

Blok Mermer Üretiminde Elmalı Tel Kesme Kullanımı, Uygulaması ve Kesme Veriminin Optimizasyonu

Wiresaw Cutting in Marble Production, Application and Optimization of the Cutting Efficiency

Sinan URHAN (*)
A. Necati ŞİŞMAN (**)

ÖZET

Blok mermer üretiminde elmalı tel kesme yöntemi ele alınmıştır. Bu yöntemin uygulanabileceği ocak tipleri verilmiş, ocağın kesime hazırlanması, deliklerin delinmesi, telin yerleştirilmesi ve kesimin yapılmasında dikkat edilecek konular sunulmuştur.

ABSTRACT

Wiresaw cutting in marble quarries is presented. After giving the types of quarries amenable to wiresaw cutting, details of preparation of the quarry, drilling, placement of the wiresaw in the cutting holes and cutting operation are presented.

1.GİRİŞ

Mermer üretimindeki artışa paralel olarak, son on yıldır, ülkemizde mermer çıkartma teknolojisinde de önemli değişimler kaydedilmiştir. Geleneksel delme-çatlatma yöntemi ile mermer çıkartma yerine yavaş yavaş modem elmaslı tel kesme (ETK) yöntemine terk etmektedir. Yakın gelecekte Türkiye'deki mermer ocaklarının hemen hemen tamamının ETK yöntemi ile çalışacağını tahmin etmek hiç de güç değildir. Ancak, mermer çıkartma ETK teknolojisini en uygun şekilde kullanabilecek teknik eleman azlığı bu yöndeki gelişmenin önündeki engellerin en önemlilerinden biridir.

Bundan önceki ETK teknolojisi ile mermer çıkartmada kullanılan makine ve ekipmanlar tanıtılmış idi (Urhan ve Şişman, 1992). Bu çalışmada, özellikle ocak mühendisleri ve makina operatörlerine yararlı olabilecek, ETK .teknîği prensipleri anlatılacak, kesim ve üretim veriminin en yüksek düzeyde olmasına yarar sağlayacak deneyimler aktarılacaktır.

2. ETK YÖNTEMİNİN UYGULANABİLECEĞİ MERMER OCAĞI TİPİ

ETK yöntemi her tür mermer ocağına uygun değildir. Özellikle çatlak ve eklemelerinden açılarak çıkartılan, mermer kütlelerinin bloklara bölün-mesi ETK yönteminin kullanılması daha ekonomiktir. Çatlak ve eklem sistemi çok gelişmiş mermer ocaklarında ETK yönteminin kullanılmasını, verim arttırılmasına bir katkıda bulunmayacağı gibi, aksine, üretim veriminin düşmesine de neden olabilir. ETK çatlak ve eklemeleri az masif yapıdaki mermerler için uygun

bir yöntemdir.

3. MERMER OCAĞININ KESİME HAZIRLANMASI VE KESİM YÖNTEMİNİN ANA HATLARI

ETK yöntemi ile mermer çıkartımı ana prensibini, mermer kütlesi içinde birbiri ile irtibatlı yatay ve dikey delikler delinip, elmaslı telin bu deliklerden geçirilerek, delikler arasında kalan mermer kütlesinin kesilip devrildikten sonra prizmatik bloklar halinde doğranması (sayalanması), oluşturur.

ETK yöntemi ile mermer çıkartımı için ocakta çalışılacak aynanın bir ucunun boşaltılıp, önüne tel kesme makinasının kurulabileceği, L Şeklinde bir ağız açılması gereklidir. Bu işlem en uygun ve ekonomik olarak, aynanın ucunda, aynaya dik bir yüzeyin tel kesme ile kesilip, mermer .çıkartılmayacak kısmın delme patlatma ile atılması yolu ile gerçekleştirilebilir. Patlatmanın etkisi ETK ile kesilmiş yüzeyden öteye geçmeyeceği için blok çıkartılacak kütleye zarar enaz olur.

