



AÇIK İŞLETMELERDE GÜRÜLTÜ HARİTALARININ OLUŞTURULMASI

İbrahim ÇINAR
Cem ŞENSÖĞÜT

Selçuk Üniversitesi Maden Mühendisliği Bölümü, Konya
Dumlupınar Üniversitesi Maden Mühendisliği Bölümü, Kütahya

ÖZET: Çevresel gürültünün değerlendirilmesi konusunda yapılan çalışmaların önemli bir bölümü, ölçüm sonuçlarının verilmesi ve bazılarında da değerlerin harita üzerinde gösterilmesi olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu çalışma ile başta açık işletme madenciliği olmak üzere yüksek gürültü seviyelerine ulaşıldığı diğer alanlarda da (havaalanları, karayolları, sanayi bölgeleri, v.b.) uygulanabilecek bir yöntem ile gürültü yayılımının çok daha kolay ve pratik olarak hesaplanması ve haritalanması amaçlanmıştır. Böylelikle gürültüden korunma yöntemlerinin tamamının planlamasına yön verilebilecektir.

Anahtar kelimeler: Gürültü yayılımı, Açık ocak, Eşdeğer gürültü seviyesi

FORMATION OF NOISE MAPS AT SURFACE MINES

ABSTRACT: A large sump of the works carried out to evaluate the environmental noise, is encountered as either the presentation of the measured values or putting forward these values on the noise maps. It was the purpose of the present work to calculate and to constitute a map of noise in a more practical manner firstly at surface mines as well as where else high noise levels are occurred (airways, highways, industrial areas etc.). Therefore, planning works for the protection from unwanted noise levels could be achieved.

Keywords: Noise propagation, Open pit mine, Equivalent noise level

Gelişmekte olan ülkelerde gürültünün öneminin tam anlaşılabilmesi nedeniyle; büyük kentler ve çevresinde kontrolsüz nüfus artışları, plansız ve düzensiz kentleşmeler, endüstride yeni uygulanan tekniklerde ki bilgi yetersizlikleri, çevresel etki değerlendirmesi planlamaları yapmadan yeni ulaşım sistemlerinin oluşturulması, gürültü kontrol mevzuatının yetersizliği, denetleyen devlet kuruluşları arasında ki koordinasyon eksikliği ve ekonomik sebepler gürültü sorununun çözümünü güçleştirmektedir (Hasgür, 1992).

Açık işletme faaliyetleri sırasında aşırı gürültü seviyelerine ulaşılması ihtimali göz önünde bulundurulduğunda, işçi sağlığının korunabilmesi açısından gürültünün kesinlikle limit değerlerin altında tutulması gerektiği bilinmektedir. Bu nedenle gürültüye neden olan kaynaklar belirlendikten sonra, gürültünün oluşması önlenmeli ve gürültü limit değerlerin altına çekilmesi gerekmektedir. 15 Şubat 2003 tarihli ve 2003/10/EC sayılı Avrupa Parlamentosu ve Konseyi Direktifi esas alınarak hazırlanan Gürültü Yönetmeliği'ne göre sekiz saatlik iş günü için, anlık darbeli gürültünün de dahil olduğu gürültü maruziyet sınır değeri 87 dBA olarak verilmiştir (GY, 2003).

2. MODELLEME ÇALIŞMALARI

Gürültü seviyelerinin tahminine yönelik değişik matematiksel hesaplamalar kullanılmıştır. Bu hesaplar sırasında birçok veri birlikte değerlendirilerek, gürültü seviyelerinin tahminine yönelik çalışmalar yapılmıştır (Çınar, 2005).

Havanın ses enerjisini absorplama özelliği Pathak (1996) tarafından aşağıdaki bağıntı ile tanımlanmıştır

$$\alpha_a = kf^2 + \alpha_h \quad [1]$$

α_a : her metredeki ses seviyesindeki azalma (dBA),

k : sabit değer ($k=14,24 \cdot 10^{-11}$),

f : frekans, Hz

α_h : nemlilik faktörü olarak verilmiştir.

Burada frekans etkisinin büyük olduğu görülmektedir. Bu 4000 Hz'de her 100 m.'de 3 dBA azalmaya karşılık gelirken 1000 Hz'de ise 0,3 dBA'lık azalma görülmektedir (Pathak, 1996).

