

## AÇIK OCAKLARDA GÜRÜLTÜ YAYILIMININ GELİŞTİRİLEN BİR MODEL İLE İNCELENMESİ

Investigation of the Noise Propagation in the Surface Mines by a Model Developed

Cem ŞENSÖĞÜT<sup>(\*)</sup>  
İbrahim ÇINAR<sup>(\*\*)</sup>

### ÖZET

Bu çalışmada; deneysel çalışmalar sonucunda gürültü yayılımına dair bulunan veriler, açık ocaklarda gürültü yayılımının tahminine yönelik bir model olacak şekilde düzenlenmiştir. Model uygulamasının yapıldığı Garp Linyitleri İşletmesi (GLİ) Tunçbilek açık işletmesinde 48 nolu Panoda 312 ölçüm istasyonu kurulmuştur. Bu istasyonlarda gürültü kaydı yapılırken yine pano içerisinde kurulan meteoroloji istasyonunda da atmosfer şartları kayıt edilmiştir. Kurulan ölçüm istasyonlarında yaklaşık 95000 gürültü değeri okunmuştur. Ölçüm istasyonlarının şeve uzaklıkları, ocak yoluna uzaklıkları, gürültü kaynaklarına uzaklıkları çıkarılarak, atmosfer şartlarıyla birlikte formülasyona tabii tutularak bu noktalarda oluşacak gürültü seviyeleri model yardımı ile bulunmuştur.

**Anahtar Sözcükler:** Gürültü, Eşdeğer Gürültü Seviyesi, Çevre Akustiği, Gürültü Tahmin Modeli

### ABSTRACT

The data obtained from experimental works for noise propagation have been used to establish a model to predict the noise propagation at surface mines. In the panel 48 of the Tuncbilek open cast mines, Western Lignite Corporation (WLC) where the model application took place, 312 measurement stations were set up. While the noise level was recorded at these stations, atmospheric conditions were also recorded by the meteorological station located at the same panel. A total of 95000 noise values were recorded at these stations. The distance of the measurement stations to the effective source of noise and to the slope, meteorological effects and the number of noise sources were firstly defined for each of 312 measurement stations. Using these data, the noise level was estimated by the assistance of the model developed.

**Keywords:** Noise, Equivalent Noise Level, Environmental Acoustics, Noise Prediction Model

---

<sup>(\*)</sup> Prof.Dr., Dumlupınar Üniversitesi, Maden Mühendisliği Bölümü, Kütahya, sensogut@dumlupinar.edu.tr

<sup>(\*\*)</sup> Dr., Selçuk Üniversitesi, Maden Mühendisliği Bölümü, Konya

## 1. GİRİŞ

Madencilik sektöründe, ağır iş makinelerinin kullanılması nedeniyle çalışmalar sırasında aşırı seviyelerde gürültü kirliliği ile karşı karşıya kalınmakta ve gürültüsüz bir ortamda çalışmak pek mümkün olmamaktadır. Sonuç olarak bu durum, insanlar üzerinde geçici ve kalıcı duyma kayıplarına neden olmaktadır. İşitme kaybı ilk bakışta gürültüye bağlı ortaya çıkan bir meslek hastalığı gibi görünmesine rağmen, insan bedeni üzerindeki etkileri düşünüldüğünde de iş kazalarının nedenleri içerisinde önemli bir yer oluşturmaktadır.

Çeşitli endüstri dallarında (Hava taşımacılığı, madencilik, ormancılık, çimento, metalurji, tekstil sanayi, karayolları, matbaacılık, metal levha atölyeleri, gemi makine daireleri, perçin atölyeleri vb.) maruz kalınan gürültü seviyelerine bakıldığında jet motorlarının çalıştığı havaalanı gürültüsünden sonra madencilikte karşılaşılan gürültü kaynakları ikinci sırada gelmektedir (Suter, 1994).

## 2. GLİ TUNÇBİLEK AÇIK OCAĞININ TANITILMASI

Açık ocaklar, dekapaj ve kömür üretimi olarak iki aşamalı faaliyet göstermektedir. Dekapajda, ekskavatör - kamyon + dragline yöntemi uygulanmakta kömür kazıda ise hidrolik ekskavatör – kamyon yöntemi uygulanmaktadır.

