

**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**DOĞU KARADENİZ SAHİL YOLU TAHKİMATINA UYGUN  
TAŞ ÜRETİM YÖNTEMİNİN SAPTANMASI**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**İnş. Müh. Şafak İSLAMOĞLU**

**AĞUSTOS 2009  
TRABZON**

**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**DOĞU KARADENİZ SAHİL YOLU TAHKİMATINA UYGUN  
TAŞ ÜRETİMİ YÖNTEMİNİN SAPTANMASI**

**İnş. Müh. Şafak İSLAMOĞLU**

**Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünde  
“İnşaat Yüksek Mühendisi”  
Unvanı Verilmesi İçin Kabul Edilen Tezdir.**

**Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 22.07.2009  
Tezin Savunma Tarihi : 26.08.2009**

**Tez Danışmanı : Yrd. Doç. Dr. Muhammet Vefa AKPINAR  
Jüri Üyesi : Prof. Dr. Fazlı ÇELİK  
Jüri Üyesi : Prof. Dr. Ayhan KESİMAL**

**Enstitü Müdürü : Prof. Dr. Salih TERZİOĞLU**

**Trabzon 2009**

## ÖNSÖZ

"Doğu Karadeniz Sahil Yolu Tahkimatına Uygun Taş Üretim Yönteminin Saptanması" isimli bu çalışma, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans Tezi olarak hazırlanmıştır. Tezin deneysel çalışmaları, Çayeli-Seslidere, Of-Yemişalan ve Ardeşen-Köprüköy taşocaklarında gerçekleştirilmiştir. Bu çalışma Parsan İnşaat tarafından yüksek lisans tezi projesi olarak desteklenmiştir.

Yüksek lisans tez konusunun belirlenmesinden çalışmaların yürütülmesi ve sonuçlandırılmasına kadar her aşamasında bilgi, deneyim, destek ve değerli görüşlerinden yararlandığım danışman hocam Yrd. Doç. Dr. Muhammet Vefa Akpınar'a minnet ve şükran borçluyum.

Çalışmam boyunca beni yönlendiren, verilerin yorumlanmasında ve tezin çeşitli aşamalarında gösterdiği yardım ve yapıcı eleştirilerinden dolayı tez jüri üyesi Sayın Prof. Dr. Ayhan Kesimal'e içtenlikle teşekkür ederim. Yine her türlü öneri ve desteğini esirgemeyen tez jüri üyesi Sayın Prof. Dr. Fazıl ÇELİK'e sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Ayrıca arazi çalışmaları esnasında bana her türlü imkanı sağlayan Parsan İnşaat çalışanlarına ve taşocakları ile ilgili her türlü bilgi ve dökümantasyonu sağlayan Karayolları Genel Müdürlüğü'ne ayrı ayrı teşekkür ederim.

Bu çalışmayı, çalışmamın başından beri her türlü desteğini esirgemeyen değerli aileme ve çalışmalarım nedeni ile kendisiyle yeterince ilgilenemediğim sevgili eşime ve kızıma ithaf ederim.

Şafak İSLAMOĞLU  
Trabzon 2009

## İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
ÖNSÖZ.....	II
İÇİNDEKİLER.....	III
ÖZET.....	V
SUMMARY.....	VI
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	VII
TABLolar DİZİNİ.....	IX
1. GENEL BİLGİLER.....	1
1.1. Giriş.....	1
1.1.1. Tezin Gerekçe ve Amacı.....	2
1.2. Kıyı Koruma Yapıları.....	3
1.3. Kıyı Koruma Yapılarının Denge Durumu.....	7
1.4. Kıyı Koruma Yapıları İçin Malzeme Seçimi.....	8
1.4.1. Taşocağında Yapılan Çalışmalar.....	9
1.4.2. Laboratuarda Yapılan Çalışmalar.....	11
1.5. Taş Tahkimatına İlişkin Kalite Sınıflandırması.....	11
1.6. Taş Ocaklarında Patlatmalı Kaya Kazısı.....	12
1.6.1. Basamak Patlatması.....	12
1.6.2. Galeri Patlatması.....	14
1.7. Parçalanma Mekanizması.....	17
1.8. Parça Boyut Dağılımı Analizi.....	19
1.9. Patlatma Kaynaklı Çevresel Problemler .....	20
1.9.1. Gürültü ve Hava Şoku.....	21
1.9.2. Taş Savrulması.....	22
1.9.3. Yer Sarsıntısı.....	23
1.10. Hasar Değerlendirme Kriteri.....	24
2. YAPILAN ÇALIŞMALAR, BULGULAR ve İRDELEME.....	26
2.1. Giriş.....	26
2.2. Taş Ocaklarında Yerinde Yapılan Etütler.....	26
2.2.1. Taşocaklarında Üretilen Taş Tahkimat Malzemesinin Kategorik	31

	Dağılımının İncelenmesi.....	
2.2.2.	Ekonomik Analiz.....	33
2.3.	Seslidere, Yemişalan ve Köprüköy Taşocaklarında Yapılan Çalışmalar	34
2.3.1.	Çayeli - Seslidere Taşocağı.....	34
2.3.2.	Of - Yemişalan Taşocağı.....	36
2.3.3.	Ardeşen - Köprüköy Taşocağı.....	38
2.4.	Titreşim Ölçümlerinin Değerlendirilmesi.....	40
2.5.	Sahil Yolu Tahkimatına Uygun Taş Üretimi Yönteminin Belirlenmesi.	44
2.5.1.	Korkuthan Taşocağında Basamak Patlatması Uygulaması.....	44
2.5.2.	Kuz-Ram Modeline Göre Parça Boyut Analizi.....	47
3.	SONUÇLAR.....	49
4.	ÖNERİLER.....	51
5.	KAYNAKLAR.....	52
	ÖZGEÇMİŞ	

## ÖZET

Karadeniz Sahil Yolu Projesi kapsamında inşa edilen kıyı koruma yapıları için gerekli taş tahkimatı malzemesi genellikle galeri patlatması yönteminin uygulandığı taşocaklarından temin edilmektedir. Galeri patlatması iş güvenliği açısından tehlike arz etmekte ve çevresel açıdan birtakım problemlerin oluşmasına (taş fırlaması vb.) neden olmaktadır. Bu nedenle hem istenen kategoride taş tahkimatı malzemesi üretimini sağlayacak hem de çevresel problemleri en aza indirecek emniyetli bir patlatmalı kazı yöntemine gereksinim duyulmaktadır.

Bu çalışmada, kıyı koruma yapılarının inşasında kullanılan ve galeri patlatma yöntemiyle üretilen taş tahkimatı malzemesinin kategorik açıdan değerlendirilmesi yapılmıştır. Çayeli-Seslidere, Of-Yemişalan ve Ardeşen-Köprüköy taşocaklarında üretilen taş tahkimatı malzemesinin Karayolları Teknik Şartnamesine göre uygunluğu değerlendirilmiştir. Seslidere, Yemişalan ve Köprüköy taşocağında yapılan galeri ve basamak patlatmalarına eşlik edilerek titreşim değerleri ölçülmüş ve çevresel etkileri değerlendirilmiştir. Titreşim ölçer cihazı ile elde edilen kayıtlar, ülkemiz standartlarıyla karşılaştırılmıştır. Ayrıca kıyı koruma yapılarının inşası için gerekli kategorik taş tahkimatı malzemesi üretimi amacıyla örnek bir basamak patlatması tasarımı önerilmiş ve Kuz-Ram modeline göre parça boyut dağılımı analizi yapılmıştır.

Elde edilen sonuçlardan, galeri patlatması yöntemiyle üretilen taş tahkimatı malzemesinin kıyı koruma yapılarında istenen kategorik dağılımı sağladığı görülmüştür. Seslidere, Yemişalan ve Köprüköy taşocaklarında üretilen malzemelerin standartlara uygun olduğu ve kıyı koruma yapılarında taş tahkimatı malzemesi olarak kullanılabilceği anlaşılmıştır. Galeri patlatmalarından kaynaklanan titreşim parametrelerinin (maksimum parçacık hızı, ivme, yer değiştirme) oldukça yüksek olduğu ve yapılarda hasar oluşturma potansiyeline sahip olduğu görülmüştür. Basamak patlatmasının çevresel problemleri en aza indirdiği ve ocakta çalışan işçi ve ekipmanların emniyeti için en uygun üretim yöntemi olduğu anlaşılmıştır. Ayrıca önerilen basamak patlatması tasarımının Kuz-Ram modeline göre Karadeniz Sahil Yolu Projesi için istenen kategoride taş tahkimatı üretimini sağlayacağı belirlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Kıyı Koruma Yapıları, Taş Tahkimatı, Taşocağı, Galeri ve Basamak Patlatması, Yer Sarsıntısı, Çevresel Etki, Kuz-Ram Modeli

## SUMMARY

### **Eastern Black Sea Coastal Highway to the appropriate Taylor Production Methods Determination of Fortifications**

Stone fortifications materials (riprap or jetty stone and coarse rock) required for coastal protection structures under the Black Sea Coastal Highway Construction Project are supplied from quarries applying mostly coyote blasting (gallery blasting) method. Coyote blasting offers dangerous environment (fly rock, ground vibration, etc.) in terms of job security and structural damage in nearby residences. Therefore, an environmentally secure blast based excavation is required both to produce desired category stone fortifications materials and to minimize environmental problems.

In this study, stone fortifications materials produced by coyote blasting and used in the construction of coastal protection structures were made to evaluate the categorical terms. The stone fortifications material manufactured from Çayeli-Seslidere, Of-Yemişalan and Ardeşen-Köprüköy quarries is evaluated according to the Highways technical specification compliance. Ground vibration measurements were recorded by accompanying coyote and bench blasting operations executed at the quarries. Records obtained with vibration measuring devices were compared with the standard of our country. In addition, a sample of bench blasting design was proposed in order to produce categorical stone fortifications material necessary for the construction of coastal protection structures and size distribution analysis was done according to the Kuz-Ram model.

The results obtained from the bench blasting to produce the stone fortifications materials have provided the desired categorical distribution for the coastal protection structures. Materials produced from the above quarries are understood to be used as stone fortifications materials in the coastal protection structures and thus are suitable to the standards. Vibration parameters (peak particle velocity, acceleration, displacement, etc.) induced from coyote blasting is fairly high values and has shown the potential damages to the structures. Bench blasting for minimizing environmental problems and for the safety of workers and equipment was understood to be the most appropriate production method. Finally, the proposed bench blasting design according to the Kuz-Ram model was determined to ensure the production of desired category stone fortifications for the Black Sea Coastal Highway Construction.

**Key Words:** Coastal Protection Structures, Stone Fortifications, Quarry, Coyote and Bench Blasting, Ground Vibration, Environmental Effect, Kuz-Ram Model

## ŞEKİLLER DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 1. Kıyı koruma yapılarının inşasında kullanılan taş tahkimat malzemesinin temin edildiği bir taşocağı .....	2
Şekil 2. Kıyıya dik (a) ve paralel (b) koruma yapıları .....	5
Şekil 3. Tipik bir taş dolgusu kesiti.....	5
Şekil 4. Karadeniz Sahil Yolu Projesinde uygulanan kıyı koruma yapısının kesiti.....	6
Şekil 5. Yığma kaya dolgu tipindeki dalgakıranların uygulama alanları.....	7
Şekil 6. Basamak patlatmasında kullanılan terimler.....	13
Şekil 7. Galeri atımına ilişkin perspektif bir görünüş.....	14
Şekil 8. Patlatma nedeniyle oluşan heyelan ve evin hasar görmesi.....	15
Şekil 9. Galeri patlatması nedeniyle oluşan taş fırlaması .....	16
Şekil 10. Taşocağında yüksek-geniş çalışma aynası ve şapka şeklinde kalan üst kısım.	17
Şekil 11. Patlatma sonucu bir deliği çevreleyen kayada parçalanma olayı.....	18
Şekil 12. T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı çevresel gürültünün değerlendirilmesi ve yönetimi yönetmeliği maden ve taşocakları için titreşim kriteri grafiği.....	24
Şekil 13. Artvin-Ortacalar taşocağı patlayıcı madde miktarı-alınan taş hacmi ilişkisi...	28
Şekil 14. 1999-2001 yılları Of-Yemişalan taşocağı patlayıcı madde miktarı-alınan taş hacmi ilişkisi.....	29
Şekil 15. 2008-2009 yılları Of-Yemişalan taşocağı patlayıcı madde miktarı-alınan taş hacmi ilişkisi .....	29
Şekil 16. Seslidere taşocağı patlayıcı madde miktarı-alınan taş hacmi ilişkisi.....	30
Şekil 17. Seslidere taşocağından bir görünüm.....	35
Şekil 18. Rize bölgesinin genelleştirilmiş stratigrafik kesiti.....	36
Şekil 19. Yemişalan taşocağından bir görünüm.....	37
Şekil 20. Ayna tabanında sürülmüş bir galeri (a), basamak patlatması sonucu açığa çıkan kaya blokları (b).....	38
Şekil 21. Galeri atımı sonucu açığa çıkan büyük kaya blokları ve ilave boyut küçültme işlemi.....	38
Şekil 22. Köprüköy taşocağında basamak patlatmasının uygulandığı kademeler.....	39
Şekil 23. Galeri ve basamak patlatmalarından elde edilen maksimum parçacık hızlarının karşılaştırılması.....	40



Şekil 24. Galeri ve basamak patlatmalarından elde edilen maksimum parçacık hızlarına karşılık gelen ivme değerlerinin karşılaştırılması.....	41
Şekil 25. Galeri ve basamak patlatmalarından elde edilen maksimum parçacık hızlarına karşılık gelen yerdeğiştirme değerlerinin karşılaştırılması.....	41
Şekil 26. Galeri ve basamak patlatmalarından elde edilen maksimum parçacık hızlarına karşılık gelen frekans değerlerinin karşılaştırılması.....	42
Şekil 27. Galeri ve basamak patlatmalarından kaynaklanan titreşim değerlerinin TS standartlarına göre karşılaştırılması.....	43
Şekil 28. Korkuthan taşocağında basamaklar ve ayna yükseklikleri.....	45
Şekil 29. Ocağa kullanılan ekipmanların çalışma düzeni.....	45
Şekil 30. Bir deliğin dolmuş şekli.....	46
Şekil 31. Korkuthan taşocağında 34 delikle yapılan bir patlatmaya ait tasarım parametreleri.....	47

## TABLolar DİZİNİ

	<b><u>Sayfa No</u></b>
Tablo 1. Tahkimat taşının özellikleri.....	11
Tablo 2. T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı maden ve taş ocakları için titreşim kriteri	24
Tablo 3. 1999-2001 yılları arasında Arhavi-Ortacalar taşocağı işletmesine ait veriler .....	27
Tablo 4. 1999-2001 yılları arasında Of-Yemişalan taşocağı işletmesine ait veriler...	27
Tablo 5. 2008-2009 yılları arasında Of-Yemişalan taşocağı işletmesine ait veriler...	27
Tablo 6. 2008-2009 yılları arasında Seslidere taşocağı işletmesine ait veriler.....	28
Tablo 7. 1999-2001 yılları Doğu Karadeniz Bölgesi'ndeki bazı taşocaklarında üretilen taş miktarlarının gronülomertrik dağılımı.....	32
Tablo 8. Kıyı koruma yapılarında kullanılması öngörülen ve taşocaklarından üretilen taş blokların kategorik açıdan karşılaştırılması.....	32
Tablo 9. Karadeniz Sahil Yolu Projesinde uygulanan kıyı koruma yapısına ait bir enkesit için yapılan ekonomik analiz.....	34
Tablo 10. Çayeli - Seslidere taşocağı malzemesinin teknik özellikleri.....	35
Tablo 11. Of - Yemişalan taşocağı malzemesinin teknik özellikleri.....	37
Tablo 12. Ardeşen - Köprükoy taşocağı malzemesinin teknik özellikleri.....	39

## 1. GENEL BİLGİLER

### 1.1. Giriş

Doğu Karadeniz Bölgesi'nde dağların denize paralel uzanması ve kıyı şeridinin genel itibari ile dar olması nedeniyle yıllardır süren ulaşım sorununu çözmek amacıyla Doğu Karadeniz Sahil Yolu Yapım Projesi uygulamaya konulmuştur. Karadeniz Sahil Yolu, Sinop İli Gerze İlçesi sınırları içersinden başlayıp Artvin'in sınırları içinde kalan Sarp Sınır Kapısı'nda son bulan 697.1 km uzunluğunda bir yoldur. Bu projenin 338.3 km'lik kesimi Karayolları 7. Bölge Müdürlüğü (Samsun) sınırları içinde, geriye kalan 358.8 km'lik kısmı ise Karayolları 10. Bölge Müdürlüğü (Trabzon) sınırları içinde yer almaktadır. Karadeniz Sahil Yolu, Samsun'dan Sarp'a kadar 7 il, 9 liman, birçok ilçe ve beldeyi birbirine bağlamaktadır. Yerleşimin yoğun olduğu bir yöreye hizmet veren bu yol Sarp Sınır Kapısını açılması ile uluslararası bir nitelik kazanmıştır (Kesimal vd., 2007).

Karadeniz Sahil Yolu Projesi kapsamında toplam uzunlukları 30 km'ye yakın onlarca tünel, yüzlerce viyadük (köprü yol) ve köprülü kavşak yapılması planlanmıştır. Yine yolun büyük kısmı deniz dolgusu şeklinde yapılmıştır. Karadeniz Bölgesi'nin topografik yapısından dolayı Sahil Yolu Projesi kapsamında kıyı şeridinin birçok yerinde tahkimat ve deniz dolgusu için milyonlarca ton kaya ile yol alt ve üst yapı malzemesi olarak kullanılan dolgu malzemesine (agrega) ihtiyaç duyulmuştur. Özellikle dolgu malzemesi için iri ve büyük boyutlu malzemenin dere yataklarından sağlanamaması taşocağından temin edilmesini zorunlu kılmıştır. Dolayısıyla ihtiyaç duyulan kaya ve gerekli dolgu malzemesi, hem çalışma süresini hem de nakliye vb. giderleri minimuma indirmek için, dolgu ve tahkimat yapılan kesimlere yakın bölgelerde açılan ve Karadeniz Sahil Yolu Projesi'nin kapsadığı Samsun, Ordu, Giresun, Trabzon, Rize ve Artvin'de bulunan taş ocaklarından sağlanmıştır (Şekil 1).

Söz konusu proje kapsamında kıyı koruma yapılarının inşasında kullanılan taş tahkimatı malzemesinin ağırlık yönünden kategorik dağılımı 0-0,4, 0,4-2, 2-6, 6-15 ton şeklindedir. İhtiyaca göre gereksinim duyulan taş tahkimatı malzemesi genelde yerleşim birimleri ile iç içe bulunan taşocaklarından galeri patlatma yöntemi ile sağlanmaktadır. Galeri patlatma yönteminde bir defada aşırı miktarda patlayıcı kullanılması sarsıntı, hava şoku ve gürültü, kaya fırlaması ve toz oluşumu gibi birtakım çevresel problemlerin

oluşmasına yol açmaktadır (Kesimal ve Kaya, 2002; Eevli vd., 2003; Kesimal vd., 2005; Cihangir vd., 2005; Konak vd., 2006).



Şekil 1. Kıyı koruma yapılarının inşasında kullanılan taş tahkimat malzemesinin temin edildiği bir taşocağı

### 1.1.1. Tezin Gerekçe ve Amacı

Emniyetli ve verimli bir patlatma; arzu edilen parçalanma derecesinde, yeterince kabarmış, kısmen ötelenmiş, gevşek bir yığının elde edilmesine izin veren ve yersarsıntısı kaya fırlaması, gürültü, toz ve zehirli gaz oluşumu gibi çevresel sorunları olmayan ya da en az düzeyde olan bir patlatmadır (Kesimal, 2004; Bilgin ve Çakmak, 2009). Kıyı koruma yapılarının inşasında kullanılan taş tahkimatı malzemesi taşocaklarında yapılan galeri ateşlemeleri ile sağlanmaktadır. Galeri ateşlemeleri ise yukarıda da belirtildiği üzere hem iş güvenliği açısından hem de çevresel açıdan problem oluşturmaktadır. Dolayısıyla hem istenen kategoride taş tahkimatı malzemesi teminini sağlayacak ve hem de çevresel açıdan bu tür problemleri ortadan kaldıracak emniyetli bir patlatmalı kazı yöntemine ihtiyaç duyulmaktadır. Klasik ve tehlikeli bir metot olarak bilinen galeri ateşlemesi yöntemi yerini artık, iş güvenliği açısından emniyetli, çevresel problemleri minimuma indirgeyen “Düşey Delikli Basamaklı Patlatma Yöntemi”ne bırakmıştır (Erçıkıdı, 2004; Kesimal, 2005).

Bu yüksek lisans tez çalışmasının başlıca amacı;

1. Doğu Karadeniz Bölgesi'nde galeri patlatma yöntemi uygulanarak üretim yapılmış bazı taşocaklarından elde edilen taş tahkimatı malzemesinin, gronüloметриk olarak kıyı koruma yapılarının inşasında gereksinim duyulan kategorik malzeme ihtiyacını karşılayıp karşılamadığını incelemek ve ekonomik açıdan maliyet analizi gerçekleştirmek,
2. Tez çalışmasında uygulama yeri olarak seçilen Rize-Çayeli Seslidere, Trabzon-Of Yemişalanı ve Rize-Ardeşen Köprüküy taşocaklarından temin edilen ve kıyı koruma yapılarının inşasında kullanılan taş tahkimatı malzemesinin Karayolları Teknik Şartnamesi'ne göre uygunluğunun belirlenmesi,
3. Düşey delikli basamaklı patlatma yönteminin uygulandığı Köprüküy taşocağı ve galeri patlatmasının uygulandığı Seslidere ve Yemişalan taşocağı çevresinde titreşim ölçümleri yaparak patlatma yöntemlerinin (galeri ve düşey delikli) çevredeki yapılar üzerine etkisini ortaya koymak,
4. Kıyı koruma yapılarının inşasında kategorik açıdan gereksinim duyulan taş tahkimatı malzemesi teminini sağlayacak düşey delikli patlatma tasarımı oluşturmak ve buna göre parça boyut dağılımı analizi yapmaktır.

