

TRAVERTENLERDE TABAKA YÖNÜNÜN KESME VERİMİ ÜZERİNE ETKİLERİ

1. Sedat BÜYÜKSAĞIŞ.,* , Ümit ATICI**, Adem ERSOY**

* AKÜ Afyon MYO Mermer Teknolojisi Prog., AFYON - sbsagis@aku.edu.tr
** Çukurova Üniv. MMF. Maden Müh. Böl. Balcalı/ADANA -
aersoy@mail1.cu.edu.tr

ÖZET

Altı çeşit traverten, elmas diskli kesici ile tam donanımlı laboratuvar düzeneğinde tabakalanmaya paralel ve dik yönde, farklı kesme hızlarında ve derinliklerinde kesilmiştir. Kayaçta mekanik özellikleri ile kesicinin özgül kesme enerjisi arasındaki korelasyonlar belirlenmiştir, özgül kesme enerjisi tüketiminin tabakalanmaya paralel yönde kesiminde tabakalanmaya dik yöndeki kesiminden daha az olduğu belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Traverten, özgül Kesme Enerjisi (SE), Verimlilik

IMPACTS OF SAWING PRODUCTIVITY ON LAYER DIRECTION IN TRAVERTINE

ABSTRACT

Six types of travertine were cut with a circular diamond saw on a fully instrumented laboratory rig in parallel to bedding direction and perpendicular to bedding direction in different feed rates and depths of cut. Correlations between mechanical properties of the rocks with specific energy of the saw are highlighted. It is determined that the consumption of specific energy in parallel cutting to the bedding direction is less than in perpendicular cutting to the bedding direction.

Key Words: Travertine, Specific Energy (SE), Productivity

1. Giriş

Ülkemizde ve dünyada önemli bir endüstriyel hammadde olan traverten'in üretim maliyeti büyük ölçüde kesici verimliliği tarafından etkilenmektedir. Kesici verimliliği ise kesme donanım tasarımı, kesicinin çalışma parametreleri ve kesilen traverten özellikleri gibi bir çok kompleks faktör tarafından etkilenmektedir. Bu parametrelerin optimize edilmesi hem kesici

donanımın ve kesici testerelerin ekonomik ömürlerini yükselmekte hem de kesme işlemi için gereken enerji tüketimini azaltmaktadır. Bu çalışmada elmas diskli kayaç kesiciler kullanılmıştır. Bu kesiciler birçok araştırmacı tarafından çalışılmıştır. Kesicilerin dizayn ve geometrisi (Jennings ve Wright 1989; Brook, 2002), kesicilerin kesme modu ve kesme mekanizmaları ve operasyon parametreleri (Tönshoff ve diğerleri 1993, 1994, 2002; Akkurt 1996; Chen ve Rowe 1996; Atıcı ve diğerleri, 2002; Brook, 2002; Wang ve Clausen, 2002), Kesicilerin aşınma modu ve prosesleri (Ertingshausen 1985; Wright 1986; Luo ve Liao 1995; Karagöz ve Zeren 1996, 1997; Ersoy ve Atıcı 1999; Xu 1999, 2001; Eyupoğlu 2000; Konstanty, 2002; Özçelik ve diğerleri, 2002), Kesicilerin kesme verimi ve kesilen kaya özellikleri (Wright ve Cassapi 1985, Ünver 1992, 1996, Büyüksağış 1998), tarafından yapılan çalışmalar mevcuttur. Genellikle endüstriyel uygulamalarda kayaç bloğu, kesme işlemi için kesme makinesine yerleştirilirken, kayaç içindeki kırık ve çatlak düzlemlerine ve kesme sonrası alınacak plakaların renk ve doku özelliklerine göre pozisyon verilmektedir. Bu nedenle, endüstriyel uygulamalarda, özellikle sedimanter kayaçlardaki tabakalanmanın kesme verimi üzerine olan etkileri pek dikkate alınmamaktadır. Bu çalışmada traverten türü kayaçların tabakalanma özelliklerinin elmas diskli kesicilerin verimliliği üzerine olan etkileri incelenmiştir. Bu inceleme, kayaçların kesimi sırasında tüketmiş olduğu spesifik kesme enerji değerleri baz alınarak yapılmıştır.