Ocakta L şeklinde ağız açıldıktan sonra mermer çıkartma işlemi üç etapta yapılır:

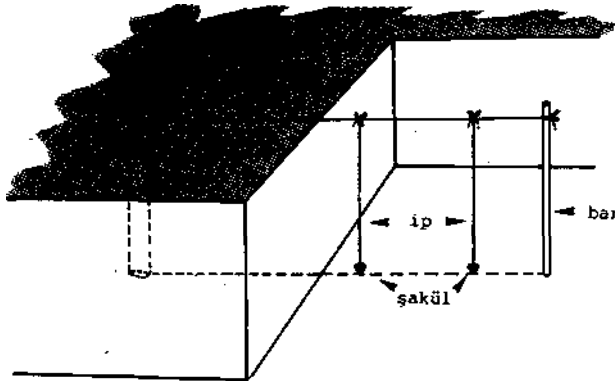
- Aynadan kesilecek kütlelerin sınırlarında dikey ve yatay deliklerin delinmesi
- Elmaslı telin mermer kütlesine ve tel kesme makinasına koşulması
- Kesme işlemi

Bu işlemleri takiben, aynadan çıkartılan mermer kütlesi, yine tel kesme makinası (genellikle kolonlu

tel kesme makinası) kullanılarak, ticari bloklar elde etmek üzere doğranır.

4. DELİKLERİN DELİNMESİ

ETK yönteminde dikey kesimler için dik, yatay kesimler için yatay deliklerin delinip, kesim için, elmaslı telin birbiri ile irtibatlı bu deliklerden geçirilmesi gereklidir. Deliklerin arasındaki mesafe aynadan çıkartılacak en büyük mermer kütlesinin kesimine olanak tanınmalıdır. Kütlelerin büyüklüğü, kesilen kütlelerin rahat hareket ettirilip devrilmesi için kullanılacak, ocaktaki hidrolik kriko (titano) kapasitesi ile sınırlıdır. Fransa'da (Rozes, 1984) ve İtalya'da, özellikle traverten kesimlerinde 6x8x10x m boyutlarında kütleler aynadan çıkartabilmektedir. Kesimde olabildiğince büyük kütle kesilmesi mermerdeki doğal düzensizliklerin (çatlak, renk değişimi vs.) etkilerini enaza indirmek ve blok verimini arttırmak için gereklidir. Bunun yanında manevra sayısı da azalacağından manevra zamanından tasarrufa sağlanacaktır. ETK yönteminde mermer çıkartmak için harcanan toplam zamanın takribi % 40'ı manevralar (tel kesme makinasının yerleştirilmesi, telin koşulması vs.) için harcanır.



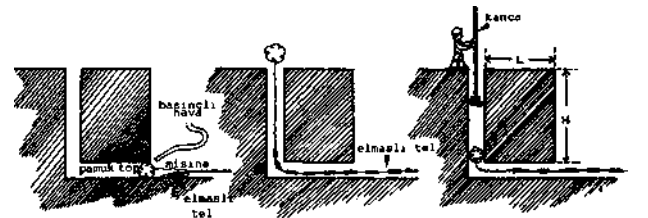
Şekil 1. Bar-Şakül sistemi ile yatay deliklerin dikey deliğe hizalanması.

Deliklerin delinmesinde karşılaşılabilecek en önemli güçlük dikey ve yatay deliklerin irtibatlandırılmasıdır. Deliklerin birbiri ile bağlantısının sağlanmasını kolaylaştırmak için teodolit, lazer kullanılmasının yanında bar-şakül kullanılarak da aynı işlem yapılabilir (Şekil 1). Bu sistemde önce dikey delik delinir ve yatay delikler dikey deliğe hizalanır. Bar-şakül sisteminde dikey delik, çapı 8-10 cm arasına olan uçlar ile yapılır. Delik çapının büyük olması yatay deliklerin irtibatlandırılmasını kolaylaştırır. Kısa yatay delikler ($L < 5m$) pnömatik tabancalarla açılacağı gibi, uzun deliklerin ($L > 15m$), yön sapması olmaması için, darbeli delicilerle açılması gereklidir.

