

## DELME PATLATMA YÖNTEMİ İLE KARAYOLU TÜNEL İNŞAATI; GÜMÜŞHANE ÇEVRE YOLU ÖRNEĞİ

Gökhan KÜLEKÇİ

Gümüşhane Üniversitesi, Müh. ve Doğa Bil. Fak., Maden Mühendisliği Bölümü, 29100  
Gümüşhane. gokhankulekci@gmail.com

Ali Osman YILMAZ

Karadeniz Teknik Üniversitesi., Müh. Mim. Fak., Maden Mühendisliği Bölümü, 61080, Trabzon

### ÖZET

Stratejik ve ticari önemi olan Trabzon limanını iç kesimlere bağlayan en kısa yol Zigana geçidi ile Gümüşhane üzerinden geçen karayoludur. Uluslararası bir yol olan Trabzon-Gümüşhane karayolunun coğrafi olarak en zor kısımlarından biri Gümüşhane üzerinden geçen kısımdır. Coğrafi zorlukları kaldırmak için Trabzon-Gümüşhane arasına irili ufaklı 15 in üzerinde delme patlatma yöntemi kullanılarak tünel açılmaktadır.

Bu çalışma kapsamında Gümüşhane çevre yolunun Km: 0+410.000- 11+239,323 arasında yapılacak olan 5 adet tünelin kilometre artışına göre ikinci büyük tünel durumunda olan ulaşım tüneli çalışılacaktır. Bu tünel Km: 3+450'de başlayıp Km: 4+330'da biten toplam 880 metre uzunluğunda ve çift tüp olması planlanmaktadır.

Tünel güzergahı boyunca Yeni Avusturya Tünel Açma (NATM) yöntemi uygulanacaktır ve kazı işlemi delme-patlatma yöntemi ile gerçekleştirilecektir. Çalışma konusu tünel şehir merkezinden geçtiği için çalışma alanında çok sayıda yerleşke bulunmaktadır. Bu çalışmada tüneldeki farklı kaya kütle sınıflarına göre delme patlatma tasarımı yapılmıştır ve bu delme patlatma dizaynının uygulanması durumunda çevre yerleşkelere vereceği zarar irdelenmiştir. Ayrıca kazı ve tahkimat çalışmaları belli bir ayrıntı dahilinde incelenmiş ve bazı istatistiki sonuçlar elde edilmiştir.

**Anahtar Kelimeler;** Karayolu, Kazı, Patlatma, Tünel

## ROADWAY TUNNEL CONSTRUCTION WITH DRILLING-BLASTING METHOD; GÜMÜŞHANE ENVIRONMENT ROAD EXAMPLE

### ABSTRACT

The shortest route linking the Trabzon port with its strategic and commercial importance is the highway passing through Zigana Passage and Gümüşhane Passage. One of the most difficult geographical parts of Trabzon-Gumushane highway which is an international road is the part passing through Gümüşhane. In order to remove the geographical difficulties, there are 15 more tunnels between Trabzon and Gümüşhane. This tunnel is opened using the drilling blasting method.

Within the scope of this study, 5 tunnels to be constructed between the first and eleventh kilometres of the Gümüşhane environment road will be operated with the second tunnel, which is the second largest tunnel according to the increase in kilometers. This tunnel is planned to be a double tube with a total length of 880 meters starting at Km: 3 + 450 and ending at Km: 4 + 330.

New Austrian Tunneling (NATM) method will be applied along the tunnel route and excavation will be carried out by drilling-blasting method. Because the work is through the tunnel city center, there are many campuses in the study area. In this study, a drilling blasting design was made according to different rock mass classes in the tunnel and the damage to the surrounding settlements was examined in case of application of this drilling blasting design. In addition, the excavation and fortification works were examined within a certain detail and some statistical results were obtained.

