

BİLGİSAYAR KONTROLLÜ MERMER KESME DENEY DÜZENİĞİNİN TANITILMASI

t., Sedat BÜYÜKSAĞIŞ',R. Mete GÖKTAN¹,

1 A.K.Ü. AFYON M.Y.O. Mermer Teknolojisi Prog. Afyon
2 O.G.Ü. Müh. MİM. Fak. Maden Müh. Böl. Bademlik Eskişehir

ÖZET

Bu çalışmada, doğal taşların plakalar halinde kesilmesinde kullanılan Dairesel Testere Blok Kesme Makinalarının çalışma parametrelerini belirlemede kullanılmak üzere geliştirilen, Mermer Kesme Deney Düzenliğinin özellikleri tanıtılmaktadır. Kesme Düzenliği, Dairesel Testere Blok Kesme Makinalarına benzetilerek testere dönüş hızı, kesme hızı ve kesme derinliği istenilen kademelerle ayarlanabilecek şekilde otomasyonel olarak tasarlanmıştır. Ayrıca, geliştirilen bir yazılım programı yardımıyla kesme esnasında yapılan tüm hareketler kontrol edilmiş ve kesme kuvvetleri ölçülerek kaydedilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Doğaltaş, Blok Kesici, Dairesel Testere, Otomasyon

INTRODUCTION OF COMPUTER CONTROLLED - EXPERIMENTAL MARBLE CUTTING MACHINE

ABSTRACT

The properties of the experimental marble cutting machine, developed to investigate and determine working parameters of the block cutting machines with circular blades, were introduced. The cutting mechanism were simulated to block cutting machines with circular blades and the rotation speed, cutting speed, and cutting depth were designed as adjustable at various levels automatically. Besides, by employing a software developed for specifically for this study, all movements were controlled and cutting forces were recorded during the cutting process.

Key Words: Natural Stone, Block Cutter, Experimentsetup, Automation.

1. GİRİŞ

Doğal taş endüstrisinde mermer blokların ve molozların kesilerek plakalar haline getirilmesinde yoğun olarak S/T adi verilen Dairesel Testere Blok Kesme Makinaları (DTBKM) kullanılmaktadır. DTBKM ile doğal taşların kesimi sırasında kesilen kayacın cinsine uygun çalışma değerlerinin sürekli olarak düzenlenmesi ve kontrol altında tutulması gerekmektedir. Her kayaç cinsi için ayrı çalışma değerlerinin (kesme hızı, kesme derinliği, çevresel hız) ve kesicinin (testere) saptanması, endüstriyel boyutlu çalışmalarda deneme ve yanılma yöntemiyle yapıldığından oldukça pahalı, zaman alıcı ve hata payı görece yüksek olmaktadır. Ayrıca, endüstriyel boyutlu çalışmalarda kesicinin çevresel hızı kayış - kasnak sistemiyle düzenlenmekte ve gereken devirler istenilen aralıklarda ayarlanılamamakta, operatörün tecrübe durumu da denemeye insanı hataları dahil edebilmektedir.

DPT destekli bir araştırma projesi kapsamında, her kayaç için ayrı uygun çalışma değerlerinin ve uygun kesicinin saptanılması amacıyla laboratuvar ortamında daha hassas sonuçların elde edilebilmesi için bilgisayar kontrollü mermer kesme deney düzeneği (MKDD) geliştirilmiştir. Deney düzeneği ile DTBKM'nın kesme şartları benzeştirilerek edilerek uygun çalışma değerlerinin ve kesicinin saptanması oldukça hassas olarak sağlanmıştır.

2. ÇALIŞMADA KULLANILAN DİSKLİ KESİCİ DENEY DÜZENEGİNİN TASARIMI

Diskli kesicilerle yapılan önceki çalışmalarda [1,2], mermer kesme deneylerinin genel olarak endüstriyel boyutlu Blok Kesme Makinası veya Köprü Kesme Makinası yardımı ile yapıldığı görülmüştür. Bu tür makinaların yatırım maliyetlerinin yüksek olması nedeniyle bu çalışmada, aynı fonksiyonları yerine getirebilecek laboratuvar ölçekli diskli mermer kesme makinasının kullanılması uygun bulunmuştur. Diğer yandan, operatör faktörünü en aza indirebilmek amacıyla, deney düzeneği tamamen bilgisayarla kumanda edilecek şekilde tasarlanmıştır.