5. ELMASLI TELİN KOŞULMASI

5.1. Elmaslı Telin Mermer Kütle İçinden Geçirilmesi

Hafif bir malzemeye (örneğin pamuk top) misina ile bağlanan elmaslı tel, basınçlı hava ile bir delikten itilen, hafif malzemenin diğer delikten çıkması yolu ile gerçekleştirilebilir. Eğer basınçlı hava ile itilen pamuk top diğer uçtan çıkmaz ise kanca kullanılabilir (şekil 2). Diğer delikten çıkan misina çekilerek elmaslı telin mermer kütlesinin içinden geçmesi sağlanır.



Şekil 2. Elmaslı telin mermer kütlesinden geçirilmesinin şematik gösterimi

Mermer kütlesine koşulacak telin boyu (TB):

$$TB= 2L+H+15$$

olarak metre cinsinden hesap edilir. Burada L kesilecek kütlenin uzunluğu, H ise yüksekliğidir (şekil 2).

5.2. Elmaslı Tel Uçlarının Bağlanması

Elmaslı tel mermer kütlesine ve tel kesme makinasına koşulduktan sonra, değişik tipte bağlantı elemanları kullanarak, iki ucu bağlanır. Bağlantı elemanı tipine göre bağlantı tekniği de farklılık gösterir:

5.2.1. Vida-somun tipi bağlantı elemanı

Bu bağldhü elemanı kullanıldığında elmaslı tel bağlanmadan önce, telin bir ucu

$$N=D+L$$

kadar vidalama yönünden tersine kendi etrafında, burğu şeklinde çevrilir. Burada D bağlantı elemanındaki diş sayısı, L ise kullanılan elmas telin metre cinsinden uzunluğudur. Bundan amaç, kesim esnasında bağlantı elemanının vidasının boşalıp çözümlmesini önlemek ve telin kendi etrafında dönüşünü sağlayarak kesim esnasında elmas boncukların, özellikle keskin dönüş noktalarında, mermer kütlesi içindeki hareketini kolaylaştınp mermer içinde sıkışmasını önlemektir. Aynı zamanda teldeki bu burğu hareketi elmas boncukların homojen olarak aşınmasına da yaran olabilir. N kadar kendi etrafında döndürülen elmas tel, telin diğer

ucundaki bağlantı elemanı ile vidalanarak kapatılır.

5.2.2. Bakır tüp ve iki ucu ters dişli vida somun tipi bağlantı elemanı

Bu bağlantı elemanları kullanıldığında, telin bir ucu, yukarıda anlatılan nedenlerden dolayı, tel uzunluğu metre kadar, (yani 50 m uzunluğunda tel 50 kez) kendi etrafında çevrilir. Telin iki ucu, vidalı tipte vidalanarak, bakır tüpte ise telin iki ucu bakır tüp içinde sokulduktan sonra pres makas ya da pres pompa ile belirli bir düzende sıkıştırılarak (şekil 3), bağlanır.



Şekil 3. Bakır tüp bağlantı elemanının sıkma düzeni. Önce tüpün uçları sonra ortalan sıkılır.

6. MERMER KÜTLESİNİN KESİMİ

6.1. Tel Kesme Makinasının Yerleştirilmesi

Tel kesme makinası, makinanın volanı ile mermerin içinde elmaslı telin geçtiği delik çıkışı aynı hizaya gelecek şekilde yerleştirilir. Makinanın aynadan mesafesi eğer mümkün ise enaz 3 m olmalıdır. Raylar mutlaka aynı seviyede olacak şekilde yerleştirilmelidir. Rayların yatay olarak yerleştirilmesi tercih edilir ise de öne ya da arkaya 3-5 derece eğimli olabilir.

6.2. Kesme işleminin Başlangıcı

Elmaslı tel, mermer kütlesine ve tel kesme makinesine koşulup iki ucu bağlandıktan sonra, kıvrımları düzelecek şekilde bir miktar gerilir. Mermer kütlesi üzerinde elmaslı telin hattı boyunca külünkler yardımı ile yiv (tel yolu) açılır ve elmaslı tel elle çekilerek bu yola alınır. Su hortumları yerleştirilir. Elmaslı telin açılan tel yoluna alışması ve telin, özellikle deliklerin birleştiği noktalardaki, keskin dönüş açılarını büyütme amacı ile 5-10 dakika, elmas tele fazla yük bindirmeden, tel kesme makinası çalıştırılır. Bu işlem tamamlanınca elmas tele yük verilerek mermer kütlesi kesilmeye başlanır.