## 1.2. Kıyı Koruma Yapıları

Büyük ekonomik potansiyele sahip kıyıların yapılar inşa edilerek kullanılması, özellikle kıyı uzunluğu 8500 km'nin üzerinde olan ülkemizde ekonominin vazgeçilmez koşuludur. Bu bağlamda inşa edilen limanlar, dalgakıranlar, mahmuzlar ve iskelelerin tasarımında en önemli temel parametreler dalga iklimi, fırtına koşulları, deniz ve kıyı topografisi ve kıyı şeridi özellikleridir. Kıyılarda yapılan mühendislik çalışmalarında kıyı koruma ve deniz yapıları, fırtına dalgalarına dayanıklı olarak ve doğadaki denge bütünlüğünü bozmayacak şekilde inşa edilmelidir. Özellikle kıyı tesisleri, limanlar ve yolları koruma amacıyla inşa edilen kıyı koruma yapılarının yörede oluşabilecek en yüksek fırtına dalgaları altında hasar görmeden hizmet verebilmesi için (Ergin vd., 2005);

- a) Can ve mal güvenliğini sağlayacak
- b) Hizmet süresi içinde kesintisiz yük ve trafik akışına imkan verecek

- c) Hem kıyı tesisi veya diğer altyapı hem de koruma yapısının kendisi için en ekonomik çözümü getirecek özelliklerde tasarlanması gerekmektedir.

İnşa edilmesi planlanan kıyı yapılarının (limanlar, mahmuz, dik kıyı duvarları, eğimli kıyı koruma yapıları, iskeleler, açık deniz dalgakıranları), hizmet süresi içinde doğa koşullarına karşı hasar görmeden ve fonksiyonlarını yitirmeden görev yapabilecek biçimde tasarlanıp inşa edilmesi ve korunması çok önemlidir. Özellikle dalgaların yaratacağı olumsuz koşullar, kıyı koruma yapısı olarak kullanılacak dolgunun tipinin, yerinin, boyutunun ve kullanılan malzemenin doğru seçilmesi ve tasarlanmasıyla en aza indirgenebilir (Durmuş, 2007). Taş dolgu kıyı koruma yapıları ülkemizde yaygın olarak kullanılmakta olup, buna en son ve güncel bir örnek Doğu Karadeniz Sahil Yolu Projesinde kullanılan kıyı koruma yapıları gösterilebilir. Bu proje kapsamında inşa edilen kıyı koruma yapılarının yörede oluşan fırtınalarda tamamen veya kısmen çökmesi ve kullanışsız hale gelmesi karayolunu ve araç trafiğini etkilemektedir.

Mühendislik çalışmalarının önemli bir uygulama alanı olan kıyı koruma yapıları şekillerine ve kullanım amaçlarına göre farklı boy ve şekillerdeki doğal kayalardan veya hazır beton bloklardan inşa edilmektedir (Topal ve Acır, 2004; Latham vd., 2006). Genelde ülkemizde kıyıya dik yapılar ve paralel yapılar kullanılmaktadır. Kıyıya dik yapılar olan mahmuzlar ve iskeleler kıyıdan denize doğru kıyı şeridinde dik açıda uzanan koruma yapılarıdır. Kıyı boyu akımını ve sediman hareketini kontrol altına almak amacıyla yapılan mahmuzlar iskeleye göre daha kısa ve seri şekilde inşa edilir.

Kıyıya dik yapıların bilinen faydaları (Özvan, 2009);

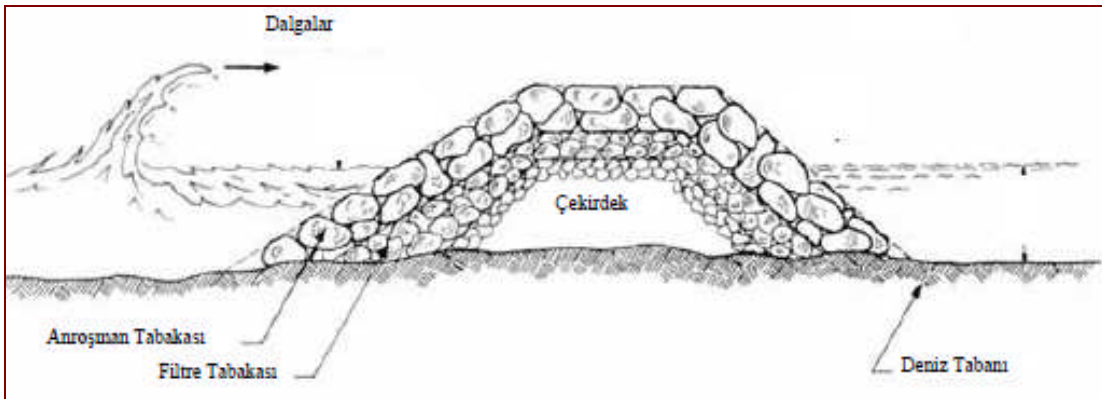
- Kumsal gelişimini sağlması ve kumsalın iç bölgesini korunaklı hale getirmesi,
- Geniş kumsallar ortaya çıkarmak,
- Limanların giriş kısımlarının korunması,
- Kıyıların dalgaların dinamik etkisinden korunmasıdır.

Kıyıya paralel yapılar olarak bilinen kıyı duvarları ve kaplamalar ise kara ile deniz arasındaki koruma yapılarıdır (Şekil 2). Kıyı duvarları sahilin üst kısmını dalgaların oluşturacağı taşkınlardan korumak amacıyla inşa edilirler. Kaplamalar ile kıyı erozyonunu önlemek amacıyla kaya, asfalt, beton bloklar gibi malzemeler ile inşa edilirler.

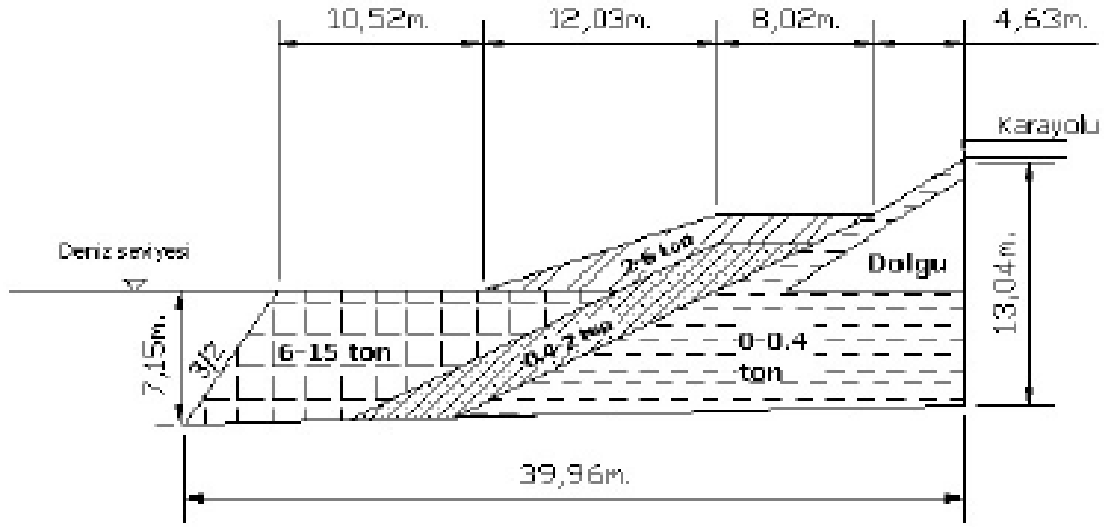


Şekil 2. Kıyıya dik (a) ve paralel (b) koruma yapıları

Genellikle taş ocaklarından sağlanan uygun biçim ve boyutlara sahip ve dalga hasarlarına karşı ağır (0,2-15 ton) sağlam kaya bloklarından inşa edilmektedirler. Kullanılan bu kayalar jeolojik kökenlerinden dolayı değişik özelliklere sahip olabilirler (Latham vd., 1990). Bu kayaların fiziksel ve mekanik özellikleri, fırtına gibi kötü deniz şartlarında, dolgunun sabit olarak kalmasını sağlayacak yapıda olmalıdır (Lienhart, 2003; Ertaş ve Topal, 2008). Dalgakıranlar veya burada sözü edilen deniz yapıları (yığma kaya tipindeki liman dolgusu) başlıca üç kısımdan oluşmaktadır; çekirdek, filtre tabakası ve anroşman tabakası (Şekil 3). Doğu Karadeniz Sahil Yolu Projesinde uygulanan kıyı koruma yapılarına ilişkin örnek bir kesit Şekil 4’de verilmiştir. Yığma kaya dolgu tipindeki dalgakıranların bazı uygulama alanları ise Şekil 5’de verilmiştir.



Şekil 3. Tipik bir taş dolgusu kesiti



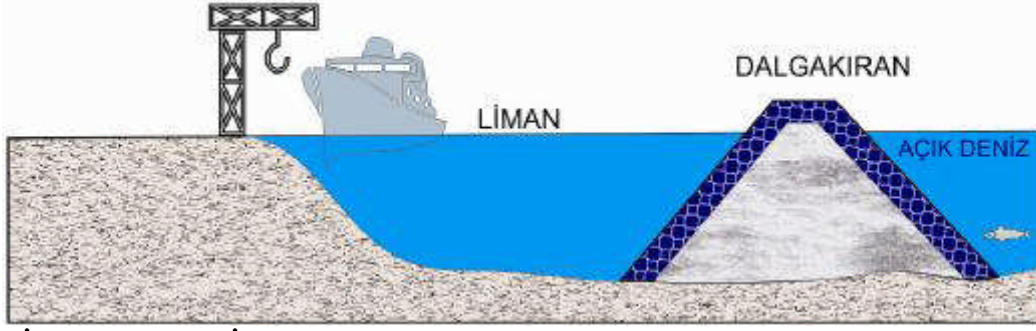
Şekil 4. Karadeniz Sahil Yolu Projesinde uygulanan kıyı koruma yapısının kesiti

Karadeniz Sahil Yolu Projesinde yer alan taş dolgu kıyı yapılarında kullanılan taş dolgu blok proje boyutlarına ait gronülometrik boyutlar aşağıdaki şekilde önerilmiş ve uygulanmıştır: Çekirdek ve dolgu tabakasında 0-0,4 ton ağırlığında ocak artığı dolgu; 1. filtre tabakasında 0,4-2 ton, 2. filtre tabakasında 2-6 ton; koruyucu tabakada 6-15 ton olacak şekilde taş blok kullanılmıştır. Yapı ömrü boyunca dış etkilerin tesiri altında bulunacak bu malzemelerin iç dolgu malzemesinde koruyucu tabakaya kadar işlevini yerine getirebilmesi için aşağıdaki şartların sağlanması gerekir (Turan, 2000):

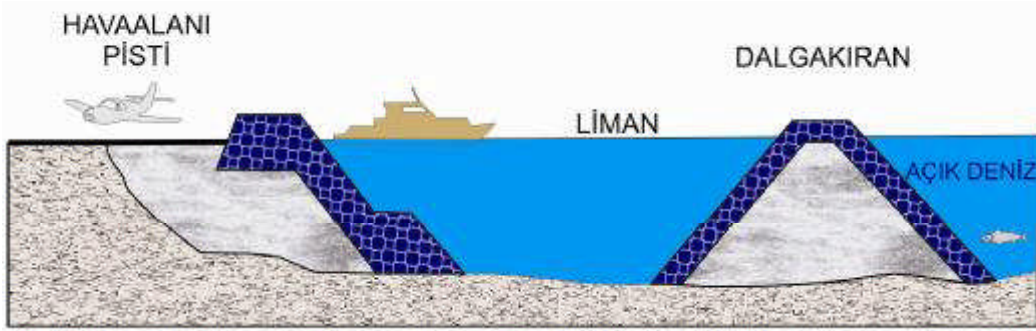
- Dolgu malzemesi koruyucu tabaka ile aynı fiziksel ve kimyasal özellikleri taşımalı, toprak malzeme içermemelidir. Aksi takdirde bu tabaka üzerinde ve koruduğu kara kesiminde oturmalar oluşur.
- Filtre tabakası içerden dışarıya doğru malzemenin yıkanmasına izin vermeyecek gronülometredeki taş bloklardan yeterli kalınlıkta inşa edilmelidir.

Bu durum koruyucu tabaka yüzeyinde boşluk oranını artıracak, bloklar arasında birbirine temasla sürtünme yüzeyini artıracak ve yüzey pürüzlülüğü oluşturarak yapının üzerinde dalga tırmanmasını azaltacak, boşluk oranı artacağından şok tesirini absorbe ederek azaltacak, temasal sürtünme ve yuvarlanma çapı daraldığından taş bloğun yerinden çıkmasına karşı stabilite artırılmış olmaktadır.

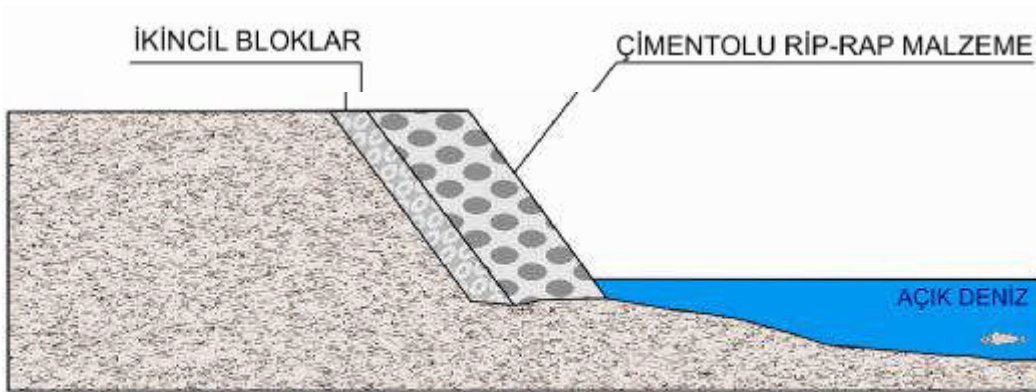




**LİMAN VE MARİNA DALGAKIRANLARI**



**ÖNEMLİ DENİZ YAPILARINI KORUYAN DALGAKIRANLAR**



**KIYI KORUMASI İÇİN DENİZ DUVARI ŞEKLİNDE DALGAKIRANLAR**

Şekil 5. Yığma kaya dolgu tipindeki dalgakıranların uygulama alanları (Hoş, 1999)

### 1.3. Kıyı Koruma Yapılarının Denge Durumu

Taş dolgu kıyı koruma yapıları ülkemizde yaygın olarak kullanılmakta olup, buna en son ve güncel bir örnek Doğu Karadeniz Sahil Yolu Projesinde kullanılan kıyı koruma yapıları gösterilebilir. Bu proje kapsamında inşa edilen kıyı koruma yapılarının yörede oluşan fırtınalarda tamamen veya kısmen çökmesi ve kullanışsız hale gelmesi karayolunu ve araç trafiğini etkilemektedir. Bu nedenle proje kapsamında inşa edilen veya proje halinde olan kıyı koruma yapılarının model deneyleriyle test edilmesine ve deney bulguları

işığında gerekirse yöredeki fırtına koşullarına dayanabilecek daha ekonomik yapılar tasarlanmalıdır.

Dolgu malzemesi koruyucu tabaka ile aynı fiziksel ve kimyasal özellikleri taşımalı, toprak malzeme içermemelidir. Aksi takdirde bu tabaka üzerinde ve koruduğu kara kesiminde oturmalar oluşur. Yapının koruyucu tabakasındaki taş blokların dengesinin ve oluşacak hasar yüzdesinin kabul edilebilir hasar yüzdesinin üzerine çıkmaması gerekmektedir. Filtre tabakası içerden dışarıya doğru malzemenin yıkanmasına izin vermeyecek gronülometrideki taş bloklardan yeterli kalınlıkta inşa edilmelidir.

Koruyucu tabaka blokları, dış etkilerden en önemlisi olan proje dalgası tesirleri altında yerinden oynamadan stabil kalacak ağırlıkta olmalıdır. Bu koruyucu tabakanın yerleştirilme şekli, boşluk oranı, kalınlığı (üst üste koyulan sıra sayısı en az 2) büyük önem arz etmektedir. Son yıllarda bu tabakada bloklar itinalı ve düzgün yerleştirilmesine rağmen göz ardı edilen en büyük sakınca blokların koruyucu tabaka eğimine yassı yüzeyleri gelecek şekilde yerleştirilmesidir ki; bu uygulamada iş yapana kolaylık sağlamak ve düzgün görünümlü yüzey oluşturmaya karşın koruyucu tabakanın dalga tesiri altındaki stabilizesini düşürmektedir. Halbuki bu taş bloklar sivri uçları şev eğimine gelecek şekilde yerleştirilmelidir. Bu durum koruyucu tabaka yüzeyinde boşluk oranını artıracak, bloklar arasında birbirine temasla sürtünme yüzeyini artıracak ve yüzey pürüzlülüğü oluşturarak yapının üzerinde dalga tırmanmasını azaltır, boşluk oranı artığından şok tesirini absorbe ederek azaltır, temasal sürtünme ve yuvarlanma çapı daraldığından taş bloğun yerinden çıkmasına karşı stabilite artırılmış olmaktadır. Aksi takdirde belirli yıllık periyotlu dalgalar kısa periyotta bu yapılara zarar vereceğinde bakım masraflarını artıracaktır (Turan, 1996).

Dalgalar, korunan yola kadar tırmanarak fırtına süresince yola zarar verebilmekte ve trafiği aksatarak bazı durumlarda can kaybına sebebiyet verebilmektedir. Fırtına dalgalarının sahil yoluna zarar verecek şekilde su basması sonucu yolun alt tabakalarını oluşturan dolgu tabakalarının oyulması, yıkanması ve yolun tümüyle kullanılamaz hale gelmesi söz konusu olabilir.

#### **1.4. Kıyı Koruma Yapıları İçin Malzeme Seçimi**

Kaya kütlerindeki yanal ve düşey değişiklikler nedeniyle, istenilen kalitede ve boyutlarda büyük kaya bloklarının sağlanması her zaman mümkün olmamaktadır. Bu aşamada arazi çalışmalarının önemi büyüktür. Deniz yapılarının hizmet süresini kısaltan

veya yüksek oranda hasar görmesine neden olacak zayıf kalitedeki kayaların, deniz yapılarında kullanımı engellenmelidir. Amaca yönelik olarak, masif yapıda, ayrışmamış, kil içermeyen, eklem kırık gibi süreksizlik düzlemlerinin minimum seviyede olduğu, boşluksuz veya serbest drenaja sahip bağlantılı boşlukları olan, yuvarlak veya az yassı kaya bloklarının elde edilebileceği ocaklar seçilmelidir (Şişman, 1990).

Deniz yapılarında kullanılacak kaya malzemelerin seçilmesinde dikkate alınan başlıca özellikler şunlardır: renk, kaya yoğunluğu, su emme ve porozite, süreksizliklerin konumu, ayrışma durumu, sağlam kayanın mukavemeti, gradasyon, blok bütünlüğü, blok şekli, blok ağırlığı ve boyuttur (Şiş, 2000). Deniz yapılarında kullanılacak doğal yapı gerecinin belirlenmesinde ilk adım olarak jeolojik inceleme yapılmalı ve potansiyel kaya malzemesi öncelikle kaynağında irdelenmelidir. Uygun kaya malzemesi taş ocağında yapılacak kayanın fiziksel ve jeolojik özelliklerinin ayrıntılı değerlendirilmesine dayalı olarak seçilmelidir. Belirli bir kaynak tespit edildiğinde dikkatlice araştırılacak ve kayanın ayrışma durumu laboratuvar deneyleri ile elde edilecek sonuçlarla değerlendirilecektir. Ayrışmaya koşut olarak kayaçların mineralojisi, oluşumu, süreksizliklerin durumu, bölgesel metamorfizma, tektonizma ve faylanma kaya kalitesini belirleyen önemli faktörlerdir. Ayrışma, kayaçların uzun jeolojik zaman sürecinde iklim koşullarına maruz kalması sonucunda oluşur ve bu süreçte mekanik ve kimyasal ayrışma birlikte hareket eder. Kayanın ayrışma derecesi, süreksizlik aralıkları ve RQD değeri ile ilgili olarak ocak alanında değerlendirme yapılmalı ve laboratuvar deneyleri ile desteklenmelidir. Don kaybı, donma/çözülme, metilen mavisi emme değeri vb. deneylerden sağlanan veriler jeolojik ayrışmanın kayanın deniz yapılarındaki performansının ne ölçüde etkileyebileceği konusunda ipucu verir.

#### **1.4.1. Taşocağında Yapılan Çalışmalar**

Deniz yapılarında özellikle liman ve balıkçı ve kıyı koruma yapıları barınağı inşaatlarında taş tahkimatı olarak kullanılan taşların temin edildiği taş ocaklarında ve buradan alınan taş örnekleri üzerinde yerinde ve laboratuvarda taşın rezerve, blok verme ve fiziksel özelliğinin belirlenmesine yönelik çalışmalar yapılmaktadır.

Yerinde yapılan jeolojik çalışmalar; ocak yerinin bulunmasından başlayıp taş ocağını oluşturan kayacın yapısının süreksizlik durumunun, ayrışma durumunun,

sağlamlığının, üstündeki örtü kalınlığı v.b. özelliklerinin saptanarak ocaktan çıkartılabilecek taş kategorisi ve rezervinin belirlenmesi ile sonuçlanmaktadır.

Ocağın gözle net olarak izlenmediği, üstünde örtü olduğu veya çok fazla malzeme alınması gereken durumlarda jeofizik çalışmalar (sismik kırılma vb.) yapılarak kayacın rezervi, örtü tabakasının durumu, ocaktaki süreksizlik ve kayacın ayrışma durumu belirlenmektedir. Yine laboratuarda ultrasonik çalışmalarla elde edilen hız değerleri ile yerinde yapılan sismik kırılma çalışmaları sonucu elde edilen hız değerleri arasındaki orantılardan yararlanarak kayacın blok verme durumu ile ilgili ön görüş elde edilir (Şişman vd., 1990).