Golebiewski et. al. (2002) tarafından zemin etkisi dBA olarak şöyle ifade edilmiştir.

$$\Delta L_{Ag} = 10 \log G(a, b, K) \quad [2]$$

$$G = K(1 + ae^{-bh}d^2)^{-1} \quad [3]$$

$$h = (h_s + h_o)/2 \quad [4]$$

a, b, K: katsayılar

d: kaynakla alıcı arasındaki mesafe, m

h_s : kaynağın yerden yüksekliği, m

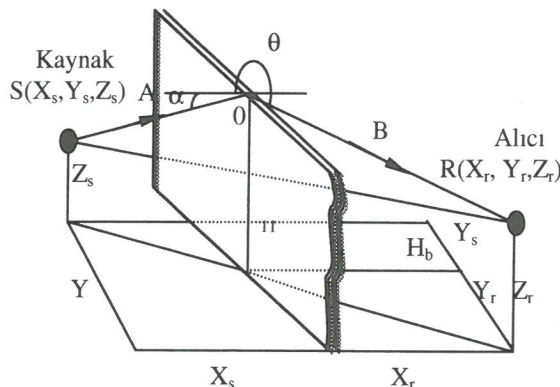
h_o : alıcının yerden yüksekliği, m

a, b ve K katsayılarının farklı zemin özelliklerine göre değerleri Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1. Farklı zemin özelliklerine göre kullanılan katsayılar (Golebiewski et. al., 2002)

Zeminin tanımı	a	B	K
Önceki karın üzerine yeni yağmış kar (0,1 m)	$15,0 \times 10^{-1}$	$79,00 \times 10^{-1}$	1,5
Beklemiş kar	$49,9 \times 10^{-2}$	$65,90 \times 10^{-1}$	1,4
Çalı kaplı zemin	$18,5 \times 10^{-2}$	$54,80 \times 10^{-1}$	1,4
Tozlu yol yada 0,01m mesh üstü taşlı zemin	$21,8 \times 10^{-5}$	$93,10 \times 10^{-2}$	1,3
Kumlu ve araçlar tarafından sıkıştırılmış zemin	$39,0 \times 10^{-6}$	$50,00 \times 10^{-2}$	1,3
İnce kireçtaşı, jips, 0,01-0,025 mesh	$90,6 \times 10^{-7}$	$30,80 \times 10^{-2}$	1,4
Kullanılmayan yol, küçük çakıllı ve tozlu	$58,1 \times 10^{-7}$	$31,60 \times 10^{-2}$	1,5
Toprak, yağmurda sıkışmış zemin	$30,4 \times 10^{-7}$	$28,80 \times 10^{-2}$	1,7

Doğal olarak bulunan ya da sonradan yapılan set veya bariyerler ses enerjisinin bir kısmını emerek akustik gölge adı verilen bir bölgenin oluşmasına neden olurlar. Bu bölgede ses kaybı meydana gelir. Sesin bir duvar üzerinden geliş geometrisi Şekil 1'de verilmiştir.



Şekil 1. Bir duvar üzerinden sesin geçiş geometrisi

Burada bariyerin geometrisine ve dalga boyuna (λ) göre değişen bir Fresnel sayısı (N) tanımlanmıştır.

$$N = \pm \frac{A + B - d}{\left(\frac{\lambda}{2}\right)} \quad [5]$$

A: gürültü kaynağının bariyerin üst noktasına olan mesafesi, m

B: alıcının bariyerin üst noktasına olan mesafesi, m

d: kaynaktan alıcıya bariyer kuş uçuşu mesafe, m

olarak verilmiştir.

Marsh (1982) tarafından önerilen bariyer nedeniyle oluşan ses kaybı (A_b) Çizelge 2’de tarif edilmiştir.

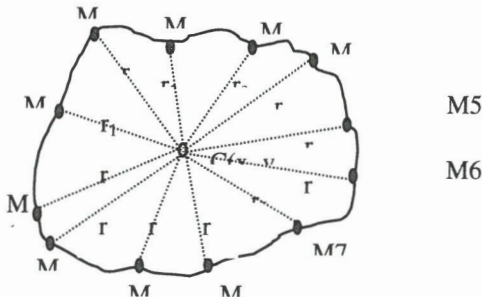
Çizelge 2. Bariyer nedeniyle oluşan ses kaybı (Marsh, 1982)

$-0,3 \leq N < -0,02$	$A_b = 5,65 + 66N + 244N^2 + 287N^3$
$-0,02 \leq N < 1,0$	$A_b = 5,02 + 21,1N + 19,9N^2 + 6,69N^3$
$1,0 \leq N < 18,0$	$A_b = 10 \log N + 13$
$N \geq 18,0$	$A_b = 25$

Shao et. al. (2001) tarafından bariyerin düz ya da pürüzlü şekillerde olma durumlarına göre gürültüdeki azalma miktarları farklı frekans (1000, 2000, 3000, 4000, 5000 Hz) değerlerinde ve farklı alıcı-kaynak mesafelerinde (6, 7, 8 m.) denenmiş ve pürüzlü bariyerin düz bariyerlere göre daha verimli olduğu sonucuna varılmıştır.