6.3. Kesme İşlemi Süresince Dikkat Edilecek Noktalar

6.3.1. Telin sulanması ile ilgili noktalar

- Dikey kesimlerde tel kesme makinasının volanını saat yönünde çalıştırmak (üstteki tel gergin olacak şekilde) telin sulanmasını kolaylaştırır.

- Kesme işlemi boyunca elmaslı telin mermer kütlesi içerisindeki yeri ilerledikçe su hortumlarının da ona göre ilerletilmesi gereklidir (şekil 4).

- Yatay kesimlerde telin sulanması, tel yalnızca mermere girişte sulanabildiğinden, daha güçtür ve etkisi daha azdır. Bu nedenle boncuk aşınması yatay kesimlerde dikey kesimlere oranla biraz daha fazladır.

- Su tüketimi 30-35 lt/dk civarındadır. Operatör elmaslı tel etrafında duman görmediği sürece kullanılan

su miktarı yeterlidir. Aşın miktarda su kullanımı kesme hızını düşürebilir.

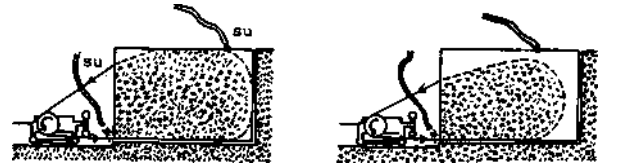
- Telin sulanmasını kolaylaştırmak için su hortumlarının ucuna, ucu kesim boşluklarına sığabilecek şekilde yassılatılmış, bakır ya da çinko borular takılması yararlıdır.

6.3.2. Kesme ile ilgili noktalar

- Elmaslı boncukların kesim yönleri hep aynı olmalıdır.

- Kesme süresince telin dönüş hızı tel kesme makinasının motor gücüne bağlıdır. 18 KW motor ile çalışan makinalarda hız 20 m/s iken 40 KW da bu hız 30 m/s'ye çıkar (Rozes, 1984). Telin kesme hızı ve ömrü ise mermerin yapısı ile ilgilidir ve mermerin sıkışma dayanımı ile ters orantılı olarak, kullanılan boncuk tipine göre, 6 ile 16 m²/s olarak değişebilir.

- Eğer mümkün ise, dikey kesimlerde tel kesme makinasına bağlı yardımcı makaraların üst kısmında olanını devreden çıkartmak, telin gereksiz yere eğilmesini önleyeceğinden, yararlıdır (şekil 4).



Şekil 4. Elmaslı telin mermer içinde ilerlemesine göre su hortumlarının yer değiştirmesi.

- Kesme işlemi süresince, tel kesme makinası rayların sonuna geldikçe, tel boyu 5-10 m kısaltılır ve makina tekrar öne alınır. Ancak hiç bir durumda mermerin içindeki tel boyu

dışardaki tel boyundan uzun olmalıdır.

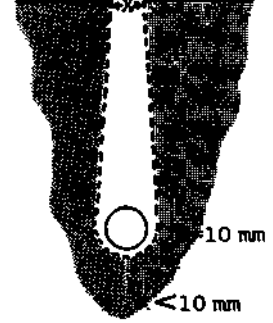
- Kesme işlemi, elmas boncukların mermeri aşındırarak, elmas telin mermer içinde ilerlemesi ile gerçekleşir. Tel kesme makinasının geriye gitme hızı (öteleme) ile elmaslı telin mermer içinde ilerleme hızı aynı olmalıdır. Öteleme hızı düşük olduğunda kesme verimi düşerken, fazla olduğunda telde, aşın gerilme ve kopma ile sonuçlanabilecek, kuvvetli salınımlara (rezonans) yol açar. Bu durumda makinanın öteleme hareketini durdurmak ve salınım hareketi bitince öteleme hızını yeniden, tel salınımsız bir şekilde dönecek biçimde, ayarlamak gerekir.