Liman inşaatlarında özellikle ana ve tali mendirek yapımında ve sahil tahkimatlarında taş ocaklarından elde edilen kaya bloklar gronülometrisine göre içten dışa doğru dolgu malzemesi, filtre tabakası ve koruyucu tabaka veya taş tahkimatı şeklinde yaygın olarak kullanılmaktadır.

Kıyı yapısı (liman, barınak, mendirek, mahmuz, kıyıya paralel yapılar v.b.) yerinin belirlenmesinden sonra taş tahkimatı olarak kullanılacak malzemenin temin edileceği ocağın liman yerine yakınlığı, fiziksel özellik, rezerv ve kategorik blok verimi yönünden yeterli olması ve ocağın işletilebilme özelliği inşaatın ekonomik ve kısa zamanda yapılmasının önemli etkenlerinden en başta gelenidir.

Bu nedenle yapım çalışmasına geçmeden önce taş ocağının her yönüyle çok iyi etüt edilmesi gerekmektedir. Taş ocağı etütlerinde ilk aşamada uygun ölçekli jeolojik haritalardan inşaat sahasına en yakın taş ocağı olabilecek formasyonların yerleri belirlenir.

İkinci aşamada bu yerlerde gerekli gözlem ve incelemeler yapılarak ocak olarak işletilebilecek yerler belirlenir. Bu yerlerde gerektiğinde daha detaylı jeolojik incelemeler, mühendislik jeofiziği (sismik kırılma, elektrik özdirenç çalışmaları) yapılarak taşın rezervi ayrışma durumu, blok verebilme potansiyeli ve yaklaşık olarak fiziksel özellikleri yerinde saptanır.

Üçüncü aşamada ocak sahasından işletilecek ocağı en iyi temsil edecek yeterli miktarda örnek alınarak laboratuarda taşın gerekli mühendislik özellikleri belirlenir. Mevcut şartnamelere göre bu taşın taş tahkimatı olarak kullanılıp kullanılmayacağına karar verilir (Acır, 2002).

### 1.4.2. Laboratuvarda Yapılan Çalışmalar

Liman inşaatında kullanılacak taş tahkimatı malzemesi temin etmek amacıyla saptanan ocak yerinden, ocağı en iyi temsil edecek numuneler alınarak laboratuara getirilir. Bu numuneler üzerinde birim hacim ağırlığı, aşınma kaybı (Los Angeles-500 devir), dona karşı dayanıksızlık ( $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ), basınç dayanımı, porozite, absorpsiyon oranı vb. deneyler yapılarak taş malzemesinin şartname limitlerine uygunluğu saptanır (Şiş, 2000).

### 1.5. Taş Tahkimatına İlişkin Kalite Sınıflandırması

Arazide ve laboratuvarında yapılan inceleme ve deneysel çalışma sonucu elde edilen verilerden, taş tahkimatı olarak kullanılacak malzemenin ülkemizde kıyı koruma yapılarının imalatında kullanılan taş tahkimatı malzemesine yönelik standart olan Karayolları Teknik Şartnamesi'ne göre değerlendirmesi yapılmaktadır. Karayolları Teknik Şartnamesi'nde kıyı koruma yapılarında kullanılacak olan taş tahkimatı malzemesinin homojen, sık kristallerden oluşan, sağlam, sert, aşınma, don ve hava tesirlerine karşı dayanıklı, süreksizlik içermeyen veya az sayıda süreksizliği bulunan ve Tablo 1'de belirtilen özelliklere sahip olması istenmektedir.

Tablo 1. Tahkimat taşının özellikleri (Karayolları Teknik Şartnamesi, 2006)

Deney	Şartname Limitleri
Petrografik Görünüm	Kristaller iyi kenetlenmiş, kil minerali ve eriyebilir mineral olmayacaktır.
Ayrışma derecesi	I - II
Kuru Birim Hacim Ağırlık ( $\text{gr}/\text{cm}^3$ )	$\geq 2.60$
Hacimce Su Emme Oranı %	$\leq 2$
Basınç Dayanımı ( $\text{kgf}/\text{cm}^2$ )	$\geq 500$
Los Angeles Aşınma Direnci %	$\leq 25$
Tabii Don Dayanımı %	$\leq 5$
Don Kaybı Deneyi ( $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ) %	$\leq 2$
Sürtünme ile Aşınma Kaybı	$\leq 15 \text{ cm}^3 / 50 \text{ cm}^2$
Islanma - Kuruma Etkisi (35 Döngü Sonrası)	Önemli derecede çatlak oluşumu ve gelişimi olmayacaktır.
Arazide Düşürme Testi	Ana boyutta kırılma olmayacak ve çatlak oluşmayacaktır.
Arazide Bekleme - Yerinde Gözlem	Ocak yerinde veya kullanılacağı yerde 12 ay süresince çatlak oluşumu, parçalanma olmamalı

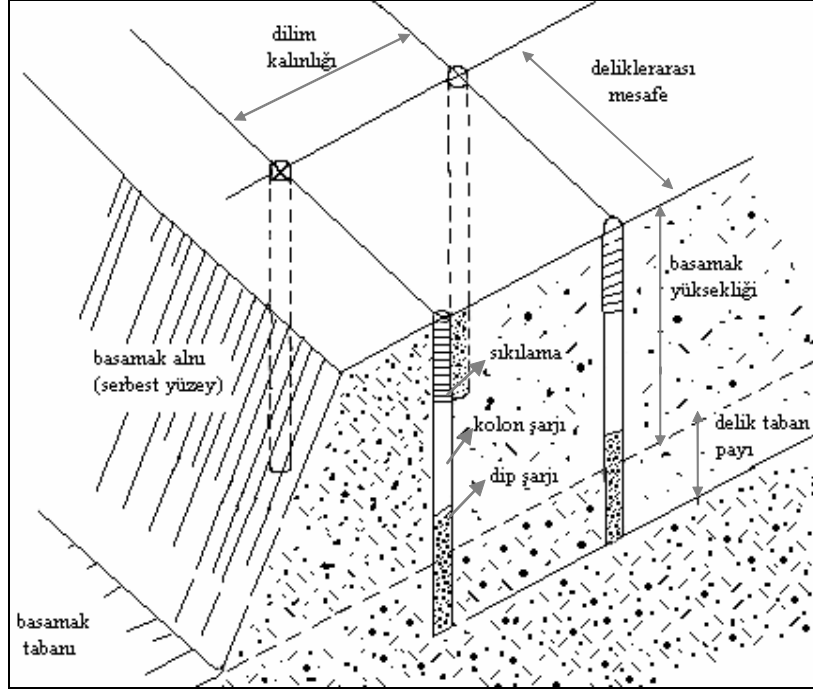
## 1.6. Taş Ocaklarında Patlatmalı Kaya Kazısı

Patlatmalarda başlıca amaç, patlayıcı enerjisini kayaya iletmek ve kayayı kırarak ötelemektir. Patlayıcı enerjinin bir kısmı kayayı kırma ve ötelemede kullanılırken bir kısmı da gürültü ve yer titreşimi şeklinde ortaya çıkmaktadır. Patlatma, sert kaya ortamlarının kazısını daha ekonomik koşullarda gerçekleştirmek amacıyla tercih edilen bir yöntemdir. Kum, çakıl ve turba gibi zayıf ortamların kazısında genellikle patlatmaya ihtiyaç duyulmaz. Kazı işlemi için patlatmanın gerekli olup olmadığı konusundaki belirleyici unsurlar kaya yapısının sertliği, dayanımı ve kazı işlemi için uygun makine tipidir. Eğer patlatmanın gerekip gerekmediği konusunda bir belirsizlik varsa patlatma kazısından mümkün olduğunca kaçınılmalıdır. Patlatma yolu ile kaya kazısı nispeten pahalıdır. Patlatma maliyetleri ve işletme dışı ekstra maliyetler arasında bir denge olmalıdır ve patlatma sonrası yükleme ya da kırma işlemlerinin kolay uygulanabilir olması için patlatma, belli derecede parçalama etkisine sahip olmalıdır. Patlatmalı kazı çalışmaları hem ocak hem de çevresinin güvenliği açısından olumsuz etkilere sahip olabileceğinden, jeolojik koşulların uygun olmadığı durumlarda ve ekonomik olmayacak kazı şartlarında düşünülmemelidir (Kesimal ve Erçikdi, 2003; Kesimal vd., 2003; Kahriman vd., 2006).

Taşocaklarında yapılan patlatmalı kazılar basamak patlatmaları ve özellikle ülkemizde uygulanan ve uygun olmayan bir üretim metodu olan galeri patlatmalarıdır.

### 1.6.1. Basamak Patlatması

Açık ocaklarda kazı sırasında oluşturulan ayrı kotlardaki her kademeye basamak, burada yapılan atımlara da basamak patlatması denilmektedir. Her basamağın bir üst bir de alt kodu olup, bunların farkı basamak yüksekliğini belirlemektedir (Şekil 6). Basamak alını kayanın sağlamlığına ve yapısına (fay, eklem, tabakalanma vb.) ve delik eğimine bağlı olarak dik veya 90° den az meyilli şev oluşturmaktadır. Bu şev, basamağı oluşturan kayanın parçalanmasını özendirir ve parçalanmış kayanın ileri fırlatılabilmesine imkan veren bir serbest yüzey olarak tanımlanmaktadır. Basamak patlatmasının başlıca avantajları; sarsıntı, gürültü, taş fırlaması vb. çevresel problemlerin en az seviyede gerçekleşmesi, istenen boyutta malzeme üretiminin yapılabilmesi, çalışma sahası zemininde ve üretim aynasında kontrolün sağlanması, emniyetli çalışma koşullarının tesis edilmesi ve ekipmanların daha verimli çalışmasına imkan sağlamasıdır (Erçikdi, 2004).



Şekil 6. Basamak patlatmasında kullanılan terimler (Erçikdi, 2004)

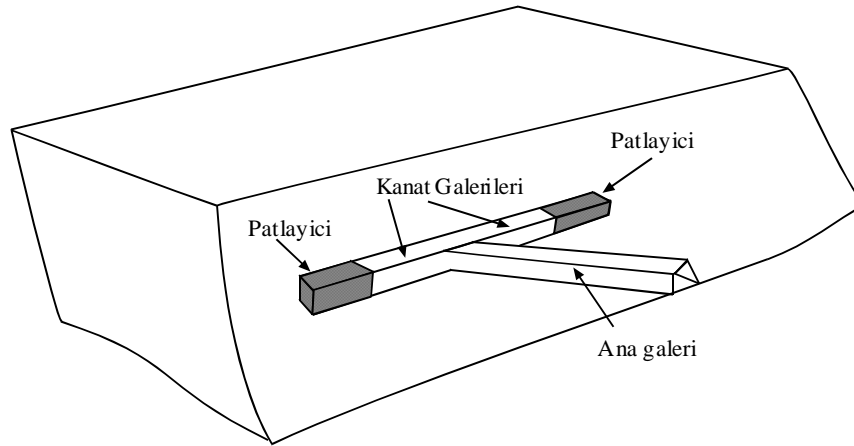
Serbest yüzey ile birinci sıra delikler veya delik sıraları arası uzaklıklara dilim kalınlığı adı verilmektedir. Bir atımın basamak patlatması olarak adlandırılabilmesi için dilim kalınlığı (B) en fazla basamak yüksekliğinin (H) yarısına ( $B \leq H/2$ ) eşit olmalıdır (Erçikdi, 2004).

Aynı sıradaki deliklerin birbirlerine olan uzaklıkları ise delikler arası mesafe olarak bilinmektedir. Delik boyları basamak tabanının düzgün ve tırnaksız olmasını sağlamak için basamak yüksekliğinden biraz fazla delinmektedir ve bu fazla kısım delik taban payı olarak adlandırılmaktadır. Deliğin dip kısmına konulan patlayıcı maddeye dip şarjı, bunun üzerinde bulunan şarja ise kolon şarjı denilmektedir. Genellikle basamak tabanına yakın kısımlarda kayanın parçalanması daha güç olduğundan dip şarjı, kolon şarjına göre miktarca fazla olarak seçilmelidir. Deliğin ağız tarafına patlayıcı maddeyi örtmek üzere ve deliği tamamen dolduracak şekilde konulan ve patlayıcı olmayan maddeden (çakıl, kum, kırmataş, delme makinesi kırıntıları) oluşan tıkaca ise sıkılama adı verilmektedir. Basamak patlatmalarında delikler normal olarak dik açılmakla birlikte bazen yük mesafesinin fazla olduğu yerlerde şeve paralel olarak da açılabilmektedir. Açık ocak basamaklarında patlatma tek sıra halinde yapılabileceği gibi, çok sıralı da planlanabilir

### 1.6.2. Galeri Patlatması

Galeri patlatması yöntemi bir defada fazla miktarda patlayıcının kullanılması nedeniyle civarda hasara neden olabilecek seviyede titreşim oluşturmaya ek olarak yüksek ses, taş fırlaması, hava şoku ve toz gibi çevresel etkiler oluşturmaya sebebiyle sakıncalı bir yöntemdir. Bu yöntem, kullanılan yüksek patlayıcı miktarına ve gecikmesiz ateşleme tekniğine dayalı olduğundan, her an tehlike oluşturabilme özelliği nedeniyle uygun bir Maden Mühendisliği tasarımı olarak kabul edilmez. Ancak, ocağı işleten firmalar, yeni bir kademenin oluşturulmasında topoğrafyanın düşey delikli basamak patlatmasını mümkün kılmadığı zorunlu şartlar altında bu metoda başvurduklarını belirtmektedirler (Kesimal vd., 2007).

Galeri patlatma yöntemi; kaya kütesinin içinde açılmış “T” şekilli bir galeriye yerleştirilen patlayıcı maddelerin patlatılması yoluyla gerçekleştirilen üretim işlemidir (Şekil 7). Kazı aynasına dik olarak kaya kütesinin içine doğru açılan ana galeriden (ana kol), 90° açılarla her iki yana kanat galerileri (yan kollar) açılır. Kanat galerilerin 4 tane olduğu uygulamalar da söz konusudur. Kanat galerilerine patlayıcı madde olarak ANFO (Amonyum Nitrat ve Fuel-Oil Karışımı) ve dinamit yerleştirilir. Patlayıcı maddeler yerleştirildikten sonra galeriler taş tozu, kum v.s ile kapatılmaktadır. Madencilik uygulamalarında daha çok, emniyetli ve güvenli olması nedeniyle düşey delikli basamaklı ateşlemelerin yapılması istenir. Ancak özellikle Karadeniz Sahil Yolu Projesi kapsamında işletilen taşocaklarında, yüksek ekonomik beklenti nedeniyle (işçilik ve ilk yatırım masraflarını düşük tutma, vb.) daha çok galeri patlatma yöntemi uygulanmaktadır.



Şekil 7. Galeri atımına ilişkin perspektif bir görüntü



Doğu Karadeniz Bölgesi'nde "Karadeniz Devlet Sahil Yolu İyileştirme Projesi"nin uygulamaya sokulması ile alt yapı çalışmaları için önemli miktarda taş ihtiyacı ortaya çıkmıştır. Özellikle bölgenin oldukça engebeli bir arazi yapısına sahip olması, yeni karayolu güzergahı için bir çok yerde tahkimat, mendirekler, mahmuzlar ve deniz dolgusu yapılmasını zorunlu kılması, söz konusu ihtiyacın önemli ölçüde artmasına neden olmuştur. Alt yapı ve diğer amaçlar için gerekli olan taş ihtiyacı için bölgede bir biri ardına taşocaklarının devreye sokulmakta ve bu taşocaklarında galeri patlatması uygulanmaktadır. Galeri patlatmasının başlıca dezavantajları (Yılmaz vd., 2002, 2004; Cihangir vd., 2005, Konak vd., 2006; Erçikdi vd., 2006; Tatarhan, 2006);

- Galeri yöntemi ile ateşleme yapılırken çok miktarda patlayıcı madde kullanıldığında ortaya çıkan aşırı basınç enerjisi sıkıştırma etkisiyle zeminde sarsıntı yaratarak, bina, tesis vb. yapıların zarar görmesine, çevre bölgelerde oynama yaparak arazi oturmalarına zemin çatlamlarına veya heyelanlara neden olmaktadır (Şekil 8).



Şekil 8. Patlatma nedeniyle oluşan heyelan ve evin hasar görmesi (Kesimal vd., 2005, 2008)

- İyi bir sıkılamanın yapılmadığı, patlatılan kütlede zayıflık düzlemleri, damarlar ve çatlak olması halinde ve özellikle aşırı miktarda patlayıcının kullanıldığı patlatmalardan kaynaklanan taş savrulması insanların ölüm ve yaralanmasına, mülklerine hasar vermesine neden olabilmektedir (Şekil 9).



Şekil 9. Galeri patlatması nedeniyle oluşan taş fırlaması  
(Kesimal ve Kaya, 2002)

- Patlatılan kütlede zayıflık düzlemleri, damarlar ve çatlak olması halinde, ateşleme anında taş püskürtmelerine neden olduğu gibi yapılan ateşlemeden verim alınamamaktadır.
- Ateşleme ile patlamanın olduğu noktadaki malzemeler aşırı basınca maruz kalarak ufalanmakta, patlatma noktasından uzaklaştıkça oluşan basınç etkisi azaldığı için çıkan malzemenin boyutu iri olmakta, sonuçta dengesiz bir boyut dağılımı içeren taş malzemesi elde edilmektedir.
- Galeri ateşlemesi sonrası yeni oluşan aynadaki var olan mevcut çatlaklar oynayarak hareket etmekte veya yeni çatlaklar oluşmakta, buna bağlı olarak her an düşerek tehlike yaratabilecek taş veya kaya kopmaları olmaktadır.
- Yapılan galeri ateşleme sonucu oluşan basınç kuvvetleri, ocak aynasının en üst noktalarını etkileyememekte ve altı boşaldığı için desteksiz kalan ocak aynasının üst kısımları, yapısal çatlaklarından koparak heyelan yapmakta veya tam kopmadığında şapka şeklinde durarak tehlike yaratmaktadırlar (Şekil 10). Ayrıca topografik yapısının dik olmasından dolayı düşük seviyelerden başlayan ocak aynasının yüksekliği, ilerleyen çalışma süresinde 80-100 m gibi yüksekliklere ulaşmaktadır. Bu durum ise her türlü çalışma şartının daha da zorlaşmasına sebep olmaktadır.



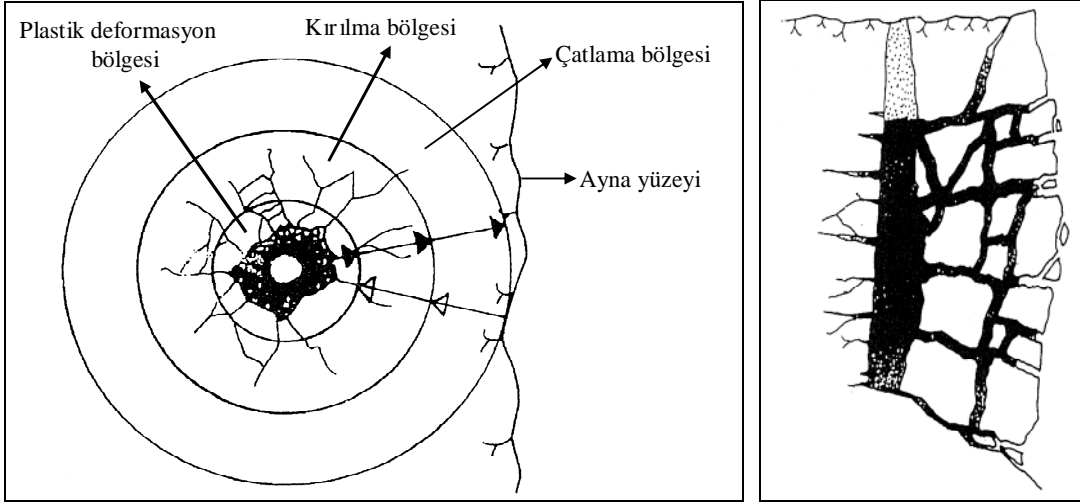
Şekil 10. Taşocağında yüksek-geniş çalışma aynası ve şapka şeklinde kalan üst kısım (Kesimal vd., 2007)

### 1.7. Parçalanma Mekanizması

Patlayıcı maddeler ateşlendiğinde, bir saniyeden çok daha kısa bir zamanda gerçekleşen reaksiyon sonucu, çok yüksek basınç ve sıcaklıktaki gaz, patlayıcı enerjisi şeklinde ortaya çıkmaktadır. Ortaya çıkan enerji, kendisini çevreleyen kaya yapılarına darbe etkisi yaparak kayanın kırılıp parçalanmasına neden olmaktadır (Cihangir, 2006).

Delik içine yerleştirilen patlayıcı madde ateşlendiğinde delik çeperi plastik deformasyona uğrar (Şekil 11). Plastik deformasyon bölgesi kaya spesifikasyonlarına bağlı olmakla birlikte genellikle bir veya birkaç milimetre genişliğindedir. Plastik deformasyon bölgesini iki alt bölgeden oluşan parçalanma bölgesi çevreler (Cihangir, 2006). İç kısım kırılma bölgesi, dış kısım çatlama bölgesidir.

Kırılma bölgesinde kaya tamamen parçalanmış olup parçalanma işlemi darbe sonucu oluşan basınç birim deformasyon dalgasının, kayanın dinamik basınç birim deformasyon limitinden fazla olması nedeni ile oluşur.



**Şekil 11.** Patlatma sonucu bir deliği çevreleyen kayada parçalanma olayı  
(Cihangir, 2006)

Kaya ortamlarının karakteristiklerine bağlı olarak kırılma bölgesinin genişliği delik çapının iki ila 7.5 katı civarındadır. İnfilak noktasında uzaklaştıkça kırma olayı azalır, ancak yoğun ışınal basınç sonucu dalga cephesine teğet yönde dinamik çekme birim deformasyon dalgaları oluşur ve bu dalgalar kayanın dinamik çekme birim deformasyon limitini aştığı sürece çatlamlar devam eder.

