt{W})$$

Bu eşitlikte D; patlatma yeri ve ölçüm istasyonu arası mesafe, W; bir patlatmada gecikme aralığı başına devreye giren maksimum patlayıcı miktarıdır. Ayrıca patlatma sonrası meydana gelen yer sarsıntılarının tahmin edilmesine yönelik birçok araştırmacı tarafından önerilen eşitlikler vardır. Ölçekli mesafe parametresinin de dikkate alındığı ve dünyada en çok kullanılan tahmin formülü Eşitlik 2'deki gibidir (Siskind vd 1980, Nicholls vd 1971).

$$PPV = k \cdot (SD)^{-\beta}$$

Eşitlikte PPV; maksimum parçacık hızı, k; zeminin iletkenlik katsayısı, β ; özel jeolojik sabit, aynı zamanda sönümlenme katsayısı olarak ifade edilmektedir. k ve β katsayıları; arazide yapılan patlatmaların sismik cihazlar yardımıyla kaydedilmesi sonucunda elde edilen verilerin istatistiksel analiz programları ile yapılan regresyon analizleriyle değerlendirilmesi sonucunda belirlenebilmektedir. Böylece, elde edilen bu eşitlik sayesinde, yapılacak olan bir patlatmanın belirli bir ölçekli mesafe değerinde hangi büyüklükte parçacık hızı üretebileceği bulunabilmektedir.

Ölçekli mesafe ve PPV arasındaki ilişkinin güvenilir bir şekilde belirlenebilmesi için en az 30 patlatma ölçümünün sismik ölçüm cihazları yardımıyla izlenmesi gerekmektedir. İlişkinin istatistiksel olarak güvenilirliğini arttırmak için, güven seviyesinin %95 olarak alınması gerekir. Ayrıca eşitliğin güvenilirliğinin olabilmesi için korelasyon katsayısının 0.70'den daha az olmaması gerekir (Costa vd 1996, Kahrman 2000).

2.3. 2. Delme Ve Patlatma Güvenlik Önlemleri ve Emniyet Esasları

- Patlayıcıların yakınına ateşle yaklaşılmayacak, elektriki tahrip süresince mobil telefon/telsiz kullanılmayacaktır.
- Hassas patlayıcılar taşınırken cepte taşınmayacak, sarsılmayacak veya herhangi bir yere çarpılmayacaktır.
- Kapsüller uygun muhafazalara konulacak, doğrudan güneş ışığı altında bırakılmayacaktır.
- Kullanım öncesi kapsüller sadece gözle muayene edilecek, içlerine üflenmeyecek ve içleri karıştırılmayacaktır.
- Fırtınalı ve alçak basınçlı hava şartlarında elektriki patlatma yapılmayacaktır.
- Kapsüller patlayıcı maddeye zorlayarak sokulmayacaktır.
- Patlayıcı maddelerle çalışırken o iş için yapılmış aletler kullanılacaktır.
- Kapsül ve patlayıcılar bir arada taşınmayacak ve bulundurulmayacaktır.
- Patlatma yapılan yer tamamen soğumadıkça aynı yerde ikinci bir patlatma yapılmayacaktır.
- Kapsülü patlayıcı madde içine yerleştirme işlemi en son yapılacaktır.
- Elektriki ateşleme düzeneğinde mutlaka şahıslar üzerindeki statik elektrik arzlanarak sıfırlanacaktır.
- Elektriki kapsüllerin kablo uçları kısa devre edilmiş olacaktır.
- Patlatma sahasında patlayıcılar toplu ve emniyetli bir yerde bulundurulacaktır. Bozuk olduğu belirlenen patlayıcılar kullanılmayacaktır.
- Patlayıcı sandıkları metal aletlerle açılmayacaktır.
- Bir ateşleme devresinde bulunan elektrikli kapsüller mutlaka aynı cinsten olacaktır.
- Şartlar uygun olduğu takdirde balistik koruyucu gözlük takılacaktır. Patlayıcılar daima kontrol altında tutulacaktır.
- Elektriki kapsüller kablolarından aşırı kuvvet uygulanarak çekilmeyecektir.

2.3.3. Delik delme ve Şarj İşlemi Esnasında Alınacak Güvenlik Önlemleri

- Delik, detonasyona uğramamış patlayıcılar için denetlenmelidir.
- Bütün delikler gereken derinlikte ya da olabildiğince istenen değere yakın bir derinlikte olmalıdır.
- Paralel delik delmede bütün delikler paralel olmalıdır.
- Delik delme işlemi tamamlandıktan sonra delik içi, şarj için temizlenmelidir.

- Şarj çubuğu delik dibine yetecek uzunlukta, ahşap ya da plastik olmalıdır
- Şarj öncesi, çubuk delik dibine kadar sokulmalı, delik derinliği ve temizliğinden emin olunmalıdır.
- Daima primer kartuş ilk olarak deliğe sokulmalıdır.
- Primer kartuş delik dibine kadar itilmeli fakat asla sıkıştırılmamalıdır.
- Şarj işlemi sırasında detonatör telinin, çubuk tarafından zarar görmemesine dikkat edilmelidir.
- Sıkılama da patlayıcıyı etkilemeyecek bir madde kullanılmalıdır.
- Elektrikli sistemde tellerin birbirine teması önlenmelidir.
- Patlatma evresine geçmeden bütün personel boşaltılmalıdır.

2.3.4. Patlatmadan Önceki Emniyet Tedbirleri

- Patlatmadan sorumlu mühendis tarafından gerekli emniyet tedbirleri alınarak, patlatma sahasına ilgisiz personelin girmesi engellenecektir.
- Çevreyi ikaz etmek için varsa siren çalınacaktır.
- Patlatma mahallinde ambulans ve sağlık ekibi bulundurulacaktır. Eğer ambulans tahrip sahasına giremiyorsa, sağlık ekibi mutlaka ilk yardım seti ile birlikte en yakın emniyetli sahada bulundurulacaktır.
- Kullanılacak patlayıcı miktarına göre emniyet mesafesi hesaplanacaktır.
- Sualtı patlatmalarında patlayıcı düzenekler hazırlanırken kapsüllerin su sızdırmazlığı sağlanacaktır.

2.3.5. Patlatma Esnasında Emniyet Tedbirleri

- Ateşleme düzenekleri patlayıcı maddelere yakın hazırlanmayacaktır.
- Elektrikli kapsüller düşük takatli galvanometre ile test edilecektir.
- Elektrikli ateşlemede düzenek hazırlanıp ateşleme anına kadar geçen süre içerisinde ateşleme kablosunun emniyet sahasında kalan uçları kısa devre yapılacaktır.
- Patlayıcı hesaplanan miktar kadar kullanılacaktır.
- Mekanik ateşleme düzeneginde kullanılacak saniyeli fitilin yanma hızı ölçülecektir.
- Manyeto/manyeto kolu her zaman patlatmayı gerçekleştirecek personelin yanında bulunacaktır.
- Emniyetli alana en son manyetoyu taşıyan personel girecektir.

- Patlatmadan önce emniyet mesafesi içinde kimse olmadığı görülecek ve patlatma sahası en son ateşçi tarafından terk edilecektir.
- Patlatmadan önce varsa siren çalınacak ve yüksek sesle üç defa “PATLATMA VAR”, sonrasında “DİKKAT ATEŞ” diye bağırılacaktır.
- Kapsüllerin koşulması işlemi patlatma mühendisi tarafından verilecek talimat ile yapılacaktır.
- Kapsüller taşınırken vücuttan uzak tutulacak, diğer personele doğru çevrilmeyecektir.

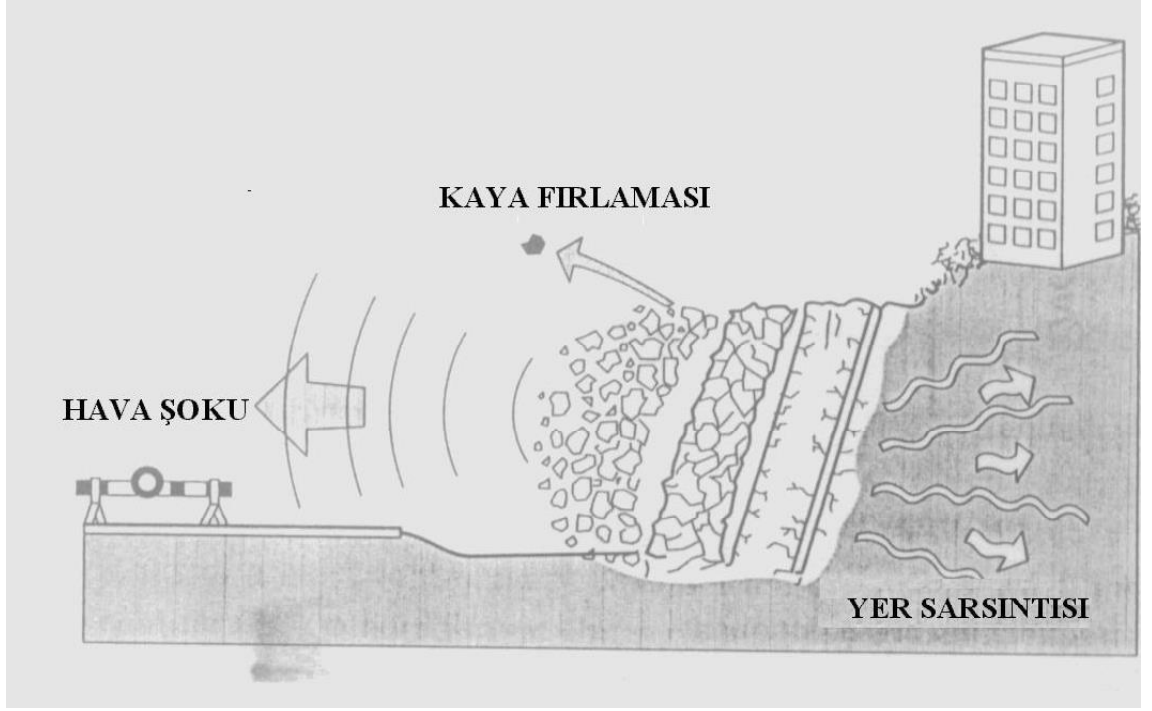
2.3.6. Patlatmadan Sonraki Emniyet Tedbirleri

- Patlatmadan sonra emniyetli sahayı terk etmek için 1 dakika beklenecektir.
- Patlatma sonunda kontrol için sahaya topluca girilmeyecektir.
- Yapılan elektriki ateşleme düzeneği patlamaz ise en az 30 dakika, düzenek mekanik ise 60 dakika beklenecektir.
- Patlatma çalışmaları sonunda patlatma sahası kontrol edilecek, infilak etmemiş patlayıcı madde var ise patlatılacaktır. Bölgede patlamamış ya da parçalanmış durumda bulunan şarjların ve patlayıcı mühimmatın toplanarak imha edilmesi ile çevrede herhangi bir patlayıcı maddenin bulunmadığının kontrolü patlatma mühendisi sorumluluğundadır.
- Ateşlenmemiş ya da kısmi ateşlenmiş bir kapsül patlayıcıdan ayrılmaya kalkışılmayacaktır.

2.4. PATLATMADAN KAYNAKLANAN ÇEVRESEL SORUNLAR

Günümüzde; madencilik sektörü başta olmak üzere, inşaat, taş ocakçılığı, petrol arama ve üretim faaliyetleri, tarım ve ormancılık sektörü, altyapı hizmetleri, endüstriyel ve askeri alanlar gibi kayacın yerinden sökülmesinde patlatma teknolojisi kullanan çeşitli sektörlerin karşılaştığı en önemli sorun patlatmadan kaynaklanan yer sarsıntıları, fırlayan kayalar ve hava şoklarıdır. Bir deliğe yerleştirilen patlayıcı infilak ettiği zaman basınç (50 GPa'a kadar) ve sıcaklık (5000 K'e kadar) açısından çok büyük miktarda enerji açığa çıkmaktadır (Hino 1956, Mckenzie 1990, Cheng ve Huang 2001). Patlayıcı enerjisinin sadece %20-30'luk kısmı kaya kütlelerinin kırılması ve ötelenmesinde kullanılmakta, enerjinin geri kalanı yer sarsıntısı, uçan kayalar, gürültüler, geri kırılmalar, aşırı kırılmalar gibi istenmeyen etkilere harcanmaktadır (Hagan 1973). Diğer bir ifadeyle, patlatma işlemi sonucunda oluşan enerjinin bir kısmı kayacın parçalanması nedeniyle sönmülenirken; sönmülenmeyen kısmı da patlatma kaynağından dışarıya doğru sismik dalgalar halinde yayılmaktadır.

Patlatma ile çevreye verilen olumsuzlukların en önemlisi yer sarsıntısıdır. Patlatmalardan kaynaklanan yer sarsıntıları kısa süreli ve düzensiz yer hareketleridir. Patlatma ile oluşan sarsıntılar taşıdıkları enerji düzeyinde hasara neden olmaktadır. Binalara verilen hasarda, sarsıntıların taşıdığı enerji düzeyinin yanı sıra binaların yapım tekniği, boyutları ve üzerine oturdukları zemin özellikleri de etkin olmaktadır (Siskind vd, 1980).

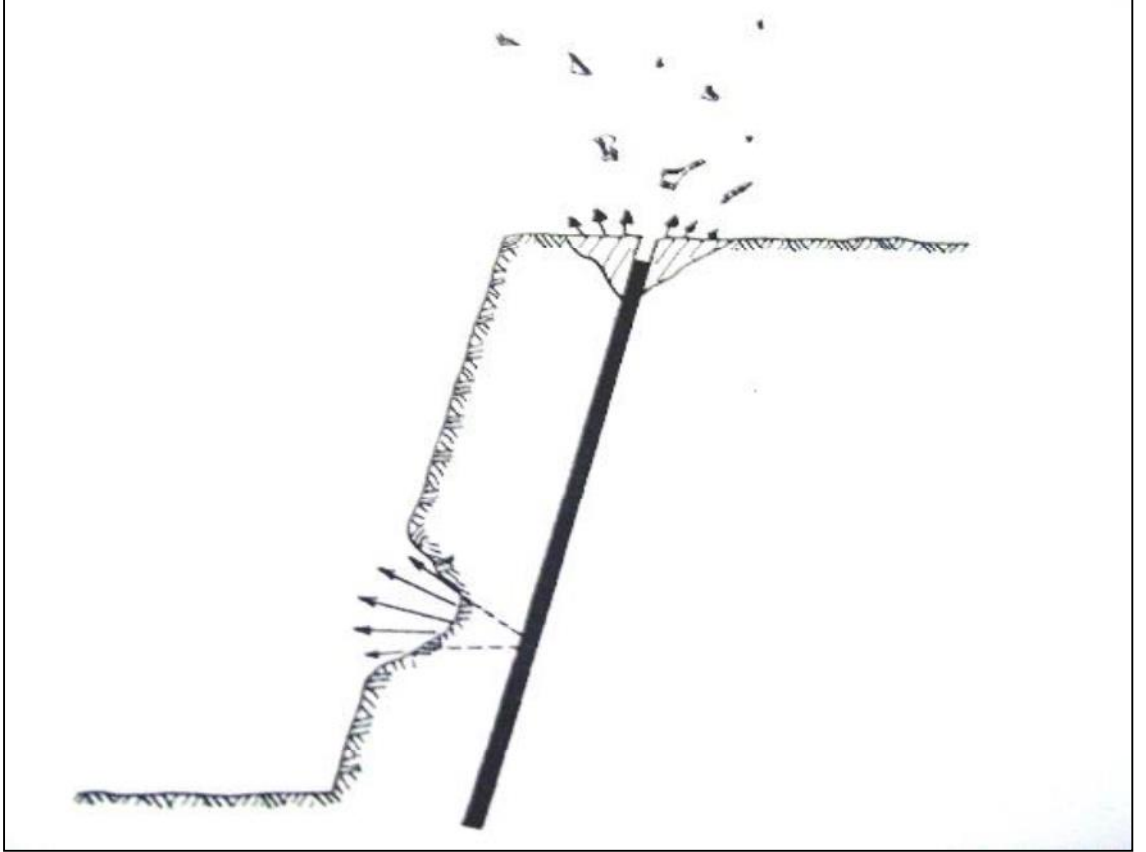


Şekil 2.3. Patlatmadan kaynaklanan çevresel etkiler (Arpaz, 2000)

Yer sarsıntısının şiddeti; kaya kütlesinin fiziksel ve mekanik özellikleri, patlayıcı karakteristikleri ve patlatma tasarımı gibi parametreler tarafından etkilenmektedir (Wiss ve Linehan 1978). Gecikme başına maksimum şarj, gecikme zamanı, dilim kalınlığı, delikler arası mesafe, şarj uzunluğu, ateşleme sırası, yemleme tipi ve yeri gibi tasarım parametreleri sismik enerjinin dağılımını önemli ölçüde etkilemektedir (Pal 2005). Bazı araştırmacılar dilim kalınlığının, diğer tüm tasarım parametreleri üzerinde etkili olduğunu, delikler arası mesafe, sıkılama boyu, delik taban payı, gecikme aralığı, dip şarjı boyu, kolon şarjı boyu gibi diğer tasarım büyüklüklerinin, dilim kalınlığının fonksiyonu olarak ifade edilebileceği ve bu şekilde anlamlı tasarımlar yapılabileceğini vurgulamışlardır (Gustafsson 1973, Tamrock 1984, Olofsson 1988, Ash 1990, Konya ve Walter 1990, Rustan 1990, Singh 1993, Jimeno vd. 1995).

Siskind (1989), patlatma yer sarsıntısı frekans karakteristiklerinin, gecikme aralığı ve patlatılan kaya yapısına bağlı olduğunu ifade etmişlerdir. Olofsson (1988), yer sarsıntısı karakteristiklerini

etkileyen zemin zelliklerini; dalgaların ilerleme hızını belirleyen zeminin elastik sabitleri (elastisite ve makaslama modülü), zeminin tipi, yeraltı suyu seviyesi ve nem, topoğrafya, zeminin karakteristiği olarak açıklamıştır. Diğer yandan, kaya karakteristikleri sahadan sahaya ya da bir basamağın bir yanından diğer yanına geniş ölçüde değiştiği gibi süreksizliklere ve jeolojik yapıya bağlı olarak yönsel olarak da farklılıklar gösterebilmektedir.



Şekil 2.4. Patlatma Sırasında Oluşan Taş Savrulması (Jimeno ve diğ., 1995)

Sismik dalgalar, homojen ve masif kaya kütlelerinde tek yönde ilerlemekte, daha karmaşık yapılara sahip kaya kütlelerinde ise farklı yönlerde dağılıp ilerleme sağlamaktadırlar. Çünkü kaya birimindeki süreksizlikler, dolgular ve tektonik arızalar dalgaların ilerleme yönünü ve şiddetini etkilemektedir (Blair ve Spathis 1982, Cook 1992, Fourney vd. 1997, Hao vd. 2001). Bu nedenle bir maden işletmesinde yapılan patlatma sonucu oluşan yer sarsıntılarının şiddeti yönsel olarak değişik değerler verebilmektedir (Blair ve Spathis 1982, ISRM 1992, Jimeno vd. 1995, Arpaz 2000, Aldaş 2002, Ak 2006). Patlatma kaynaklı yer sarsıntılarının değerlendirilmesiyle ilgili çalışmaların büyük çoğunluğu, patlatma şok büyüklüğü (patlayıcı madde miktarı) ve sönümlenme büyüklüğü (mesafe) gibi iki önemli parametre üzerinde yoğunlaşmakta ve patlatma kaynaklı yersarsıntıları bu iki parametreye dayanan eşitliklerle modellenmektedir (Davies vd. 1964, Attewell vd. 1965, Ambrayes 1968, Nicholls 1971, ISI

1973, Langefors ve Kihlström 1978, Shoop ve Daemen 1983, Birch ve Chaffer 1983, Ghosh ve Daemen 1983, Gupta vd. 1987, Gupta vd. 1988, Arpaz 2000, Bilgin 2005, Ak 2006, Khandelwal ve Singh 2009, Arpaz vd. 2012). Geliştirilen ölçüme dayalı denklemlerde patlatma kaynaklı yer sarsıntılarının oluşum ve gelişiminde etkili olan/olabilecek diğer unsurlar, saha sabitlerinin üzerine yüklenmektedir.

Bu durum yukarıda açıklanan nedenlerden dolayı bazı hallerde belirsizliği arttırabilmektedir. Farklı formüller, aynı kazı yeri için, gecikme başına şarjı karşı emniyetli tepe parçacık hızının farklı değerlerini vermektedir. Diğer bir ifadeyle farklı araştırmacılar tarafından üretilen formüllerin uygulanması ile elde edilen sonuçlar, birbirinden farklıdır. Son yıllarda bir çok araştırmacı tarafından tepe parçacık hızı ve frekans tahmininde çeşitli patlatma tasarım parametreleri ve kaya madde/kütle özelliklerini baz alan yapay sinir ağları modelleri oluşturulmaya çalışılmıştır (Khandelwal ve Singh 2009, Mohamed 2009, Monjezi vd. 2010, Amnieh vd. 2010, Kamalı ve Ataei 2010, Alvarez-Vigil vd. 2012). Khandelwal ve Singh (2006,2009), yapay sinir ağları ile tepe parçacık hızı (PPV) ve frekans (f) tahmininin oldukça iyi sonuçlar verdiğini, çoklu regresyon analizlerinden elde edilen modellerin yüksek hata payları nedeniyle kullanılamaz olduklarını ifade etmişlerdir. Bu çalışmalarda yapay sinir ağları veya çoklu regresyon analizlerinde kullanılan veriler tek bir sahadan elde edilen verilere dayanmaktadır.

Bu araştırma kapsamında çevre kaya kütle özelliklerinin ve patlatma tasarım parametrelerinin patlatma kaynaklı yer sarsıntıları üzerine etkilerinin incelenmesi amacıyla Maya-Yılsan Kartal Projesinde yer sarsıntıları ile ilgili yapılan arazi ölçümlerinin sonuçları değerlendirilmiştir.

Patlayıcıların kaya kütlelerini parçalamak için kullanılmalarındaki amaç, çevreye (İnsanlar, hayvanlar, bitkiler, üstyapılar, altyapılar, tarihi eserler, enerji hatları, yollar, Şev stabilitesi, kıymetler vb.) zarar vermeden ve en az rahatsızlık vererek optimum parçalanma ve ötelemeyi en ekonomik şekilde sağlamaktır. İnsanlık tarihi incelendiğinde barutun icadından beri patlayıcı madde kullanımına rastlanmaktadır. Patlayıcı maddelerin kullanımlarında çevreye verebilecekleri olumsuzluklar bulunmaktadır. Bunlar;

- Taş Savrulması
- Toz oluşması
- Yer titreşimleri
- Hava şoku

- Sualtı akustiği nedeniyle dalgıç ve delme araçlarının maruz kalabileceği etkiler.(Lüleci,2014)

Ülkemizde ne yazık ki patlatma konusunda ayakları yere basan bir mevzuat henüz yürürlüğe konamamıştır. Bu durumdan dolayı patlatma kaynaklı rahatsızlıklar nedeniyle, patlatmanın verdiği veya verebileceği değerlendirilen çevresel zararlar nedeniyle çeşitli şikayetler ve davalar meydana gelmektedir. Bu davalar sonucunda bazen adli mercilerin kazı faaliyetlerini durdurmasına kadar değişik sonuçlar doğmaktadır. Son yıllarda ülkemizde bu konularla ilgili açılan dava sayılarında da önemli artışlar gözlenmekte ve konuyla ilgili ülkemiz gerçeklerine uygun standartların ortaya konulmamış olmasından dolayı istenmeyen bazı yanlışlıkların yaşanması kaçınılmaz olmaktadır.

Gelişmiş ülkelerde de patlatmalı kazıların ticari olarak aktif kullanılmasına başlanmasından bu yana bu şekilde problemler yaşanmıştır. Ancak bu ülkelerde söz konusu sorunların çözümüne yönelik prosedür sistematik olarak peyderpey hazırlanmış ve uygulamaya konulmuştur. Halen gelişmiş ülkelerde bu tür çalışmalar mevcut olanı daha iyiye götürmek için ilgili taraflar tarafından (Patlayıcı madde üreticileri, kullanıcıları, hükümetler ve araştırmacılar) deneysel çalışmalar yapılarak sürdürülmektedir. Ülkemizde ise halen yabancı ülkeler tarafından geliştirilmiş standartlar ve limitler kullanılmaktadır.

Gelişmiş ülkeler tarafından patlatmaların titreşim kaynaklı etkileri üzerine belirli standartlar geliştirilmiş olmasına rağmen binadan binaya değişen donatı özellikleri, bina yaşı, inşaatların zemin yerleşmesi gibi özellikler yüzünden tam olarak tespit etmek bir hayli zordur. Her ne kadar çalışma yapılırsa yapılsın patlatma sonucunda oluşan enerji tamamen sönmülmeyeceğinden bütün bu şikayetleri ortadan kaldırmak gibi bir dürümüm hâsıl olma ihtimali bulunmamaktadır.

Patlatmalı kazı çalışmalarının kaçınılmaz olduğu sektörlerde, patlatmadan sorumlu teknik eleman ya da yöneticilerin, çevre tesis ve yerleşim birimlerinin zarar görmeyeceği şekilde tasarımlar yapmaları ve kontrollü patlatmalar gerçekleştirmeleri gerekmektedir. Bu tür tasarımlar ise ancak ölçüm esasına dayalı sistematik deneysel bazı çalışmalarla mümkün olabilmektedir. Bu tür çalışma sonuçlarından üretilecek, ülkemiz gerçeklerine uygun standartlar, sorunun üretim hedeflerini aksatmayacak şekilde çözülmesini sağlayacaktır (Arpaz, 2000).

2.4.1. Taş Savrulması

Patlatma işlemi sırasında patlayıcı madde kaya kütlesi içinde yeterince hapsedilemezse reaksiyon sonucu oluşan yüksek basınçlı gazlar atmosfere erken deşarj olur. Bu yüksek hızlı gaz boşalımının etkisiyle bazı kayaç parçaları kaya kütlesinden ayrılır ve çok uzak mesafelere savrulabilir. Savrulantaş parçaları insan yaralanmalarına ve yapılarda ciddi hasarlara neden olabilir (Bilgin, 1999). Patlatma sırasında izin verilen taş savrulma mesafesini belirlemek için OSMRE'ninde önerdiği 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 mesafesi, patlatma yapılan alana en yakın yerleşim noktası ile patlatma yapılan alan arasındaki mesafenin yarısından fazla olmamalıdır. Ayrıca görevli personel tarafından kontrol edilmekte olan güvenli alanın dışına taş savrulması istenmemektedir (OSMRE, Federal Regulations, 2004).

Patlatma sırasında taş savrulma mesafesinin tahmini için literatürde çeşitli ampirik modeller mevcuttur. Burada SVEDEFO (İsveç Detonik Araştırma Kurumu) tarafından geliştirilen eşitlik kullanılarak Murgul İşletmesi için bir ön tahmin gerçekleştirilecektir. Bu eşitlik yoluyla maksimum taş savrulma mesafesi ve savrulan kaya parçalarının boyutu öngörülebilir.

$$L=260 \times d^{2/3} \quad (1)$$

L_{in} = Maksimum taş savrulma mesafesi (m)

d = Delik çapı (inch) (Jimeno ve diğerleri, 1995)

$$L_{,,,} = 260 \times 6,5M$$

$$L_{,,,} = 906 \text{ m}$$

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

φ = Patlama nedeniyle fırlayan taş parçalarının

boyutu

d = Delik çapı (inch)

$$\varphi = 0,1 \times 6,5^{2/3}$$

Maksimum taş savrulma mesafesi Şekil 1 yardımıyla da bulunabilir. Madencilik çalışmalarında delik çaplarının 75 ile 250 mm arasında değiştiği göz önüne alınırsa Şekil 1 dikkate alınarak, maksimum kaya fırlama mesafesinin 500-1000 m arasında olacağı görülmektedir.

Maksimum taş savrulma mesafesi Şekil 1 yardımıyla da bulunabilir. Madencilik çalışmalarında delik çaplarının 75 ile 250 mm arasında değiştiği göz önüne alınırsa Şekil 1 dikkate alınarak, maksimum kaya fırlama mesafesinin 500-1000 m arasında olacağı görülmektedir. (T. Hüdaverdi, C.Kuzu T. Hüdaverdi, C.Kuzu)

Taş savrulmasını kontrol edebilmek için şu önlemler alınır;

- Patlayıcı madde uygun çap ve boyutta delikler kullanılarak kaya yapısı içinde olabildiğince homojen dağılır ve hapsedilir.
- Patlayıcının büyük miktarlarda odaklaştığı ve parçalanma mekanizmasının kontrol edilemediği galeri patlatması uygulanmaz.
- Patlatma delikleri kullanıldığında uygun delik geometrisi hesaplanarak bulunur, böylelikle deliklere uygun yükler verilmiş olur.
- En az delik ayna mesafesi boyutunda sıkılama boyu bırakılır ve uygun bir malzeme kullanılarak ağız sıkılması yapılır.
- Gecikmeli kapsüller kullanılır.

