

Halat Tipi Kaya Saplamlarında (Cable bolt) Patlatma Esaslı Ankraj Sistemi

Ö. Uysal

Dumtuşmar Üniversitesi, Kütahya, Türkiye

A. Demirci

Cumhuriyet Üniversitesi, Sivas, Türkiye

ÖZET: Bu çalışmada, öncelikle yeraltı maden işletmeleri tahkimat işlerinde, yaygın bir şekilde kullanılmakta olan halat tipi kaya saplamları (cable bolt) hakkında yapılmış olan bir literatür araştırmasının sonuçları sunulmuştur. Daha sonra ise yazarlar tarafından geliştirilmiş olan, halat tipi kaya saplamlarının delik içerisindeki ankrajını sağlayan yeni bir patlatma esaslı sistem anlatılmıştır. Bu sistemin amacı, delik içerisine basılan çimento harcının donmasını beklemeksizin halat tipi kaya saplamasına bir ongenime uygu I anlayabilmektir. Bu çalışma kapsamında öncelikle bir çekme testi (pull-out test) aleti dizayn edilmiş ve üretilmiştir. Daha sonra, delik içerisinde ankrajı sağlayacak başlık dizaynı üzerinde çalışmalar yapılmıştır. Bu amaçla geliştirilen başlıklar denenmiş ve elde edilen sonuçların değerlendirilmesi bir sonraki alternatif için temel oluşturmuştur. Bu şekilde, 9 farklı yöntem geliştirilmiş ve farklı formasyonlarda toplam 220 adet deney gerçekleştirilmiştir.

Deneylemlerden elde edilen sonuçların değerlendirilmesi neticesinde, halatın delik dibindeki ankrajını sağlamak için en uygun yöntem olarak "Eğik kapaklı çelik başlık-jelatini t dinamit yöntemi" belirlenmiştir. Gerçekleştirilen deneylemlerde, çalışmanın amacına uygun olarak 10 ton değerinin üzerinde ankraj değerleri elde edilmiştir.

ABSTRACT : This study deals with the results of a literature survey on cable bolts, widely used as a support element in underground mining, and with the elaboration on an "explosive based anchorage system" developed by the authors. The aim of this system is to apply pre-tension to cable bolts, which is independent of cement mortar. Within the scope of this work, a pull-out test device has been designed and produced. After that, studies have been carried out on a cap design, which provides anchorage into the borehole. The caps which were developed for that purpose have been tested, and the results obtained have constituted the grounding for the next alternative study. In this way, nine different concepts have been produced and a total of 220 experiments were carried out in different mines.

The evaluation of the results has shown that "an oblique steel cap with gelatinic dynamite explosion" is a sufficiently good approach to cable bolt anchorage in a borehole. The pull-out test values outstripped an anchored load of 10 tonnes, which was within the aims of this study.

1 GİRİŞ

Günümüz yeraltı madencilik faaliyetlerinde yaygın ve yoğun olarak kullanılan en önemli tahkimat türleri ahşap tahkimat, çelik tahkimat, püskürtme beton ve kaya saplamlarıdır. Bu türler içerisindeki ahşap tahkimat, teknolojik gelişmelere bağlı olarak önemini oldukça yitirmiştir. Buna karşın teknolojik gelişmelere bağlı olarak kullanımı her geçen gün artan tahkimat türü ise kaya saplamlarıdır. Kaya saplamlarının tahkimat olarak kullanımının

yaygınlaşmasında en önemli nedenler aşağıdaki gibi sıralanabilir:

- Düşük maliyet,
- Kabul edilebilir emniyet,
- Kolay üretim ve kolay yerleştirme,
- Değişken koşullarda kullanılabilmesi,
- İlave açıklık gerektirmemesi.

Kaya saplama türleri içerisinde, halat tipi kaya saplamları (cable bolts), boy sınırlamasının olmaması, esnek olması, ucuz olması ve yüksek yük

taşıma kapasitesine sahip olmaları nedeni ile dikkat çekmektedir. Halat tipi kaya saplaması, basil olarak bir veya daha fazla halatın özel olarak delinmiş deliğe yerleştirilmesi, çimento harcı ile doldurulması ve bu sayede kaya kütlesi içinde bir kolon oluşturulması şeklinde tanımlanabilir.

Günümüz madencilik endüstrisinde halat tipi kaya saplamaları, tavan armlı kazı yöntemi (kes ve doldur), arakatlı kazı yöntemi, arakatlı göçertme yöntemi, ambarlı üretim yöntemi ve oda yöntemleri yanında galeri açmada tahkimat olarak ve açık ocak şev duraylılığının sağlanmasında yaygın olarak kullanılmaktadır (Hutchinson, Diederichs. 1996).

