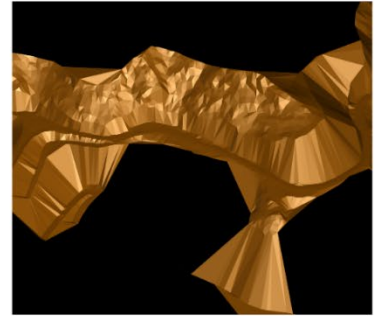
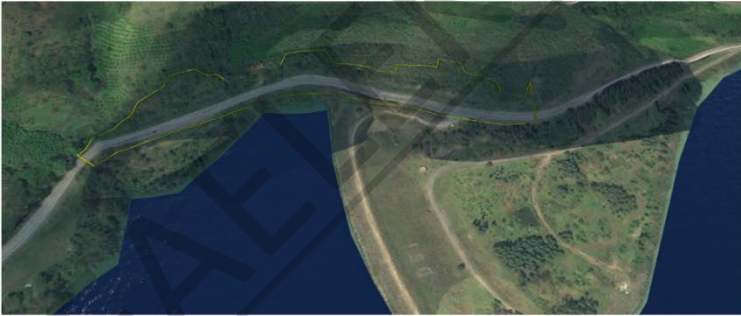
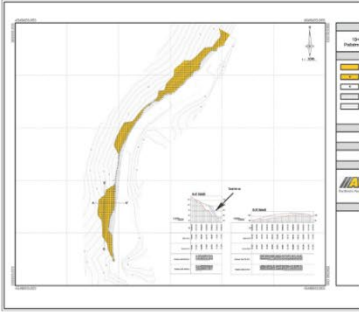
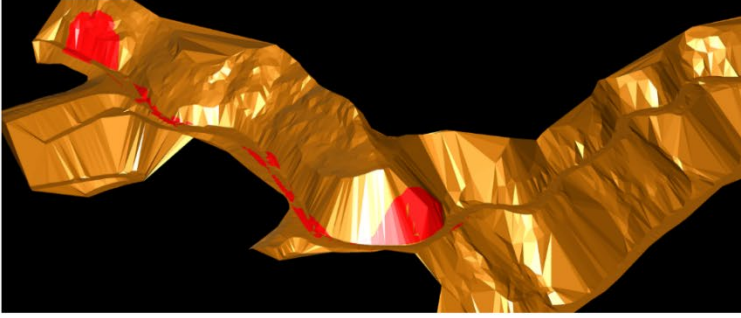


ALFAELEKTROMETAL
Sanayi ve Ticaret Ltd. Şti.



ALFAELEKTROMETAL

Alfa Elektro Metal ve Savunma San. Tic. Ltd. Şti.

Prof. Dr. Ahmet Taner Kışlalı Mah. 2834 Cad. No:26 Çankaya
ANKARA/TÜRKİYE

GSM: +90.532.412 95 84 Ofis +90 312 240 50 80 Faks: +90.312 240 50 81
e-mail: info@alfaelektrometal.com.tr

ALFAELEKTROMETAL

(.....) AYR. –
..... ARASI TOPRAK
TESVİYE, SANAT YAPILARI VE ÜST YAPI
(BSK) İKMAL İŞLERİ
PİROTEKNİK KAYA KIRICI TEST ATIMI BİLGİ NOTU
Alfa Elektro Metal ve Savunma San. Tic. Ltd. Şti.

Prof. Dr. Ahmet Taner Kışlalı Mah. 2834 Cad. No:26 Çankaya
ANKARA/TÜRKİYE
GSM: +90.532.412 95 84 Ofis +90 312 240 50 80 Faks: +90.312 240 50 81
e-mail: info@alfaelektrometal.com.tr

Proje Sahibi	Rapor Tarihi	Versiyon	Rapor No	Rapor Durumu
Karayolları Genel Müdür..... Bölge Müdürlüğü	26.06.2022	V.001	2022.....-T-V001	Nihai

ALFAELEKTROMETAL

İÇİNDEKİLER

1.	Proje Hakkında	4
2.	Piroteknik Kaya Kırıcı Kullanılacak Yarma Km Bilgileri	5
3.	Alternatifli Test Atımı Delik Düzeni Tasarımı	6
3.1.	Piroteknik Kaya Kırıcı Test Atımı Alternatif-1 Tasarımı	6
3.1.1.	Alternatif-1 Tasarımı Çevresel Etkileri Tahmin Hesaplamaları	7
3.2.	Piroteknik Kaya Kırıcı Test Atımı Alternatif-2 Tasarımı	9
3.3.	Alternatif-2 Tasarımı Çevresel Etkiler Tahmin Hesaplamaları	11
3.4.	Piroteknik Kaya Kırıcı Test Atımı Alternatif-3 Tasarımı	13
3.5.	Alternatif-3 Tasarımı Çevresel Etkiler Tahmin Hesaplamaları	15
4.	Ek Listesi	18

ŞEKİL DİZİNİ

Şekil 1.	Proje Alanı Uydu Görüntüsü	4
Şekil 2.	Alternatif-1 Delik Düzeni Tasarımı	7
Şekil 3.	Alternatif-2 Delik Düzeni Tasarımı	11
Şekil 4.	Alternatif-3 Delik Düzeni Tasarımı	15

TABLO DİZİNİ

Tablo 1.	Piroteknik Kaya Kırıcı Kullanılacak Km Kesimleri ve Alıcı Ortamlar Tablosu	5
Tablo 2.	Alternatif-1 Tasarımı Delik Bazlı Detay Tablosu	6
Tablo 3.	ÇGDYY Ek-VII, Tablo-6: Maden ve Taş Ocakları İle Benzeri Alanlarda Patlatma Nedeniyle Oluşacak Titreşimlerin En yakın Çok Hassas Kullanım Alanının Dışında Yaratacağı Zemin Titreşimlerinin İzin Verilen En Yüksek Değerleri	8
Tablo 4.	Alternatif-2 Tasarımı Delik Bazlı Detay Tablosu	9
Tablo 3.	ÇGDYY Ek-VII, Tablo-6: Maden ve Taş Ocakları İle Benzeri Alanlarda Patlatma Nedeniyle Oluşacak Titreşimlerin En yakın Çok Hassas Kullanım Alanının Dışında Yaratacağı Zemin Titreşimlerinin İzin Verilen En Yüksek Değerleri	12
Tablo 6.	Alternatif-3 Tasarımı Delik Bazlı Detay Tablosu	13
Tablo 3.	ÇGDYY Ek-VII, Tablo-6: Maden ve Taş Ocakları İle Benzeri Alanlarda Patlatma Nedeniyle Oluşacak Titreşimlerin En yakın Çok Hassas Kullanım Alanının Dışında Yaratacağı Zemin Titreşimlerinin İzin Verilen En Yüksek Değerleri	16

