

TÜRKİYE 6. KÖMÜR KONGRESİ
The Sixth coal Congress of TURKEY

GLİ TUNÇBİLEK BÖLGESİ AÇIK OCAK PATLATMALARININ ÇEVRE
KÖYLERE ETKİSİ

EFFECT OF BLASTING OPERATIONS AT THE GLI TUNÇBİLEK OPEN
PIT MINES ON THE NEARBY VILLAGES

Celal KARPUZ*
A.Günhan PAŞAMEHMETOĞLU*
Aydın BİLGİN**

ÖZET

Bu bildiride, GLİ Tunçbilek Bölgesi açık ocaklarındaki patlatmaların çevre köylerdeki evlere etkisi üzerine yapılan araştırmanın sonuçları sunulmuştur. Köylerden gelen şikayetlerin artması üzerine GLİ patlatmaların etkisinin araştırılmasını istemiştir. Bu amaçla, patlatmalardan dolayı oluşan yer sarsıntılarının hızı frekansı, ivme ve deplasmanlar ölçülmüştür. Arazi sabiteleri de çıkartılmıştır. Ölçüm sonuçları değişik ülkelerde önerilen hasar kriterleri ile karşılaştırılmış, patlatma tesirinin evlere zarar verecek ölçüde olmadığı tesbit edilmiştir.

ABSTRACT

In this paper, the findings of investigation concerned with the effect of blasting on the nearby houses at surface coal mines in Tunçbilek are presented. The increase in complaints of villagers forced GLİ to look for the effect of their blasting operations to the neighbouring villages. Peak particle velocity measurements were conducted to find out the particle velocity, frequency, acceleration and displacement values of ground motions due to blasting. From the results of measurements field parameters are also determined. It is found that when compared to the blasting damage threshold values, there should not be significant effect of the ground vibrations due to blasting.

(*) Doç.Dr. Maden Yük. Müh., ODTÜ Maden Müh.Böl. ANKARA
(**) öşr.Gör.Maden Yük. Müh., ODTÜ Maden Müh.Böl. ANKARA

1. GİRİŞ

Bilindiği gibi, GLİ Müessesesi- Tunçbilek Bölgesi'nde hem yeraltından hem de açık ocaklardan üretim yapılmaktadır. Açık ocaklarda, dekapaj sırasında bölgedeki formasyonların özellikleri nedeniyle delme-patlatma gerekmektedir, özellikle son yıllarda daha derinlerden üretim yapma zorunluğu dekapaj miktarını artırmakta, gerekli dekapajı yapabilmek için harcanan patlayıcı miktarı ve/veya patlatmanın sayısı artmaktadır. Dekapaj amacıyla yapılan patlatmaların çevre köylerdeki evlere zarar verdiği hususunda şikayetler yoğunlaştığından, GLİ halihazırda uygulanan patlatma uygulamalarından dolayı oluşan yer sarsıntılarının bu evlerde herhangi bir hasara neden olup olamayacağının araştırılmasını istemiştir. Bu araştırma, evlerdeki söz konusu hasarların deprem, evlerin yapısal özellikleri gibi başka nedenlere bağlı olup olamayacağının araştırılmasını da kapsamaktaydı. Bu bildiriye, sadece bölgedeki mevcut uygulamada patlatmalardan dolayı oluşan yer sarsıntılarının şiddet ölçümleri, arazi parametreleri ile hasar limitlerinin tesbitine yönelik çalışmaların sonuçları sunulmuştur.

2. ZARAR LİMİTLERİ

Patlatma sırasında patlayıcının enerjisinin bir kısmı kaya kütlelerinin kırılarak serbest yüzeye doğru hareketini sağlarken bir kısımda çevrede kalan kaya kütlesi içerisinde harekete (sarsıntıya) neden olmaktadır. Patlatmanın yer sarsıntısı dışında, fırlayan kaya, hava şoku, gürültü gibi etkilerini de saymak mümkündür. Ancak, bu bildiride yer hareketlerinin yapılara etkisi inceleneceği için bu konuya ilişkin literatüre değinilmekle yetinilecektir. Öncelikle, yer sarsıntılarının etkilerini inceleyebilmek için "sarsıntı şiddeti", ölçüsünü saptamak gerekir. Bunlar, deplasman, hız, ivme ve frekans'dır.

Patlatma sonrası yer hareketleriyle ilgili yoğun çalışmaların ilkinden birine 1930 yıllarında A.B.D. Maden Bürosu (USBM) tarafından başlanmıştır (1). USBM'in ilk yaklaşımları, yerleşim yapılarına hangi yer hareket parametrelerinin doğrudan ilişkili olduğunun tesbiti ve sonra da bu yapılara en düşük zarar olasılığını verebilecek seviyesinin saptanmasına dönüktür.