Halat tipi kaya saplamalarının genellikle öngerdirmesiz kullanılması, özellikle istenmeyen deformasyonların oluşmasına neden olmaktadır. Bu itibarla, halat tipi kaya saplamalarının makul bir sistemle öngerdirmeye labı tutulması ve bunun akabinde dolgu malzemesinin deliğe pompalanması, hem saplamanın hemen aktif hale geçmesini sağlayacak, hem deformasyonların belirli ölçüyle sınırlanmasına yardımcı olacak hem de birbirini takip eden faaliyetlerin sürekliliği söz konusu olacaktır. Bu şekilde bir uygulama, aynı zamanda dolgu harcının kesikliği durumunda daha emniyetli bir tahkimat sağlayacaktır.

Bu çalışmada, mevcut öngerdirmen sistemlerinde karşılaşılan problemlere karşı metallerin patlayıcı madde ile şekillendirilmesini esas alan bir sistem düşünülmüştür. Bu amaçla, halatın ucuna monte edilen bir başlık içerisine yerleştirilen patlayıcının patlatılması ve bu sayede bir ankraj elde edilerek halatın delik içerisinde sabitlenmesi ve öngertilme uygulanabilmesine yönelik çalışmalar yapılmıştır. Bu sistemin konusu olan hususlar şu şekilde sıralanabilir;

- Metal başlıkla ilgili malzeme seçimi,
- Halatın delik içinde ankrajı sağlayacak olan patlatma ile şekillenebiien bir metal başlığın tasarımı ve üretimi,
- Metal başlığın halatla irtibat! andırılması,
- Patlayıcı madde seçimi, şarj geometrisi, sıkılama biçimi ve patlatma,
- Ankraj kapasitesinin Ölçülebilmesi amacıyla çekme düzeneğinin geliştirilmesi,
- Uygulamalarda elde edilen sonuçlar ve bu sonuçların değerlendirilmesi.

2 BAŞLIK MALZEMESİNİN SEÇİMİ

Halatın delik içerisinde ankrajı sağlayacak başlık malzemesi aşağıdaki özellikleri arz etmelidir.

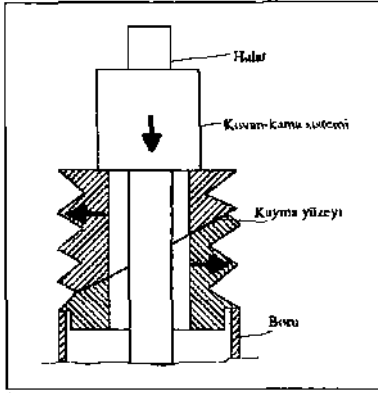
- Malzemenin sınırlı miktarda patlayıcı ile şekillenebilmesi,
- Yukarıdaki hususa karşı malzemenin elastisite sınırının, sınırlı deformasyon ile aşılması ve plastisite alanının fazla olması,
- Deformasyona uğrayan malzemenin, makul bir mukavemet göstererek kayaç-başlık konlağımdaki tutunmayı muhafaza edebilmesi,
- Patlamanın etkisiyle ısınan malzemenin, soğuduğunda daha sert bir yapı arz etmesi,
- Patlamanın etkisiyle malzemenin mikro yapısında kırılmaların olmaması ve bu hususa karşı malzemenin başlangıçta sınırlı bir sertlikte olması,
- Malzemenin işlenmesinin kolay olması,
- Malzemenin ucuz olması.

Yukarıda sayılan özelliklere en uygun malzemeler olarak, demir-çelikten ve alüminyumdan imal edilmiş olan borular belirlenmiştir. Her ne kadar bakır borular veya bakır alaşımları kolayca şekillenebilir gözüke de gerek maliyet, gerekse dayanım bakımından uygun bulunmamıştır.

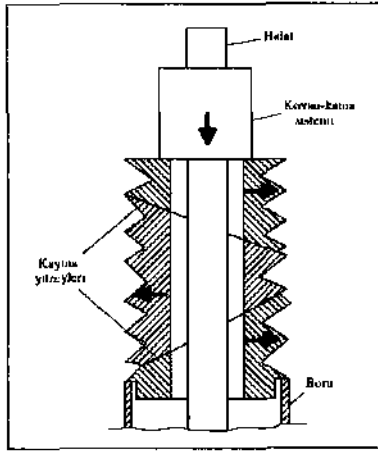
3 BAŞLIK TASARIMI

Yukarıda belirtildiği gibi, başlık malzemesi olarak St-37 çelik borular ve alüminyum borular kullanılmıştır. (Çalışmaya daha uygun malzeme üretimi, ayrı bir araştırma konusudur.) Çalışmalar kapsamında 40 ve 60,3 mm çaplarında ve 8-30 cm boy aralığındaki başlıklar ile yapılan deneylerde değişik başlık tasarımları denenmiştir. Bir yandan deneyler yapılırken diğer yandan alınan sonuçlara göre yeni yaklaşımlar geliştirilmiştir. Tüm çalışmalar boyunca denemesi yapılarak başlık türüne ve kullanılan patlayıcı madde tipine göre adlandırılan yöntemler şu şekilde sıralanabilir (bunların haricinde yapılmış olan pek çok çalışma burada verilmeye değer bulunmamıştır);