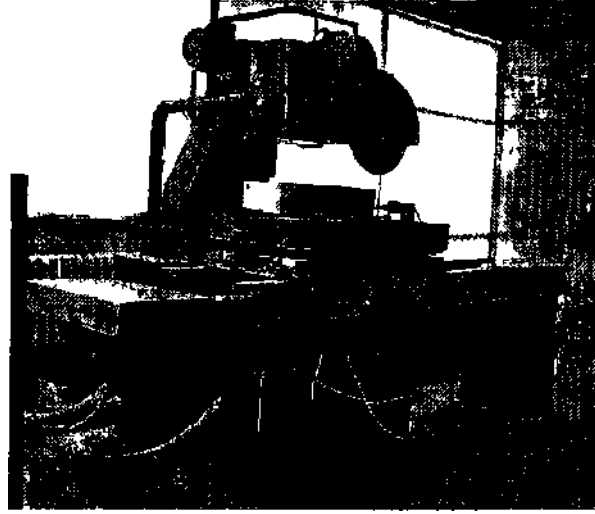
2. Materyal Ve Metot

2.1. Kesme Seti

Traverten kesme deneyleri Afyon Kocatepe Üniversitesi Teknoloji Araştırma-Geliştirme Laboratuvarlarındaki kesme seti ile yapılmıştır. Kullanılan deney düzeneğinin bilgisayar ile tam otomasyonu yapılmış olup, laboratuvar ölçekli, diskli mini yan kesme makinesi kullanılmıştır (Şekil 1). Vagonun hareketi mekanik olarak donanımdaki kayaç numunesinin bulunduğu vagonun alt bölümüne yerleştirilmiş bir zincir dişli çark tarafından sağlanmaktadır.

Makinedeki kesme seti kolon üzerine kızaklarla yataklanmış olup, diskin yatay düzlemde ileri - geri, düşey düzlemde yukarı - aşağı hareketi iki adet 0,75 Kw (1 HP)'lik alternatif akımla (AC) çalışan motorlarla sağlanmaktadır. Makine üzerindeki testerenin maksimum çapı 400 mm. olup, 4 Kw (5 HP) ve 3000 devir/dak.'lık AC akımla çalışan bir motor tarafından tahrik edilmektedir.

Deney setindeki makinenin tüm hareketleri bilgisayar kontrolü ile yapılmaktadır. Testerenin çevresel hızı ve arabanın ilerleme hızı istenen sınırlarda kademesiz olarak ayarlanabilmektedir. Testerenin çevresel hızını 0-85 m/sn, arabanın ilerleme hızını 0-6 m/dak arasında istenen değerde düzenlemek mümkündür.



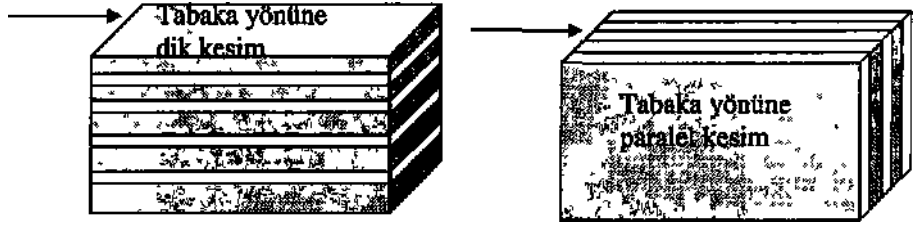
Şekil 1 Kesme Setinin Genel Görünümü.

Makine üzerindeki birimlerin kontrolü ve kumandası elektronik kartlar yardımı ile bilgisayar tarafından yapılmaktadır. Bütün mekanik ve elektronik donanımın bilgisayar ile iletişimi ve kumanda kontrolü özel bir bilgisayar yazılımı ile sağlanmaktadır. Programın ana menüsünde, diskin konumu, otomasyon durumu, kesme ve çevresel hız, ilerleme (kesme) hızı, kesme derinlikleri istenen ölçüler bilgisayara girilerek kontrol edilebilmektedir.