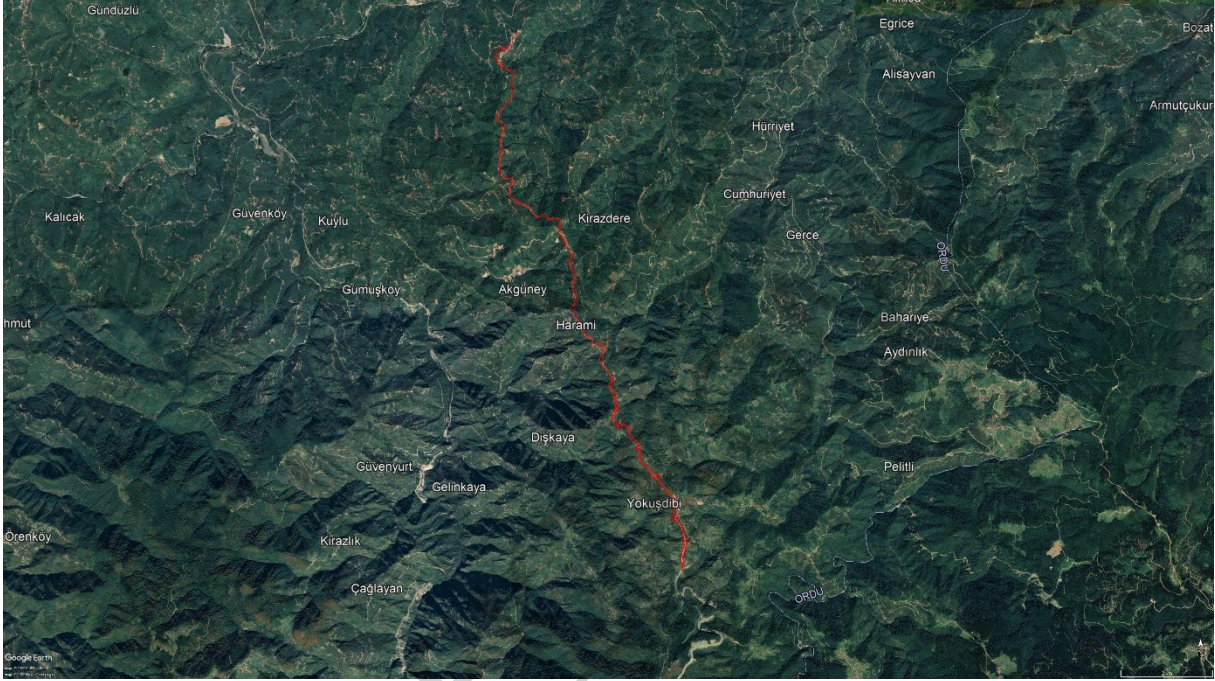
1. Proje Hakkında

Proje Sahibi: Karayolları Genel Müdürlüğü Bölge Müdürlüğü (.....)

Proje Adı:.....İl Yolu Km: Arası Toprak Tesviye, Sanat Yapıları Ve Üst Yapı (Bsk) İkmal İşleri

İşin Yapılma Yeri:İl Yolu Km:

Proje alanının gösterildiği uydu görüntüsü aşağıda verilmiştir.



Şekil 1. Proje Alanı Uydu Görüntüsü

2. Piroteknik Kaya Kırıcı Kullanılacak Yarma Km Bilgileri

Aşağıdaki tabloda piroteknik kaya kırıcı kullanılarak yapılacak kazı alanlarının km bilgileri, bu km aralıklarında bulunan alıcı ortamlar ve mesafeleri verilmiştir.

Tablo 1. Piroteknik Kaya Kırıcı Kullanılacak Km Kesimleri ve Alıcı Ortamlar Tablosu

S.NO	KM ARALIĞI		YARMA BOYU L m.	MESAFE L m.		AÇIKLAMA
1	37+980.00	38+220.00	240.00	82.00	34.00	Doğalgaz Hattı + Evler
2	37+680.00	37+780.00	100.00	80.00	75.00	Doğalgaz Hattı + Evler + Jandarma Binası
3	36+570.00	36+740.00	170.00	14.60	13.90	Doğalgaz Hattı
4	35+820.00	36+020.00	200.00	141.00	68.00	Doğalgaz Hattı + Evler
5	35+250.00	35+460.00	210.00	117.00	37.00	Doğalgaz Hattı
6	34+880.00	34+930.00	50.00	91.00	71.00	Doğalgaz Hattı
7	34+620.00	34+790.00	170.00	132.00	81.00	Doğalgaz Hattı
8	34+030.00	34+190.00	160.00	137.00	49.00	Doğalgaz Hattı
9	33+360.00	33+840.00	480.00	28.50	13.50	Doğalgaz Hattı
10	32+970.00	33+250.00	280.00	106.00	80.00	Doğalgaz Hattı
11	32+770.00	32+940.00	170.00	50.00	40.00	Doğalgaz Hattı
12	32+200.00	32+420.00	220.00	90.00	70.00	Doğalgaz Hattı
13	31+930.00	32+110.00	180.00	100.00	90.00	Sağ Tarafa Evler
14	31+260.00	31+840.00	580.00	120.00	60.00	Sağ Tarafa Evler
15	30+100.00	30+400.00	300.00	40.00	5.00	Doğalgaz Hattı + Solda Ev
16	29+000.00	29+300.00	300.00	90.00	30.00	Bakacak Girişi + Solda Evler
17	27+650.00	28+350.00	700.00	120.00	15.00	Botaş Hattı + Solda Evler Gözlemci
18	27+300.00	27+600.00	300.00	175.00	15.00	Solda Evler Sağda Cami Mezarlık
19	26+000.00	26+800.00	800.00	120.00	15.00	Solda Evler Köroğlu Mahallesi
20	24+350.00	24+600.00	250.00	120.00	90.00	Doğalgaz Hattı + Evler

Test atımı 28+800 – 28+820 km kesimleri arasında yapılması planlanmaktadır. Yukarıdaki tabloda bu alan işaretlenmiştir.