Taş savrulması daha çok açık işletmelerde önemlidir. Savrulan taşların, 1000 m'ye kadar fırlayabildiği ve ölümle sonuçlanan kazalara neden olduğu bilinmektedir. Çoğu hallerde ise fırlayan taşlar akine ve ekipmanlara hasar vermekte veya yaralanma ile neticelenen kazalara yol açmaktadır. (Bağdatlı,2013)

2.4.2. Toz Emisyonu

Patlatma ile kayaların kırılması aşamasında, büyük miktarlarda kaya kütlesi harekete geçirilmektedir. Hareket sırasında bir kısım iç öğütme meydana gelir. Bu nedenle bir miktar toz emisyonu kaçınılmazdır. Basamak patlatması sırasında toz oluşumuna karşı alınabilecek teknik bir önlem bulunmamaktadır.

Diğer toz kaynağı ise ocak içi yollardaki kamyon trafiğidir. Buna karşı mücadele edilmeli ve yollar sürekli olarak özel araçlarla sulanarak toz oluşumu önlenmelidir. Toz oluşumu hem işçi sağlığı hem de makine ve ekipmanların ekonomik ömürleri üzerinde etkili olan ciddi bir sorundur (Jimeno ve diğ., 1995).

2.4.3. Yer Sarsıntısı (Titreşim)

Patlatma kaynaklı yer sarsımının oluşumu üzerinde etkili olan faktörleri genel olarak kontrol edilebilen faktörler ve kontrol edilemeyen faktörler olarak iki guruba ayırmak mümkündür. Kontrol edilebilen faktörler arasında gecikme başına patlayıcı miktarı, ateşleme yönü, şarj boyu ve çapı, delik eğimi, dilim kalınlığı, delikler arası mesafe sayılabilir. Kontrol edilemeyen faktörler ise topografya, örtü tabakasının tipi ve atmosferik koşullardır (Atlas Powder Company, 1987).

Patlatma kaynaklı sarsıntıların büyüklüklerinin sorgulanması sırasında ön plana çıkan parametreler, parçacık hızı, parçacık ivmesi, deplasman, dalga frekansı olarak sıralanabilir. Patlatma kaynaklı yer sarsıntısı konusunun bu şekilde giderek artan önemine bağ olarak, çeşitli ülkelerde, birbirine benzeyen düzenlemeler yapılmıştır. Bunlardan bir tanesi de OSMRE (US Office of Surface Mining - ABD Açık Ocak Madencilik Ofisi) tarafından hazırlanan düzenlemedir (30 CFR (Code of Federal Regulations) Sec. 816.61, 62, 64, 66, 67, 68 ve Sec. 817-61, 62, 64, 66, 68). OSMRE' nin düzenlemelerindeki sorgulamalar için dört adet yol öngörülmüştür. Bu yolların hepsinde de ana unsur parçacık hızı olmaktadır (Kuzu ve diğerleri, 2003).

Bu yollar;

- LYol: Uzaklığa Bağlı Parçacık Hızı
- ILYol: Uzaklığa Bağlı Ölçekli Mesafe
- Ifl.Yol Değiştirilmiş Ölçekli Mesafe
- rv.Yoi:: Frekans-Parçacık Hızı İkili

olarak adlandırılmakta ve patlatma kaynaklı sarsıntılarının alternatif sorgulama şekillerini içermektedir. Burada kısaca bu dön yöntemin ana hatları üzerinde durulacaktır.

2.4.3.1 Uzaklığa Bağlı Parçacık Hızı (I. Yol)

Bu yolla (30CFR Section 816.67(d)(2)(i)), her bir atımın sonucunda oluşan sarsıntı kaydedilir. Ölçülen parçacık hızına ait üç bileşenin ayrı ayrı ve mesafelere bağlı olarak Çizelge T de verilen limit değerleri aşp aşmadığına bakılır. Limit değerlerin altında kalınması durumunda yapılan patlatma çevre için zararsız kabul edilir (OSMRE, Federal Regulations, 2004).

Uzaklık (fm)	Maksimum Parçacık Hızı Limit Değeri [mm/sn.]
0-91,44	0-91,44
91,74-1524	25,4
>1524,30	19,05

Tablo 2.2 Uzaklığa bağlı parçacık hızı

2.4.3.2 Uzaklığa Bağlı Ölçekli Mesafe (II. Yol)

Bu yolla (30CFR Section 816.67(d)(3)(i)), herhangi bir sismik izleme yapılmaksızın, Çizelge 3'e verilen uzaklığa (D) bağlı, "Uzaklığa Bağlı Ölçekli Mesafe Değerleri (SD)" esas alınarak, aynı anda patlatılabilecek olan patlayıcı madde miktarı (W) tesbit edilir. Buradaki "Ölçekli Mesafe";

$$SD = DW^{-0.5}$$

eşitliği ile tanımlanır.

Uzaklık ft//[m]	Ölçekli Mesafe Limit Değeri SD= DAV ^{0.5} [ft/ib ^{0.5}]	8 ms aralıkla patlatılabilecek azami patlayıcı miktarı 11b) // [kg]
100//30,48	SD = 50 0-300 ft / 0-90 m	4,0// 1,8140
150//45,72		9,0//4,08 i 5
200 // 60,96		16,0//7,2576
250 // 76,20		25,0// 11.3375
300//91,44		36,0// 16,3260
400// 121,92	SD = 55 301-5000 ft/ 91-1500 m	53 // 24,0355

600// 182,88		119//53,9665
800 // 243,84		212//96,1420
1000//304,80		331 //150,1085
2000 // 609,60		1322//599,527
4000// 1219,20		5290//2399,0 i 5
5500// 1676,40	SD = 65 >5001ft/ >1501m	7160//3247,612
6000// 1828,80		8521 //3864,273
10000 // 3048,00		23700 // 10747.950

Tablo 2.3 Uzaklığa Bağlı Ölçekli Mesafe

2.4.3.3 Değiştirilmiş Ölçekli Mesafe (III. Yol)

Bu yöntemde sahada gerçekleştirilen patlatmalara dayanılarak, deneyimlere dayanan bir SD değeri geliştirilir (30CFR Section 816.67(d)(3)(ii)). Belirlenecek ölçekli mesafe (SD) değerleri için, patlayıcı şarjı miktarı değiştirilerek oluşacak maksimum parçacık hızı değeri (PPV) önceden tahmin edilebilir. Öylece, II. Yol (Uzaklığa Bağlı Ölçekli Mesafe) ile yapılan SD tayinindeki patlayıcı madde sınırlandırmasındaki aşırılık önlenmiş olacaktır. Bunun için daha önceden yapılan asgari atımın sismik kayıtlarının değerlendirilmesi gereklidir. Buna ek olarak Bölüm 2.3.1' de açıklanan I. Yolda belirtilen limitlerin de aşılmaması gereklidir (Rosenthal, & Marlock, 1987).

2.4.3.4 Frekans-Parçacık Hm ikilisi (IV. Yol)

Bu yolla (30CFR Section 816.67(d)(4)(i)), Maksimum Parçacık Hızı' na ek olarak, her bir 'Parçacık Hızı' nm sahip olduğu frekans değeri bilgisi de sorgulanmaktadır. Binalardaki rezonans frekansları da göz önüne alınarak düşük frekanslar için düşük parçacık hızlarına izin verilmekte ve 2 in./sn'lik (50,8 mm/sn) parçacık hızı üst sınır olarak alınmaktadır. (OSMRE, Federal Regulations, 2004).

Atım Nu	Toplam Şarj (kg) / Gecikme basma şarj (kg)	Ölçüm mesafesi (m)	Parçacık hız (mm/sn)/Frekans (Hz)				Bileşke	Hava şoku (db)/ Frekans (Hz)
			Enine	Düşey	Boyuna	Maksimum		
1	6436/256,4	350	2,03/10	1,65/10	2,67/8	2,67	3,22	120/41
2	10640/512,8	135	19,4/34	17,9/37	22,5/43	22,5	28,3	140/30
3	8820 / 512,8	255	1,52/17	1,90/43	1,90/37	1,90	2,35	125/6
4	8256/512,8	210	11,2/15	12,7/16	11,3/14	12,7	14,8	128/5

Tablo 2.4. Frekans-Parçacık Hm ikilisi

2.4.4. Hava Şoku ve Gürültü

Patlatmadan kaynaklanan çevresel problemlerin başında hava şoku gelmektedir. Hava şokları patlatmadan kaynaklanan hava basınç dalgaları olarak tanımlanmaktadır. Yüksek frekanslı basınç dalgaları duyulabilmektedir. Düşük frekanslı olanlar ise etki ettiği yapılarda tıkrıtlar oluşturduğunda duyulabilmektedir. Hava şoku düzeyi patlatma, arazi ve hava koşullarına bağlı olmaktadır. Patlatmadan kaynaklanan hava şokları yapılarda kırık ve çatlaklara, pencerelerde kırılmalara ve insanların rahatsız olmasına neden olabilmektedir. Hava şoklarının insanları rahatsız etmesi, insanların yapı içerisinde ve yapı dışında olmalarına göre farklılık gösterebilmektedir. Bu farklılık hava şoklarının binaya ulaşması sonrasında binanın yapısal özellikleri nedeniyle çıkardığı seslerden kaynaklanmaktadır. Gürültü, atım noktasından uzaklaştıkça hava şokunun bozulması ve dağılmasıyla oluşmaktadır. Gürültüden kaynaklanan problemler kişisel rahatsızlıklar ve diğer psikolojik şikâyetler şeklinde ortaya çıkmaktadır.

Atmosferde yol alarak binalara ulaşan şok dalgaları cam ve gevrek çerçevelerin titreşimlerine yol açmaktadır. Zaman zaman hava şok dalgaları şiddetli olabilmekte ve yapılarda hasara yol açabilmektedir. En belirgin hasar cam kırılmasıdır. Hava şokunun yayılmasında, sıcaklık, nem oranı, havanın bulutlu oluşu, rüzgar yönü ve şiddeti gibi atmosferik koşullarda etkin olabilmektedir (Hoek ve Bray,1991).

2.4.4.1.Hava Şoku ve Gürültü Ölçümü ve Karakteri

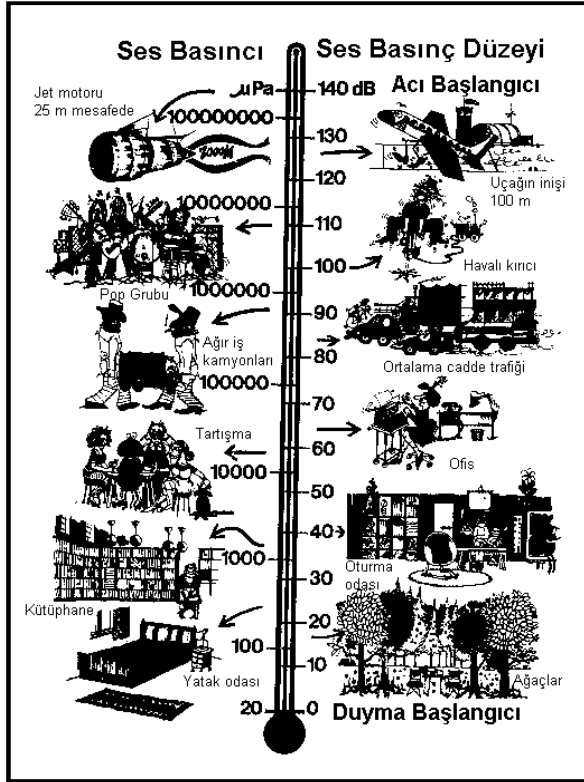
Patlatma sırasında kaya çatıklarından dış atmosfere hızla ve erken boşalan reaksiyon ürünü gazlar önemli düzeyde gürültü oluştururlar. Önlemlerin yetersiz kalması durumunda gürültü düzeyi yüksek seviyelere ulaşarak hava şoku dalgalarına dönüşür.

Hava şoku dalgaları 0,1 Hz ile 200 Hz arasında değişen geniş bir frekans aralığına sahiptir. Frekansı 20 Hz'in üzerinde olan şok dalgaları işitilebilir ve gürültü olarak nitelendirilir. Frekans değeri 20 Hz'in altında olan ses dalgaları ise duyulmaz. Şok dalgaları yeterince büyükse her iki frekans aralığında da binalarda hasar meydana getirebilir (Olofsson, 1990). Şok dalgalarının yayılmasında rüzgar yönü, rüzgar hızı ve sıcaklık gibi atmosferik koşullar da etkilidir.

dB	PSI	
180	3,00	Binalarda Hasar
170	0,95	Pencere Camlarının Çoğu Kırılır
160	0,30	
150	0,095	Bazı Pencere Camı Kırılmaları
140	0,030	Ani (impulsive) Ses için Maksimum Seviye
128	0,0070	Emniyetli Seviye
120	0,0030	Rahatsız Edici Sürekli Ses Sının 15 Dakika Süreli Şok Dalgaları Halinde Şikayetler
110	0,00095	
100	0,00030	
90	0,00095	8 Saatlik Sürekli Seste Rahatsız Olma
80	0,00030	

Tablo 2.5. Hava şoku seviyelerinin çevresel etkisi

Hatalı patlatma paterni, yetersiz sıkılama boyu ve malzemesi hava şoku oluşumuna neden olmaktadır. Hava şoku oluşumuna neden olan bir diğer unsurda infilaklı fitil kullanımınıdır. Basamak patlatmasında deliklerin infilaklı fitil ile ateşlenmesi ve infilaklı fitilin patar atımlarında kullanılması yüksek hava şoku değerlerinin oluşmasına neden olabilmektedir. Çizelge 1 de hava şokunun çevresel etkisi gösterilmektedir. (T. Hüdaverdi, C.Kuzu,2005)



Şekil 2.5. Günlük olaylardaki ses düzeyleri ve ses basınç değerleri (Dowding, 1985)

Patlatmadan kaynaklanan hava şoklarına neden olan önemli etkenler aşağıda verilmektedir.

- Gereğinden fazla şarj edilmiş delikler
- Zayıf sıkılama
- Açıktaki infilaklı fitil
- Uygun olmayan dilim kalınlığı
- Kayadaki çatlaklardan gaz kaçışı

Ses, basınç ya da desibel (dB) olmak üzere iki farklı birim ile ifade edilebilmektedir. Hava şoku, basınç ya da ses ölçerler kullanılarak ölçülebilmektedir. İnsan kulağıyla duyulabilen yaygın aralıklı genlikler ve frekanslardan dolayı akustik mühendisleri sesi desibel terimi ile ifade etmektedir. Ses basıncı aşağıdaki eşitlik kullanılarak desibele çevrilebilmektedir (Dowding, 1985).

$$dB = 20 \log \left(\frac{P}{P_0} \right) \quad (2.25.)$$

P = Ölçülen tepe ses basıncı,

P_0 = Referans ses basıncı (20×10^{-6} Pa veya 2.9×10^{-9} lb/inç²)

Hava şoku dalgasının yayılması, sıcaklık, rüzgar ve yükseklik gibi atmosferik ve topoğrafik koşullara bağlıdır. Belirli bir uzaklıktaki bulut kapalılığı bile bazen basınç dalgasının yere yeniden yansımaya neden olur (Hoek ve Bray, 1991).

Günlük olaylardaki ses düzeyleri ve ses basınç değerleri Şekil 2.32.'de verilmiştir. Patlatmaların duyulabilen bölümlerinin şiddeti, havalı kırıcılar ile uçağın yere inmesi sırasında çıkardığı gürültü arasında yer almaktadır.

ABD'de (USBM ve OSM kuralları) yapılan yasal düzenlemelerle 140 desibele karşılık gelen hava şoku düzeyi hasar başlangıç ve gürültü üst sınırı olarak belirlenmiştir. Hava şoku etkisinin uzaklıkla azaldığı bilinmektedir. Bu azalma faktörü ölçekli mesafe kavramı ($SD = R/W^{0.333}$) ile ifade edilmektedir. ABD Madencilik Bürosu tarafından yaptırılan çalışmalar sonucu, hava şoku basıncının ölçekli mesafeyle ilişkisi ortaya konulmuştur .

Bu şekilde yapılan tahminler, yaklaşık değerler vermektedir. Herhangi bir yerdeki gerçek hava şoku ve gürültü seviyeleri atmosferik ve topoğrafik şartlarla birlikte atım geometrisine bağlı olmaktadır. Bu nedenle, çok ciddi şikayetlerin yaşandığı bölgelerde, bu tahminlere ek olarak hava şoku ölçümlerinin yapılması gerekmektedir (Kahrıman, 2003).

Kahrıman ve diğ., (1996) sölestit açık işletmesi basamak patlatmasında ölçtükleri gürültü değerleriyle ölçekli mesafe değerleri arasında bir ilişki elde etmek amacıyla, basit regresyon analizleri yapmışlar ancak, çok düşük korelasyon katsayılı olmaları nedeniyle bu fonksiyonların kullanılmasını önermemişlerdir. Diğer yandan, gürültü değerleri ile şarj miktarı ve uzaklık arasında bir ilişkinin var olduğu düşüncesi ile 47 atıma ait değerleri aşamalı bir şekilde çoklu regresyona tabi tutmuşlardır. Bu analiz sonucunda elde ettikleri bu anlamlı ve oldukça yüksek korelasyon katsayılı ilişki aşağıda verilmektedir.

$$N = 0,05603 \times W + 18012,6 \times (1/R) \quad (r=0,93) \quad (2.27.)$$

N : Gürültü (dB)

W : Gecikme başına şarj miktarı (kg)

R : Mesafe (m)

2.4.4.2. Hava Şokunu Azaltmak İçin Alınabilecek Önlemler

Hava şokunun önlenmesi için;

- Basamak patlatma tekniği kullanılarak, patlayıcı madde kaya yapısı içinde mümkün olduğunca homojen dağıtılır ve hapsedilir.
- Galeri patlatması uygulanmaz.
- Uygun delik geometrisi kullanılır.
- Uygun sıkılama boyu ve malzemesi kullanılır.
- Gecikmeli ateşleme sistemi kullanılır.
- Delme öncesi patlatma aynası incelenerek gaz deşarjına yol açabilecek bir jeolojik olgu olup olmadığı incelenir. Böylesine bir jeolojik olgunun varlığında o bölgeye az patlayıcı madde yerleştirilir.
- Rüzgar yönünün kritik olduğu zamanlarda ateşleme yapılmamalı.
- İnfilaklı fitilin zorunlu olunmadıkça kullanılmamalı, kullanılırsa üzerinin 7-10 cm kum ile örtülmeli (Hoek ve Bray, 1991).

2.4.5. Hasar Ölçütleri ve Titreşim Ölçümlerinin Değerlendirilmesinde Göz Önünde Tutulan Uluslararası Normlar

2.4.5.1. Patlatma Hasar Kriterleri

Çeşitli araştırmacılar tarafından geliştirilen patlatma hasar kriterleri günümüze kadar değişik başarı dereceleriyle uygulana gelmiştir. Bu araştırmaların çerçevesi iki ana başlık altında ifade edilebilir.

- Patlatma sonucu oluşan titreşim ve hava şokunun tanımlanması, ölçümü ve ilgili parametrelerin analizi.
- Farklı yapılar için hasar kriterlerinin saptanması ve dikkatli patlatma tasarımı uygulaması.

Patlatma kaynaklı titreşimlerin kontrolüne yönelik olarak geliştirilen ve günümüze kadar değişik başarı dereceleriyle uygulanan bazı önemli kriterler aşağıda altı ana başlık altında özetlenmiştir.

a) Titreşim enerjisini esas alan hasar kriteri yaklaşımları

- i. Rockwell'in frekans ve genliği esas alan enerji formülü (1934).
- ii. Birleşik Devletler Madencilik Bürosu'nun (USBM) şarj miktarını ve uzaklığı esas alan genlik formülü (1942).
- iii. İvme frekansın kullanıldığı Crandell'in enerji oranı yaklaşımı (1949).

b) Parçacık hızını esas alan hasar kriteri yaklaşımları

- i. Langerfors, Kihlstrom ve Westerberg'in parçacık hızı ve yapı hasar tipi gözlemine dayalı kriteri (1957).
- ii. Edwards ve Nortwood'un parçacık hızına bağlı hasar tahmini (1959).
- iii. USBM'nin daha geniş kapsamlı araştırmalara dayalı, parçacık hızına bağlı hasar tahmini (1971).
- iv. Çeşitli yapı türleri için parçacık hızına bağlı Canmet, Bauer ve Calder'in hasar tahmini (1977).

c) Parçacık hızını ve frekansı esas alan hasar kriteri yaklaşımları

- i. Langerfors ve Kihlström'ün grafiği (1967)
- ii. Medearis'in parçacık hızı ve üstün frekansı esas alan hasar tahmini (1976).
- iii. Birleşik Devletler Madencilik Bürosunun parçacık hızı, frekans, yapı ve bina türünü esas alan hasar kriteri tahmini (1980).
- iv. Parçacık hızı, frekans ve yapı türünü esas alan Alman 4150 DIN standartları (1984).
- v. Parçacık hızı, frekans ve yapı özelliklerini esas alan Hindistan CMRI standartları (1987).

d) Parçacık hızı ve mesafeyi esas alan hasar kriteri yaklaşımları

- i. Rosenthal ve Morlock'a göre parçacık hızı, mesafe ve bina tipini esas alan hasar kriteri (1987).

e) Parçacık hızı ve ölçekli mesafeyi esas alan hasar kriteri yaklaşımları

i. Birleşik Devletler Açık Ocak Madencilik Bürosu'nun (OSM) maksimum parçacık hızı limiti, ölçekli mesafe ve frekansı esas alan yaklaşımı

f) Parçacık hızı, yapı kalitesi, ve proje zamanını esas alan hasar kriteri yaklaşımları

i. İsveç Standartlarına göre, gövde dalgaları, bina faktörü, yapı malzeme faktörü ve proje zamanına bağlı olarak hesaplanan parçacık hızını esas alan yaklaşım.

Yaklaşık 60 yıldır, çeşitli araştırmacılar tarafından geliştirilen patlatma hasar kriterleri değişik başarı dereceleriyle uygulanmaya gelmiştir. Konuyla ilgili olarak literatürde yer alan başlıca hasar kriterleri kronolojik olarak aşağıda özetlenmiştir.

2.4.5.1.1. Rockwell'in Enerji Formülü

1934 yılında Rockwell patlatma sonucu meydana gelen titreşim enerjisinin $f^2 \cdot A^2$ ile orantılı olduğunu belirtmiştir. Burada f: frekans, A: Genliği ifade etmektedir.

2.4.5.1.2. USBM'nin Formülü

1942 yılında Birleşik Devletler Maden Bürosu (USBM), şarj miktarını, zemin karakteristiklerini ve uzaklığın etkilerini birlikte ele alarak aşağıdaki formülü geliştirmiştir (Thoenen ve Windes, 1942).

$$A = \frac{\sqrt[3]{C^2}}{100} (0,07e^{-0,0143d} + 0,001) \quad (2.28.)$$

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. Genlik formülü yaklaşık bir formül olduğundan, kompleks patlatma tasarımları için uygun görülmemiştir. Buna karşılık, ivme, zamanla yapısal hasar kriteri olarak öne çıkarılmıştır. 0.1 g'den daha düşük olan ivmeler güvenli, 0.1-1 g ikaz edici ve 1 g'den büyük olan ivmeler ise zarar verici olarak kabul görmüştür (g: yerçekimi ivmesi).

2.4.5.1.3. Crandell'in Enerji Oranı Formülü

1949 yılında Crandell "Enerji Oranı" yaklaşımını geliştirmiştir. Enerji oranına bağlı olarak hasar kriterleri Tablo 2.4'te verilmiştir.

$$ER = a^2 / f^2 \quad (2.29.)$$

ER : Enerji oranı

a : İvme

f : Frekans

Enerji Oranı	Hasar Tahmini
< 3.0	Hasar yok
3.0 – 6.0	Uyarı
> 6.0	Hasar var

Tablo 2.6. Crandell'in Enerji Oranına Bağlı Hasar Kriteri

1949-1960 yılları arasında hasar kriterleri, deplasman, ivme ve parçacık hızı parametreleriyle ilişkilendirilmeye başlanmıştır.

2.4.5.1.4. Langefors, Kihlström ve Westerberg'in Yaklaşımı

Langefors ve arkadaşlarının (1957) parçacık hızı ve yapı hasar gözlemine dayalı kriteri Tablo 2.5.'te verilmiştir.

Parçacık Hızı (inç/s)	Hasar Tahmini
< 2.8	Hasar yok
4.3	İnce çatlaklar, sıva dökülmesi
6.3	Taş duvarlarda ve sıvalarda çatlama
> 9.1	Ciddi boyutlu çatlama

Tablo 2.7. Langefors ve Arkadaşlarının Parçacık Hızını Esas Alan Hasar Kriteri

2.4.5.1.5. Edwards ve Northwood'un Parçacık Hızı Yaklaşımı

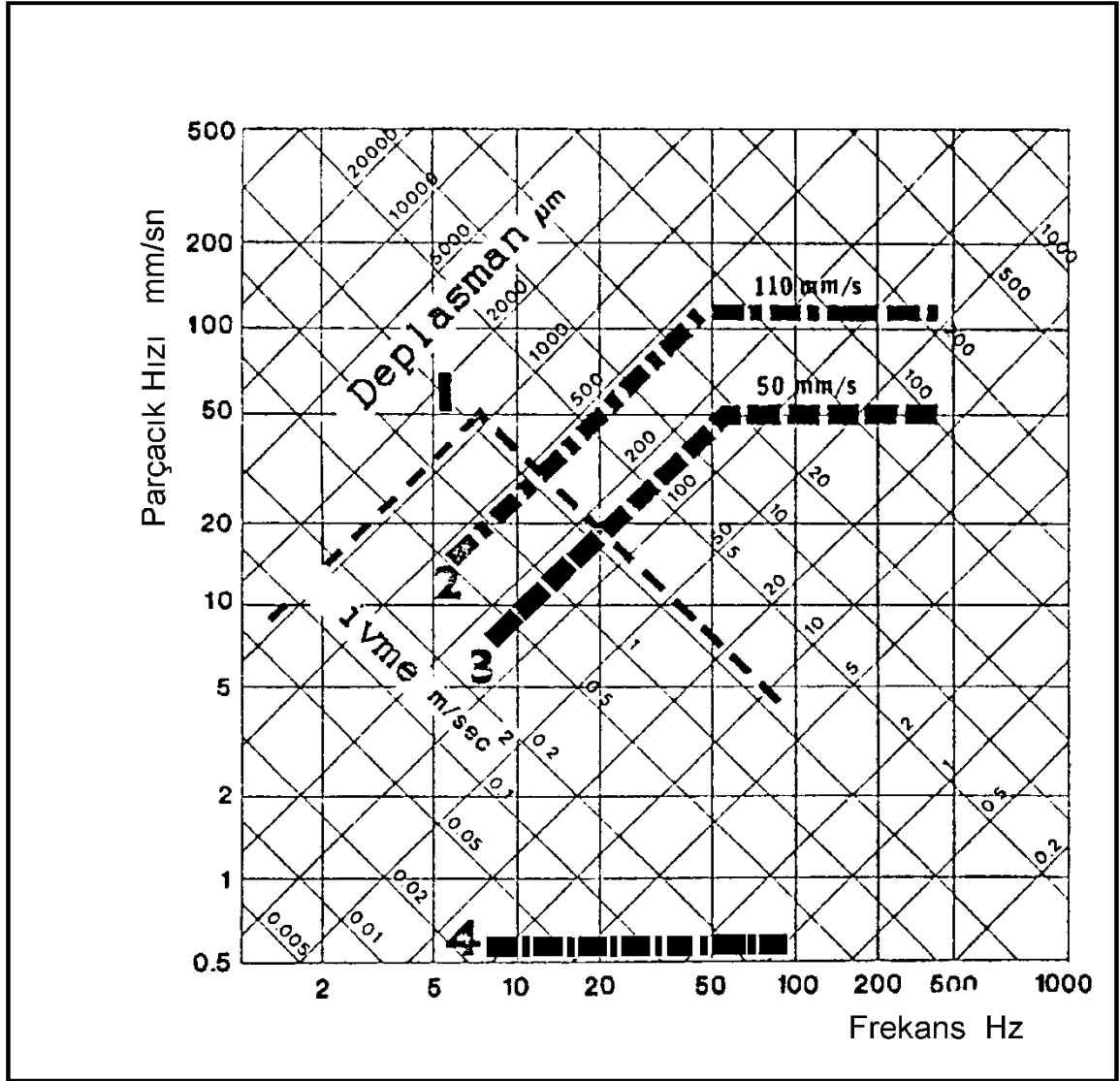
Edwards ve Northwood'un (1959) Kanada'da yaptıkları araştırmalar ışığında parçacık hızına bağlı hasar tahminleri Tablo 2.6'da verilmiştir.

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

Tablo 2.8. Edwards ve Northwood'un Parçacık Hızını Esas Alan Yaklaşımı

2.4.5.1.6. Langefors ve Kihlström'un Yaklaşımı

Langefors ve Kihlström (1967) uzun yıllar boyunca yaptıkları araştırmalar sonucunda (çeşitli özellikteki zeminler üzerine kurulan binalar üzerinde), hasar kriteri olarak Şekil 2.34.'te verilen nomogram önermişlerdir. Bu yaklaşımda parçacık hızı, frekans, deplasman ve ivme göz önüne alınmaktadır (Arpaz, 2000).



Şekil 2.6. Langefors ve Kihlström'un hasar kriteri nomogramı

Bu nomogramda;

- 1 No'lu eğri : Bir saniyeden daha az süreli titreşime maruz kalan bilgisayarlar için üst sınırı belirtmektedir.
- 2 No'lu eğri : Patlatma esnasında titreşimler nedeniyle binalardaki direkt hasarları ifade etmektedir.
- 3 No'lu eğri : Patlatma için üst limitleri ifade etmektedir.
- 4 No'lu eğri : Yöredeki insanların rahatsızlığına ve şikayetlerine neden olabilecek titreşim seviyesini göstermektedir.