Kesme deneylerinde kullanılan elmas diskli testerelerin çapı 400 mm olup, emprenye elmaslardan yapılmış 28 segmentten (kesici kısmı) oluşmuştur. Testerenin yapımında kullanılan elmasların tane boyutu yaklaşık olarak 400 mikron (35/40 ABD mesh), konsantrasyonu 25 - 30 dur. Genellikle testereler üretilirken göreceli olarak sert kayalar için elmas sertliğinden daha az sertlikte matriks ve daha küçük boyutlu elmas tanesi kullanılmakta, buna karşılık matriksteki elmas konsantrasyonu daha yüksek tutulmaktadır. Yumuşak kayalar için ise elmas konsantrasyonu daha düşük, fakat daha büyük tane boyutundaki elmaslar kullanılmaktadır.

2.2. Kesilen Kayaçlar ve Deneyler

Kesme deneylerinde altı adet traverten (Afyon Tabaklar, Denizli-Kaklık Ece, Denizli-Kaklık Ivory Gold, Denizli-Kaklık İlık, Polatlı, Uşak San travertenler) kullanılmış olup, bunlar için tabaka yönüne dik ve tabaka yönüne paralel olmak üzere her bir kayaç için 2 yönde 5'er adet olmak üzere toplam 60 adet kesme deneyi gerçekleştirilmiştir (Şekil 2). Deneyler sonunda kayaçları kesebilmek için gereken spesifik kesme enerji değerleri incelenmiştir.



Şekil 2. Travertenler de tabaka yönüne dik ve tabaka yönüne paralel kesim

Kesmede kullanılan disk çapının 400 mm. olması ve motor gücünün 4 Kw olması kesme derinliğini belirleyen en önemli parametrelerdir. Yapılan kesimlerde flanş çapı ve emniyet açıklığı düşünüldüğünde, maksimum 90 mm. kanal açılacağından numunenin alt kısmında 20 mm'lik bir pay bırakılarak toplam numune yüksekliğinin 110 mm. olması planlanmıştır. Numunenin bir kişi tarafından rahatlıkla indirilip kaldırılacak boyut ve ağırlıkta olabilmesi için genişlik 200 mm ve uzunluk 500 mm olarak tespit edilmiştir. Bu durumda kullanılan numune boyutları 110 x 200 x 500 mm'dir.

Kesme düzeneğinin optimum çalışma aralığının belirlenebilmesi amacıyla, üç adet traverten için kesme derinlikleri (Hk) 50 mm. de sabit tutularak kesme hızları (Vk) 0.2, 0.4, 0.6, 0.8 ve 1 m/dak olacak şekilde teste tabi tutulmuşlardır. Yine aynı kayaçlara Vk: 0,5 m/dak değerinde, Hk 20, 40, 60, 80 mm kesme derinlikleri uygulanmıştır. Travertenler için optimum kesme derinliği 50 mm, kesme hızı ise 0,5 m/dak. olarak tespit edilmiştir. Bu değerlerin altındaki şartlarda kesme oldukça verimsiz olduğu, bu değerlerin üstündeki şartlarda ise kesici testerenin bağlı olduğu motorun aşırı zorlanarak testerenin sıkıştığı ve soketlerin çok hızlı bir şekilde aşındığı tespit edilmiştir. Bu nedenle, dairesel testerenin çevresel hızı 65 m/sn. olarak sabit tutulmuştur. Testerenin temizlenmesi ve kaya talaşlarının testereden uzaklaştırılabilmesi için kullanılan su miktarı 20 lt/dak.dır.

Kesme işlemi sırasında kesici testerenin ihtiyaç duyduğu enerji tüketimi sistemle entegre bir şekilde çalışan güç analizörü tarafından bilgisayara mikrowat cinsinden 1.2 saniyede bir veri olacak şekilde okunmaktadır. Her bir kesme işlemi bittiği zaman ise o kayacı kesebilmek için harcanan toplam enerji ve süre bilgisayarda veri dosyası halinde tutulmaktadır. Bu veriler Microsoft Excel yazılımı kullanılarak grafiksel olarak her bir parametrenin zamana karşı grafiği çizilerek incelenmektedir.