Delik delme işlemleri, 6" (15 cm) ve 9" lik (22.5 cm) delik makineleri ile yapılmakta ve patlayıcı olarak AN-FO kullanılmaktadır. Basamak yükseklikleri 12 m ve 15 m olan açık işletmede, 10 ve 20 yd<sup>3</sup>'lük elektrikli ekskavatörlerle kazı yapılmaktadır. Örtü tabakası, 85 ve 170 ton'luk kamyonlarla yaklaşık 2 km. mesafedeki dekapaj harmanlarına taşınmaktadır (GLİ, 2005).

İşletmede yıllık 25-26 milyon m<sup>3</sup>'ü kendi imkanlarıyla olmak üzere 60-65 milyon m<sup>3</sup> dekapaj yapılmaktadır. İşletme yıllık olarak 35-40 milyon m<sup>3</sup> dekapaj ihalesi yapmaktadır (Taksuk, 2001).

İşletmedeki çalışmaların yapıldığı 48 nolu Pano'da aşırı gürültüye neden olan iş makinelerini üç ana grupta değerlendirmek gerekmektedir. Bunlar;

- PH elektrikli ekskavatörler,

- Wabco kamyonlar,
- Ingersoll-Rand delik delme makinesi'dir

## 3. 48 NO'LU PANODA YAPILAN GÜRÜLTÜ ÖLÇÜMLERİ

Gürültü ölçümlerinde kullanılan ölçüm cihazı TS2711 standardına uygun seçilmiş olup teknik ve genel özellikleri Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1. AZ 8921 Dijital ses seviyesi ölçer bazı teknik ve genel özellikleri

	Okuma	LCD ekran+Analog çubuk diyagram
Teknik Özellikleri	Frekans Bandı	31,5 Hz ~ 8000 Hz
	Ölçüm Sahası	A konumunda 30 ~ 130 dB C konumunda 35 ~ 130 dB
	Mikrofon	Elektrik kondansatörü (6mm çap)
	Ölçüm Çözünürlük	dB (A ve C konumları) 0,1 dB
	Doğruluk	±1,5 dB
	Örnekleme	Hızlı, yavaş
Genel Özellikleri	Besleme	DC 9V pil
	Çalışma ortamı şartları	0 ~ 50°C, 10 ~ 90% Nem
	Boyutlar	80x256x38 mm
	Ağırlık	240 gr
	Opsiyonel aksesuarlar	RS-232 kablosu ve PC yazılımı

Çalışmalarda atmosfer şartlarının belirlenmesi amacı ile Çizelge 2'de verilen özelliklere sahip meteoroloji istasyonu kurulmuştur.

Çizelge 2. Oregon WMR 112 meteoroloji istasyonu teknik özellikleri

Parametre	Ölçüm aralığı	Hassasiyet
Sıcaklık	-20°C ~ 60°C	0,1°C
Nem	% 25-90	%1
Barometrik basınç	600-1050 mb	1 mb
Rüzgar hızı	0-56 m/s	0,2 m/s
Rüzgar yönü	0-359°	1° (Dijital); 10° (Grafik)

Bu bölgede çalışmaların sürdürüldüğü dönemler olan Haziran-Ağustos 2004 ve Mayıs-Temmuz 2005'de çalışmakta olan 10yd<sup>3</sup>'lük PH 30, PH 33, PH 35 ve PH 37 elektrikli ekskavatörler için gürültü analizleri yapılmıştır. Verilerin tamamı ekskavatörler çalışırken 5 m arkalarından alınmıştır.

Bu makineler için yapılan ölçüm sonuçları eşdeğer gürültü seviyelerine çevrilmiştir (Pathak, 1996).

$$L_{eq} = 10 \log \left( \frac{1}{n} \left( 10^{L_1/10} + 10^{L_2/10} + \dots + 10^{L_n/10} \right) \right) \quad (1)$$

Burada;

n: Ölçüm sayısı

$L_1$ - $L_n$ : Ölçüm değerleri (dBA)

