



DAİRESEL TESTERELERLE KESME İŞLEMİNDE TESTERE DEVİR SAYISININ VE GÜRÜLTÜ SEVİYESİ DEĞİŞİMLERİNİN İNCELENMESİ

INVESTIGATION INTO VARIATIONS OF SAW ROTATION AND NOISE LEVEL IN CUTTING BY CIRCULAR SAW

Nazmi ŞENGÜN^{1*}, Raşit ALTINDAĞ¹, Servet DEMİRDAĞ¹

¹Maden Mühendisliği Bölümü, Mühendislik Fakültesi, Süleyman Demirel Üniversitesi, 32260, Isparta.
nazmisengun@sdu.edu.tr, rasaltindag@sdu.edu.tr, servetdemirdag@sdu.edu.tr

Geliş Tarihi/Received: 03.08.2012, Kabul Tarihi/Accepted: 03.10.2012

doi: 10.5505/pajes.2013.98698

*Yazışılan yazar/Corresponding author

Özet

Doğaltaş işleme teknolojisinde kayaçları kesmek için en çok elmas soketli dairesel testere kullanılmaktadır. Bu testerele kesim sırasında kayaca bağlı olarak önceden ayarlanmış çevresel hızda ve oluşan gürültü seviyesinde değişim görülmektedir. Çalışmada, kayaç kesme deneyleri sırasında testerenin boştaki ve yükteki durumuna göre gürültü seviyesi ölçümleri ve testerenin devir ölçümleri yapılmıştır. Buna göre görece gözenekliliği düşük, dayanımı, sertliği ve özgül enerji değerleri yüksek kayaçlarda testerenin tam yükteki devir sayısı boştaki devir sayısına oranla yaklaşık % 1 oranında azalma göstermiştir. En yüksek azalma değeri kireçtaşlarında (bejler) ölçülürken traverten, limra ve andezitte daha düşük devir azalma değerleri ölçülmüştür. Gürültü seviyesindeki artış oranları ise yaklaşık % 6.46'ya kadar en yüksek andezit ve bazalt kayacında meydana gelmiştir.

Anahtar kelimeler: Mermer, Dairesel testere, Gürültü.

Abstract

In natural stone technology, to cut rocks circular diamond saws are widely being used. With these saws some variations are seen on pre-set peripheral speed and occurring noise level according to the rock type during cutting. In this study, in rock cutting experiment by circular saw, spindle speed and noise level measurements were made both when cutting and standing idle. About 1% decrease was showed saw spindle speed when cutting according to idle at rocks having low porosity, high strength, hardness and specific energy value. While the highest decrease value was measured at limestone, a lower speed reduction values was determined in travertine, lymra and andesite. The highest noise level increases approximately 6.46% was occurred in andesite and basalt.

Keywords: Marble, Circular saw, Noise.

1 Giriş

Mermer ocaklarından çıkarılan mermer blokları, mermer işleme fabrikalarında inşaat sektöründe binaların iç ve dış kaplamalarında ve yer döşemelerinde çeşitli ebatlarda kullanılmak üzere lamalar ve dairesel testerele ile kesilmektedir. Dairesel testerele ile mermer kesme işlemleri sırasında oluşan gürültünün şiddeti kesilen mermerin fiziksel ve mekanik özelliklerine bağlı olarak değişmektedir. Ayrıca kayaç özellikleri kesim işlemi sırasında makinanın kesim parametrelerinden çevresel hız değerinin de değişiminde önemli rol almaktadır. Kesme işleminde makinanın boştaki ve yükteki durumuna göre çevresel hızda azalma ve gürültü seviyesinde de artma görülmektedir.

Elmas soketli dairesel testerelede çevresel hız kesilecek taşın sertlik ve aşındırıcılığına bağlı olarak seçilmektedir. Çevresel hızın düşük olması durumunda elmasın kesme işlemini gerçekleştirebileceği çarpma hızı azalmakta ve her bir elmas başına birim zamanda keseceği kayaç miktarı artmaktadır. Bu nedenle elmas çok kısa sürede körelmekte ve aşınmaktadır. Çevresel hız değerinin artırılması kayacı kesmek için harcanan enerjinin azalmasını sağlamaktadır [1]-[2]. Fakat gereğinden yüksek çevresel hızlarda is soketler üzerinde elmas tanecekleri yeterli kesme işlemi yapmadan matrizen kaymakta ve testerenin çabuk tükenmesine yol açmaktadır.