Duvall ve Fogelson (2) yaptıkları literatür taramasında, yer hareketlerinin yapılara zarar derecelerinin saptanmasında yer hareketinin hızının diğer parametrelere oranla daha temsili olduğu kanaatına varmışlardır. Duvall ve Fogelson bu yorumlarını Thoenen ve Windes (3)'ün Amerika Birleşik Devletleri'ndeki, Langefors ve diğerleri (4)'ün İsveç'teki ve Edwards ve Northwood (5)'ün Kanada'daki çalışmalarının istatistiksel olarak değerlendirilmelerine dayandırmışlar ve patlatma sonrasında maksimum hızların 51 mm/sn (2 inç/sn) den az olması halinde çok düşük olasılıkla yapılarda bir zarara neden olabileceği kriterini getirmişlerdir. Ayrıca,

bu sınır değerinin yaygın bir uygulama alanı bulabileceğini kuvvetle vurgulamışlardır. Nitekim, Hoek ve Bray (6) Langefors ve Kihlstrom (7)un ve Ouvall ve Fogelson (2)un çalışmalarından yaptığı derlemelerinde 51 mm/sn baz alındığında, eski binalarda bile olabilecek maksimum hasarın %5'den fazla olamayacağını belirtmişlerdir. Ayrıca, değişik hız değerleri ile yapılardaki hasar ilişkisini bir çizelge halinde sunmuşlardır (Çizelge 1).

Çizelge 1. Maksimum hız-yapılara hasar ilişkisi (6)

Sarsıntı Hızı

ınc/sanı.ye	mm/saniye	Hasar Tanımı
2	51	Zarar alt sınırı veya yapılara, hatta eski binalara bile çok az hasar '% 5'den az)
5	127	Hafif hasarlar, sıva çatlaması veya dökülmesi, ciddi şikayet başlangıcı
12	305	Tahkim edilmemiş tünellerden kaya düşmeleri
25	635	Kayada çatlamaların başlangıcı
100	2540	Kayanın tamamının kırılıp parçalanması

A.B.D.'de değişik eyaletlerde getirilen kriterler de yine 51 mm/sn sınır değerine çok yakın değerlerdir. Pennsylvania eyaleti zarar sınırını deplasman cinsinden 0.76 mm olarak vermektedir (8). 0.76 mm deplasman, f=10 devir/saniye frekans değeri içm 51 mm/sn sınır değerine karşı gelir. Benzer şekilde New Jersey eyaleti tüzükleri f=60 devir/sn, Massachusettes tüzükleri ise f=80 devir/sn frekans değerlerini limit değer olarak kabul etmişlerdir ki bunlarda hız bazında değerlendirildiklerinde 48.8 mm/sn (1.92 ınc/sn) hız değerine eşdeğerdir (8).

Sıskınd ve diğerleri (9) yer hareketlerinin frekansa da bağımlı olduğuna işaret etmişler ve maksimum müsaade edilebilir hasar ust limitlerini:

1 - 2.8	devir/sn frekans için max. deplasmanın 0.76 mm
2.8 - 10	devir/sn frekans içm max. hızın 12.7 mm/sn
10 - 40	devir/sn frekans için max. deplasmanın 0.2 mm
> 40	devir/sn frekans içm max. hızın 50.8 mm/sn

olması şeklinde sınıflamışlardır. Bunun sadece hız şeklinde ifade edildiğinde müsaade edilebilir maksimum hızların

f = 1	devir/sn frekans içm 4.8 mm/sn
f =15	devir/sn frekans için 18.8 mm/sn
f =20	devir/sn frekans içm 25.1 mm/sn
f =40	devir/sn frekans için 50.8 mm/sn

şeklinde olacağını belirtmişler ve genelde uygulanan kriterin ise; düşük frekanslarda yeni yapılar için 19 mm/sn, eski evler için 12.7 mm/sn, yüksek frekanslarda ise tüm yapılar için 51 mm/sn olduğunu vurgulamışlardır.

Alman standartlarına göre (DİN 4150) yapı tipi, hız-frekans ilişkisi Çizelge 2 ve Şekil 1'de verilmiştir (10). Ayrıca, İsveç (4) ve USBM (9) limitleride kıyaslama açısından aynı şekil üzerinde gösterilmiştir.