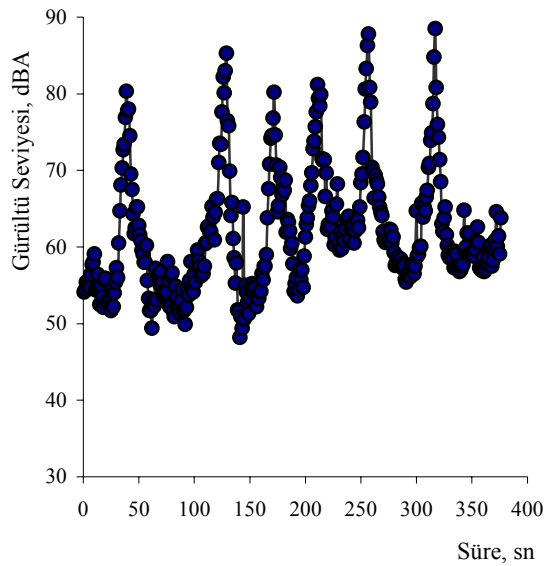
$L_{eq}$ : Eşdeğer gürültü seviyesi (dBA)

Elde edilen sonuçlar toplu olarak Çizelge 3'de verilmiştir.

Çizelge 3. Elektrikli ekskavatörlerin eşdeğer gürültü düzeyleri

Ekskavatörler	Kaydedilen ölçüm sayısı	$L_{eq}$ , (dBA)
PH 37	493	80,1
PH 35	340	78,4
PH 33	321	80,1
PH 30	132	79,7

Kamyon gürültüleri ocak içerisinde hareketli gürültü kaynakları olarak görülmektedir. Bu nedenle kamyon gürültüsü tespiti için ocakta harman yolu üzerinde belirlenen bir noktada kayıt yapılmış ve 376 gürültü değeri okunmuştur. Ölçüm sonuçları Şekil 1'de verilmiştir.



Şekil 1. Wabco kamyonlarının geçişi sırasında oluşan gürültü pikleri.

Gürültü kayıtlarına göre bu noktada (Y: 35s0709189, X: 4391741, Z: 1058) hesap edilen eşdeğer gürültü seviyesinin 69,4 dBA olduğu görülmüştür. Ayrıca ölçüm sırasında da görülen 6 kez kamyon geçişi Şekil 1'de ki grafikte de oluşan piklerle açıkça kendini göstermektedir.

Sürücünün maruz kalacağı gürültü açısından düşünüldüğünde ise iki farklı durum ortaya çıkmaktadır. Bunlar pencerenin açık ya da kapalı olması halleridir. Toplam hareket süresi (ortalama 594 sn) boyunca sürücülerin maruz kalacağı hesaplanan gürültü seviyeleri ve eşdeğer gürültü seviyeleri Çizelge 4'de verilmiştir.

Çizelge 4. Wabco kamyon sürücülerinin maruz kaldığı gürültü seviyeleri

Hareket konumu	Ortalama süre (sn)	Pencere kapalı (dBA)	Pencere açık (dBA)
Ön bekleme	51	66,0	85,5
Ekskavatör yanına manevra	48	72,3	89,7
Ekskavatör yanında bekleme	111	70,3	82,8
Yükleme anı	138	72,5	86,1
Dolu iken hareket	82	77,1	95,7
Harman yerinde manevra	36	74,0	90,8
Boşaltma	30	76,0	94,2
Boş iken hareket	98	77,8	94,7
Bir seferdeki eşdeğer gürültü seviyesi ( $L_{eq}$ )		73,3	89,2

Panoda çalışan Ingersoll-Rand marka delik delme makinesinin oluşturduğu eşdeğer gürültü seviyesi okuma yapılan 400 değer sonucunda 94,3 dBA olarak tespit edilmiştir. Diğer bir çalışmada yapılan 450 ölçüm sonucunda kapının kapalı olması durumunda, çalışma anında operatörün 79,3 dBA'lık eşdeğer gürültü seviyesine maruz kaldığı görülmüştür.

#### 4. MODEL UYGULAMASI

Model uygulaması GLİ Tunçbilek Bölgesi 48 nolu panoda gerçekleştirilmiştir. Bu alanda öncelikle

tüm gürültü kaynakları belirlenerek tek başlarına oluşturdukları gürültüler kayıt edilmiştir.