3. Alternatifli Test Atımı Delik Düzeni Tasarımı

3.1. Piroteknik Kaya Kırıcı Test Atımı Alternatif-1 Tasarımı



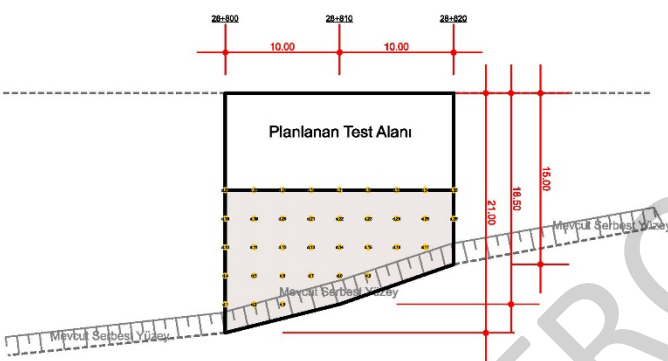
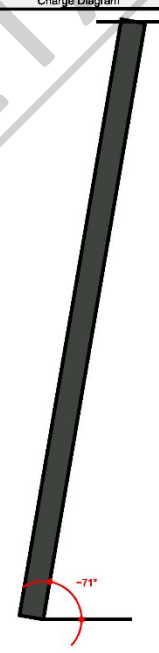
Proje kapsamında yapılacak test atımında kullanılmak üzere 3 alternatifli delik düzeni tasarımları yapılmıştır. İlk alternatifte piroteknik kaya kırıcı atımı sonucu performanstan daha çok oluşacak çevresel etkilerin minimuma indirilmesi amaçlanmıştır. Delikler arası mesafe 2,50 metre, sıralar arası mesafe 2,50 metre olarak planlanmıştır. Delik derinlikleri projenin şevli kotlu planı ve yapılmış en kesit çalışmaları üzerinden ayrı ayrı hesaplanmış ve her deliğe yerleştirilecek 83mm piroteknik kaya kırıcı kartuş miktarı yine ayrı ayrı hesaplanarak aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Tablo 2. Alternatif-1 Tasarımı Delik Bazlı Detay Tablosu

Delik No	Delik Derinliği	Delik Uzunluğu	Alternatif-1 Atım Kartuş Miktarı	Alternatif-1 Atım Toplam Kartuş Miktarı
d.1	2.00	2.11	1	49
d.2	2.00	2.11	1	
d.3	2.00	2.11	1	
d.4	2.00	2.11	1	
d.5	2.00	2.11	1	
d.6	2.00	2.11	1	
d.7	2.00	2.11	1	
d.8	2.00	2.11	1	
d.9	2.00	2.11	1	
d.10	4.00	4.21	1	
d.11	3.00	3.16	1	
d.12	3.00	3.16	1	
d.13	2.00	2.11	1	
d.14	2.50	2.63	1	
d.15	2.00	2.11	1	
d.16	2.00	2.11	1	
d.17	2.00	2.11	1	
d.18	5.00	5.26	2	
d.19	5.00	5.26	2	
d.20	5.00	5.26	2	
d.21	5.00	5.26	2	
d.22	5.00	5.26	2	
d.23	4.00	4.21	1	
d.24	3.00	3.16	1	
d.25	2.00	2.11	1	
d.26	2.00	2.11	1	
d.27	6.00	6.32	2	
d.28	6.00	6.32	2	
d.29	7.00	7.37	2	
d.30	7.00	7.37	2	
d.31	8.00	8.42	3	
d.32	7.00	7.37	2	
d.33	6.00	6.32	2	

d.34	5.00	5.26	2	
d.35	4.00	4.21	1	

Her delik 71° eğim ile delinecektir. Deliklerde 83 mm Autostem Kaya Kırıcı Kartuş kullanılacak olup, delikler 89mm olacaktır. Her kartuşun net ağırlığı 1,7 kg'dır. Ortalama delik derinliği 6,55 metredir. Test atımı sonucu yapılacak kazı ~800 m³ olacaktır. Özgül şarj 0,104 kg/m³, kartuş başına yapılması planlanan kazı miktarı ~16m³'dür. Aşağıdaki şekilde alternatif-1 delik düzeni verilmiştir(Bkz. Ek-1).

2022ÖDF-T-V001 Arası Toprak Tesviye, Sanat Yapıları ve Üst Yapı (BSK) İkmal İşleri Projesi				2022ÖDF-T-V001	
Piroteknik Kaya Kırıcı Kartuş Uygulama Formu				ALTERNATIF-1	
	BLAST	MATERIAL USED	NOTES		
	No	Kullanılacak Toplam Kartuş Sayısı	49	Her Kartuşun Net Ağırlığı	1,70 kg
	Date	Toplam Delik Sayısı	35	Dolgu Arası Mesafesi	2,50 m
	Place	Delik Boyu	Ort. 6,55 m	Delik Çapı	89 mm
	Time	Şarj Miktarı	1,70 kg	Sıra Arası Mesafe	2,50 m
	Weather			Maksimum Şarj	83,30 kg
			Kesit Alanı	--	
					
				Charge Diagram	
				NOTLAR (1) Bu tasarımda çevresel etkilerin azaltılması amaçlanmıştır. (2) Delik Eğimliği 71° (Şev Eğimi) olacaktır. (3) Delik Başına Parametreler Ayrıca Verilmiştir.	
				BLASTER	
				EMPLOYEEER	
					

Şekil 2. Alternatif-1 Delik Düzeni Tasarımı

3.1.1. Alternatif-1 Tasarımı Çevresel Etkileri Tahmin Hesaplamaları

Proje kapsamında, kazı çalışmaları esnasında piroteknik kaya kırıcı madde kullanımı nedeniyle vibrasyon meydana gelmesi söz konusudur. Tek atımda kullanılan patlayıcı miktarına bağlı olarak, patlatma sonrasında oluşacak yer titreşimi aşağıda hesaplanmıştır.

Patlatma sonucu oluşan şok dalgaları havada ve ateşlenen kaya birimi içinde belirli hız, frekans ve genlikte yayılmaktadır. Bu yayılım atım yerinden uzaklaştıkça sönme eğilimi göstermektedir. Şok dalgalarının çevrede bulunan hassas noktalara (bina, köprü, baraj vb.) hasar verebileceği mesafe aşağıda açıklanan bağıntılar yardımıyla hesaplanabilmektedir. Bağıntılarda değişken olarak anlık şarj atım yeri ile çevre birimleri arasındaki mesafe ve kayaç türlerine ait katsayılar bulunmaktadır.