Nomogramın değerlendirilmesinden; 40 Hz üzeri frekanslarda parçacık hızı önem arz ederken, daha düşük frekanslar için deplasman değerlerinin daha önemli olduğu anlaşılmaktadır.

2.4.5.1.7. USBM'nin Yaklaşımı

1971'de Birleşik Devletler Maden Bürosu'nun yaptığı daha kapsamlı araştırmalar sonucu parçacık hızına bağlı hasar tahmini Tablo 2.7.'de verilmiştir (Nicholls ve diğ., 1971).

Parçacık Hızı (inç/s)	Hasar Tahmini
< 2	Hasar yok
2 – 4	Sıvada çatlaklar
4 – 7	Hasar başlangıcı
> 7	Yapıda aşırı hasarlar

Tablo 2.9. USBM'nin Yaklaşımı (Nicholls ve diğ., 1971)

2.4.5.1.8. Canmet, Bauer ve Calder'in Yaklaşımı

Canmet ve arkadaşlarının (1977) çeşitli ekipman ve muhtelif yapı türleri için parçacık hızına bağlı hasar tahmini Tablo 2.8.'de verilmiştir.

Yapı Türü	Hasar Tanımı	Hasarın Başladığı Parçacık Hızı (inç/s)
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

Tablo 2.10. Canmet ve Arkadaşlarının Hasar Kriteri (Bauer ve Calder, 1977)

2.4.5.1.9. USBM'nin Son Patlatma Hasar Tahmini

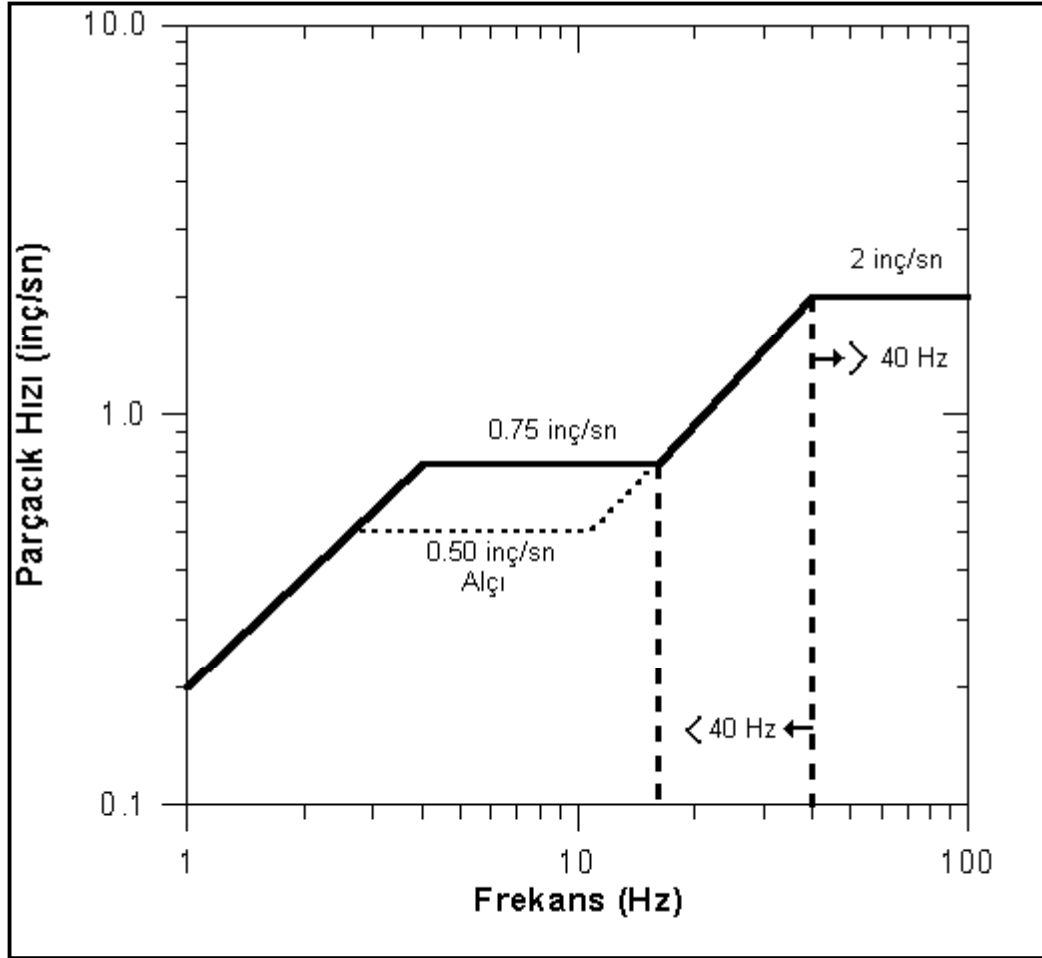
Birleşik Devletler Madencilik Bürosu, açık ocak patlatmalarından kaynaklanan yer sarsıntısının yapılara olan etkisi ve zararlarıyla ilgili 1980'de Siskind ve arkadaşlarına 219 üretim atımının 79 evdeki etkisini belirlemeye yönelik bir çalışma yaptırarak sonuçlarını yayınlamıştır (USBM

RI 8507 Bülteni). Bu çalışmada, sadece parçacık hızlarının değil, frekansların da hasar oluşumunda etkili olduğu vurgulanmaktadır. USBM RI 8507 raporunda belirtilen sonuçlar aşağıda verilmektedir.

- Parçacık hızı hala en iyi yer titreşimini tanımlama ve kontrol aracıdır.
- Parçacık hızı, titreşime karşı tepki özellikleri iyi tanımlanmış bir yapı grubu için tahribat potansiyelini açıklayabilecek en pratik kontrol aracıdır.
- Patlatmacı bütün atımları titreşim cihazı ile izleme yükümlülüğünü almamak için, muhafazakar bir yaklaşımla, ölçekli uzaklığın kareköklü uygulamasını seçer (R/\sqrt{W}). Bu tip ölçekli uzaklıkta titreşim seviyeleri 0.08-0.15 inç/s (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 titreşim zararına karşı daha dayanıklıdır.
- Pratik olarak düşük frekanslı yer titreşimleri yaratan patlatmalar için emniyet sınırı; modern alçı pano duvarlı evler için 0.75 inç/sn (19 mm/s), tahta kalas üzeri sıva duvarlı evler için 0.50 inç/sn (12.7 mm/s)'dir. 40 Hz üzeri frekanslarda tüm evler için emniyetli parçacık hızı, maksimum 2.0 inç/s (51 mm/s) olarak tavsiye edilir.
- Bütün evlerde; zamanla çeşitli çevresel basınçlardan, havadaki sıcaklık ve nem değişimlerinden, taban yerleşimlerinden doğan oturmalarından, yerdeki nem değişimlerinden, rüzgardan 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 titreşim limit değeri olmayabilir.
- 0.50 inç/sn (12.7 mm/s) altında maksimum parçacık hızı oluşturan patlatmalarda zarar verme şansı; sadece çok az değil (en kötü durumda %5) aynı zamanda titreşim seviyelerinin bütün aralıkları için dikey ekseninde ortalama tahmin değerlerinden daha hızlı bir şekilde düşer (Karadoğan, 2008).

Ayrıca USBM tarafından hem yapılarda ölçülmüş titreşim katlamalarını, 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 2.35.). 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. Instantel Minimate Plus Model titreşim kayıt cihazı çıktısında da bu norm mevcuttur. Cihaz; atım sırasında ölçülen parçacık hızı değerini mukayese için adı geçen norma işlemektedir.



Şekil 2.7. USBM'nin alternatif kriter analizi (Siskind ve diğ., 1980)

2.4.5.1.10. OSM'nin Halen Geçerli Olan Kuralları

ABD Açık Ocak Madencilik Bürosu (OSM), yer titreşimi 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 yegane kurallardır ve açık ocak kömür madenciliğinde uygulanmaktadır. OSM kuralları; patlatma sorumlusuna, aşağıdaki üç metottan birini kullanmasını tavsiye etmektedir (OSM, 1983).

1. Metod: Patlatmalı Kazıda Herhangi Bir Titreşim Ölçer Cihazının Kullanılmadığı Durumlarda Parçacık Hızının Sınırlanması Kriteri

Patlatma sorumlusu; atımı, Tablo 2.9.'da gösterilen patlatma noktası ile ölçüm noktası arasındaki uzaklığa bağlı ölçekli mesafe tasarım faktörlerine uygun düzenlenmelidir. Ölçekli mesafe faktörleri, uzaklıkla değişerek, maksimum parçacık hızlarının limitlerini değiştirmektedir. Bu metotta, Tablo 2.9.'daki OSM ölçekli mesafe faktörleri uygulandığı sürece, atımlar süresince sismik kayıt almaya ihtiyaç duyulmamaktadır.

Patlatma Noktasından Uzaklık		Sismik İzleme Yapılmadan Kullanılacak Ölçekli Mesafe Faktörü
Ft	M	(SD)
0 – 300	0 – 90	50
301 – 5000	91 – 1500	55
>5001	>1500	65

Tablo 2.11. Uzaklığa Bağlı Müsaade Edilen Ölçekli Mesafe Faktörleri (OSM,1983)

2. Metod: Titreşim Ölçer Cihazı Kullanılması Durumunda Ölçekli Mesafe Eşitliği Kriteri

Her patlatmanın, maksimum parçacık hızını izleyebilecek kapasitede bir sismograf tarafından izlenmesi gerekmektedir. Maksimum parçacık hızı Tablo 2.10.'da gösterilen seviyelerin altında kaldığı müddetçe operatör kurallara uymaktadır. Her gecikme için patlayıcı madde miktarını hesaplamada izin verilen değerler; çok sıkı bir biçimde ölçekli mesafe 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 titreşim seviyesi aşırsa, OSM'nin öngördüğü ceza uygulanır.

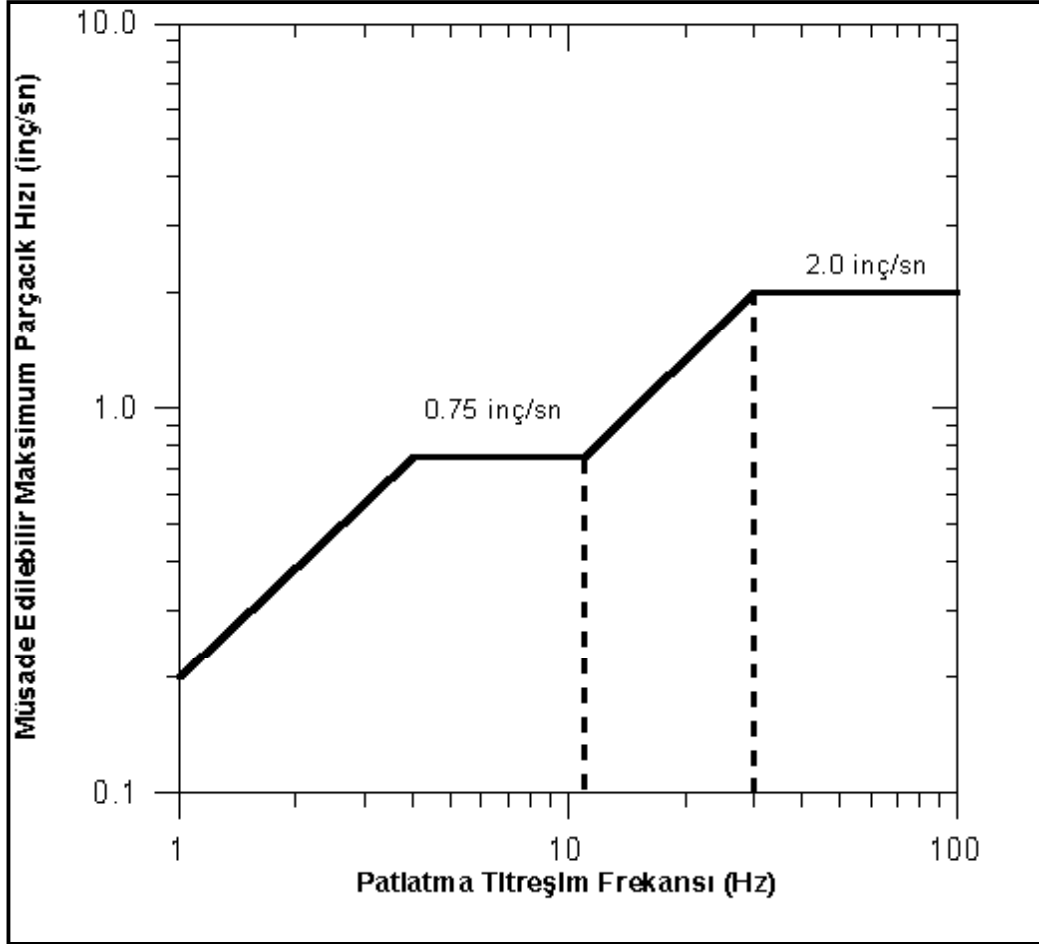
Patlatma noktasının en yakın yapıya mesafesi arttıkça, izin verilen hız artmaktadır. Bu durum uzak mesafelerde parçacık hızından daha çok baskın olan düşük frekansların zarar verme potansiyeline sahip olmasından kaynaklanmaktadır.

Uzaklık		Maksimum Parçacık Hızı	
Ft	M	inç/s	mm/s
0 – 300	0 – 90	1.25	31.75
301 – 5000	91 – 1500	1.00	25.40
>5001	>1500	0.75	19.05

Tablo 2.12. Patlatmada Noktasından Belirli Uzaklıklarda Maksimum Parçacık Hızları (OSM,1983)

3. Metod: Frekans Esaslı Patlatma Seviyesi Grafiği Kriteri

Patlatma sorumlusunun frekansla birlikte değişen parçacık hızı seviyelerini (Şekil 2.36.) kullanmasına izin verilir. Bu metotta, patlatmadan kaynaklanan yer titreşimi dalga frekanslarının analizinin ve her atımın parçacık hızı ölçümlerinin yapılması gerekmektedir.



Şekil 2.8. OSM'nin alternatif kriter analizi (OSM,1983)

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 metod, patlatmalardan dolayı kaynaklanan meskun binalara ve hatta insanlara yönelik potansiyel zararları değerlendirmede en iyi yöntemi temsil etmektedir. OSM kurallarındaki bu yöntem, USBM tarafından tavsiye edilen metottan farklıdır. Şekil 2.36.'daki 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. Grafiğin

yorumundan da anlaşılacağı gibi, titreşim frekansı arttıkça belirli değerdeki bir parçacık hızının hasar riski önemli ölçüde azalmaktadır.

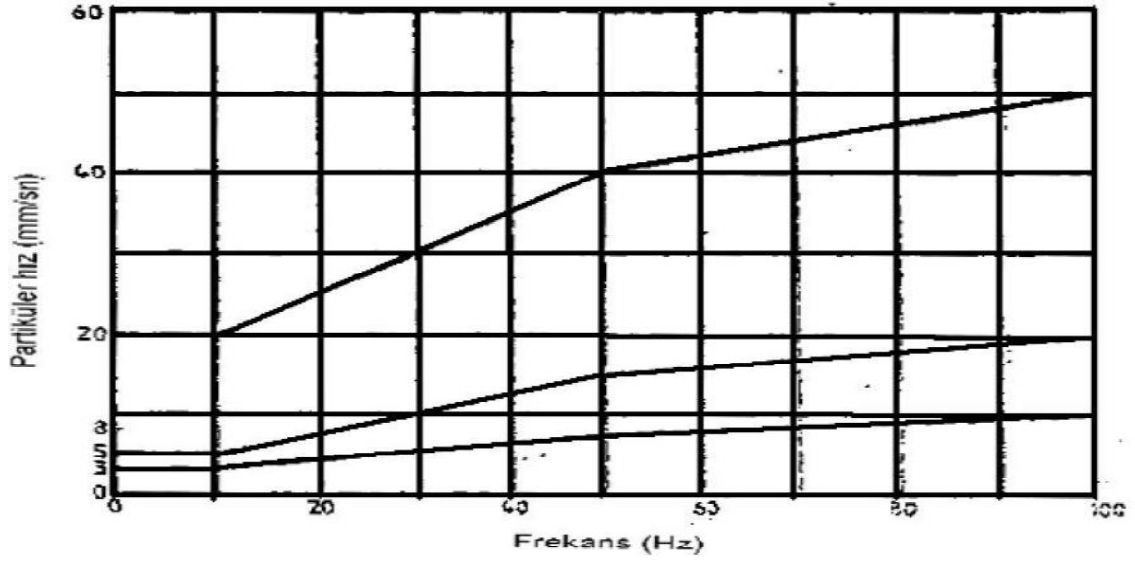
2.4.5.1.11. DIN 4150 Alman Normu

DIN 4150 Alman Normu'nda frekansa bağlı olarak değişen parçacık hızı değerleri yapı türüne göre Tablo 2.11 ve Şekil 2.37.'de verilmektedir. Bu norm grafiksel bazda incelendiğinde, en alttaki çizgi kerpiç, eski yıpranmış tarihi eserler gibi sağlam olmayan yapılar, ortadaki kırıklı çizgi yığma tuğla, beton gibi nispeten dayanıklı yapılar, üsteki kırıklı çizgi ise betonarme çelik konstrüksiyon gibi dayanıklı yapılar için titreşim frekansına göre parçacık hızı sınırlarını belirlemektedir (Schillinger, 2006).

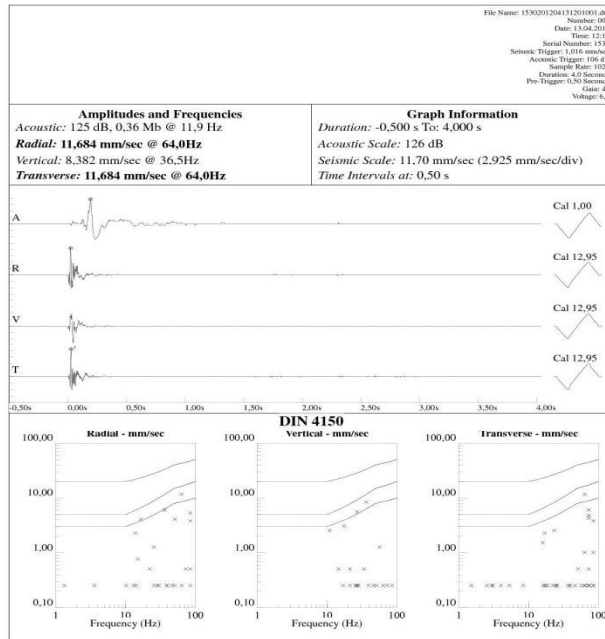
Frekans (Hz)	Parçacık Hızı Sınır Değerleri (mm/s)	Yapı Türü
(0-10)	3	Eski Bina
(0-10)	5	Dayanıklı bina, Yığma Tuğla
(0-10)	20	Betonarme, Çelik konstrüksiyon
(10-50)	(3-8)	Eski Bina
(10-50)	(5-15)	Dayanıklı bina, Yığma Tuğla
(10-50)	(20-40)	Betonarme, Çelik konstrüksiyon
(50-100)	(8-10)	Eski Bina
(50-100)	(15-20)	Dayanıklı bina, Yığma Tuğla
(50-100)	(40-50)	Betonarme, Çelik konstrüksiyon

Tablo 2.13 Alman Din 4150 Normunda Yapı Türü ve Frekansa Göre Parçacık Hızı Sınırları

Şekil 2.9.'da DIN 4150 Alman Normu'nda frekansın fonksiyonu olarak değişen parçacık hızı sınır değerleri verilmiştir. Instanetel Minimate Plus model ve White Mini-Seis model titreşim kayıt cihazlarının çıktısında da bu norm mevcuttur. Cihaz; atım sırasında ölçülen parçacık hızı değerini adı geçen norma işlemektedir. Şekil 2.38.'de White Mini-Seis model titreşim ve hava şoku ölçüm cihazına ait tipik kayıt çıktısı görülmektedir. Şekilden de anlaşılacağı üzere cihaz tarafından ölçülen parçacık hızı değerleri cihazın data değerlendirme ünitesine aktarılmakta bünyesinde bulunan altı değişik norm içinden, kullanıcı tarafından seçilen herhangi bir norma göre değerlendirme yapılabilmektedir.



Şekil 2.9. DIN 4150 Alman Normu (Schilling, 2006)



Şekil 2.10. White Mini-Seis cihazının DIN 4150 Normuna göre düzenlenmiş tipik çıktısı

2.4.5.1.12. İsveç Standardı

İsveç standardı 1989 yılında kabul edildi ve 1991'de tekrar gözden geçirilip düzeltildi. Bu standart binalar için patlatma kaynaklı titreşimler için kılavuz seviyelerinin hesaplanmasında son derece faydalıdır. Kılavuz seviyeler halk şikayetlerini ya da titreşime duyarlı elektron mikroskop, bilgisayar gibi ekipmanları nazarı itibara almaz. Verilen kılavuz noktaları izin verilen titreşim veya eşik seviyelerinin belirlenmesinde kullanılmalıdır. Standart her türlü patlatma operasyonu için geçerlidir, örneğin; tüneller, madencilik vs. İsveç Standardı, sadece

düşey parçacık hızını kullanır fakat belirli durumlarda üç bileşenin de kullanılmasını tavsiye eder. Titreşimler eğer mümkünse titreşim dalgalarının bina ile bulunduğu nokta olan bina temellerinde ölçülmelidir (Karadoğan, 2008).

2.4.5.1.12.1. Kılavuz Seviyeleri

Bu seviyeler, düşey parçacık hızı bileşeni ile değişik jeolojik zeminlere oturmuş binalar üzerinde oluşan hasar arasındaki korelasyona bağlıdır. Kılavuz seviye aşağıdaki şekilde formülize edilir:

$$V = v_0 \times F_k \times F_d \times F_t \quad (2.30.)$$

Burada v_0 düzeltilmemiş düşey parçacık hızını (Tablo 2.12),

F_k inşaat kalite faktörünü (Tablo 2.13),

F_d patlatma noktası ile ölçüm noktası arası mesafe faktörünü,

F_t ise patlatma işlemlerinin süreceği toplam proje süresini ifade etmektedir (Tablo 2.14.).

Zemin	V_0 (mm/s)
Gevşek buzultaş, kum, çakıl, kil	18
Sağlam buzultaş, şeyl, yumuşak kireçtaşı	35
Granit, gnays, sert kireçtaşı, kuvarsit, kumtaşı, diyabaz	70

Tablo 2.14. Düzeltilmemiş düşey parçacık hızı (Karadoğan, 2008)

Sınıf	Bina veya İnşaat Tipi	F_b
1	Ağır inşaat, köprüler, liman ayakları, ve sivil savunma inşaatları gibi	1,70
2	Endüstriyel ve ofis binaları	1,20
3	Standart oturma evler	1,00
4	Hassas özel yüksek kemerli dizayn edilmiş binalar veya geniş sütun aralıklı inşalar, örneğin kiliseler ve müzeler	0,65
5	Hasar alabilecek durumda belli oranda hasarlı tarihi binalar	0,50

Tablo 2.15. Bina Faktörü (Karadoğan, 2008)

Patlatma Aktivite Türü	F_t
Tüneller, mağaralar, karayolları gibi inşaat işleri	1,0
Taşocakları ve madenler gibi sabit işler	0,75-1,0

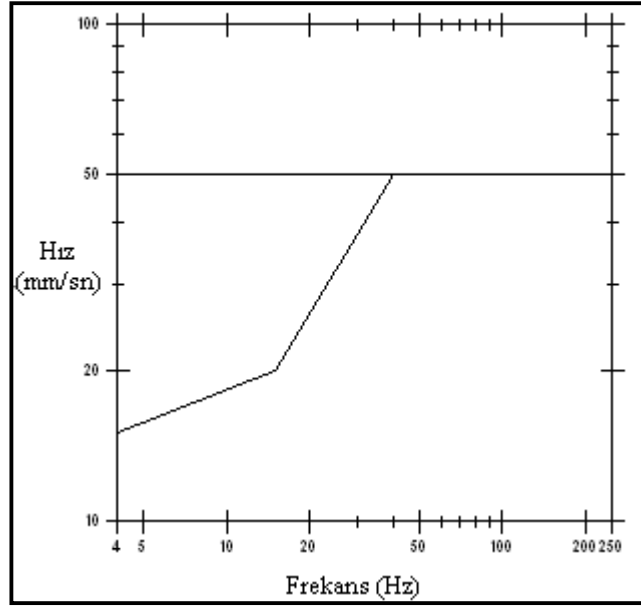
Tablo 2.16. Proje zaman faktörü

2.4.5.1.13. İngiliz Standardı

İngiliz Standardı BS 7385-Bölüm 2: 1993 “Binalarda Titreşim Ölçümü ve Değerlendirmesi”, Tayin edilen titreşimden kozmetik bina hasarı olasılığına karşı, titreşimin önerilen maksimum seviyelerini verir. Makul derecelerde ispat edilmiş yukarıda bahsedilen kozmetik hasarın, en düşük titreşim seviyelerine dayanan bina titreşimi için kılavuz değerleri sunulmuştur. Bu değerler aşağıda verilen Tablo 2.15.’de detaylandırılmıştır (Karadoğan, 2008)

Bina Türü	Baskın darbenin frekans dağılımındaki parçacık hızının en yüksek bileşenleri (PPV)	
	4 – 15 Hz	15 Hz ve üzeri
Konut ve hafif ticari binalar	4 Hz’de 15 mm/s’den artarak 15 Hz’de 20 mm/s	15 Hz’de 20 mm/s’den artarak 40 Hz’de 50 mm/s
Endüstriyel ve ağır ticari binalar	4 Hz ve üzeri 50 mm/s	

Tablo 2.17. Kozmetik hasar için geçici titreşim kılavuz seviyeleri (Karadoğan, 2008)



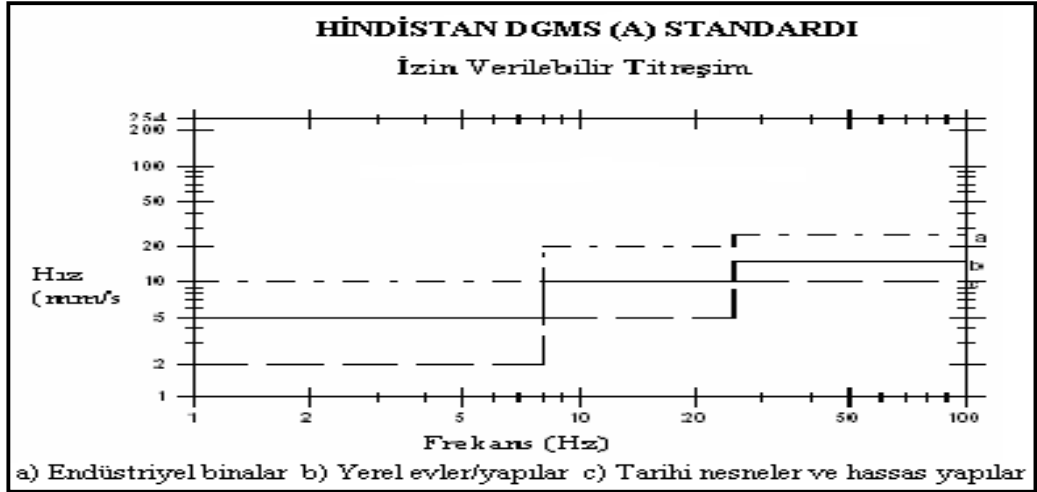
Şekil 2.11. İngiliz Standardı BS 7385-Bölüm 2: 1993 (Karadoğan, 2008)

2.4.5.1.14. Hindistan Standardı (IS)

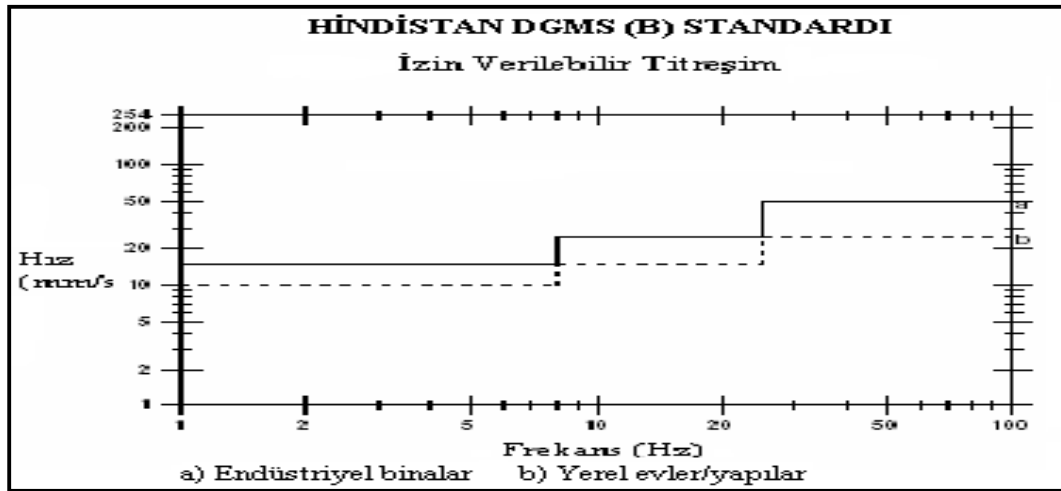
Mevcut Hindistan Standardı olarak bilinen, baskın uyarma ve yapı tiplerine dayanan 29 Ağustos 1997 tarihli 7 sayılı DGMS (Tech) (S&T) Genelgesinde bahsedildiği gibi, yapılara bitişik zeminde en yüksek parçacık hızı (PPV) aşağıdaki Tablo 2.16.'da verilen değerleri aşamaz (Karadoğan, 2008)

Yapı Tipi	Baskın Uyarım Frekansı (Hz)		
	< 8 Hz	8 – 25 Hz	> 25 Hz
(A) Binalar/Yapılar sahibine ait değil			
i) Yerel evler/yapılar (tuğla ve çimento)	5	10	15
ii) Endüstriyel binalar (Çerçeve yapılar)	10	20	25
iii) Tarihi nesnelere ve hassas yapılar	2	5	10
(B) Sınırlı açıklıklı sahibine ait binalar			
i) Yerel evler/yapılar (tuğla ve çimento)	10	15	25
ii) Endüstriyel binalar (Çerçeve yapılar)	15	25	50

Tablo 2.18. Madencilik Alanlarında Yapıların Altyapı Düzeyinde İzin Verilebilir En Yüksek Parçacık Hızı (PPV) (Karadoğan, 2008)



Şekil 2.12. Hindistan DGMS (A) Standardı (Karadoğan, 2008)



Şekil 2.13. Hindistan DGMS (B) Standardı (Karadoğan, 2008)

2.4.5.1.15. Fransa Standardı

Fransa Standardı (87/70558) aşağıdaki Tablo 2.17.'de verilmiştir.