Nicholls ve arkadaşı (1)'nin belirttiği üzere Çekoslovakya'da araştırmacılar zarar limitinin başlangıcında hızın 10.2 mm/sn -30.5 mm/sn arasında olacağı kriterini getirmişler ve diğer araştırmacılara göre emniyetli tarafta kaldıklarını da belirtmişlerdir.

Avustralya standartlarında (CA 23-1967), 15 devir/sn'den az frekanslar için 0.2 mm minimum deplasman, 15 devir/sn'den büyük frekanslar için ise 19 mm/sn hız hasar limiti olarak kabul edilmiştir (9).

İngiltere'de A.B.D.'deki standartlara paralel değerler kullanılmakta olup 19-50 mm/sn değerleri yapının durumuna bağlı olarak kritik değerler olarak kabul edilmektedir.

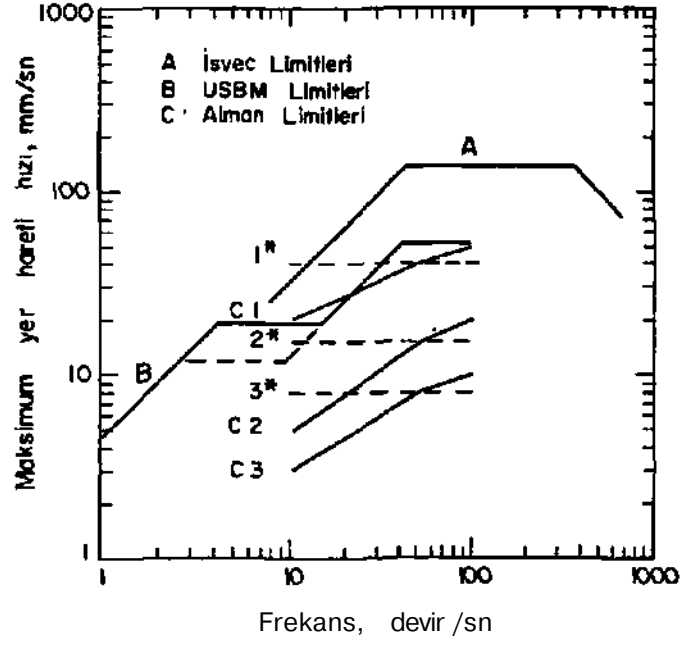
USBM araştırmacıları deplasman frekans ve hız zarar sınırları ile ilgili verileri değerlendirirken, ivmeye dayalı zarar kriteri de önermişlerdir, ivmenin 0.1 g'den küçük olması halinde zarar oluşmadığını saptamışlar ve bu değeri zarar alt sınırı olarak önermişlerdir (1).

Çizelge 2. Alman Standartlarına Göre (DİN 4150) Yapı Tipi, Hız-Frekans İlişkisi (10)

Yapı Tipi	Binaların Temelinde Maksimum Sarsıntı			Tüm Frekanslar İçin En Üst
	λ_{zx} , mm/sn (frekansa göre, f=devir/sn> f=10	f=10-50	f=50-100*	Katın Tabanında**
1) Büro ve Endüstri Binaları	20	20-40	40-50	'40
2) Oturulan Evler ve/veya ilgili konstrüksüyonlar, sıvalı yapılar	5	5-15	15-20	15
3) Sarsıntıya duyarlılıkları nedeniyle (1) ve (2) nm dışında kalan binalar	3	3-8	8-10	8

100 Devir/sn büyük frekanslar için, büyük sarsıntı seviyesine izin verilebilir.

** Birden fazla katlı binalar için, ölçümlerin hem binaların temelinde hem de en üst katın tabanında alınması gerekir.



Şekil. 1 Alman standartlarına (DIN 4150) göre hasar Ümitleri (10)

- 1 Ofis binaları
- 2 Oturma yapıları (Evler J
3. Diğer hassas yapılar

Çıplak rakamlar temelde, yıldızlı rakamlar en üst katın tabanında ölçülen değerler için

3. YER HAREKETİNİ ETKİLEYEN FAKTÖRLER

Patlatma sonrası herhangi bir noktadaki yer hareketinin büyüklüğünü etkileyen faktörlerin başında, bir gecikmeli atımda çatlatılabilen patlayıcı miktarı ve atım yapılan yerin yapıya (etkilenen yere) olan uzaklığı gelmektedir. Beklendiği gibi, sarsıntı seviyesi patlayıcı miktarının artmasıyla artacak, mesafenin artmasıyla azalacaktır. Patlatma yapılan yerin jeolojik yapısı, fiziksel ve mekanik özellikleri, topografya gibi faktörler sarsıntı derecesini etkilemekte ve arazi faktörü olarak nitelenen bu faktörlerin etkisi atım sırasında arazide yapılan hız ölçümleriyle tesbit edilebilmektedir. Bu amaçla, sarsıntı hızı ile patlayıcı miktarı-mesafe ilişkisi aranmaktadır. Yapılan yoğun araştırmalar sonucunda maksimum sarsıntı hızı "mesafe/ patlayıcı miktarı"nm bir fonksiyonu olarak ifade edilmektedir:

$$v = M^{-\alpha} D^{-\beta} W$$

Burada, v = maksimum yer sarsıntı hızı

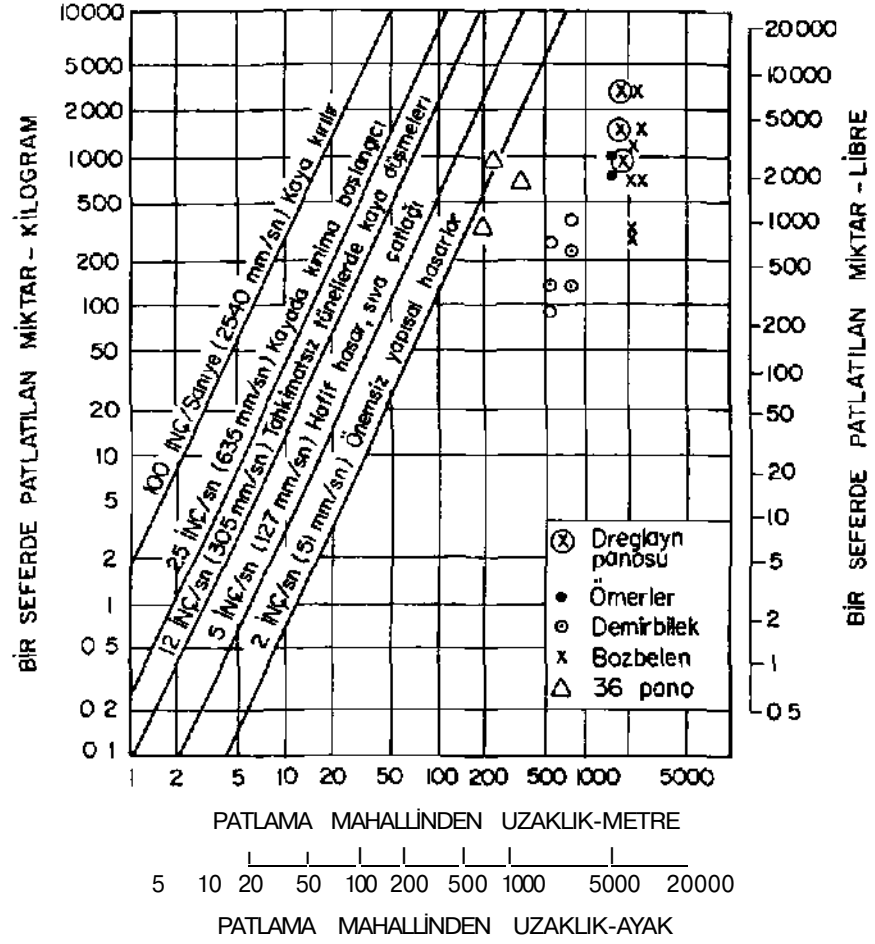
D = mesafe

w = herbir gecikmeli atımdaki patlayıcı miktarı

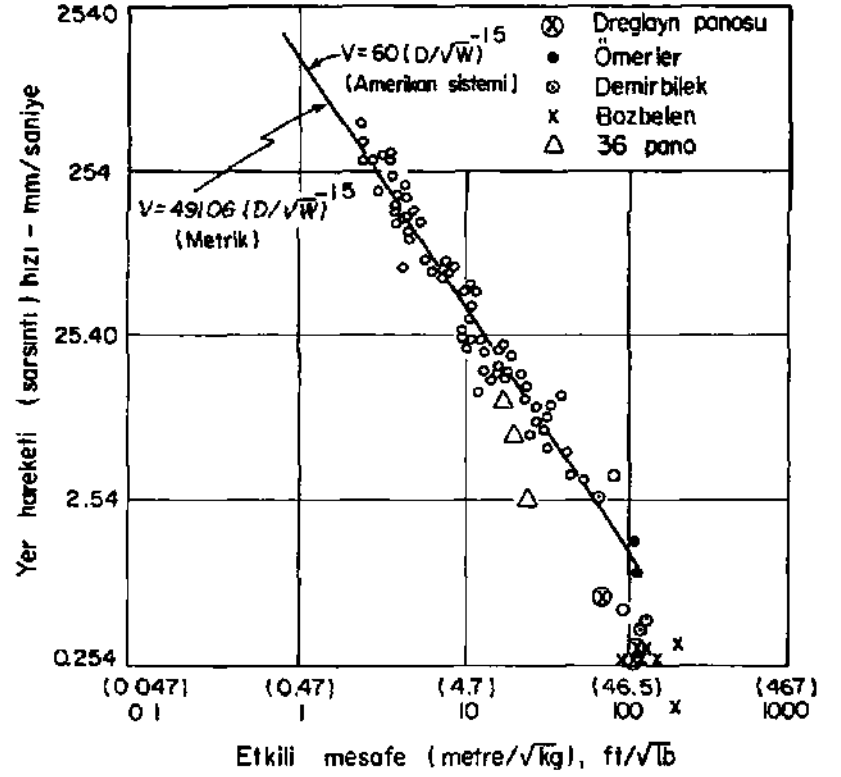
k ve β ise arazi sabitleri

dir. Bu bağlantıda, D/(W) parametresi "etkili mesafe" (scaled distance) olarak adlandırılmaktadır. Genellikle, k ve β arazi parametreleri değişim göstermekte ve söz konusu yerde sarsıntı hızı ölçümleriyle tesbit edilmesi gerekmektedir.

Devin ve arkadaşları (11) çalışmalarında 51 mm/sn (2 inç/sn) hız hasar limitini 2.4-9.4 m/(kg)^{1/2} (5-20 ft/(lb)^{1/2}) arasında değişen "etkili mesafe" değerlerinde oluştuğunu bulmalarına rağmen, arazi parametrelerinin tesbit edilmediği durumlarda, hasar açısından daha emniyetli tarafta kalmak için 21 m/(tkg)^{1/2} (50 ft/(lb)^{1/2}) değerinin kullanılmasını önermişlerdir. Benzer bir öneri de Siskind ve arkadaşları (9) tarafından yapılmıştır. Çok daha tutucu tarafta kalan bu öneri