1. Düz kapaklı çelik başlık-karabarut yöntemi
2. Düz kapaklı alüminyum başlık-karabarut yöntemi
3. Düz kapaklı çelik başlık-emülsiyon dinamit yöntemi
4. Düz kapaklı alüminyum başlık-emülsiyon din. yöntemi
5. Düz kapaklı çelik başlık-jelatinit dinamit yöntemi
6. Düz kapaklı alüminyum başlık-jelatinit din. yöntemi
7. İki parça kapaklı çelik başlık-jelatinit dinamit yöntemi (Sekili)
8. Üç parça kapaklı çelik başlık-jelatinit dinamit yöntemi (Şekil 2)
9. Eğik kapaklı çelik başlık-jelatinit dinamit yöntemi (Şekil 3)



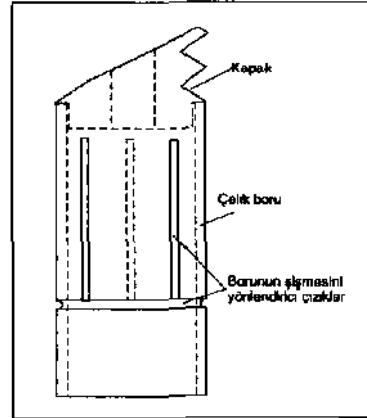
Şekil 1. İki parça kapaklı başlık yöntemi



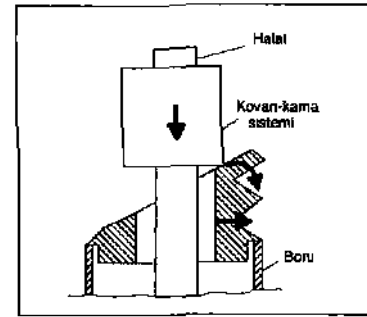
Şekil 2. Üç parça kapaklı başlık yöntemi

Bu yöntemler dahilinde gerçekleştirilen deneylerde başlık çapı, başlık boyu, patlayıcı miktarı ve sıkılama türü gibi değişkenler araştırılmıştır. Ancak ilk 8 yöntem için yapılan çalışmalarda bir noktaya kadar gelinmesine rağmen yeterli ve standart bir ankraj kapasitesi elde edilememiştir. Bu yöntemlerin geliştirilmesi ve uygulama esnasında karşılaşılan problemlere çözümler üretilmesi sonucu "Eğik kapaklı çelik başlık-jelatinit dinamit yöntemi" geliştirilmiştir. Bu yöntem kapsamında gerçekleştirilen deneyler neticesinde amaçlanan ankraj ve deplasman değerlerine ulaşılmasının yanı sıra deneyler arasında bir standardizasyon sağlanmıştır. İlk 8 yöntemde ankraj, başlığın delik içerisinde sıkışmasıyla ortaya çıkan sürtünme kuvveti tarafından sağlanmaktadır. Diğer yandan dokuzuncu yöntemde sürtünmeye ilave olarak başlık üzerinde bir dönme momenti oluşturulmaktadır. Bu

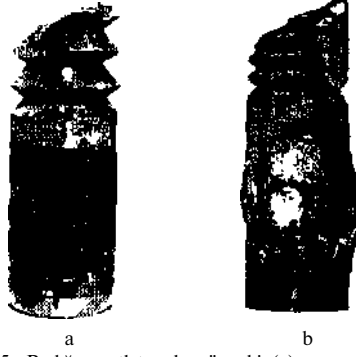
yöntem dahilinde geliştirilen başlık Şekil 3 ve Şekil 4'de görülmektedir. Başlığın kapağı Şekil 4'de görüldüğü gibi eğik olarak tasarlanmıştır. Bu sistemde halatı tutan kovan-kama kapağına bir noktadan basmakta ve başlık üzerinde bir dönme momenti oluşturmaktadır. Bu sayede sıkışmadan kaynaklanan sürtünmeye ilave olarak başlığın dönmesinden dolayı ekstra bir sürtünme elde edilmiştir. Başlığın patlatılmadan önceki ve somaki görünümü Şekil 5'de görülmektedir.