Forssen et al. (2002) tarafından rüzgar hızı ve sıcaklığa bağlı olarak gürültü dalgalarının bariyer arkasında türbülans yapabileceği belirtilmiştir. Böylelikle 4 kHz’de 5 dBA, 8 kHz’de ise 10 dBA kadar gürültü seviyesinde türbülans dolaylı bir artış olabileceği vurgulanmıştır.

Eşit akustik merkez teorisi; gürültü zonu içerisindeki ses basınç seviyelerinin ve yerlerinin bilinmesi temeline dayanır, bu durum Şekil 2’de gösterilmiştir (Pathak et. al., 1999).



Şekil 2. Eşit akustik merkez teorisi

Eşit akustik merkezdeki akustik güç (L_w) ise şu şekildedir.

$$L_w = 10 \log \left[\frac{4\pi \left(r_1^2 10^{L_{p1}/10} + r_2^2 10^{L_{p2}/10} + \dots + r_n^2 10^{L_{pn}/10} \right)}{nQ} \right] \quad [6]$$

Eşit akustik merkezdeki ses güç seviyesi hesaplandıktan sonra, her bir noktadaki yönelim indeksi aşağıdaki gibi tanımlanmaktadır (Pathak et al., 1999).

$$DI_i = L_{pi} - L_w + 10 \log \left[\left(\frac{4\pi}{Q} \right) \left[(x_c - x_i)^2 + (y_c - y_i)^2 + (z_c - z_i)^2 \right] \right] \quad [7]$$

Burada;

$r_1 \dots r_n$: Yerleri bilinen ses basınç seviyelerinin merkezinde bulunan C noktasına olan uzaklıkları

$L_{p1} \dots L_{pn}$: Herbir noktada ki ses basınç düzeyi, dBA

n: Nokta sayısı

Q: Dalganın yönelim faktörü

x_c, y_c, z_c : Merkezdeki C noktasının koordinatları

3. GÜRÜLTÜ HARİTALARININ OLUŞTURULMASI

Gürültü haritalarının oluşturulmasında izlenen aşamalar şu şekilde sıralanmaktadır (Kluijver et. al., 2003).

- i) Verilerin toplanması, hazırlanması, depolama ve değerlendirilmesi,
- ii) Bilgisayar modelleriyle gürültü seviyelerinin hesaplanması,
- iii) Gürültü seviyesinde artışa neden olan değişik gürültü kaynaklarının etkisi,
- iv) Gürültü konturlarının belirlenmesi,
- v) Gürültü etkilerinin belirlenmesi ve
- vi) Gürültü etkilerinin sunumu olarak verilmektedir.

3.1. GPS okumalarının coğrafik koordinatlara çevrilmesi

Harita çiziminde en önemli parametrelerden biri kullanılan koordinat sistemlerinin aynı olmasıdır. Bu nedenle GPS ile UTM standartlarıyla yapılan okumalar bölgeye ait coğrafik koordinatlara çevrilmesi gerekmektedir.

GPS okumaları UTM koordinatları olarak alındığından coğrafik koordinatlara çevirimi sırasında (enlem ve boylam olarak bulunması için) aşağıdaki dönüşümün yapılması gerekecektir.

$$DN = \frac{\lambda_0 + 3}{6} + 30 \quad [8]$$

Burada;

DN: Dilim numarası

λ_0 : Dilim orta meridyeni

3.2. Gürültü haritalarının istatistiksel çalışmalar yardımıyla oluşturulması

Gürültü haritalarının model kullanarak oluşturulabilmesi için aşağıdaki parametrelerin öncelikle göz önünde bulundurulması ve bilgilerin son derece dikkatli yorumlanması gerekmektedir. Bu parametreler;

- i) Mesafeye bağlı değişimin belirlenmesi (L_m),

- ii) Yansıyan dalgaların tespiti (L_y),
- iii) Atmosfer şartlarının etkisi (L_a),
- iv) Hareketli veya sabit, fazla sayıda gürültü kaynağının etkileşimi (L_n),
olarak verilebilir.