3. Deneysel Sonuçlar ve Tartışma

Travertenler de tabaka yönünün özgül kesme enerjisine (SE) olan etkisini araştırmak üzere yapılan deneyler sonucu elde edilen veriler ile kayaların iki farklı yöndeki fiziko-mekanik dayanımları, bunların % farkları ve SE ile fiziko - mekanik Özellikleri arasındaki korelasyonlar Çizelge 1 - 3'te verilmiştir. Fiziko - mekanik özelliklerin tabaka yönüne göre değişimleri grafiksel olarak şekil 3 - 8 de sunulmuştur.

Tek eksenli basma dayanımının tabakalanmaya dik yöndeki değerleri tüm traverten çeşitleri için tabakalanmaya paralel yöndeki değerlerinden daha yüksek olduğu görülmektedir (Şekil 3). Ancak, endirek çekme dayanımının travertenlerin tabakalanmaya paralel yöndeki değerleri daha büyüktür (Şekil 4). Eğilme dayanımı ve Böhme aşınma dayanımı özelliklerinin tabakalanma ile ilişkisine bakıldığında, bu değerlerin tabakalanmaya dik yönde arttığı gözlenmiştir (Şekil 5 ve 6). Schmidt sertlik değerlerinin tabaka yönü ile ilişkisi traverten çeşitlerinden birinden diğerine farklılık göstermektedir (Şekil 7).

Çizelge 1. Travertenlerin tabaka dik yönündeki özgül kesme enerjisi (SE) ve fiziko-mekanik değerleri

TRAVERTEN	SE U/m ³	Basınç Dayanımı (MPa)	Endirekt Çekme Dayanımı (MPa)	Eğilme Dayanımı (MPa)	Böhme Aşınma Dayanımı (cnr750cnr)	Schmidt Sertlik İndeksi (N tip)
Polatlı	861	52.03	4.21	12.05	10	50
Uşak Sarı	831	33.32	1.47	7.74	35	39
Denizli İlik	907	57.81	3.43	11.95	13	48
Denizli Ece	920	51.93	3.63	13.72	12	51
Afyon Tabaklar	980	77.70	3.53	15.97	15	57
Denizli Ivory Gold	920	19.30	3.33	11.66	15	47

Korelasyon (SE) 1.00 0.53 0.49 0.90 -0.56 0.54

Çizelge 2. Travertenlerin tabakaya paralel yönündeki özgül kesme enerjisi (SE) ve fiziko-mekanik değerleri

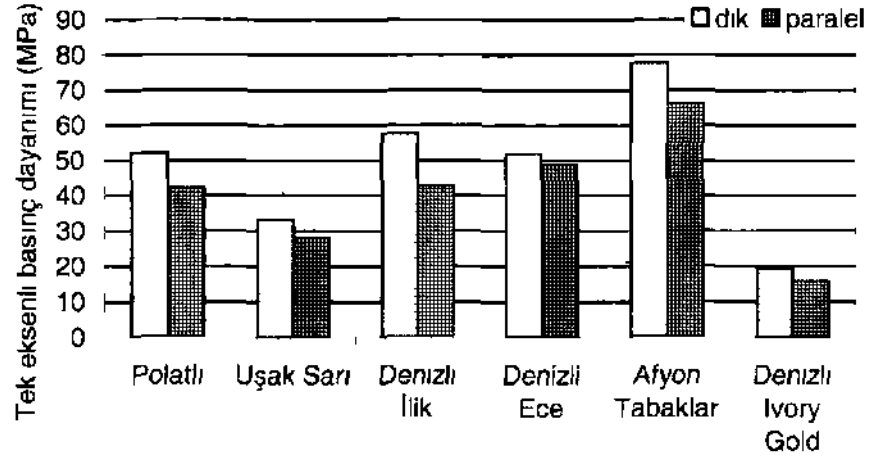
TRAVERTEN	SE O/m ³)	Basınç Dayanımı (MPa)	Endirekt Çekme Dayanımı (MPa)	Eğilme Dayanımı (MPa)	Böhme Aşınma Dayanımı (cnvVSOcm ³)	Schmidt Sertlik İndeksi (N tip)
Polatlı	856	42.13	5.59	7.45	10	53
Uşak Sarı	538	28.02	2.45	10.09	27	51
Denizli İlik	830	42.82	4.51	8.72	9	48
Denizli Ece	889	48.90	4.41	10.19	9	47
Afyon Tabaklar	927	66.04	5.10	10.68	10	54
Denizli Ivory Gold	893	15.97	4.31	8.62	12	54