2.1. Makinanın Mekanik Tasarımı

Elmas soketli dairesel testerelemlen endüstriyel boyutta en yoğun kullanıldıkları makinalar S/T (Blok Kesme Makinaları)'lerdir. Bu tür makinalarda düşey testere çevresel hızının, kesme (ilerleme) hızının ve kesme derinliğinin uygun olarak seçilmesi büyük önem taşımaktadır. Yatay testerelemlen kesme süreci üzerindeki etkisi dikey testere kadar değildir. Bu nedenle, üzerinde yalnızca dikey testerenin bulunduğu bir makinanın tasarlanması uygun görülmüştür.

Özellikle iki kolonlu S/T makinalarında, dikey testere düşey düzlemde yukarı-aşağı ve sağa-sola hareket ederken, dilim kalınlığı üzerinde bloğun bulunduğu vagonun yatay düzlemdeki ilerleme hareketi sayesinde ayarlanabilmektedir. Bu çalışmanın amaçlarına uygun olarak tasarlanan makinede kesme derinliğini ayarlayabilmek için, düşey düzlemde yukarı-aşağı hareket etmesi ve kesilen dilim kalınlığını ayarlayabilmek için ise yatay düzlemde ileri - geri hareket etmesi düşünülmüştür. Diğer taraftan, kesme işleminin

gerçekleşmesi için testerenin düşey düzlemde sağa-sola hareketi yenne, kesilecek parçanın (ergonomik boyutlarda olacak şekilde) hareket ettirilmesi makmanın daha kolay tasarlanmasına yardımcı olacağı düşüncesiyle tercih edilmiştir. Yukarıda mekanik hareketler açısından taşınması gereken özellikler verilen GURMAS marka Mim Yan Kesme Makması satın alınmıştır (Şekil 1)

Bu makmada kesilecek numunenin konulduğu arabanın alt bölümüne özel olarak tasarlanan bir zincir ve dışlı çark düzeneği kurularak, arabanın kesme kursu boyunca olan hareketi mekanik olarak sağlanmıştır. Böylece, hareketin düzgün ve darbesiz olması temin edilmiştir.

Kesme grubu, makmadaki kolon uzenu kızıklarla yataklanmış olup testerenin yatay düzlemde ilen-gen ve düşey düzlemde yukarı-aşağı hareketi iki adet 0,75 KW (1 HP) lık AC motorla sağlanmıştır.

Malana uzenu en fazla 400 mm çaplı bir testere takılması mumkun olup, bunun içtn ilgili kataloglarda [3 , 4] onenlen 4 kW (5 HP) - 3000 dev/dk'lık bir AC motor monte edilmiştir. Araba hareketi kesme kursunun bas ve son kısmına konulan iki adet çarktan bas kısmındaki çarka reductörle bağlanmış 0,75 KW (1 HP)'lık bir AC motorla sağlanmıştır. Böylece makmanın mekanik tasarlanması tamamlanmıştır (Şekil 2)

2.3. Deney Düzeneğinin Otomasyonel Tasarımı

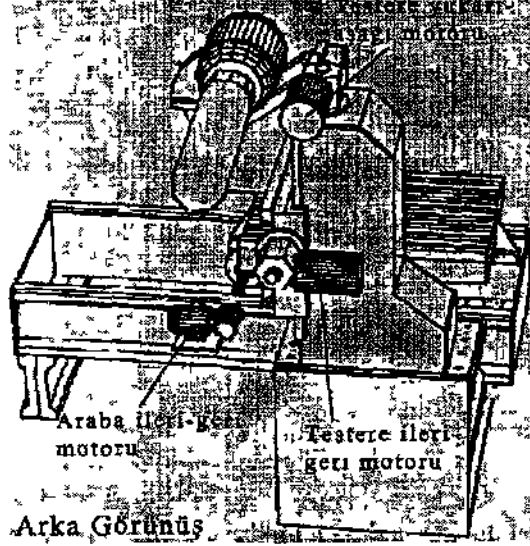
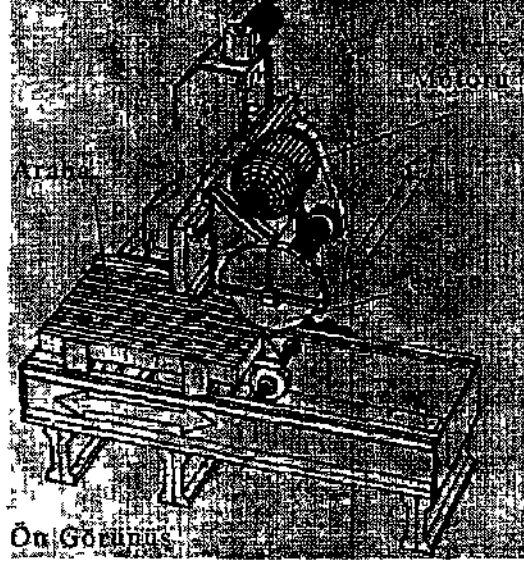
Mekanik olarak tasarımı ve montajı tamamlanan makmanın otomasyonel tasarımına geçilmiştir. Otomasyonda amaç, makmanın tum hareketlerinin bilgisayar aracılığı ile kontrolü ve düşey testerenin çevresel hızı ve arabanın ilerleme hızının istenen sınırlarda kademelerle düzenlenmesidir.