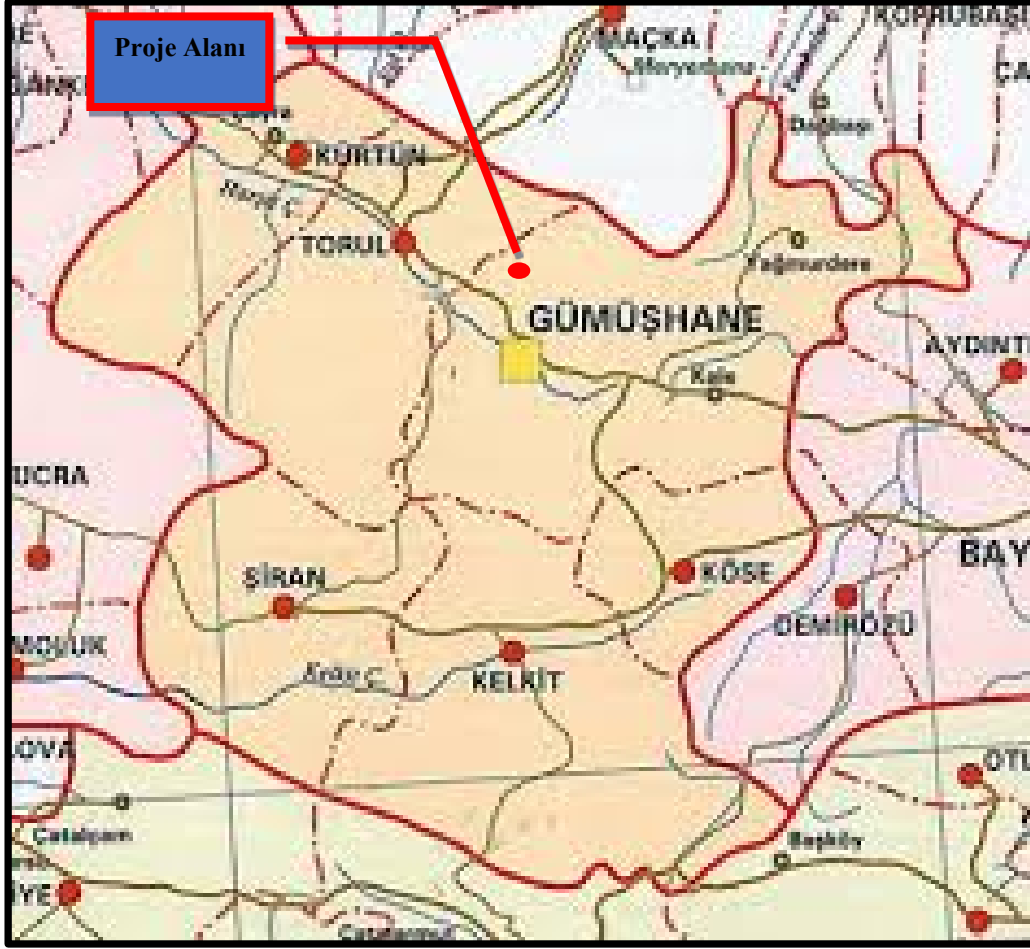
**Keywords:** Highway, Blasting, Excavation, Tunnel

### GİRİŞ

Bu çalışma Gümüşhane İli, Merkez Çamlıca mahallesinden geçen Gümüşhane çevre yolu tünel açma çalışmalarında kaya sınıflaması ve kaya sınıfına uygun patlatma dizaynını kapsamaktadır.

### Çalışma Alanına Ait Genel Bilgiler

Çalışma alanı, Gümüşhane İli, Merkez Çamlıca mahallesinde yer almaktadır. Çalışma alanı yer bulduru haritası **Şekil 1**'de verilmiştir.



**Şekil 1.** Yer bulduru haritası

35

Tünel güzergah eksenini konum olarak kuzeyde Trabzon, doğuda Bayburt, batıda Giresun ve güneyde Erzincan ile Erzurum arasında sınırlanmış bir bölgede Gümüşhane'nin kuzey yamaçlarındadır. Tünel güzergahı, Km: 4+505'de Viyadük-3'den çıkarak sağda ve solda yarma kazılarıyla ilerleyen güzergah Km: 4+700'de T-3 Tüneli'ne girip, Km: 5+310'da tünelden çıkarak Km: 5+390'da Viyadük-4'e bağlanmaktadır.

K-2 Kavşak kolu tüneli'nin giriş taban kotu 1250 m. çıkış taban kotu 1270 m. olmak üzere %-1,38 eğimle devam etmektedir. K-2 Kavşak kolu tünelinin toplam uzunluğu 130 m olup heyelanlı bir sahada ilerleme göstermektedir.

