

ESKİŞEHİR-SÜPREN YÖRESİNDE BİR TAŞ OCAĞINDA PATLATMADAN KAYNAKLANAN YER SARSINTILARININ ÖLÇÜLMESİ VE ANALİZİ

Hakan AK¹, Adnan KONUK²

ÖZET: Açık ocak madenciliğinde, patlatma kaynaklı yer sarsıntıları, patlatma yeri civarındaki yerleşim birimleri için önemli riskler oluşturabilmektedir. Bu nedenle, patlatmanın kaçınılmaz olduğu yerlerde, yer sarsıntısı ve hava şokundan kaynaklanan çevre problemlerinin çözümü için atımların mutlaka kontrol altına alınması gerekmektedir. Bu çalışmada, Eskişehir-Süpren Köyü civarındaki bir taş ocağında yapılan patlatmaların kontrol altına alınabilmesi için, köy halkının da şikayetleri doğrultusunda, patlatmalardan kaynaklanan yer sarsıntılarının ölçümü ve analizi yapılmıştır. Ölçümler, White Seis II marka bir sismograf ile hem Süpren Köyü yönünde hem de şantiyeye ait binaların bulunduğu yönde yapılmıştır. İstatistiksel olarak yapılan değerlendirmeler sonucunda, ölçekli mesafeler ve maksimum parçacık hızları arasında iyi korelasyonlu bir ilişki elde edilerek, tasarımlarda dikkate alınmış ve atımlar kontrol altına alınmıştır.

ANAHTAR KELİMELELER: Taş ocağı, Patlatma, Yer sarsıntısı, Hasar

THE ANALYSIS AND THE MEASUREMENT OF GROUND VIBRATIONS INDUCED BY BLASTING IN A QUARRY AT THE REGION OF ESKİŞEHİR-SÜPREN

ABSTRACT: In open pit mining, vibrations induced by blasting can bring important risks to settlements around the blasting area. For this reason, if blasting operations are unavoidable, shots must be taken under control to eliminate the environmental problems arisen from ground vibrations and air blast. The aim of this study is to measure and analyze the ground vibrations induced by blasting in the quarry near to Süpren village located in the city of Eskişehir in order to take the shots under the control. White Seis II seismograph was used for the measurement in the two direction. First is in the direction of Supren Village and the other is in the direction of sitebuildings. As a result of statistical evaluation, a good correlation has been obtained between scaled distances and maximum particle velocities and shots have been taken under control.

KEYWORDS: Quarry, Blasting, Ground Vibration, Damage.

I. GİRİŞ

^{1,2} Osmangazi Üniv., Müh.-Mim. Fak., Maden Müh. Böl., 26480 Batı Meşelik, ESKİŞEHİR

Günümüzde, kayaç kazılarında maliyetlerin yüksek oranda azalmasını sağladığından, birçok sektörde patlatmaların yapılması artık kaçınılmaz hale gelmiştir. Bu nedenle, madencilik, taş ocakçılığı ve inşaat gibi sektörlerde patlatma işleri giderek artan bir hızla yapılmaktadır. Buna bağlı olarak da patlatmaların çevreye verdiği hasar ve şikayetler o oranda artış göstermektedir. Patlatmalar yapılırken, çevreye verdiği zararların en aza indirilebilmesi için atımların izlenmesi ve kontrol altına alınması gerekmektedir.

Ülkemizde, özellikle açık ocak patlatmalarından kaynaklanan titreşimlerin çevreye verdiği hasarlar ve buna bağlı olarak da şikayetlerin giderek artış göstermesi, uzun yıllardan beri tartışılan bir olgudur. Patlatma kaynaklı titreşimlerin neden olduğu bu şikayetlerin birçoğunun gerçeği yansıtmadığı ve çeşitli nedenlere dayandığı düşünülmektedir. Patlatma kaynaklı sarsıntılar ile ilgili olarak çevre sakinlerinin şikayetlerini üç grupta toplanabilir [1]:

- a) Gerçek nedenlere bağlı şikayetler,
- b) Bilgi azlığından kaynaklanan, endişeye bağlı şikayetler,
- c) Çıkar sağlamak amacı ile, kötü niyetle yapılan şikayetler.