Çınar (2005) tarafından verilen aşağıdaki ifadenin kullanımı için 312 noktada ölçüm istasyonu oluşturularak gürültü kaydı, meteorolojik veri kaydı ve her noktanın GPS okuması yapılmıştır.

$$L_t = L_{eq} - L_m + L_y + L_a + L_n \quad (2)$$

Burada;

- $L_t$ : Tahmini gürültü seviyesi (dBA)
- $L_m$ : Mesafeye bağlı gürültü azalımı (dBA)
- $L_y$ : Yansıyan dalgaların etkisi (dBA)
- $L_a$ : Atmosfer şartlarının etkisi (dBA)
- $L_n$ : Fazla sayıda gürültü kaynağının etkisi, dBA

Bu parametrelerin kullanımı Çizelge 5'de verilmiştir (Şensöğüt ve ark., 2006).

Çizelge 5. Modelde kullanılan bağıntılar

İfade	$r^2$
$L_m = L_{eq} + a \cdot \ln m - b \cdot L_{eq}$ a: 8,83; b: 0,99	0,83
$L_y = a \cdot m^2 + b \cdot m + c \cdot L_{eq} - L_m$ a: -0,04; b: 0,08; c: 0,99	0,90
$L_a = a \cdot r + b \cdot \gamma - L_m$ a: 0,95; b: 1,40 (r: rüzgar etkisi, $\gamma$ : Havanın yoğunluğu, $kg/m^3$ )	0,57
$L_n = -a \ln( L_1 - L_2 ) + b$ a: -0,91; b: 2,23 m: mesafe, m	0,63

Eşitlik 1 ile gürültü seviyesi tahmini için geliştirilen modeldeki  $L_y$  parametresi gürültü kaynağı ile yüzey arasında 30 m'lik alanda etkili olduğu durumlarda hesaba katılmıştır. Fazla sayıda gürültü kaynağı için hesaba katılması gereken  $L_n$  parametresi ise iki gürültü kaynağı arasındaki mesafenin 10 m'nin altında olması durumlarda değerlendirmeye alınmıştır.  $L_n$  ve  $L_y$  parametrelerinin hesaba katılmadığı alanlarda Eşitlik 2 yerine Eşitlik 3 ifadesi kullanılmıştır.

$$L_t = L_{eq} - L_m + L_a \quad (3)$$

Oluşturulan harita üzerinde PH 37 ekskavatörün çalıştığı yer 307 nolu ölçüm istasyonu ve PH 33 ün çalıştığı yer ise 258 nolu ölçüm istasyonu olarak belirlenmiştir.

312 ölçüm istasyonu için ayrı ayrı inceleme yapılarak her istasyon için etkili gürültü kaynağına uzaklığı, şeve uzaklığı, meteorolojik etkileri, gürültü kaynağı sayısı belirlenerek oluşturulan model ile gürültü seviyesi tahmini yapılmıştır.

Çalışma alanı içerisinde aktif olarak kullanılan iki farklı ocak yolu bulunmaktadır. Bu yolların üstünde ve kenarında kurulan ölçüm istasyonları ise Çizelge 6'de verilmiştir.

Çizelge 6. Aktif olarak kullanılan yollardaki istasyonlar

Yollar	Yol üzerindeki ölçüm istasyonları
I.Yol	307-173-172-272-309-310-274-311-276-301-299-300-286-297-282-252-251-242-248-243-78-51-50
II.Yol	258-235-236-257-237-234-228-217-227-218-213-207-202-201
Ortak	49-37-39-22-21

Modelde kullanılan yollar için eşdeğer gürültü seviyeleri olarak hesaplanan değerler ölçüm sayılarıyla birlikte Çizelge 7'de verilmiştir. Panoda üretimin durması halinde çalışmalara ara verilmiştir.