Proje sahasına en yakın yerleşim birimi merkeze bağlı Çamlıca Mahallesi, merkeze bağlı Hasanbey mahallesi ve merkez Yeşildere köyü olup, en yakın duyarlı yapı ise Çamlıca Mahallesi'ne bağlı konutlar ve meslek lisesidir.

İnceleme alanı, Ketin (1955) tarafından tanımlanan Türkiye Tektonik Birlikleri'nden Pontid Tektonik Birliği'nin Doğu Pontid Kuzey Zonu kesiminde yer almaktadır. Çalışma alanındaki birimlerin yayılım ve konumları, kaya türü özellikleri, yaşları, ayrıntılı bir şekilde belirlenmeye çalışılmıştır. Doğu Pontid Tektonik Birliği Güney Zonu'nda yer alan ve genelde volkanik ve tortul kayaların egemen olduğu çalışma alanında, en yaşlı kayaları Paleozoyik yaşlı Gümüşhane Granitoidi, Liyas yaşlı Şenköy Formasyonu oluşturur (Şekil 4). Birim Dogger-Malm-Alt Kretase yaşlı Berdiga

Formasyonu tarafından uyumsuz olarak üstlenir. Geç Kretase yaşlı Kermutdere Formasyonu bu birim üzerine uyumsuz olarak gelir. Tüm bu birimler Eosen yaşlı Alibaba Formasyonu tarafından uyumsuz olarak üstlenir. İnceleme alanının en genç birimini Kuvaterner yaşlı alüvyonlar oluşturur (Şekil 2).



Şekil 2. Proje alanı ve çevresinin jeolojik durumu

## ARAŞTIRMA ve BULGULAR

### 1. Tünel Güzergahı Kaya Sınıflaması

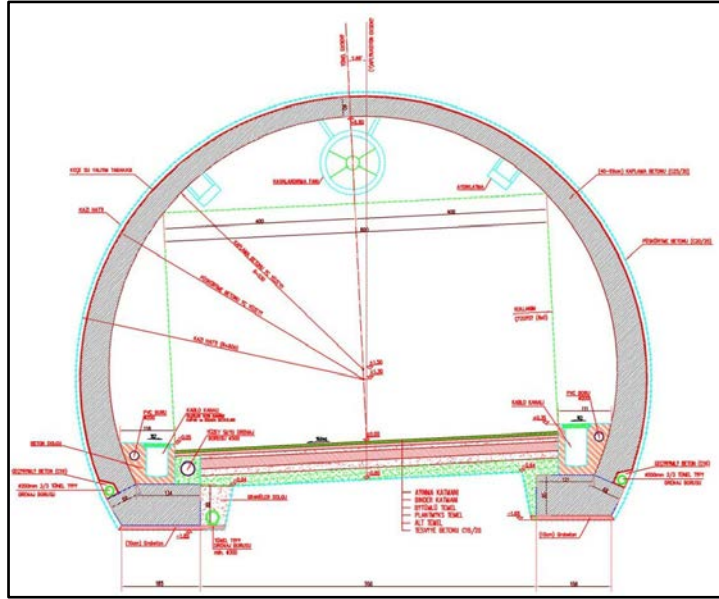
Jeoloji ile ilgili yapılan çalışmalar ve laboratuvar deneyleri neticesinde elde edilen bilgiler ile tünel güzergahında karşılaşılan kaya formasyonları, uluslararası tünelcilikte kabul görmüş kaya sınıflama sistemlerinden Q (Barton, Lien ve Lunde 1974, Barton 1993), RMR (Bieniawski 1973-1989) ve ÖNORM B 2203 (NATM) 'e göre aşağıdaki tabloda verildiği üzere sınıflandırılmıştır.

36

Tablo 1: Tünel Güzergahı Kaya Sınıflaması Özet Tablosu

Kesit	Giriş Portalı	Eksen I Kesimi	Eksen II Kesimi	Eksen III Kesimi	Çıkış Portalı
Q Değeri	0,084	0,424	1,444	0,6375	0,1275
RMR Değeri	33	33	60	40	40
NATM Sınıfı	B3*	B3	B2	B3	B3*

Ulaştırma, Denizcilik Ve Haberleşme Bakanlığı Karayolları Genel Müdürlüğünün belirlemiş olduğu teknik şartnamede kaplamasız tünel boyutları; taban uzunluğu yaklaşık 10 m, yükseklik 6,80 m, olarak belirlenmiştir (Şekil 3).