Bu çalışmada öncelikle, Eskişehir-Süpren yöresinde bir taş ocağında yapılan atımlara ait delik geometrisi parametreleri, patlatma parametreleri ve titreşim kayıtları çok titiz bir şekilde kayıt edilmiştir. Daha sonra da, sözü geçen sahada yapılan patlatmaların kontrol altına alınabilmesi için patlatmalardan kaynaklanan yer sarsıntılarının analizi yapılmıştır. Ölçekli mesafeler ve maksimum parçacık hızları arasındaki ilişkiler araştırılmıştır. Ayrıca, patlatma kaynaklı sarsıntılar ile ilgili olarak çevre sakinlerinin şikayetlerinin gerçeği yansıtmadığı üzerine tartışılmış ve yapılan patlatmaların dünyada en çok kullanıma sahip hasar kriterlerine uygunluğu araştırılmıştır.

II. PATLATMADAN KAYNAKLANAN YAPISAL HASAR KRİTERLERİ

Ülkemizde, patlatmalardan kaynaklanan bina hasarları üzerine herhangi bir kriter bulunmamaktadır. Bu bölümde, dünyada en çok kullanıma sahip hasar kriterleri kısaca tanıtılmıştır.

II.1 ABD Madencilik Bürosu'nun (USBM) Patlatma Hasar Kriteri

USBM, açık ocak patlatmalarından kaynaklanan yer sarsıntısının yapılara olan etkisi ve zararlarıyla ilgili 1980'de Siskind ve arkadaşlarına 219 üretim atımının 79 evdeki etkisini belirlemeye yönelik bir çalışma yaptırarak sonuçlarını yayınlamıştır. USBM RI 8507 olarak adlandırılan raporda belirtilen sonuçlar aşağıda kısaca verilmektedir [2-3].

- Düşük frekanslı (≤ 40 Hz) patlatmalarda hasar verme potansiyeli, yüksek frekanslı (≥ 40 Hz) patlatmalardan daha fazladır.
- Bina inşaat tipleri, minimum beklenen hasar seviyesine etki eden bir faktördür. Alçı panellerden oluşan iç duvarlar, eski tahta kalas üzeri sıva kaplamalı duvarlara göre titreşim zararına karşı daha dayanıklıdır.
- Pratik olarak düşük frekanslı yer titreşimleri yaratan patlatmalar için emniyet sınırı; modern alçı pano duvarlı evler için 19 mm/sn, tahta kalas üzeri sıva duvarlı evler için 12,7 mm/sn'dir. 40 Hz üzeri frekanslarda tüm evler için emniyetli parçacık hızı, en çok 50,8 mm/sn olarak tavsiye edilir.

II.2. ABD Açık Ocak Madencilik Bürosu (OSM) Patlatma Hasar Kriteri

ABD Açık Ocak Madencilik Bürosu (OSM), yer sarsıntısı ve hava şokunu kontrol altına almak için patlayıcı maddelerin nasıl kullanılması gerektiği konusundaki en önemli raporunu 8 Mart 1983 tarihinde yayınlamıştır. Bu rapordaki kurallar patlatma etkinliklerinin kontrolü konusundaki nihai kurallar olup, tüm dünyada oldukça yaygın kabul görmüş ve uygulanmaktadır. OSM kuralları; patlatma sorumlusuna, aşağıdaki üç yöntemden birini kullanmasını tavsiye etmektedir [2-3].

Birinci yöntemde; her patlatma, maksimum parçacık hızını izleyebilecek kapasitede bir sismograf tarafından izlenmelidir. Maksimum parçacık hızı, Tablo 1'de gösterilen

seviyelerin altında kaldığı müddetçe patlatma sorumlusu kurallara uymaktadır. Her gecikme için patlayıcı madde miktarını hesaplamada izin verilen değerler; çok sıkı bir biçimde ölçekli mesafe faktörüyle sınırlandırılmamıştır. Bu sayede, patlatma sorumlusu daha büyük atımlar tasarlayabilir, daha büyük çapta delik açabilir ve daha büyük basamak veya daha geniş delik düzeni kullanabilir [2-3].

Tablo 1. Atım yerinden belirli bir uzaklıkta izin verilen maksimum parçacık hızları [2].

Patlatma Noktasından Uzaklık		Maksimum izin verilen parçacık hızı	
<i>ft</i>	<i>m</i>	<i>İnç/sn</i>	<i>mm/sn</i>
0-300	0-90	1,25	31,75
301-5000	91-1500	1,00	25,40
>5000	>1500	0,75	19,05

İkinci yöntemde; patlatma sorumlusu; atımı, Tablo 2’de gösterilen patlatma noktası ile ölçüm noktası arasındaki uzaklığa bağlı ölçekli mesafe tasarım faktörlerine uygun düzenlemelidir. Bu yöntemde, OSM ölçekli mesafe faktörleri uygulandığı sürece, sismik kayıt almaya ihtiyaç duyulmamaktadır [2-3].