Bu hızların düzenlenmesinde hız ayarlayıcılardan (inverter) yararlanılması düşünülmüştür. Bu cihazlar, frekansın değiştirilmesi suretiyle AC motorların devir kontrolünü sağlar. Testerenin ve arabanın hızını kontrol amacıyla, Siemens marka Micromaster serisi 5 HP ve 1 HP'lık iki adet hız ayarlama cihazı seçilmiştir. Bu hız ayarlama cihazları sayesinde motor devirlerinde 0 - 5000 dev/dk'lık bir hız aralığında düzenleme sağlanmıştır.

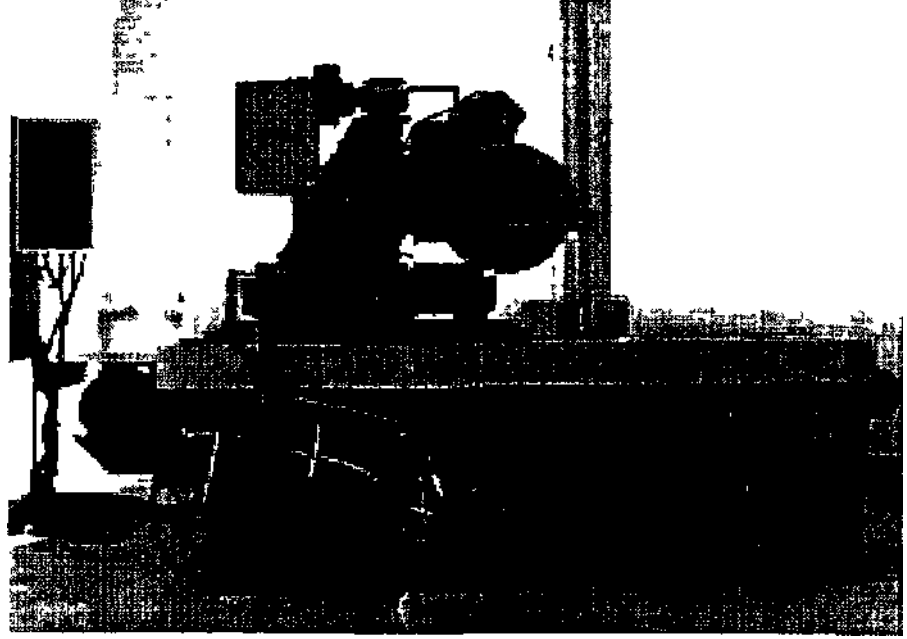
Testerenin düşey ve yatay düzlemdeki hareketi ile araba hareketinin başlangıç ve bitiş noktalarının elektronik olarak belirlenmesi amacıyla, sınır noktalarına toplam 6 adet metal algılayıcı sınır anahtarı (endüktif sensor) yerleştirilmiştir. Ayrıca, testerenin yatay ve düşey düzlemdeki konumunu sayısal olarak belirlemek için, iki adet sensor de bu hareketi sağlayan motorların milme bağlı kanatların alt kısımlarına monte edilmiştir. Bu kanatların her aralığı 1 mm ilerlemeye karşılık gelecek şekilde ayarlanmıştır. Testerenin dönüş hızının istenilen hız ayarına uygun olup olmadığını denetlemek için, elektronik hız ölçme takometresi (encoder) ve arabanın ilerleme (kesme) hızının uygunluğunu kontrol etmek için ise takogenerator kullanılmıştır.

Hız düzenleyiciler yardımıyla testerenin çevresel hızını 0-85 m/sn, araba ilerleme hızını ise 0-6 m/dk arasında istenilen kademelerde ayarlamak mumkun olmuş, encoder ve takogeneratorla de bunların doğruluk ve hassasiyeti kontrol edilmiştir.

Kesme işlemi sırasında oluşan uç boyutlu (dişey-yatay-eksenel) kuvvetlerin ölçülmesinde yük hücreleri (Load Cell) kullanılmıştır. Dişey yükün büyüklüğü dikkate alınarak ESIT marka 100 kgf (1 kN)'lık platform tip (single point) yük hücresi tercih edilmiştir. Bunun en büyük avantajı, platformun çeşitli noktalarından uygulanabilecek yüklerin tam orta noktadan algı lanabilmesidir. Yatay ve aksenal yüklerin ölçülmesinde ise ESIT marka L tip 50 kgf (500 N)'lık birer yük hücresi kullanılmıştır.