Şekil 3. Eğik kapaklı başlık yöntemi

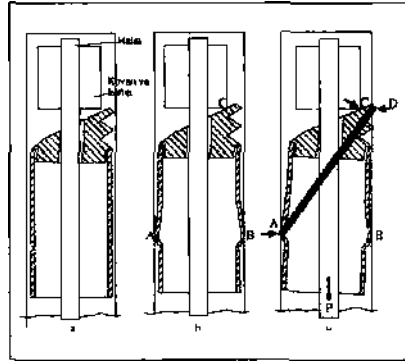


Şekil 4. Eğik kapaklı başlık (Uysal, 2003)

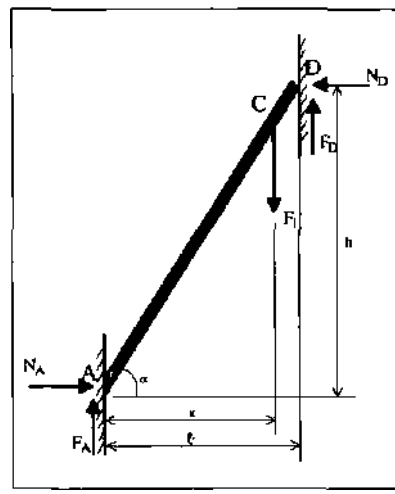


Şekil 5. Başlığın patlatmadan önceki (a) ve sonraki (b) görünümü (Uysal, 2001)

Şekil 6'da ankraj olayının aşamaları görülmektedir. Burada, Şekil 6-a şekli başlığın patlatılmadan önce delik içindeki pozisyonunu göstermektedir. Patlatma gerçekleşikten sonra başlık A ve B noktalarından delik cidarına sıkışmaktadır (Şekil 6-b). Daha sonra germe işlemi uygulanmaya başlandığında, halatı tutan aparat (kovan-kama sistemi) başlığa C noktasından yük uygulamaktadır. Bu sırada B noktasının delik cidarı ile teması kesilirken, başlık D noktasından delik cidarına temas eder (Şekil 6-c). Bu andan itibaren sistem, A ve D noktalarından mesnetli bir kiriş gibi hareket eder ve C noktasından uygulanan kuvvet, bu kirişte bir dönme momenti oluşturur (Şekil 6-c). Bu oluşum sırasında meydana gelen kuvvetler Şekil 7'de gösterilmektedir.



Şekil 6 Ankraj olayının aşamaları (Uysal, 2001)



Şekil 7. Oluşan kuveiler (Uysal, 2001)

$$\sum X = 0, N_A - N_D = 0, \quad (1)$$

$$\sum Y = 0, F_I - F_A - F_D = 0, \quad (2)$$

$$\sum MA = 0, F_I * x - F_D * l - N_D * h = 0 \quad (3)$$

$$F_D = N_D * \mu \quad (4)$$

$$F_A = N_A * \mu \quad (5)$$

Burada;

N_A : A noktasında oluşan normal kuvvet

N_D : D noktasında oluşan normal kuvvet

F_A : A noktasında oluşan makaslama kuvveti

F_D : A noktasında oluşan makaslama kuvveti

F_I : Halata uygulanan çekme kuvveti

h : Başlığın delik cidarına değdiği noktalar arasındaki düşey mesafe

t : Delik çapı

x : Kovan-kama'nın başlığa değdiği nokta A noktası arasındaki yatay mesafe.

3 ve 4 nolu denklemlerden hareketle aşağıdaki ilişkiler elde edilir:

$$F_I * x = N_D * \mu * C + N_D * h$$

$$N_D = F_I \frac{x}{\mu * l + h} \quad (6)$$

1,2 ve 4 nolu denklemlerin yardımıyla elde edilen sonuçlar aşağıdaki gibidir:

$$F_1 = F_A + F_D$$

$$F_j = N_A * \mu + N_D * \mu$$

$$F_1 = N_D * \mu + N_D * \mu$$

$$N_D = \frac{F_1}{2\mu} \quad (7)$$

4 ve 7 nolu denklemlerden ,

$$F_D = \frac{1}{2} F_1 \quad (8)$$

6 ve 7 nolu denklemlerden,

$$F_1 \frac{x}{\mu * \ell + h} = \frac{F_1}{2\mu}$$
$$\mu = \frac{h}{2x - \ell} \quad (9)$$

Şekil 7'de ve yukarıdaki denklemlerde görülen kuvvetler arasındaki ilişkiler, kullanıcıya başlığın ankraj kapasitesi veya olası bir öngerilmenin değeri hakkında fikir verir. Şöyle ki, FA , FD , NA , Np kuvvetleri, kayacın oluşmuş tepki kuvvetleridir. Denklemlerde, halata uygulanan F| kuvveti ile oluşan diğer kuvvetler arasındaki ilişkiler verilmiştir. Örneğin, kayacın FD yönündeki dayanımı biliniyor ise, uygulanan F| kuvveti ile arasında FD = 1/2 Fj şeklinde bir ilişki bulunan FD kuvvetinin değeri, kayacın bu yöndeki dayanım değerinden büyük olmamalıdır. Uygulanan kuvvet, kayacın dayanımını aşar ise kayacın yenilecek ve başlık ankrajını kaybedecektir. Bu nedenle, uygulamanın yapıldığı formasyonun özellikleri son derece önemlidir.