Sanayileşme ve modern teknolojinin ilerlemesiyle iş sağlığı ve iş verimini etkileyen önemli çevre sorunlarından biri de gürültü kirliliğidir. Gürültü, çalışanları yorgunluktan sırt ağrılarına, sinirlilikten bulantı ve dikkatsizliğe kadar çok

değişik şekillerde etkilemektedir [3]-[5]. Madencilik sektöründe ve özellikle mermer sektöründe, üretim sırasında kullanılan iş makinelerinden kaynaklanan aşırı seviyelerde gürültü kirliliği ile karşı karşıya kalınmaktadır. Şengün vd. tarafından yapılan çalışmaya göre mermer fabrikalarında 85-95 dB arasında değişen seviyelerde gürültü oluşmaktadır [6]. Bu çalışmada, kesme işlemi sırasında kayaç özelliklerinden hangi parametrenin ne ölçüde çevresel hız değerini ve gürültü seviyesini değiştirdiği belirlenmeye çalışılmıştır.

2 Deneysel Çalışmalar

Çalışma kapsamında kesme deneyleri Tablo 1'de verilen Türkiye'nin çeşitli bölgelerinden temin edilen kayaçlar üzerinde SDÜ Maden Mühendisliği Bölümü Doğal Taşlar Teknolojisi Laboratuvarı'nda bulunan bilgisayar kontrollü ebatlama makinesinde (Şekil 1) yapılmıştır.

Kesme deneylerinde kesime başlamadan önce ve kesim sırasında dairesel testerelelerin hızları ölçülmüş ve kesim bölgesine sabit mesafeden (2 metre) ortam gürültü seviyeleri kaydedilmiştir. Kesimi yapılan bu kayaçların laboratuvarında fiziko-mekanik özellikleri belirlenmiş ve bu özelliklerin dairesel kesme işlemine testere çevresel hızı ve oluşan gürültü seviyesi değişimi üzerindeki etkileri incelenmiştir.

2.1 Kesme Deneyleri

Kayaçların dairesel testerele ile kesilme işlemlerinde testerenin devir hızının ve oluşan gürültünün kayaç özelliklerine bağlı olarak değişiminin incelenmesi amacıyla bir dizi kesme deneyleri yapılmıştır.

Tablo 1: Çalışmada kullanılan kayaçlar.

Numune Adı	Kodu	Kayaç	Türü	Yeri
Finike Limra	LS	Killi-Kireçtaşı	Sedimanter	Antalya-Demre
Bucak Traverten	BT	Traverten	Sedimanter	Burdur-Bucak
Burdur Emperador	BE	Kireçtaşı	Sedimanter	Burdur-Karamanlı
Burdur Bej	BB	Kireçtaşı	Sedimanter	Burdur
Karaman Bej	KB	Kireçtaşı	Sedimanter	Karaman
Marmara Gri	MG	Mermer	Metamorfik	Balıkesir-Marmara Adası
Kaplan Postu	KP	Mermer	Metamorfik	Afyon-İscehisar
Muğla Beyaz	MB	Mermer	Metamorfik	Muğla-Yatağan
Isparta Andezit	IA	Andezit	Mağmatik	Isparta-Sav
Isparta Bazalt	IB	Bazalt	Mağmatik	Isparta-Kayı Köyü

Bu deneyler, üzerinde düşey dairesel testere bulunan, testerenin çevresel hızı, ilerleme hızı ve kesme derinliği değiştirilebilen kayaç ebatlama makinasında gerçekleştirilmiştir (Şekil 1). Kesme makinasında kesim için 5.5 kW'lık elektrik motoru ve kayaç bloğun bulunduğu vagonun hareketini sağlamak amacıyla 1 kW'lık redüktörlü elektrik motoru bulunmaktadır. Bu makinada kesilecek numunenin konulduğu arabanın alt bölümüne özel olarak tasarımılandırılan bir dişli mil ile arabanın hareketi, mekanik olarak düzgün ve darbesiz olacak şekilde sağlanmıştır.

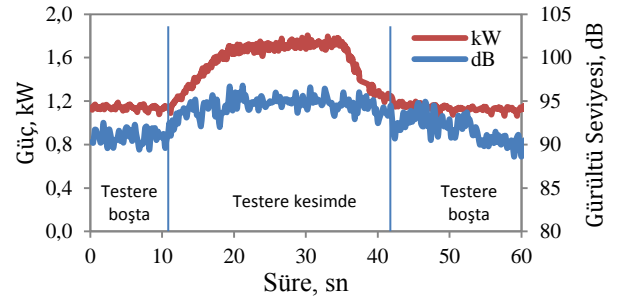


Şekil 1: Kayaç kesme seti ve gürültü seviyesi ölçümü.