Korelasyon (SE) 1.00 0.42 0.88 -0.16 -0.94 0.66

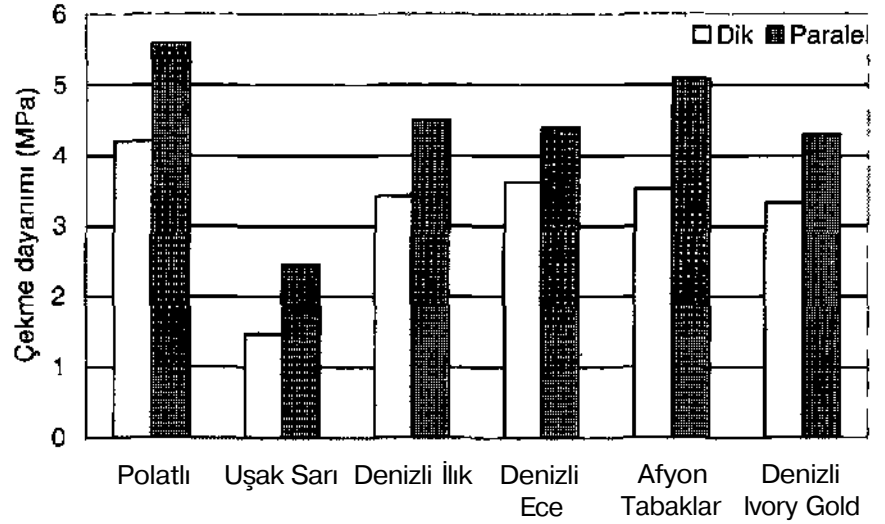
Çizelge 3. Travertenlerin tabakaya paralel ve dik yönde özgül kesme enerjisi (SE) ve fiziko-mekanik değerlerinin % farkları

TRAVERTEN	SE (% Fark)	Basınç Dayanımı (% Fark)	Endirekt Çekme Dayanımı (% Fark)	Eğilme Dayanımı (% Fark)	Böhme Aşınma Dayanımı (% Fark)	Schmidt Sertlik İndeksi (% Fark)
Polatlı	0.7	19.0	-31.9	38.2	5.9	-6.6
Uşak Sarı	35.2	16.0	-61.5	-30.8	24.2	-32.7
Denizli İlik	8.5	25.90	-31.1	27.1	30.8	1.5
Denizli Ece	3.4	5.80	-23.0	25.5	23.2	7.5
Afyon Tabaklar	5.4	15.0	-43.9	32.9	31.4	5.0
Denizli Ivory Gold	2.9	17.10	-29.9	26.3	18.5	-14.8

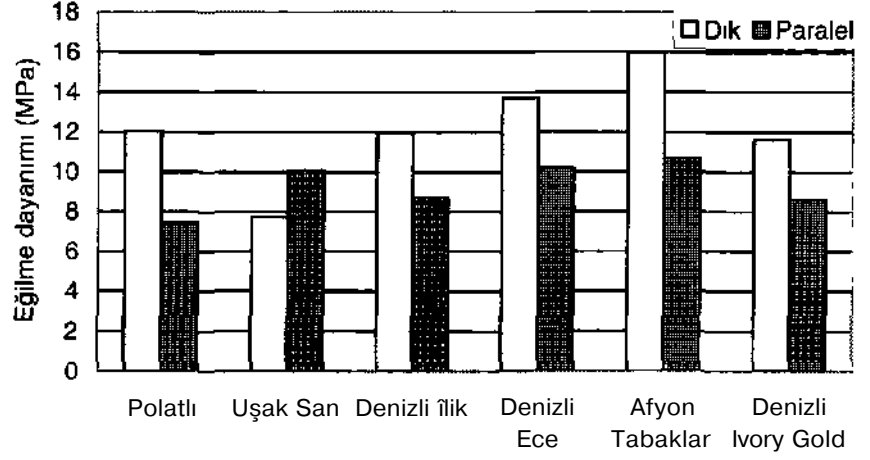
Korelasyon (SE) 1.00 0.06 0.88 0.98 0.27 -0.77