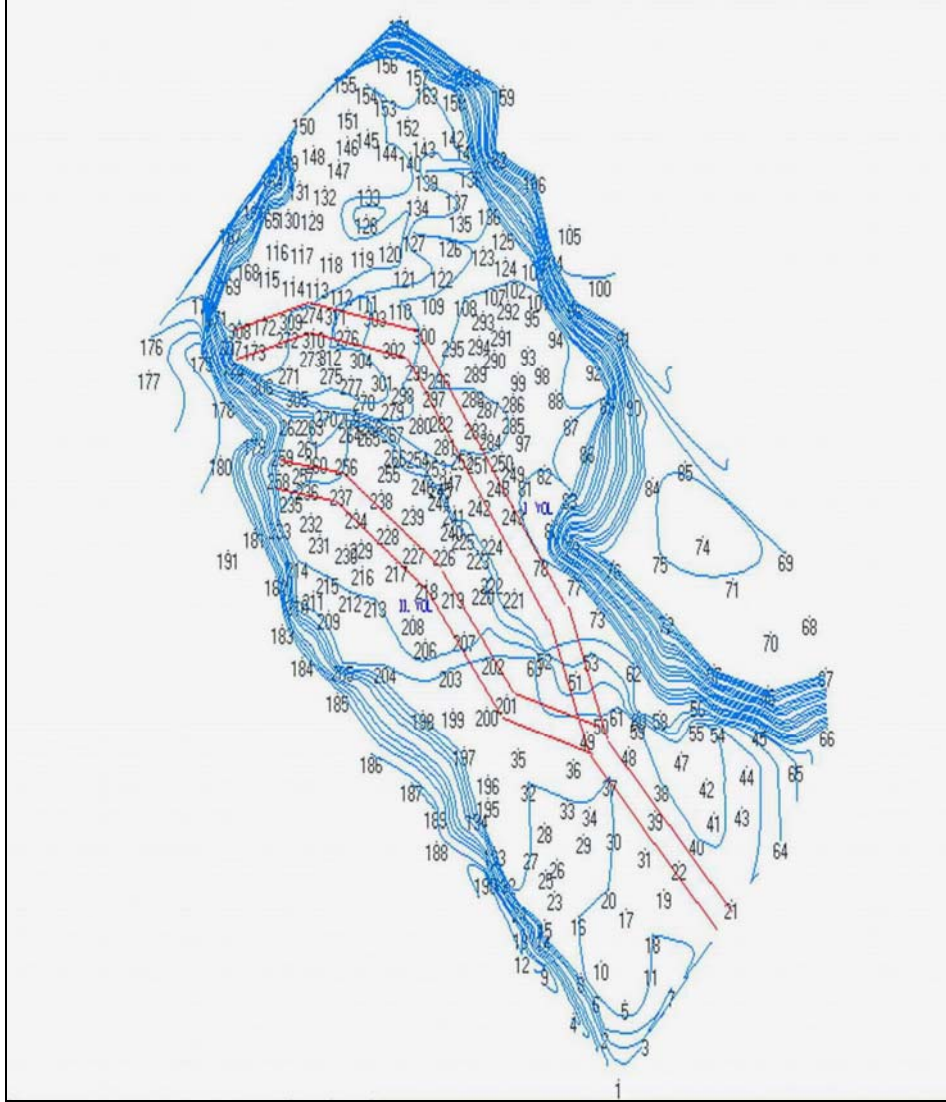
Çizelge 7. Ocak yollarındaki eşdeğer gürültü seviyeleri

Yollar	Ölçüm sayısı	$L_{eq}$ (dBA)
I.Yol	394	71,2
II.Yol	376	69,4
Ortak	418	72,3

UTM standartlarıyla yapılan GPS okumaları coğrafik koordinatlara çevrilerek Netcad 4.0 programı ile çizilen bölgenin coğrafik haritası Şekil 2'de verilmiştir.

Oluşturulan harita üzerinde PH 37 ekskavatörün çalıştığı yer 307 nolu ölçüm istasyonu ve PH 33 ün çalıştığı yer ise 258 nolu ölçüm istasyonu olarak belirlenmiştir.

312 noktanın tahmin sonucu bulunan eşdeğer gürültü seviyeleri haritası ise Şekil 3'de verilmiştir.



Şekil 2. 48 nolu Panonun coğrafik haritası.

