



Orijinal Araştırma / Original Research

AÇIK MADEN İŞLETMELERİNDEKİ İŞ MAKİNESİ OPERATÖRLERİNİN GÜRÜLTÜ MARUZİYETİNİN İNCELENMESİ

INVESTIGATION OF NOISE EXPOSURE OF HEAVY EQUIPMENT OPERATORS IN SURFACE MINES

Bülent Erdem^{a,*}, Zekeriya Duran^{b,**}, Tuğba Doğan^{a,***}, Hüsnü Yüksel^c

^a Cumhuriyet Üniversitesi, Maden Mühendisliği Bölümü, SİVAS

^b Cumhuriyet Üniversitesi, Sivas Meslek Yüksek Okulu, SİVAS

^c Yüksek lisans öğrencisi, Cumhuriyet Üniversitesi, Maden Mühendisliği Bölümü, SİVAS

Geliş Tarihi / Received : 11 Temmuz / July 2017

Kabul Tarihi / Accepted : 16 Ekim / October 2017

Anahtar Sözcükler:

Gürültü analizi,
Gürültü ölçümü,
Eşdeğer gürültü düzeyi.

ÖZ

İşitme kaybı gürültüye bağlı ortaya çıkan bir meslek hastalığı gibi görünse de insan bedeni üzerindeki etkileri düşünüldüğünde iş kazalarının nedenleri içerisinde önemli yer oluşturmaktadır. Bu çalışmada maden işletmelerinde kullanılan farklı tip ve modelde 67 adet iş makinesinden gürültü ölçümleri alınmıştır. İş makineleri arasında hafriyat kamyonu, terskepçe hidrolik ekskavatör, paletli dozer, greyder, lastik tekerlekli yükleyici, lastik tekerlekli titreşimli silindir, hidrolik kırıcı, delici, döner kepçeli ekskavatör, bant aktarma aracı, dökücü, kömür yükleyici, kömür dökücü ve terskepçe yükleyici bulunmaktadır. Gürültü ölçümleri Sivas ve komşu illerde yer alan yol inşaat çalışması, kum ocağı, açık kireçtaşı işletmesi, açık demir işletmesi, açık altın işletmesi ve açık kömür işletmesi olmak üzere toplam altı işyerinden alınmıştır. Paletli dozer en yüksek gürültü maruziyetine neden olurken döner kepçeli tipteki kömür yükleyici ile sericileri en düşük gürültü maruziyetine yol açmaktadır. İş makinesi evreleri bazında da en düşük gürültü maruziyeti çoğunlukla bekleme evresinde, en yüksek gürültü maruziyeti ise genellikle araçların temel işlevlerini yaparken oluşmaktadır.

ABSTRACT

Though hearing loss may appear to emerge as an occupational disease related to noise, when its effects on human body is considered it can be realized that it constitutes an important place in the causes of occupational accidents. In this study noise measurements were taken from 67 units of mining machinery of different types and models used in the mining operations. Among them dumpers, hydraulic backhoes, crawled dozers, graders, wheeled front-end loaders, wheeled vibrating rollers, hydraulic breakers, drills, bucket wheel excavators, their integrated tripper cars, spreaders, bucket wheel type coal loaders, coal spreaders and backhoe loaders can be mentioned. Noise measurements were taken from a total of six mining workplaces, including a road construction work, a sand quarry, an open limestone quarry, an open iron mine, an open gold mine and an open coal mine. Crawled dozer ranks the highest in noise exposure while coal loader/spreader ranks the lowest. On the basis of mining equipment, the lowest noise exposure was recorded mostly in the waiting phase while the highest occurred when the machines performed their basic functions.

Keywords:

Noise analysis,
Noise measurement,
Equivalent noise level.

* Sorumlu yazar: bulent@cumhuriyet.edu.tr • <https://orcid.org/0000-0002-1226-9248>

** zduran@cumhuriyet.edu.tr • <https://orcid.org/0000-0002-9327-8567>

*** tcamuzcu@cumhuriyet.edu.tr • <https://orcid.org/0000-0002-2628-4238>

GİRİŞ

Gürültü; istenmeyen, hoş gitmeyen ses olarak tanımlanmaktadır. Gürültü de tüm sesler gibi normal hava basıncının altında ve üstünde basınç değişiklikleri oluşturan bir titreşim aracılığıyla oluşmaktadır. Hava basıncında oluşan değişiklikler, işitme organlarına dalgalar halinde ulaşmakta ve bunun sonucu ses olarak duyulmaktadır (Çınar, 2005).