Ölçüm değerinin alındığı noktada tespit edilen gürültü miktarını L_{eq} olarak kabul edecek olursak; belirli bir mesafedeki tahmin edilecek gürültü seviyesi (L_t), için bahsedilen bu parametrelerin seviyeyi azaltıcı ya da artırıcı bir etkisi olacaktır. Bu yüzden tahmini gürültü seviyesi aşağıdaki gibi olacaktır.

$$L_t = L_{eq} - L_m + L_y + L_a + L_n \quad [9]$$

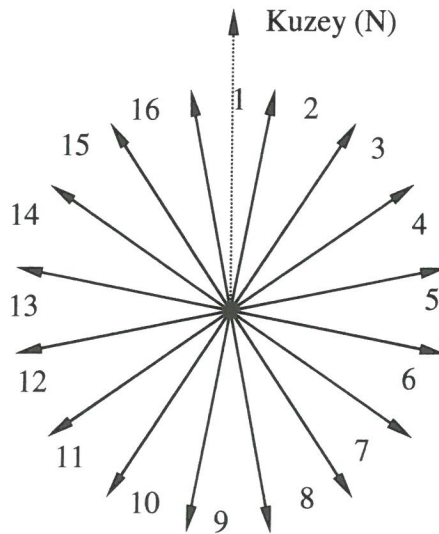
Deneysel çalışmalar göstermiştir ki; gürültü kaynakları arasında ki mesafenin 10 m.'yi aşması durumunda L_n , set mesafesinin 30 m.'den fazla olması durumunda ise L_y değerleri gözardı edilebilmektedir.

Mesafeye bağlı değişimin (L_m) belirlenmesin düz bir alanda ve yapay olarak oluşturulan gürültü kaynağı ile farklı frekanslarda yapılan ölçüm sonuçlarının değerlendirilmesi; yapılan istatistiksel analizler neticesinde elde edilen bağıntı, korelasyon ve katsayıların kullanılması gereklidir. Böylelikle tüm frekans değerlerinde tek bir gürültü kaynağından yayılan gürültünün nasıl yayılacağı tespit edilmiş olunacaktır. Burada kullanılacak frekans değerlerinin oktav bantlarının merkez frekansları olarak seçilmesi uygun olacaktır.

Açık ocak çalışmalarında özellikle çalışan ekskavatörlerin ve dolmuş sırasında bekleyen kamyonların, şev yanında durmaları nedeniyle oluşan gürültünün yansıması söz konusu olacaktır. Yansıyan bu gürültü, oluşan gürültüyle birleşerek ortama yayılacaktır. Şev yanında normal olarak oluşması gereken L_m , değerlerinden daha fazla oluşacak gürültü miktarları (L_y) da önceden tespit edilen çalışmalar sonucuna göre bulunan verilerin kullanılması ile bulunacaktır.

Ölçümlere atmosfer şartlarının etkisini bulmak için havanın sıcaklık, nem ve basınç değerleri birlikte değerlendirmek amacıyla havanın yoğunluğu eklenmiş, rüzgar hızı ve rüzgar yönünün etkisini ortaya koymak içinde rüzgar etkisi parametreleri Eşitlik [9]'a ilave edilmiştir. Bunun için L_a ifadesi hesabı için aşağıdaki yol izlenmiştir:

Rüzgar etkisi (r) parametresi için Şekil 3'deki rüzgar yönleri kullanılmış ve Çizelge 3'deki hesaplama yöntemi uygulanmıştır. Hava yoğunluğu için de aşağıdaki hesaplama yapılmıştır.



Şekil 3. Rüzgar yönleri ve etkili olduğu aralıklar

Hava yoğunluğu (γ) ;

$$\gamma = \frac{13,6b}{R_n T} \quad [10]$$

ifadesiyle kg/m^3 olarak bulunur (Saltoğlu, 1983).

Burada,

b: barometrik basınç, mm civa,

R_n : gaz sabiti,

T: sıcaklık, °K'dir.

Çizelge 3. Rüzgar etkisi hesaplanması

Rüzgar yönü	Rüzgar etkisi	Rüzgar yönü	Rüzgar etkisi
N 350-11°	r	S 170-191°	-r
NNE 12-34°	0,75 r	SSW 192-214°	-0,75r
NE 35-56°	0,50 r	SW 215-236°	-0,50r
ENE 57-79°	0,25 r	WSW 237-259°	-0,25r
E 80-101°	0 r	W 260-281°	0 r
ESE 102-124°	-0,25r	WNW 282-304°	0,25 r
SE 125-146°	-0,50r	NW 305-326°	0,50 r
SSE 147-169°	-0,75r	NNW 327-349°	0,75 r
r: Rüzgar hızı, m/s			

Gürültü kaynağının birden fazla olması durumunda izlenmesi gereken yol aşağıdaki gibi açıklanmıştır.