Kesme işleminde makineye bağlı parametrelerden çevresel hızı (dolayısıyla testere devri) değiştirebilmek amacıyla 5.5 kW'lık OMRON-V1000 marka invertör ve ilerleme hızının değiştirilebilmesi için ise 1.5 kW'lık OMRON VS mini-J7 marka invertör kullanılmıştır. Bu sayede testerenin çevresel hızı 0-80 m/sn, ilerleme hızı ise 0-1.5 m/dak aralığında ayarlanabilmektedir. Kayacın kesme derinliği ise kayaç numunesinin altına farklı kalınlıklarda takoz konularak ayarlanmaktadır. Araba hareketinin başlangıç ve bitiş noktalarının belirlenmesi amacıyla, sınır noktalarına 2 adet sınır anahtarı yerleştirilmiştir [7].

Kesme işlemi sırasında anlık elektriksel verilerinin (gerilim, akım ve frekans) kaydedilmesi için invertör-bilgisayar bağlantısı bulunmaktadır. Bu sayede invertörün yazılımını (CX-drive) kullanarak saniyede 8 adet veri alınabilmektedir. Deney sırasında CX-drive programı yardımıyla alınan gerilim, frekans ve akım değerleri veri dosyası olarak kaydedilmekte ve bu veriler daha sonra Microsoft Excel programı formatına dönüştürülmektedir. Her bir deney için anlık olarak kaydedilen akım ve gerilim değerleri çarpılarak kesim esnasında oluşan anlık güç değerleri hesaplanmaktadır. Anlık

güç değerleri hesaplandıktan sonra güç-zaman grafiği çizilerek grafik üzerinden makinanın boşa çalışması sırasında çekilen güç değeri ve tam kesim sırasında çekilen güç değerleri belirlenmektedir (Şekil 2). Bu iki değer arasındaki fark net kesim için harcanan güç değerini vermektedir.



Şekil 2: Kesme işleminde zamana bağlı olarak oluşan güç ve gürültü seviyesi değerleri.

Özgül enerji (spesifik enerji, SE), birim zamanda üretim için harcanan enerji miktarı olarak tanımlanmaktadır. Kesme deneyleri, 50x100x200 mm boyutlarında prizmatik numuneler üzerinde, kesim parametreleri (kesme derinliği 20 mm, testerenin çevresel hızı 60 m/sn, ilerleme hızı ise 0.5 m/dak ve soğutma suyu 10 l/dak) sabit tutularak gerçekleştirilmiştir. Çalışmada kullanılan kayaçların özgül enerji değerleri ise Eşitlik 1 kullanılarak hesaplanmıştır. Deney her kayaç türü için 5 kez tekrarlanmış ve hesaplanan özgül enerji değerlerinin aritmetik ortalamaları Tablo 5'te verilmiştir.

$$SE = \frac{F_T * V_c}{h * W_s * V_i} \quad (1)$$

Burada; SE, özgül enerji (j/mm³), F_T, teğetsel kuvvet (N), V_c, çevresel hız (m/sn), h, kesme derinliği (mm), W_s, soket genişliği (mm), V_i, ilerleme hızı (mm/sn)'dir.

2.2 Kesme İşlemi Sırasında Devir Ölçümü

Kayaç kesme deneyleri sırasında testere devrinin (dolayısıyla çevresel hızın) testere boşa çalışırken ve kesim yaparken nasıl değiştiğini belirlemek için KONSTAR DT-2236B modeli temaslı/temassız dijital takometre ile ölçümler alınmıştır (Şekil 3).

Testere devir ölçümleri, kayaç kesme deneyleri sırasında testere ile henüz kesime başlanmamış (boş) iken ve kesim sırasında (yükte), 3'er adet temaslı olarak alınmıştır. Bu ölçümler her kayaç türü için iki kez tekrarlanmıştır. Tüm kayaçlar için boşa ve yükteki devir ölçümleri ve devir azalma miktarları (% olarak) Tablo 2'de verilmiştir.



Şekil 3: Mermer kesme işlemi sırasında devir ölçümü.

Tablo 2: Kesme deneyleri sırasında ölçülen devir değerleri.

Kayaç Kodu	Testere devri, dev/dak	Azalma miktarı, %		
		Boşta	Yükte	Δ Devir Ort.
LS	1	3275	3268	0.21
	2	3283	3272	0.34
BT	1	3275	3255	0.61
	2	3283	3266	0.52
BE	1	3275	3255	0.61
	2	3283	3266	0.52
BB	1	3275	3250	0.76
	2	3283	3255	0.85
KB	1	3275	3242	1.01
	2	3283	3250	1.01
MG	1	3275	3253	0.67
	2	3283	3266	0.52
KP	1	3275	3259	0.49
	2	3283	3268	0.46
MB	1	3275	3250	0.76
	2	3283	3263	0.61
IA	1	3275	3266	0.27
	2	3283	3268	0.46
IB	1	3275	3250	0.76
	2	3283	3259	0.73

2.3 Kesme İşlemi Sırasında Gürültü Seviyesi Ölçümü

Kayaçı kesmek için verilen enerjinin tamamı kesme işi için kullanılmamaktadır. Bu enerjinin bir kısmı ısı ve ses (gürültü) olarak harcanmaktadır. Kayaç kesme işleminde gürültü seviyesi, makine parametreleri ve kayaç özelliklerine bağlı olarak değişmektedir. Çalışma kapsamında makina parametreleri sabit tutulduğu için gürültü seviyesindeki değişim kayaca bağlı özelliklerden kaynaklanmaktadır.