Gürültünün şiddeti, ses dalgasının oluşturduğu basıncın boyutuna veya dalganın genliğine bağlıdır. Bu genlik basınç dalgalanması olarak ölçülmekte olup sağlıklı bir insan kulağının duyabileceği en düşük ses 20 mPa (0 dB) olarak verilmiştir. İnsan kulağı bundan on milyon kat daha yüksek olan 200 Pa (140 dB) ses basıncına dayanabilmektedir (Sezek, 2009).

Gürültü, insanlar üzerinde geçici ve kalıcı işitme kayıplarına neden olmaktadır. İşitme kaybı ilk bakışta gürültüye bağlı ortaya çıkan bir meslek hastalığı gibi görünmesine rağmen insan bedeni üzerindeki etkileri düşünüldüğünde iş kazalarının nedenleri içerisinde önemli bir yer tutmaktadır. Gürültünün neden olduğu işitme kaybı probleminin AB’de en yaygın görülen 10 meslek hastalığından birisi olduğu ve Ülkemizde SGK’nın meslek hastalıkları istatistiği listelerinde yer aldığı ifade edilmiştir. Ayrıca yine ülkemizde endüstriden, İSGÜM tarafından yapılan ölçüm analiz taleplerinin %97’sini gürültü ölçümlerinin oluşturduğu ve gerçekleştirilen ölçümlerin yaklaşık %80’inin sonucunun ciddi oranda gürültü maruziyetinin varlığını ortaya koyduğu da eklenmiştir (Özmen, 2014).

Gürültüye bağlı işitme kaybı dünyada ve ülkemizde sık görülen ancak önemli meslek hastalıklarından biridir. İsveç’te toplam çalışanların %9’luk bölümünün zararlı düzeyde gürültüye sürekli olarak maruz kaldığı belirtilmekte olup bu rahatsızlık, Kanada ve ABD’nde en sık görülen on meslek hastalığı arasında yer almaktadır (Çakır, 2010). Gürültüye bağlı işitme kaybı ABD’nde yetişkinler arasında en yaygın görülen üç fiziksel rahatsızlıktan birisidir ve çalışan nüfusun %11’inde işitme güçlüğü (bunun yaklaşık %24’ü meslek hastalığı kaynaklı), yaklaşık %8’inde kulak çınlaması ve %4’ünde ise kulak çınlaması ve işitme güçlüğü yaşanmaktadır (WEB1, 2017). ABD’nde uluslararası tanınırlığa sahip Mine Safety and Health Administration (MSHA) tarafından 1999 yılında belirlenen gürültü maruziyeti limitleri aşağıda sıralanmıştır (Garvey, 2000; Frank vd., 2003).

- İzin verilebilir sınır değer: 90 dBA,
- Çalışma düzeyi: (85 – 90) dBA ve odyometrik testler yapılmalı,
- Koruma önlemleriyle çalışılabilecek düzey: 105 dBA ve üzeri olması durumlarında kesinlikle kulak tıkaçları ve manşonlar kullanılmalı,
- İzin verilemeyecek düzey: 115 dBA ve üzeri. Kesinlikle çalışma yapılamaz.

Diğer yandan ABD’nde uluslararası tanınırlığa sahip diğer bir otorite olan The National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH), 8 saatlik sürekli çalışma için 85 dBA sınır değer olmak üzere, farklı gürültü düzeyleri için çizelge 1’deki en yüksek maruziyet sürelerini önermektedir (WEB2, 2017).

Çizelge 1. Farklı gürültü düzeyleri için en yüksek maruziyet süreleri

Gürültü düzeyi (dBA)	Maruziyet süresi (saat/gün)	Gürültü düzeyi (dBA)	Maruziyet süresi (saat/gün)
85	8	94	1
88	4	97	0,50
91	2	100	0,25

SGB tarafından 28.07.2013 tarih ve 28721 sayılı Resmi Gazete’de yayımlanan “Çalışanların Gürültü ile ilgili Risklerden Korunmalarına Dair Yönetmelik”te çalışanların gürültüye maruz kalmaları sonucu oluşabilecek sağlık ve güvenlik risklerinden, özellikle işitme ile ilgili risklerden korunmaları için asgari gereklilikler belirtilmektedir. Bunlar:

- En düşük maruziyet eylem değerleri: ($L_{EX, 8saat}$) = 80 dB(A) veya (P_{tepe}) = 112 Pa [135 dB(C) re. 20 μ Pa] (20 μ Pa referans alındığında 135 dB (C) olarak hesaplanan değer).
- En yüksek maruziyet eylem değerleri: ($L_{EX, 8saat}$) = 85 dB(A) veya (P_{tepe}) = 140 Pa [137 dB(C) re. 20 μ Pa].
- Maruziyet sınır değerleri: ($L_{EX, 8saat}$) = 87 dB(A) veya (P_{tepe}) = 200 Pa [140 dB(C) re. 20 μ Pa] olarak Yönetmelikte tespit edilmiştir (ÇSGB, 2013).

Gürültü, içerdiği öğelerle kişiyi bedensel veya psikolojik olarak etkileyebilen ses düzeyi olarak da tanımlanmaktadır. İnsanların işitme fonksiyonlarını olumsuz etkilemenin yanında diğer vücut işlevlerinin de olumsuz etkilenmesine neden olmakta, sözel iletişimi ve tehlike uyarılarının algılanmasını engellemektedir (Fişne, 2008).

Gürültüden etkilenmenin boyutunun; maruziyet süresi, gürültünün frekansı, şiddeti, kesikli ya da sürekli olması ve kişisel özelliklere bağlı olduğu ifade edilmiştir. Başlangıçtaki etkilenme işitme yorgunluğu olarak tanımlanmaktadır. Sesin şiddeti ve yoğunluğu arttıkça işitme yorgunluğu da artmakta, 140 dB şiddetindeki bir darbe gürültüsü akustik travma olarak tanımlanan ani ve geri dönüşü olmayan işitme kaybına yol açabilmektedir. Gürültü düzeyi arttıkça oluşan işitme kaybı artmakta ve buna bağlı olarak iyileşme süresi de uzamaktadır. İşitme kaybının iyileşebilmesi için etkilenme süresinin en az 10 katı kadar bir iyileşme süresinin gerektiği belirtilmektedir (Sabuncu, 2000; Ediz vd., 2002).

Erarslan (1995), TKİ ELİ Eynaz yeraltı ocağında ayak içerisinde gürültü seviyesinin yalnızca zincirli konveyör çalışırken 74 dBA – 96 dBA, tüm makineler ve işçiler çalışırken 77 dBA – 97 dBA arasında değiştiğini tespit etmiştir. Ayrıca gürültü seviyesinin hidrolik pompa istasyonunda 87 dBA, tumba girişinde 104 dBA, bantlı konveyör yanında 89 dBA, trolleyde 105 dBA, hava kompresörü istasyonunda 97 dBA ve vantilatör yanında 115 dBA olduğunu belirlemiştir.

Şahin (1998), bir linyit işletmesine ait yeraltı ve yerüstü ocaklarında toplam 32 noktada gürültü ölçümleri yapmış ve gürültü seviyesi, ölçüm yapılan tüm noktalarda 85 dBA'nın üzerinde çıkmıştır. Mesafenin gürültü düzeyi üzerindeki etkisini belirlemek amacıyla gürültü kaynağından 1 m aralıkla 12 m mesafeye kadar ölçümler yapmış ve gürültü düzeyinin mesafe ile azaldığını görmüştür.

Şensöğüt ve Eralp (1998), yeraltı maden işletmelerindeki değişik operasyonlardaki gürültü seviyelerini ölçmüşlerdir. Buna göre; uzun ayakta üretim, delik delme ve zincirli konveyör ile taşıma işlerinde 87 dBA – 95 dBA, cevher nakliyat kuyusunda 90 dBA – 98 dBA ve diğer ölçüm noktalarında (kompresör, jeneratör istasyonları, ayırma elekleri, kör kuyular, cevher transfer noktası, kafes vagon giriş-çıkışı, skipler, pnömatik donanımla galeri ilerlemesi, emici ana radyal vantilatör vb.) 90 dBA – 120 dBA değerlerini bulmuşlardır.

Sharma vd., (1998), Hindistan'daki bir kömür madeninde açık ve yeraltı ocakları ile kömür hazırlama tesisindeki çeşitli makineler üzerinde gürültü ölçümleri yapmışlardır. Kömür madeninde gürültü seviyelerinin sınır değerlerinden yüksek olduğunu ve çalışanların sürekli maruz kalmaları durumunda işitme kayıpları yaşayacaklarını ifade etmişlerdir.