Tablo 2. Uzaklığa Bağlı İzin Verilen Ölçekli Mesafe Faktörleri [2].

Patlatma Noktasından Uzaklık		Sismik İzleme Yapılmadan Kullanılacak Ölçekli Mesafe Faktörü (SD)
<i>ft</i>	<i>m</i>	
0-300	0 - 91,44	50
301-5000	91,44 - 1524	55
>5000	> 1524	65

Üçüncü yöntem; frekans esaslı patlatma seviyesi grafiği kriteridir. Patlatma sorumlusunun, frekansla birlikte değişen parçacık hızı seviyelerini kullanmasına izin verilir. Bu yöntemde, patlatmadan kaynaklanan yer sarsıntısı dalga frekanslarının analizinin ve her atımın parçacık hızı ölçümlerinin yapılması gerekmektedir. Bu yöntem; patlatmalardan kaynaklanan, meskun binalara ve hatta insanlara yönelik potansiyel zararları değerlendirmede en iyi yöntemi temsil etmektedir.

II.3. Alman DIN 4150 Hasar Kriteri

Hasar kriterleri içinde parçacık hızı, frekans ve yapı türünü esas alan, aynı zamanda daha güvenli normlardan biri olan ve günümüzde yaygın kullanıma sahip olanı Alman 4150 DIN Standart'ıdır [2-3]. Alman standardına göre (DIN 4150) yapı tipi, hız-frekans ilişkisi Tablo 3'de gösterilmiştir.

Tablo 3. Alman Standartlarına Göre (DIN 4150) Yapı Tipi, Hız-Frekans İlişkisi.[4]

Yapı Tipi	Binaların Temelinde En büyük Sarsıntı Hızı, mm/sn (frekansa göre, f=devir/sn)			Tüm Frekanslar için en üst katın tabanında **
	f=10	f=10-50	f=50-100 *	
1. Büro ve endüstri binaları	20	20-40	40-50	40
2. Oturulan evler, sıvalı yapılar	5	5-15	15-20	15
3. Sarsıntıya duyarlılıkları nedeniyle 1. ve 2. maddenin 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

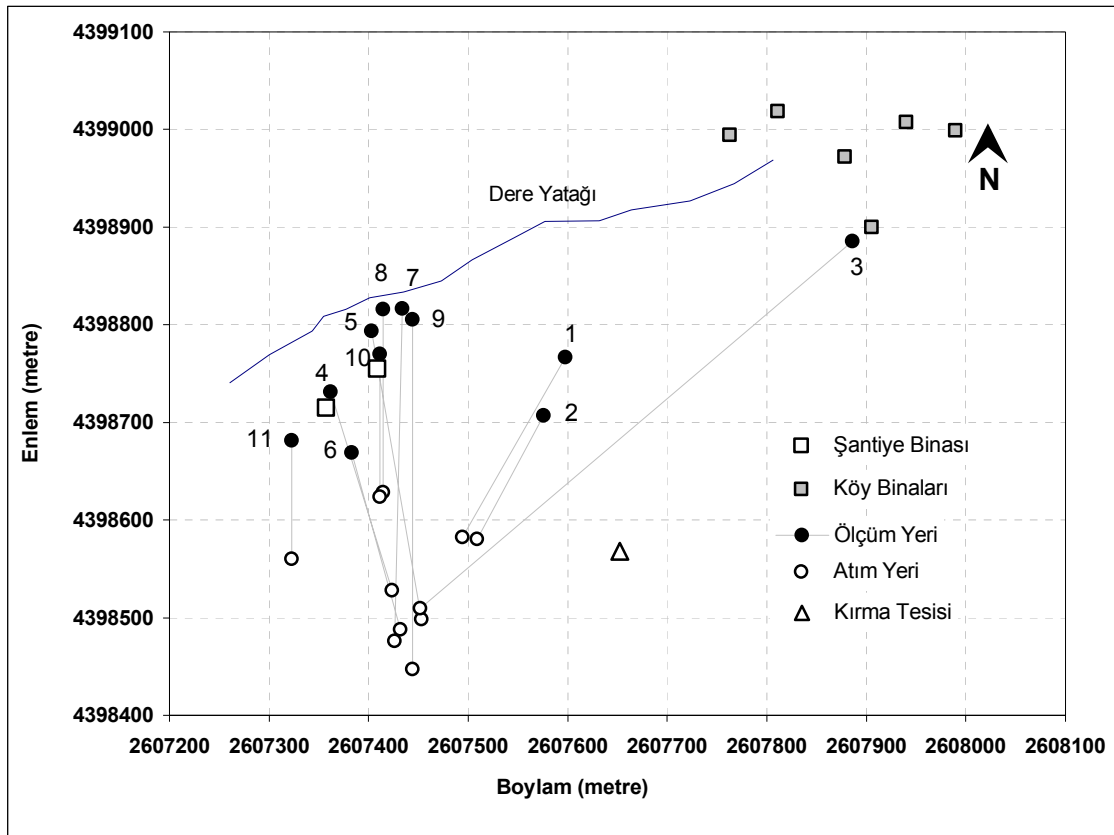
III. ÇALIŞMA SAHASI VE ARAŞTIRMADA UYGULANAN YÖNTEM