ise 34 m/(Kg)^{1/2} değerini önerir. Hoek ve Bray (6) literatürden derledikleri hız, mesafe ve patlayıcı miktarı ilişkilerini logaritmik olarak vermişlerdir (Şekil 2 ve 3) ve arazi parametrelerinin ölçümlerle bulunmadığı durumlarda ilk yaklaşım olarak kullanabileceklerini belirtmişlerdir. Şekil 3'e Oriard (12) tarafından derlenen arazi parametreleri k ve β 'nin değerleri de fikir vermesi açısından eklenmiştir. Diğer taraftan, Ball (13) İngiltere'de 2700 civarında patlatma sırasında alman etkili mesafe-hız sonuçlarını doğrudan değişim ek ~linde göstermiştir. Bu şekilde bir gösterim, logaritmik gösterime göre daha iyi korelasyon katsayısı vermiştir (14). Şekil 4'de bu araştırmanın kö-ür ocakları sonuçları verilmiştir (13).



Şekil 2 Belirli miktardaki patlayıcıların belirli mesafelerde yarattığı yer hareketi (sarsıntı) hızları (6)

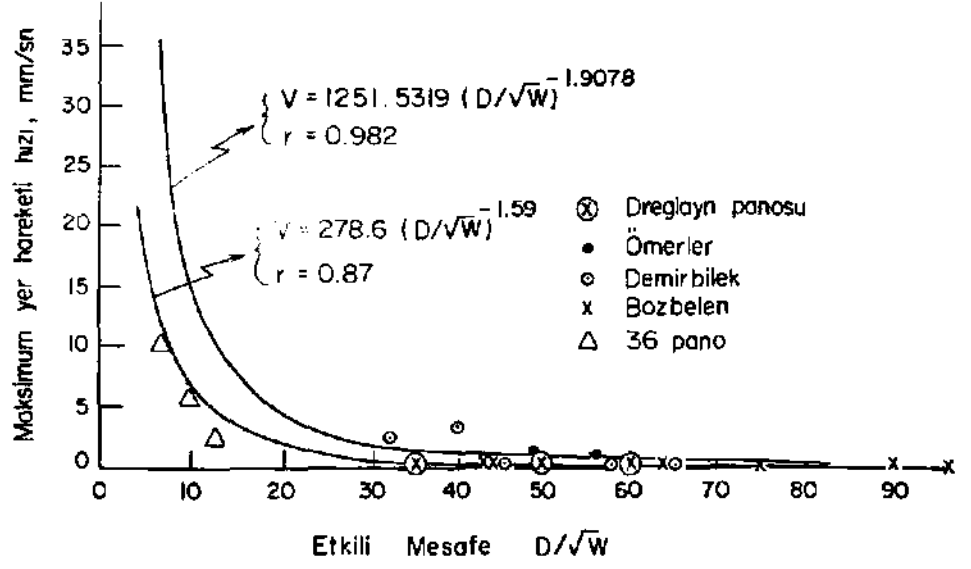


Şekil 3 Patlamada etkili mesafeye karşılık ölçülen yer hareketi (sarsıntı) hızları (6)