- Yatay kesimlerde telin giriş ve çıkış delikleri önüne yardımcı makaralar konulması, telin ağırlığından dolayı oluşabilecek, teldeki dalgalanmaları enaza indirir.

- Kesme işleminin bitimine doğru (son m^2 kesilirken) kesme yüzeyi daraldığından telin dönüş açısı da küçülür. Telin özgül basıncı ve boncuklara binen yük artar ve tel kendi etrafındaki dönüşünü gerçekleştiremez. Bu durum kesme işlemine başlarken ki durumun benzeridir. Aynı şekilde tel gerginliği düşük tutulmalıdır. Hatta son $0,5 m^2$ kesilmeden bırakılıp mermer kütlesinin kesilmeyen kısmı kamalar yardımı ile kopanmalıdır.

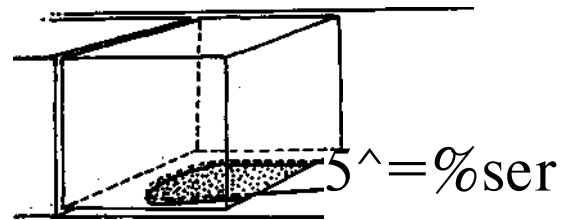
- Kesme işlemi yarım bırakılmamalıdır. Yanm bırakılması gerektiği zamanlarda (örneğin öğle tatili) telin mermer içinde sıkışmaması için önlemler alınmalıdır:

- Dikey kesimlerde tel kesme makinası durdurulmadan önce birkaç dakika boyunca gerdirilmeden çalıştırılıp elmas telin mermer içindeki yuvasının genişletilmesi sağlanır ve bol su verilir (şekil 5). Kesilen yüzeyler arasında metal ya da taş parçası sıkıştırmak da yararlıdır.



Şekil 5. Dikey kesimlerde, kesim bitmeden makina durdurulunca, elmaslı telin mermer içinde sıkışmasını önlemek için, elmaslı tele yuva yapılması.

- Yatay kesimlerde, yine aynı şekilde kesme işlemi durdurulmadan tel kesme makinası birkaç dakika tel gerdirilmeden çalıştırılıp telin mermer içinde, kesilecek kütlenin altında yuva yapması sağlanır ve bol su verilir (şekil 6). Bu şekilde bir süre sonra kesme işlemine devam edilebilir.

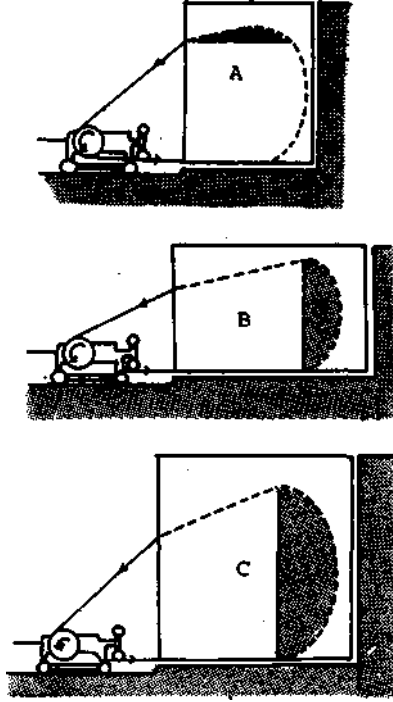


Şekil 6. Yatay kesim bitmeden makina durdurulurken mermer içinde elmaslı tele yuva yapılması