III.1. Çalışma Sahası

Çalışma, Eskişehir'e 17 km uzaklıkta bulunan Süpren köyü civarındaki kırma taş açık ocak işletmesinde yapılmıştır. Ocaktan elde edilen malzeme hemen ocağın yanındaki taş kırma tesisine beslenmekte ve kırılan malzeme inşaat sektörü ve yol yapımında kullanılmak üzere değişik boyutlara indirilmektedir. Taş kırma tesisinin kapasitesi yaklaşık olarak 300 ton/saat' tir.

Ocağın bulunduğu bölgenin büyük bir kısmı metamorfik şistlerden oluşmaktadır. Süpren metamorfik birimi permokarbonifer yaşlı olup, yüksek basınç düşük sıcaklıkta metamorfize olmuş hendek sedimanları volkaniklerinden oluşmaktadır. Birimin ana kayaları şist, mermer ve kuvarsittir. Arazi sistematik çatlaklar içermektedir [5].

Çalışma sahasının plan görünümü Şekil 1’de gösterilmektedir. Plan görünümüne bakıldığında taş ocağının kuzey – kuzey batısında 150-200 metre uzaklıkta şantiyeye ait binalar, kuzey doğusunda 600-700 metre uzaklıkta Süpren Köyü’ne ait binalar ve doğusunda ise taş kırma tesisi bulunmaktadır. Köy binaları genelde, çamur harçlı yığma taş yapılardan oluşmaktadır. Yapılarda kiriş, kolon gibi taşıyıcı elemanlar yoktur. Atımlara ait kayıtların, genellikle şantiyeye ait binalar ve köy yönünde yapıldığı görülmektedir.



Şekil 1. Çalışma sahasının plan görünümü.

III.2. Araştırmada Uygulanan Yöntem

Bu sahada, köy halkının şikayetlerinin gerçeği yansıtıp yansıtmadığını anlamak için, köy yönünde ve atım yerine çok daha yakın işletmeye ait şantiye binaları civarında 11 patlatma olayının yer sarsıntısı unsurları ölçülmüştür. Patlatma olaylarında patlayıcı madde olarak ANFO ve jelatin dinamit kullanılmıştır. Her atım sırasında ölçekli mesafe parametreleri olan mesafe (D) ve gecikme başına kullanılan maksimum şarj miktarı (W)

(gecikmeli atımlarda, aynı numaralı kapsüllerin kullanıldığı deliklerdeki maksimum patlayıcı miktarı) dikkatli bir şekilde kaydedilmiştir. Ölçüm istasyonları ile atım yeri arasındaki uzaklık topoğrafik bir alet (GPS) ile ölçülmüştür. Daha sonra da her atımın yer sarsıntısı unsurları White Seis II marka bir sismograf ile kaydedilmiştir. Parçacık hızının önceden tahmin edilebilmesi için literatürde yaygın kullanıma sahip silindirik şarj için önerilen aşağıdaki ölçekli mesafe eşitliği göz önüne alınmıştır [6-7].

$$SD = (D / \sqrt{W}) \quad (1)$$

Burada; SD , ölçekli mesafe; D , atım yeri ile ölçüm istasyonu arasındaki uzaklık, (m); W , gecikme başına kullanılan maksimum patlayıcı miktardır (kg).