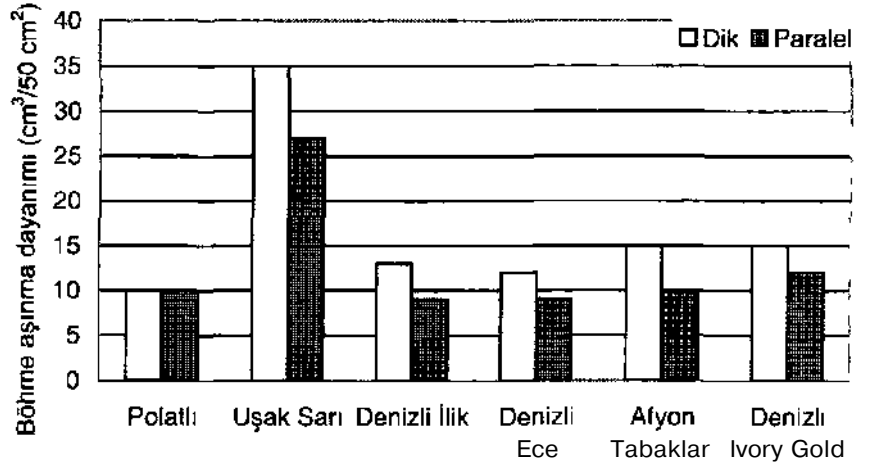
Şekil 3. Travertenler için tabakaya dik ve paralel yöndeki tek eksenli basınç dayanımının değişimi.



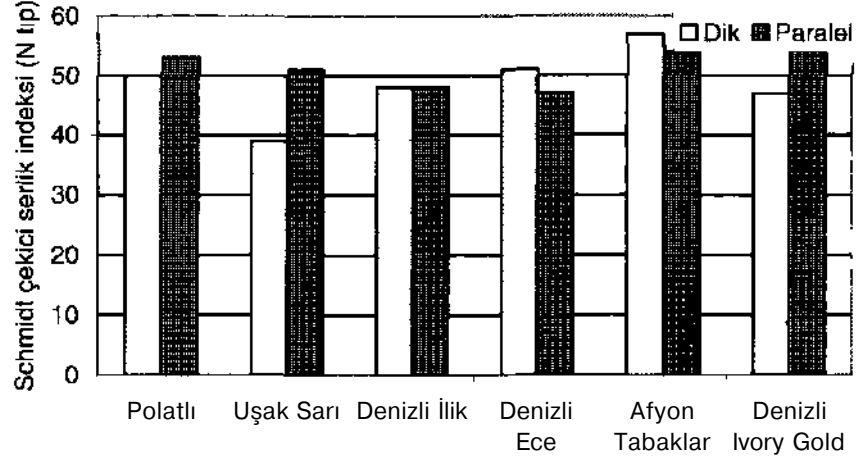
Şekil 4. Travertenler için tabakaya dik ve paralel yönündeki indirekt çekme dayanımının değişimi.



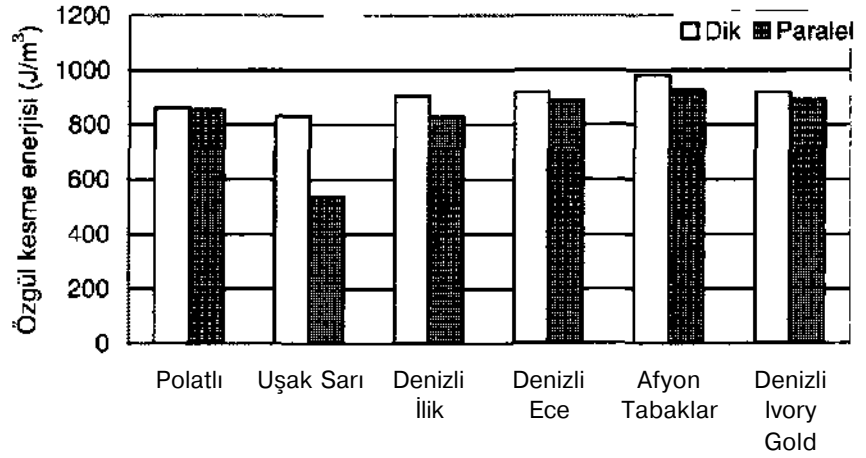
Şekil 5. Travertenler için tabakaya dik ve paralel yönündeki eğilme dayanımı değişimi.