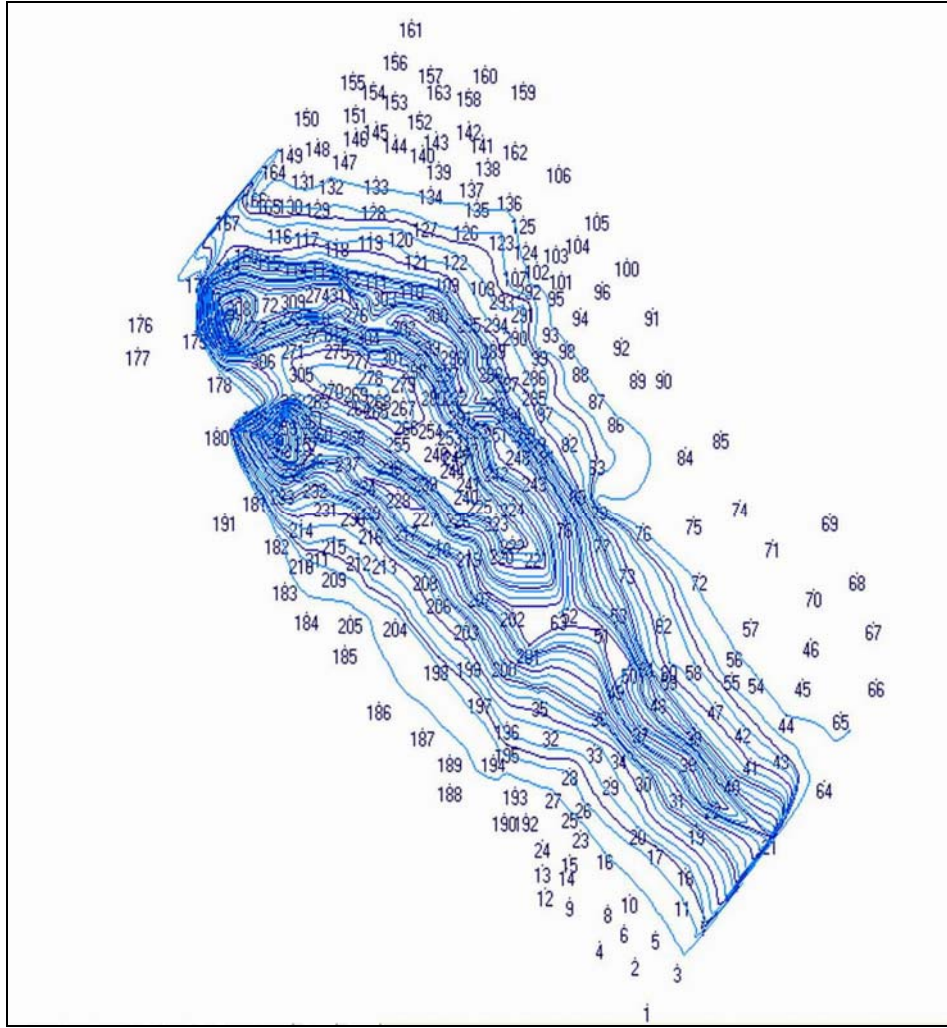
## 5. SONUÇLAR

Panoda çalışmakta olan PH ekskavatörlerin 78,4 dBA ile 80,1 dBA arasında gürültü seviyesine neden olduğu, Wabco kamyonların ise tüm sefer boyunca 89,2 dBA ve ekskavatör yanında ise 85,4 dBA'lık bir gürültüye neden olduğu görülmüştür. Burada ekskavatör yanında düşük seviyenin nedeni kamyonların hareket halinde daha çok gürültü oluşturmasıyla açıklanabilir. Wabco kamyonların ocak içerisinde ki yol kenarlarında neden olduğu gürültü miktarları yolun kullanım yoğunluğuna göre değişiklikler göstermekte olup, çalışmaların yapıldığı pano içerisinde 72,3 dBA ile 69,4 dBA'dır. Sürücü açısından düşünüldüğünde ise bir tam sefer boyunca kişinin maruz kalacağı eşdeğer gürültü

seviyesi pencere açık iken 89,2 dBA, pencere kapalı iken de 73,3 dBA olarak tespit edilmiştir.

Her ne kadar model çalışmada aktif olarak sürekli çalışmadığı için yer almasa da Ingersoll-Rand delik delme makinesinin oluşturduğu gürültü seviyesi ve kabin gürültüsü ise 94,3 dBA ve 79,3 dBA olarak tespit edilmiştir.