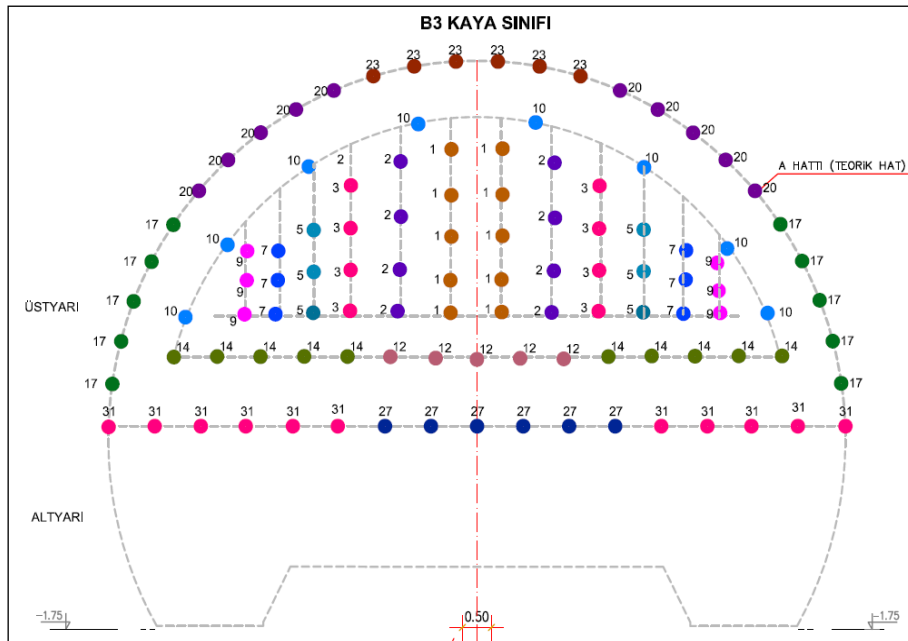


Şekil 3. Proje alanındaki tünel iç kesitleri

## 2. Önerilen Patlatma Delik Dizayını ve Şarj Miktarı

Nitelikli bir patlatma için en uygun tane boyundaki malzemeyi, yer sarsıntısı, fırlayan kaya ve titreşim gibi çevre sorunları olmadan elde etmek ile mümkündür. Patlatmayı başarılı kılan iki temel faktör vardır, bunlardan biri deliğe konulan optimum patlayıcı madde miktarı diğeri ise uygun delik düzenidir.

Tünelin açılması klasik yöntemle gerçekleştirilecektir. Yani delikler delik delme makinesi (jumbo) ile delindikten sonra patlayıcı madde doldurulup patlatılmak suretiyle kazı çalışmaları yürütülecektir. Gümüşhane çevre yolu K-2 Kavşak kolu tüneli patlatma ile üretim yapılacaktır. Saha genel olarak ayrılmış taneli Gümüşhane Granitoyidin den oluşmaktadır ve B3 kaya sınıflama sistemine girmektedir. Saha genel olarak şehir merkezinde olması ve patlatma kaynaklı sorunların oluşa bileceği göz önün de tutularak Şekil 4’de ki patlatma paterni tasarlanmış ve aşağıda belirtilen patlayıcı miktarının kullanılması önerilmiştir (Şekil 4).



Şekil 4. Proje alanında ki tünelde önerilen patlatma paterni

**SONUÇ**

Yapılan çalışma sonucuna göre Gümüşhane çevre yolu K-2 Kavşak kolu tüneline yapılan kazı çalışmasında aynada B3 kaya sınıfı için şekil 4 de görüldüğü şekilde ortalama 109 adet delik delinmelidir ve bu delikler toplam 14 ayrı sıra halinde patlatılmalıdır. İlk olarak orta çekme için 1 nolu delik patlatılmalı, bunu 2, 3, 5, 7, 9, 10, 12, 14, 17, 20, 23, 27 ve 31 seri numaralı kapsüllerin yerleştirildiği diğer patlatma delikleri takip etmelidir. Başka bir deyişle patlatma işleminde her bir seri kapsül arası 100 ms olan toplam 14 gecikme aralığı uygulanmalıdır. Toplam patlatılan miktar yaklaşık 126 kg mertebesinde olup, her bir gecikme aralığında patlatılacak miktar 5 ila 15 kg arasında değişmelidir (Tablo 2). 1 ve 31 nolu gecikme deliklerinden patlatılacak maksimum patlayıcı miktarı 15 kg olmalıdır.