Diğer taraftan, parçacık hızının önceden tahmin edilebilmesi için aşağıdaki eşitlik kullanılmıştır [8-9].

$$PPV = K \cdot (SD)^{-\beta} \quad (2)$$

Burada; PPV , maksimum parçacık hızı (mm/sn); K , arazi iletim katsayısı (kayacın homojenliğine, fayların ve çatlakların varlığına bağlı sabit); β , arazi sönümlenme katsayısıdır (özel jeolojik sabit) [7-10].

IV. ÖLÇÜM SONUÇLARI VE DEĞERLENDİRİLMESİ

Bilindiği gibi her saha başka bir bölgedeki sahadan bağımsızdır ve farklı özellikler gösterir. Dolayısıyla her sahada yapılan atımlar, aynı patlatma koşullarını meydana getirmez. Bu nedenle bir bölgedeki patlatma koşullarının belirlenmesi için o bölgedeki atımların takip edilerek hangi sistematığe uyduğunun belirlenmesi gerekmektedir.

Araştırmanın yapıldığı sahada, atım ile ilgili delik geometrisi parametreleri Tablo 4'de gösterildiği gibidir. Atımlarda dilim kalınlığı ve delikler arası mesafe fazla farklılık göstermezken, basamak yükseklikleri ve delik boyları farklılıklar göstermektedir. Bu, arazi yapısının engebeli olması nedeniyle basamakların yeni oluşturulmaya çalışılmasından kaynaklanmaktadır. Tablo 4'deki delik geometrilerine göre düzenlenen atımlara ait ölçekli mesafe parametreleri ve titreşim ölçüm sonuçları da, Tablo 5'de sunulmuştur.

Tablo 4. Atımlara ait delik geometrisi parametreleri

Atım No	Dilim Kalınlığı (B) (m)	Delikler Arası Mesafe (S) (m)	Basamak Yüksekliği (H) (m)	Delik Boyu (L) (m)	Delik Çapı (mm)	Delik Eğimi	Delik Sayısı	Dilim Sayısı
1	2,5	3	7	8	89	80°	24	3
2	2,5	3	8,5	9,5	89	80°	60(40+20)*	2
3	2,5	2,5	12	13	89	80°	30	3
4	2,5	2,5	7-10	8-11	89	80°	33	3
5	2,2	2,2	12,5	13,5	89	80°	34	4
6	2,2	2,4	9,5-12,5	10,5-13,5	89	80°	47(41+6)*	2-3
7	2,2	2,2	8-11	9-12	89	80°	50(41+9)*	3
8	2,4	2,4	3-8	3-9	89	80°	36(18+18)*	3
9	2,2	2,2-2,5	15	16	89	80°	31	2
10	2,2	2,2	2,5-10	3,5-10,5	89	80°	27(21+6)*	1
11	2,2	2,2	3,5	3,75-4	89	80°	46	4

* Basamağın altında açılan kısa delikler ile birlikte toplam delik sayısını göstermektedir.