Şekil 6. Travertenler için tabakaya dik ve paralel yönündeki Böhme aşınma dayanımı değişimi.



Şekil 7. Travertenler İçin tabakaya dik ve paralel yönündeki Schmidt çekici sertlik indeksinin değişimi.



Şekil 8. Traverten grubu kayalar için tabakaya dik ve paralel yönde yapılan kesme işleminin özgül kesme enerjisi üzerine etkisi.

Özgül kesme enerjisinin en düşük değişimi, makroskopik olarak yapılan incelemelerde tabakalar arasında belirgin bir farklılığın olmadığı Polatlı travertenlerinde (% 0.67) gözlenirken, spesifik kesme enerjisinin en büyük değişimi ise oldukça gözenekli ve yumuşak bir kayaç olan Uşak San travertenlerinde (% 35.2) belirlenmiştir.

Travertenlerin tabakalanmaya dik yönde özgül kesme enerjisi ile eğilme dayanımı arasındaki korelasyon katsayısı 0.90 olup, özgül kesme enerjisi ile diğer mekanik özellikleri arasında önemli bir korelasyon mevcut değildir (Çizelge 1). Tabakalanmaya paralel yönde ise özgül kesme enerjisi ile eğilme dayanımı ve Böhme aşınma dayanımı arasında çok iyi bir ilişki mevcuttur. Bu parametreler arasındaki korelasyon katsayısı sırayla 0.88 ve -0.94 tür (Çizelge 2). Tabakalar arasında oluşan farkın korelasyonuna bakıldığında, özgül kesme enerjisi ile çekme dayanımı arasındaki korelasyon katsayısı 0.88 ve özgül kesme enerjisi ile Böhme aşınma dayanımı arasındaki korelasyon katsayısı -0.94 olarak belirlenmiştir (Çizelge 3).

Şekil 8'de tabakaların dik ve paralel yönde kesme işlemlerinden oluşan özgül kesme enerjisi dağılımı görülmektedir. Şekil 8'de görüldüğü gibi tabakalanmaya paralel yöndeki kesme prosesinde özgül kesme enerjisi tüketimi daha azdır. Tabakalı kayaçlar tabaka yüzeyi boyunca dayanımları zayıf olup, daha kolay yenilmektedir.

4. Sonuçlar

Bu çalışmanın sonuçları aşağıdaki noktalar halinde özetlenebilir:

- Altı adet traverten çeşidi tam otomasyonlu, ticari, diskli, bilgisayarlı kesme donanımı ile çeşitli çalışma parametrelerinde tabakalanmaya dik ve paralel yönde elmas diskli kesiciler ile kesilmiştir.
- Tabakalanmaya dik yönde Özgül kesme enerjisi ile eğilme dayanımı arasında, paralel yönde özgül kesme enerjisi ile çekme dayanımı ve Böhme aşınma dayanımı arasında yüksek korelasyon mevcuttur.
- Travertenlerin paralel yöndeki kesme işlemlerinde özgül kesme enerjisi tüketimi daha azdır.
- Travertenlerin oldukça gözenekli olmaları nedeniyle, dış cephe, ıslak ve nemli alanlardaki kullanımlarında mutlaka dolgu işlemine tabi tutulmalıdırlar.

Kaynaklar

- 1 Akkurt, M., 1996, Talaş kaldırma yöntemleri ve takım tezgahları, İstanbul Birsan yayınevi
- 2 Atıcı, U, Ersoy, A., Buyuksağış, S., 2002. Elmas diskli kesicilerin çalışma parametrelerini değerlendirilmesi. IV. bölgesel kaya mekaniği sempozyumu. Konya. 391-399.
- 3 Brook, B., 2002, Principles of diamond tool technology for sawing rock. International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences.39 41-58.
- 4 Buyuksağış, İ.S., 1998, Dairesel testere blok kesme makinelerinde mermerlerin kesifebilirlik analizleri. Doktora Tezi. Eskişehir: Osmangazi Üniversitesi Fen Bilimleri

TÜRKİYE IV. MERMER SEMPOZYUMU (MERSEM'2003) BİLDİRİLER KİTABI 18-19 Aralık 2003

ensitüsü, (Yayınlanmamış).