Şekil 1 Mermer kesme deney düzeneği mekanik yapısı

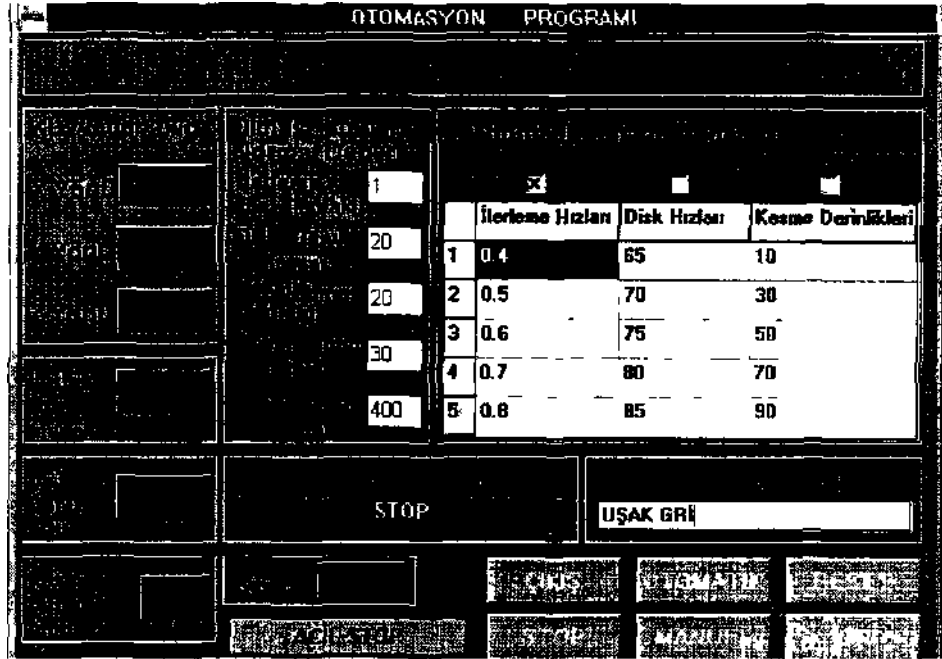


Şekil 2 Mermer kesme deney düzeneği

Taşıyıcı arabanın üst kısmına, düşey yük ölçmede kullanılacak tartma platformu monte edilmiştir. Bu platformun üzerine numunenin sürtünme kuvvetini en aza indirmek amacıyla 30 cm boyunda, özel alaşımlı çelikten imal edilmiş uç adet silindirik ($\phi = 10 \text{ mm}$) tambur yataklanmıştır. Ayrıca, numuneye yanal destek vermesi amacıyla sürtünme kuvvetini de en aza indirecek 2 adet tekerlek 20 cm aralıklarla platforma dik olarak yerleştirilmiştir. Bunların yanı sıra, kesme düzlemine dik ve paralel olacak şekilde L tipi yük hücreleri de arabanın ön ve yan kısımlarına monte edilmiştir.

Otomasyonun ana birimlerinden birisi de makina üzerine yerleştirilmiş olan tüm motorların, sensörlerin, load cellin, encoder, takogeneratorun kontrol - kumandasını sağlayacak bilgisayar (PC) ve endüstriyel kontrol kartlarıdır. Bu amaçla IBM marka 486SX mikro işlemcili 16 MB RAM bellekli bir PC kullanılmıştır. Otomasyonun en önemli donanımlarından olan dijital I/O kartı ise 16 dijital giriş, 16 dijital çıkış ve 16 analog giriş, 2 analog çıkış ile bir sayıcı (counter) girişine sahiptir. Mermer kesme deney düzeneğinin otomasyonel şematik görünümü Şekil 3 'te görülmektedir.

Bütün mekanik ve elektronik donanımın bilgisayar ile iletişimini ve kumanda kontrolünü sağlayan bilgisayar yazılımı (software) programıdır. Bu amaçla, yapılması istenilen tüm fonksiyonları yene getiren bir yazılım programı geliştirilmiştir. Şekil. 4'te bu programın ana menüsü görülmektedir.