Patlatma kaynaklı yer titreşimi tahmin formülü Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı Patlatma Kılavuzunda belirtildiği üzere aşağıdaki formülle hesaplanmaktadır. Ancak bu formül ANFO ve dinamik atımları için kullanılmakta olup, proje kapsamında kullanılması planlanan piroteknik kaya kırıcı kartuşlar için kılavuzda veya literatürde hesap yöntemi bulunmamaktadır. Patlatma kaynaklı yer titreşimi patlayıcının patlama hızı ile orantılıdır. Piroteknik kaya kırıcılar ses hızından daha az bir hızda kırma

yapmaktadır (340-355 m/s). Dinamit, Emülsiyon ve ANFO için ise patlama hızı 3600-5000 m/s'dir. Bu sebeple piroteknik kaya kırıcı kartuşların Dinamit, Emülsiyon ve ANFO tipi patlayıcılara göre titreşim, şok dalgası ve taş savrulması etkileri 10-15 kat daha azdır. Bu sebeple anlık şarj miktarı 15 kat düşük kabul edilecektir.

$$PPV = k x (D/\sqrt{W})$$

Bu formülde;

PPV: Tahmin edilecek olan (veya ölçülen) en yüksek (tepe) titreşim seviyesi (mm/sn)

K: Patlatma sonucu oluşan sonik (sismik) dalgaların inceleme konusu zeminde yayılması ile ilgili bir katsayı

D: Patlatma noktası ile söz konusu inceleme noktası (veya ölçüm noktası veya hasar görmesi olası ve incelenen yapı) arasındaki fiziki uzaklık (m)

W: Patlatma yapılan madende anlık (gecikme başına) patlatılan patlayıcı madde (kg)

β : İstatistik analiz sonucu saptanan doğrunun eğimi

Tablo 3. ÇGDYY Ek-VII, Tablo-6: Maden ve Taş Ocakları İle Benzeri Alanlarda Patlatma Nedeniyle Oluşacak Titreşimlerin En yakın Çok Hassas Kullanım Alanının Dışında Yaratacağı Zemin Titreşimlerinin İzin Verilen En Yüksek Değerleri

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

Alıcı ortamın 50 metre olacağı durumda;

$$W = 83,30 \text{ kg}$$

$$W_{\text{Formüle Girilen}} = [83,30 \text{ kg}] / [15]$$

$$= 5,55 \text{ kg}$$

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

$$SD = 21,22$$

$$P = 1090 \times SD^{-1,82}$$

$$P = 4,19 \text{ mm/sn}$$

Maden ve taş ocakları ile benzeri faaliyette bulunan alanlardaki patlatmaların çevredeki yapılara zarar vermemesi için, en yakındaki yapının dışında, zeminde ölçülecek titreşim düzeyi ÇDDY Yönetmeliği Tablo-6'da verilen değerleri geçemez. Bu kapsamda hesaplanan 4,19 mm/sn değeri yönetmeliğin izin verdiği 5 mm/sn değerinden düşük olduğundan 50 metre mesafede Alternatif-1 tasarımının titreşim kaynaklı olumsuz etkisi beklenmemektedir.

Alıcı ortamın 75 metre olacağı durumda;

$$W = 83,30 \text{ kg}$$

$$W_{\text{Formüle Girilen}} = [83,30 \text{ kg}] / [15]$$

$$= 5,55 \text{ kg}$$

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

$$SD = 31,83$$

¹ (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.)

$$P = 1090 \times SD^{-1,82}$$

$$P = 2,00 \text{ mm/sn}$$

Maden ve taş ocakları ile benzeri faaliyette bulunan alanlardaki patlatmaların çevredeki yapılara zarar vermemesi için, en yakındaki yapının dışında, zeminde ölçülecek titreşim düzeyi ÇDDY Yönetmeliği Tablo-6'da verilen değerleri geçemez. Bu kapsamda hesaplanan 2,00 mm/sn değeri yönetmeliğin izin verdiği 5 mm/sn değerinden düşük olduğundan 75 metre mesafede Alternatif-1 tasarımının titreşim kaynaklı olumsuz etkisi beklenmemektedir.

Alıcı ortamın 100 metre olacağı durumda;

$$W = 83,30 \text{ kg}$$

$$W_{\text{Formüle Girilen}} = [83,30 \text{ kg}] / [15]$$

$$= 5,55 \text{ kg}$$

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

$$SD = 42,45$$

$$P = 1090 \times SD^{-1,82}$$

$$P = 1,19 \text{ mm/sn}$$

Maden ve taş ocakları ile benzeri faaliyette bulunan alanlardaki patlatmaların çevredeki yapılara zarar vermemesi için, en yakındaki yapının dışında, zeminde ölçülecek titreşim düzeyi ÇDDY Yönetmeliği Tablo-6'da verilen değerleri geçemez. Bu kapsamda hesaplanan 1,19 mm/sn değeri yönetmeliğin izin verdiği 5 mm/sn değerinden düşük olduğundan 100 metre mesafede Alternatif-1 tasarımının titreşim kaynaklı olumsuz etkisi beklenmemektedir.

Yukarıda da yapılan titreşim tahmin hesaplamalarının da gösterdiği gibi 50 metreye kadar piroteknik kaya kırıcı kartuşların olumsuz titreşim etkisi beklenmemektedir. Alıcı ortamların 50 metreden daha yakın olduğu yerlerde atımlar sıralar arası aşamalı olarak yapılması yöntemleri uygulanarak anlık şarj miktarı azaltılarak bu titreşim etkisi ortadan kaldırılabilir. Örneğin Alternatif-1 tasarımları 4 aşamalı şekilde gerçekleştirilirse 23 metreye kadar olumsuz titreşim etkisi beklenmeden çalışılabilir.