Çalışmada, kayaç kesme işlemleri sırasında, Tablo 3'te teknik özellikleri verilen CEM DT-8852 model ses seviyesi ölçüm cihazı kullanılmıştır (Şekil 4). Ölçümler sırasında kesme işleminin gerçekleştiği bölge ile gürültü seviyesi ölçüm cihazı arasındaki mesafe 2 m olarak sabit tutulmuştur. Gürültü seviyeleri makine sesine duyarlı olan dB_C bandında ölçülmüştür. Kesme işlemi sırasında, gürültü seviyesi ölçüm cihazı ile saniyede 5 veri alınacak şekilde ayarlanmış ve bilgisayar bağlantısı yapılarak arayüz programı ile veriler kaydedilmiştir. Bu veriler, kesme işleminden elde edilen anlık güç değerleri ile beraber Şekil 2'de verilmiştir. Gürültü seviyesi ölçümleri her kayaç türü için iki kez tekrarlanmıştır. Ölçüm sonuçları ve yüzdesel olarak artış miktarları Tablo 4'te verilmiştir.



Şekil 4: Ses seviyesi ölçüm cihazı.

Tablo 3: Dijital ses ölçüm cihazına ait teknik özellikler.

Tanım	Değer
Frekans Aralığı	31.5 Hz – 8 kHz
Doğruluk	± 1.4 dB
Otomatik ölçüm aralığı	30 – 130 dB
Çözünürlük	0.1 dB

Tablo 4: Kesme deneyleri sırasında ölçülen gürültü değerleri.

Kayaç Kodu	Gürültü Ölçümleri, dB	Artış Miktarı, %		
		Boşta	Yükte	Δ Gürültü Ort.
LS	1	90.35	91.43	1.19
	2	90.54	91.48	1.04
BT	1	90.71	93.94	3.56
	2	91.19	93.74	2.80
BE	1	90.17	93.18	3.34
	2	90.34	94.55	4.67
BB	1	89.43	93.88	4.97
	2	90.51	95.26	5.26
KB	1	90.34	94.80	4.94
	2	90.96	94.57	3.97
MG	1	91.17	94.30	3.43
	2	90.81	93.95	3.46
KP	1	90.19	92.60	2.67
	2	89.83	92.90	3.43
MB	1	90.93	95.03	4.51
	2	90.76	95.08	4.76
IA	1	88.71	94.70	6.76
	2	89.92	95.46	6.16
IB	1	90.64	95.17	4.99
	2	91.03	96.16	5.64

2.4 Kayaçların Fiziksel ve Mekanik Özellikleri

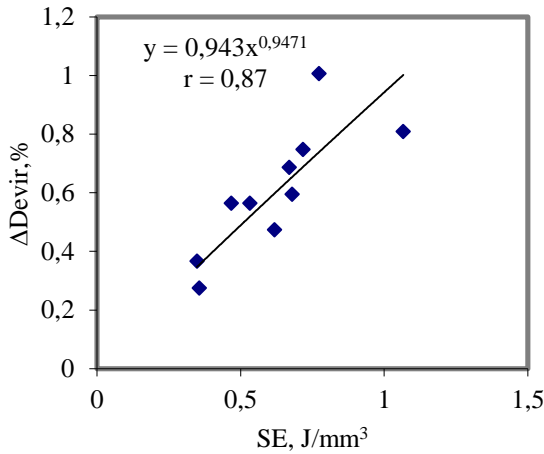
Çalışmada kullanılan kayaçların ISRM [8] ve TS 699 [9] standartlarına uygun olarak kuru birim hacim ağırlık (KBHA), görünür gözeneklilik (GG), Shore sertliği (SH) ve tek eksenli basınç dayanımı (TEBD) değerlerini belirlemek için kenar uzunluğu 50 mm olan küp numuneler kullanılmıştır. Kayaçların Brazilian çekme dayanım (BÇD) deneyleri boy-çap oranı 0.5 olan NX çaplı karotlar üzerinde yapılmıştır. KBHA, GG, TEBD ve BÇD deneyleri 6'şar adet numune, SH deneyinde yüzeyi zımparalanmış 3 adet numune üzerinde tekrarlanmış ve deney sonuçlarının aritmetik ortalamaları Tablo 5'te verilmiştir.