4 BAŞLIĞIN HALATA BAĞLANMASI

Bu çalışma kapsamında söz konusu olan en önemli problemlerden biri halatla başlığın ilişkilendirilmesidir. Bu amaçla başlığın halata tespitinde aşağıdaki yöntemler denenmiştir:

- Halatın başlığa kaynaklanması,
- Halatın düğümlemesi,
- Halat kelepçesi,
- Halatın tellerine çinko dökümü,
- Kovan-kama sistemi (Thompson, 1992).

Yukarıda sayılan yöntemlerin ayrı ayrı denenmesi sonucunda, halat tipi kaya saplamalarının delik dışındaki ankrajında da kullanılan kovan-kama sisteminin sağlamlık ve uygulama kolaylığı

açısından en uygun yöntem olduğu sonucuna varılmıştır.

S SIKILAMA MALZEMELERİ VE/VEYA SİSTEMLERİ

Patlayıcı maddenin, başlığın içinde patlatılması ile başlığın deformasyonu sağlanmaktadır. Bilindiği gibi patlayıcı maddenin etkili olabilmesi için kapalı bir ortamda patlatılması ve açığa çıkan gazların hemen havaya karışmasının önlenerek başlık içinde bir basınç oluşturulması, amaca daha iyi hizmet edecektir. Bu nedenle başlığın içerisine yerleştirilen patlayıcı maddenin iyi bir şekilde sıkılması gerekmektedir.

Bu çalışma kapsamında, bu amaca yönelik olarak kullanılan sıkılama malzemeleri şunlardır;

- Atım deliklerinden çıkan tozlar,
- Ahşap malzemeden imal edilen sistem,
- Kestamit malzemeden imal edilen sistem,
- Metalden imal edilen sistem.

Bu sistemler kullanılarak yapılan çalışmalar neticesinde metalden imal edilen sistem en uygun sistem olarak belirlenmiştir (Şekil 8). Diğer sistemlerde yapılan patlatma işleminde yeterli verim alınamamıştır.



Şekil 8. Metal sıkılama diski

6 PATLAYICI MADDE MİKTARININ BELİRLENMESİ

Bu çalışmada, karabarut, emülsiyon dinamit (powergel) ve jelatinit dinamit olmak üzere üç farklı türde patlayıcı madde kullanılmıştır. Başlık içine yerleştirilecek patlayıcı maddenin miktarı son derece önemlidir. Zira, patlayıcı miktarı fazla olduğunda,

delik çeperine gereğinden fazla bir basınç uygulanmaktadır. Bunun neticesinde, kaya kütlesi içinde çatlakların oluşması söz konusu olabilmektedir. Bunun tersine, gereğinden daha az miktarda patlayıcı kullanıldığında, başlık yeterince şişmemekte ve düşük ankraj kapasiteleri elde edilmektedir. St-37 çelik boni içerisinde patlatılan jelatini! dinamit türü patlayıcı madde için yapılan hesaplamalarda gerekti patlayıcı madde 7,83 gr olarak bulunmuştur. Ancak bulunan bu değerler kesin sonuçlar olmayıp, bir yaklaşım getirmektedir. Kesin sonuçlar için uygulamanın yapılacağı formasyonlarda denemelerin yapılması gerekmektedir. Denemelere hesaplamalar ile bulunan sonuçların % 50'si ile başlanmış ve patlayıcı miktarı düzenli bir şekilde artırılmıştır.

7 UYGULAMA ALANLARI

Bu çalışmanın amacı, halat tipi kaya saplaması uygulamalarına yeni bir bakış açısı getirmektir. Bu kapsamda önemli olan husus, geliştirilen patlatma başlığının ankraj kapasitesidir. Yapılan çalışmalar, tamamen başlığın değişik formasyonlardaki ankraj kapasitesini belirlemeye yönelik olmuştur. Bu nedenle, halat tipi kaya saplamaları yeraltı madencilğinde daha yaygın olarak kullanılmasına rağmen, bu çalışmalar, açık ocaklarda gerçekleştirilmiştir. Bu çalışma kapsamında dört farklı maden ocağında ve dört farklı formasyonda deneyler yapılmıştır. Bu formasyonlar traverten, jips, marn ve kireçli'dir.

Çalışılan kaya birimlerinin bazı mekanik özellikleri Çizelge 1'de görülmektedir. (Kahrıman, 1995; Görgülü, 1998).