Oriard (12) tarafından verilen k ve f_i değerleri

Açık inletmede delik patlatması • $k = 26$ to 260 $\rho > -1.6$
Açık isletmede galeri patlatması $k = 5$ to 20 , $f_i = -1.1$
Açık inletmede ön-çatlatma $k = 800$, $\beta = -16$

Amerikan
Sistemi İçin



Şekil . 4 Kömür açık ocakları için etkili mesafe- Hız ilişkisi (12)
(589 ölçüm sonucuna göre J

Literatürde verilen kriterler (hasar limitleri) oldukça değişim göstermektedir. Bu değerlerin dağılım göstermelerinin bir nedeni arazi faktörü olabileceği gibi bir nedeni de yapıların sarsıntıya tepkisiyle açıklanabilir.

4. ARAZİ ÖLÇÜMLERİ

Şikayetlerin öncelikle yoğunlaştığı köyler; Ömerler, Bozbelenvve Demirbilek köyleridir. Bu köylere en yakın mesafede faaliyette olan GLİ Tunçbilek Bölgesi panoları ise Ömerler BY 8, Beke BY. 5A ve Kuşpınar 3-E'dir. Ömerler panosunun Ömerler'e uzaklığı 1600 metre, Beke panosunun Bozbelen'e uzaklığı 2000-2500 metre ve Kuşpınar panosunun Demirbilek'e uzaklığı 500-800 metre'dir. Köylerin ilgili panolara en yakın evlerinde istasyonlar kurulmuş, panolardan uzaklığı sabit tutularak bir defada (gecikmede) patlatılan patlayıcı (ANFO) miktarı arttırılmak suretiyle atışlar tekrar edilmiş ve oluşan sarsıntıların kayıtları alınmıştır. Herbir panoda bir gecikmede denenen maksimum patlayıcı miktarları, halihazırdaki uygulamada söz konusu panolarda herbir gecikmeli atımda kullanılan patlayıcı miktarlarının üzerinde *olacak* şekilde alınmıştır. Ayrıca, arazi faktörlerini tesbit amacıyla 3[^] panoda da ölçümler yapılmıştır.

Araştırmada VS-1200 Sprengnether marka mühendislik sismografı (hız ölçeri) kullanılmıştır. Yer sarsıntısı hızı ve frekans direkt olarak kayıtlardan bulunmu, ivme ve deplasman ise hareketin karakterine uygun olarak (genellikle sinusoidal) hesap edilmiştir. Hesaplama yöntemlerinin ayrıntısı ilgili kaynaklarda (8, 15, 16) verilmiştir. Burada onlara atıf yapılmakla yetinilecektir.

Ölçüm sonucu bulunan hız, ivme, deplasman, frekans ve arazi parametreleri Çizelge 3'de sunulmuştur. Çizelgenin incelenmesinden görüleceği gibi, patlatma sırasında ölçülen yer hareketi parametreleri, diğer bir deyişle hız, ivme ve deplasman değerlerinin herbirinin, daha önceki bölümlerde belirtilen dünya standartlarında önerilen en düşük değerlere eşit veya daha büyük olmadığı görülmektedir. Standartların en emniyetli tarafta kalanı (tutucusu) Alman standartlarıyla karşılaştırıldığında bile, ölçülebilen en büyük hız değerleri adı geçen standart'da önerilen alt sınırlardan en az iki kat daha aşağıda, diğer bir deyişle iki kat emniyetli tarafta bulunmaktadır (Şekil 1, Çizelge 2). Demirbilek*te ölçülen en yüksek iki hız (2.72 mm/sn ve 3.53 mm/sn) değerime karşı, bu hızlarda ölçülen sırasıyla 7 devir/sn ve 28 devir/sn frekans değerleri de gözönüne alındığında, adı geçen standartda önerilen kritik değer limitleri sırasıyla 5 mm/sn ve 5-15 mm/sn'dir (Şekil 1). Diğer taraftan, yukarıda da belirtildiği üzere ölçülen ivme ve deplasman değerleri de çok düşük olduğundan, bu açıdan da herhangi bir zararın söz konusu olması mümkün değildir.