- i) İlk olarak gürültü kaynaklarının yerleri, oluşturdukları gürültü seviyeleri ve alıcının olduğu noktaya olan mesafelerinin tespiti,
- ii) Bilinen bu veriler doğrultusunda gürültü kaynaklarının alıcının bulunduğu noktada oluşturacakları gürültü miktarlarının (L_m) mesafeye bağlı değişime göre hesaplanması,
- iii) Her bir gürültü kaynağının neden olacağı gürültü seviyeleri arasındaki farkın bulunması,
- iv) Bulunan fark miktarına bağlı olarak büyük olan gürültü seviyesine ilave olunacak gürültü miktarının bulunması ve bu miktarın eşdeğer gürültü seviyesine eklenmesi ile L_n değerinin bulunması olarak sıralanabilir.

4. SONUÇLAR

Bu çalışma ile, başta madencilikte olmak üzere yüksek gürültü seviyelerine ulaşılan tüm alanlarda, gürültü yayılımının çok daha kolay ve pratik olarak hesaplanması ve haritalanmasıyla alınabilecek tüm gürültüden korunma yöntemlerinin planlanması aşamasına yön verilmesi amaçlanmıştır.

Burada verilen modelleme, sadece gürültü kaynağının olduğu noktaların koordinatlarının ve gürültü seviyelerinin belirlenmesi ile tüm alandaki gürültünün nasıl yayılacağı ve nasıl haritalanacağı açıklanmaya çalışılmıştır.

Gürültü seviyesinin emniyet sınırlarını aştığı bölgelerde çalışan işçilere kişisel koruyucu kullanımı eğitimi verilerek kişisel koruyucu kullanımı özendirilmelidir. Gürültünün zararlarına ilişkin afiş ve broşürler görülebilecek yerlere asılmalıdır.

Yapılan bu çalışmayla geliştirilen modelin havaalanı gürültüsüne, şehir gürültüsüne veya sanayi bölgelerinde ki gürültüye uygulanabilirliği araştırılması faydalı olacaktır. Formülasyona yapılacak ilave parametrelerle farklı çalışmalarında yapılabileceği düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

1. Çınar, İ. 2005. "Madencilikte Gürültü Analizi, Modellenmesi ve Haritalanması", Doktora Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Selçuk Üniversitesi, Konya, s141.
2. Forssen, J., Ögren, M. 2002. "Thick Barrier Noise-Reduction in the Presence of Atmospheric Turbulence: Measurements and Numerical Modelling", Applied Acoustics, Vol 63, pp173-187.
3. Hasgür, İ. 1992. "Gürültü Kirliliğinin Türk Mevzuatındaki Yeri", Ekoloji Çevre Dergisi, Cilt 1, Sayı 4, ss31-33.
4. GY (Gürültü Yönetmeliği), 2003. Resmi Gazete, Sayı 25325, 23.12.2003.
5. Golebiewski, R., Makarewicz, R. 2002. "Engineering Formulas for Ground Effects on Broad-Band Noise", Applied Acoustics, Vol 63, pp993-1001.
6. Kluijver, H., Stoter, J. 2003. "Noise Mapping and GIS: Optimising Quality and Efficiency of Noise Effect Studies", Computers, Environment and Urban System, No 27, pp85-102.
7. Marsh, K.J. 1982. The Concave Model for Calculating the Propagation of Noise from Open Air Industrial Plants, Applied Acoustics, Vol.15, p411.
8. Pathak, K. 1996. "Modelling and Prediction of Environmental Noise Levels Near Mechanised Surface Mines and Quarries", PhD Thesis, Imperial College, London, October, p302.
9. Pathak, K., Durucan, S., Kunimatsu, S. 1999. "Activity Accounting Technique for Environmental Noise Assessment in Mechanized Surface Mining", Environmental Monitoring and Assessment, Vol 56, No 3, pp241-256.
10. Saltoğlu, S. 1983. "Madenlerde Havalandırma ve Emniyet İşleri", İTÜ Maden Fakültesi, İstanbul, s302.
11. Shao, W., Lee, H.P., Lim, S.P. 2001. "Performance of Noise Barriers with Random Edge Profiles", Applied Acoustics, Vol 62, pp1157-1170.