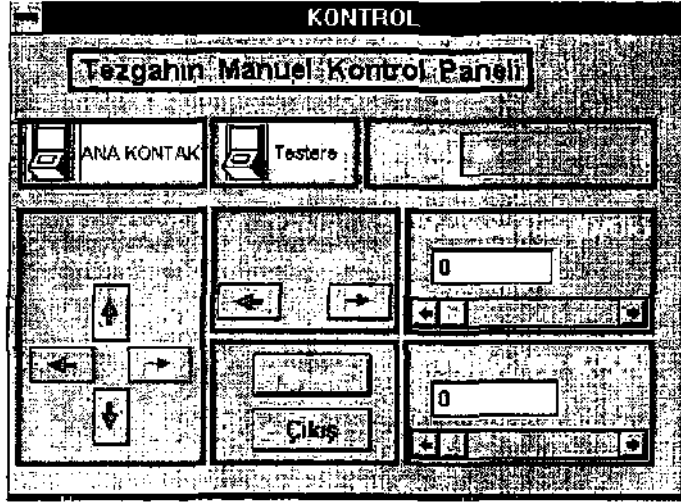


Şekil 4 Deney düzeneğinin kontrolünü ve iletişimi sağlayan bilgisayar yazılım programının ana menüsü.

Ana menüde kesme sırasında oluşan yükler, diskin konumu ve otomasyonun durumu her an gözlenebilmektedir. Ayrıca, ana menü içerisindeki bölümlerde deneylerde kullanılacak olan kesme parametrelerinin alması gereken değerler klavye aracılığıyla düzenlenebilmektedir. Bu bölümlerden ilki deneyin hangi sabit değerlerde yapılacağını gösteren bölüm, Diğeri ise değiştirilecek olan testere dönüş hızı (çevresel hız), ilerleme (kesme) hızı ve kesme derinliklerinin alması gereken değerleri gösteren bölümdür.

Deneylerin yapılmasında istenilen sabit değerler önceden menüye girilmekte, hangi parametre değişken olarak alınacaksa menüdeki ilgili bölümün üzerindeki kutucuk x işareti ile seçilmektedir. Bu sayede, yapılan deneylerde değişken parametre olması istenilen değerleri sıra ile değiştirirken, sabit değerler değişmeden kalacak ve bir sen deney tamamlandığında makina kendisini otomatik olarak durduracaktır

Ana menüye bağlı, elle (manuel) kontrol ve veri (data) menüleri bulunmaktadır. Elle kontrol yardımcı menüsünde, diskin ve arabanın konumu istenilen noktaya el kumandası ile getirilebilmekte olup testerenin ve arabanın hızı istenilen değerlerde ayarlanabilmektedir (Şekil 5)



Şekil 5. Deney düzeneğinin kontrolünü ve iletişimi sağlayan bilgisayar yazılım programının manuel yardımcı menüsü.

Veri yardımcı menüsünde ise kesilen kayacın cinsi ve her deneye ait değerlerin yani sıra, kesme sırasında her yârım saniyede bir oluşan Düşey (Fy), Yatay (Fx). Eksenel (Fz) kuvvetlerin sayısal değerleri kgf cinsinden % 0,1 hassasiyetle gözlenebilmekte ve veri dosyası olarak kaydedilip istenildiğinde geri çağırılabilir (Şekil 6).

C:\OTOMASU\GRIDENE.DAT		
Mermer ismi : uşak gr1		
Testere Devri = 40 m/sn İlerleme Hızı = 0.4 m/dk Derinlik = 20 mm		
Fx	Fy	Fz
00.9	-00.1	-00.4
00.3	-00.4	00.2
01.0	00.4	01.1
00.0	00.8	00.4
01.9	-00.7	00.5
00.6	03.8	00.1
02.4	-02.5	01.4
02.7	-20.9	00.5
01.0	15.0	00.7
00.3	05.7	01.0
01.2	07.5	00.0
01.4	06.3	00.6
02.1	-01.4	00.5
02.2	00.8	00.4
02.5	00.1	00.9
02.6	02.5	00.2

Şekil 6. Deney düzeneğinin kontrolünü ve iletişimi sağlayan bilgisayar yazılım programının veri yardımcı menüsü

Ana menüdeki diğer yardımcı butonlar ise reset, otomatik ve stop butonlarıdır. Reset butonu, testere ve araba hangi konumda olursa olsun, ilk başlangıç (ilk) konumlarına getirmede kullanılır. Otomatik butonu ise ana menü üzerinden istenilen düzenlemeleri yapılmış deneylerin beser adetini otomatik olarak operatör kumandasına gerek kalmaksizin yapılmasını sağlar. Stop butonu ise herhangi bir nedenle makinanın durdurulması gerektiğinde tüm fonksiyonların durmasını sağlar. Otomasyon programından çıkılmada ise Çıkış butonu kullanılır.