Tablo 5. Patlatma parametreleri ve titreşim ölçüm sonuçları

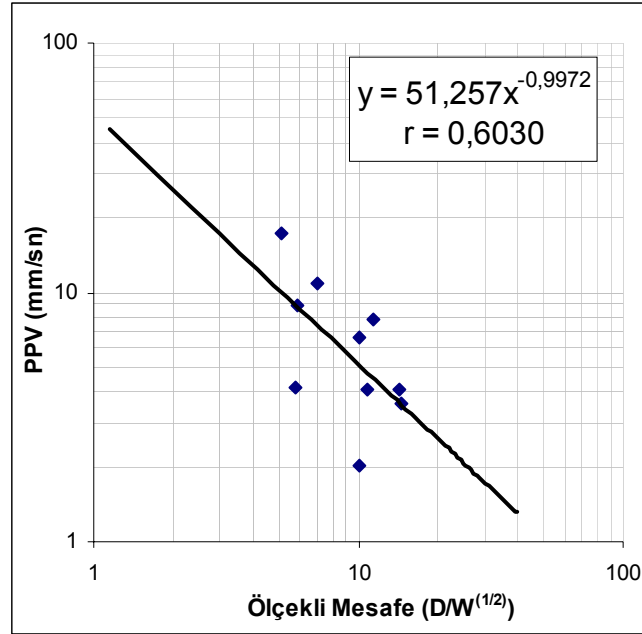
Atım No	Atım-Ölçüm Yeri Arası Mesafe (D)(m)	Gecikme Başına En Fazla Patlayıcı (W) (kg)	Ölçekli Mesafe (D/√W)	PARÇACIK HIZLARI ve FREKANSLAR				Bileşke (mm/sn)	Gürültü (dB)
				Max.Hız (mm/sn)	Boyuna (mm/sn)	Düşey (mm/sn)	Enine (mm/sn)		
				Frekans (Hz)	Frekans (Hz)	Frekans (Hz)	Frekans (Hz)		
1	210	208,3	14,55	3.556	3.556	2.2860	1.2700	3.5560	121
				14.6	14.6	10.8	24.3		
2	140	400	7	10.9220	9.9060	10.9220	3.3020	11.8110	129
				10.8	9.6	10.8	9.6		
3	580	500	25,94	<i>Kayıt Alınamadı</i>					
4	210	440	10,01	2.032	2.032	1.27	1.778	2.413	136
				15.0	15.0	12.4	8.6		
5	300	778,8	10,75	4.064	4.064	3.302	3.556	5.588	142
				6.6	6.6	21.3	23.2		
6	190	1080	5,78	4,191	3,175	2,794	4,191	4,445	142
				6,7	11,9	10,2	6,7		
7	340	568	14,27	4,064	4,064	1,524	2,667	4,318	131
				15,0	15,0	23,2	22,2		
8	190	282	11,31	7,747	7,747	2,413	4,953	8,001	141
				11,6	11,6	21,3	14,6		
9	360	1279	10,07	6,604	6,604	1,27	2,413	6,731	125
				19,6	19,6	21,3	17,6		
10	140	741,4	5,14	17,272	17,272	8,509	12,192	20,32	138
				8,0	8,0	26,9	20,4		
11	120	419,7	5,86	8,89	8,89	3,937	4,064	9,017	126
				10,6	10,6	8,6	11,9		

Maksimum parçacık hızı (PPV) ve ölçekli mesafe (SD) arasında, bu bölge için kullanışlı bir ilişki saptamak amacıyla Tablo 5'deki veriler kullanılarak regresyon analizi

yapılmıştır. Ölçekli mesafe ve parçacık hızı ile ilgili olan bu ampirik eşitliğin bulunmasında kullanılan regresyon analizi grafiği, Şekil 2’de gösterilmektedir. Elde edilen eşitlik, parçacık hızının sönmürlenme oranında bölgenin kaya karakteristiklerinin etkisini hesaba katan K ve β saha faktörlerini içermektedir. Bu iki faktör, parçacık hızını tahmin edebilmek amacıyla, her patlatma sahası için belirlenmelidir.

Bu saha için elde edilen, kısıtlı verilerle de olsa parçacık hızı-ölçekli mesafe arasındaki ilişkiyi gösteren eşitlik aşağıdaki gibidir.

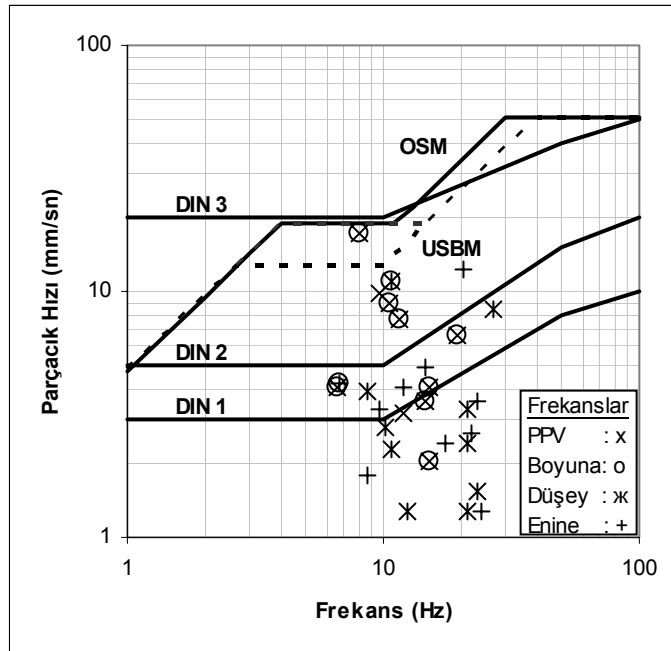
$$PPV = 51,3 \cdot (SD)^{-0,9972} \quad (\text{Korelasyon katsayısı; } r = 0,6030) \quad (3)$$