Yapı Tipi	En Yüksek Parçacık Hızı (mm/s)		
	4 – 8 Hz	8 – 30 Hz	30 – 100 Hz
Konut	8	12	15
Hassas	6	9	12
Çok Hassas	4	6	9

Tablo 2.19. Fransa Standardı (Karadoğan, 2008)

2.4.5.1.16. Türk Standardı

Çevre ve Orman Bakanlığından: Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliği Ülkemiz Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliği, 04/06/2010 tarihli 27601 sayılı Resmi Gazetede yayınlanarak yürürlüğe girmiştir. Bu yönetmeliğin beşinci bölümü olan Çevresel Titreşim Esas ve Kriterleri, Yerleşim alanlarında çevresel kaynaklar için titreşim kriterleri başlığı altında 25-a maddesinde, çeşitli titreşim kaynaklarının neden olacağı çevresel titreşimin kontrol altına alınmasına ilişkin esaslar verilmiştir. Bu maddeye göre, Maden ve taş ocakları ile benzeri faaliyette bulunan alanlardaki patlamaların çevredeki yapılara zarar vermemesi için, en yakındaki yapının dışında, zeminde ölçülecek titreşim düzeyi Tablo 2.18.'da verilen değerleri geçemez. Ölçümler üç yönde yapılır ve bunlardan en yüksek olanı alınır. Titreşimler 1/3 oktav bantlarında tepe değeri olarak ölçülür (Anon, 2010).

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

Tablo 2.20. Maden ve Taş Ocakları ile Benzeri Alanlarda Patlama Nedeniyle Oluşacak Titreşimlerin En Yakın Yapının Dışında Yaratacağı Zemin Titreşimlerinin İzin Verilen En Yüksek Değerleri (Anon, 2010)

Değerler 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.

2.5. TAHMİN FORMÜLLERİNİN KULLANILMASI VE REGRESYON ANALİZLERİNİN GEREKLİLİĞİNİN NEDENİ

Patlatma öncesinde patlatma sonucu oluşacak olan yer titreşimlerinin tahmin edilebilmesi için literatürde kabul gören, bazı tahmin formülleri geliştirilmiştir. Ancak, pratik ocak koşullarında bu formüllerin uygulanabilmesi ve patlatma sonucu oluşacak olan yer sarsıntılarının tahmin edilebilmesi kolay değildir. Bunun nedeni formüllerde yer alan ve her saha için farklı değerleri olan, saha sabitlerinin tespit edilmesindeki güçlüklerdir. Saha sabitlerinin belirlenmesi için daha önceki bölümlerde bahsedilen bazı yöntemler olmasına karşın, en sağlıklı sonuç veren ve bilgisayar programına en kolay aktarılacak olan yöntem, regresyon analizleri ile saha

sabitlerinin tespit edilmesi ve korelasyon analizleri ile ise, tahminin güvenilirlik derecesinin hesaplanmasıdır.

Bu nedenle, bu çalışmada, geliştirilen bilgisayar programında, titreşim tahmini yapabilmek için gerekli olan saha sabitlerinin tespitinde, regresyon analizleri kullanılacaktır. Yani regresyon analizleri ile saha sabitleri tespit edilecek, korelasyon analizleri ile ise, tahminin doğruluk derecesi hesaplanacaktır. (İ.TOPAL Ekim – 2004)

Bu çalışmada, patlatma sonucu oluşacak olan yer titreşimlerinin PPV (mm/sn) biriminden bilgisayar programı ile tahmin edilebilmesi için, geliştirilmiş olan formüllerde kullanılan saha sabitlerinin tespitinde regresyon analizleri kullanılmıştır. Tespit edilen saha sabitlerinin doğruluk oranı ise korelasyon analizleri ile belirlenmiştir. Geliştirilen bilgisayar programında kullanılan regresyon modelleri; “bir bağımlı ve bir bağımsız değişkenden oluşan regresyon modeli” ve “bir bağımlı ve iki bağımsız değişkenden oluşan regresyon modelleri” dir.

3. MALZEME VE YÖNTEM

3.1. ARAŞTIRMANIN YAPILDIĞI BÖLGE İLE İLGİLİ BİLGİLER

İstanbul ili, Kartal ilçesi Soğanlık Mah. 139 Pafta, 1103 Ada, 51 Parselde bulunan MAYA – YILSAN Proje alanında halen inşa edilen olan AVM ve Rezidanstan oluşan tesis kompleksinin temel kazılarında halen OKAN Üniversitesi Patlayıcı Mühendisliği Bilim Dalında Bölüm Başkanı olarak görev yapan Prof. Dr. Ali Kahriman tarafından önerilen patlatma ön tasarım modelleri dikkate alınarak 23.03.2015-30.04.2015 tarihleri arasında yapılan 25 adet patlatmalı kazı faaliyeti takip edilmiş, titreşim ölçer cihazlar ile patlatmadan kaynaklanan titreşim ve hava şoku değerleri kayıt altına alınmıştır.



Şekil 3.1. Patlatmalı kazıların yapıldığı MAYA – YILSAN Proje Alanı

Patlatmadan kaynaklı oluşan titreşim ve hava şoku değerleri mesafeyle logaritmik olarak sönümlenmektedirler, dolayısıyla patlatma noktaları ile söz konusu risk unsuru yapılar arasında yerleştirilen cihazların kayıt ettiği değerler, risk unsuru yapılarda oluşacak titreşim değerlerinden daha fazla olacağı açıktır.

3.2. ARAŞTIRMADA KULLANILAN İZLEME SİSTEMLERİ

Söz konusu titreşim ölçer cihazları, proje alanını çevreleyen yapılar ve risk noktaları gözetilerek, risk noktaları ile patlatma noktaları arasında gelecek şekilde yerleştirilmiştir. Söz konusu patlatmalar esnasında titreşim ölçer cihazlar (İNSTANTEL 19013, WHITE 1393) vasıtasıyla kayıt edilmiş ve çevredeki risk unsuru yapılar üzerindeki etkisi incelenmiştir. Patlatma yapılan nokta ile cihazların yerleştirildiği noktaların koordinatları şirketin topoğraf ekibi tarafından ölçülerek kaydedilmiştir.



Şekil 3.2. Instantel Mini Mate Plus Model Titreşim Ölçüm Cihazı (Instantel, 1993)



Şekil 3.3. Ölçüm Çalışmaları



Event Report

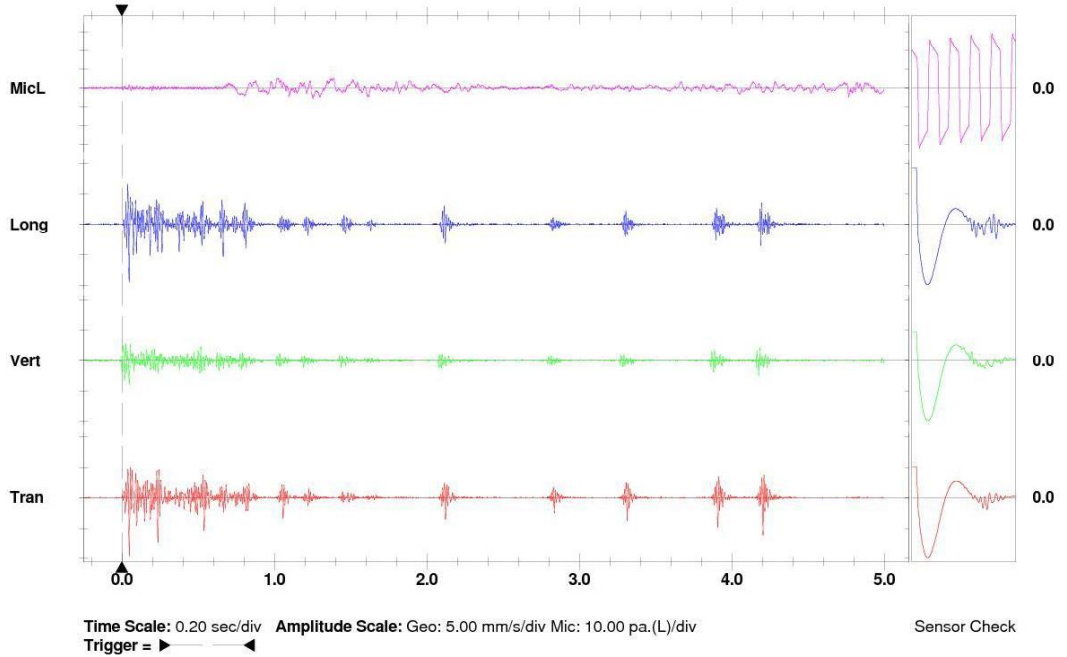
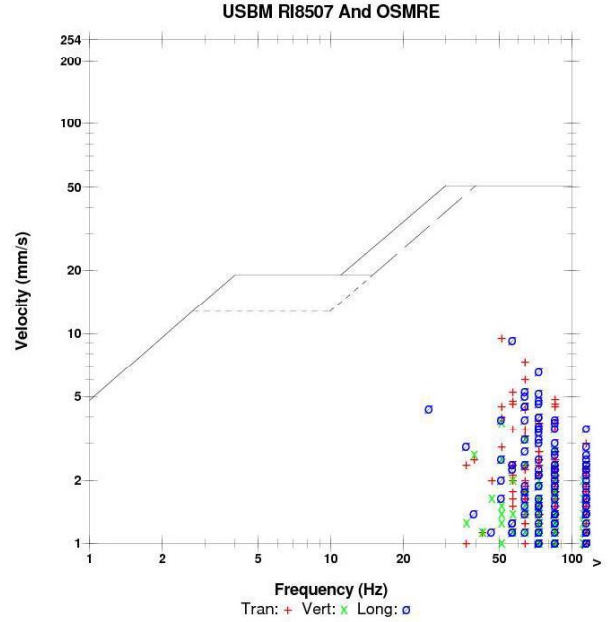
Date/Time Vert at 12:28:03 January 10, 2011
Trigger Source Geo: 1.00 mm/s
Range Geo: 254 mm/s
Record Time 5.0 sec at 1024 sps
Notes

Serial Number BE14358 V 10.10-1.1 Minimate Blaster
Battery Level 6.3 Volts
Unit Calibration July 8, 2010 by InstanTel
File Name P358DKYT.AR0
Post Event Notes
 005

Microphone Linear Weighting
PSPL 109.2 dB(L) at 1.253 sec
ZC Freq 5.8 Hz
Channel Test Passed (Freq = 20.5 Hz Amp = 566 mv)

	Tran	Vert	Long	
PPV	9.65	3.81	9.40	mm/s
ZC Freq	51	51	57	Hz
Time (Rel. to Trig)	0.049	0.049	0.048	sec
Peak Acceleration	0.345	0.172	0.305	g
Peak Displacement	0.0281	0.0112	0.0263	mm
Sensor Check	Passed	Passed	Passed	
Frequency	7.6	7.6	7.7	Hz
Overswing Ratio	3.8	3.8	3.8	

Peak Vector Sum 13.7 mm/s at 0.049 sec



Printed: October 28, 2012 (V 10.06 - 10.06)

Format (c) 2006-2009 InstanTel, a division of Xmark Corporation

Şekil 3.4. InstanTel Mini Mate Plus Cihazının USBM Normuna Göre Düzenlenmiş Tipik Çıktısı
 (InstanTel, 1993)

4. BULGULAR

4.1. ÇALIŞMA SAHASININ YERİ VE TANITIM

Patlatma bölgesinin etrafında bulunan patlatmalardan etkilenmesi muhtemel 3 bina – tesis bulunmaktadır. Bunları kuzey doğu istikametinde bulunan 45 katlı TAŞYAPI Uprise Rezidansı, yine onun güney batısında bulunan TURCELL Müdürlük binası, ve bölgenin güneyinden geçen D-100 otoyolunun karşısında bulunan Kartal Eğitim Araştırma Hastanesine ait bina oluşturmaktadır. Alınan toplam 23 titreşim kaydınının 12 adedi Ölçüm Yeri I – TURKCELL Müdürlük Binası yakınından, 6 adedi Ölçüm Yeri II – TAŞYAPI Uprise Rezidansı yakınından, kalan 5 adedi ise Kartal Eğitim Araştırma Hastanesine ait binanın D-100 karayolunun inşaat alanı tarafındaki bir noktadan alınmıştır. Oluşan titreşim bileşenleri bu 3 noktadan incelenerek ayrı ayrı ve toplu olarak değerlendirilmiştir.

Çalışılacak istasyon inşaatındaki patlatmalı kazı nedeniyle çevredeki yapılarda oluşabilecek hasarlara yönelik risk analizi de yapılmıştır. Analizde mümkün olan en uygun parametreler kullanılarak en olumsuz durumda oluşabilecek sarsıntı etkilerinin kabul edilebilir olup olmadığı tahkik edilmiştir.



Şekil 4.1. Patlatma Ölçüm Yerlerinin Krokisi

Atm No	Tarih	Saat	Enine (PVT) (mm/s)	Frekans (f) (Hz)	Dişey (PVV) (mm/s)	Frekans (f) (Hz)	Boyuna (PVL) (mm/s)	Frekans (f) (Hz)	Max. Parçacık Hızı (PPV) (mm/s)	Frekans (f) (Hz)	Hava Şoku (dB)	Toplam Şarj (kg)	Geçirime Basma Toplam Şarj (W) (kg)	Mesafe (R) (m)	Öğekli Mesafe (SD)	İstasyon No	Atm Noktasının Koordinatları			İstasyon Noktasının Koordinatları			Yatay mesafe
																	Y	X	Z	Y	X	Z	
1	23.03.2015	17:30	21,6	30	7,87	43	16,9	32	21,6	30	120	1100	11	80,11	24,15	19013	4531998	683264	53	4531997	683344	57	80,01
2	24.04.2015	14:30	19	30	9,4	39	19	30	19	30	121	760	10,6	58,01	17,82	19013	4532007	683287	53	4531997	683344	57	57,87
3	25.03.2015	17:00	8,89	37	4,57	47	5,84	27	8,89	37	117	1080	10,8	75,18	20,85	19013	4532047	683288	53	4531997	683344	57	75,07
4	26.03.2015	15:30	16,9	27	11,2	43	12,4	34	16,9	27	123	1260	13	41,79	9,99	19013	4532004	683303	53	4531997	683344	57	41,59
5	27.03.2015	15:00	3,3	22	3,05	37	4,83	24	4,83	24	117	1680	17,5	110,13	25,81	19013	4532033	683240	53	4531997	683344	57	110,05
6	30.03.2015	17:00	5,84	27	7,24	18	8,13	21	8,13	21	124	1900	18,2	142,92	33,50	19013	4532054	683213	53	4531997	683344	57	142,86
7	31.03.2015	15:00	3,68	28	2,79	18	5,08	23	5,08	23	121	1600	18,2	118,34	28,70	19013	4532005	683226	53	4531997	683344	57	118,27
8	01.04.2015	15:00	9,4	28	17,7	23	17	27	17,7	23	120	1580	17	101,79	24,69	19013	4532009	683243	53	4531997	683344	57	101,71
9	03.04.2015	15:00	8,89	30	8	19	11,6	28	11,6	28	120	1440	17	86,38	20,95	19013	4532004	683258	53	4531997	683344	57	86,28
10	06.04.2015	16:30	3,68	24	3,93	21	3,81	21	3,93	21	109	2040	17	181,34	43,98	19013	4532000	683283	49	4532114	683424	52	181,32
11	08.04.2015	14:00	2,28	22	1,77	22	2,92	18	2,92	18	116	1340	16,7	222,82	54,53	19013	4531995	683236	40	4532114	683424	52	222,50
12	09.04.2015	14:00	8,38	22	4,95	26	10,41	19	10,41	19	100	1260	16,8	205,08	50,03	19013	4531997	683256	40	4532114	683424	52	204,73
13	10.04.2015	14:00	2,92	26	2,03	20	2,66	17	2,92	26	115	1280	16	206,18	51,55	19013	4532016	683243	40	4532114	683424	52	205,83
14	13.04.2015	17:00	5,2	23	3,17	23	4,45	23	5,2	23	111	1280	10,6	174,66	53,65	19013	4532058	683259	40	4532114	683424	52	174,24
15	15.04.2015	14:00	19,2	30	18,3	22	16,6	30	19,2	30	125	1100	16,9	116,25	28,28	19013	4532029	683233	44	4531997	683344	57	115,52
16	17.04.2015	16:00	8,38	23	4,57	28	10,2	22	10,2	22	100	1580	17	37,91	9,19	19013	4531985	683307	55	4531977	683344	57	37,85
17	20.04.2015	17:00	19,8	27	16,6	43	19,7	28	19,8	27	121	2380	15,8	67,68	17,03	19013	4531984	683254	45	4531940	683204	57	66,60
18	21.04.2015	14:00	9,78	15	5,46	20	3,56	21	5,46	20	122	1320	16,5	52,2	12,85	19013	4531949	683254	45	4531940	683204	57	50,80
19	22.04.2015	14:00	17,8	28	14,2	32	12,2	57	17,8	28	129	1520	19	72,52	16,64	19013	4531977	683265	44	4531940	683204	57	71,34
20	24.04.2015	16:00	9,02	57	10,2	28	9,78	21	10,2	28	125	1860	16,9	90,38	21,99	19013	4531980	683284	44	4531940	683204	57	89,44
21	27.04.2015	17:00	5,46	30	5,33	51	7,87	28	7,87	28	100	2100	16,6	82,01	20,13	19013	4531955	683284	47	4531940	683204	57	81,39
22	28.04.2015	15:00	4,57	30	4,19	30	5,33	30	5,33	30	91	1680	16,8	86,54	21,11	19013	4532054	683280	45	4531997	683344	57	85,70
23	30.04.2015	15:00	38,5	43	37,5	37	49,5	34	49,5	34	97	1600	17	52,44	12,72	19013	4532020	683299	43	4531997	683344	57	50,54

Tablo 4.1. Maya Yılsan Patlatma ve Titreşim Ölçüm Sonuçları

4.2. BÖLGEDE UYGULANAN KONTROLLÜ PATLATMA MODELLERİ

Çalışmada, Orica-Nitro firmasına ait kartuş ağırlığı 436 gr olan Powergel Magnum 365 34x400 mm kapsüle duyarlı emülsiyon tip patlayıcı madde kullanılmıştır. Patlayıcıya ait teknik bilgiler Tablo 4.1. de verilmiştir.

İdeal Patlama Hızı	6437 m / s
İdeal Patlama Basıncı	121400 atm
İdeal Patlama Isısı	2943° K
Yoğunluk	1,20 gr. / cm ³
Suya Dayanıklılığı	Mükemmel
Patlama Entalpisi	4433 Kj / Kg

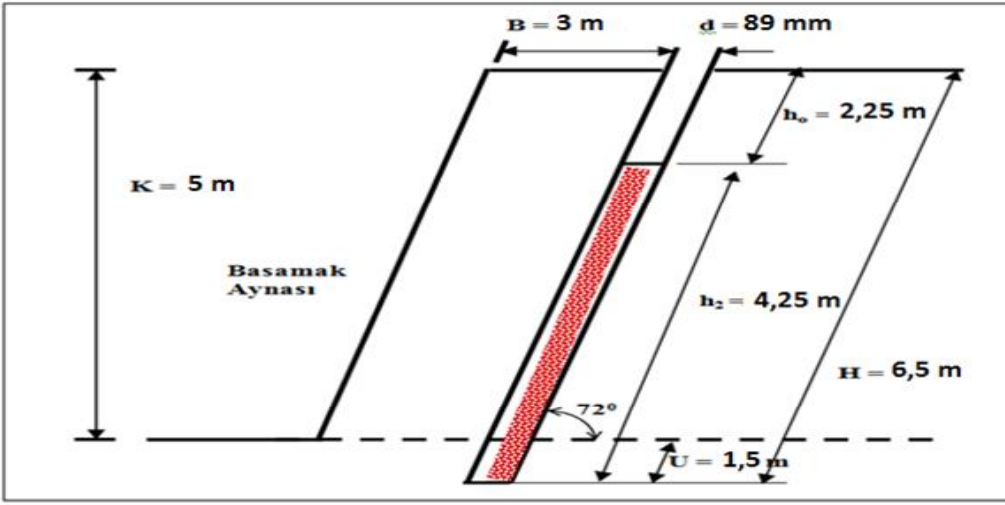
Tablo 4.2. Powergel Magnum 365 34x400 Emülsiyon Tipi Patlayıcıya Ait Teknik Bilgiler (Orica Nitro)



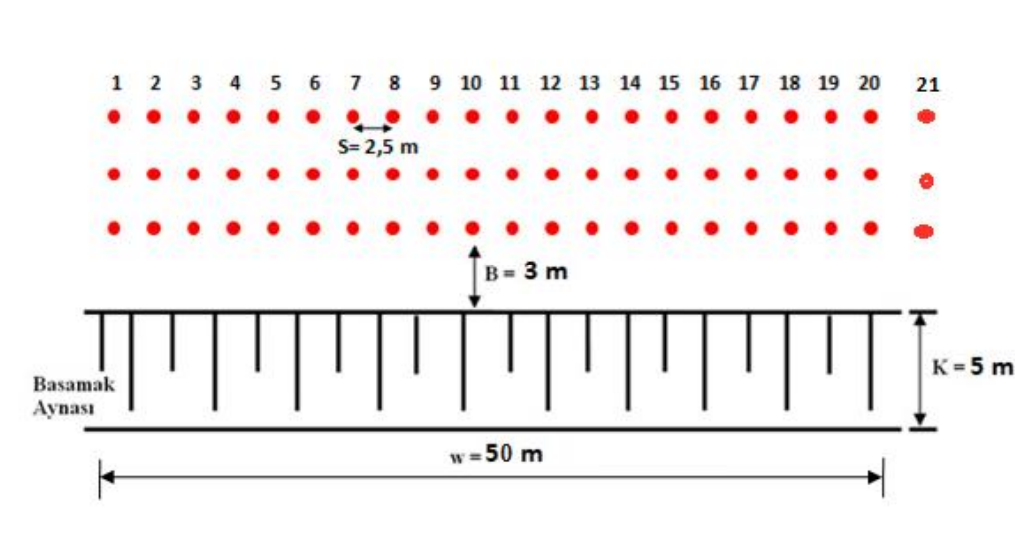
Şekil 4.2. Bölge çalışma alanı.

Çalışmada, kullanım kolaylığı ve güvenli oluşu sebebi ile exel olarak adlandırılan elektriksiz şok tüpü kapsüller ve kapsüllerin bağlantı elemanı olarak ise metresinde 6 gr PETN maddesi bulunan infilaklı fitil kullanılmıştır. Ateşleme sistemi olarak elektriksiz ateşleme sistemi tercih edilmiş olsa da infilaklı fitili ateşleyebilmek için elektrikli kapsül tercih edilmiştir. Exel kapsüller, sıralar arasında 42 milisaniye, delikler arasında 17 milisaniye gecikmeli (MS), delik dip gecikmelerinde ise yarım saniye (LP) gecikmeli olarak kullanılarak her deliğin muhtelif olarak patlaması sağlanmıştır.

Çalışmada, önceden hazırlanan patlatma tasarımlarına göre delik yerleri topoğrafya ekibi tarafından aynada işaretlenerek ve buna bağlı kalınarak 89 mm çapa sahip bit ile delikler oluşturulmuştur.



Şekil 4.3. Delik Dizayını.



Şekil 4.4.Patlatma Paterni.



Şekil 4.5.Deliklerin Delinmesi

4.3. ÖLÇÜM SONUÇLARI

Şantiye çevresinde risk açısından önemli unsurlar olan çevre yapılar ile patlatma noktaları arasına yerleştirilen cihazlardan ölçülen maksimum parçacık hız (PPV mm/s) değerleri, gerek USBM'in gerekse Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliği'ne göre betonarme yapılar için öngörülen parçacık hızı değeri eşik hasar limitinin altında olduğu görülmüştür.

Titreşim ölçer cihazlar her zaman toprak ya da kaya zemine yerleştirilmeye özen gösterilmiştir. Fakat değerlendirilen atımlarda cihazın kurulduğu noktaların zemin türüne göre farklılık oluştuğu görülmüştür. Söz konusu sahada değişik zamanlarda gerçekleştirilen 23 adet atım ölçekli mesafe unsurlarıyla birlikte kayıt edilmiştir. Atımların tamamı 1 adet Instantel ve White marka titreşim ölçer cihazlar ile risk unsuru yapılara göre oluşturulan istasyon noktalarında ölçülmüştür.

4.4. ÖLÇÜMLERİN İSTATİKSEL ANALİZİ VE DEĞERLENDİRİLMESİ

Çalışma kapsamında 23 farklı atım kayıt edilmiştir. Tüm çalışma süresince 1 adet kalibrasyonları güncel titreşim ölçer cihaz, atım noktası ile risk unsuru yapı arasına yerleştirilerek kayıt alınmıştır.

Bununla birlikte oluşan titreşimler; enine, boyuna ve düşey olmak üzere 3 boyutta ölçülmüştür. 3 boyutta elde edilen bu veriler dalga türlerine göre ayrı ayrı analiz edilerek bölgedeki dalga yayılım karakteristikleri hakkında bilgi edinilmesi amaçlanmıştır. Ayrıca çalışılan sahaya özgü olan K, arazi katsayısı ile β , arazi sönümlenme katsayısı SPSS istatistik programı kullanılarak bulunmaya çalışılmıştır.

4.4.1. Ölçüm Sonuçlarının İstatistiksel Analizi

Çalışma kapsamında kayıt edilen 23 atım (toprak yada kaya zemin) yerleştirilmiş titreşim ölçer cihazlardan elde edilmiştir. Dolayısıyla bu cihazlardan elde edilen kayıtlar, patlatmalardan dolayı zeminde yayılan sismik dalgaların davranışlarını göstermektedir.

Atımlar sonucu oluşan sismik dalgalar 3 boyutta (düşey, enine, boyuna) kayıt edildiği için, elde edilen veriler her bir dalga türü için ayrı ayrı değerlendirilmiştir. Ayrıca bu tür uygulamalarda en sık kullanılan yöntem olan maksimum parçacık hızı değerleri ve tüm dalga türleri için istatistiksel analiz yapılarak çalışılan sahaya özgü K, arazi katsayısı ile β , arazi sönümlenme katsayısı tespit edilmiştir.

Variable Processing Summary		
	Variables	
	Dependent	Independent
	ppv	sd
Number of Positive Values	46	46
Number of Zeros	0	0
Number of Negative Values	0	0
Number of Missing User-Missing	0	0

Values	System-Missing	0	0
--------	----------------	---	---

Tablo 4.3. %50 tahmin hattına göre değişken işlem özeti

Çalışmada 46 adet veri kullanılmıştır. Mevcut 46 veri SPSS programı ile test edilmiştir. Test edilen veriler anlamlı bir ilişki vermiştir. Titreşim değerleri logaritmik olarak değiştiği için mevcut logaritmik veriler lineer verilere dönüştürülerek regresyon analizi yapılmıştır. Regresyon analizi 2 aşamalı olarak gerçekleştirilmiştir. İlk aşamada, ortalama değerlere göre parçacık hızı (PPV) ile ölçekli mesafe (SD) değerlerinin lineer karşılıkları kullanılarak ilişkilendirilmiştir.

Model Summary			
R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
,707	,500	,488	,543
The independent variable is sd.			