Tüm hız değerleri köy bazında Şekil 2, 3 ve 4'de kıyas-

Çizelge 3. Hızölçer Ölçüm Sonuçları

Ölçüm Yeri Adı	Patlatmadan Uzaklık, D (metre)	Patlayıcı Miktarı w, (kg-ANFO)	D N/W"	Sonuçlar			
				Hız (mm/sn)	ivme (mm/sır) (g)	Deplasman (mm)	Frekans (Devir/sn)
Ömerler Köyü	1578	750	57.6	0.98	23-5 (0.Ü024g)	0.071	3
	1578	<i>ıCDO</i>	48.7	1.45	18 (0.0018g)	0.051	2.8
Demırbılek Koyu	550	300	31.8	2.72	157 (0.016g)	0.038	7
	550	150	44.9	0.60	35 (0.0036g)	0.001	48
	550	90	58.0	0.42	-	0.001	34
	800	400 (8'lı atış)	40.0	3.530	123 (0.0125g)	0.012	28
	800	250 (5'lı atış)	-	-	-	-	-
	800	150 (3'lu atış)	65.3	0.475	55 (0.0056g)	0.0022	25
36 Pano içi	240	1000	7.6	4.5(10.2)	210 (0.0214g)	0.060	25
	200	375	10.3	3.1(6.0)	93 (0.0095g>	0.015	12
	350	750	12.3	2.55	18 (0.00018g)	0.019	5

Çizelge 3. (Devam)

ölçüm Yeri Adı	Patlatmadan Uzaklık,D (metre)	Patlayıcı Miktarı W, (kg-ANPO)	D \sqrt{W}	Sonuçlar			
				Hız (mm/sn)	ivme, (mm/sn ² (g))	Deplasman (mm)	Frekans (Devir/sn)
Bozbelen Köyü	2040	300	118.0	Hissedilmedi, kayıt alınamadı			
	2040	375	105.3	0İ06	-	-	-
	2040	750	74.5	0.27	8 (0.0008g)	0.004	8
	2040	1125	60.8	0.45	48 (0.0049g)	0.0042	17
	2500	750 (5'li atış)	91.3	0.190	22.7 (0.0023g)	0.0011	22
	2500	1500 (10'lu atış)	64.5	0.326	26.4 (0.0027g)	0.0016	20
	2500	3150 (21'li atış)	44.5	0.270	9.05 (0.0009g)	0.0036	8
Dreglayn Bakım yeri (Beke pano- Bozdelen Köyü hattın- dan 25 ka- rter rltf)1ş4lc bir hat	1900	1000	60	0.349	13.3 (0.0013g)	0.0047	8
	1900	1500	49	0.269	11.6 (0.0012g)	0.0026	11
	1900	3000	34.7	0.689	56.5 (0.0058g)	0.0036	20

lama amacı ile işaretlenmiştir. Şekil 4'den görüldüğü gibi, Ölçülen değerler Ball'm İngiltere'de kömür ocaklarında bulunduğu değerlerle büyük bir uyum içerisindedir. Aynı uyum Şekil 3'de de görülmektedir. Şekil 2'de ise ölçülen tüm değerler alt hasar limitinin çok altında kalmaktadır.

Ayrıca, GLİ'de halihazırda uygulanan etkili mesafe değerlerinin literatürde hiç ölçme alınmadığı yerler için önerilen değerlerden en tutucu tarafta olan $34 \text{ m}/(\text{kg})^{1/2}$ değerinden çok olduğu da çizelge 3'de görülmektedir.

Ölçülen hız değerleri karşılaştırıldığında üç köy yönünde farklılıklar göstermiştir. Demirbilek ve Ömer'ler yönlerinde aynı etkili mesafe değerlerinde Bozbelen yönüne kıyasla daha yüksek hız değerleri elde edilmiştir. Bunun nedeninin Bozbelen yönünde eski yıllardaki dekapaj faaliyetlerinden dolayı alınan kısımların olması, patlatma yapılan yer ile köy arasında büyük bir dere yatağı ile dökü harmanının bulunması olduğu kanaatındayız.

Tüm ölçüm değerleri gözönüne alınarak irdeleme yapıldığında k ve β arazi sabiteleri sırasıyla 278.6 ve -1.59 olarak tesbit edilmiştir. Diğer bir deyişle, genelleme yapıldığında sarsıntı hızı ile "etkili mesafe" ilişkisi söz konusu panolar ile köyler arasında

$$v = 278.6 \cdot f^{-0.59} \text{ mm/sn}, r=0.87$$

şeklinde olur.