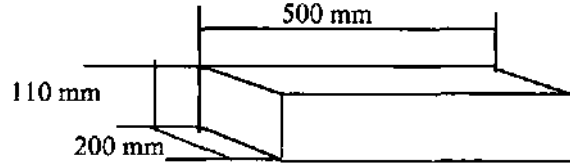
2.4. Deney Parametrelerinin Saptanması ve Verilerin Sayısal İşlenişi

2.4.1. Deneylerde kullanılacak numune boyutlarının belirlenmesi

Kesme diski çapının 400 mm ve motor gücünün 5 HP olması, kesme derinliğini belirleyen en önemli parametrelerdir. Bu disk ile yapılan kesimlerde flans çapı ve emniyet açıklığı dikkate alındığında, maksimum 90 mm derinliğinde kanal açılacağından hareketle, numunenin alt kısmında 20 mm'lik bir pay bırakılarak toplam numune yüksekliğinin 110 mm olmasına karar verilmiştir.

Testerinin kestiği dilimler arasındaki mesafenin 18 mm olması ve her numune üzerinde 10 adet deney yapılarak toplam numune genişliğinin 200 mm olması düşünülmüştür.

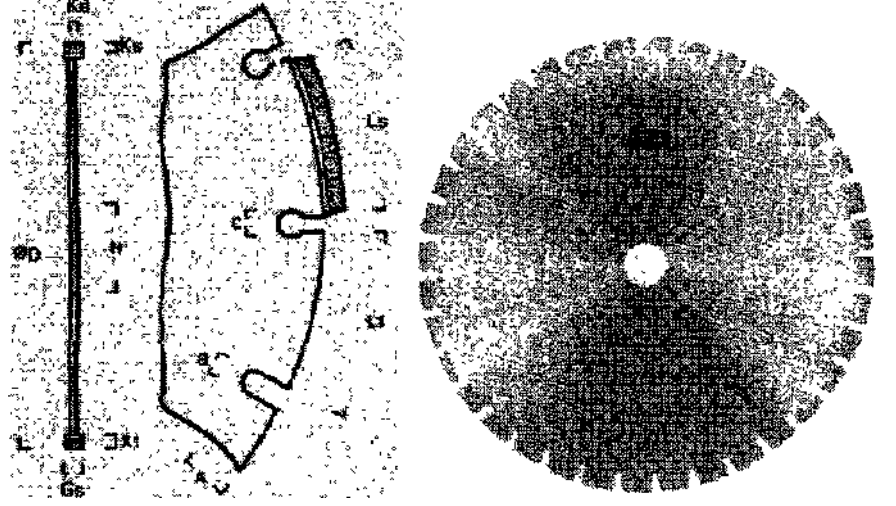
Testerinin keseceği dilim (numune) uzunluğu ise 500 mm seçilmiştir. Böylece numune boyutları 110 x 200 x 500 mm olarak belirlenmiş olmaktadır (Şekil 7). Bu ölçülerdeki bir mermer numunesinin yaklaşık olarak 28-30 kg ağırlıkta olacağı düşünüldüğünde, ergonomik olarak bu numunenin irtakma yüksekliğine (110 cm) kaldırılması ve indirilmesi sağlanabilecektir. Bu ölçülerden daha büyük değerlerdeki numunelerin kaldırılması ve indirilmesi pratik olmayacaktır.



Sekil 7. Deneylerde kullanılan mermer numunesi boyutları.

2.4.2. Deney parametrelerinin belirlenmesi

Kesme deneylerinde disk olarak, seçilen hakiki mermer grubuna uygun SONMAK marka çapı 400 mm olan bir testere kullanılmıştır. Bu testerinin elmas soketlerinde SDA85 tipi ve konsantrasyonu 35 (Konsantrasyon 100 = 4,4 karat elmas/cm³) olan elmaslar bulunmaktadır (Şekil 8). Testere üzerinde toplam 28 adet (n_s) soket bulunmakta olup soket genişlikleri (G_s) 4 mm, soket boyları (L_s) 40 mm ve soket yükseklikleri (Y_s) 7 mm'dir. Deneylerde kullanılan su miktarı 10-12 lt/dk olacak şekilde sabit tutulmuştur.



Sekil 8. Deneylerde kullanılan elmas testere boyutları.