Tablo 5: Çalışmada kullanılan kayaçların fiziko-mekanik özellikleri [7].

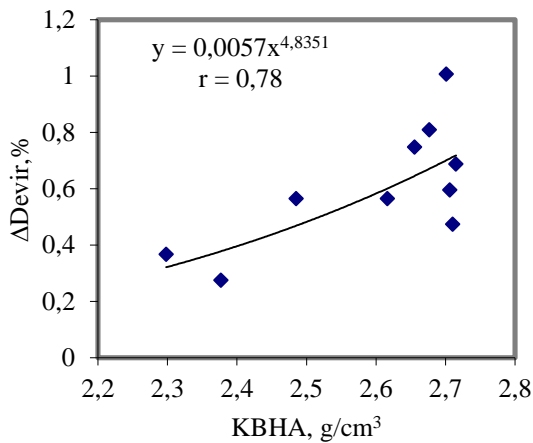
Kayaç Kodu	SE J/mm ³	KBHA gr/cm ³	GG %	SH	TEBD MPa	BÇD MPa
LS	0.356	2.38	9.32	31.8	43.4	5.27
BT	0.468	2.49	2.61	36.7	60.7	4.35
BE	0.532	2.62	4.21	46.8	100.6	7.67
BB	1.066	2.68	0.27	62.6	129.9	7.99
KB	0.772	2.70	0.33	59.0	119.4	8.19
MG	0.679	2.71	0.33	41.6	74.6	5.98
KP	0.618	2.71	0.19	43.5	70.3	5.45
MB	0.669	2.72	0.12	47.5	85.7	4.65
IA	0.348	2.30	6.86	77.1	120.4	8.21
IB	0.717	2.66	4.91	78.8	139.4	9.57

3. Değerlendirmeler

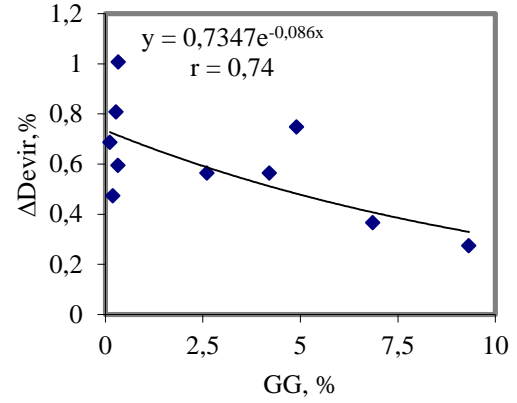
Çalışma kapsamında kesme deneylerinde testere üzerinde hem boşta hem de yükte (kayaçı keserken) çalışırken testere devri ölçülmüştür. Dairesel testereler ile kayaçların kesilmesi sırasında, kayaçı belli bir çevresel hızda kesmek üzere ayarlanmış testere devri, boştaki devrine nazaran kesim sırasında azaldığı tespit edilmiştir. Testere devrindeki bu azalma yüzde olarak hesaplanmış ve kayaç özelliklerine göre bu azalmanın ilişkileri Şekil 5-10'da verilmiştir.



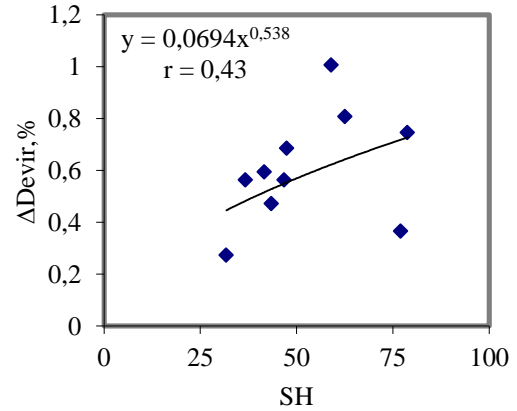
Şekil 5: Özgül enerji ile testere devri ilişkisi.



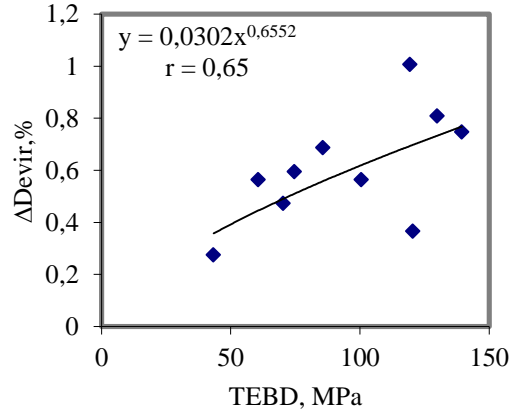
Şekil 6: Kuru birim hacim ağırlık ile testere devri ilişkisi.