5. Chen, X., Rowe, B.W., 1996, Analysis and simulation of the grinding process: Mechanics of Grinding, International Journal of Machine Tools Manufacture, 36/8: 883- 896.
6. Ersoy, A., & Atıcı, Ü., 1999. Mermer kesicilerin aşınma mekanizmaları. Türkiye 16. Madencilik Kongresi. TMMOB Maden Mühendisleri Odası. Ankara: 107 - 115.
7. Ertingshausen, W. 1985, Wear process İn sawing hard stone. Industrial Diamond Review, 48:212-258.
8. Eyüboğlu, A.S., 2000, Diskli soketlerdeki aşınmaların Ankara andezitlerinde İncelemesi. Yüksek Lisans Tezi, Ankara: Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, (Yayınlanmamış).
9. Jennings. M. & Wright, D., 1989, Guidelines for sawing stone. Industrial Diamond Review, 49:70-75
10. Karagöz, Ş., Zeren, M., 1996, Elmaslı kesici takımların mikro yapısal dizaynı üzerine araştırmalar. 1. Ulusal Toz Metalürjisi Konferansı, 459 - 467.
11. Karagöz, Ş., Zeren, M., 1997, Sürekli disk tipi elmaslı kesici takımlarda hata karakterizasyonu. IX. Uluslararası Metalürji ve Malzeme Kongresi, 517 - 525.
12. Konstanty, J., 2002, Theoretical analsis of stone sawing with diamonds. Journal of Material Processing Technology, 123: 146-154.
13. Luo, S.Y., Lİao, Y.S., 1993, Effects of diamond grain characteristics on sawblade wear. Internationa) Journal of Machine Tools and Manufacture. 33: 257-266.
14. Luo, S.Y., Liao, Y.S., 1995, Study of behaviour of diamond saw - blade in stone processing. Journal of Materials-Processing Technology, 51:296-308.
15. özçelik. Y., Kulaksız, S., Çetin, M.C., 2002, Assessment of the wear of diamond beads in the cutting of different rock types by the ridge regression. Journal of Materials Processing Technology. 127:392-400.
16. Tönshoff, H.K., Wobker, H.G., Przywara, R., 1993, das Arbeitsverhalten von Werkzeugen zum trennschleifen von Gestein. Industrie Diamanten Rundschau: 198 - 205.
17. Tönshoff, H.K., Buchholz, W., Przywara, R., 1994, Bandschleifen von Gestein mit Diamantwerkzeugen. Industrie Diamanten Rundshau: 165 - 169.
18. Tönshoff. H.K., Apmann, H.H., Asche, J., 2002, Diamond tools stone and civil engineering industry: cutting principles, wear and applications. Diamond and Related Materials. 11:736-741.
19. Ünver, B., 1992, Kayaların testerelerle kesilebilirliğinin pratik olarak belirlenmesi için istatistiksel bir yaklaşım. Madencilik dergisi. Ankara: 3:17 - 25.
20. Ünver, B., 1996. A Statical method for practical assesment of sawability of rocks. Eurock ISRM International Symposium: 59 - 65.
21. Xu, X., 1999, Friction studies on the process in circular sawing of granites. Tribology Letters, 7:221-227.
22. Xu, X., 2001, Study on thermal wear of diamond segmented tools in circular sawing of granites. Tribology letters, 10/4:245 - 250.
23. Wang, C.Y., Clausen, R., 2002, Marble cutting with single point cutting tool and diamond segments. International Journal of Machine Tools & Manufacture, 42:1045-1054.
24. Wright, D.N., Cassapi, V.B., 1985, Factors influencing sawabilty of stone. Industrial Diamond Review, 45:212-258.
25. Wright, D.N., 1986, The Prediction of diamond wear in sawing of stone. Industrial Diamond Review, 5: 213-216.