3.2. Piroteknik Kaya Kırıcı Test Atımı Alternatif-2 Tasarımı

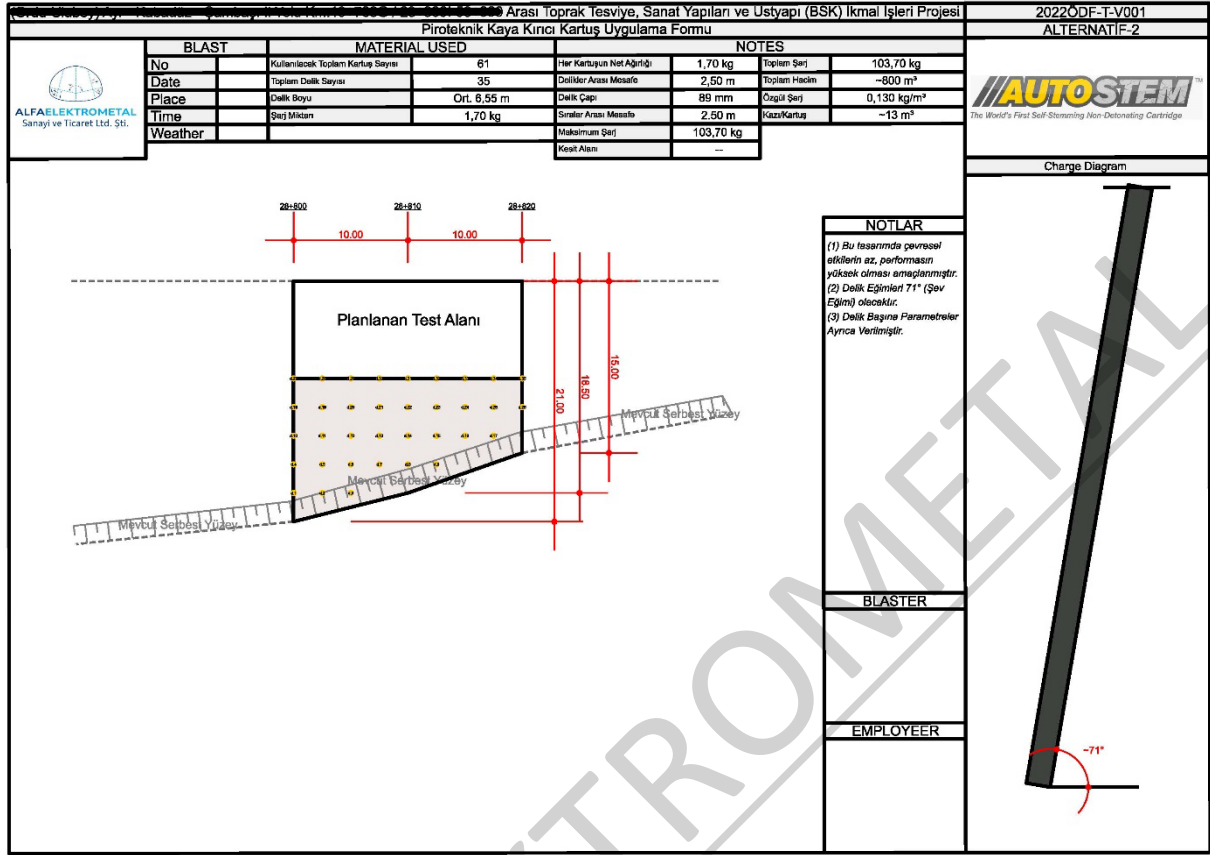
Alternatif-2 tasarım çalışmalarında hem çevresel etkilerin az olması amaçlanmış, hem de performans artırılarak daha verimli bir atım amaçlanmıştır.

Tablo 4. Alternatif-2 Tasarımı Delik Bazlı Detay Tablosu

Delik No	Delik Derinliği	Delik Uzunluğu	Alternatif-2 Atım Kartuş Miktarı	Alternatif-2 Atım Toplam Kartuş Miktarı
d.1	2.00	2.11	1	61
d.2	2.00	2.11	1	
d.3	2.00	2.11	1	
d.4	2.00	2.11	1	
d.5	2.00	2.11	1	
d.6	2.00	2.11	1	
d.7	2.00	2.11	1	
d.8	2.00	2.11	1	
d.9	2.00	2.11	1	
d.10	4.00	4.21	2	
d.11	3.00	3.16	1	

d.12	3.00	3.16	1
d.13	2.00	2.11	1
d.14	2.50	2.63	1
d.15	2.00	2.11	1
d.16	2.00	2.11	1
d.17	2.00	2.11	1
d.18	5.00	5.26	2
d.19	5.00	5.26	2
d.20	5.00	5.26	2
d.21	5.00	5.26	2
d.22	5.00	5.26	2
d.23	4.00	4.21	2
d.24	3.00	3.16	2
d.25	2.00	2.11	1
d.26	2.00	2.11	1
d.27	6.00	6.32	3
d.28	6.00	6.32	3
d.29	7.00	7.37	3
d.30	7.00	7.37	3
d.31	8.00	8.42	4
d.32	7.00	7.37	3
d.33	6.00	6.32	3
d.34	5.00	5.26	3
d.35	4.00	4.21	2

Her delik 71° eğim ile delinecektir. Deliklerde 83 mm Autostem Kaya Kırıcı Kartuş kullanılacak olup, delikler 89mm olacaktır. Her kartuşun net ağırlığı 1,7 kg'dır. Ortalama delik derinliği 6,55 metredir. Test atımı sonucu yapılacak kazı ~800 m³ olacaktır. Özgül şarj 0,130 kg/m³, kartuş başına yapılması planlanan kazı miktarı ~13m³dür. Aşağıdaki şekilde alternatif-2 delik düzeni verilmiştir(Bkz. Ek-2).



Şekil 3. Alternatif-2 Delik Düzeni Tasarımı

3.3. Alternatif-2 Tasarımı Çevresel Etkiler Tahmin Hesaplamaları

Proje kapsamında, kazı çalışmaları esnasında piroteknik kaya kırıcı madde kullanımı nedeniyle vibrasyon meydana gelmesi söz konusudur. Tek atımda kullanılan patlayıcı miktarına bağlı olarak, patlatma sonrasında oluşacak yer titreşimi aşağıda hesaplanmıştır.

Patlatma sonucu oluşan şok dalgaları havada ve ateşlenen kaya birimi içinde belirli hız, frekans ve genlikte yayılmaktadır. Bu yayılım atım yerinden uzaklaştıkça sönme eğilimi göstermektedir. Şok dalgalarının çevrede bulunan hassas noktalara (bina, köprü, baraj vb.) hasar verebileceği mesafe aşağıda açıklanan bağıntılar yardımıyla hesaplanabilmektedir. Bağıntılarda değişken olarak anlık şarj atım yeri ile çevre birimleri arasındaki mesafe ve kayaç türlerine ait katsayılar bulunmaktadır.