4. SONUÇLAR

GLİ Tunçbilek Bölgesi açıkocak lağımlarının çevre köylerde hasara neden olup olmadığı konusu yazarlar tarafından araştırılmıştır, patlatmanın yapılara hasar verecek derecede etkili olmadığı saptanmış; binalarda görülen çatlakların, binaların yönetmelik hükümlerine uyulmadan inşa edilmelerinden meydana geldiği tesbit edilmiştir (17). Bölgenin deprem riski gözönüne alınırca, bu tip yapıların ileride büyük can ve mal kaybına neden olabileceğini söylemek mümkündür.

Arazide yapılacak ayrıntılı ölçümlerle patlatma uygulamalarından dolayı oluşan yer sarsıntılarının özellikleri ile patlatma ve arazi parametrelerinin önceden elde edilmelerinin yararları çok açıktır.

TEŞEKKÜR

Bu araştırmayı destekleyen GLİ Müessesesi Müdürlüğü ile GLİ Tunçbilek Bölge Müdürlüğü'ne teşekkürü bir borç biliriz. Burada yazılanlar yazarların kendi kanaatları olup hiçbir şekilde Müesseseyi bağlamaz.

KAYNAKLAR

1. Nicholls, R.H., Johnson, C.P., Duvall, W.I., *Blasting Vibrations and Their Effects on structures*. National Technical Information Service, U.S. Department of Commerce, 1971, 105 p.
2. Duvall, W.I., Fogelson, D.E., *Review of Criteria for Estimating Damage to Residences from Blasting Vibrations*, U.S.B.M. Report of Invest. 5968, 1962, 19 p.
3. Thoenen, J.R., Windes, S.L., *Seismic Effects of Quarry Blasting*, U.S.B.M. Bull. 442, 1932, 83 p.
4. Langefors, U., Kihlstrom, B., Westerberg, H., *Ground Vibrations in Blasting Water Power*, 1958, pp. 335-338, 390-395.
5. Edwards, A.T., Northwood, T.D., *Experimental Studies of the Effects of Blasting on Structures*, *The Engineer*, 1960, pp. 538-546.
6. Hoek, E., Bray, J., *Rock Slope Engineering*, The Inst, of Mining and Metallurgy, London, 3rd Edition, 1981, 358 p.
7. Langefors, U., Kihlstrom, B., *The Modern Technique of Rock Blasting*, John Wiley and Sons, New York, Second Edition, 1973, 405 p.
8. McEvelly, T.V., *Interpretation of Vibration Records interms of Building Damage*, W.F. Sprengnether Instrument Co. Inc., Missouri, 1960, 3p.
9. Sinskind, D.E., Stagg, M.S., Stagg, Koop, J.W., Dowding C.H., *Response and Damage Produced by Ground Vibration From Surface Mine Blasting*, U.S.B.M. Report of Invest. 8507, 1980, 74 p.
10. Broadhurst, K.A., Wilton, T.J., Higgings, J.P., *Review of Current Standards and Recommendations for Vibration and Noise*, *Trans, of Inst, of Mining and Metallurgy*, Part A, 1984, pp. 210-213.
11. Devine, J.R., Beck, R.H., Meyer, A.V.C., Duvall, W.I., *Effect of Gharge Weight on Vibration Levels from Quarry Blasting*, U.S.B.M. Report of Invest. 6774, 1966, 37 p.
12. Oriard, L.L., *Blasting Effects and Their Control in Open Pit Mining*, *Proc. and Int. Conf. on Stability in Open Pit Mining*, Vancour, 1971, pp. 197-222.
13. Ball, M.J., *The Prediction of Blasting Vibrations*, Internal Company Document, Nobel's Explosives Company Limited, 1981.
14. Mather, W., *Factors Affecting Magnitude and Frequency of Blast-Induced Ground and Air Vibrations*, *Trans, of Inst, of Mining and Metallurgy*, part A, 1984, pp. 173-198.
15. Ballinger, G.A., *Blast Vibration Analysis*, Southern Illinois University Press, Reffer and Siomons, Inc., London, 1971, 132 p.
16. *Instruction Manual, VS-1200 Engineering Seismograph*, W.F. Sprengnether instrument Co.Inc., Missouri, 1970.
17. Paşamehmetogiu, A.G., Erdik, M., Yılmaz ç.. Karpuz, C., Bilgin, A., *Tunçbilek Bölgesi Açık İşletmelerindeki Lağım Atımlarının Yerleşim Merkezlerine Tesir Derecesinin Tesbiti*, ODTÜ, Ankara, 1987, 47 sayfa.-