Çetin (2000), 1998 ve 1999 yıllarında TKİ-OAL'de 468 yeraltı işçisi üzerinde odyometrik testlerle saptanmış işitme kaybı sonuçlarına göre; orta-hafif derecede (40 dBA - 70 dBA işitme kaybı) işitme kaybı saptanan 19 kişide hem saf ses ortalaması, hem de gürültüye bağlı işitme kayıplarının oluştuğunu ve işçilerin, 4000 Hz'de farklı derecelerde işitme kaybına uğradıklarını tespit etmiştir.

Ediz vd., (2002), ETİ Gümüş Maden İşletmesi, TKİ-SLİ ve GLİ Tunçbilek İşletmesinde gürültü ölçümleri yapmışlar ve gürültü düzeylerinin risk oluşturabileceğini, dolayısıyla gürültünün önlenmesi için tedbir alınmasının gerekli olduğunu ifade etmişlerdir.

Ergün vd., (2004), üç konkasörün çalıştığı bir taş ocağının gürültü haritasını çizmişlerdir. Konkasörlerin bulunduğu noktalarda gürültü seviyesinin 95 dBA'a ulaştığı tespit edilmiştir.

McBride (2004), bir yeraltı kömür ocağında çeşitli makinelerin gürültü seviyelerini ölçmüştür. Basıncı hava ile çalışan araçların önemli bir gürültü kaynağı olduğunu, madencilik endüstrisinde gürültüye maruziyet ve buna bağlı işitme kaybının yaygın olduğunu, risklerin çoğunun yeraltındaki makinelerin kullanım gereksinimleri sonucu ortaya çıktığını, dikkatli tasarım ve yeni teknolojik ekipman ile risklerin azaltılabileceğini ifade etmiştir.

Çınar (2005), TKİ-GLİ Tunçbilek açık kömür ocaklarında çeşitli iş makinelerinin gürültü seviyelerini ölçmüştür. İşletmede aşırı gürültüye neden olan makineleri elektrikli ekskavatörler, maden kamyonları ve delik delme makinesi olarak üç ana grupta değerlendirmiştir.

Şensöğüt ve Çınar (2007), TKİ-GLİ Tunçbilek açık kömür ocağında çeşitli iş makinelerinin gürültü seviyelerini ölçmüşlerdir. Araştırmacılar gürültü düzeyini kestirmeye yönelik eşitlikler türetmişler ve açık ocağın gürültü haritasını modellemişlerdir.

Engel and Kosala (2007), andezit, kireçtaşı ve dolomit madenlerindeki çeşitli operasyonlarda oluşan gürültü düzeylerini ölçmüşler ve madencilikte gürültü kaynaklarının genel olarak kırma-eleme ünitelerinde, bantlı konveyörlerde, kamyonla taşıma operasyonlarında ve ocak çalışmaları sırasında oluştuğu sonucuna varmışlardır. Özellikle kırıcılarda gürültü düzeylerinin diğer gürültü kaynaklarına göre daha yüksek olduğunu ifade etmişlerdir.

Şensöğüt (2007), TKİ-GLİ Tunçbilek yeraltı ocağı, açık ocak, kömür hazırlama tesisi ve atölyelerde gürültü ölçümleri yapmıştır.

Fişne (2008), TTK'ya bağlı müesseselerdeki yeraltı ve yerüstü işyerlerinde çalışan işçiler arasında gürültüye bağlı işitme kaybı görülme sıklığını tahmin etmek, işçilerin yaşı ve etkisi altında kaldıkları gürültü düzeyinin işitme kaybı üzerine etkisini araştırmak üzere 411 maden işçisinin işitme kayıplarını işçilerin mesleklerine ve yaş gruplarına göre değerlendirmiştir. Yeraltı ve açık işletmede, kömür hazırlama tesisinde, üretim/bakım ve kereste atölyelerinde belirlenen % 95 güven aralığı alt limit değerleri 87 dBA'dan daha yüksek olan bölgelerde çalışan işçilerin zorunlu olarak kulak koruyucusu kullanmalarını önermiştir.