Şekil 2. Maksimum parçacık hızı ve ölçekli mesafe arasındaki ilişki

Kayıt edilen verilerden elde edilen, maksimum parçacık hızları ile ölçekli mesafeler arasındaki ilişki yorumlandığında; sahadaki eğilimi yansıtması açısından önem arz edebilir. Bu ilişki, işletmede herhangi bir atımdaki gecikme başına kullanılan maksimum patlayıcı miktarının yaratacağı parçacık hızının ne olacağını tahmin etmede eğilimi yansıtan bir yaklaşım olarak kullanılabilir. Ancak arazide, ileriki zamanlarda yapılacak atımların da kayıt edilerek daha fazla veri elde edilmesi ve ilişkinin güncelleştirilmesi gerekmektedir.

Söz konusu sahada yapılan atımların ölçülen parçacık hızı ve frekans değerleri, çevreye verebilecekleri hasar riski açısından daha güvenilir ve daha yaygın kullanıma sahip olan USBM, OSM ve Alman DIN 4150 hasar kriterlerine göre değerlendirilmiştir (Şekil 3). Şekil 3'deki hasar kriterleri grafik çizgilerinin altında kalan, belirli bir baskın frekansa karşılık gelen herhangi bir parçacık hızı emniyetli kabul edilmektedir. Grafik çizgilerinin herhangi bir kesiminin yukarısında kalan değerler, bina tahribatı ve insanlara zarar verme riskini artırmaktadır [2]. Yapılan değerlendirmeler sonucu; bütün atımların maksimum parçacık hızı-frekans değerlerinin, USBM ve OSM kriterlerindeki hasar başlangıç sınırının altında olduğu görülmüştür. DIN 4150 Norm'una göre ise 1 numaralı çizgiyi temsil eden büro ve endüstri binaları için verilen hasar başlangıç sınırının altında fakat oturlan evler veya sıvalı yapıları temsil eden 2 numaralı çizginin üstünde olduğu tespit edilmiştir (Şekil 3). DIN 4150 Norm'unun çok muhafazakar bir norm olduğu ve atım noktasına, köye ait binalardan çok daha yakın seçilen istasyonlarda (1, 2, 3 numaralı istasyonlar (Şekil 1)) ölçüm yapıldığı göz önüne alındığında, bu limitlerin köy için herhangi bir risk yaratmayacağı açıktır. Keza atım sahasına en yakın köy binasının hemen yanında yapılan bir ölçümde, sismograf tarafından herhangi bir titreşim ve gürültü algılanamamıştır. Şantiye binaları ise, atım sahasına çok yakın olmasına rağmen binalarda herhangi bir hasar meydana gelmemiştir.



Şekil 3. Maksimum, boyuna, düşey ve enine parçacık hızlarına karşılık gelen frekansların dağılımı

Ayrıca, ölçülen gürültü değerleriyle ölçekli mesafe değerleri arasında anlamsız bir korelasyon katsayısı elde edilmiş ve bu nedenle bu fonksiyonlar dikkate alınmamıştır. Gürültü ve ölçekli mesafe arasındaki korelasyonun düşük olması, iklim şartlarının (rüzgar v.b.) farklılıklar göstermesi ve iki atımda, sismograf gürültü üst ölçüm sınırının (142 dB) aşılması olarak gösterilebilir.

V. SONUÇ VE ÖNERİLER

Günümüzde, patlatmalardan kaynaklanan titreşim ve gürültünün ölçülmesi ve kontrolü, yerleşim yerlerinin giderek genişlemesinden dolayı kaçınılmaz hale gelmiştir. Söz konusu sahada, köy halkının şikayetlerinin fazlalığı nedeniyle yapılan ölçümler sonunda atımların kontrol altına alınması için bu sahaya ait bir regresyon eşitliği elde edilmiştir. Bu eşitlik sayesinde, belirli bir mesafede, izin verilebilecek gecikme başına maksimum patlayıcı madde miktarının tahmin edilmesi belirli ölçüde mümkün olmuştur.