Bu çalışmaların devamında pano içerisinde 312 ölçüm istasyonunda gürültü kaydı ve meteorolojik veriler alınarak bilgisayar ortamında depolanmıştır. Bu istasyonlarda yaklaşık olarak 93600 gürültü kaydı alınmıştır. Aynı zamanda tüm noktaların GPS okumaları yapılmıştır. GPS okumalarının coğrafik koordinatlara çevrilmesi için J-trans Dislocator version 1.0 programı



Şekil 3. Modele göre çizilen gürültü haritası.

kullanılarak okumalar bölgenin coğrafik koordinatlara uygun hale getirilmiştir.

Deneysel çalışmalar neticesinde elde edilen bağıntılar kullanılarak 312 istasyonun 210 noktası için gürültü tahmini yapılmıştır.

Haritalama sırasında modele göre gürültü tahmini yapılmayan noktalar da eşdeğer gürültü seviyesi ortam gürültüsü olarak 41,2 dBA olarak girilmiştir. Bu değer gürültü tahmini yapılmayan 102 noktanın arazi ölçümleri sırasında alınan değerlerin ortalaması olarak bulunmuştur. Kalan 210 nokta için gürültü tahmini yapılmıştır.

Ölçülen değerlerin 155'i tahmin edilen eşdeğer gürültü seviyesinden yüksek çıkarken 55 değer tahmin edilen değerinin altında çıkmıştır.

Tahmin edilen seviyeden yüksek çıkan değerlerin 15'i, 4 dBA ve daha fazla olduğu

görülmektedir. Diğer 4,0-5,6 dBA arasında yüksek çıktığı görülen 14 noktanın ise yol kenarında veya ekskavatör yakınlarında olduğu görülmektedir. Bu da yine hareketli gürültü kaynaklarının yoğunlukta olduğu ve o anlık faaliyetin çok olduğu durumları ifade ettiği düşünülmektedir.

Tahmin edilen seviyeden düşük ölçülen 55 noktada ise sadece 5 değerinin 2 dBA'den daha fazla hata ile bulunduğu görülmüştür. Bunların içerisinde de en yüksek hata 63 nolu noktada 3,0

dBA olarak hesaplandığı görülmektedir. Bu noktanın kavşak noktasında olması ve ölçülen değerin tahmin edilenden düşük çıkması ancak o anda herhangi bir nedenden dolayı (üretimdeki yavaşlama gibi) kamyon sayısındaki azalma ve buna bağlı olarak da gürültü seviyesinde oluşan düşüş olarak açıklanabilir.

Bu çalışma ile yapılan modellemede sadece gürültü kaynağının olduğu noktalardaki gürültü seviyesi belirlenmesi ile tüm alandaki gürültünün nasıl yayılacağı belirlenmiştir.

## TEŞEKKÜR

Bu çalışmanın yapılmasını maddi olarak destekleyen Selçuk Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü'ne ve GLİ Tunçbilek Açık İşletmesinde yapmış olduğumuz ölçümlerin alınmasına müsaade eden Müessese Müdürü Sayın Paşa KAYA'ya teşekkür ederiz.

## KAYNAKLAR

Çınar, İ. 2005. "Madencilikte Gürültü Analizi, Modellenmesi ve Haritalanması", Doktora Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Selçuk Üniversitesi, Konya, 141 s.

GLİ, 2005. "Garp Linyitleri İşletmesi Faaliyet Raporları", Kütahya.

Pathak, K. 1996. "Modelling and Prediction of Environmental Noise Levels Near Mechanised Surface Mines and Quarries", PhD Thesis, Imperial College, London, October, 302 s.

Suter, A. 1994. "An Occupational Noise Primer", Professional Safety, **39-10**, 22-23.

Şensöğüt, C., ve Çınar, İ. 2006. "Çevresel Faktörlerin Gürültü Yayılımına Etkisi", Dumlupınar Ün. Fen. Bil. Ens. Der., **10**, 131-138.

Taksuk, M. 2001. "G.L.İ. Açık Ocaklarında Çalışan Elektrikli Ekskavatörlerin ve Kamyonların Yükleme ve Taşıma Performanslarına Etki Eden Parametrelerin İncelenmesi", Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Dumlupınar Üniversitesi, Kütahya.

TS 2711, 1977. "Ses Düzeyi Ölçü Cihazları İçin Genel Prensipler", TS, Nisan, 1-10.