**Tablo 2.** Tünel patlatmasında kullanılması önerilen gecikme aralıkları ve patlayıcı miktarları.

Delik Yeri	Kapsül sıra no	Delik sayısı	Dinamit miktarı (Lokum adeti)	Toplam dinamit miktarı (adet/delik)	1 dinamit ağırlığı (kg/adet)	Topal Dinamit ağırlığı (kg/delik)
1.Çektirme	1 Numara	10	3	30	0.5	15
2.Çektirme	2 Numara	8	3	24	0.5	12
3.Çektirme	3 Numara	8	2	16	0.5	8
4.Çektirme	5 Numara	6	2	12	0.5	6
5.Çektirme	7 Numara	6	2	12	0.5	6
6.Çektirme	9 Numara	6	2	12	0.5	6
Taban üstü	12	5	2	10	0.5	5
	14	10	2	20	0.5	10
Dış çevre hattı	17	10	2	20	0.5	10
	20	10	2	20	0.5	10
	23	6	2	12	0.5	6
İç çevre	10	8	2	16	0.5	8
Taban	27	6	3	18	0.5	9
	31	10	3	30	0.5	15
<b>TOPLAM</b>	-	<b>109</b>	-	<b>252</b>	-	<b>126</b>

Ateşlemelerde patlayıcı madde olarak anfo, anfonun yemlenmesinde ise jelatinit dinamit kullanılacaktır. Patlatmalarda yüzey geciktirme kapsülü ve elektrikli tavikli kapsül kullanılacak olup, böylece bir gecikme aralığındaki patlayıcı madde miktarı (anlık şarj) da düşürülecek, ateşleme sonucu oluşacak hava ve yer vibrasyon seviyeleri önemli ölçüde azaltılacaktır. Patlatma esnasında gerekli emniyet tedbirleri alınacaktır. Bu sistemde delikler tek tek patlatıldığından vibrasyon etkisi minimize edilecek ve çevreye yayılan titreşim en az seviyeye inilecektir.

**KAYNAKÇA**

- Bilgin, H.A. ve Çakmak, B.B., 2010. Çok yakın çevresinde binalar bulunan bir doğaltaş maden ocağı için çevresel etki değerlendirmesi ve titreşim analizine dayalı güvenli patlatma tasarımı, VI. Delme Patlatma Sempozyumu Bildiriler Kitabı, TMMOB Maden Mühendisleri Odası, Ankara.
- Calzia, J., 1969. Les Substances explosives et leurs nuisances, Dunod ed., Paris.
- Erkoç, Ö.Y., 1990. Kaya Patlatma Tekniği, Çeliker Matbaacılık, 164s.
- NACS (North American Commission on Stratigraphy), 1983. The American association of petroleum geologists bulletin, Volume: 67, No: 5, 841-875.
- Olofson, S.O., 1988. Applied explosive technology for construction and mining, 302 s.
- Yılmaz, Y., Tüysüz, O., 1988. Kargı masifi ve dolaylarındaki Mesozoyik tektonik birliklerin düzenlemeleri sorununa bir yaklaşım: T.P.J.D. Bülteni, 1(1), 73-86.
- Bilgin, H. A., 2003. Patlatma mühendisliği semineri seminer notları, TMMOB Maden Müh. Odası yayınları, Ankara.
- Özer, Ü., 2001. Patlatma kinematığının araştırılması ve patlatılma simülasyonu, FBE, Doktora tezi, Çukurova üniversitesi Adana.
- Sönmez, H. ve Ulusay, R., 2002. Modifications to the geological strength index (GSI) and their applicability to stability of slopes. International Journal of Rock Mechanics and Mining Science, 35 (2), 219-233.
- Bieniawski, ZT, 1989, Mühendislik kaya kütle sınıflandırmaları: tam bir kılavuz maden, sivil ve petrol mühendisliği mühendisleri ve jeologlar: New York, Wiley, xii, 251 pp
- Barton, C. 2000. Getting Even Again: A Reply to Davis. International Journal of Applied Philosophy. vol. 14,