Söz konusu sahada yapılan atımların ölçülen parçacık hızı ve frekans değerleri, en yaygın kullanıma sahip hasar kriterleri kullanılarak değerlendirilmiştir. Bu değerlendirme sonunda, atım noktasına, köye ait binalardan çok daha yakın seçilen istasyonlarda ölçüm yapıldığı da göz önüne alındığında, bu limitlerin köy için herhangi bir risk yaratmayacağı görülmektedir. Ayrıca, gecikme başına 500 kg patlayıcının kullanıldığı, atım sahasına 580 metre uzaklıkta en yakın köy binasının hemen yanında ölçümü yapılan 3 nolu atımda hiçbir titreşim ve gürültü algılanamamıştır.

En muhafazakar Alman DIN 4150 Norm'una göre, köy binalarının nispeten yıpranmışlığını da göz önüne alarak, 0-10 Hz frekans aralığında maksimum izin verilen parçacık hızı 3 mm/sn'dir. Atım sahasının köydeki en yakın binaya olan mesafesi ise yaklaşık 600 m'dir. Bu iki değer, saha için elde edilen eşitlikte yerine konulması halinde; gecikme başına izin verilen maksimum patlayıcı miktarının $W \cong 1212$ kg olacağı bulunmaktadır. Buna göre, gecikme başına kullanılacak maksimum patlayıcı miktarı 1212 kg'ı geçerse köye ait binalar için hasar riski söz konusu olabilir.

Gürültü değerleri arasında herhangi bir ilişki elde edilmemesine rağmen bazı atımların USBM'nin maksimum sınır olarak koymuş olduğu 140 dB değerinin üzerine çıktığı görülmektedir. Ancak bu değerler de, ölçüm istasyonları, köye ait binalara göre çok daha yakın olduğundan gerçek gürültü seviyelerini yansıtmamaktadır.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma, Osmangazi Üniversitesi Araştırma Fonu'nun desteklediği bir araştırma projesi ile yapılmıştır.

KAYNAKLAR

- [1] Erkoç Ö.Y., ' Patlatma ile Çevreye Verilen Sarsıntıda Frekansın Önemi ve Değerlendirilmesi', Türkiye 14. Madencilik Kongresi, ss. 73-80, 1995.
- [2] Kahriman, A., Karadoğan, A.K., Görgün, S., Tuncer G., "Taş Ocaklarında Patlatmadan Kaynaklanan Yer Sarsıntısının Ölçülmesi ve Analizi" 2. Ulusal Kırmataş Sempozyumu 99, ss. 129-141, İstanbul-1999.
- [3] Atlas Powder Company, 'Explosives and Rock Blasting', Filed Technical Operations, Subsidiary of the Tyler Corporation, Dallas, Texas, USA, 1987.
- [4] White Industrial Seismology, Inc. "Consultants in Blasting Vibration Effects" Manual, 1997.
- [5] Tabak, F., "Süpren (Eskişehir), Mermerlerinin Teknolojik Özellikleri ve Verimlilik Analizi", Yüksek Lisans Tezi, Osmangazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Temmuz, 1995.
- [6] Kahriman, A., Tuncer, G., Görgün, S., Karadoğan, K., "Çatalca Yöresi Sarıkayatepe Taş Ocağında Patlatmadan Kaynaklanan Titreşim Ölçüm Sonuçlarının Değerlendirilmesi", 2. Ulusal Kırmataş Sempozyumu 99, ss. 149-156, İstanbul-1999.
- [7] Kahriman A., Görgün S., Karadoğan A. & Tuncer G., " Taşıt Araçlarının Yan Sanayii Altyapı İnşaatında Patlatmadan Kaynaklanan Titreşim Ölçümleri ve

- Değerlendirilmesi”, 4. Delme ve Patlatma Sempozyumu, ISBN 975-395-380-1, ss. 125-134, 2000.
- [8] Ceylanođlu A., Arpaz E., “ Divriđi Demir ve Kangal Kömür Açık İşletmelerinde Patlatma Kaynaklı Yersarsıntısı ve Hava Őoku  l mlerinin Sonuçları”, 4. Delme ve Patlatma Sempozyumu, ISBN 975-395-380-1, ss. 135-145, 2000.
- [9] Siskind D.E., Stagg, M.S., Koop, J.W., Dowding, C.H., “Structure Response and Damage Produced by Ground Vibration from Surface Mine Blasting”, RI 8507, U.S. Bureau of Mines, 74 pages, 1980.
- [10] Olofsson, S.O., "Applied Explosives Technology for Construction and Mining", APPLEEX, Sweden, 1988.