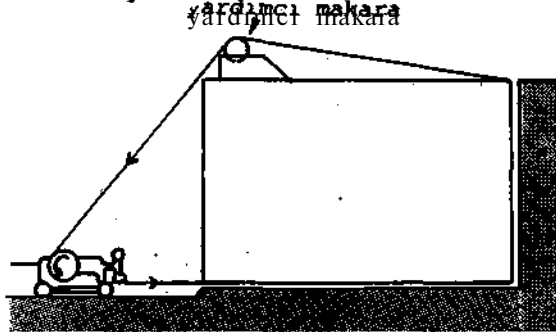
6.3.3. Büyük yüzeylerin kesilmesi

Büyük yüzeyler ($> 50 m^{16}$) kesilirken kesme yüzeyinin enaz da tutulması

gereklidir. Kesme yüzeyi büyüklüğü uygun kesim profili uygulanarak kontrol edilebilir (şekil 7). Kesilecek yüzeyin büyük olmasından dolayı tel kesme makinasının gücü kesime başlamaya yetmiyor ise, sürtünme yüzeyini azaltıp, makinanın yükünü hafifletmek amacı ile geçici bir süre için (takriben 1 saat) yardımcı makaralar kullanılabilir (şekil 8).



Şekil 7: Kesim profilleri. C, A ve B'den çok büyüktür. Kesme yüzeyi büyüdüğünden kesme hızı düşer ve elmas boncuklar daha çabuk aşınır



Şekil 8. Yardımcı makaraların sürtünme yüzeyini azaltmak için kullanılması

7. ELMASLI TELİN KONTROLÜ VE TEL KOPMALARI

Her kesim işleminden önce kullanılacak telin durumunu kontrol etmek gerekir. Bu kontrol elmaslı telin bükülerek telciklerinde kopma olup olmadığına bakılarak yapılır. Çelik telin aşındığı görülürse tel bozularak elmas boncuklar ve kullanılabilen diğer yay ve pullar yeni bir tele dizilerek tekrar kullanılabilir. Normal koşullar altında elmas boncukların ömrü çelik telin ömründen 5 defa daha uzundur, yani aynı elmas boncuklar 5 defa kullanılabilir.

Kesim süresince tel kopmaları, eğer çelik telde aşınma yoksa, bağlantı elemanlarının boşanmasından ileri gelir.

Her tel kopmasında iki sıkımacık arasındaki elmas boncuklar telden çıkar ve genellikle kaybolur. Elmaslı tel üreticileri iki sıkımacık arasında 4-5 elmas boncuk takılmasını tavsiye ederler. Bir metre elmaslı telin malyetinin % 90'ının elmas boncuklar oluşturur. Pratikte her iki sıkımacık arasına 3 elmas boncuk takmanın kesme hızı ve verimi açısından dikkate değer bir mahsuru bulunmamaktadır.

Tel koptuğunda, kopan telin uçları özel bir çelik tel kesme makası ile kesilerek tamir edilebilir. Kesim ilerledikçe, gene aynı makasla, telin 5-10 metrelik kısımları kesilerek telin boyu kısaldırabilir.

Tel kopmalarında ocakta çalışanların emniyeti açısından dikkat edilmesi gereken önemli noktalar vardır. Kopan telden çıkan elmas boncuklar ocak içinde tabancadan çıkan

kurşunlar gibi hareket ederler. Bu nedenle:

- Dikey kesimlerde elmas tel hizasında hiç kimse bulunmamalıdır. Operatör kumanda tablosunu tel hizasında olmayacak şekilde yerleştirilmelidir.

- Yatay kesimlerde elmaslı telin yüksekliğinde hiç bir kimse bulunmamalı ve operatör kumanda tablosunu olan ya da oluşturulacak, elmaslı tel seviyesinden daha yüksekte, bir tümseğin üzerine yerleştirilmelidir.

KAYNAKLAR

Rozes B. (1984) "Utilisation du fil diamante dans l'extraction du marbre. Technique de mise en oeuvre et performances" Industrie Minerale, Ocak 1984, s: 11-13.

Urhan S., Şişman A.N. (1992) " Blok mermer üretiminde kullanılan tel kesme yönteminin gelişim ve önemi" Madencilik, Cilt 31, No 2, s: 35-39.

gagat

Maden Ticaret ve Sanayi Ltd. Şti.

bolson

İnşaat Maden ve San. A.Ş.

un1therm

Isı Üretim Sanayi A.Ş.

ÇOBAN YILDIZI SOKAK 7 A / 3 06680 ÇANKAYA -ANKARA

Tel : 0 (312) 426 67 50 - 428 23 22

Fax : 0 (312) 467 19 08

Telex : 46328 bngt tr