Cassapi [1], Tön sh off ve arkadaşları [2], tarafından daha önce yapılan çalışmalar ve bu konuyla ilgili kataloglar [3,4] dikkate alınarak, yapılan bazı ön kesme deneyleri sonucunda, hakiki mermer grubunda 400 mm'lik disk çapı için kesme derinliklerinin (H^{\wedge}) 10 / 30 / 50 / 70 mm, kesme hızlarının (V^{\wedge}) 0.4 / 0.5 / 0.6 / 0.7 / 0.8 m/dk ve çevresel hızın (V_c) 60 / 65 / 70 / 75 / 80 m/sn aralıklarında tutulması uygun görülmüştür.

Bu değerlerin altındaki çalışmalarda kesme veriminin oldukça düştüğü, bu değerlerin aşılması durumunda ise disk motorunun asiri zorlanarak testerenin sıkıştığı ve sökellerin çok hızlı bir şekilde de asıldığı gözlenmiştir.

2.4.3. Sayısal verilerin elde edilmesi ve işlenmesi

Kesme deneyleri sırasında saniyede iki adet değer alınarak elde edilen Düşey (F_y), Yatay (F_x), Eksenel (F_z) kuvvetlerin oluşturduğu gruplar bahsedilen bilgisayar yazılım programı yardımıyla veri dosyası olarak kaydedilmektedir.

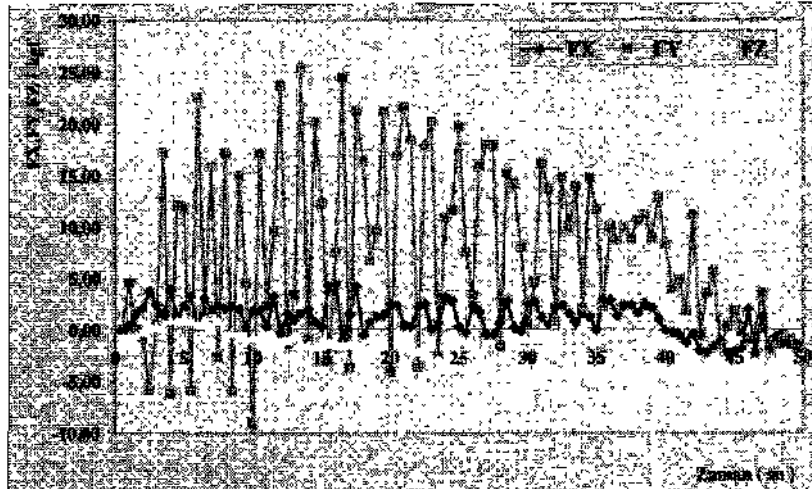
Daha sonra, bu veri dosyaları bir kelime işlem programı olan Microsoft Word 'da salt metin dosyalarına dönüştürülmekte ve her bir deney, tablolar haline getirilmektedir. Bu tablolar daha sonra, bir sayısal işlem-grafik programı olan Microsoft Excel 'de özel olarak hazırlanmış şablon tablolara yerleştirilmektedir (Sekil 9).

Bu şablon tablolara her yarım saniyede bir olacak şekilde alınan veriler, sütunlar halinde yerleştirildikten sonra bu veriler yardımıyla diğer parametreler (F_j^{\wedge} , F_j^{\wedge} , $F_y \cdot SE \cdot H$) matematiksel işlemler sayesinde hesaplanarak tablodaki ilgili yerlerine program tarafından yerleştirilmektedir. Daha sonra bu sütunların aritmetik ortalamaları alınarak, deney sonuçları olarak kaydedilmektedir.

	VÇ	VK	Hk	g	T	FX	FY	FZ	FK	FM	FT	SE	MU
1	65	0,6	70	0,55									
2					0,5	0,10	0,10	-0,90	0,141421	0,14	-0,03	-0,00464	-0,18316
3	1	0,4	4,6	-0,9	4,817369	4,01	2,28	0,416165	0,56926				
4	1,5	1,50	0,10	-0,50	1,50333	0,93	-1,18	-0,21454	-1,28011				
5	2	2,1	-0,8	-0,2	2,247221	0,53	-2,18	-0,39785	-4,0816				
6	2,5	3,70	-5,30	0,40	6,87968	-2,67	-6,34	-1,15507	2,373795				
7	3	2,40	0,50	0,30	2,45153	1,78	-1,69	-0,30807	-0,95265				
8	3,5	1,50	17,20	0,50	17,26528	15,01	0,54	1,555443	0,568920				
9	4	3,90	-6,20	0,90	7,324616	-2,89	-6,73	-1,22646	2,332266				
10	4,5	1,00	12,10	0,90	12,14125	10,53	6,05	1,102517	0,574943				
11	5	2,3	11,9	1,2	12,12023	11,10	4,87	0,886911	0,43859				
12	5,5	3,3	-5,8	0,9	6,67308	-2,90	-6,01	-1,0951	2,074071				
13	6	0,40	22,70	0,60	22,70352	18,91	12,57	2,289653	0,664684				
14	6,5	3,1	1,9	0,8	3,635932	3,32	-1,47	-0,26811	-0,44261				

Sekil 9. Verilerin işlendiği Microsoft Excel (versiyon 5,0) programında hazırlanmış şablon dosyasının görünüşü.