Çizelge 1. Çalışılan Kaya Birimlerinin Ba/ı Mekanik Özellikleri

Kaya Birimi	Yoğunluk (gr/cm ³)	Nem Oran	Suya dayanıklılık indeksi (I _j) (%)	Dolaylı Çekme Dayanımı (MPa)	Nokia Yük. Dayanımı (Is50) (MPa)	Tek Ekinli Basınç Dayanımı (MPa)
I raverien	2.411	0.329	99.32	5,18	5.72	37.80
Jips	2.305	15.8	87.09	2,56	-	19,97
Manı	1.804	13.08	49.02	0,21	0.172	3,78
Kireç (K s)	2.705	10,15	97.29	1.04	0.835	18,83

8 DENEY PROSEDÜRÜ

Yapılan bir deneyin aşamaları şu şekilde sıralanabilir;

- İlk olarak gerekli çap ve boyda delik delinir,
- Halatın başlık takılan ucuna kovan-kama sistemi monte edilir,
- Başlığın içine öngörülen patlayıcı maddeden belirlenen miktarda yerleştirilir,
- Başlık halata geçirilir,
- Elektrikli kapsül yerleştirilir,
- Halatın başlık içinde hareketini önlemek için başlığın önüne bir kelepçe takılır,
- Bu aşamada başlık deliğe sokulmaya hazır hale getirilir (Şekil 9).
- Halat ucuna bağlı başlık ile dikkatli bir şekilde deliğe sokulur,
- Emniyet tedbirleri alındıktan sonra manyeto yardımı ile patlatma işlemi gerçekleştirilir,
- Şişleme çekme testi uygulanarak, ankraj kapasitesi tespit edilir.

Bu aşamalara göre planlanan deneyler müteakip paragrafla verilmiştir.




Şekil 9. Deliğe yerleştirilmeye hazır durumdaki başlık (Uysal, 2001)

9 ARAZİ UYGULAMALARI


Çalışmalar boyunca toplam olarak 220 adet deney yapılmıştır. Bunların 103 adedi "Eğik kapaklı çelik başlık-jelatinit dinamit yöntemi" kapsamında gerçekleştirilmiştir. Bu deneyler boyunca sıkılama sistemi, patlayıcı madde türü ve miktarı gibi değişkenlerin belirlenmesi amacıyla çalışmalar yapılmıştır. Eğik kapaklı başlık ve metal sıkılama kullanılarak, değişik formasyonlarda yapılan deneylere ait deney sonuçları Çizelge 2, 3, 4 ve 5'de verilmiştir. Marn biriminde yapılan bazı deneylere ait yük-deplasman grafikleri Şekil 10'da verilmiştir. Deneyler sırasında hedef olarak 10 ton belirlenmiş

ve yapılan deneylerin hemen hemen tümünde bu değerlere ulaşılmıştır.

Çizelge 2. Mam Kaya Biriminde Yapılan Deneyler

Deney No	Başlık Malzemesi		Başlık El Kalınlığı (mm)	Patlayıcı Madde Mik. (g)	Max. Yük (ton)	Man. Yükteki Deplasman (mm)	Açıklama
1	Sl-37	120	3,2	5	9	3,5	-
2	St-37	120	3,2	5	10	4	-
3	St-37	120	3,2	5	9,5	4	-
4	Sl-37	120	3,2	7,5	10	3,2	-
5	Sl-37	120	3,2	7,5	10,5	4	-
6	Sl-37	120	3,2	7,5	9,5	6	-
7	Sl-37	120	3,2	7,5	10	2,2	-
8	Sl-37	120	3,2	7,5	> 11	3	Deneye 11 ton'da son verildi
9	St-37	120	3,2	7,5	10,5	3,2	-
10	Sl-37	120	3,2	7,5	>11	2,2	Deneye 11 ton'dn son verildi
11	Sl-37	120	3,2	7,5	10	2,7	-
12	Sl-37	120	3,2	10	18,5	5	-
13	Sl-37	120	3,2	10	>11	4	Deneye 11 ton'da son verildi
14	Sl-37	120	3,2	10	10	3,5	-
15	Sl-37	120	3,2	10	10,5	3,3	-

Çizelge 3. Jips Kaya Biriminde Yapılan Deneyler

Deney No	Başlık Malzemesi		Başlık El Kalınlığı (mm)	Patlayıcı Madde Mik. (pt)	Max. Yük (ton)	Max. Yükteki Deplasman (mm)	Açıklama
1	St-37	120	3,2	5	> 11	3,2	Deneye 11 ton'da son verildi
2	St-37	120	3,2	5	10	4	-
1	St-37	120	3,2	5	9,5	4	-
4	St-37	120	3,2	7,5	10	4	-
5	St-37	120	3,2	7,5	10	3,5	-
6	Sl-37	120	3,2	7,5	10	3,4	-
7	St-37	120	3,2	7,5	10	3,5	-
8	St-37	120	3,2	7,5	10	3	-
9	St-37	120	3,2	7,5	10	3,2	-
10	St-37	120	3,2	7,5	>11	1,5	Deneye 11 ton'da son verildi
11	St-37	120	3,2	7,5	>11	1	Deneye 11 ton'da son verildi
12	Sl-37	120	3,2	10	>11	3	Deneye 11 ton'da son verildi
13	Sl-37	120	3,2	10	10	3,5	-
14	St-37	120	3,2	10	10	4	-
15	Sl-37	120	3,2	10	>11	3,5	Deneye 11 ton'da son verildi
16	St-37	1211	3,2	10	10	1	-