Tablo 4.4. Model özeti

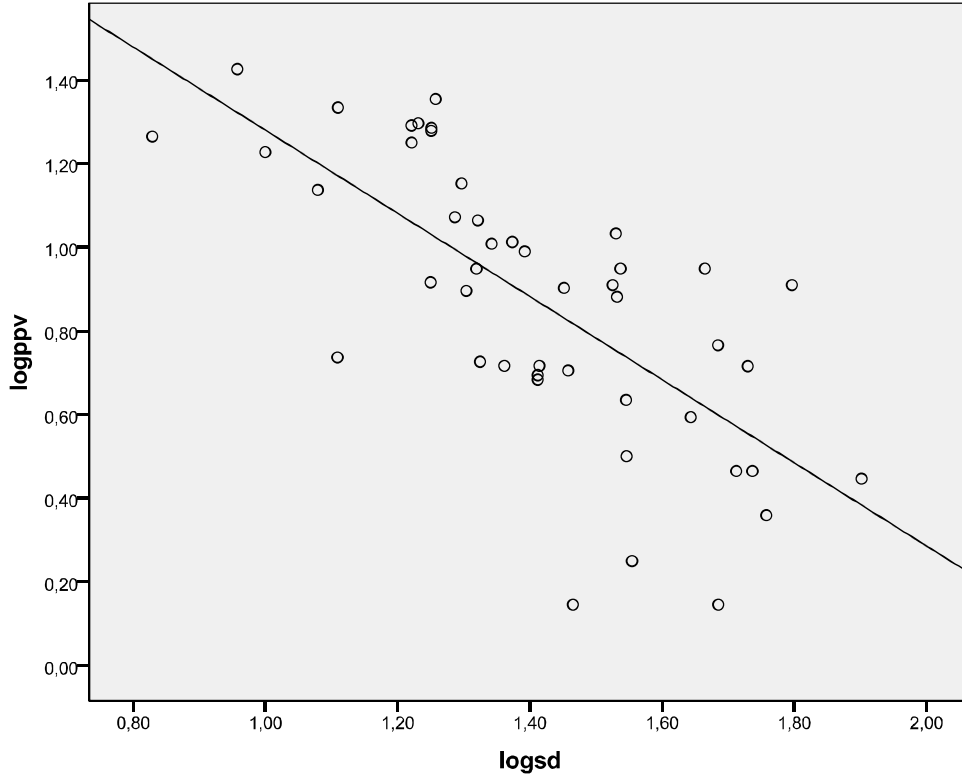
Coefficients					
	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
	B	Std. Error	Beta		
logsd	-,994	,150	-,707	-6,631	,000
(Constant)	2,274	,214		10,632	,000

Tablo 4.5. Ortalama tahmin hattına göre elde edilen katsayılar;

Buna göre; ortalama tahmin hattına göre (%50) elde edilen katsayılar;

$$PPV=187,757*SD^{-0,994} \quad r=0,707$$

olarak hesaplanmıştır. İlişkinin korelasyon katsayısı %70,7 olarak hesaplanmıştır. Bu katsayı literatüre göre güvenilir bir katsayıdır.



Şekil 4.6. %50 tahmin hattına göre elde edilen grafik.

İkinci aşamada ise; kritik noktalar için %95 üst tahmin hattına göre ilişki analizi yapılmıştır. Buna göre;

Model Summary					
Model		R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
dimension0	1	1,000 ^a	,999	,999	,00667783
a. Predictors: (Constant), logsd					

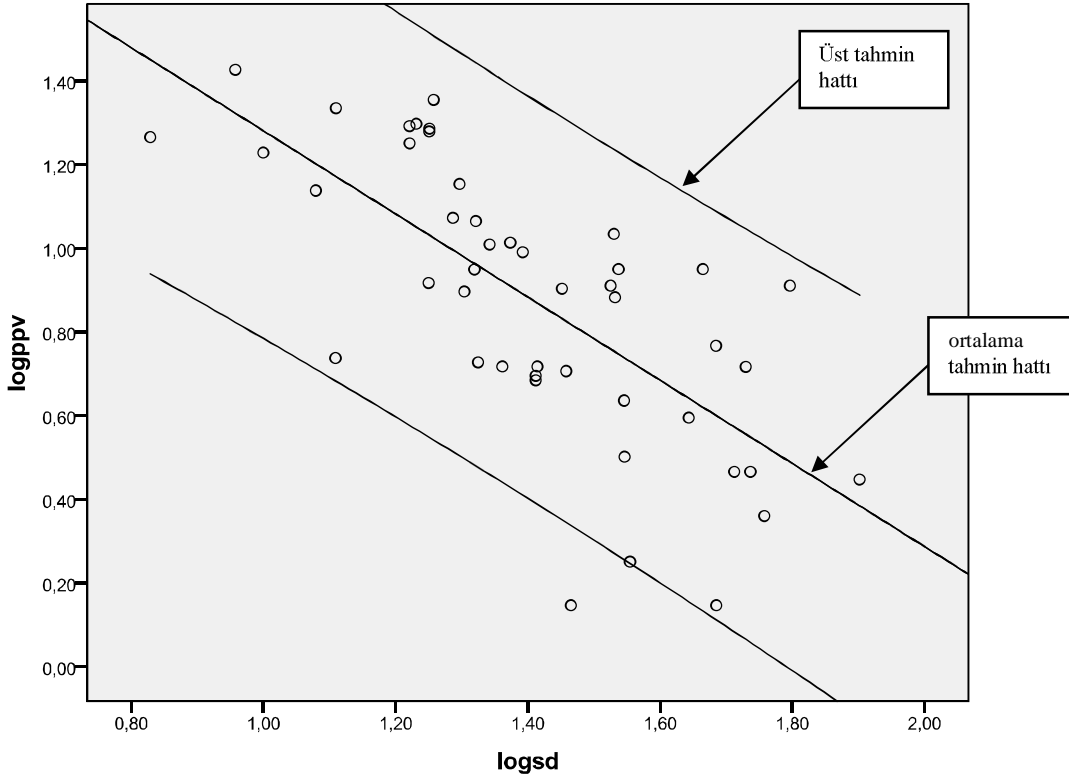
Tablo 4.6. %95 üst tahmin hattına göre model özeti

Coefficients ^a						
Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	2,763	,006		456,755	,000
	logsd	-,996	,004	-1,000	-235,052	,000

a. Dependent Variable: 95% UCL for logppv with logsd from CURVEFIT, MOD_3 LINEAR

Tablo 4.7. Üst tahmin hattına göre (%95) elde edilen katsayılar

PPV=579,43*SD^{-0,996} r=1 olarak hesaplanmıştır.



Şekil 4.7. Üst tahmin ve ortalama tahmin hatlarını gösterir grafik

Sonuç olarak, ilgili arazi için istatistiksel olarak elde edilen tahmin denklemleri;

%50 tahmin hattı PPV=187,757*SD^{-0,994} r=0,707

%95 tahmin hattı PPV=579,43*SD^{-0,996} r=1

4.4.2. Elde Edilen Tahmin Denklem ve Yaklaşımları

Çalışma kapsamında gerçekleştirilen toplam 23 atım; kayıt edildikleri istasyon noktasına göre değerlendirilerek Tablo 4.9' daki değerler elde edilmiştir.

İstasyon Noktası Türü	Dalga Türü	K	β	Korelasyon Katsayısı (r)
Zemin (Toprak ve Kaya)	Enine (PVT)	354	-1,353	0,707
	Düşey (PVV)	695,02	-1,489	0,83
	Boyuna (PVL)	153,46	-1,076	0,59
	Maksimum Parçacık Hızı (PPV)	657,66	-1,434	0,85
Betonarme Yapı	Enine (PVT)	6,12	-0,099	0,04
	Düşey (PVV)	17,06	-0,161	0,06
	Boyuna (PVL)	8,65	-0,004	0,002
	Maksimum Parçacık Hızı (PPV)	14,12	-0,048	0,02
Genel (Zemin ve Betonarme Yapı)	Enine (PVT)	40,36	-0,592	0,26
	Düşey (PVV)	95,5	-0,793	0,34
	Boyuna (PVL)	34,2	-0,523	0,26
	Maksimum Parçacık Hızı (PPV)	85,11	-0,711	0,33

Tablo 4.8. İstatiksel Analizle Elde Edilen Arazi Katsayıları

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Bu tez kapsamında, “Maya-Yılsan Kartal” projesinin temel kazıları sırasında patlatmalı kazı uygulamalarından kaynaklanan titreşim ve hava şoku ölçümleri yapılmıştır. Yapılan patlatma çalışmaları sırasında, titreşim ölçer cihazı ile alınan titreşim kayıtlarından elde edilen veriler ışığında ortaya çıkan sonuçlar ve bu sonuçlardan elde edilen bulgulara dayalı olarak gelecekte yapılacak faaliyetlerde dikkate alınması gerekli görülen bazı öneriler aşağıda sıralanmıştır.

Söz konusu sahada 23 atımda kaydedilen bilgiler değerlendirilmiştir. Çalışma esnasında 3 boyutta (enine, boyuna, düşey) oluşan titreşimler her olay için kayıt edilmiştir. Elde edilen değerler incelendiğinde titreşim ölçer cihaz kurulan zemin türünün titreşim değerlerini etkilediği görülmüştür. Bu nedenle istasyon noktalarının oluşturduğu zemin türlerine göre veriler ayrılmış ve ayrılan her istasyon türüne göre ayrı analizler yapılmıştır.

Çalışma yapılan çevrede yer alan yapı stoğu incelendiğinde 1 adet 30 katlı betonarme binanın (Taşyapı Uprise), bir adet 5 katlı (Turkcell) binasının ve D-100 karayolu karşısında bir adet Kartal Araştırma Hastanesi ana binasının olduğu gözlemlenmiştir.

DRK Lojistik Hizmet Organizasyon ve Taşımacılık Limited Şirketi – Ekin Asfalt Yapım ve İnşaat Taahhüt Sanayi Anonim şirketi Adi Ortaklığı'nin yükleniliğini yaptığı İstanbul İli, Kartal ilçesi Soğanlık Mah. 139 Pafta, 1103 Ada, 51 Parselde Patlatmalı Temel Kazı İnşaatı işi kapsamında patlatmalı temel kazılarının, söz konusu patlatmalı kazı sahasına çevresinde yer alan risk noktası yapılar ile kazı alanında yapılan ya da yapılacak zemin güçlendirme elemanları (ankraj, fore kazık vb.) yapılarına zarar vermeyeceği anlaşılmıştır. Ancak söz konusu şirkete daha önce önerilen patlatma modellerinin devam ettirilmesi hususuna dikkat edilmelidir.

Kaya fırlamasını önlemek için mutlak suretle daha uygun nitelikte çelik veya kauçuk hasır örtüler (mat) kullanılmalıdır. Bu örtüler en ufak taş fırlamasını önleyecek nitelikte ve yapıda olmalıdır. Yapılacak patlatmalarda tek sırada en fazla 15 ila 20 delikten oluşan 2 veya 3 sıralı delik düzeni teşkil edilmeli ve her deliğin ayrı ayrı patlatılacağı, dolayısıyla da gecikme başına düşen şarjın en az seviyede tutulacağı patlatma modeli uygulanmalıdır. Atımlara ilişkin patern ve protokoller usulüne uygun olarak tutulmalı ve arşivlenmelidir.

Her bir istasyon türü ve dalga türüne göre yapılan istatistiksel analizler neticesinde birbiriyle en uyumlu olan ilişki toprak ya da kaya zeminlerde oluşturulan istasyon noktalarından elde edilen maksimum parçacık hızı (PPV) ile ölçekli mesafe (SD) nin ilişkilendirilmesi ile bulunan tahmin denkleminde görülmüştür. Bu verilerin istatistiksel analizinde literatüre uygun iyi korelasyonlu ampirik bir ilişki elde edilmiştir ($r=0,707$). Söz konusu saha için bu denklem patlatmalarda titreşim ölçer kullanılmadığı durumlarda; herhangi bir atımdaki gecikme başına kullanılan belirli miktardaki bir patlayıcı maddenin yaratacağı titreşimin hızının belirli bir uzaklıktaki değerinin ne olacağını tahmin etmede önemli bir yaklaşım olarak rahatlıkla (kabul edilebilir limitlerdeki bir sapma ile) kullanılabilir.

Titreşim ölçerlerle kaydedilen maksimum parçacık hızları dikkate alınarak USBM, Alman DIN 4150 ve Çevre ve Orman Bakanlığı Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliği (Türk Normu) normlarına göre yapılan mukayesede atımların, USBM ve Türk Normu'na göre yüksek frekanslı hızlara sahip olmaları sebebiyle çevredeki bina ve tesislerde herhangi bir hasar yaratabilecek seviyelerde olmadığı anlaşılmaktadır. Fakat, Alman DIN 4150 Normuna göre ise oluşan titreşimlerin %65 ise eski yada tarihi yapılarda, %32 si dayanıklı yada yığma tuğla binalarda,%1 i ise tüm yapı türlerinde hasar başlangıç limitlerini aşmaktadır. Oluşan titreşimlerin % 35'i tüm yapı türleri için hasar oluşturmayacak düzeyde olarak tespit edilmiştir. Titreşim ölçer kullanılmadığı durumlarda yada çalışma öncesi planlama aşamasında çevredeki yapıların durumuna göre tercih edilecek hasar kriterine uygun patlayıcı miktarları kullanılarak çevre yapılarda oluşacak hasarlar elemine edilebilecektir.

Ancak, söz konusu inşaatının çok yakınında yerleşim birimlerinin olmasından dolayı, bu değerlerin her zaman çevre yapılar için belli bir hızda hasar riski taşıyabileceği gerçeği gözden uzak tutulmamalıdır.

KAYNAKLAR

GUPTA, R.N., ROY, P.P., SINGH, B., 1988, On a Blast Induced Blast Vibration Predictor for Efficient Blasting, Safety in Mines Research Proceedings of The 22nd International Conference of Safety in Mines Research Institutes, Editor:Dai Guoquan, 1015-1021

KAHRİMAN, A., 2003, Patlatma Mühendisliği Ders Notları, İ.Ü. Müh. Fak. Maden Mühendisliği Bölümü, İstanbul.

KAHRİMAN, A., 2001, Prediction of Particle Velocity Caused by Blasting for an Infrastructure Excavation Covering Granite Bedrock, Mineral Resources Engineering, Imperial College Pres, 10(2), 205-218.

AEL TUNNEL, 2000 Blast Design Software Version 1.1

ANON, 1998, Blasters' Handbook, 17 th Edition, International Society Of Explosives Engineers Cleveland, Ohio. USA.

ANON, 2010, Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliği, T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı, Ankara.

ARPAZ, E., 2000, Türkiye'deki Bazı Açık İşletmelerde Patlatmadan Kaynaklanan Titreşimlerin İzlenmesi ve Değerlendirilmesi, Doktora Tezi, Cumhuriyet Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.

KARADOĞAN, A., 2008, Patlatmadan Kaynaklanan Titreşimler İçin Ulusal Yapı Hasar Kriterleri Oluşturulabilirliğinin Araştırılması, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

KONYA C.J., WALTER, E.J., 1991, Rock Blasting and Overbreak Control, NHI Course No:13211, US Department of Transportation, Virginia, USA.

KONYA, C.J., WALTER, E.J., 1990, Surface Blast Design, New Jersey, USA.

BAUER, A., CALDER, P.N., 1977; Pit Slope Manual, Chapter 7, Canmet Report 77-14.

BİLGİN, H.A, 1986; Açık İşletmelerde Patlatma Sorunları ve Tasarımı, TKİ Genel Müdürlüğü Yayın, ODTÜ Maden Mühendisliği Bölümü Seminerleri, Seminer No: 2, Ankara.

CEYLANOĞLU, A., KAHRİMAN, A., DEMİRCİ, A., 1993; Delme-Patlatmanın Önemi, Kullanıldığı Alanlar ve Maden Mühendisliği ile İlgisi, 1. Delme ve Patlatma Sempozyumu, Ankara, 127-138.

ÇELTİKÇİ, A., 2013, İstanbul Metrosu 4. Levent - Ayazağa Kesimi Depo Sahası Ve Bağlantı Hatları İnşaatı Kapsamında, Hacıosman İstasyonu Şaftları Kazısında Patlatmadan Kaynaklanan Titreşim Ölçümü Ve Çevresel Etkilerinin Değerlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, Okan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul

DICK, R.A., et. all., 1983, Explosives and Blasting Procedures Manual, USBM, USA.

DOWDING, C.H., 1985, Blast Vibration Monitoring and Control, Prentice-Hall, USA.

Google Earth, 2013, Google Inc., CA, USA.

GUSTAFSSON, T., 1973, Swedish Blasting Technique, Barutsan Dergisi, Sayı:3, Ankara.

HOEK, E., BRAY, J.W., 1991, Kaya Şev Stabilitesi, TMMOB Maden Mühendisleri Odası Yayını, (Çevirenler: Paşamehmetoğlu, A.G., Özgenoğlu, A., Karpuz, C.) Ankara.

INSTANTEL INC., 1993, Blastmate Series II User Manual, Canada.

ISRM, 1992, Suggested Method for Blast Vibration Monitoring, International Society for Rock Mechanics, Commission on Testing Methods, Edited By The Secretariat In Lisbon, USA., 145-156.

JOHNSTON, G.J., DURUCAN, Ş., 1994, The Numerical Prediction, Analysis and Modelling of Ground Vibration Induced by Blasting, Third International Symposium on Mine Planning and Equipment Selection, 18-20 October, İstanbul.

AEL TUNNEL, 2000 Blast Design Software Version 1.1

ANON, 1998, Blasters' Handbook, 17 th Edition, International Society Of Explosives Engineers Cleveland, Ohio. USA.

ANON, 2010, Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliği, T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı, Ankara.

JIMENO, C.L., JIMENO, E.L., CARCENDO, F.J.A, 1995, Drilling and Blasting of Rocks, AABalkema, Rotterdam, Brookfield.

KAHRİMAN, A., 2010, İstanbul Metrosu 4 Levent - Ayazağa Kesimi Depo Sahası ve Bağlantı Hatları, Darülşafaka - Hacıosman Arası Anahat Tünelleri ve Hacıosman İstasyonu Şaftları Patlatmalı Kazı İnşaatı Ön Tasarımı, Okan Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Döner Sermaye Projesi, İstanbul.

KAHRİMAN, A., GÖRGÜN, S., KARADOĞAN, A., TUNCER, G., 2001b, Attenuation of Ground Vibration Induced by Blasting at Can Open - Pit Lignite Mine in Turkey, The Twenty-Seventh Annual Conference on Explosives and Blasting Technique, ISEE, Orlando, Florida, U.S.A., 351-361.

KAHRİMAN, A., CEYLANOĞLU, A., DEMİRCİ, A., 1996, Sivas-Ulaş Yöresi Sölestit Açık İşletmesinde Basamak Patlatmasından Kaynaklanan Yersarsıntısı Ölçüm Sonuçları ve Değerlendirilmesi, II. Delme Patlatma Sempozyumu, Ankara.

NICHOLLS, H.R, JOHNSON, C.F., DUVALL, W.L, 1971, Blasting Vibrations and Their Effects on Structure, United States Department of Interior, USBM, Bulletin 656.

OLOFSSON, S.O., 1988, Applied Explosives Technology for Construction and Mining, Sweden.

Orica- Nitro Ürün Kataloğu, Powergel Magnum 365 (13.09.2013) http://www.orica-nitro.com.tr/index.php?option=com_content&view=article&id=2&Itemid=58

Orica- Nitro Ürün Kataloğu, Exel Kapsül (13.09.2013) http://www.órica-nitro.com.tr/index.php?option=com_content&view=article&id=8&Itemid=65

OSM, 1983, Rules and Regulations, Office of Surface Mining Reclamation and Enforcement, 46, USA.

PAŞAMEHMETOĞLU, A.G., et. al., 1986, Divriği Madenleri Müessesesi Açık Ocağında Patlatma Sorunlarının Etüdü", ODTÜ, Ankara.

SCHILLINGER, R. 2006, The State of Human Annoyance at Blasting Works in Accordance with Environmental Conditions under Inclusion of Standards, Proceedings of The Thirty – Second Annual Conference on Explosives and Blasting Technique, 29 January – 1 February, Dallas, Texas, USA. 135-148.

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, USBM, RI8507.

SPSS, Statistical Software, SPSS 11.5 for Windows.

TAMROCK, (1984), Handbook of Surface Drilling and Blasting, Painofaktorit, Finland.

THOENEN, J.R., WTNDES, S.L., 1942, Seismic Effects on Quarry Blasting, U.S. Bureu of Mines, Bulletin 442.

TÜRKAN, O., 2007, Kağıthane-Piyalepaşa-Dolmabahçe Tünelleri İnşaatında Patlatmalı Kazıların Çevresindeki Yapılar Üzerine Etkilerinin Araştırılması, Bitirme Ödevi, İ.Ü. Mühendislik Fakültesi, İstanbul.

Üsküdar – Ümraniye – Çekmeköy Raylı Sistem Hattı Jeolojik Etüdü Özet Raporu, İstanbul Büyükşehir Belediyesi Ulaşım Daire Başkanlığı Ulaşım Planlama Müdürlüğü, Kasım 2010

Wikipedia, Bulgurlu, Üsküdar (06.10.2013)

http://tr.wikipedia.org/wiki/Bulgurlu,_%C3%9Csk%C3%BCdar

YAGANOGLU, A., ALTAN A., 1993, Patlatma Sonucu Oluşan Titreşimlerin İzlenmesi ve Analizi, 1. Delme ve Patlatma Sempozyumu, Ankara, 99-119.

YURTTAŞ M., 2006. Kadıköy-Kartal Metrosunda Patlatma Kaynaklı Titreşimlerin Yapılar Üzerindeki Etkilerinin Araştırılması, Bitirme Ödevi, İ.Ü. Mühendislik Fakültesi, İstanbul.

EKLER



Event Report

Date/Time Vert at 15:55:14 March 30, 2015
Trigger Source Geo: 0.510 mm/s
 Mic: 125 dB(L)
Range Geo: :254 mm/s
Record Time 3.0 sec at 1024 sps

Serial Number BE19013 V 10.40-1.1 Minimate Blaster
Battery Level 6.3 Volts
Calibration October 2, 2012 by InstanTel
File Name U013FS6X.K20

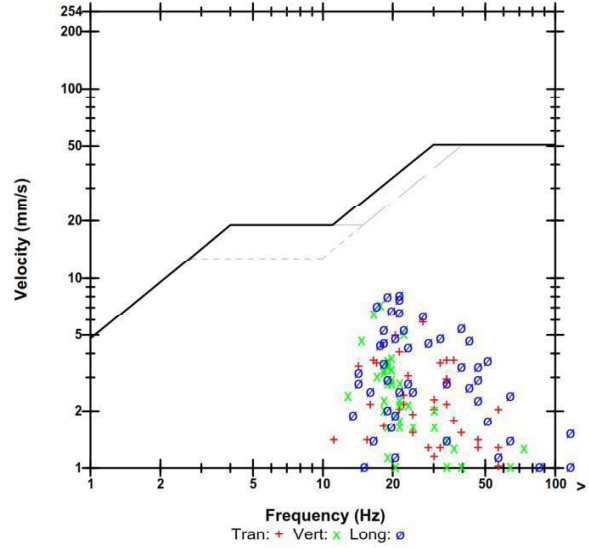
Notes

Post Event Notes

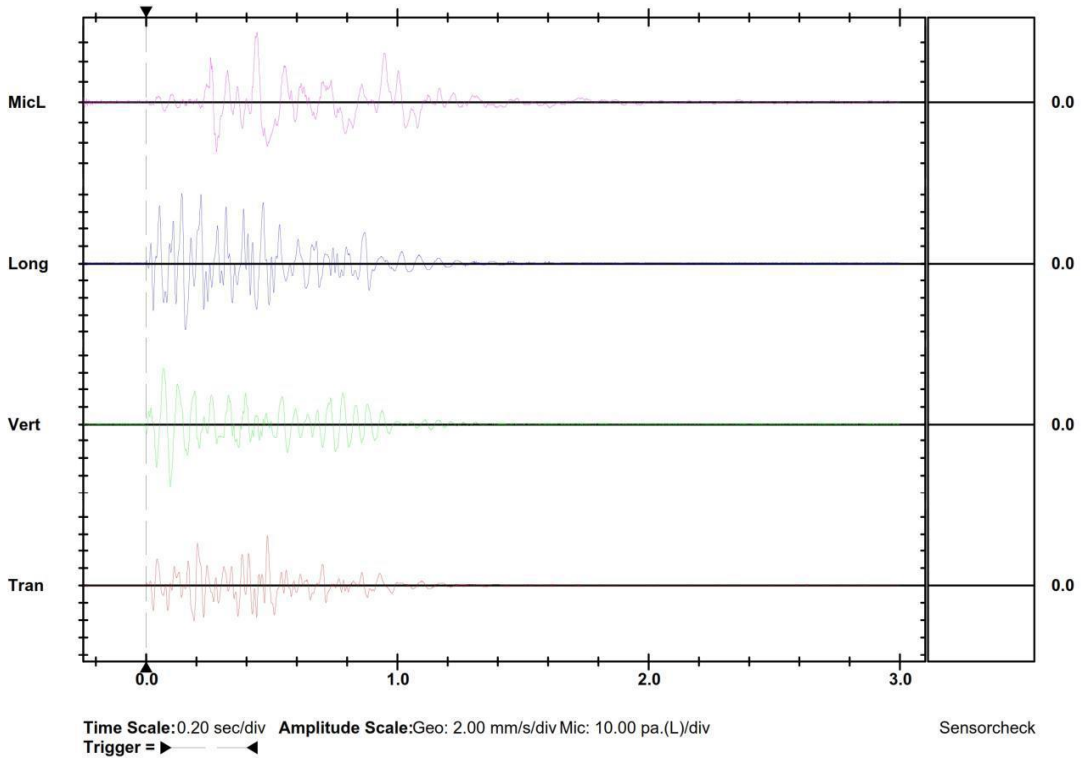
Microphone Linear Weighting
PSPL 124.8 dB(L) at 0.440 sec
ZC Freq 14 Hz
Channel Test Disabled

	Tran	Vert	Long	
PPV	5.84	7.24	8.13	mm/s
ZC Freq	27	18	21	Hz
Time (Rel. to Trig)	0.482	0.095	0.142	sec
Peak Acceleration	0.119	0.106	0.186	g
Peak Displacement	0.0363	0.0584	0.0603	mm
Sensorcheck	Disabled	Disabled	Disabled	
Frequency	***	***	***	Hz
Overswing Ratio	***	***	***	

USBM R18507 And OSMRE



Peak Vector Sum 8.49 mm/s at 0.142 sec





Event Report

Date/Time Vert at 14:07:40 March 31, 2015
Trigger Source Geo: 0.510 mm/s
 Mic: 125 dB(L)
Range Geo :254 mm/s
Record Time 3.0 sec at 1024 sps

Serial Number BE19013 V 10.40-1.1 Minimate Blaster
Battery Level 6.2 Volts
Calibration October 2, 2012 by InstanTel
File Name U013FS8N.8S0

Notes

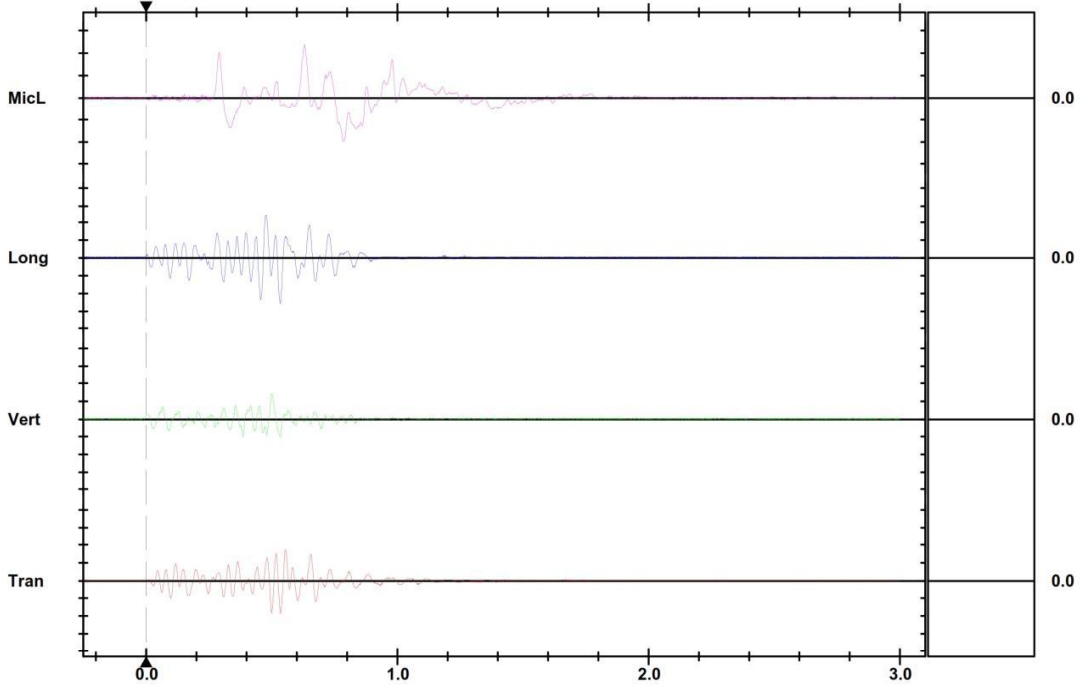
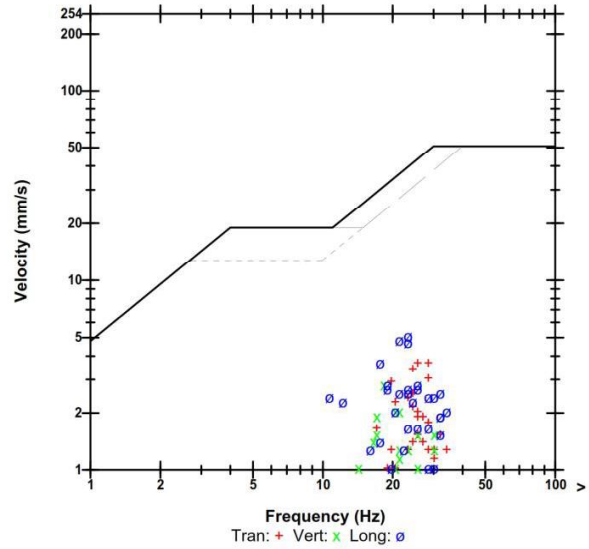
Post Event Notes