Çatlama bölgesinin genişliği ise delik çapının genellikle 10 ila 25 katıdır. Patlatma sonucu açığa çıkan patlayıcı enerjisinin bir kısmı bu şekilde kaya ortamının kırılıp parçalanmasına harcanırken, bir kısmı da titreşim şeklinde kaya ortamına, bir kısmı da ses şeklinde havaya yayılır (Cihangir, 2006).

Eğer yakında basamak aynası yada açık fay, açık eklem gibi süreksizlikler varsa bunlar birer serbest yüzey gibi davranırlar. Sismik bölgede titreşimlere neden olan basınç birim deformasyon dalgaları bu yüzeylere geldiğinde hava boşluğuna geçemeyerek yansır ve çekme birim deformasyon dalgalarına dönüşür. Bu yansıyan dalga yeterli şiddette ise genellikle kayaların çekme dayanımları çok düşük olduğu için kaya yaprak gibi parçalanır.

Birbirini izleyen basınç birim deformasyon dalgaları çekme birim deformasyon dalgalarına dönüştükçe koparıma sürerken, çatlakların gaz basıncı etkisi ile uzaması neticesinde koparıma ve çatlama mekanizması devam eder. Parçalanma olayının son safhalarında gaz basıncının püskürtülmesi sonucu parçalanma ile delik grubunun yer aldığı basamak bölümü tamamen parçalanmış ve bir miktar da kabarak öne doğru ötelenmiş olur.

### 1.8. Parça Boyut Dağılımı Analizi

Basamak patlatmalarında amaç, madencilik sektöründe, ya cevher üstünü açmak için dekapaj kazısı, yahut cevherde üretim kazısı yapmaktır. İnşaat sektöründe ise, temel kazıları, proje elemanlarını yerleştirme yönelik kazılar, dolgu malzemesi elde etmeye yönelik çalışmalar veya kırma taş elde etmeye yönelik taş ocağı işletmeleridir. Her durumda, elde edilen parça iriliğinin önemi vardır. En az etkilenen dekapaj çalışmalarında bile, yükleyici verimini optimumda tutabilmek amacı ile üzerinde durulmaktadır.

Patlamış malzemede elde edilen parça büyüklüğü, öncelikle jeolojik nedenlerden yönlenir. Sedimenter kayalarda bu olay kendini belirgin bir şekilde gösterir. Yinede bir patlatma mühendisinin elinde, parça dağılımını belirli oranlarda denetleyebilecek olanlar vardır. Parçalanmayı incelemek için şunlar yapılabilir (Dağçimen, 2006; Özdemir vd., 2007);

- Küçük delik çapı ve dar geometri kullanılır.
- Özgül şarj, belirli bir yüzde ile arttırılır. Çok fazla arttırmak doğru değildir. Aksi takdirde malzeme gereğinden fazla yayılabileceği gibi iç öğütme olmaz. Kolon şarjı kuvvetlendirmek yeterli olabilir.
- Sıkılama boyu azaltılabilir, sıkılamanın hemen altına ek bir yemleme yerleştirilebilir. Bunu yaparken savurmanın artacağı unutulmamalıdır.
- Maliyeti kurtardığı yerlerde kuvvetli patlayıcı kullanılır. Anfo içine alüminyum tozu katılması parçalanmaya yardımcı olacaktır.
- Gecikme aralığı uygun değerlerde olmalıdır.
- En önemli gelişme delikler arası mesafe / dilim kalınlığı oranının değiştirilmesidir. Bu oranın artması parçalanmayı önemli derecede değiştirmektedir.

Bu anlatılanların aksine bazen iri parçalanmada istenilebilmektedir. Bu durumda şunlar yapılmalıdır (Dağçimen, 2006);

- Büyük çaplı delikler kullanılmalıdır.
- Özgül şarj, özellikle sıkılama boyunu uzatarak, dolayısı ile kolon şarjı zayıflatarak düşürülmelidir.

- Tek sıralı atımlar gecikme kullanmadan yapılmalıdır.
- Delikler arası mesafe / dilim kalınlığı oranı 1 değerinin (ortalama 0,4 – 0,6) altında tutulmalıdır.

Kuz-ram modeline göre patlatma sonucunda açığa çıkacak ortalama parça boyutu (Gheibe vd., 2009);

$$x_{50} = A \cdot Q_e^{0,167} \cdot (115/s_{ANFO})^{19/30} / q^{0,8} \quad (1)$$

Burada;  $x_{50}$  = toplam malzemenin %50'sinin elek altına geçtiği boyut (cm); A= kaya kütle faktörü (orta sert kayalar için 7, sert, çok çatlaklı kayalar için 10, sert, az çatlaklı kayalar için 15);  $q$ = özgül şarjı ( $\text{kg/m}^3$ );  $Q_e$ = toplam patlayıcı miktarını (kg);  $s_{ANFO}$  = dayanım faktörü (TNT için 115, ANFO için 100) ifade etmektedir.

### 1.9. Patlatma Kaynaklı Çevresel Problemler

Ülkemizde taş ocakçılığı başta olmak üzere, madencilik, boru hattı, şehir altyapı imalatları, otoyol, metro-tünel, baraj ve hidroelektrik santraller gibi patlatmanın kaçınılmaz olduğu çeşitli sektörlerin gelişmesine ve artışına paralel olarak, patlatma sonucu oluşan yer sarsıntısı ve hava şokundan kaynaklanan çevresel problemlerle sıkça karşılaşılmakta ve sorunun en aza indirilmesi için çözüm yolları aranmaktadır (Kahriman, 2004).

Yerleşim yerleri yakınındaki patlatma çalışmalarının sebep olduğu, rahatsızlık derecesine varan çevresel sorunların artmasıyla, büyük bir dikkat gerektiren emniyetli patlatma tasarımlarına ihtiyaç duyulmaktadır. Bu nedenle; özellikle büyük patlatmalarda, belirli bir mesafede, gecikme başına düşen maksimum patlayıcı miktarının sınırı, çevresel sorunların giderilebilmesi için büyük önem taşımaktadır. Başka bir deyişle, yer sarsıntısı unsurlarının önceden tespit edilmesinin, çevresel şikayetlerin azaltılmasındaki katkısı büyük olacaktır (Erçikdi, 2004; Ak ve Konuk, 2008).

Emniyetli yaklaşımlarla, yer sarsıntısının parçacık hızı ve diğer unsurlarının tahmini, patlatma tasarımcıları için önemli kolaylıklar sağlayacaktır. Patlatmanın sebep olduğu çevresel problemlerin azaltılabilmesi için günümüze kadar yürütülen yoğun çalışmalara rağmen, henüz güvenilir bir genel formül saptanamamıştır.

Bu yüzden her bir sahaya özgün olarak yapılacak deneysel çalışmalar, bu sorunların azaltılabilmesi için gereklidir. Günümüzde, konuyla ilgili olarak çok değişik hasar kriterleri geliştirilmiş olmasına rağmen, titreşim hasarlarını; inşaatların doğal yerleşmesinden, uygun olmayan konstrüksiyon ve yapı yaşlanmasından kaynaklanan hasarlardan tamamıyla ayırmak çok güçtür. Kabul görmüş ya da yasallaşmış hasar kriterleri ne olursa olsun, patlatmalı kazı çalışmaları sonucu ortaya çıkan hava şoku ve yer sarsıntısından kaynaklanan bütün şikayetleri ortadan kaldırmak ya da en aza indirmek, halen patlatma dünyasının gündemini işgal eden bir sorun olmayı sürdürmektedir. Bu nedenle, bu konuların çözümüne yönelik olarak konuyla ilgili bazı standartların oluşturulması amacıyla çeşitli sistematik araştırma programları yürürlüğe konulmuştur.

Genel olarak madencilikte çevreye verilebilecek rahatsızlıklardan en önemli olanları; gürültü (hava şoku), taş savrulması ve toz ve yer sarsıntısıdır (Erçıkı vd., 2004; Ak vd., 2009).

### **1.9.1. Gürültü ve Hava Şoku**

Patlatmadan kaynaklanan ve çevreye verdiği rahatsızlıktan dolayı önem arzeden problemlerden bir tanesi hava şokudur. Patlatmalarda etkin önlem alınmadığında, kaya çatlaklarından atmosfere hızlı ve erken boşalan reaksiyon ürünü gazlar önemli oranda hava şoku oluşturur. Yüksek frekanslı basınç dalgaları duyulabilmektedir. Düşük frekanslı olanlar da etki ettiği yapılarda tıkrıtlar oluşturduğundan duyulabilmektedir. 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 (Raina vd., 2004).

Gürültü, atım noktasından uzaklaştıkça hava şokunun bozulması ve dağılmasıyla oluşmaktadır. Gürültüden kaynaklanan problemler kişisel rahatsızlıklar ve diğer psikolojik şikayetler şeklinde ortaya çıkmaktadır. Ayrıca bölgedeki hava koşulları, rüzgarın yönü ve şiddeti, sıcaklık hava şoku enerjisini önemli şekilde etkilemektedir. Hava şoku ölçüm sonuçları hasar oluşumunun değerlendirilmesi açısından tam bir gösterge değildir. Gürültü şiddetinin iki katına çıkması demek meydana gelebilecek hasar olasılığının da iki katına çıkması anlamı taşımamaktadır. Ayrıca sürekli olan bir gürültünün verdiği rahatsızlık ile

aniden oluşan bir gürültünün verdiği rahatsızlık aynı değildir. Patlatma sonrası açığa çıkan iri blokların parçalanması amacı ile yapılan patar atımlarının oluşturacağı gürültü ve hava şoku, normal atımların oluşturduğu gürültüden daha fazladır (Kuzu vd., 2009; Afani ve Osasan, 2009).

### 1.9.2. Taş Savrulması

Patlayıcı maddenin kaya kütlesi içinde iyi bir şekilde hapsedilmediği durumlarda, reaksiyon sonucu oluşan yüksek basınçlı gaz ürünler bulabildikleri çatlaklardan atmosfere erken deşarj olurlar. Çok yüksek hızla oluşan gaz boşalımı kaya kütlesinde bir kısım yırtılmalara neden olur ve beraberinde kaya parçalarını da hareketlendirir. Böylece savrulan kaya parçaları çevrede tehlike oluşturabilmektedir. Patlatmadan kaynaklanan çevresel hasarlar arasında taş fırlaması insanların ölüm ve yaralanmasına, mülklerine hasar vermesine neden olabilen en önemli faktördür. Taş savrulmasını kontrol edebilmek için şu önlemler alınabilir (Kesimal ve Kaya, 2002; Bajpayee vd., 2004; Kecojevic ve Radomsky, 2005);

- Patlayıcı madde uygun çap ve boyutta delikler kullanılarak kaya yapısı içinde olabildiğince homojen dağıtılmalı,
- Patlayıcının büyük miktarlarda odaklaştığı ve parçalanma mekanizmasının kontrol edilemediği “galeri patlatması” uygulanmamalı,
- Patlatma delikleri kullanıldığında uygun delik geometrisi hesaplanarak bulunmalı, ve deliklere uygun yükler verilmeli,
- Ateşlemede gecikmeli kapsüller kullanılmalıdır,
- En az yük mesafesi boyutunda sıkılama boyu bırakılmalı ve uygun bir malzeme kullanılarak ağız sıkılması yapılmalı,
- Galeri patlatmalarında taş fırlamasını önlemek için ağız sıkılmasını iyi yapmak gerekmektedir.

Taş savrulması daha çok açık işletmelerde önemlidir. Savrulan taşların, 1000 metreye kadar fırlayabildiği ve ölümle sonuçlanan kazalara neden olduğu bilinmektedir. Çoğu durumda fırlayan taşlar makine ve ekipmanlara hasar vermekte ve yaralanma ile



neticelenen kazalara yol açabilmektedir. Patlatma sonucu oluşan hava şoku, taş fırlaması, yer sarsıntısı ve makinaların oluşturduğu toz problemleri sonucu resmi makamlara yapılan şikayetler işletmelerin ekonomik ve sürekli bir şekilde çalışmalarını zorlaştırmaktadır (Kesimal ve Kaya, 2002; Çağlar ve Acar, 2006).

### **1.9.3. Yer Sarsıntısı**

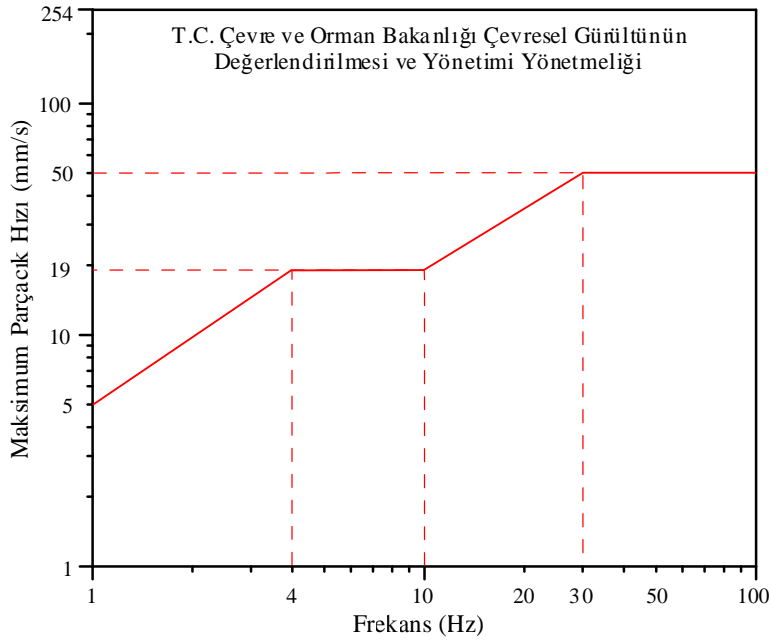
Patlatmanın oluşturduğu basınç dalgası parçalanma bölgesindeki kırılma ve çatlama olaylarında enerjisinin bir kısmını harcadığından şiddetinin düşmesi sonucu ve yakında serbest yüzey bulunmadığından elastik titreşim dalgası olarak sonsuz kaya ortamı içerisinde dağılmaktadır. Titreşimlerin olduğu bu bölgeye sismik bölge adı verilmektedir. Bir patlayıcı şarjı kaya gibi bir ortamda patlatıldığında sismik dalgalar oluşur. Kayayı kırmak için verilen enerji, kaya dayanımını ve elastik limitlerini yenecek güçte olmalıdır. Kayayı kırmak için gerekli olan enerji sağlanamadığında ona harcanan güç sismik dalgalara dönüşerek zararlı titreşimler olarak çevreye yayılır. Patlatma sonucu oluşan dalga hareketi, kaynaktan uzaklaştıkça sönümlenir. Titreşimler, yakın bölgelerde, mesken, sanayi tesisleri ve diğer yapılarla birlikte kaya yapılarına hasarlar verebilir. Oturduğu kaya yapısından daha az sağlam olan herhangi bir bina, dikkatsizce tasarlanmış olan atımdan, çok fazla uzak olsa bile, büyük hasarlar görebilir. Bu nedenle, patlatmadan kaynaklanan titreşimlerin bina ve yapılara olan etkilerinin tahmini, ölçümü ve kontrolü, patlatma optimizasyon faaliyetinin ayrılmaz bir parçası olmak durumundadır. Hava şoku ve taş fırlamasından gelebilecek hasarın yanında, yer sarsıntısının oluşturacağı hasar daha etkilidir. Yer titreşimleri belli bir dereceye kadar her yapıya hasar vermektedir. Yer titreşimlerinin değerlendirilmesinde etkili olan en önemli üç parametre; patlatma ile ölçü alınan yapı arasındaki mesafe, gecikme başına kullanılan patlayıcı madde miktarı ve titreşimin frekansıdır (Erçikdi vd., 2004, Özer, 2008).

### 1.10. Hasar Değerlendirme Kriteri

Ülkemizde patlatmalardan kaynaklanan yer titreşimleri ve hasar kriterlerini saptamak ve denetlemek için T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı tarafından Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliği 01.07.2005 tarihinde yürürlüğe girmiştir (Tablo 2). T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı Maden ve Taş Ocakları İçin Titreşim kriterlerine yönelik standart grafiği Şekil 12' de görülmektedir.

Tablo 2. T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı maden ve taş ocakları için titreşim kriteri

Yer Sarsıntısı Frekansı (Hz)	İzin Verilebilir Azami Parçacık Hızı (mm/s)
1	5
4-10	19
20	33
30-100	50



Şekil 12. T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı çevresel gürültünün değerlendirilmesi ve yönetimi yönetmeliği maden ve taş ocakları için titreşim kriteri grafiği

Değişik ülkelerde patlatma ve çevresel etkilerine yönelik değişik yaklaşımlar sergileyen değişik standartlar bulunmaktadır. Kimi standartlar sınır değerlerin belirlenmesinde sadece parçacık hızlarını göz önüne alırken, kimileri frekans etkisini de dikkate almaktadır. Bazı standartlar sadece yerleşime ait meskenleri (evler) dikkate almakta, bazı standartlar meskenlere tarihi eser ve hassas binaları da göz önüne almakta, bazıları ise bunların yanında insan faktörünü de göz önünde bulundurmaktadır (Onur vd., 2006).

## **2. YAPILAN ÇALIŞMALAR, BULGULAR VE İRDELEME**

### **2.1. Giriş**

Çalışmanın amacına uygun olarak öncelikle Karadeniz Sahil Yolu Projesi için galeri patlatması yöntemiyle taş tahkimatı üretimi yapılan bazı taşocaklarından elde edilen veriler incelenmiş, patlatmalara ilişkin teknik veriler ve patlatma sonucu açığa çıkan taşın kategorik açıdan değerlendirmesi yapılmıştır. Daha sonra mevcut durumda Doğu Karadeniz Sahil Yolu Projesinde uygulanan kıyı koruma yapısına ait bir enkesit için ekonomik analiz yapılmış ve 3 farklı taşocağında (Ardeşen-Köprüköy, Çayeli-Seslidere ve Of-Yemişalanı) üretilen taş tahkimatı malzemesinin standartlara uygunluğu değerlendirilmiştir.

Galeri ve basamak patlatmalarının çevresel etkisini değerlendirmek amacıyla basamak (Ardeşen-Köprüköy) ve galeri patlatması (Çayeli-Seslidere ve Of-Yemişalanı) yapılan taşocakları çevresinde patlatmalara eşlik edilerek titreşim ölçer cihazı ile ölçümler yapılmıştır. Söz konusu ocaklardaki patlatma paterni, delik düzeni ve patlayıcı şarjı şantiye yetkililerince sistematik olarak uygulana gelen şekliyle (herhangi bir müdahalede bulunulmadan) gözlemlenmiş ve ölçümler bu şekildeki çalışmalara uygulanmıştır. Titreşim ölçer cihazı ile elde edilen kayıtlar ülkemizdeki standartlarla karşılaştırılmış ve hasar normu içindeki yeri belirlenmeye çalışılmıştır. Son olarak üzey delikli bir patlatma tasarımı önerilmiş ve önerilen tasarımdaki veriler kullanılarak kıyı koruma yapılarının inşaatında gerekli taş tahkimatı malzemesi için kategorik açıdan Kuz-Ram modeline göre parça boyut dağılımı analizi yapılmıştır.

### **2.2. Taş Ocaklarında Yerinde Yapılan Etütler**

Doğu Karadeniz bölgesinde Trabzon İli ve Rize İli sınırları içinde yer alan, galeri patlatma yöntemi ile deniz taş dolgu malzemeleri üretimi yapılmış ve yapılmakta olan bazı taşocaklarında yapılan patlatmalara ilişkin olarak patlayıcı madde miktarları, alınan taş hacimleri ve ayna yükseklikleri Tablo 3-6'de, patlatmalarda kullanılan toplam patlayıcı miktarları (PMM) ile alınan taş hacimleri (V) arasındaki ilişki ise Şekil 13-16'da verilmiştir.