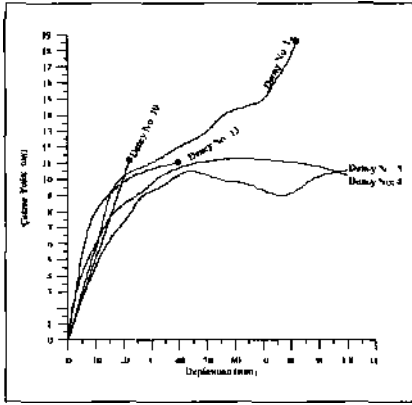
Çizelge 4. Tarveiten Kaya Biriminde Yapılan Deneyler

Deney No	Başlık Malzemesi	Başlık Boyu (mm)	Başlık Et Kalınlığı (mm)	Patlayıcı Madde Mik. (gr)	Max. Yük (ton)	Max. Yükteki Deplasman (cm)	Açıklama
1	St-37	150	3,6	5	>11*	3,3	Deneye 11 ton'da son verildi
2	St-37	150	3,6	5	3	5,2	-
3	St-37	150	3,6	5	8	6,4	-
4	St-37	150	3,6	2,5	-	-	Başlık deforme olmadı
5	St-37	150	3,6	2,5	-	-	Başlık deforme olmadı
6	St-37	150	3,6	2,5	5	7,2	-
7	St-37	150	3,6	2,5	-	-	Başlık deforme olmadı
8	St-37	150	3,6	5	6	6	-
9	St-37	150	3,6	5	1	-	Başlık deforme olmadı
10	St-37	150	3,6	5	6,5	2,2	-
11	St-37	150	3,6	5	4,5	1,5	-
12	St-37	120	3,2	5	7,5	4,7	-
13	St-37	120	3,2	5	7	4,2	-
14	St-37	120	3,2	5	>11	4,3	Deneye 11 ton'da son verildi
15	St-37	120	3,2	5	6	3	-
16	St-37	120	3,2	7,5	10	3	-
17	St-37	120	3,2	7,5	>11	3,3	Deneye 11 ton'da son verildi
18	St-37	120	3,2	7,5	25**	6	25 ton'da halar koptu
19	St-37	120	3,2	7,5	9,5	4	-
20	St-37	120	3,2	7,5	10	3	-
21	St-37	120	3,2	10	10	4	-
22	St-37	120	3,2	10	>11	4,5	Deneye 11 ton'da son verildi
23	St-37	120	3,2	10	10	3,5	-
24	St-37	120	3,2	10	>11	4	Deneye 11 ton'da son verildi
25	St-37	120	3,2	15	>11	3,5	Deneye 11 ton'da son verildi
26	St-37	120	3,2	15	10	3,5	-
27	St-37	120	3,2	15	10	7	-
28	St-37	120	3,2	7,5	>11	3	Deneye 11 ton'da son verildi
29	St-37	120	3,2	7,5	10	3,5	-
30	St-37	120	3,2	7,5	11	3	-
31	St-37	120	3,2	7,5	>11	2,5	Deneye 11 ton'da son verildi

Çizelge 5. Kireçtaşı Kaya Biriminde Yapılan Deneyler

Deney No	Başlık Malzemesi	Başlık Boyu (mm)	Başlık Et Kalınlığı (mm)	Patlayıcı Madde Mik. (gr)	Max. Yük (ton)	Max. Yükteki Deplasman (cm)	Açıklama
1	St-37	120	3,2	7,5	10	3	-
2	St-37	120	3,2	7,5	>11	3,5	Deneye 11 ton'da son verildi
3	St-37	120	3,2	7,5	10,5	3,5	-
4	St-37	120	3,2	7,5	10,5	3,2	-
5	St-37	120	3,2	7,5	11	4	-
6	St-37	120	3,2	7,5	9,5	3	-
7	St-37	120	3,2	7,5	>11	3	Deneye 11 ton'da son verildi

Deneye 11.til kopuncayı k.idin devdin edilmiş ve 25 lın değerinde luluı kopmuştur



Şekil 10 Eğik kapaklı başlık yöntemi kullanılarak yapılan bazı deneylerin yuk-deplasman eğrileri