Microphone Linear Weighting
PSPL 121.5 dB(L) at 0.631 sec
ZC Freq 11 Hz
Channel Test Disabled

	Tran	Vert	Long	
PPV	3.68	2.79	5.08	mm/s
ZC Freq	28	18	23	Hz
Time (Rel. to Trig)	0.500	0.499	0.532	sec
Peak Acceleration	0.0663	0.0530	0.0928	g
Peak Displacement	0.0223	0.0225	0.0371	mm
Sensorcheck	Disabled	Disabled	Disabled	
Frequency	***	***	***	Hz
Overswing Ratio	***	***	***	

Peak Vector Sum 6.60 mm/s at 0.534 sec

USBM R18507 And OSMRE



Time Scale: 0.20 sec/div Amplitude Scale: Geo: 2.00 mm/s/div Mic: 10.00 pa.(L)/div
 Trigger = > <

Sensorcheck



Event Report

Date/Time Vert at 14:13:23 April 1, 2015
Trigger Source Geo: 0.510 mm/s
Range Geo :254 mm/s
Record Time 3.0 sec at 1024 sps

Serial Number BE19013 V 10.40-1.1 Minimate Blaster
Battery Level 6.1 Volts
Calibration October 2, 2012 by InstanTel
File Name U013FSAI.6B0

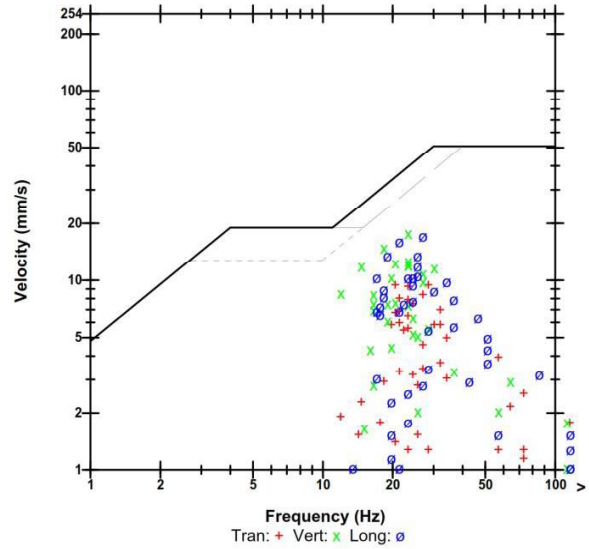
Notes

Post Event Notes

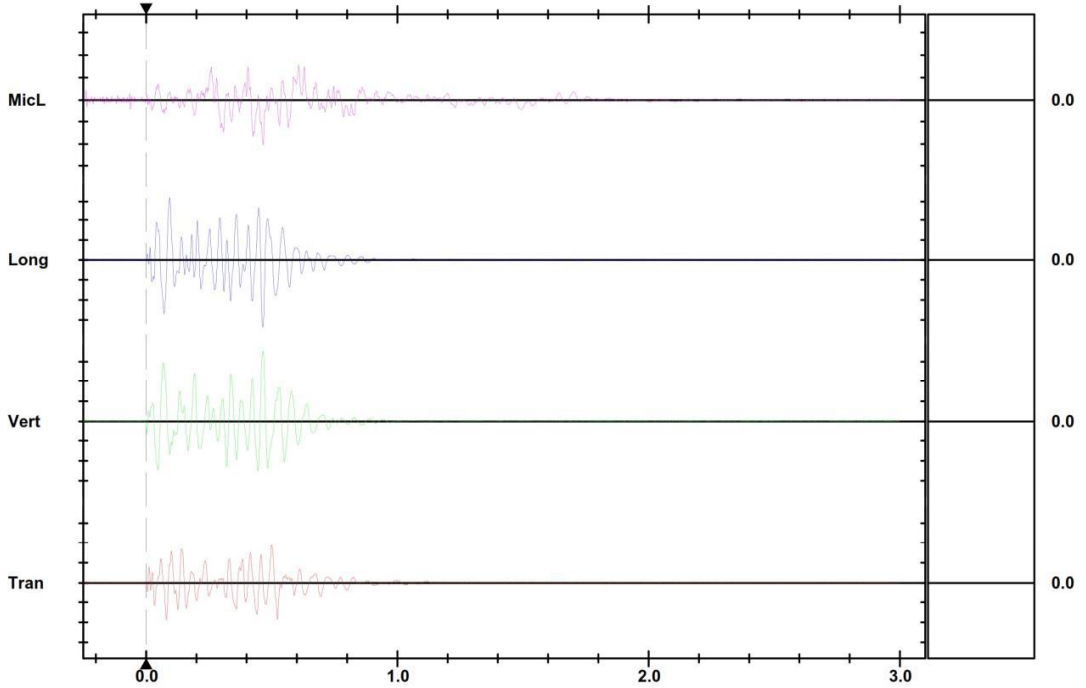
Microphone Linear Weighting
PSPL 120.1 dB(L) at 0.465 sec
ZC Freq 17 Hz
Channel Test Disabled

	Tran	Vert	Long	
PPV	9.40	17.7	17.0	mm/s
ZC Freq	28	23	27	Hz
Time (Rel. to Trig)	0.081	0.465	0.464	sec
Peak Acceleration	0.212	0.278	0.318	g
Peak Displacement	0.0633	0.129	0.111	mm
Sensorcheck	Disabled	Disabled	Disabled	
Frequency	***	***	***	Hz
Overswing Ratio	***	***	***	

USBM R18507 And OSMRE



Peak Vector Sum 24.5 mm/s at 0.465 sec



Time Scale: 0.20 sec/div Amplitude Scale: Geo: 5.00 mm/s/div Mic: 10.00 pa.(L)/div
 Trigger =

Sensorcheck



Event Report

Date/Time Vert at 16:14:29 April 3, 2015
Trigger Source Geo: 0.510 mm/s
 Mic: 125 dB(L)
Range Geo :254 mm/s
Record Time 3.0 sec at 1024 sps

Serial Number BE19013 V 10.40-1.1 Minimate Blaster
Battery Level 6.1 Volts
Calibration October 2, 2012 by InstanTel
File Name U013FSED.450

Notes

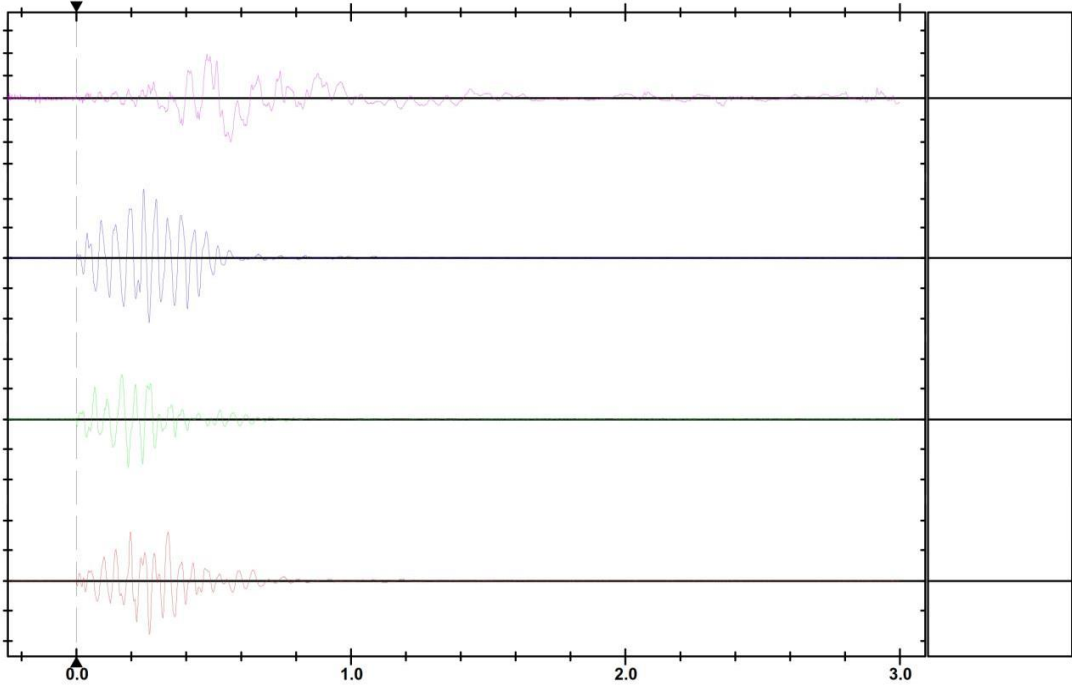
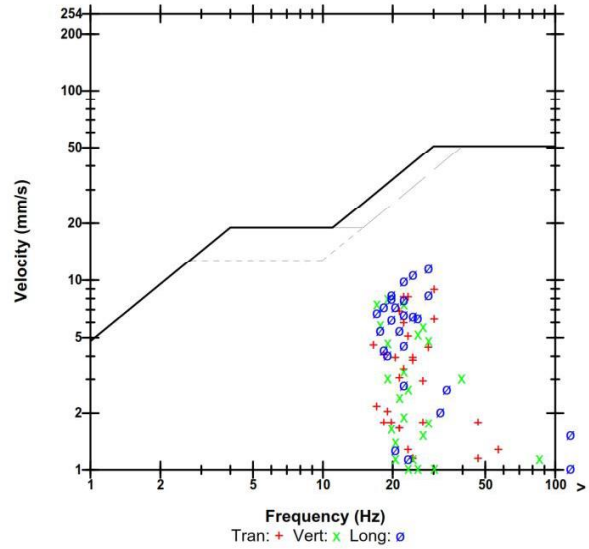
Post Event Notes

Microphone Linear Weighting
PSPL 120.0 dB(L) at 0.562 sec
ZC Freq 4.4 Hz
Channel Test Disabled

	Tran	Vert	Long	
PPV	8.89	8.00	11.6	mm/s
ZC Freq	30	19	28	Hz
Time (Rel. to Trig)	0.266	0.188	0.244	sec
Peak Acceleration	0.199	0.133	0.186	g
Peak Displacement	0.0613	0.0615	0.0775	mm
Sensorcheck	Disabled	Disabled	Disabled	
Frequency	***	***	***	Hz
Overswing Ratio	***	***	***	

Peak Vector Sum 14.6 mm/s at 0.266 sec

USBM R18507 And OSMRE



Time Scale: 0.20 sec/div **Amplitude Scale:** Geo: 5.00 mm/s/div Mic: 10.00 pa.(L)/div
Trigger = $\leftarrow \rightarrow$

Sensorcheck



Event Report

Date/Time Long at 16:31:41 April 6, 2015
Trigger Source Geo: 0.510 mm/s
Range Geo :254 mm/s
Record Time 3.0 sec at 1024 sps

Serial Number BE19013 V 10.40-1.1 Minimate Blaster
Battery Level 6.3 Volts
Calibration October 2, 2012 by Instantel
File Name U013FSJX.WT0

Notes

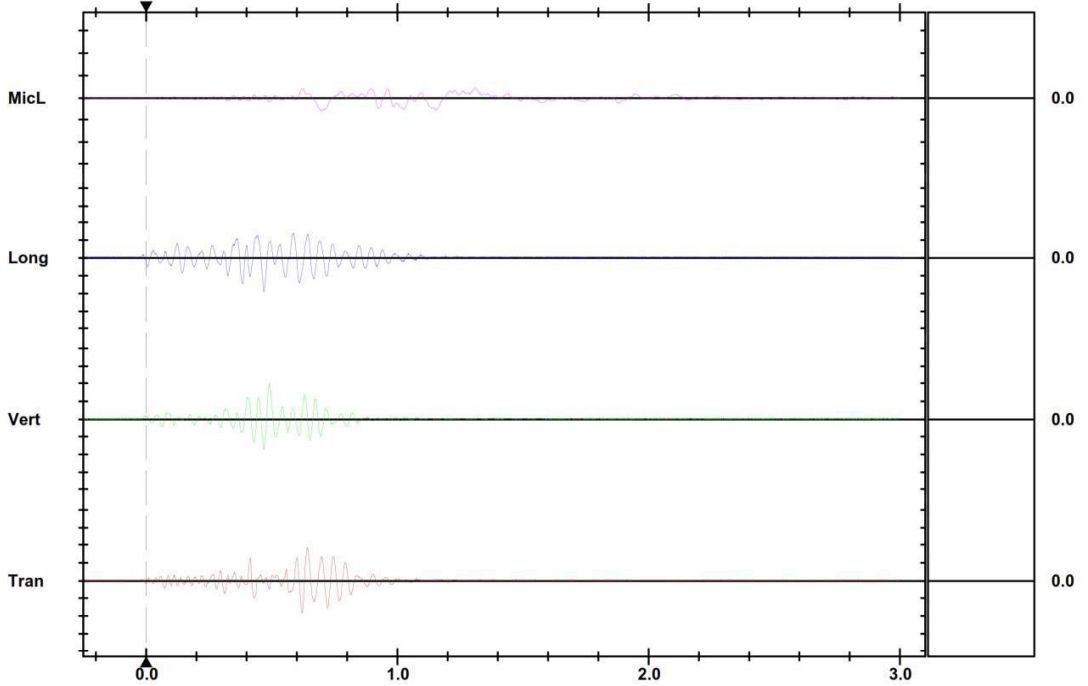
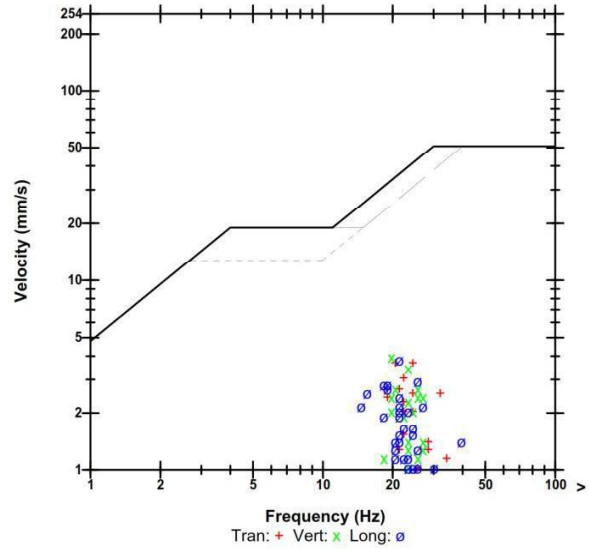
Post Event Notes

Microphone Linear Weighting
PSPL 109.9 dB(L) at 0.696 sec
ZC Freq 6.8 Hz
Channel Test Disabled

	Tran	Vert	Long	
PPV	3.68	3.94	3.81	mm/s
ZC Freq	24	20	21	Hz
Time (Rel. to Trig)	0.620	0.490	0.469	sec
Peak Acceleration	0.0663	0.0663	0.0530	g
Peak Displacement	0.0285	0.0313	0.0277	mm
Sensorcheck	Disabled	Disabled	Disabled	
Frequency	***	***	***	Hz
Overswing Ratio	***	***	***	

Peak Vector Sum 5.13 mm/s at 0.469 sec

USBM R18507 And OSMRE



Time Scale: 0.20 sec/div **Amplitude Scale:** Geo: 2.00 mm/s/div Mic: 10.00 pa.(L)/div **Sensorcheck**
Trigger =



Event Report

Date/Time Long at 12:56:11 April 8, 2015
Trigger Source Geo: 0.510 mm/s
 Mic: 125 dB(L)
Range Geo :254 mm/s
Record Time 3.0 sec at 1024 sps

Serial Number BE19013 V 10.40-1.1 Minimate Blaster
Battery Level 6.3 Volts
Calibration October 2, 2012 by Instantel
File Name U013FSND.9N0

Notes

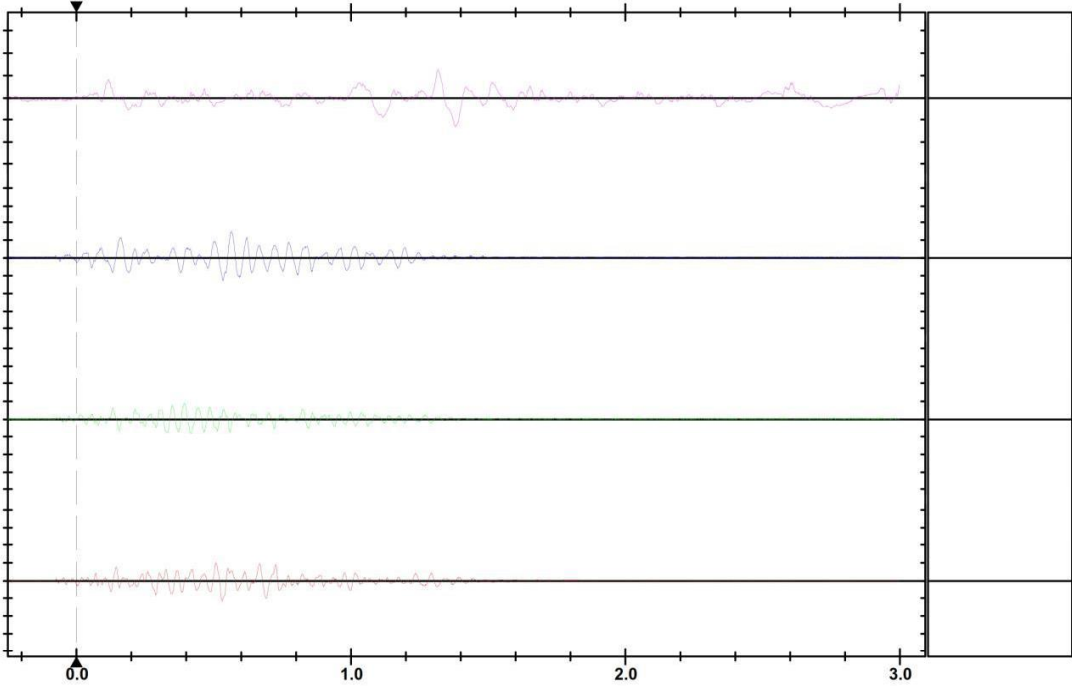
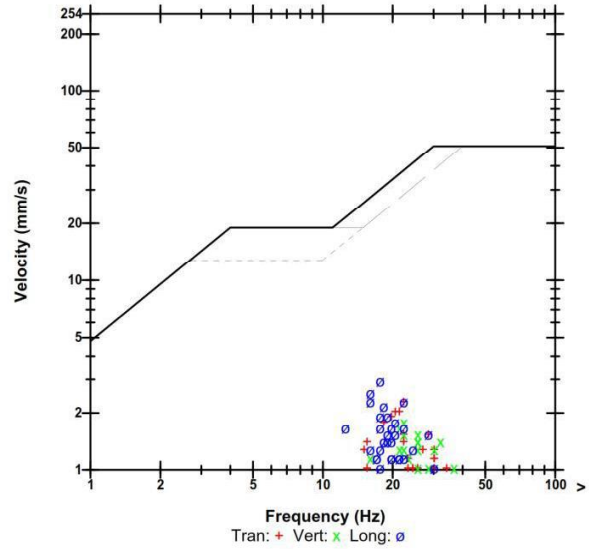
Post Event Notes

Microphone Linear Weighting
PSPL 116.4 dB(L) at 1.380 sec
ZC Freq 7.6 Hz
Channel Test Disabled

	Tran	Vert	Long	
PPV	2.29	1.78	2.92	mm/s
ZC Freq	22	22	18	Hz
Time (Rel. to Trig)	0.529	0.393	0.563	sec
Peak Acceleration	0.0398	0.0398	0.0530	g
Peak Displacement	0.0179	0.0127	0.0265	mm
Sensorcheck	Disabled	Disabled	Disabled	
Frequency	***	***	***	Hz
Overswing Ratio	***	***	***	

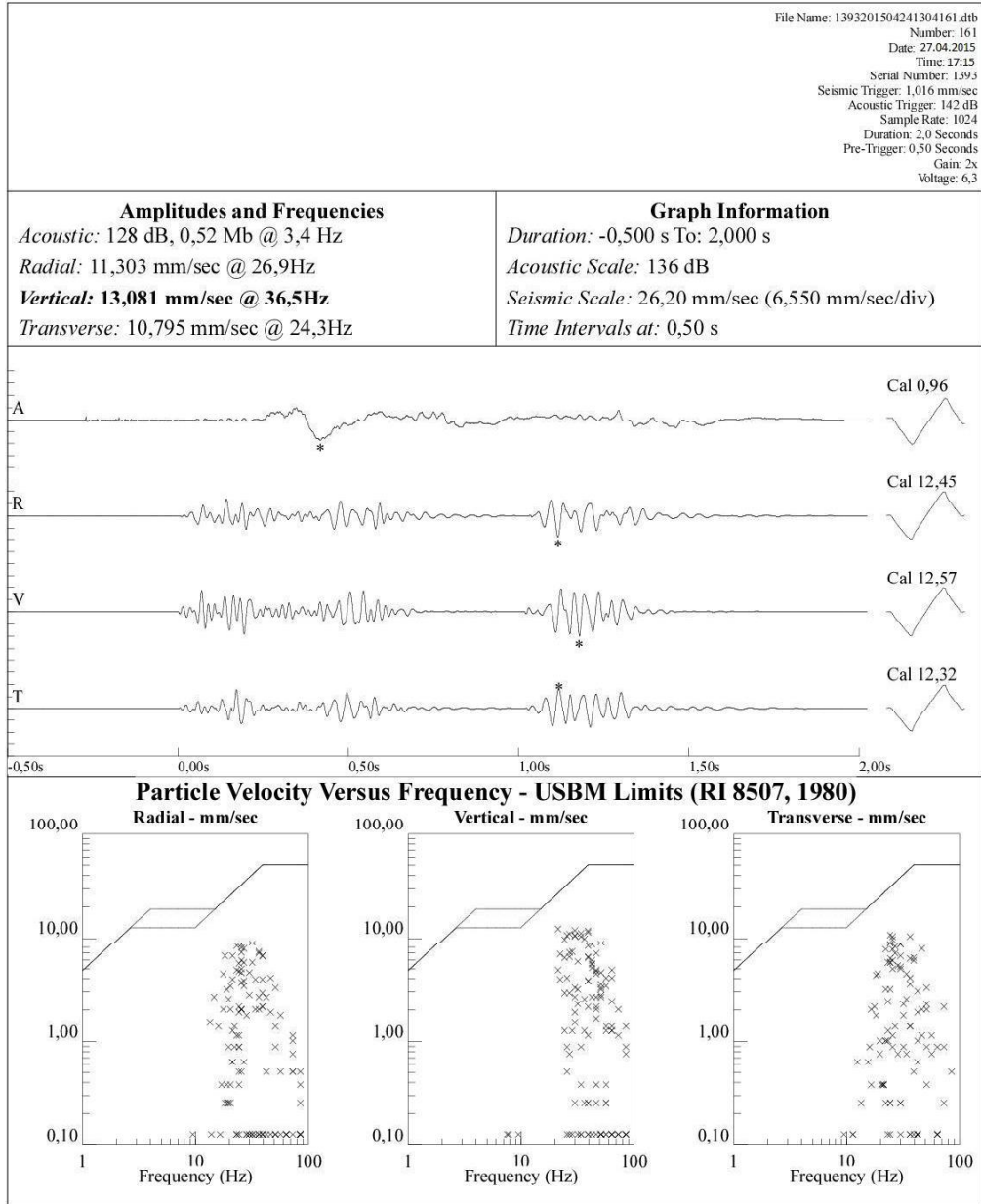
Peak Vector Sum 3.45 mm/s at 0.533 sec

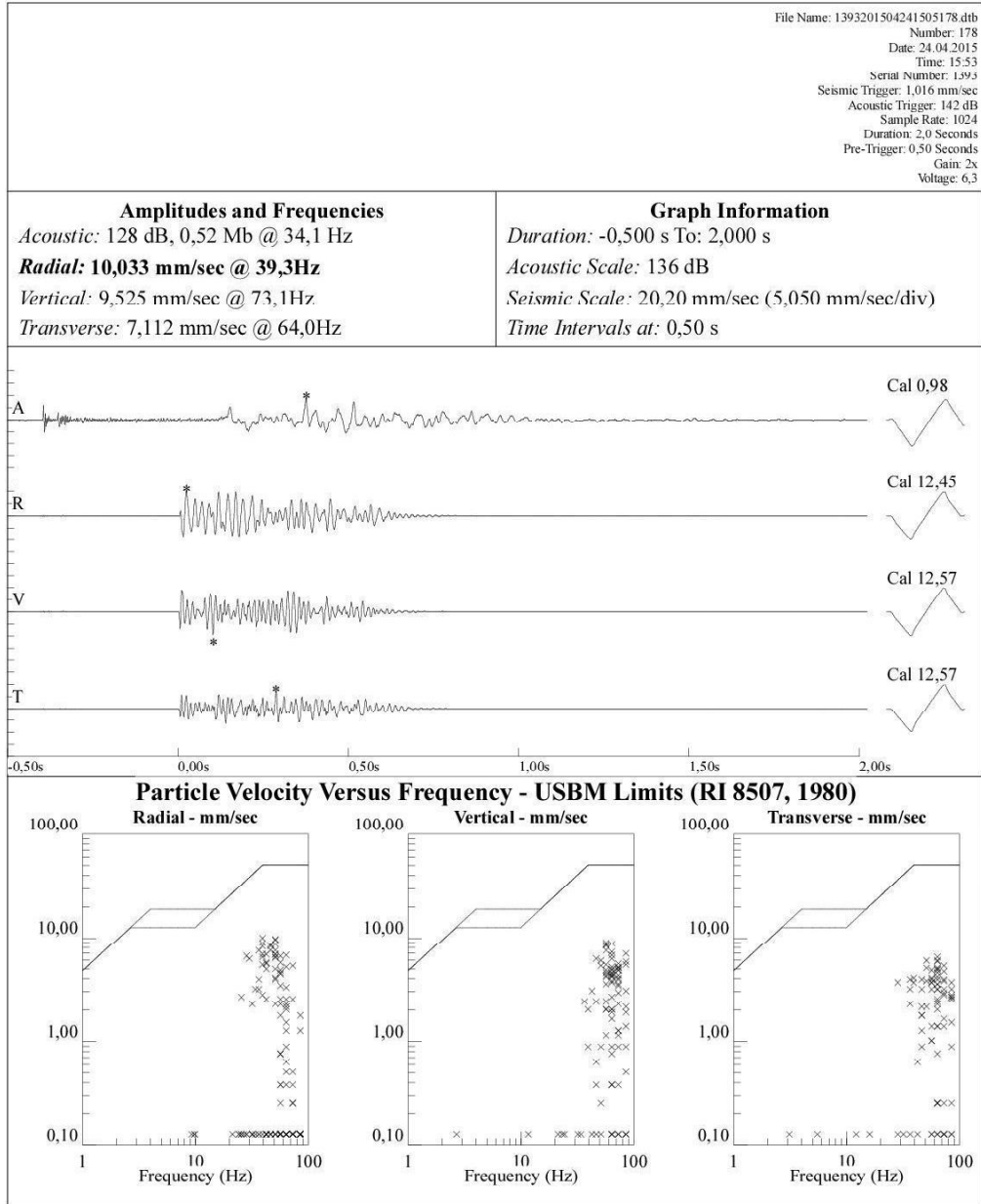
USBM R18507 And OSMRE



Time Scale: 0.20 sec/div **Amplitude Scale:** Geo: 2.00 mm/s/div Mic: 10.00 pa.(L)/div
Trigger = [arrow pointing right]

Sensorcheck







Event Report

Date/Time Vert at 17:39:27 March 23, 2015
Trigger Source Geo: 0.510 mm/s
 Mic: 125 dB(L)
Range Geo :254 mm/s
Record Time 3.0 sec at 1024 sps

Serial Number BE19013 V 10.40-1.1 Minimate Blaster
Battery Level 6.2 Volts
Calibration October 2, 2012 by Instantel
File Name U013FRU3.PR0