Patlatma kaynaklı yer titreşimi tahmin formülü Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı Patlatma Kılavuzunda belirtildiği üzere aşağıdaki formülle hesaplanmaktadır. Ancak bu formül ANFO ve dinamit atımları için kullanılmakta olup, proje kapsamında kullanılması planlanan piroteknik kaya kırıcı kartuşlar için kılavuzda veya literatürde hesap yöntemi bulunmamaktadır. Patlatma kaynaklı yer titreşimi patlayıcının patlama hızı ile orantılıdır. Piroteknik kaya kırıcılar ses hızından daha az bir hızda kırma yapmaktadır (340-355 m/s). Dinamit, Emülsiyon ve ANFO için ise patlama hızı 3600-5000 m/s'dir. Bu sebeple piroteknik kaya kırıcı kartuşların Dinamit, Emülsiyon ve ANFO tipi patlayıcılara göre titreşim, şok dalgası ve taş savrulması etkileri 10-15 kat daha azdır. Bu sebeple anlık şarj miktarı 15 kat düşük kabul edilecektir.

$$PPV = k x (D/\sqrt{W})$$

Bu formülde;

PPV: Tahmin edilecek olan (veya ölçülen) en yüksek (tepe) titreşim seviyesi (mm/sn)

K: Patlatma sonucu oluşan ses (sismik) dalgaların inceleme konusu zeminde yayılması ile ilgili bir katsayı

D: Patlatma noktası ile söz konusu inceleme noktası (veya ölçüm noktası veya hasar görmesi olası ve incelenen yapı) arasındaki fiziki uzaklık (m)

W: Patlatma yapılan madende anlık (gecikme başına) patlatılan patlayıcı madde (kg)

β : İstatistik analiz sonucu saptanan doğrunun eğimi

Tablo 5. ÇGDYY Ek-VII, Tablo-6: Maden ve Taş Ocakları İle Benzeri Alanlarda Patlatma Nedeniyle Oluşacak Titreşimlerin En yakın Çok Hassas Kullanım Alanının Dışında Yaratacağı Zemin Titreşimlerinin İzin Verilen En Yüksek Değerleri

Titreşim Frekansı (Hz) ²	İzin Verilen En Yüksek Titreşim Hızı (Tepe Değeri-mm/s)
1	5
4-10	19
30-100	50

Alıcı ortamın 51 metre olacağı durumda;

$$W = 103,70 \text{ kg}$$

$$W_{\text{Formüle Girilen}} = [103,70 \text{ kg}] / [15]$$

$$= 6,91 \text{ kg}$$

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

$$SD = 19,40$$

$$P = 1090 \times SD^{-1,82}$$

$$P = 4,94 \text{ mm/sn}$$

Maden ve taş ocakları ile benzeri faaliyette bulunan alanlardaki patlatmaların çevredeki yapılara zarar vermemesi için, en yakındaki yapının dışında, zeminde ölçülecek titreşim düzeyi ÇDDY Yönetmeliği Tablo-6'da verilen değerleri geçemez. Bu kapsamda hesaplanan 4,94 mm/sn değeri yönetmeliğin izin verdiği 5 mm/sn değerinden düşük olduğundan 51 metre mesafede Alternatif-2 tasarımının titreşim kaynaklı olumsuz etkisi beklenmemektedir.

Alıcı ortamın 75 metre olacağı durumda;

$$W = 103,70 \text{ kg}$$

$$W_{\text{Formüle Girilen}} = [103,70 \text{ kg}] / [15]$$

$$= 6,91 \text{ kg}$$

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

$$SD = 28,53$$

$$P = 1090 \times SD^{-1,82}$$

$$P = 2,45 \text{ mm/sn}$$

² (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.)

Maden ve taş ocakları ile benzeri faaliyette bulunan alanlardaki patlatmaların çevredeki yapılara zarar vermemesi için, en yakındaki yapının dışında, zeminde ölçülecek titreşim düzeyi ÇDDY Yönetmeliği Tablo-6'da verilen değerleri geçemez. Bu kapsamda hesaplanan 2,45 mm/sn değeri yönetmeliğin izin verdiği 5 mm/sn değerinden düşük olduğundan 75 metre mesafede Alternatif-2 tasarımının titreşim kaynaklı olumsuz etkisi beklenmemektedir.

Alıcı ortamın 100 metre olacağı durumda;

$$W = 103,70 \text{ kg}$$

$$W_{\text{Formüle Girilen}} = [103,70 \text{ kg}] / [15] \\ = 6,91 \text{ kg}$$

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

$$SD = 38,04$$

$$P = 1090 \times SD^{-1,82}$$

$$P = 1,45 \text{ mm/sn}$$

Maden ve taş ocakları ile benzeri faaliyette bulunan alanlardaki patlatmaların çevredeki yapılara zarar vermemesi için, en yakındaki yapının dışında, zeminde ölçülecek titreşim düzeyi ÇDDY Yönetmeliği Tablo-6'da verilen değerleri geçemez. Bu kapsamda hesaplanan 1,45 mm/sn değeri yönetmeliğin izin verdiği 5 mm/sn değerinden düşük olduğundan 100 metre mesafede Alternatif-2 tasarımının titreşim kaynaklı olumsuz etkisi beklenmemektedir.

Yukarıda da yapılan titreşim tahmin hesaplamalarının da gösterdiği gibi 51 metreye kadar piroteknik kaya kırıcı kartuşların olumsuz titreşim etkisi beklenmemektedir. Alıcı ortamların 51 metreden daha yakın olduğu yerlerde atımlar sıralar arası aşamalı olarak yapılması yöntemleri uygulanarak anlık şarj miktarı azaltılarak bu titreşim etkisi ortadan kaldırılabilecektir. Örneğin Alternatif-2 tasarımları 4 aşamalı şekilde gerçekleştirilirse 26 metreye kadar olumsuz titreşim etkisi beklenmeden çalışılabilecektir.