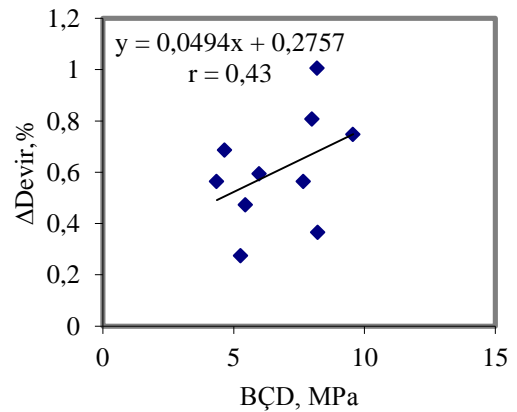
Şekil 7: Görünür gözeneklilik ile testere devri ilişkisi.



Şekil 8: Shore sertliği ile testere devri ilişkisi.



Şekil 9: Basınç dayanımı ile testere devri ilişkisi.

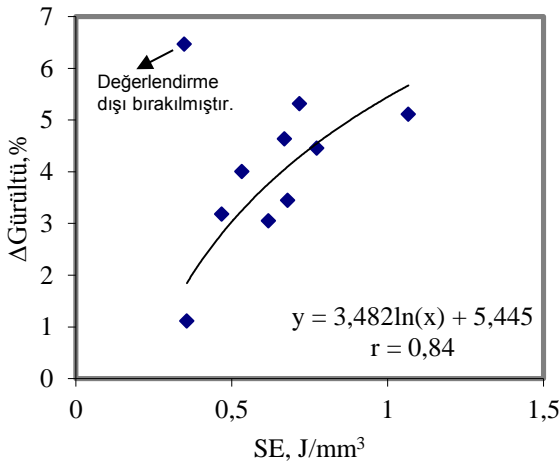


Şekil 10: Brazilian çekme dayanımı ile testere devri ilişkisi.

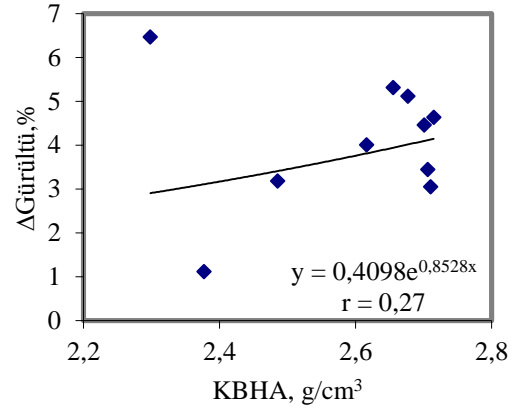
Kayaçların kesme işlemlerinde önceden belirlenen çevresel hız değerinin kesim sırasında değiştiği gözlemlenmektedir. Bu değişim, en çok özgül enerji ile ilişkili olduğu görülmüştür (Şekil 5). Özgül enerji değerinin artması kayacı kesmek için gerekli enerjinin artmasını gösterdiği gibi kesim işleminin zorluğunu da yansıtmaktadır. Özgül enerji değerinin artmasıyla boştaki devir değerine göre yükteki devirin azalma miktarı üstel olarak artmaktadır. Kayaçların kuru birim hacim ağırlık değerinin artmasıyla bir anlamda gözeneklilik derecesinin azalmasıyla tüm kayaçlar için testere devrindeki yüzde azalma miktarı artmaktadır (Şekil 6-7). Yine kayaçların dayanım ve sertlik değerlerindeki artış da testere devrindeki yüzde azalma miktarını arttırmaktadır (Şekil 8-10).

Kayaçların dairesel testere ile kesilme işlemlerinde testereyi tahrik ettiren motordan kaynaklanan ve testere gövdesindeki titreşimlerden kaynaklanan sesler çıkmaktadır. Bu seslerin şiddeti testerenin boşta ve yükte olmasına göre değişmektedir. İki durum arasındaki gürültü şiddetindeki farkın ise bir kısmının da kayaçtan kaynaklandığı düşünülmektedir. Bu fark, kayacın çeşitli özelliklerine göre değişmektedir. Kayaç özelliklerinin gürültü seviyesindeki değişim miktarları arasındaki ilişkiler Şekil 11-16'd verilmiştir.