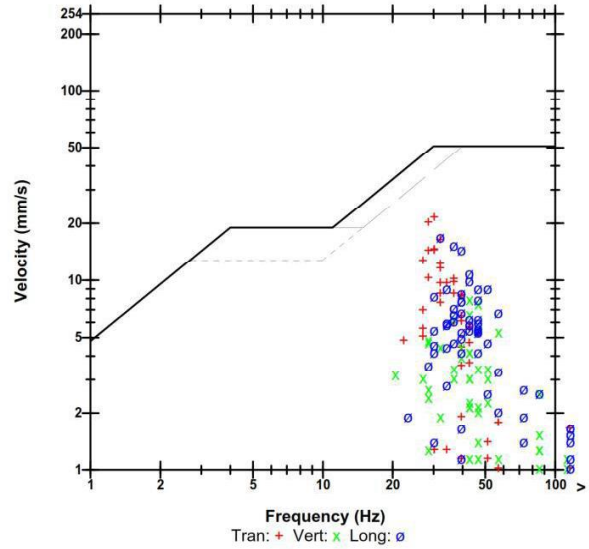
Notes

Post Event Notes

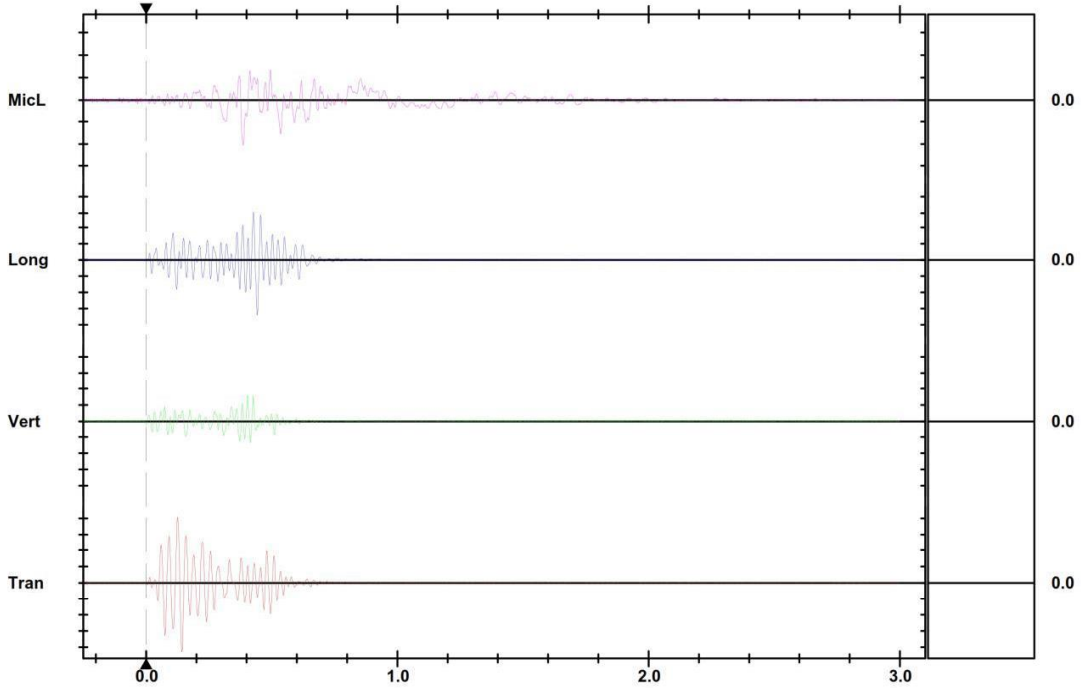
Microphone Linear Weighting
P SPL 120.2 dB(L) at 0.387 sec
ZC Freq 17 Hz
Channel Test Disabled

	Tran	Vert	Long	
PPV	21.6	7.87	16.9	mm/s
ZC Freq	30	43	32	Hz
Time (Rel. to Trig)	0.143	0.404	0.442	sec
Peak Acceleration	0.398	0.212	0.384	g
Peak Displacement	0.112	0.0286	0.0827	mm
Sensorcheck	Disabled	Disabled	Disabled	
Frequency	***	***	***	Hz
Overswing Ratio	***	***	***	

USBM R18507 And OSMRE



Peak Vector Sum 21.8 mm/s at 0.143 sec



Time Scale: 0.20 sec/div **Amplitude Scale:** Geo: 5.00 mm/s/div Mic: 10.00 pa.(L)/div
Trigger = [Symbol]

Sensorcheck



Event Report

Date/Time Vert at 13:42:33 March 24, 2015
Trigger Source Geo: 0.510 mm/s
 Mic: 125 dB(L)
Range Geo :254 mm/s
Record Time 3.0 sec at 1024 sps

Serial Number BE19013 V 10.40-1.1 Minimate Blaster
Battery Level 6.2 Volts
Calibration October 2, 2012 by InstanTel
File Name U013FRVN.EX0

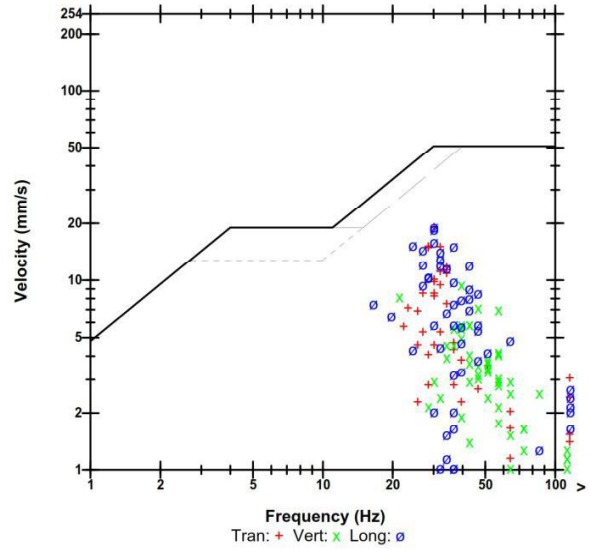
Notes

Post Event Notes

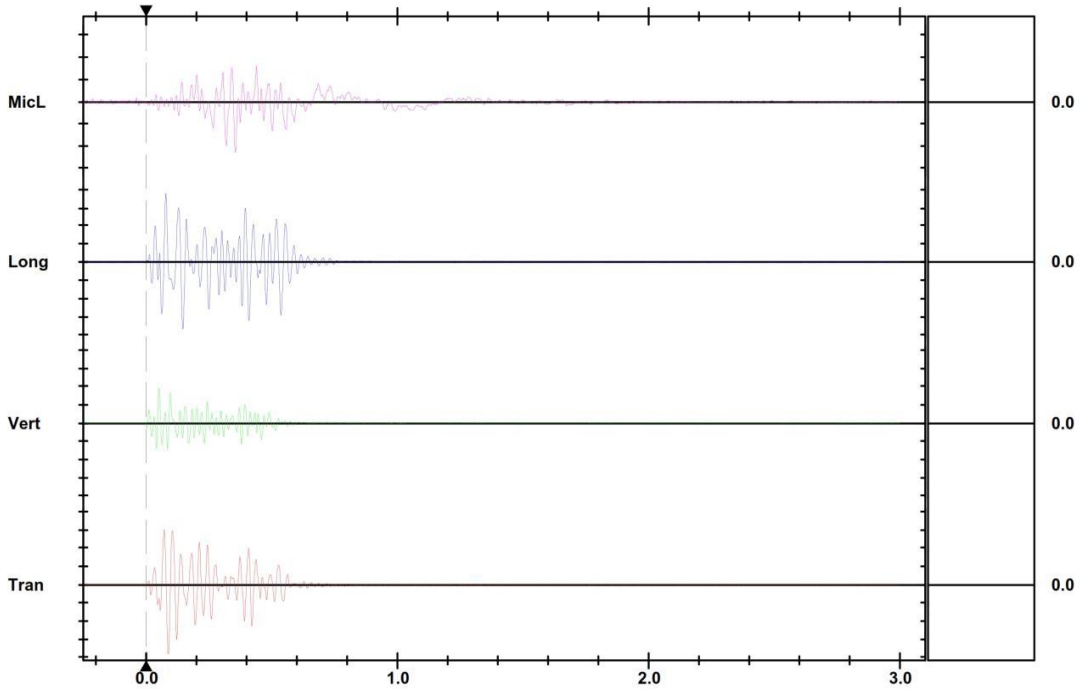
Microphone Linear Weighting
PSPL 121.1 dB(L) at 0.355 sec
ZC Freq 30 Hz
Channel Test Disabled

	Tran	Vert	Long	
PPV	19.0	9.40	19.0	mm/s
ZC Freq	30	39	30	Hz
Time (Rel. to Trig)	0.088	0.051	0.078	sec
Peak Acceleration	0.331	0.292	0.345	g
Peak Displacement	0.0989	0.0369	0.0967	mm
Sensorcheck	Disabled	Disabled	Disabled	
Frequency	***	***	***	Hz
Overswing Ratio	***	***	***	

USBM R18507 And OSMRE



Peak Vector Sum 19.9 mm/s at 0.077 sec



Time Scale: 0.20 sec/div **Amplitude Scale:** Geo: 5.00 mm/s/div Mic: 10.00 pa.(L)/div
Trigger = > <

Sensorcheck



Event Report

Date/Time Vert at 16:54:30 March 25, 2015
Trigger Source Geo: 0.510 mm/s
 Mic: 125 dB(L)
Range Geo :254 mm/s
Record Time 3.0 sec at 1024 sps

Serial Number BE19013 V 10.40-1.1 Minimate Blaster
Battery Level 6.2 Volts
Calibration October 2, 2012 by InstanTel
File Name U013FRXQ.YU0

Notes

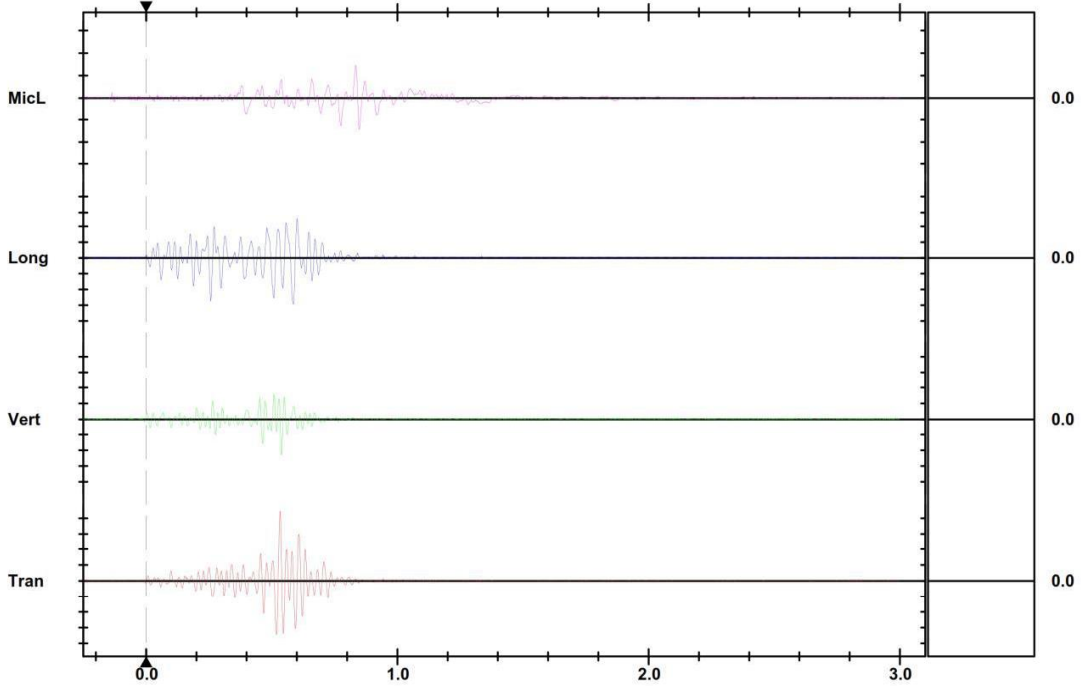
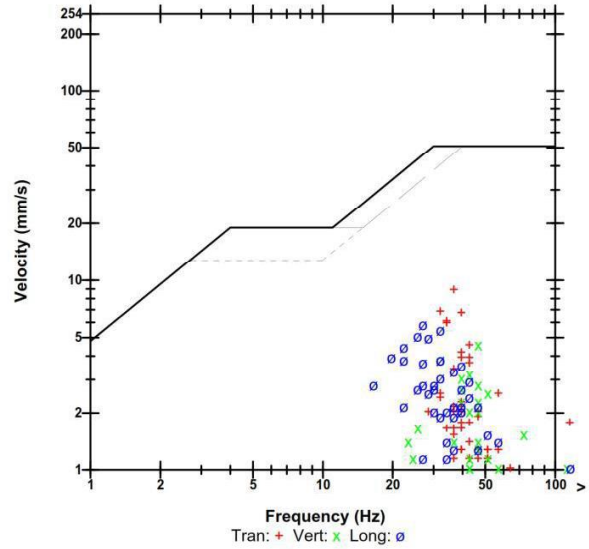
Post Event Notes

Microphone Linear Weighting
PSPL 117.2 dB(L) at 0.834 sec
ZC Freq 23 Hz
Channel Test Disabled

	Tran	Vert	Long	
PPV	8.89	4.57	5.84	mm/s
ZC Freq	37	47	27	Hz
Time (Rel. to Trig)	0.533	0.539	0.584	sec
Peak Acceleration	0.199	0.119	0.119	g
Peak Displacement	0.0388	0.0157	0.0360	mm
Sensorcheck	Disabled	Disabled	Disabled	
Frequency	***	***	***	Hz
Overswing Ratio	***	***	***	

Peak Vector Sum 8.96 mm/s at 0.532 sec

USBM R18507 And OSMRE



Time Scale: 0.20 sec/div Amplitude Scale: Geo: 2.00 mm/s/div Mic: 10.00 pa.(L)/div
 Trigger = ▶ ◀

Sensorcheck



Event Report

Date/Time Vert at 15:15:19 March 26, 2015
Trigger Source Geo: 0.510 mm/s
 Mic: 125 dB(L)
Range Geo :254 mm/s
Record Time 3.0 sec at 1024 sps

Serial Number BE19013 V 10.40-1.1 Minimate Blaster
Battery Level 6.2 Volts
Calibration October 2, 2012 by InstanTel
File Name U013FRZH.1J0

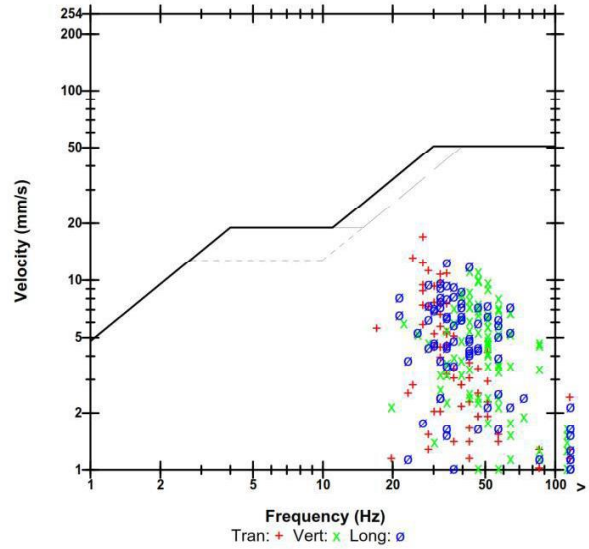
Notes

Post Event Notes

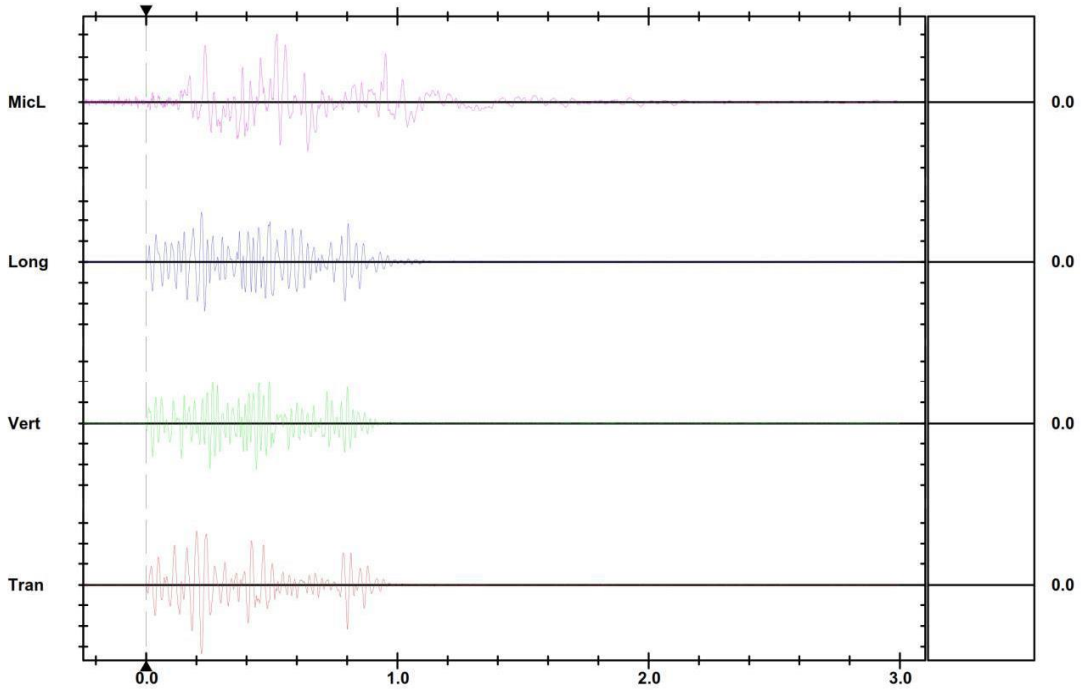
Microphone Linear Weighting
PSPL 123.6 dB(L) at 0.520 sec
ZC Freq 12 Hz
Channel Test Disabled

	Tran	Vert	Long	
PPV	16.9	11.2	12.4	mm/s
ZC Freq	27	43	34	Hz
Time (Rel. to Trig)	0.221	0.438	0.221	sec
Peak Acceleration	0.318	0.345	0.411	g
Peak Displacement	0.0984	0.0403	0.0603	mm
Sensorcheck	Disabled	Disabled	Disabled	
Frequency	***	***	***	Hz
Overswing Ratio	***	***	***	

USBM R18507 And OSMRE



Peak Vector Sum 21.3 mm/s at 0.222 sec



Time Scale: 0.20 sec/div **Amplitude Scale:** Geo: 5.00 mm/s/div Mic: 10.00 pa.(L)/div
Trigger = ▶ ◀

Sensorcheck



Event Report

Date/Time Vert at 14:41:44 March 27, 2015
Trigger Source Geo: 0.510 mm/s
 Mic: 125 dB(L)
Range Geo :254 mm/s
Record Time 3.0 sec at 1024 sps

Serial Number BE19013 V 10.40-1.1 Minimate Blaster
Battery Level 6.2 Volts
Calibration October 2, 2012 by InstanTel
File Name U013FS1A.5K0

Notes

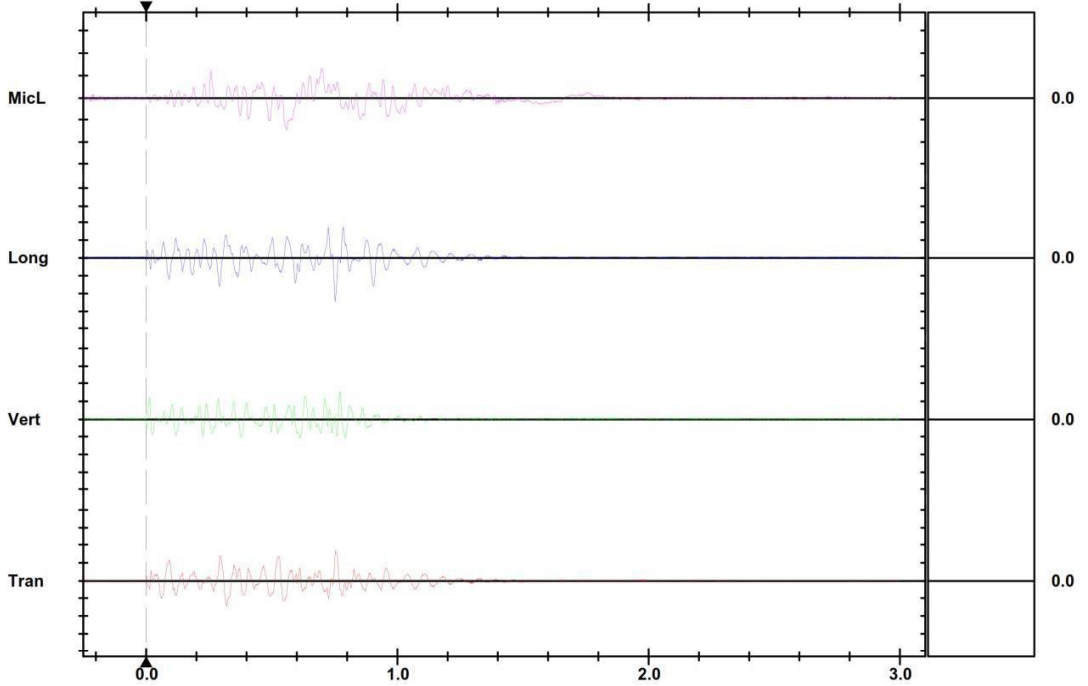
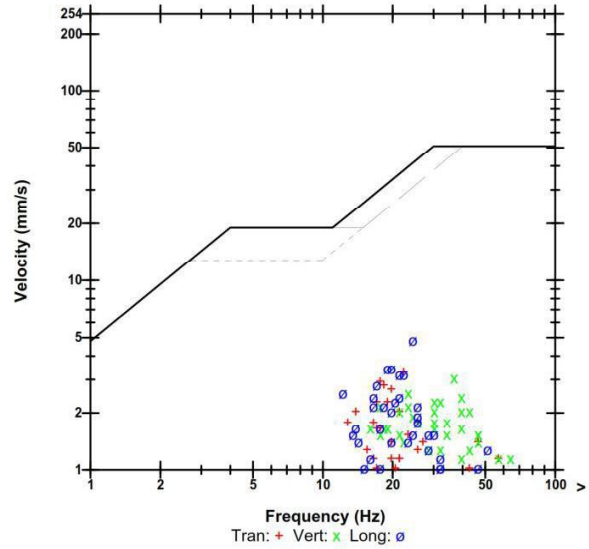
Post Event Notes

Microphone Linear Weighting
PSPL 117.4 dB(L) at 0.560 sec
ZC Freq 9.3 Hz
Channel Test Disabled

	Tran	Vert	Long	
PPV	3.30	3.05	4.83	mm/s
ZC Freq	22	37	24	Hz
Time (Rel. to Trig)	0.754	0.771	0.753	sec
Peak Acceleration	0.0530	0.0795	0.0795	g
Peak Displacement	0.0257	0.0206	0.0279	mm
Sensorcheck	Disabled	Disabled	Disabled	
Frequency	***	***	***	Hz
Overswing Ratio	***	***	***	

Peak Vector Sum 5.71 mm/s at 0.753 sec

USBM R18507 And OSMRE



Time Scale: 0.20 sec/div **Amplitude Scale:** Geo: 2.00 mm/s/div Mic: 10.00 pa.(L)/div
Trigger = ▶ ◀

Sensorcheck



Event Report

Date/Time Vert at 15:55:14 March 30, 2015
Trigger Source Geo: 0.510 mm/s
 Mic: 125 dB(L)
Range Geo :254 mm/s
Record Time 3.0 sec at 1024 sps

Serial Number BE19013 V 10.40-1.1 Minimate Blaster
Battery Level 6.3 Volts
Calibration October 2, 2012 by InstanTel
File Name U013FS6X.K20

Notes

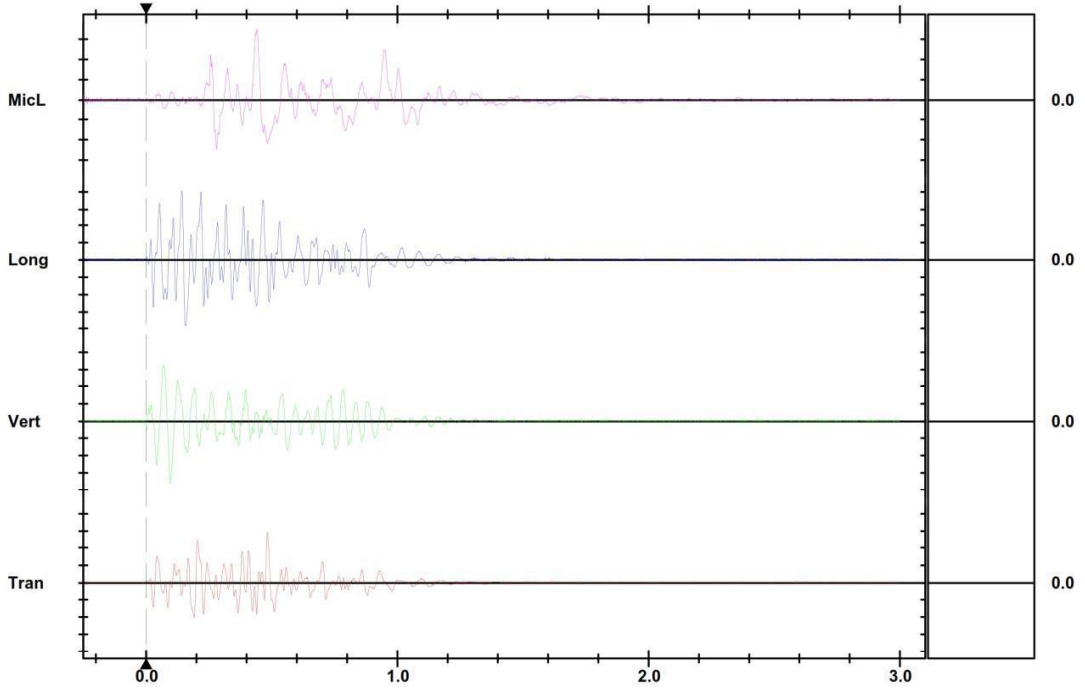
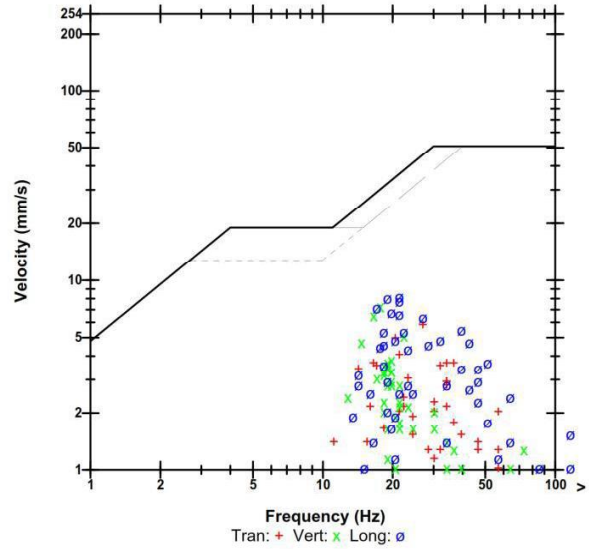
Post Event Notes

Microphone Linear Weighting
PSPL 124.8 dB(L) at 0.440 sec
ZC Freq 14 Hz
Channel Test Disabled

	Tran	Vert	Long	
PPV	5.84	7.24	8.13	mm/s
ZC Freq	27	18	21	Hz
Time (Rel. to Trig)	0.482	0.095	0.142	sec
Peak Acceleration	0.119	0.106	0.186	g
Peak Displacement	0.0363	0.0584	0.0603	mm
Sensorcheck	Disabled	Disabled	Disabled	
Frequency	***	***	***	Hz
Overswing Ratio	***	***	***	

Peak Vector Sum 8.49 mm/s at 0.142 sec

USBM R18507 And OSMRE



Time Scale: 0.20 sec/div Amplitude Scale: Geo: 2.00 mm/s/div Mic: 10.00 pa.(L)/div
 Trigger = >|<

Sensorcheck



Event Report

Date/Time Vert at 14:07:40 March 31, 2015
Trigger Source Geo: 0.510 mm/s
 Mic: 125 dB(L)
Range Geo :254 mm/s
Record Time 3.0 sec at 1024 sps

Serial Number BE19013 V 10.40-1.1 Minimate Blaster
Battery Level 6.2 Volts
Calibration October 2, 2012 by Instantel
File Name U013FS8N.8S0

Notes

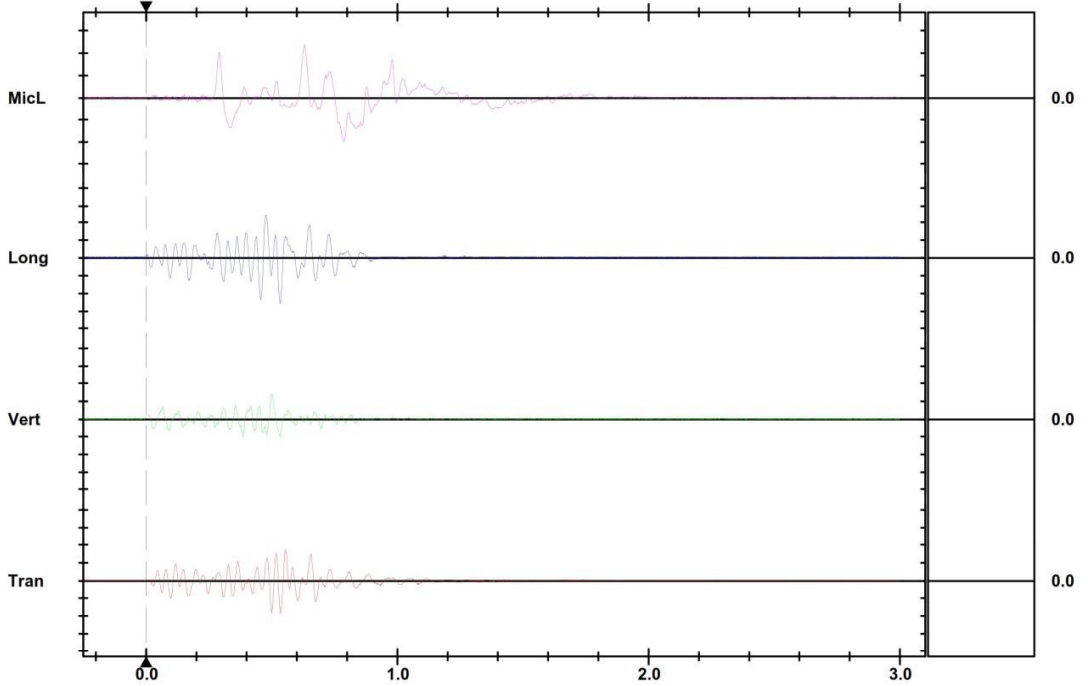
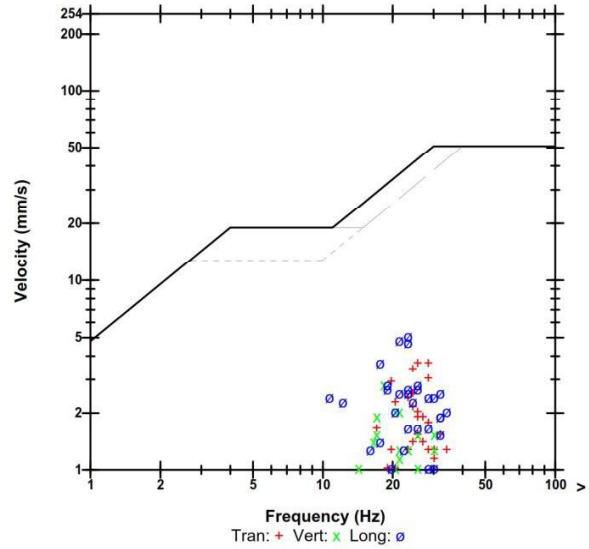
Post Event Notes