3.4. Piroteknik Kaya Kırıcı Test Atımı Alternatif-3 Tasarımı

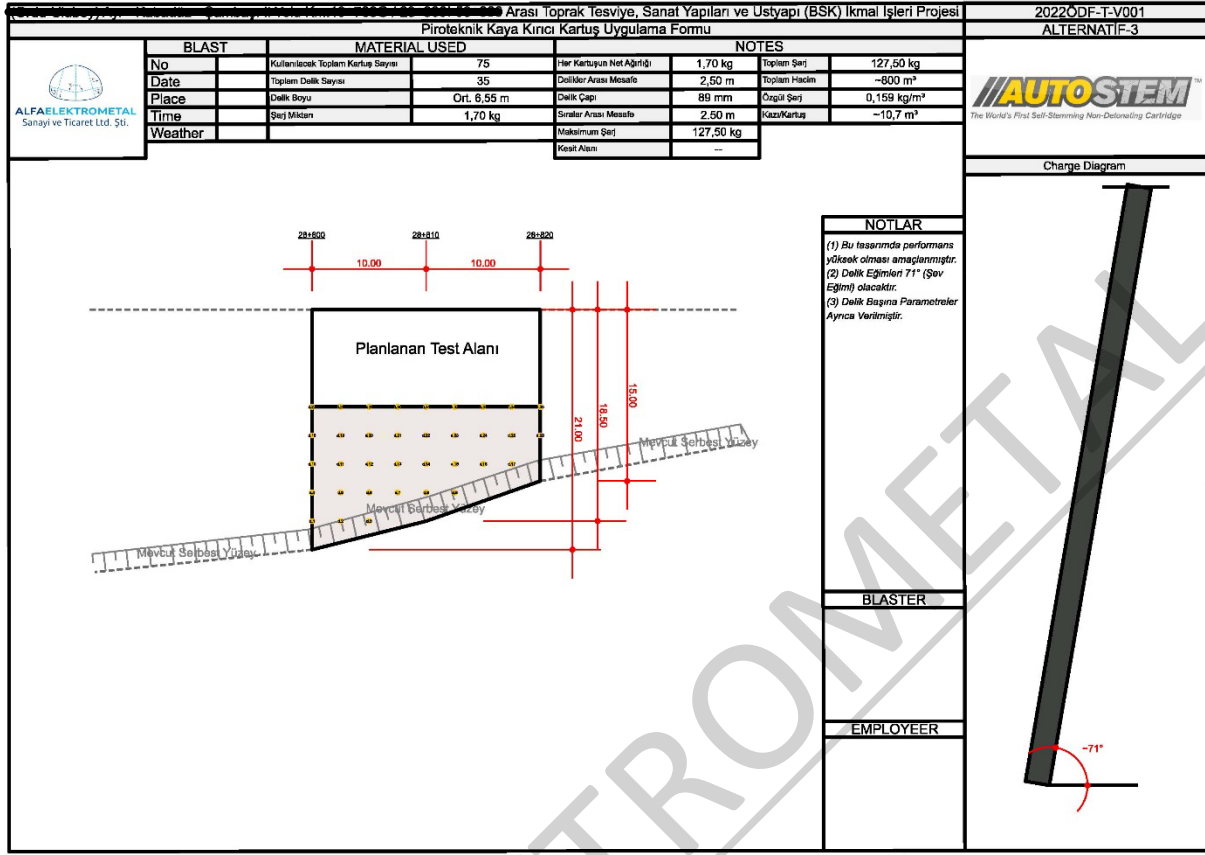
Alternatif-3 tasarım çalışmalarında performansın yüksek olması amaçlanmıştır.

Tablo 6. Alternatif-3 Tasarımı Delik Bazlı Detay Tablosu

Delik No	Delik Derinliği	Delik Uzunluğu	Alternatif-3 Atım Kartuş Miktarı	Alternatif-3 Atım Toplam Kartuş Miktarı
d.1	2.00	2.11	1	75
d.2	2.00	2.11	1	
d.3	2.00	2.11	1	
d.4	2.00	2.11	1	
d.5	2.00	2.11	1	
d.6	2.00	2.11	1	
d.7	2.00	2.11	1	
d.8	2.00	2.11	1	
d.9	2.00	2.11	1	
d.10	4.00	4.21	2	
d.11	3.00	3.16	1	
d.12	3.00	3.16	1	
d.13	2.00	2.11	1	
d.14	2.50	2.63	1	
d.15	2.00	2.11	1	

d.16	2.00	2.11	1
d.17	2.00	2.11	1
d.18	5.00	5.26	3
d.19	5.00	5.26	3
d.20	5.00	5.26	3
d.21	5.00	5.26	3
d.22	5.00	5.26	3
d.23	4.00	4.21	3
d.24	3.00	3.16	3
d.25	2.00	2.11	1
d.26	2.00	2.11	1
d.27	6.00	6.32	4
d.28	6.00	6.32	4
d.29	7.00	7.37	4
d.30	7.00	7.37	4
d.31	8.00	8.42	4
d.32	7.00	7.37	4
d.33	6.00	6.32	4
d.34	5.00	5.26	4
d.35	4.00	4.21	2

Her delik 71° eğim ile delinecektir. Deliklerde 83 mm Autostem Kaya Kırıcı Kartuş kullanılacak olup, delikler 89mm olacaktır. Her kartuşun net ağırlığı 1,7 kg'dır. Ortalama delik derinliği 6,55 metredir. Test atımı sonucu yapılacak kazı ~800 m³ olacaktır. Özgül şarj 0,159 kg/m³, kartuş başına yapılması planlanan kazı miktarı ~10,70 m³'dür. Aşağıdaki şekilde alternatif-3 delik düzeni verilmiştir(Bkz. Ek-3).



Şekil 4. Alternatif-3 Delik Düzeni Tasarımı

3.5. Alternatif-3 Tasarımı Çevresel Etkiler Tahmin Hesaplamaları

Proje kapsamında, kazı çalışmaları esnasında piroteknik kaya kırıcı madde kullanımı nedeniyle vibrasyon meydana gelmesi söz konusudur. Tek atımda kullanılan patlayıcı miktarına bağlı olarak, patlatma sonrasında oluşacak yer titreşimi aşağıda hesaplanmıştır.

Patlatma sonucu oluşan şok dalgaları havada ve ateşlenen kaya birimi içinde belirli hız, frekans ve genlikte yayılmaktadır. Bu yayılım atım yerinden uzaklaştıkça sönme eğilimi göstermektedir. Şok dalgalarının çevrede bulunan hassas noktalara (bina, köprü, baraj vb.) hasar verebileceği mesafe aşağıda açıklanan bağıntılar yardımıyla hesaplanabilmektedir. Bağıntılarda değişken olarak anlık şarj atım yeri ile çevre birimleri arasındaki mesafe ve kayaç türlerine ait katsayılar bulunmaktadır.