10 SONUÇLAR

Bu çalışmada, metallerin sınırlı miktarda patlayıcı madde kullanımı ile deforme edilerek delik içerisinde sabitlenmesi amaçlanmıştır. Buradan hareketle, deliğe pompalanan harcın donması beklenmeden halata ongenime uygulanabilmesi imkanları araştırılmıştır. Bu amaçla geliştirilen yöntemler işletmelerde uygulanarak sonuçlar değerlendirilmiştir. Yapılan çalışmalar neticesinde * Eğik kapaklı çelik başlık-jelatmit dinamik yönteminin' tüm beklentilere cevap verdiği tespit edilmiştir. Bu yöntem dahilinde yapılan çalışmalarda patlayıcı madde miktarı 7,5 gr jelatinit dinamit olarak belirlenmiştir. Uygulanan çekme testleri neticesinde minimum 9 ton ankrj kapasitesi elde edilmiştir. Çekme test düzeneğinin kapasitesinin sınırlı olmasından dolayı deneylerin büyük çoğunluğunda çekme testine 11 ton mertebesinde son verilmiştir (Şekil 10).

Geliştirilen bu sistem, diğer tür kaya saptamaları ile karşılaştırıldığında, aşağıda verilen sonuçlar gözde çarpıcıdır,

- i Elde edilen minimum ankrj değeri, pek çok kaya saptaması için literatürde verilen tipik ankrj değerlerinden daha yüksektir (mekanik kaya saptaması split set swclex v b) (Stullborg, 1994)
- ii Günümüzde kullanılan halat tıptı kaya saptamaları ile ankrj kapasitesi açısından lam bir karşılaştırma yapabilmesi için, ongerdirmeye işleminden sonra deliğe çimento pompalanmalıdır. Ancak bu çalışmada amaç,

ongerdirmeye işleminin yapılabilirliği olduğu için çimento tıptı işlemi yapılmamıştır. Bu işlem için çalışmalarda gaz önünde bulundurulacaktır. Çimento tıptı işleminden sonra sistemin ankrj kapasitesinin artması beklenmektedir.

- m Sistemin yük taşıma kapasitesi deplasman değerleri nispeten yüksektir (Şekil 10). Deneylerde kullanılan çekme cihazının yetersizliğinden dolayı, delik içerisinde halatın dönmesi engellenememiştir. Deplasman değerlerinin yüksekliğinin, halatın dönmesi ve bu esnada halat boyunda meydana gelen uzamadan kaynaklandığı düşünülmektedir. Yüksek deplasmanın diğer bir nedeni tse, çekme testinin başlangıcında delik içerisindeki melal başlığın düşey ekseninde bir miktar dönmesidir (Şekil 6).

Yapılan deneylerin sonuçları, geliştirilen patlatma esaslı halat tıptı kaya saptamasının, yeraltı ve açık ocaklarda, kaya kütlelerinin duraylılığının artırılmasında ve güvenli bir çalışma ortamı sağlanmasında kullanılabileceğini göstermiştir. Ancak sistemin performansının tam olarak ortaya konulabilmesi için, bir yeraltı işletmesinde düzenli olarak kullanılması ve elde edilen verilerin değerlendirilmesi gerekmektedir.

KAYNAKLAR

- Gorgulu K 1998, *Bazı Mitrüet Birimleri tını Optimum Aşındırma Cihazlarının Koşullarının Araştırılması ve Malzeme O-İllikien İle İlişkileudu İlmesi*. Doktora Tezi Ful Bilimleri Enstitüsü, Cumhuriyet Üniversitesi Sivas. 178
- Hutchinson DJ ve Diederichs M S. 1996, *Cahleholttug ut Undergruouul Mines*, BıTeth Publishes Ltd Richmond British Columma Canada 406
- Kahnman A 1995 *Sı\ a\ Ulaş Yorcısı S_L-tit Ce\ hen \e Yaukasaçları İçin Optimum Pad alı tı Koşullarının Aıaşındması se Ka\ aç Özellikleri İle İlişkileudu* Doktora Tezi Cumhuriyet Üniversitesi Ful Bilimleri Enstitüsü Sivas 278
- Stullborg B 1994 *Pajessional U\er\ Handbook loı Rock Boiling* Trans Tech Publications 145
- Thompson AG 1992 *Tensioning reinforcing cables Rock Suppoit in Mining and Ünde t ground Construction* Bulkema Rotterdam 285 291
- Uysal O 2001 *Patlatma esaslı Halat Tıptı (Kablo Tıptı) Kaya Saptamaları Tasannu Üretimi \e Uygıdamalart* Doktora Tezi Cumhuriyet Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Sivas 188
- Uysal O , Demirci A 2001 *Explosive-Based Anchoring System in Cable Bolts, Mum\; technology* Vol 112 125 HO