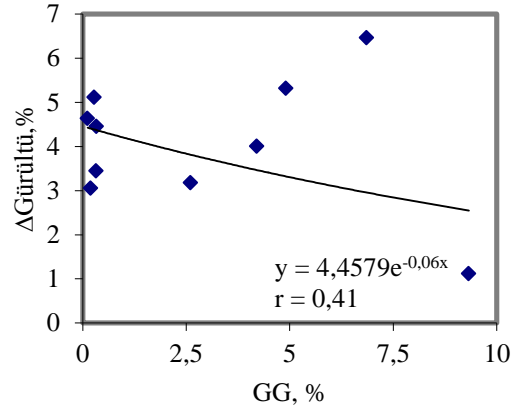
Kayaçların kesme işlemlerinde gürültü seviyesindeki yüzde artış miktarı en çok kayaç özelliklerinden sertlik ile ilişkili olduğu belirlenmiştir (Şekil 14). Sertlik, kayaçların çizilmeye karşı gösterdikleri direnç olarak tanımlanmaktadır ve doğrudan kayaç minerallerinin kristal yapıları ve atomlar arasındaki bağ kuvvetleri ile ilintilidir. Gürültü seviyesindeki yüzde artış miktarı kayaçların sertlik özelliklerinden sonra en çok tek eksenli basınç dayanımı, özgül enerji değerleri ve Brazilian çekme dayanımları ile ilişkili olduğu tespit edilmiştir (Şekil 11, 15 ve 16). Kayaçların kuru birim hacim ağırlık ve gözeneklilikleri ile gürültü seviyesindeki değişim arasında anlamlı bir ilişki bulunamamıştır (Şekil 12-13). Çalışmada kullanılan kireçtaşı ve mermer kayaçları kalsit mineralinden oluşurken, andezit kayacı, porfirik bir doku özelliğine sahip ve % 75 plajiolit mikrolitleri, % 10 plajiolit fenokristalin, % 12 amfibol, % 1 piroksen ve % 2 oranında opak ve sanidin minerallerinden oluşmakta, bazalt ise %65 piroksen mikrolitleri ve %35 piroksen fenokristalin minerallerinden oluşmaktadır [7]. Bu durum, gürültü seviyesi artışının kayaç bünyesindeki mineral içeriği ile ilgili olduğunu göstermektedir.



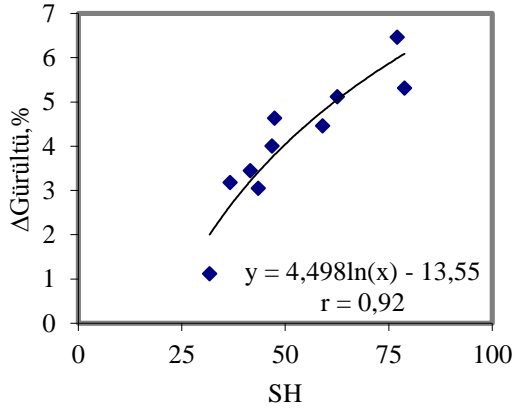
Şekil 11: Özgül enerji ile gürültü seviyesi artışı ilişkisi.



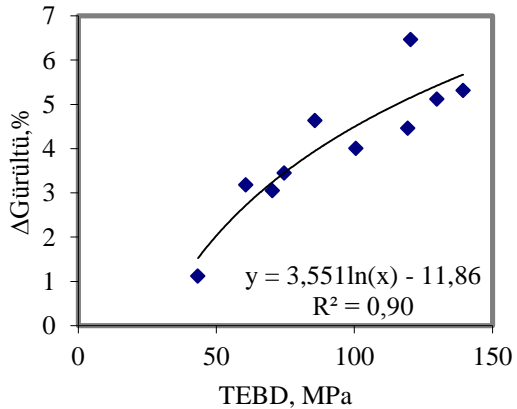
Şekil 12: Birim hacim ağırlık ile gürültü seviyesi artışı ilişkisi.



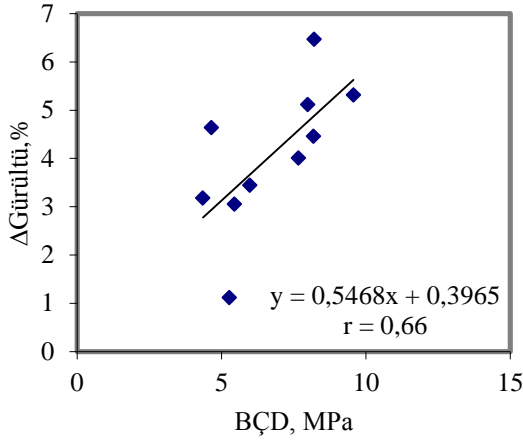
Şekil 13: Görünür gözeneklilik ile gürültü seviyesi artışı ilişkisi.



Şekil 14: Shore sertliği ile gürültü seviyesi artışı ilişkisi.



Şekil 15: Basınç dayanımı ile gürültü seviyesi artışı ilişkisi.



Şekil 16: Brazilian çekme dayanımı ile gürültü seviyesi artışı ilişkisi.