Tablo 3. 1999-2001 yılları arasında Arhavi-Ortacalar taşocağı işletmesine ait veriler

PATLATMA SIRA NO	AYNA YÜKSEKLİĞİ m	PATLAYICI MADDE MİKTARLARI			ATIMLARDAN ALINAN MİKTARLAR (%)			ALINAN TAŞ HACMİ m <sup>3</sup>	TAŞ BİR. AĞIRLIĞI Ton/m <sup>3</sup>	ALINAN TAŞ AĞIRLIĞI Ton	PMM / V kg/m <sup>3</sup>
		ANFO kg	TAN kg	J. DİNAMİT kg	0—2 %	2—6 %	6—15 %				
1	30	4 000		600	50	40	10	7 692	2,6	20 000	0,60
2	150	14 000		1 600	35	20	45	103 846	2,6	270 000	0,15
3	60	12 000		1 200	40	30	30	96 154	2,6	250 000	0,14
4	100	11 500		1 250	30	30	40	96 154	2,6	250 000	0,13
5	150	22 000		1 650	20	40	40	134 615	2,6	350 000	0,18
6	220	18 000		1 700	70	15	15	192 308	2,6	500 000	0,10

Tablo 4. 1999-2001 yılları arasında Of-Yemişalan taşocağı işletmesine ait veriler

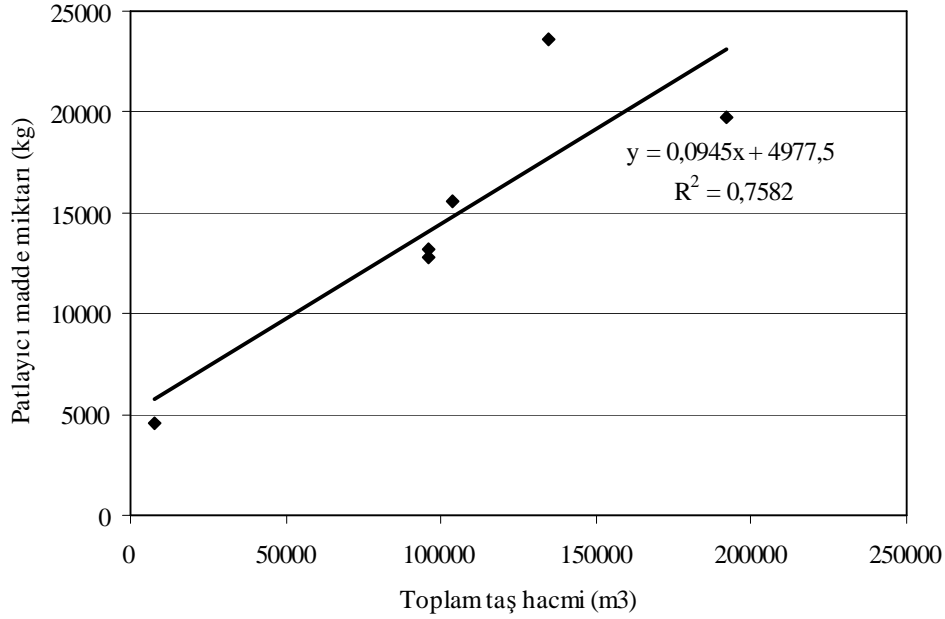
PATLATMA SIRA NO	AYNA YÜKSEKLİĞİ m	PATLAYICI MADDE MİKTARLARI			TOPLANAN TAŞ HACMİ m <sup>3</sup>	TAŞ BİR. AĞIRLIĞI Ton/m <sup>3</sup>	ALINAN TAŞ AĞIRLIĞI Ton	PMM / V kg/m <sup>3</sup>
		ANFO kg	TAN kg	J. DİNAMİT kg				
1	40			270	0	2,70	0	-
2	40			200	56 000	2,70	151 200	0,004
3	50			200	22 500	2,70	60 750	0,009
4	35			150	9 100	2,60	23 660	0,016
5	35			150	9 100	2,60	23 660	0,016
6	40			200	12 880	2,60	33 488	0,016
7	40			250	11 200	2,60	29 120	0,022
8	30			200	16 830	2,60	43 758	0,012
9	60	1 000		100	36 000	2,60	93 600	0,031
10	65	2 000		100	54 600	2,60	141 960	0,038
11	50	1 000		200	32 000	2,60	83 200	0,038
12	40	1 000		200	19 360	2,60	50 336	0,062
13	30	3 000		200	14 520	2,70	39 204	0,220
14	40	1 500		100	35 200	2,60	91 520	0,045
15	45	6 000		200	23 760	2,60	61 776	0,261
16	60	10 000		200	67 500	2,60	175 500	0,151
17	30	1 500		100	18 000	2,70	48 600	0,089
18	60	3 000		100	45 000	2,70	121 500	0,069
19	50	3 000		100	33 750	2,70	91 125	0,092
20	45	2 000		100	39 600	2,60	102 960	0,053
21	40	1 500		100	35 200	2,60	91 520	0,045
22	35	1 000		100	14 000	2,60	36 400	0,079
23	45	1 000		100	40 500	2,60	105 300	0,027
24	35	1 500		100	23 870	2,60	62 062	0,067
25	35	2 000		100	34 615	2,60	89 999	0,061

Tablo 5. 2008-2009 yılları arasında Of-Yemişalan taşocağı işletmesine ait veriler

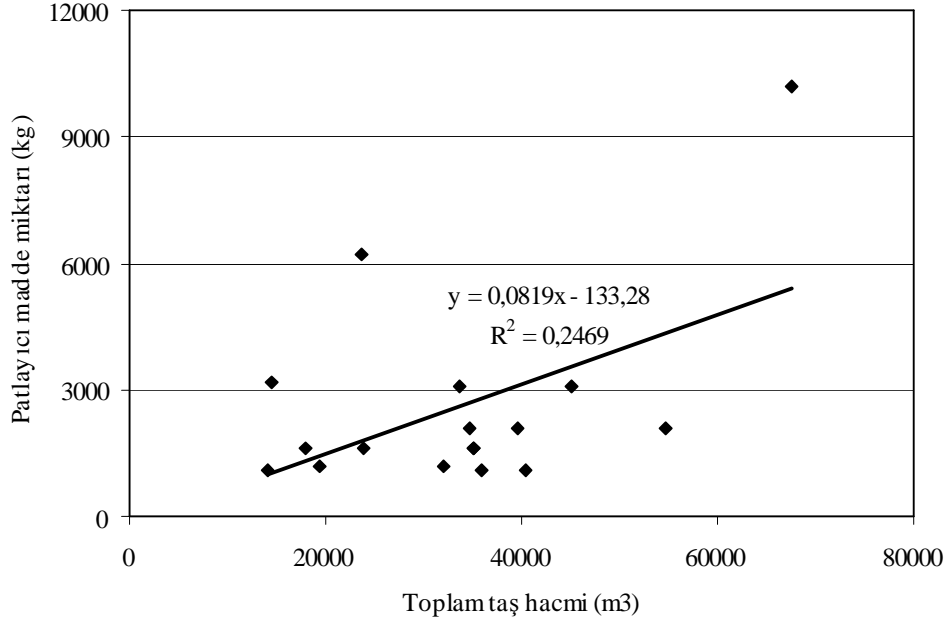
PATLATMA SIRA NO	AYNA YÜKSEKLİĞİ m	PATLAYICI MADDE MİKTARLARI			TOPLANAN TAŞ HACMİ m <sup>3</sup>	TAŞ BİR. AĞIRLIĞI Ton/m <sup>3</sup>	ALINAN TAŞ AĞIRLIĞI Ton	PMM / V kg/m <sup>3</sup>
		ANFO kg	TAN kg	J. DİNAMİT kg				
1	50	750			1 500	2,70	4 050	0,500
2	50	2 300		50	15 000	2,70	40 500	0,157
3	6	650		100	1 500	2,70	4 050	0,500
4	6	650		100	1 500	2,60	3 900	0,500
5	6	1 000		70	3 000	2,60	7 800	0,357
6		1 500		100	6 000	2,60	15 600	0,267
7		1 500		100	6 000	2,60	15 600	0,267
8		1 700		250	7 500	2,60	19 500	0,260
9		1 350		100	6 000	2,60	15 600	0,242
10		1 350		50	8 000	2,60	20 800	0,175

Tablo 6. 2008-2009 yılları arasında Seslidere taşocağı işletmesine ait veriler

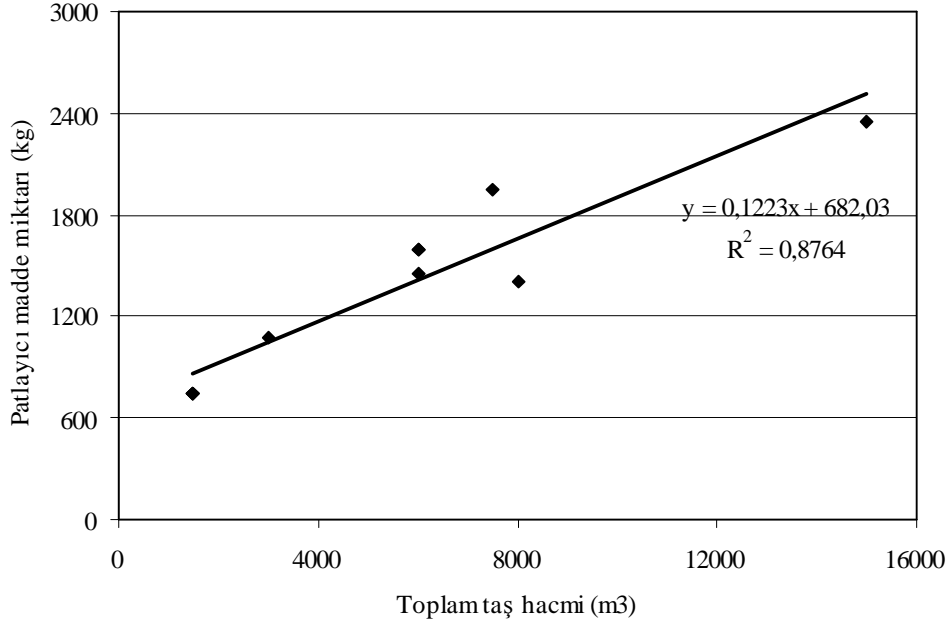
PATLATMA SIRA NO	AYNA YÜKSEKLİĞİ m	PATLAYICI MADDE MİKTARLARI			TOPLANAN TAŞ HACMİ m <sup>3</sup>	TAŞ BİR. AĞIRLIĞI Ton/m <sup>3</sup>	ALINAN TAŞ AĞIRLIĞI Ton	PMM / V kg/m <sup>3</sup>
		ANFO kg	TAN kg	J. DİNAMİT kg				
1	30	6 500		200	20 790	2,40	49 896	0,322
2	20		2 650	442	7 200	2,40	17 280	0,429
3	30		4 000	1 360	9 000	2,30	20 700	0,596
4	20		1 700	340	5 780	2,40	13 872	0,353
5	30		2 500	612	9 600	2,60	24 960	0,324
6	15		1 000	340	1 500	2,60	3 900	0,893
7	40		4 000	1 360	15 000	2,60	39 000	0,357
8	30		3 000	100	14 400	2,40	34 560	0,215
9	30		3 000	180	7 800	2,60	20 280	0,408
10	25		4 000	240	10 350	2,60	26 910	0,410
11	70		9 000	350	25 200	2,60	65 520	0,371
12	30		6 177	370	15 840	2,60	41 184	0,413
13	35		5 000	350	15 750	2,40	37 800	0,340
14	75		12 000	500	41 250	2,40	99 000	0,303
15	35		4 900	290	12 635	2,60	32 851	0,411
16	40		8 800	527	22 560	2,60	58 656	0,413
17	20		3 000	170	7 560	2,60	19 656	0,419
18	35		5 000	300	13 600	2,60	35 360	0,390
19	25		2 300	140	6 300	2,40	15 120	0,387
20	35		7 900	470	20 300	2,60	52 780	0,412



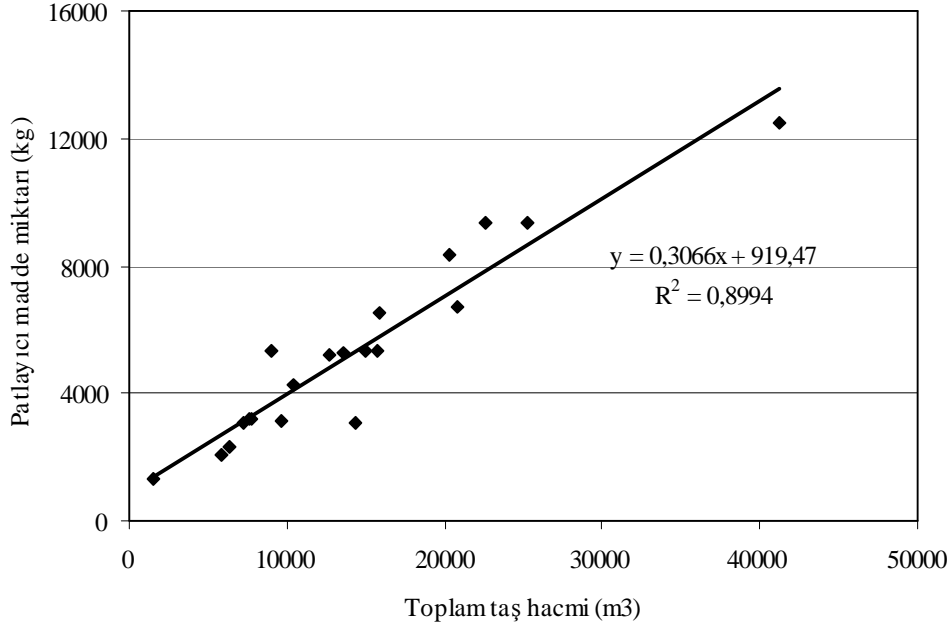
Şekil 13. Artvin-Ortacalar taşocağı patlayıcı madde miktarı-alınan taş hacmi ilişkisi



Şekil 14. 1999-2001 yılları Of-Yemişalan taşocağı patlayıcı madde miktarı-alınan taş hacmi ilişkisi



Şekil 15. 2008-2009 yılları Of-Yemişalan taşocağı patlayıcı madde miktarı-alınan taş hacmi ilişkisi



Şekil 16. Seslidere taşocağı patlayıcı madde miktarı-alınan taş hacmi ilişkisi

1999-2001 yılları arasında toplam 6 adet galeri patlatmasının yapıldığı Arhavi-Ortacalar taşocağına ilişkin verilerden (Tablo 3 ve Şekil 13); taşocağındaki ayna yüksekliğinin oldukça yüksek (30-220 m arasında) ve madencilik uygulamaları açısından bu kadar yüksek aynada üretim yapmanın iş güvenliği ve emniyet açısından sakıncalı olduğu anlaşılmaktadır. Söz konusu taşocağında 6 adet ateşlemeden toplam 630769 m<sup>3</sup> taş üretimi gerçekleştirilmiştir. Ateşlemelerde kullanılan patlayıcı miktarlarının 4600-23 650 kg arasında değiştiği, 1 m<sup>3</sup> malzemenin üretimi için gerekli olan patlayıcı miktarının 0,142 ton olduğu belirlenmiştir. Ayrıca ortalama olarak 1 ateşlemede kullanılan toplam patlayıcı miktarının 14916 kg olduğu ve ortalama olarak elde edilen malzemenin ise 105218 m<sup>3</sup> olduğu belirlenmiştir. Şekil 13 incelendiğinde patlayıcı madde miktarı alınan taş miktarı hacminin artış gösterdiği, ancak patlayıcı madde kullanımındaki artışın çevresel açıdan sarsıntı, gürültü, toz oluşumu vb. gibi bir takım problemlerin oluşmasına yol açabileceği anlaşılmaktadır.

1999-2001 yılları arasında toplam 25 adet galeri ateşlemesinin yapıldığı Of-Yemişalan taşocağına ilişkin veriler incelendiğinde (Tablo 4 ve Şekil 14), ayna yüksekliğinin 30-65 m arasında değiştiği, bir ateşlemede kullanılan toplam patlayıcı miktarının 1100-10200 kg olduğu, özgül şarjın 0,077 kg/m<sup>3</sup> olduğu ve toplam 17 adet ateşlemeden 567475 m<sup>3</sup> malzeme temininin sağlandığı görülmektedir. Ocaktaki ilk 8 adet ateşlemeye ilişkin olarak kullanılan ANFO miktarları sağlıklı olarak temin



edilemediğinden değerlendirmeye katılmamıştır. 1999-2001 yılları arasında Of-Yemişalanı taşocağında yapılan galeri ateşlemelerine ait verilerden, 1 m<sup>3</sup> malzemenin üretimi için kullanılan patlayıcı miktarının (0,077 kg) aynı dönemde Ortacalar taşocağına (0,142 kg) göre %50 oranında daha düşük olduğu görülmektedir. Of-Yemişalan taşocağında 2008-2009 yılları arasında yapılan toplam 10 adet ateşlemeye ait veriler incelendiğinde (Tablo 5 ve Şekil 15) ise 1 m<sup>3</sup> malzemenin üretimi kullanılan patlayıcı miktarının 0.227 kg olduğu ve 1999-2001 yılları arasında yapılan galeri ateşlemelerine kıyasla 2,95 kat daha fazla patlayıcıya gereksinim duyulduğu anlaşılmaktadır. Bunun başlıca nedeninin 2008-2009 yılları arasında yapılan galeri ateşlemelerindeki ayna yüksekliklerinin oldukça düşük olması olarak belirtilebilir.

1999-2001 yılları arasında toplam 20 adet galeri ateşlemesinin yapıldığı Seslidere taşocağında 1 m<sup>3</sup> malzemenin üretimi kullanılan patlayıcı miktarının 0,372 kg olduğu ve bunun Of-Yemişalanı ve Arhavi-Ortacalar taşocağındaki üretimlere kıyasla oldukça yüksek olduğu görülmüştür (Tablo 6 ve Şekil 16).

### **2.2.1. Taşocaklarında Üretilen Taş Tahkimat Malzemesinin Kategorik Dağılımının İncelenmesi**

1999-2001 yılları arasında Doğu Karadeniz Bölgesi'ndeki bazı taşocaklarında üretilen taş tahkimatı malzemesinin gronülometrik dağılımı Tablo 7'de verilmiştir. Kıyı yapıları uygulamasında gronülometrik olarak istenen taş blok ağırlıkları 0-0,4 ton, 0,4-2 ton, 2-6 ton, 6-15 ton şeklindedir. Tablo 7 incelendiğinde;

- 0-0,4 ton'luk ocak malzemesinin toplam malzemedeki en düşük oranının %20,03 ile Kıyıcık taşocağından alındığı; en yüksek oranın ise %58 ile Buzlupınar taşocağından çıktığı,
- 0,4-2 ton katagorisinde en düşük % 11 ile Buzlupınar taşocağından alınmış olup en yüksek % 74,20 ile Kıyıcık taşocağı'ndan alındığı,
- 2-6 ton katagorisinde en düşük % 4,86 ile Kıyıcık taşocağından alınmış olup en yüksek % 23,61 ile Yemişalan taşocağın'dan alındığı,
- 6-15 ton kategorisinde en düşük % 0,92 ile Kıyıcık taşocağından sağlanırken, en yüksek % 35,88 ile Kahramanlar taşocağı'ndan alındığı görülmektedir.

Tablo 7. 1999-2001 yılları Doğu Karadeniz Bölgesi'ndeki bazı taşocaklarında üretilen taş miktarlarının gronülomertrik dağılımı

TAŞOCAĞI	MALZEME KATOGORİLERİ								TOPLAM	
	0—0.4		0.4—2		2—6		6—15		Miktar (ton)	%
	Miktar (ton)	%	Miktar (ton)	%	Miktar (ton)	%	Miktar (ton)	%		
Yemişalan	911.897.770	26,62	513.391.740	14,988	808.578.010	23,61	1.191.453.710	34,78	3.425.321.230	100
Kahramanlar	486.263.940	23,15	386.870.740	18,421	473.531.580	22,55	753.481.840	35,88	2.100.148.100	100
Değirmencik	190.023.540	34,02	128.463.420	23,00	86.638.780	15,51	153.498.860	27,48	558.624.600	100
<b>TOPLAM</b>	<b>1.588.185.250</b>	<b>26,10</b>	<b>1.028.725.900</b>	<b>16,91</b>	<b>1.368.748.370</b>	<b>22,5</b>	<b>2.098.434.410</b>	<b>34,49</b>	<b>6.084.093.930</b>	<b>100</b>
TAŞOCAĞI	MALZEME KATOGORİLERİ								TOPLAM	
	0—0.4		0.4—2		2—6		6—15		Miktar (ton)	%
	Miktar (ton)	%	Miktar (ton)	%	Miktar (ton)	%	Miktar (ton)	%		
Yemişalan	888.542.460	49,09	224.041.030	12,38	289.664.340	16,00	407.710.280	22,53	1.809.958.110	100
Kumlu	267.888.200	55,84	56.134.420	11,70	65.934.200	13,74	89.825.640	18,72	479.782.460	100
Küçükçayır	152.157.760	41,67	74.515.000	20,40	56.759.060	15,54	81.759.000	22,39	365.190.820	100
Seslidere	704.436.060	47,73	167.602.380	11,36	187.706.960	12,72	416.164.490	28,20	1.475.909.890	100
Buzlupınar	1.156.964.295	55,43	229.510.230	11,00	271.666.800	13,02	428.962.730	20,55	2.087.104.055	100
Aşklar-I	313.614.920	48,44	76.886.200	11,88	97.466.321	15,06	159.417.130	24,62	647.384.571	100
Aşklar-II	226.034.144	37,44	87.215.115	14,45	139.177.098	23,05	151.279.093	25,06	603.705.450	100
<b>TOPLAM</b>	<b>3.709.637.839</b>	<b>49,67</b>	<b>915.904.375</b>	<b>12,26</b>	<b>1.108.374.779</b>	<b>14,84</b>	<b>1.735.118.363</b>	<b>23,23</b>	<b>7.469.035.356</b>	<b>100</b>
TAŞOCAĞI	MALZEME KATOGORİLERİ								TOPLAM	
	0—0.4		0.4—2		2—6		6—15		Miktar (ton)	%
	Miktar (ton)	%	Miktar (ton)	%	Miktar (ton)	%	Miktar (ton)	%		
Seslidere	2.502.965.813	40,51	903.727.147	14,63	723.789.171	11,72	2.047.726.589	33,14	6.178.208.720	100
Buzlupınar	2.740.743.271	58,62	778.213.459	16,65	350.354.504	7,49	805.794.296	17,24	4.675.105.530	100
Köprüköv	4.835.329.518	47,67	1.622.233.755	15,99	1.044.223.421	10,29	2.642.365.154	26,05	10.144.151.848	100
Esenköy	2.579.864.101	42,64	942.787.985	15,58	689.007.821	11,39	1.838.042.448	30,38	6.049.702.355	100
Kıvıcık	8.998.300	20,03	33.330.800	74,20	2.182.900	4,86	411.200	0,92	44.923.200	100
Gürgencikaltı	2.517.776.706	46,73	919.762.871	17,07	504.933.759	9,37	1.445.711.663	26,83	5.388.184.999	100
Madenköy	18.480.760	44,68	5.867.260	14,18	5.815.930	14,06	11.202.770	27,08	41.366.720	100
<b>TOPLAM</b>	<b>15.204.158.469</b>	<b>46,75</b>	<b>5.205.923.277</b>	<b>16,01</b>	<b>3.320.307.506</b>	<b>10,21</b>	<b>8.791.254.120</b>	<b>27,03</b>	<b>32.521.643.372</b>	<b>100</b>
<b>GENEL TOP.</b>	<b>20.501.981.558</b>	<b>44,50</b>	<b>7.150.553.552</b>	<b>15,52</b>	<b>5.797.430.655</b>	<b>12,58</b>	<b>12.624.806.893</b>	<b>27,40</b>	<b>46.074.772.658</b>	<b>100</b>

Tablo 8. Kıyı koruma yapılarında kullanılması öngörülen ve taşocaklarından üretilen taş blokların kategorik açıdan karşılaştırılması

Taş Ağırlığı (kg)	Kıyı Koruma Yapısında Kullanılması Öngörülen Taş Blok Yüzdesi (%)	Ocaklardan Üretilen Taş Blok Yüzdesi (%)
0-0,4	23,46	44,50
0,4-2	29,33	15,52
2-6	17,60	12,58
6-15	24,93	27,40

Tablo 8'de ise Doğu Karadeniz Sahil Yolu Projesi kıyı koruma yapılarında kullanılması öngörülen taş blokların kategorik dağılım yüzdesi ile bazı ocaklarda üretilen taş tahkimatı malzemesinin kategorik dağılım yüzdesi karşılaştırılmıştır. Tablo 6 incelendiğinde, 0-0,4 ve 6-15 ton ağırlığındaki taş tahkimatı malzemesinin kullanılması öngörülen miktardan daha fazla üretildiği görülmektedir. Buna karşın 0,4-2 ve 2-6 ton

ağırlığındaki taş tahkimatı malzemesinin yetersiz olduğu, bu miktarın fazla gelen diğer kategorilerden karşılandığı ve bunun da yapı stabilitesi açısından faydalı olduğu düşünülmektedir.