Patlatma kaynaklı yer titreşimi tahmin formülü Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı Patlatma Kılavuzunda belirtildiği üzere aşağıdaki formülle hesaplanmaktadır. Ancak bu formül ANFO ve dinamit atımları için kullanılmakta olup, proje kapsamında kullanılması planlanan piroteknik kaya kırıcı kartuşlar için kılavuzda veya literatürde hesap yöntemi bulunmamaktadır. Patlatma kaynaklı yer titreşimi patlayıcının patlama hızı ile orantılıdır. Piroteknik kaya kırıcılar ses hızından daha az bir hızda kırma yapmaktadır (340-355 m/s). Dinamit, Emülsiyon ve ANFO için ise patlama hızı 3600-5000 m/s'dir. Bu sebeple piroteknik kaya kırıcı kartuşların Dinamit, Emülsiyon ve ANFO tipi patlayıcılara göre titreşim, şok dalgası ve taş savrulması etkileri 10-15 kat daha azdır. Bu sebeple anlık şarj miktarı 15 kat düşük kabul edilecektir.

$$PPV = k x (D/\sqrt{W})$$

Bu formülde;

PPV: Tahmin edilecek olan (veya ölçülen) en yüksek (tepe) titreşim seviyesi (mm/sn)

K: Patlatma sonucu oluşan ses (sismik) dalgaların inceleme konusu zeminde yayılması ile ilgili bir katsayı

D: Patlatma noktası ile söz konusu inceleme noktası (veya ölçüm noktası veya hasar görmesi olası ve incelenen yapı) arasındaki fiziki uzaklık (m)

W: Patlatma yapılan madende anlık (gecikme başına) patlatılan patlayıcı madde (kg)

β : İstatistik analiz sonucu saptanan doğrunun eğimi

Tablo 7. ÇGDYY Ek-VII, Tablo-6: Maden ve Taş Ocakları İle Benzeri Alanlarda Patlatma Nedeniyle Oluşacak Titreşimlerin En yakın Çok Hassas Kullanım Alanının Dışında Yaratacağı Zemin Titreşimlerinin İzin Verilen En Yüksek Değerleri

Titreşim Frekansı (Hz) ³	İzin Verilen En Yüksek Titreşim Hızı (Tepe Değeri-mm/s)
1	5
4-10	19
30-100	50

Alıcı ortamın 57 metre olacağı durumda;

$$W = 127,50 \text{ kg}$$

$$W_{\text{Formüle Girilen}} = [127,50 \text{ kg}] / [15]$$

$$= 8,50 \text{ kg}$$

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

$$SD = 19,55$$

$$P = 1090 \times SD^{-1,82}$$

$$P = 4,87 \text{ mm/sn}$$

Maden ve taş ocakları ile benzeri faaliyette bulunan alanlardaki patlatmaların çevredeki yapılara zarar vermemesi için, en yakındaki yapının dışında, zeminde ölçülecek titreşim düzeyi ÇDDY Yönetmeliği Tablo-6'da verilen değerleri geçemez. Bu kapsamda hesaplanan 4,87 mm/sn değeri yönetmeliğin izin verdiği 5 mm/sn değerinden düşük olduğundan 57 metre mesafede Alternatif-3 tasarımının titreşim kaynaklı olumsuz etkisi beklenmemektedir.

Alıcı ortamın 75 metre olacağı durumda;

$$W = 127,50 \text{ kg}$$

$$W_{\text{Formüle Girilen}} = [127,50 \text{ kg}] / [15]$$

$$= 8,50 \text{ kg}$$

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

$$SD = 25,72$$

$$P = 1090 \times SD^{-1,82}$$

$$P = 2,95 \text{ mm/sn}$$

³ (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.)

Maden ve taş ocakları ile benzeri faaliyette bulunan alanlardaki patlatmaların çevredeki yapılara zarar vermemesi için, en yakındaki yapının dışında, zeminde ölçülecek titreşim düzeyi ÇDDY Yönetmeliği Tablo-6'da verilen değerleri geçemez. Bu kapsamda hesaplanan 2,95 mm/sn değeri yönetmeliğin izin verdiği 5 mm/sn değerinden düşük olduğundan 75 metre mesafede Alternatif-3 tasarımının titreşim kaynaklı olumsuz etkisi beklenmemektedir.

$$\begin{aligned} \text{Alıcı ortamın 100 metre olacağı durumda;} \\ W &= 127,50 \text{ kg} \\ W_{\text{Formüle Girilen}} &= [127,50 \text{ kg}] / [15] \\ &= 8,50 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} SD &= (D/\sqrt{W}) \\ SD &= 34,30 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P &= 1090 \times SD^{-1,82} \\ P &= 1,75 \text{ mm/sn} \end{aligned}$$

Maden ve taş ocakları ile benzeri faaliyette bulunan alanlardaki patlatmaların çevredeki yapılara zarar vermemesi için, en yakındaki yapının dışında, zeminde ölçülecek titreşim düzeyi ÇDDY Yönetmeliği Tablo-6'da verilen değerleri geçemez. Bu kapsamda hesaplanan 1,75 mm/sn değeri yönetmeliğin izin verdiği 5 mm/sn değerinden düşük olduğundan 100 metre mesafede Alternatif-3 tasarımının titreşim kaynaklı olumsuz etkisi beklenmemektedir.

Yukarıda da yapılan titreşim tahmin hesaplamalarının da gösterdiği gibi 57 metreye kadar piroteknik kaya kırıcı kartuşların olumsuz titreşim etkisi beklenmemektedir. Alıcı ortamların 57 metreden daha yakın olduğu yerlerde atımlar sıralar arası aşamalı olarak yapılması yöntemleri uygulanarak anlık şarj miktarı azaltılarak bu titreşim etkisi ortadan kaldırılabilir. Örneğin Alternatif-3 tasarımları 4 aşamalı şekilde gerçekleştirilirse 29 metreye kadar olumsuz titreşim etkisi beklenmeden çalışılabilir.

4. Ek Listesi

Ek-1. Alternatif-1 Delik Düzeni Tasarımı

Ek-2. Alternatif-2 Delik Düzeni Tasarımı

Ek-3. Alternatif-3 Delik Düzeni Tasarımı

ALFAELEKTROMETAL

Alfa Elektro Metal ve Savunma San. Tic. Ltd. Şti.

Prof. Dr. Ahmet Taner Kışlalı Mah. 2834 Cad. No:26 Çankaya
ANKARA/TÜRKİYE

GSM: +90.532.412 95 84 Ofis +90 312 240 50 80 Faks: +90.312 240 50 81

e-mail: info@alfaelektrometal.com.tr