Deney sonucunda elde edilen veriler Microsoft Excel'de zamana karşı değişimleri grafiğe dönüştürülmektedir (Sekil 10). Elde edilen F_j^+ , F_j^- , F_y , SE , M - değerleri ile uygun kesme şartlarının belirlenmesi anlık olarak saptanabilmektedir.



3. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışma ile DTBKM'nin uygun çalışma parametrelerinin daha kolay, ekonomik ve hassas olarak belirleneceği bir deney düzeneği geliştirilmiş, daha ucuza, kısa zamanda hassas ve güvenilir sonuçların alınması sağlanmıştır. Ayrıca, bu deney düzeneği ile her kayaç türüne uygun kesicinin (testerenin) belirlenmesi de mümkündür. Deney düzeneğinin bilgisayar kontrollü olması" hem insani hataları en aza indirmekte hem de gelecekte endüstriyel amaçlı çalışmalara uygulanacak yazılım geliştirilmesine de olanak tanımaktadır.

Laboratuvar ölçekli geliştirilen bu deney düzeneği yeni nesil endüstriyel DTBKM'nin ilk prototiplerinden sayılabilir. Geliştirilerek endüstriye uyarlanması ile daha yüksek üretim daha az enerji ile üretim maliyetleri düşürülerek sağlanacaktır. Ancak, elektronik ve otomasyon teknolojilerinde beklenen gelişmelere ve maliyet düşüşlerine bağlı olarak yeni nesil DTBKM'nin satış fiyatlarına da düşecektir. Zira DTBKM'da düşey diski çeviren motorun hız kontrolünü sağlayacak hız kontrol cihazı halen oldukça yüksek maliyetlidir.

Yerli DTBKM üreticileri pazar paylarının korunması ve yeni pazarlara açılabilmesi için, gelişen teknolojilere ayak uydurması, yeni teknolojiler geliştirmesi zorunludur. Bu nedenle ARGE faaliyetlerine önem vermeleri, bilimsel kuruluşlarla ve teknoloji geliştirme merkezleri ile ortak çalışmalar yürütmeleri gerekmektedir. Böylece en yeni teknolojileri en ekonomik düzeyde makinalarına adapte ederek diğer emsallerine karşı avantaj sağlamış olacaklardır.

Diğer taraftan, kesici hammaddelerinin yurtdışından getirilmesi dışa bağımlılık ve döviz gideri olarak yansımaktadır. Uygun kesicinin saptanması için endüstriyel boyutlarda oldukça yüksek maliyetli, zaman alıcı ve insani hatalar da içerebilen bir çalışma gerekmektedir. Kesici Üreticilerinin daha düşük maliyetlerle kısa sürede daha hassas sonuç almaları için üniversite – sanayi işbirliği içerisine girmeleri, mevcut bu deney düzeneğinden yararlanmaları kendileri için uygun olacaktır.

4. KATKI BELİRTME:

Yazarlar bu çalışmanın yapılmasında, Devlet Planlama Teşkilatı'na ve Afyon Kocatepe Üniversitesi Araştırma Fonu'na finansal katkılarından dolayı teşekkür ederler.

5. KAYNAKLAR

- [1] Cassapı, V. B., 1987, " Application of rock hardness and abrasive indexing to rock excavating equipment selection " Ph. D. Thesis. University of Nottigham, p. 362, U.K.
- [2] Tönshoff, H. K., Wobker, H. G., Przywara, R., 3/1993, " Das Arbeitsverhalten von Werkzeugen zum Trennschleifen von Gestein ", S 198-205 ff, Industrie Diamanten Rundschau.
- [3] Sonmak A.S., " Elmas ekipmanları kullanım kılavuzu "
- [4] Diamond Board , " Elmas ekipmanları kullanım kılavuzu "
- [5] Wrigt, D. N., Jennings, M., 2/1989, " Guidelines for sawing stone " Industrial Diamond Review, pp 70 -75.
- [6] Büyüksağis, I.S., 1998, " Dairesel Testereli Blok Kesme Makinalarında Mermerlerin Kesilebilirlik Analizleri ", OGÜ, FBE., Maden Müh. ABD, Doktora tezi, 173 Syf, Eskişehir.