### 2.2.2. Ekonomik Analiz

Kıyı alanlarında yapılan projeler ekonomik açıdan oldukça maliyetlidir. Örneğin yapımının büyük bir bölümü tamamlanmış olan Doğu Karadeniz Sahil Yolu Projesinin yaklaşık toplam maliyeti beş milyar dolardır. Bu yüzden, bu tür projelerde kullanılan veya kullanılması önerilen kıyı koruma yapıları için detaylı bir ekonomik analiz yapılmaktadır. Ekonomik analiz genellikle iki kısımda yapılmaktadır. İlk olarak kıyı koruma yapılarının inşaat maliyetleri hesaplanmaktadır. İlk maliyet diye de adlandırılabilen bu hesap hem inşaat maliyetlerini hem de işçilik ve malzeme taşıma giderlerini kapsamaktadır. İkinci kısımda ise yapıların hasar görmeleri olasılığı göz önüne alınarak, tamir ve bakım masrafları hesaplanmakta ve ilk kısımda elde edilen ilk maliyet tutarına eklenmektedir.

İlk maliyet tutarları, yapıların inşaat ve malzeme taşıma maliyetleri toplanarak elde edilmektedir. İnşaat maliyetleri işçilik ve taşların yerleştirilmesi dahil bütün maliyetleri içermektedir. Malzeme taşıma maliyeti ise yapıda kullanılacak olan taşların taş ocağından inşaat sahasına taşınmasının tutarıdır. Bu maliyetin hesaplanmasında aşağıda verilen formül kullanılmaktadır.

$$F = K (0,0007 M + 0.01) \quad (2)$$

Burada F: Taşıma maliyeti (TL/Ton), K: Her yıl değişen birim fiyatlara göre yeniden düzenlenen sabit (hesaplarda K 2009 yılı için 70 TL olarak alınmıştır), M: Taşımanın yapılacağı uzaklığı (km) ifade etmektedir.

Tablo 9’da Doğu Karadeniz Sahil Yolu Projesinde uygulanan kıyı koruma yapısına ait bir enkesit için (Şekil 4), taş ocağı ve inşaat sahası arasındaki uzaklık (M) ortalama 50 km alınarak ve de taş tahkimat malzemesinin kategorik sınıflaması göz önünde bulundurularak yapılan ekonomik analizi göstermektedir. Yapılan ekonomik analizde Karayolları Genel Müdürlüğü ve Demiryollar, Limanlar ve Hava Meydanları (DLH)’nin 2009 yılı birim fiyatları kullanılmıştır.

Tablo 9. Karadeniz Sahil Yolu Projesinde uygulanan kıyı koruma yapısına ait bir enkesit için yapılan ekonomik analiz

Taş Ağırlığı Ton	Birim Fiyat (TL/Ton*m)	Birim Fiyat (\$/Ton.m)	Toplam Taş Ağırlığı (Ton/m)	İnşaat Maliyeti (TL/m)	İnşaat Maliyeti (\$/m)	Elekten Geçen Taş (%)
Dolgu	1,41	0,94	44,590	62,85	41,91	4,68
0-0,4	3,45	2,31	223,520	774,70	516,33	23,46
0,4-2	3,72	2,48	279,400	1040,43	692,91	29,33
2-6	4,54	3,03	167,670	761,85	508,04	17,60
6-15	5,92	3,95	237,500	1405,45	938,13	24,93
<b>Not:</b> Birim Fiyat, Toplam Taş Ağırlığı ve İnşaat Maliyeti sütunlarındaki değerler, birim uzunluk için verilmiştir ve maliyet hesaplarında 1 \$ = 1,50 TL olarak alınmıştır				<b>4045,28</b>	<b>2697,32</b>	<b>100,00</b>

Doğu Karadeniz Sahil Yolu Projesinde uygulanan kıyı koruma yapısına ait enkesit için malzeme taşıma maliyeti 3000 TL/m (2000 \$/m) olarak hesaplanmıştır. Bu miktar inşaat maliyetine eklenince toplam maliyet 7045,28 TL/m (4697,32 \$/m) olmaktadır. İnşaat maliyetleri açısından karşılaştırıldığında (Tablo 9), en fazla maliyetin 6-15 ton ağırlığındaki taş tahkimatı malzemesinin teşkil ettiği (1405,45 TL/m), en düşük maliyetin ise 0-0,4 ton kategorisindeki taş tahkimatın oluşturduğu (62,85 TL/m) görülmektedir.

### 2.3. Seslidere, Yemişalan ve Köprüköy Taşocaklarında Yapılan Çalışmalar

#### 2.3.1. Çayeli - Seslidere Taşocağı

Tahkimat, dolgu ve üst yapı malzemesi temini amacıyla kullanılan Seslidere taşocağı Çayeli-Kaptanpaşa yolu üzerinde, sahilden 12.5 km uzaklıkta yolun sağında bulunmaktadır (Şekil 17). Ocakta üretim galeri patlatması ile gerçekleştirilmektedir.

Seslidere taş ocağı sahasında yüzeylenen birim çatak formasyonu üyesi olan bazaltlardır. Siyah, yeşilimsi, siyah ve koyu gri renklerde sert-çok sert, silislesmiş kısımlar fazla sert, az bozuşmuş ince taneli porfirik dokulu sürekli, düz ve kaygan yüzeyli çatlaklara sahiptir. Taş ocağı sahası yakın yöresinde ana litolojik birim olan Üst Kretase yaşlı Çatak Formasyonu yüzeylenmekte olup, Porfiri Andezit birimi ve Paleosen yaşlı birimleri keserek yükselen dayk şeklinde bir geometriye sahiptir.



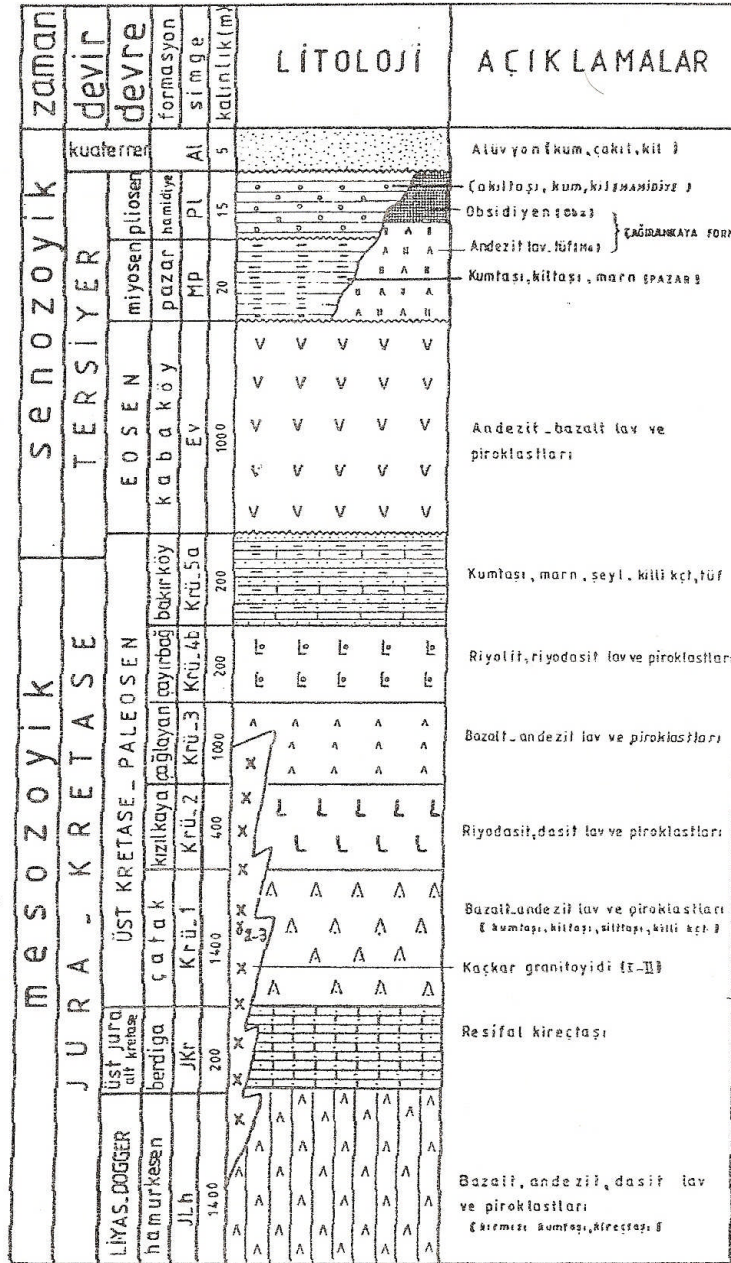
Şekil 17. Seslidere taşocağından bir görünüm

Formasyon andezit-bazalt lav ve piroklastlarından oluşmuştur. Lavlar genellikle çatlaklı olup, çatlak aralıkları 1-30 mm'dir. Çatlaklar genellikle dolgusuz veya yer yer kalsit ve klorit dolguludur. Çatlakların genel doğrultuları KD-GB ile D-B olup, eğimler mevcut durumda  $60^{\circ}$ - $80^{\circ}$  arasındadır. Ayna genişliği yaklaşık 600 m, yüksekliği ortalama 150 m'dir. Rize ilinin genelleştirilmiş ölçeksiz stratigrafik kesiti Şekil 18'de verilmiştir.

Seslidere taş ocağı sahasından alınan temsili ocak numuneleri üzerinde yapılan deneyler ve elde edilen sonuçlar Tablo 10'da verilmiştir. Tablo incelendiğinde taşocağı malzemesinin, Karayolları Teknik Şartnamesi'nde tahkimat taşı istenen mekanik özellikleri sağladığı görülmektedir.

Tablo 10. Çayeli-Seslidere taşocağı malzemesinin teknik özellikleri

Deney Adı	Değer
Don Kaybı ( $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ile)	1.61
Los Angeles Aşınma Kaybı, %	10
Hacimce su emme oranı, %	1,39
Kuru Birim Hacim Ağırlık ( $\text{gr}/\text{cm}^3$ )	2.89
Tek Eksenli Basınç Dayanımı ( $\text{kg}/\text{cm}^2$ )	1600
Schmidt Çekici	38-50



Şekil 18. Rize bölgesinin genelleştirilmiş stratigrafik kesiti

### 2.3.2. Of - Yemişalan Taşocağı

Yemişalan taşocağı, Of-Çaykara devlet yolunun yaklaşık 3200 m'inde, derenin akış yönüne göre sağ tarafta yola yaklaşık 200 m içeride bulunmaktadır (Şekil 19). Ocak malzemesi başlıca bazalt, aglomera, bazaltik tüf ve breşten oluşmaktadır. Taşocağında tahkimat, dolgu, dere ıslah ve sanat yapılarında kullanılmak üzere üretim yapılmaktadır.



Şekil 19. Yemişalan taşocağında bir görünüm

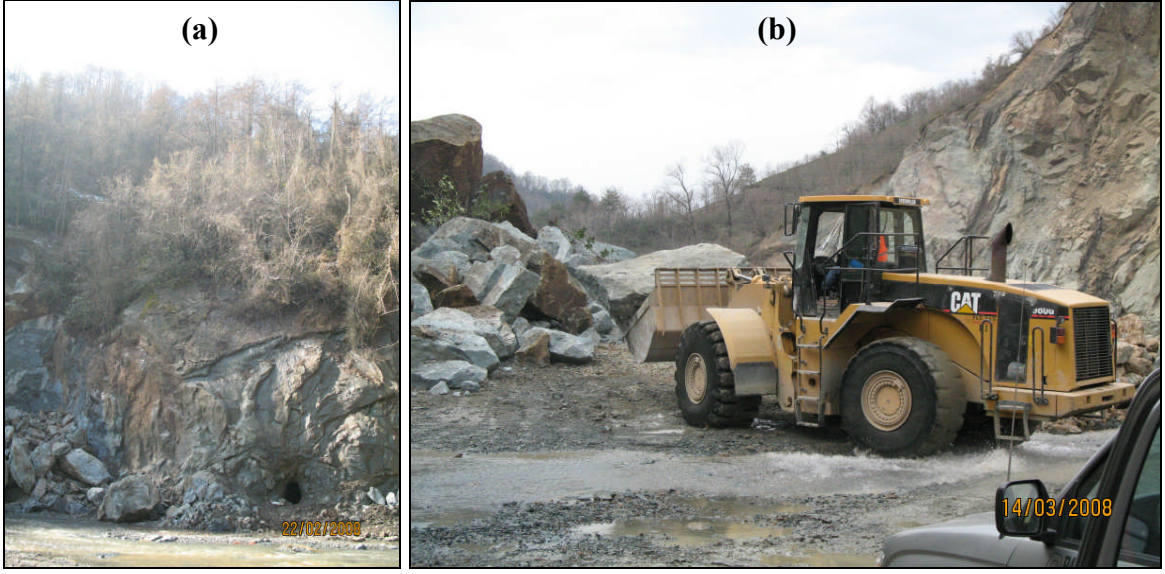
Yemişalan taşocağında üretim, galeri patlatmaları ve düşey delikli basamak patlatmaları ile gerçekleştirilmektedir. Taşocağında ayna yüksekliği 25-75 m arasında değişmekte olup (Şekil 20a), ayna eğimleri  $65-90^0$  arasındadır. Ocakta yapılan basamaklı üretim patlatmalarında randımanlı blok taş üretimi sağlanırken (Şekil 20b), galeri patlatmaları ile üretilen kayalar büyük bir kısmı aşırı iri boyutlu olduğu için ekstra çalışma gerektirme (Şekil 21) ve bu süre zarfında işlerde aksamalar meydana gelmektedir.

Of-Yemişalan taşocağında alınan numuneler üzerinde yapılan deneyler (Tablo 11), taşocağı malzemesinin Karayolları Teknik Şartnamesi'nde istenen özellikleri sağladığı ve tahkimat taşı olarak kullanılabileceği anlaşılmaktadır.

Tablo 11. Of-Yemişalan taşocağı malzemesinin teknik özellikleri

Deney Adı	Değer
Don Kaybı ( $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ile)	1,92
Los Angeles Aşınma Kaybı, %	16,5
Hacimce su emme oranı, %	1,89
Kuru Birim Hacim Ağırlık ( $\text{gr}/\text{cm}^3$ )	2,84
Tek Eksenli Basınç Dayanımı ( $\text{kg}/\text{cm}^2$ )	1250
Schmidt Çekici	36-48





Şekil 20. Ayna tabanında sürülmüş bir galeri (a), basamak patlatması sonucu açığa çıkan kaya blokları (b)



Şekil 21. Galeri atımı sonucu açığa çıkan büyük kaya blokları ve ilave boyut küçültme işlemi

### 2.3.3. Ardeşen - Köprüköy Taşocağı

Köprüköy taşocağı, Ayrım-Çamlıhemşin yolunun yaklaşık 10.000 m'sinde, Fırtına Deresi'nin akış yönüne göre sağ tarafta, karayoluna yaklaşık 100 m mesafede bulunmaktadır. Ocak malzemesi başlıca bazalt, bazaltik tüf, aglomera ve breşten oluşmaktadır. Taşocağında tahkimat, dolgu, dere ıslah ve sanat yapılarında



kullanılmak üzere üretim yapılmaktadır. Taşocağı sahasında üretim başlangıçta galeri patlatmaları ile gerçekleştirilmiş, daha sonra ise basamak patlatmasına geçiş yapılmıştır (Şekil 22). Taşocağındaki üretim aynasının genişliğinin yaklaşık 500 m, ayna yüksekliği ise ortalama 200 m'dir. Ocakta genel şev açısı ise son durum itibari ile yaklaşık 60-70° civarındadır.

Ardeşen-Köprüküy taş ocağından alınan numunelere ilişkin yapılan deneysel çalışma sonuçlarından (Tablo 12), taşocağı malzemesinin Karayolları Teknik Şartnamesi'nde istenen şartları sağladığı ve tahkimat taşı olarak kullanılabileceği görülmüştür.



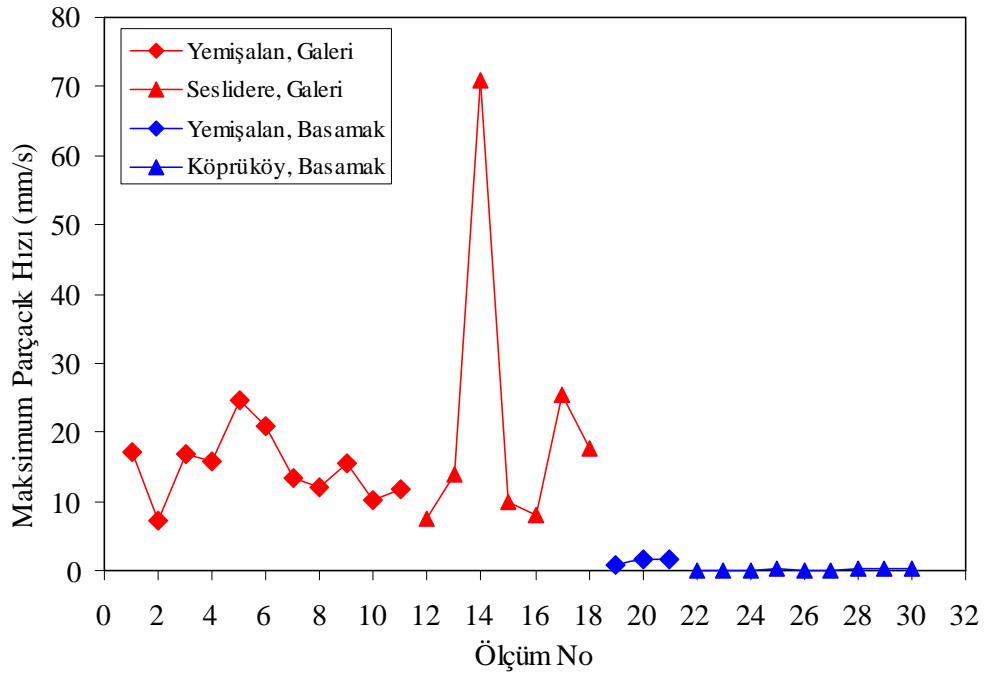
Şekil 22. Köprüküy taşocağında basamak patlatmasının uygulandığı kademeler

Tablo 12. Ardeşen-Köprüküy taşocağı malzemesinin teknik özellikleri

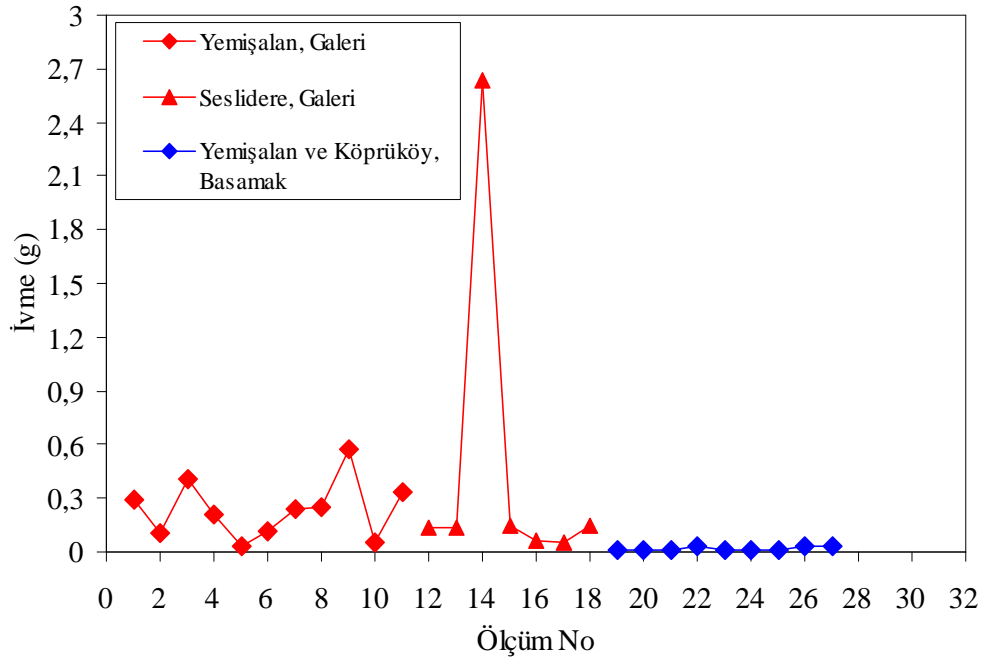
Deney Adı	Değer
Don Kaybı (Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> ile)	1,69
Los Angeles Aşınma Kaybı %' si	16
Hacimce su emme oranı, %	1,96
Kuru Birim Hacim Ağırlık (gr/cm <sup>3</sup> )	2,83
Tek Eksenli Basınç Dayanımı (kg/cm <sup>2</sup> )	1390
Schmidt Çekici	38-47

## 2.4. Titreşim Ölçümlerinin Değerlendirilmesi

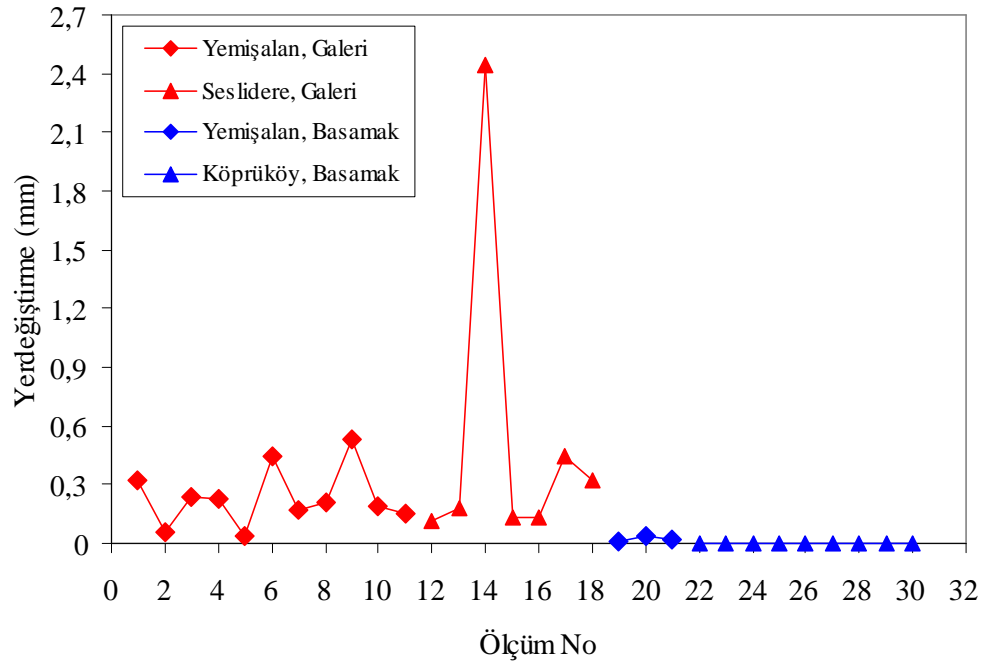
Of-Yemişalan ve Çayeli-Seslidere taşocağında yapılan galeri patlatmalarının çevresel etkisini değerlendirmek amacıyla taşocağı çevresindeki yapıların (ev, okul vb.) yakınında toplam 18 adet titreşim ölçümü alınmıştır. Basamak patlatmalarına yönelik olarak ise Of-Yemişalan ve Ardeşen-Köprüköy taşocağı çevresindeki yapıların yakınında toplam 12 adet titreşim ölçümü alınarak değerlendirme yapılmıştır. Şekil 23, galeri ve basamak patlatmalarına eşlik edilerek alınan titreşim ölçümlerine ait maksimum parçacık hızı sonuçlarını göstermektedir. Genel olarak galeri patlatmalarında açığa çıkan maksimum parçacık hızlarının basamak patlatmalarından açığa çıkan parçacık hızlarına kıyasla oldukça yüksek olduğu görülmektedir. Bunun başlıca nedeni, galeri patlatmalarında bir defada kullanılan patlayıcı miktarının yüksek olmasıdır. Titreşim ölçümlerinden elde edilen sonuçlar, galeri patlatmalarında bir defada kullanılan fazla miktardaki patlayıcının taş üretimi miktarını artırdığını, ancak titreşim seviyelerinin yüksek olması nedeniyle birtakım çevresel problemlere (yapısal hasarlar, psikolojik rahatsızlıklar vb.) yol açtığını göstermektedir.