4 Sonuçlar

Doğaltaş sektöründe kayacı işlemek için sıklıkla kullanılan dairesel testerelede makine parametrelerinden çevresel hız değerinin ve kesim işleminde oluşan gürültü seviyesinin testerenin boşta çalışırken ve kesim yaparken ki değişimi incelemek için bir dizi deney yapılmıştır. Deneyler sonucunda kayaç özelliklerine bağlı olarak testere devrinde yaklaşık % 1 civarında azalma olduğu görülmüştür. En yüksek azalma değeri kireçtaşlarında (bejler) ölçülürken traverten, limra ve andezitte daha düşük devir azalma değerleri ölçülmüştür. Bu da dolaylı olarak devrin azalması testerenin daha fazla zorlandığını ve daha fazla güç çektiğini ifade etmektedir. Gürültü seviyesindeki artış oranları ise yaklaşık % 6.46'ya kadar en yüksek andezit ve bazalt kayacında meydana gelmiştir.

Testere devrindeki azalma en çok özgül enerji değeriyle, gürültü seviyesindeki artış ise en çok kayaç sertliği ile ilintili olduğu belirlenmiştir. Ayrıca, kayaçların dayanımları her iki değişim değerini de olumsuz yönde etkilemektedir. Kayaçların kuru birim hacim ağırlıkları ve gözeneklikleri testere devrinin değişimini etkilerken gürültü seviyesinin değişimini etkilemediği tespit edilmiştir. Bu durum, testere devrinin azalmasının daha çok kayacın sertliği ve dayanımı ile ilgiliyken, gürültü seviyesi artışı ise kayaç bünyesindeki mineral içeriği ile ilgili olduğunu göstermektedir.

Özgül enerji ile devirdeki azalma değeri arasındaki ilişkisi, gürültü seviyesindeki artış ilişkisine oranla daha yüksektir.

Doğaltaş sektöründe çevresel hız değerleri kayaca bağlı olarak 30-60 m/sn hızlarında değişmekte olup, değerlendirmelerde testerenin boşta ve yükteki durumuna göre değişim miktarı göz ardı edilebilir. Fakat gürültü seviyesindeki değişim miktarının yüksek olmasından dolayı değerlendirmelerde dikkate alınmalıdır. Bir mermer fabrikasında ortalama 85-95 dB gürültü seviyelerinde çalışıldığı için görece daha sert ve dayanımı yüksek kayaçlarda ilave iş güvenliği ve işçi sağlığı tedbirlerinin alınması gerekmektedir. Ayrıca, kayaçların dairesel testerele ile kesilme işlemlerinde testerenin zorlanmasının bir göstergesi olarak testere devir miktarındaki azalma oranının kullanılabilceği öngörülmektedir.

5 Kaynaklar

- [1] Büyüksağış, İ.S., "Dairesel Testerele Blok Kesme Makinalarında Mermerlerin Kesilebilirlik Analizleri", *Doktora Tezi*, Osmangazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir, 1998.
- [2] Ersoy, A., Atıcı, Ü., "Performance characteristics of circular diamond saws in cutting different types of rocks", *Diamond and Related Materials*, 2004, v.13, p.22-37.
- [3] Ataş, A., Şahin, E., Belgin, E., Aktürk, N., "Endüstriyel Gürültünün İşitme Eşikleri Üzerindeki Etkileri", *5. Ergonomi Kongresi*, İstanbul, s: 261-269, 1995.
- [4] Aybek, A., Arslan, S., "Bazı Tarıma Dayalı Sanayi Kuruluşlarında Gürültü Düzeyleri". *KSÜ Fen ve Mühendislik Dergisi*, 8(2), S.121-127, 2005.
- [5] Ekerbiçer, H.Ç., Saltık, A., "Endüstriyel Gürültünün İnsan Sağlığı Üzerine Etkileri ve Korunma Yöntemleri", *TAF Prev Med Bull*; 2008, 7(3) p.261-264.
- [6] Şengün, N., Altındağ, R., Demirdağ, S., Koçcaz, C.E., "Mermer İşleme Fabrikalarında Oluşan Gürültü Kirliliğinin İşçi Sağlığı ve İlgili Mevzuat Açısından Değerlendirilmesi", *İ.T.Ü. 12. Endüstriyel Kirlenme Kontrolü Sempozyumu*, 2010.
- [7] Şengün, N., "Kayaçların kırılma tokluğu ve gevrekliğinin dairesel testerele ile kesme verimi üzerine etkileri". *Doktora Tezi*, Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta, 2009.
- [8] ISRM, "The complete ISRM suggested methods for rock characterization, testing and monitoring: 1974-2006", (Ulusay, R., Hudson, J.A., Editors), *Kozan Ofset*, s.628, Ankara. 2007.
- [9] TS 699, "Tabi Yapı Taşları Muayene Deney Metotları", *TSE*, Ankara, 2009.