Microphone Linear Weighting
PSPL 121.5 dB(L) at 0.631 sec
ZC Freq 11 Hz
Channel Test Disabled

	Tran	Vert	Long	
PPV	3.68	2.79	5.08	mm/s
ZC Freq	28	18	23	Hz
Time (Rel. to Trig)	0.500	0.499	0.532	sec
Peak Acceleration	0.0663	0.0530	0.0928	g
Peak Displacement	0.0223	0.0225	0.0371	mm
Sensorcheck	Disabled	Disabled	Disabled	
Frequency	***	***	***	Hz
Overswing Ratio	***	***	***	

Peak Vector Sum 6.60 mm/s at 0.534 sec

USBM R18507 And OSMRE



Time Scale: 0.20 sec/div Amplitude Scale: Geo: 2.00 mm/s/div Mic: 10.00 pa.(L)/div
 Trigger = > <

Sensorcheck



Event Report

Date/Time Vert at 14:13:23 April 1, 2015
Trigger Source Geo: 0.510 mm/s
Range Geo :254 mm/s
Record Time 3.0 sec at 1024 sps

Serial Number BE19013 V 10.40-1.1 Minimate Blaster
Battery Level 6.1 Volts
Calibration October 2, 2012 by InstanTel
File Name U013FSAI.6B0

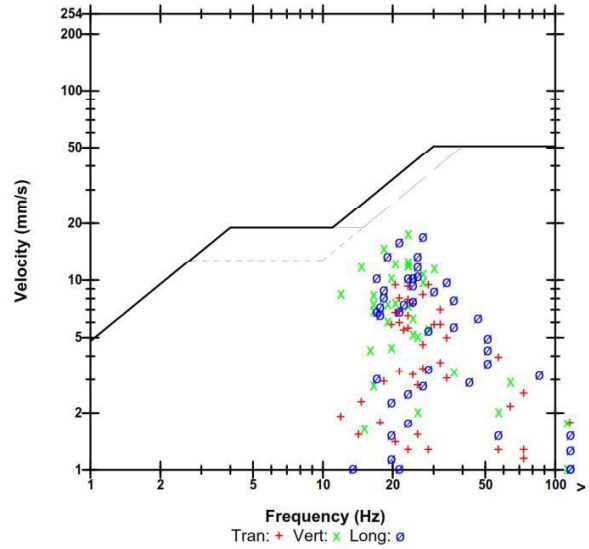
Notes

Post Event Notes

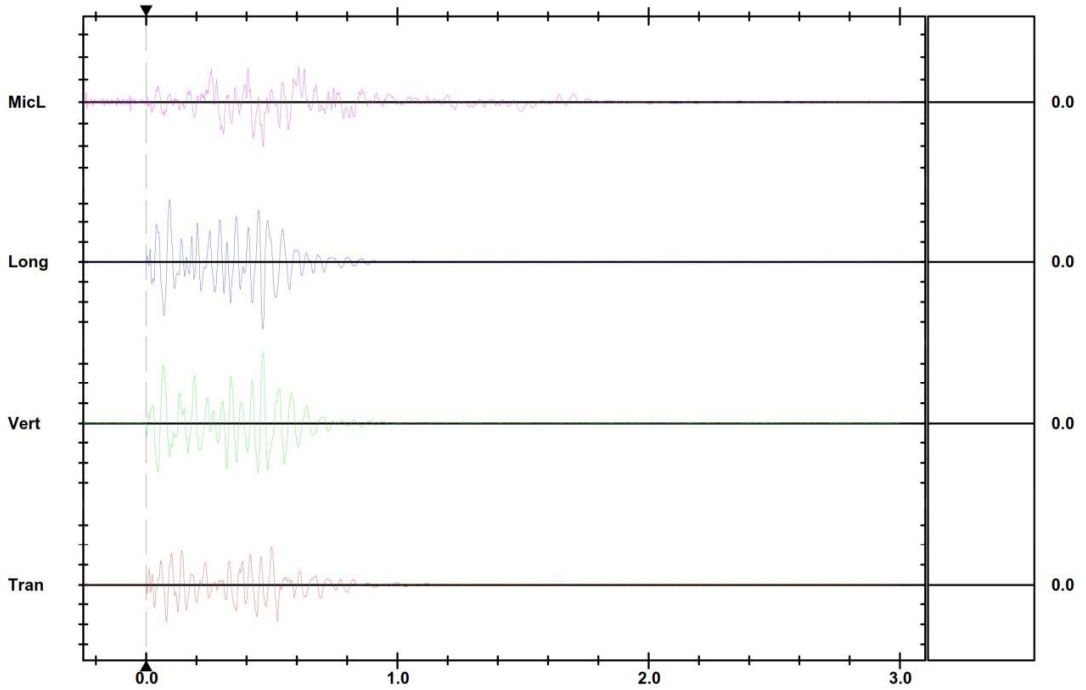
Microphone Linear Weighting
PSPL 120.1 dB(L) at 0.465 sec
ZC Freq 17 Hz
Channel Test Disabled

	Tran	Vert	Long	
PPV	9.40	17.7	17.0	mm/s
ZC Freq	28	23	27	Hz
Time (Rel. to Trig)	0.081	0.465	0.464	sec
Peak Acceleration	0.212	0.278	0.318	g
Peak Displacement	0.0633	0.129	0.111	mm
Sensorcheck	Disabled	Disabled	Disabled	
Frequency	***	***	***	Hz
Overswing Ratio	***	***	***	

USBM R18507 And OSMRE



Peak Vector Sum 24.5 mm/s at 0.465 sec



Time Scale: 0.20 sec/div **Amplitude Scale:** Geo: 5.00 mm/s/div Mic: 10.00 pa.(L)/div
Trigger = ▶ ◀

Sensorcheck



Event Report

Date/Time Vert at 16:14:29 April 3, 2015
Trigger Source Geo: 0.510 mm/s
 Mic: 125 dB(L)
Range Geo :254 mm/s
Record Time 3.0 sec at 1024 sps

Serial Number BE19013 V 10.40-1.1 Minimate Blaster
Battery Level 6.1 Volts
Calibration October 2, 2012 by InstanTel
File Name U013FSED.450

Notes

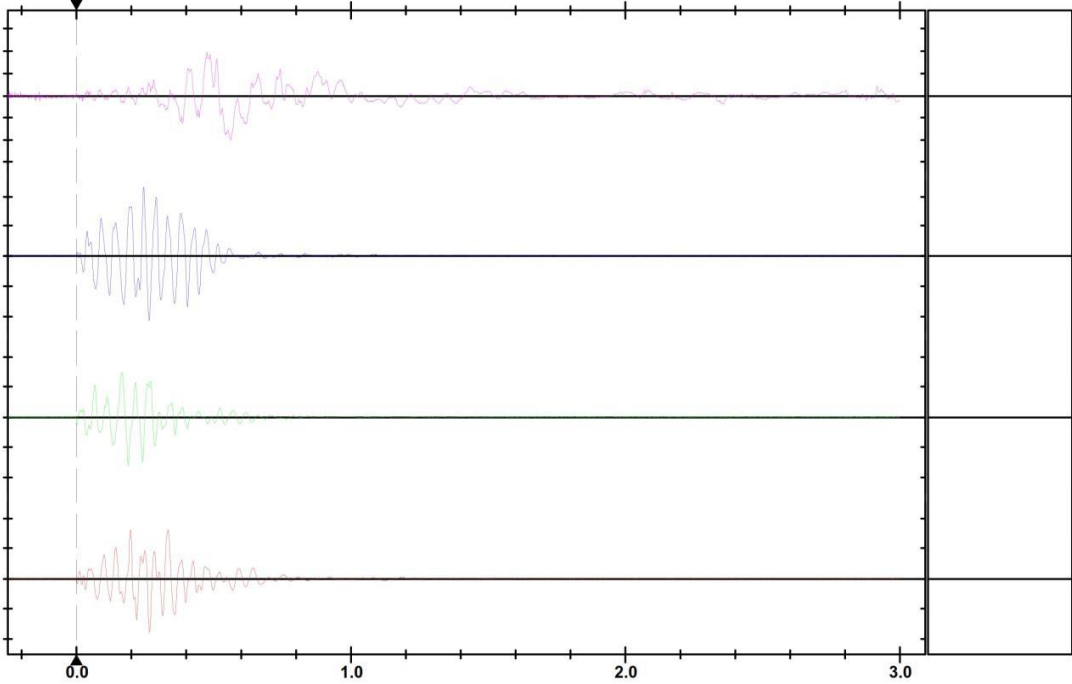
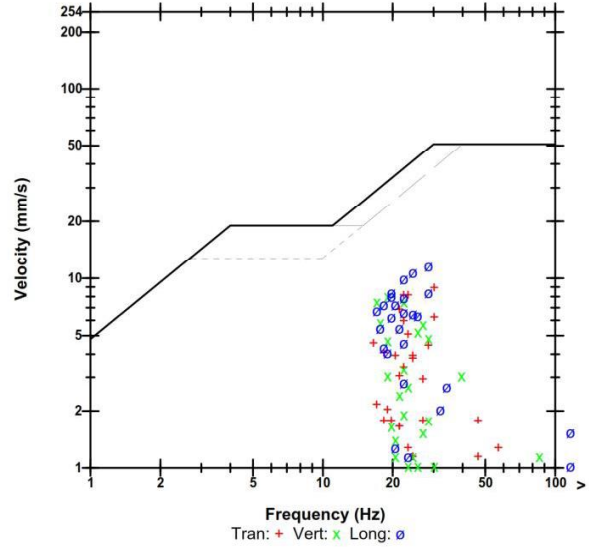
Post Event Notes

Microphone Linear Weighting
PSPL 120.0 dB(L) at 0.562 sec
ZC Freq 4.4 Hz
Channel Test Disabled

	Tran	Vert	Long	
PPV	8.89	8.00	11.6	mm/s
ZC Freq	30	19	28	Hz
Time (Rel. to Trig)	0.266	0.188	0.244	sec
Peak Acceleration	0.199	0.133	0.186	g
Peak Displacement	0.0613	0.0615	0.0775	mm
Sensorcheck	Disabled	Disabled	Disabled	
Frequency	***	***	***	Hz
Overswing Ratio	***	***	***	

Peak Vector Sum 14.6 mm/s at 0.266 sec

USBM R18507 And OSMRE



Time Scale: 0.20 sec/div **Amplitude Scale:** Geo: 5.00 mm/s/div Mic: 10.00 pa.(L)/div
Trigger = <--->

Sensorcheck



Event Report

Date/Time Long at 16:31:41 April 6, 2015
Trigger Source Geo: 0.510 mm/s
Range Geo :254 mm/s
Record Time 3.0 sec at 1024 sps

Serial Number BE19013 V 10.40-1.1 Minimate Blaster
Battery Level 6.3 Volts
Calibration October 2, 2012 by InstanTel
File Name U013FSJX.WT0

Notes

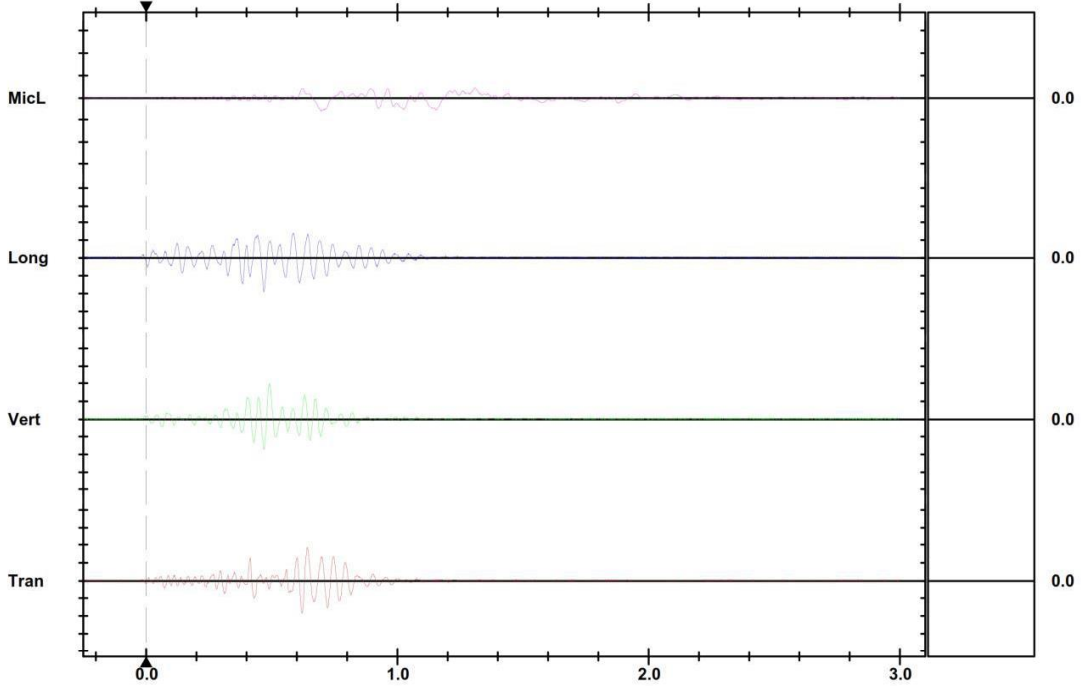
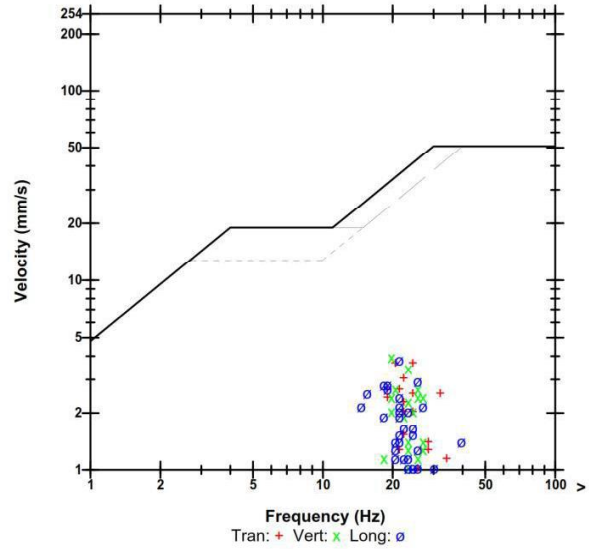
Post Event Notes

Microphone Linear Weighting
PSPL 109.9 dB(L) at 0.696 sec
ZC Freq 6.8 Hz
Channel Test Disabled

	Tran	Vert	Long	
PPV	3.68	3.94	3.81	mm/s
ZC Freq	24	20	21	Hz
Time (Rel. to Trig)	0.620	0.490	0.469	sec
Peak Acceleration	0.0663	0.0663	0.0530	g
Peak Displacement	0.0285	0.0313	0.0277	mm
Sensorcheck	Disabled	Disabled	Disabled	
Frequency	***	***	***	Hz
Overswing Ratio	***	***	***	

Peak Vector Sum 5.13 mm/s at 0.469 sec

USBM R18507 And OSMRE



Time Scale: 0.20 sec/div **Amplitude Scale:** Geo: 2.00 mm/s/div Mic: 10.00 pa.(L)/div
Trigger =

Sensorcheck



Event Report

Date/Time Long at 12:56:11 April 8, 2015
Trigger Source Geo: 0.510 mm/s
 Mic: 125 dB(L)
Range Geo :254 mm/s
Record Time 3.0 sec at 1024 sps

Serial Number BE19013 V 10.40-1.1 Minimate Blaster
Battery Level 6.3 Volts
Calibration October 2, 2012 by Instantel
File Name U013FSND.9N0

Notes

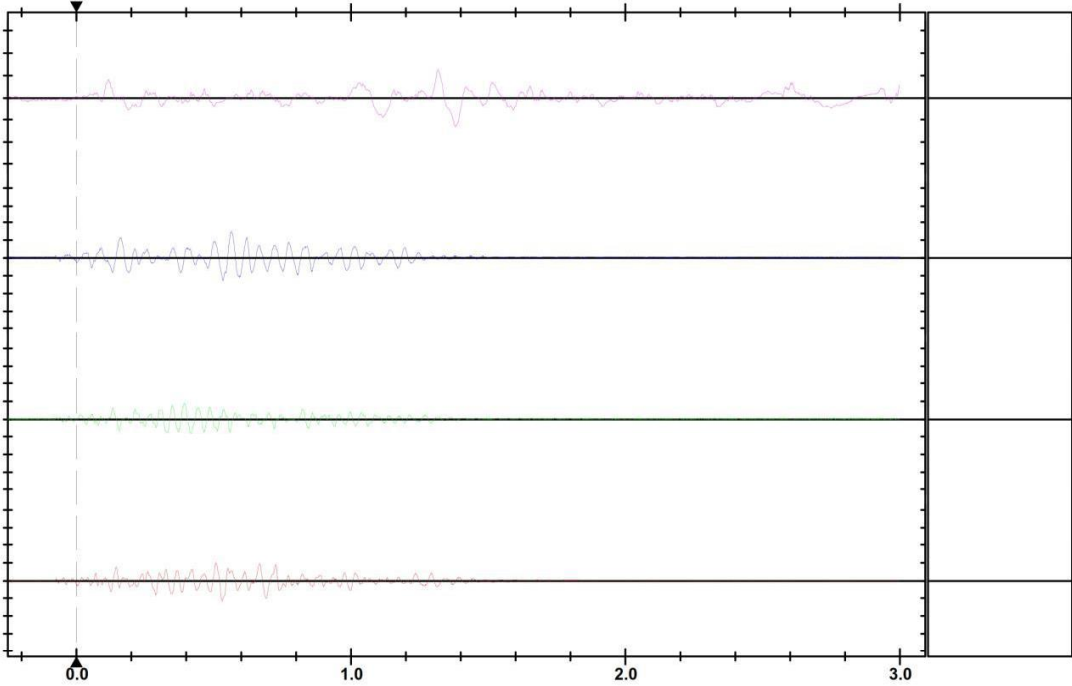
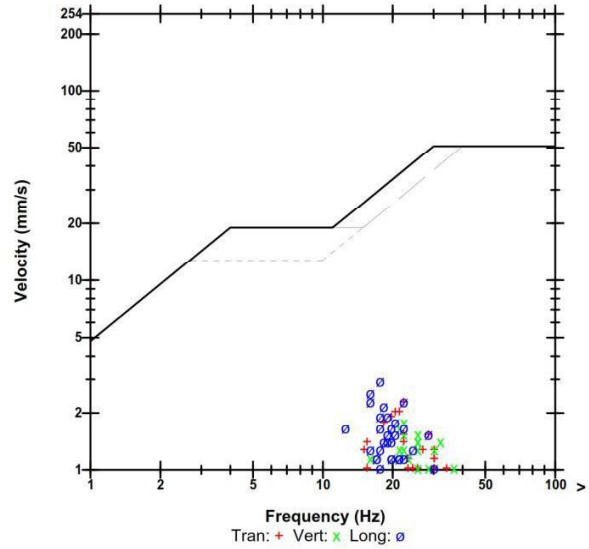
Post Event Notes

Microphone Linear Weighting
PSPL 116.4 dB(L) at 1.380 sec
ZC Freq 7.6 Hz
Channel Test Disabled

	Tran	Vert	Long	
PPV	2.29	1.78	2.92	mm/s
ZC Freq	22	22	18	Hz
Time (Rel. to Trig)	0.529	0.393	0.563	sec
Peak Acceleration	0.0398	0.0398	0.0530	g
Peak Displacement	0.0179	0.0127	0.0265	mm
Sensorcheck	Disabled	Disabled	Disabled	
Frequency	***	***	***	Hz
Overswing Ratio	***	***	***	

Peak Vector Sum 3.45 mm/s at 0.533 sec

USBM R18507 And OSMRE

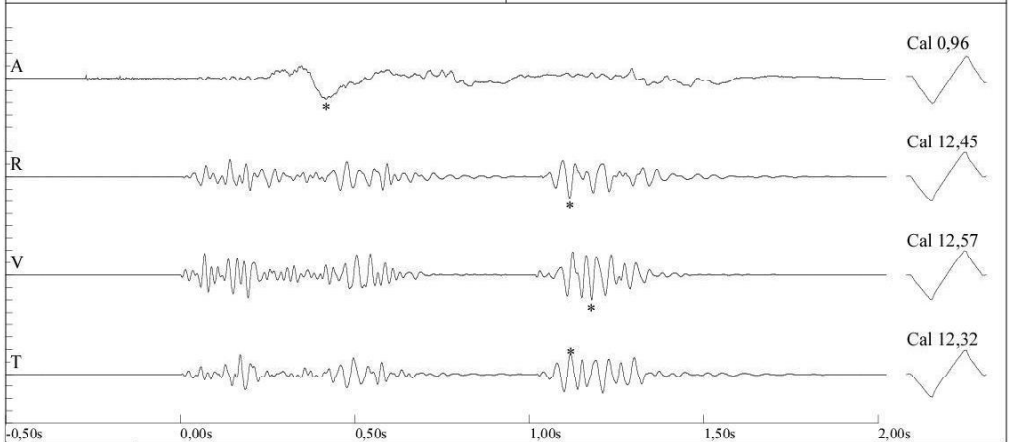


Time Scale: 0.20 sec/div **Amplitude Scale:** Geo: 2.00 mm/s/div Mic: 10.00 pa.(L)/div
Trigger = >-----<

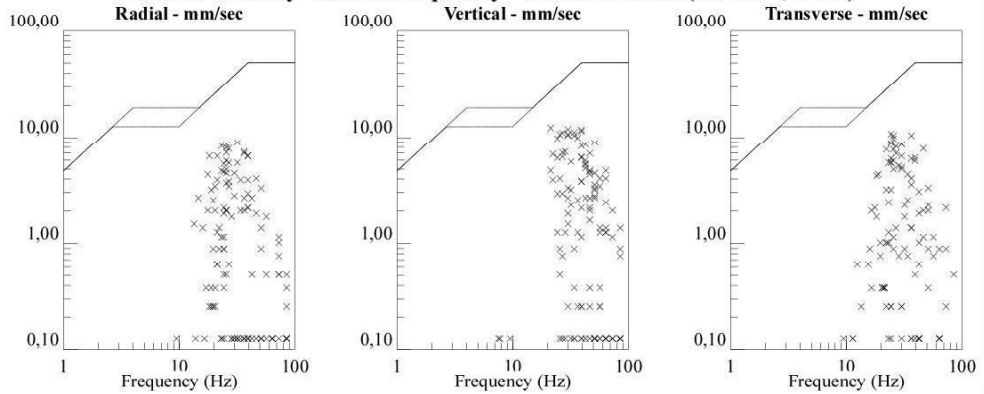
Sensorcheck

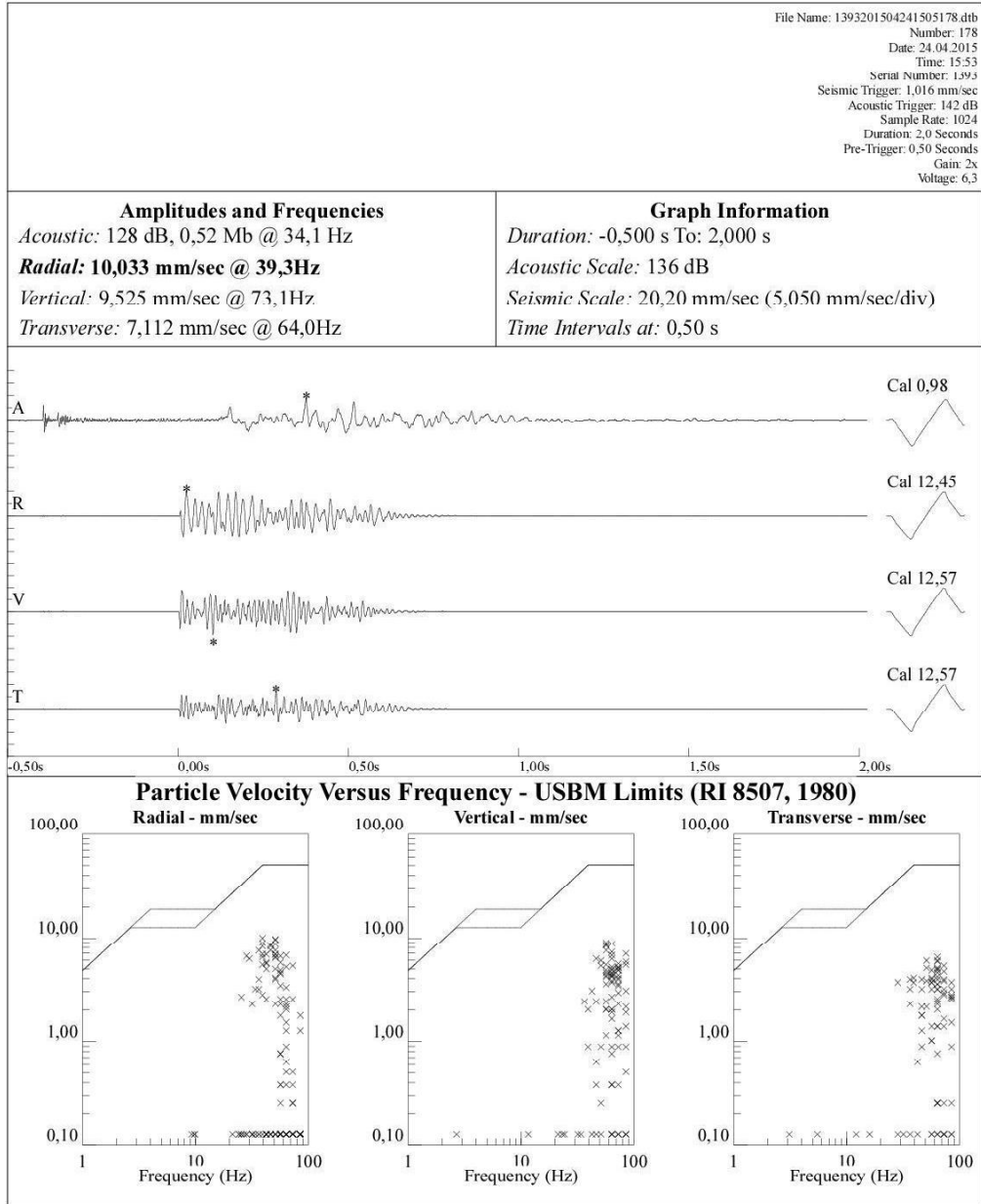
File Name: 1393201504241304161.dtb
 Number: 161
 Date: 27.04.2015
 Time: 17:15
 Serial Number: 1393
 Seismic Trigger: 1,016 mm/sec
 Acoustic Trigger: 142 dB
 Sample Rate: 1024
 Duration: 2.0 Seconds
 Pre-Trigger: 0.50 Seconds
 Gain: 2x
 Voltage: 6,3

Amplitudes and Frequencies	Graph Information
Acoustic: 128 dB, 0,52 Mb @ 3,4 Hz	Duration: -0,500 s To: 2,000 s
Radial: 11,303 mm/sec @ 26,9Hz	Acoustic Scale: 136 dB
Vertical: 13,081 mm/sec @ 36,5Hz	Seismic Scale: 26,20 mm/sec (6,550 mm/sec/div)
Transverse: 10,795 mm/sec @ 24,3Hz	Time Intervals at: 0,50 s



Particle Velocity Versus Frequency - USBM Limits (RI 8507, 1980)





ÖZGEÇMİŞ

Cüneyt Ali DEMİRTÜRK 1980 yılında SAMSUN’Un Terme ilçesinde doğdu. İlköğretimini Terme Atatürk İlkOkulu’nda tamamlamıştır. Ortaöğretimine 1991 yılında Samsun Anadolu Lisesinde başlayıp, Çorum Anadolu Lisesinde tamamlamayı müteakip 1995 yılında Kuleli Askeri Lisesinde öğrenimine başlamıştır. Kuleli Askeri Lisesinden 1998 yılında mezun olarak KARA HARP OKULU’na devam eden Cüneyt Ali DEMİRTÜRK buradan da 2002 yılında Sistem Mühendisliği lisans derecesiyle mezun olmuş ve Türk Silahlı Kuvvetlerindeki görevine başlamıştır. Yurdun ve dünyanın çeşitli yerlerinde Takım / Bölük Komutanı ve özel karargah subayı olarak ve görev yapmış halen TEKİRDAĞ ilinde Marmara Ereğlisi Özel Eğitim Merkezi Komutanlığında Sosyal Hizmet Amiri olarak görev yapmaktadır. Evli ve bir çocuk babasıdır. Çok iyi derecede İngilizce ve orta derece Almanca bilmektedir.