Şekil 23. Galerie ve basamak patlatmalarından elde edilen maksimum parçacık hızlarının karşılaştırılması



Şekil 24. Galeria ve basamak patlatmalarından elde edilen maksimum parçacık hızlarına karşılık gelen ivme değerlerinin karşılaştırılması

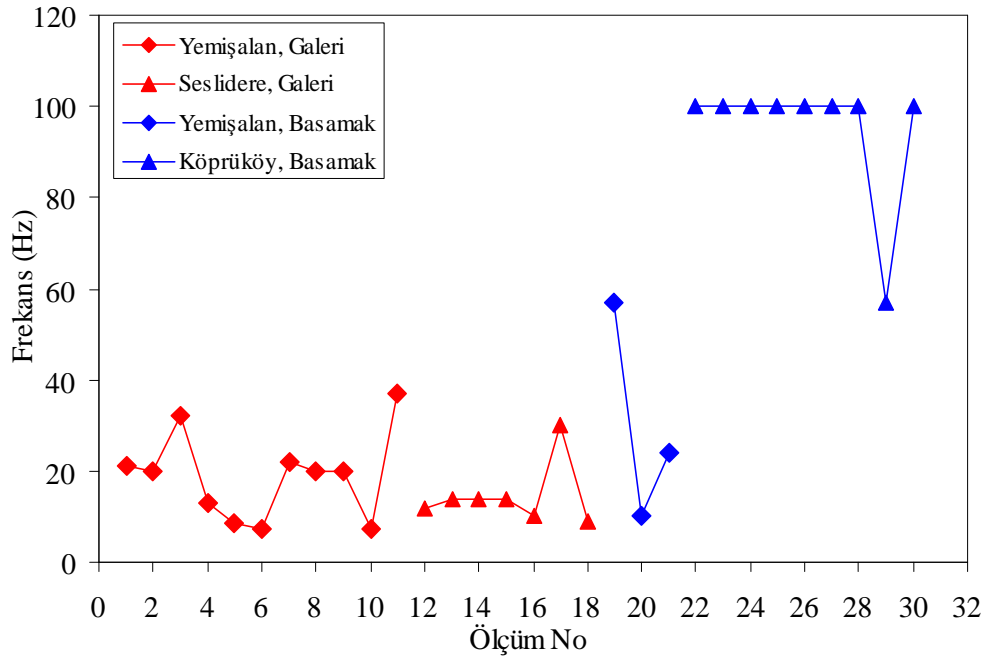


Şekil 25. Galeria ve basamak patlatmalarından elde edilen maksimum parçacık hızlarına karşılık gelen yerdeğiştirme değerlerinin karşılaştırılması

Maksimum parçacık hızlarına karşılık gelen ivme ve yer değiştirme değerleri incelendiğinde (Şekil 24-25), galeri atımlarından kaynaklanan ivme ve yer değiştirme değerlerinin basamak patlatmalarından açığa çıkan değerlerden daha yüksek olduğu görülmektedir. Galeriyi patlatmalarından açığa çıkan yer değiştirme değerlerinin sadece %11'lik kısmı maden kuyuları, zayıf şartlardaki evler ve tarihi yapılar için sınır değeri olan 0,1 mm'den düşük çıkmıştır (Kesimal vd., 2007). 0,1 mm'den daha yüksek olan yer değiştirme değerleri (%89'luk kısım) belirtilen şartlardaki yapılarda hasar oluşturma potansiyeline sahiptir. Bölgenin topografik yapısı ve galeri atımlarının yapıldığı ocaklardaki şevlerin durumu göz önüne alındığında, galeri patlatmalarından açığa çıkan ivme değerlerinin (%78'i) şevlerin emniyeti ve duraylılığı açısından problem oluşturacak seviyede ( $>0,1$  g) olduğu görülmüştür (Kesimal vd., 2008).

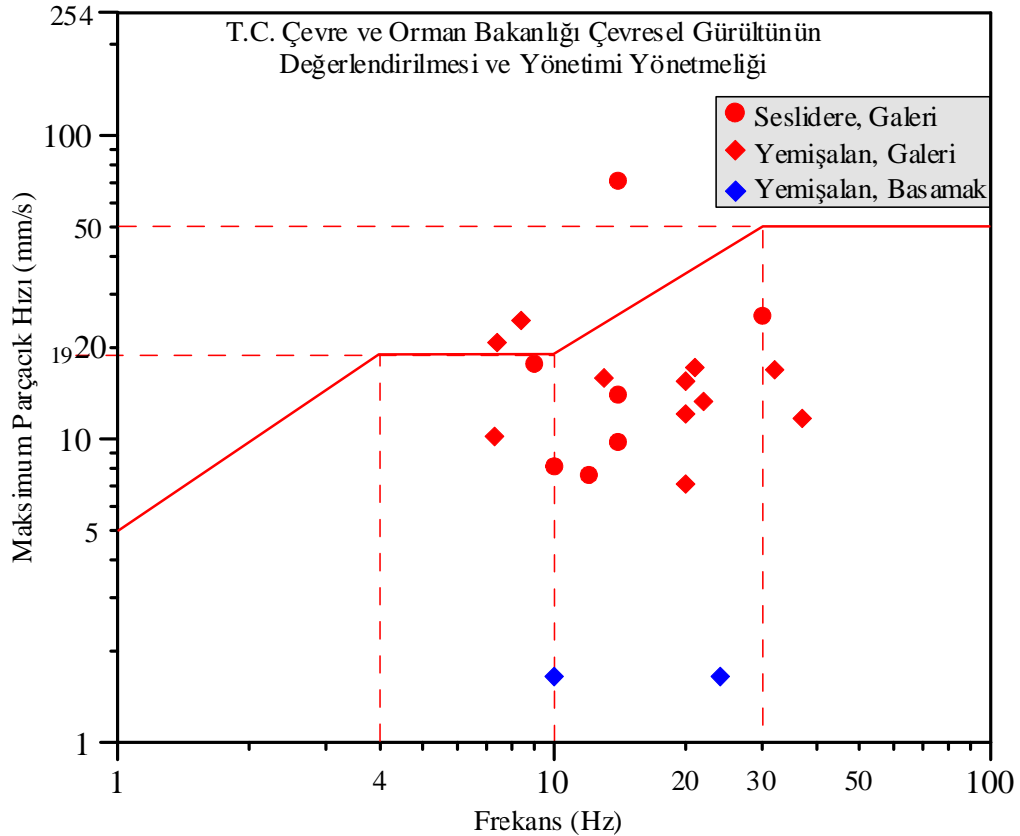
Hem ivme hem de yer değiştirme değerleri incelendiğinde (Şekil 24-25), basamak patlatmalarından açığa çıkan değerlerin yukarıda belirtilen limit değerlerin oldukça altında olduğu ve basamak patlatmasının çevresel açıdan emniyetli ve güvenli bir üretim yöntemi olduğu anlaşılmaktadır.

Şekil 26, her bir ölçüm için galeri ve basamak patlatmalarından açığa çıkan maksimum parçacık hızlarına karşılık gelen frekans değerleri göstermektedir.



Şekil 26. Galeriyi ve basamak patlatmalarından elde edilen maksimum parçacık hızlarına karşılık gelen frekans değerlerinin karşılaştırılması

Genellikle düşük frekanslı (<40 Hz) bir titreşimin, yüksek frekanslı (>40 Hz) bir titreşime göre (belli bir parçacık hızı için) yapılarda hasar oluşturma riskinin oldukça yüksek ve düşük frekanslı titreşimlerin insanlar tarafından kolayca algılanabildiği belirtilmektedir (Erçikdi vd., 2004). Şekil 26 incelendiğinde, basamak patlatmalarında elde edilen maksimum parçacık hızlarına karşılık gelen frekans değerlerinin %86'sının 40 Hz'den daha yüksek olduğu görülmektedir. Galeri patlatmalarına bakıldığında ise atımlardan açığa çıkan frekans değerlerinin tamamının 40 Hz'in altında olduğu görülmektedir. Galeri atımlarından kaynaklanan frekans değerlerinin oldukça düşük (<40 Hz) ve 1-2 katlı konutların özyapısal frekanslarının 5-10 Hz arasında değiştiği göz önüne alındığında, çevredeki yapılarda hasar oluşma potansiyelinin oldukça yüksek olacağı anlaşılmaktadır.



Şekil 27. Galeri ve basamak patlatmalarından kaynaklanan titreşim değerlerinin TS standartlarına göre karşılaştırılması

Basamak ve galeri atımları sonucu açığa çıkan maksimum parçacık hızı-frekans değerleri, ülkemizde yer titreşimlerine yönelik 01.07.2005 tarihinde yürürlüğe giren T.C.

Çevre ve Orman Bakanlığı tarafından “Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliği” ile karşılaştırılmalı olarak Şekil 27’de verilmiştir. Basamak patlatmalarına ilişkin olarak titreşim değerlerinin (10 adet değer) oldukça düşük (<1 mm/sn) olması nedeniyle sadece 2 adet değer kullanılmıştır. Şekil incelendiğinde, galeri patlatmalarından kaynaklanan maksimum parçacık hızı değerlerinin (%16,7’si) izin verilen sınır değerlerin üzerinde olduğu ve çevredeki yapılarda hasar oluşturma potansiyeline sahip olduğu anlaşılmaktadır.

## **2.5. Sahil Yolu Tahkimatına Uygun Taş Üretimi Yönteminin Belirlenmesi**

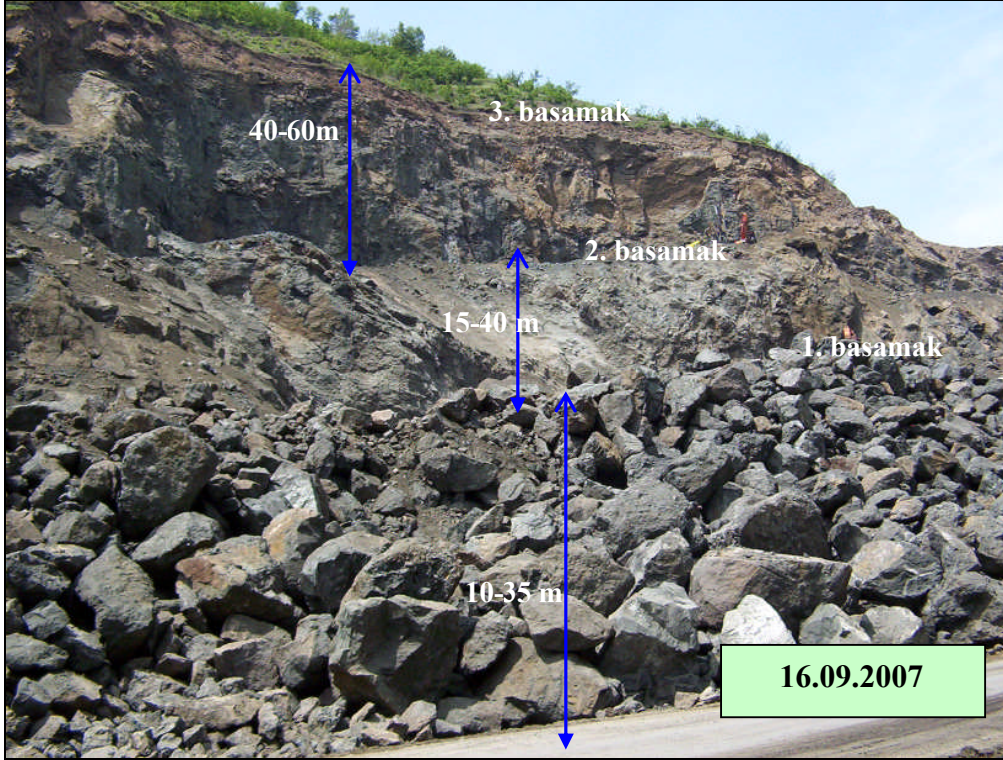
Karadeniz Sahil Yolu projesi kapsamında kıyı koruma yapılarının inşasında gerekli kategorik taş tahkimatı malzemesinin üretimi için galeri patlatması yerine düşey delikli basamak patlatması uygulaması önerilmiştir. Örnek olarak basamak patlatması yapılmakta olan Korkuthan taşocağındaki uygulama tanıtılmış ve patlatma sonucu açığa çıkan malzemenin kıyı koruma yapılarının inşasında gerekli kategorik taş tahkimatı malzemesine uygunluğu Kuz-Ram Modeline göre değerlendirilmiştir.

### **2.5.1. Korkuthan Taşocağında Basamak Patlatması Uygulaması**

Korkuthan taşocağında üretim çalışmaları mevcut 2 basamakta devam etmekte olup, bunlardan birinci basamağın ayna yüksekliği topoğrafik koşullara bağlı olarak 10-35 m, 2. basamağın ayna yüksekliği ise 15-40 m aralığında değişmektedir (Şekil 28). Mevcut durumda, ocağın en üst kısmında üçüncü bir basamak oluşturmaya yönelik olarak çalışmalar devam etmektedir. Ocakta genellikle her gün atım yapılmaktadır.

Düşey delik delebilen ekipmanlar (Atlas Copco) vasıtasıyla açılan deliklerin boyu arazinin topoğrafik durumuna göre 6-18 m arasında değişmektedir. Patlatma işlemi sonucu açığa çıkan malzeme ekskavatör ve loderler vasıtasıyla kamyonlara yüklenecek Beşikdüzü sahil yoluna yolun hem iç dolgu ve hemde tahkimatı amacı için nakledilmektedir (Şekil 29). Sahada yapılan ana atımlar sonucu tabanda topuklar oluştuğunda, düzgün bir zemin elde etmek amacıyla 2-4 m boylarında değişen delikler ile bazen ikinci ateşlemeler yapılmakta; iri bloklu parçalar söz konusu olduğunda, darbeli kırıcılar kullanılarak veya patar atımları yapılarak daha küçük boyutlu malzemelere dönüştürülmektedir.



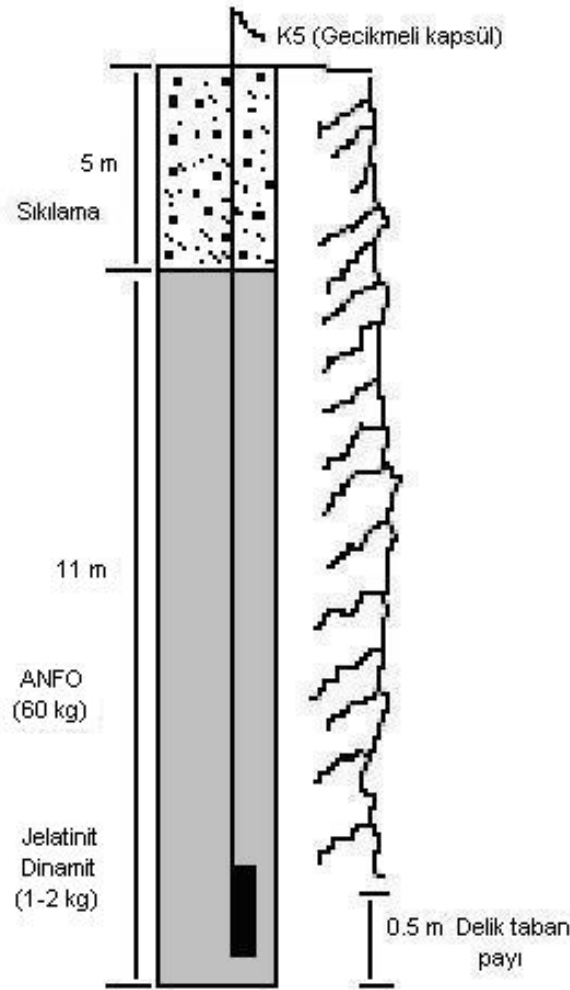


Şekil 28. Korkuthan taşocağında basamaklar ve ayna yükseklikleri



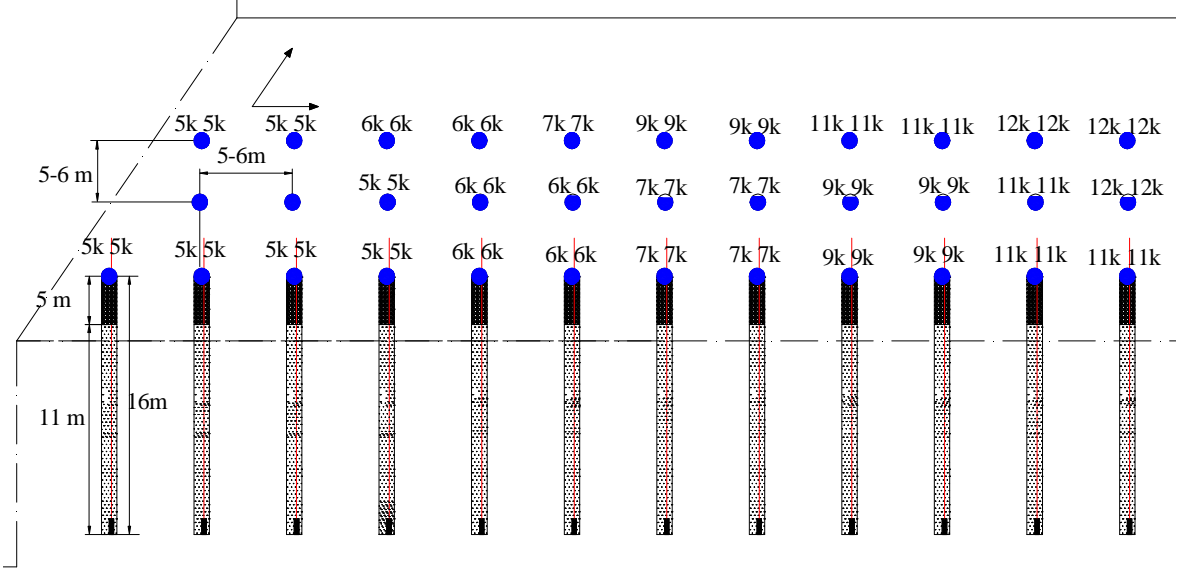
Şekil 29. Ocakta kullanılan ekipmanların çalışma düzeni

Ocakta açılan delik sayıları, boyları her bir patlatma için farklılık göstermekte ve buna bağlı olarak da kullanılan patlayıcı miktarları 1500-3500 kg (ANFO + Dinamit) değişmektedir. Sıkılama malzemesi olarak delikten çıkan pasa kullanılmaktadır. Delikler normal olarak dik ( $90^\circ$ ) açılmakla birlikte bazen yük mesafesinin fazla olduğu yerlerde şeve paralel ( $70^\circ$ - $90^\circ$ ) olarak da açılmaktadır. Sıkılama boyları delik boylarına bağlı olarak 4-5 m arasında değişmekte olup, boyları 12 m'nin üstünde olan deliklerde ise genelde ara sıkılama yapılmaktadır. Deliklerde ana patlayıcı madde olarak ANFO, yemleyici olarak Powerjel veya Jelatinit dinamit kullanılmaktadır. Deliklerarası mesafe ve dilim kalınlığı 5-6 m aralığında değişmektedir. Şekil 30, 16 m boyundaki bir deliğin doluş şeklini göstermektedir. Ayrıca Şekil 31'de toplam 34 adet delikle yapılan bir atımın tasarım parametreleri detaylı olarak gösterilmiştir (Kesimal vd., 2005).



Şekil 30. Bir deliğin doluş şekli





Şekil 31. Korkuthan taşocağında 34 delikle yapılan bir patlatmaya ait tasarım parametreleri

### 2.5.2. Kuz-Ram Modeline Göre Parça Boyut Analizi

Kuz-ram modeline göre yukarıda verilen patlatma tasarımı için parça boyut analizi yapılmış ve yapılan patlatmanın istenen kategoride taş tahkimatı malzemesi üretimi yapır yapamayacağı değerlendirilmiştir. Hesaplama için aşağıdaki veriler kullanılmıştır.

Delik çapı nihai: 89 mm

Delikler arası mesafe : 6 m

Delik boyu : 16 m

Şarj yüksekliği: 11 m

Özgül ağırlık : 2,8 ton/m<sup>3</sup> (bazalt için)

Bir deliğin çıkaracağı yaklaşık hacim=  $\Pi \times r^2 \times h = \Pi \times 3^2 \text{ m}^2 \times 16 \text{ m} = 450 \text{ m}^3$

Bir deliğe yerleştirilecek patlayıcı miktarı ( $Q_e$ )= 11 m x 5,5 kg / m =60,5 kg

Özgül Şarj (kg/m<sup>3</sup>), (q) = 60,5 kg /450 m<sup>3</sup> =0,13444 kg/ m<sup>3</sup>

Kaya kütle faktörü (A)=15 (sert, az çatlaklı kayaçlar için)

Kıyı koruma yapılarının inşasında gerekli 6-15 ton ağırlığında kategorik taş üretimi için bazaltın özgül ağırlığı 2,8 ton/m<sup>3</sup> alınarak yapılan hesaplamada; 6 ton ağırlığında bir taş üretmek için toplam malzemenin %50'sinin elek altına geçtiği boyut ( $x_{50}$ ) 129 cm, 15 ton ağırlığında bir taş üretmek için ise çapı 175 cm boyutunda malzeme açığa çıkması

gereklidir. Yukarıdaki veriler Kuz-Ram eşitliğinde yerine konulduğunda  $x_{50}$  163 cm olarak hesaplanmıştır. Patlatma sonucu açığa çıkan malzemenin %50'sinin elek altına geçtiği boyut 163 cm olduğu göz önüne alındığında, yukarıda verilen patlatma tasarımının hem 6-15 ton aralığında taş üretimi hem de 0-6 ton ağırlığında taş üretimini sağlamaktadır. Ayrıca açığa çıkacak malzemenin %50'sinin boyutunun 163 cm'den daha büyük olacağı ve iri boyutlu blokların hidrolik kırıcı veya patar atımları ile istenilen boyutlara getirilebileceği anlaşılmaktadır. Ayrıca taşocağında basamak patlatması sonucu açığa çıkan malzemelerin boyutu Şekil 28'de görülmektedir. Yapılan değerlendirme ve hesaplamalardan, kıyı koruma yapılarının inşası için kategorik açıdan gerekli taş tahkimatı malzemesinin, çevresel açıdan emniyetli ve güvenilir bir üretim yöntemi olan düşey delikli basamak patlatması ile elde edilebileceği anlaşılmıştır.

### 3. SONUÇLAR

1. Doğu Karadeniz Sahil Yolu projesi kapsamında kullanılan blokların bölgedeki deniz dalga iklimine ve diğer dış etkilere karşı jeolojik ve jeomekanik açıdan uygun olmasına karşın uygulamada taş blokların yerlerine yerleştirilmesi uygulaması işlevselliğinden çok kolay uygulanabilirliğine ve görselliğine göre yapılmaktadır. Bu da yapının proje ömründen çok daha kısa periyotlarda hasar görmesine ve dolayısıyla bakım-onarım maliyetlerinin artmasına neden olmaktadır.

2. Dalgakıran geri saha dolgusunda kullanılacak malzeme için istenen kriterlerin diğer tabakalarındaki ile aynı özelliğe sahip olması, filtre tabakalarının uygulanması esnasında yeterli kontrollerin yapılarak projeye uygunluğunun denetlenmesi ve çekirdek ve geri dolgu sahasında atık dolgu malzemelerine müsaade edilmemesi gerektiği anlaşılmıştır.

3. Karadeniz Sahil Yolu Projesi kapsamında kıyı koruma yapılarının inşaatı için kullanılan taş tahkimatı malzemesinin galeri patlatma yönteminin uygulandığı taşocaklarından sağlandığı, ocaklardan elde edilen taş blokların, kategorik dağılım aralığının ocaklar bazında değişik yüzdelere sahip olmasına rağmen, genel bazda birden çok ocaktan üretim yapıldığı için ortalamaları dikkate alındığında, uygulanmış ve uygulanmakta olan kıyı koruma yapılarında kullanılan kategorilerin dağılımına uygun olduğu görülmüştür.

4. Galeri patlatması yönteminde kullanılan patlayıcı miktarı ve ayna yüksekliğinin artması ile birlikte üretilen taş hacminin arttığı görülmüştür. Ancak patlayıcı miktarı ve ayna yüksekliğinin artması çevresel açıdan birtakım problemlerin oluşmasına (sarsıntı, taş fırlaması, toz oluşumu vb.) ve ocak sahasında iş kazalarına neden olarak ekonomik açıdan işletmeyi verimsiz kılabilir.

5. Çayeli-Seslidere, Of-Yemişalan ve Ardeşen-Köprüköy taşocaklarında üretilen malzemelerin Karayolları Teknik Şartnamesinde istenen şartları sağladığı ve kıyı koruma yapılarında taş tahkimatı malzemesi olarak kullanılabileceği anlaşılmıştır.

6. Seslidere ve Yemişalan taşocaklarında taş tahkimatı malzemesi üretmek amacıyla yapılan galeri patlatmalarından açığa çıkan maksimum parçacık hızı, ivme ve yer değiştirme değerlerinin basamak patlatmasına göre oldukça yüksek olduğu görülmüştür.

7. Galeri atımlarından açığa çıkan parçacık hızlarının (yaklaşık %90'ı) ülkemiz standartlarına göre izin verilen limitlerin üzerinde olduğu ve yapılarda hasar oluşturma potansiyelinin bulunduğu anlaşılmıştır. Ayrıca galeri patlatması kaynaklı frekans değerlerinin düşük seviyede olması nedeniyle binalarda yapısal hasarlara yol açabileceği anlaşılmıştır. Basamak patlatmalarından açığa çıkan değerlerin ise ülkemiz standartlarına göre oldukça düşük seviyede olduğu, kıyı koruma yapılarında kullanılacak olan taş tahkimatı malzemesi üretmek amacıyla galeri patlatması yerine basamak patlatması yöntemine geçilmesi faydalı olacaktır.

8. Galeri atımları ile çalışılan sahalarda aynaların çok yüksek ve dik olması, şevlerde gevşek ve her an heyelana sebep olabilecek malzemelerin bulunması, emniyet için alınan tedbirlerin yetersiz olması, kontrolsüz çalışılması ve ölçülen titreşim parametrelerinin (parçacık hızı, ivme vb.) genelde sınır değerlerin üzerinde olması nedeniyle, taşocaklarında bu yöntem kesinlikle uygulanmamalıdır. Ayrıca galeri patlatması sonucu açığa çıkan çok iri boyutlu malzemeler için ilave boyut küçültme çalışması yapılmakta ve zaman kayıpları ve verim düşüklüğü kaçınılmaz hale gelmektedir.

9. Kıyı koruma yapılarının inşası için gerekli kategorik taş tahkimatı malzemesinin üretimi amacıyla taşocaklarında yapılan galeri patlatması yerine önerilen basamak patlatması tasarımının Kuz-Ram modeline göre istenen boyutta taş tahkimatı malzemesi üretimini sağladığı, çevredeki yapılarda herhangi bir hasar potansiyeli oluşturmayacağı ve iş güvenliği açısından emniyetli bir yöntem olacağı anlaşılmıştır. Bununla birlikte taşocaklarında uygulanması önerilen basamak patlatmalarına da eşlik edilerek çevresel problemlerin oluşumuna yönelik ölçüm ve gözlemler yapılmalı ve gerekli önlemler (uygun patlatma tasarımı seçimi vb.) alınmalıdır.

#### 4. ÖNERİLER

1. Kıyı koruma yapılarının inşasında kullanılması düşünülen malzeme için öncelikle taşocağında ve laboratuarda detaylı petrografik, kimyasal ve jeomekanik analizler yapılmalı ve bunların deniz suyuna göre uygunluğu belirlenmelidir.

2. Bölgede galeri patlatması yöntemiyle taş tahkimatı malzemesi üretimi yapılan taş ocaklarında ve çevresinde detaylı ölçümler (titreşim, hava şoku vb.) yapılmalı ve galeri patlatmalarının olumsuz çevresel etkileri ortaya konulmalıdır.

3. Taşocaklarında galeri patlatması yöntemi yerine çevresel açıdan emniyetli ve güvenilir olan düşey delikli basamak patlatması yöntemine geçilmesi ve çevresel etkileri değerlendirilmelidir.

4. Kuz-ram modeline göre farklı basamak patlatması tasarımları için parça boyut dağılımı analizlerinin yapılması, patlatma sonucu açığa çıkacak malzemenin istenen kategorik boyutta olması için optimum patlatma tasarım parametreleri (şarj miktarı, sıkılma boyu, deliklerarası mesafe, dilim kalınlığı vb.) belirlenmelidir.

## 5. KAYNAKLAR

- Acır, Ö., 2002. Helaldi Kaya Dolgu Dalgakırımı İçin Potansiyel Anroşmanların Kalite Değerlendirmesi, Yüksek Lisans Tezi, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Afeni, T.B. ve Osasan, S.K., 2009. Assessment of Noise and Ground Vibration Induced During Blasting Operations in an Open Pit Mine: A Case Study on Ewekoro Limestone Quarry, Nigeria, Mining Science and Technology, 19, 420-424.
- Ak, H. ve Konuk, A., 2008. The Effect of Discontinuity Frequency on Ground Vibrations Produced, from Bench Blasting: A Case Study, Soil Dynamics and Earthquake Engineering, 28, 686-694.
- Ak, H., Iphar, M., Yavuz, M. ve Konuk, A., 2009. Evaluation of Ground Vibration Effect of Blasting Operations in a Magnesite Mine, Soil Dynamics and Earthquake Engineering, 29, 669-676.
- Bajpayee, T.S., Rehak, T.R., Mowrey, G.L. ve Ingram, D.K., 2004. Blasting Injuries in Surface Mining with Emphasis on Flyrock and Blast Area Security, Journal of Safety Research, 35, 47-57.
- Bilgin, H.A. ve Çakmak, B.B., 2009. Taş Ocağı İşletmeciliğinin Çevresel Etkileri ve Bazı Örnekler, 3. Madencilik ve Çevre Sempozyumu, Ankara, 67-74.
- Cihangir, F., Kesimal, A. ve Erçikdi, B., 2005. Taşocaklarında Uygulanan Galeri Patlatmalarının Çevresel Hasar Potansiyelinin İncelenmesi, 1. Madencilik ve Çevre Sempozyumu, Ankara, 127-134.
- Cihangir, F., 2006. Bir Kalker Ocağında Patlatmalı Kazılardan Kaynaklanan Yer Titreşimi ve Hava Şoku Etkilerinin Değerlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Çağlar, S. ve Acar, H.H., 2006. Orman Yolu İnşaatlarında Kaya Patlatmalarının Çevresel Etkisinin İrdelenmesi, Doğu Karadeniz Bölgesi Maden Kaynaklarının Değerlendirilmesi Sempozyumu, Trabzon, 253-258.
- Dağçimen, A., 2006. Patlatma Tasarımı İçin Geliştirilen Bir Bilgisayar Programı, Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- Durmuş, C., 2007. Mersin Bölgesi Kıyı Koruma Yapılarının İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- Elevli, B., Akçakoca, H., Uysal, Ö. ve Ediz, İ.G., 2003. Kırdar Taşocağında Galeri Atımından Çevreye Duyarlı Basamak Sistemine Geçişin Teknik ve Ekonomik Değerlendirilmesi, III. Ulusal Kırmataş Sempozyumu, İstanbul, 179-183.

- Erçıkıdı, B., 2004. Araklı Taşönü Kalker Ocağında Yapılan Atımların Çevresel Etkilerinin Değerlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Erçıkıdı, B., Kesimal, A. ve Yılmaz, E., 2004. Araklı-Taşönü Kalker Ocağında Patlatma Kaynaklı Yer Sarsıntılarının Değerlendirilmesi, VII Bölgesel Kaya Mekaniği Sempozyumu, Sivas, 337-347.
- Erçıkıdı, B., Cihangir, F. ve Kesimal, A., 2006. Korkuthan Taşocağında Yapılan Patlatmalı Kazı Çalışmalarının Çevresel Açından Değerlendirilmesi, 8. Bölgesel Kaya Mekaniği Sempozyumu, İstanbul, 221-227.
- Ergin, A., Yalçın, A.C., Fıskın, G. ve Özler, B., 2005. Basamak Tipi Kıyı Koruma Yapılarının Denge Durumlarının Uygulamalı Araştırması, 5. Ulusal Kıyı Mühendisliği Sempozyumu, Bodrum, 425-440.
- Ertuş, B. ve Topal, T., 2008. Quality and Durability Assessments of The 186 Armourstones for Two Ruble Mound Breakwaters (Mersin, Turkey), Environmental Geology, 53, 1235-1247.
- Gheibie, S., Aghababaei, H., Hoseinie, S.H. ve Pourrahimian, Y., 2009. Modified Kuz-Ram Fragmentation Model and its Use at The Sungun Copper Mine, International Journal of Rock Mechanics & Mining Sciences, 46, 967-973.
- Hoş, T., 1999. Dalgakıran İnşaatlarında Kullanılan Kireçtaşlarının Jeoteknik Özellikleri, 52. Türkiye Jeoloji Kurultayı Bildiriler Kitabı, Ankara, 32-38.
- Kahriman, A., 2004. Analysis of Parameters of Ground Vibration Produced from Bench Blasting at a Limestone Quarry, Soil Dynamics and Earthquake Engineering, 24, 887-892.
- Kahriman, A., Özer, Ü., Karadoğan, A. ve Adıgüzel, D., 2006. Patlatmadan Kaynaklanan Çevresel Sorunlar ve Çözüm Yaklaşımları, Doğu Karadeniz Bölgesi Maden Kaynaklarının Değerlendirilmesi Sempozyumu, Trabzon, 113-136.
- Kecojevic, V. ve Radomsky, M., 2005. Flyrock Phenomena and Area Security in Blasting-Related Accidents, Safety Science, 43, 739-750.
- Kesimal, A., 2004. Delme-Patlatma Lisans Ders Notları, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Maden Mühendisliği Bölümü, Trabzon.
- Kesimal, A., 2005. Patlayıcı Maddelerle Arazi Gevşetme, Yüksek Lisans Ders Notları, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Maden Mühendisliği Bölümü, Trabzon.
- Kesimal, A. ve Kaya, R., 2002. A Review of Environmental Effects Produced by Quarries for Running Black Sea Coastal Highway Construction Project, World Environment Congress & Exhibition, İstanbul, 2217-2224.

- Kesimal A. ve Erçıkıdı, B., 2003. Samsun İli, Bafra İlçesi, Altınkaya Baraj Yolunun 28+500 km'sinin Sağ Tarafındaki Titrekkaya Mevkii Taşocağının Üretiminde Patlatmadan Kaynaklanan Titreşim Ölçüm Sonuçları ve Değerlendirilmesi, Döner Sermaye Projesi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Trabzon.
- Kesimal, A., Erçıkıdı, B., Kaya, R. ve Yılmaz, E., 2003. Trabzon İli, Araklı İlçesi, Taşönü Köyü Hudutlarında Bulunan Kalker Ocağının Üretiminde Patlatmadan Kaynaklanan Titreşim Ölçüm Sonuçları ve Değerlendirilmesi, Döner Sermaye Projesi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Trabzon.
- Kesimal, A., Cihangir, F. ve Erçıkıdı, B., 2005. Trabzon İli, Beşikdüzü İlçesi, Korkuthan Taşocağında Yapılan Patlatmalı Kazıların Oluşturduğu Yer Titreşimlerinin Bayırköy ve Civarında Heyelan Oluşumuna Etkisinin İncelenmesi, Döner Sermaye Projesi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Trabzon.
- Kesimal, A., Erçıkıdı, B., Cihangir, F., Durmuş, O. ve Yılmaz, E., 2007. Doğu Karadeniz Bölgesi'ndeki Açık Ocaklarda Yapılan Üretim Patlatmalarından Kaynaklanan Sarsıntı Parametrelerinin Ölçümü ve Standartların Oluşturulması, Bilimsel Araştırma Projesi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon.
- Kesimal, A., Erçıkıdı, B. ve Cihangir, F., 2008. Environmental Impacts of Blast-Induced Acceleration on Slope Instability at a Limestone Quarry, Environmental Geology, 54, 2, 381-389.
- Konak, G., Onur, A.H. ve Karakuş, D., 2006. Taşocaklarında Yapılan Patlatmaların Değerlendirilmesi, Doğu Karadeniz Bölgesi Maden Kaynaklarının Değerlendirilmesi Sempozyumu, Trabzon, 143-146.
- Kuzu, C., Fisne, A. ve Ercelebi, S.G., 2009. Operational and Geological Parameters in The Assessing Blast Induced Airblast-Overpressure in Quarries, Applied Acoustics, 70, 404-411.
- Latham, J.P., Poole, A.B., Laan, G.J. ve Verhoef, P.N.F., 1990. Geological Constraints on The Use of Quarried Rock in Coastal Structures, Proceedings of The 6th International Symposium, Balkema, 217-225.
- Latham, J.P., Mullen, J.V. ve Dupray, S., 2006. Prediction of In-Situ Block Size Distributions with Reference to Armourstone for Breakwaters., Engineering Geology, 86,18-36.
- Lienhart, D.A., 2003. A Systems Approach to Evaluation of Riprap and Armor Stone Sources, Environmental & Engineering Geoscience, 9, 131-149.
- Onur, A.H., Konak, G. ve Karakuş, D., 2006. Madencilik ve Sanayi Faaliyetleri Sonucu Oluşan Titreşimlerin Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetim Yönetmeliğine Göre Değerlendirilmesi: Örnek Uygulama, Doğu Karadeniz Bölgesi Maden Kaynaklarının Değerlendirilmesi Sempozyumu, Trabzon, 157-166.



- Özdemir, K., Kahriman, A., Özer, A. ve Tuncer, G., 2007. Bench Blasting Optimization Method Depending on Desired Fragmentation, 7th International Conference: Modern Management of Mine Producing Geology and Environment Protection, Varna, Bulgaria, 58-66.
- Özer, U., 2008. Environmental Impacts of Ground Vibration Induced by Blasting at Different Rock Units on the Kadikoy–Kartal Metro Tunnel, Engineering Geology, 100, 82-90.
- Özvan, A., 2009. Toprakkale - Yumurtalık (Doğu Akdeniz) Civarındaki Kireçtaşı ve Bazalt Birimlerinin Hidrolik Yapılarda Kullanılabilirliği, Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- Raina, A.K., Chakraborty, A.K., Choudhury, P.B., Ramulu, M. ve Bandyopadhyay, C., 2004. Human Response to Blast-Induced Vibration and Air-Overpressure: An Indian Scenario, Bulletin of Engineering Geology and The Environment, 63, 209-214.
- Tatarhan, A., 2006. Doğu Karadeniz Bölgesinde Bulunan Taş Ocak Sahalarının İşletme Teknikleri Yönünden İncelenmesi, Etkileri, Sorunlar ve Çözüm Önerileri, Doğu Karadeniz Bölgesi Maden Kaynaklarının Değerlendirilmesi Sempozyumu, Trabzon, 99-112.
- Topal, T.ve Acır, O., 2004. Quality Assessment of Armourstone for a Rouble Mound Breakwaters (Sinop-Turkey), Environmental Geology, 46, 905-913.
- Şiş, H., 2000. Deniz Yapılarında Kullanılacak Anroşmanların Jeolojik ve Jeoteknik Özellikleri, 3. Ulusal Kıyı Mühendisliği Sempozyumu, Çanakkale, 279-294.
- Şişman, H. 1990. Liman İnşaatlarında Taşocakları ile İlgili Yerinde ve Laboratuvarda Yapılan Jeoteknik-Jeofizik Çalışmalar, 2. Ulusal Kaya Mekaniği Sempozyumu, Ankara, 284-297.
- Şişman, H., Altıntaş, M. ve Öztürk, İ., 1990. Kaya Mekaniğinde Sismik Dalga Hızları ile Bazı Kayaç Parametreleri Arasındaki İlişkiler, 2. Ulusal Kaya Mekaniği Sempozyumu, Ankara, 221-238.
- Yılmaz, A.O., Demir, C, Kaya, R ve Tatarhan, A., 2002. Doğu Karadeniz Bölgesinde Bulunan Taşocakların İncelenmesi, VI. Bölgesel Kaya Mekaniği Sempozyumu, Konya, 66-72.
- Yılmaz, A.O., Tatarhan, A. ve Çavuşoğlu, İ., 2004. Doğu Karadeniz Bölgesinde Faaliyet Gösteren Taşocakları İçin Uygun Üretim Yönteminin Geliştirilmesi, VII. Bölgesel Kaya Mekaniği Sempozyumu, Sivas, 156-164.

## ÖZGEÇMİŞ

Şafak İSLAMOĞLU, 1976 yılında Rize'nin Ardeşen ilçesinde doğdu. İlk, orta ve lise öğrenimini Ardeşen'de tamamladı. 1995 yılında kazandığı Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi İnşaat Mühendisliği bölümünden 2000 yılında mezun oldu. 2006 yılında Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı'nda yüksek lisansa başladı..

Şafak İSLAMOĞLU, halen kendi aile firmasında özel ve devlete ait kamu kurumlarına taahhüt işleri yapmaktadır. Yabancı dili İngilizce olup evli ve bir çocuk babasıdır.