Mutlu (2010), Bilecik ilinde bulunan bir taş ocağı ve kırma-eleme tesisinde çalışan işçilerin çalışma alanlarındaki gürültü seviyelerine bağlı işitme kayıplarını incelemiştir. Gürültü ölçümleri ocak sahasında, kırma-eleme tesisinde ve sosyal tesislerde yapılmıştır. En yüksek gürültü seviyelerine ocak sahasında çalışan wagondrill ve hidrolik ekskavatör operatörlerinin maruz kaldığını tespit etmiş, kırma-eleme tesis çalışanlarının da maruz kaldıkları gürültü seviyelerinin Gürültü Yönetmeliği'ne göre yüksek olduğunu belirtmiştir.

Pleban vd., (2013), Polonya'da 2011 yılında madencilik sektöründe çalışan yaklaşık 148.000 işçiden 26.000 işçinin gürültüye maruz kaldığını ve gürültünün madenciler arasında ciddi bir problem olduğunu, resmi kayıtlara göre Polonya'da 2006 - 2010 yılları arasında 354 madencinin, 2010 yılında 74 madencinin kalıcı işitme kaybına maruz kaldığını belirtmişlerdir. Açık maden ocaklarında gürültü düzeylerinin 105 dB'e ulaştığını ifade etmişlerdir. Bir kireçtaşı ocağının kırma-eleme tesisinde (kırıcı, elekler vb.) yaptıkları gürültü ölçümlerinde; kırıcı ünitesinin ortalama gürültü düzeyinin 101,3 dBA, kırıcı ve yükleyici ünitesinin ortalama gürültü düzeyinin 104,3 dBA olduğunu tespit etmişlerdir.

Çınar ve Şensöğüt (2013), üç farklı maden işletmesinde çeşitli makinelerin gürültü seviyelerini ölçmüşlerdir. Gürültünün şiddetine bağlı olarak çalışanların rahatsızlık düzeyini önem derecesine göre 0 – 5 arasında puanlandırmışlar ve kulak koruyucu kullanılıp kullanılmayacağını değerlendirmişlerdir.

Çınar ve Şensöğüt (2015), Konya il sınırları içerisinde bulunan 2 adet mermer işleme tesisinde gürültü ölçümleri yapmışlardır. Ölçümler sonucunda en yüksek gürültü kaynağı ebatlama makinası (96,74 dBA), en düşük gürültü kaynağı ise katrak makinası (87,51 dBA) olarak belirlenmiştir.

Çalışanların gürültüden etkilenme dereceleri için makinelerin gürültü seviyelerini ölçmenin yeterli olmadığı ve gürültü altında çalışanların maruz kaldıkları günlük dozun tespit edilmesi gerektiğini ifade etmişlerdir. En yüksek gürültüye silim makina işçisi (% 108,6), en düşük gürültüye ise muhasebe çalışanı (% 0,42) maruz kalmaktadır.

Erol ve Su (2015), mekanize bir yeraltı maden ocağında kullanılan kazı makineleri, taşıma araçları vb. iş makinelerinin gürültü seviyelerini ölçmüşlerdir. Kazı makinalarının gürültü düzeylerinin taşıma araçlarından daha yüksek olduğunu tespit etmişlerdir.

Parnell (2015), İngiltere, İskoçya ve Galler'deki açık kömür ocaklarında kullanılan farklı tipteki iş makinelerinin ve donanımın gürültü analizini yapmıştır.

Kosala ve Bartłomiej (2016), bir andezit ocağında kırma-eleme tesisinde çeşitli makinelerde gürültü ölçümleri yapmışlar ve makinelerin gürültü düzeylerini (100 – 130) dBA arasında bulmuşlardır.

1. SAHA ÇALIŞMASI

1.1. Çalışma Uzayı

Bu çalışmada yapılan gürültü maruziyeti ölçümleri, TS EN ISO 9612-2009 "Akustik-Mesleki Gürültü Maruziyetinin Belirlenmesi-Mühendislik Metodu" ile TS 2607 ISO 1999 "Akustik – İş Yerinde Maruz Kalınan Gürültünün Tayini ve Bu Gürültünün Sebep Olduğu İşitme Kaybının Tahmini" standartlarına uygun olarak gerçekleştirilmiştir. Her iki standartta da gürültüye maruziyet düzeyinin değerlendirilmesi için sekiz saatlik bir çalışma gününe göre ($L_{EX,8h}$) normalize edilen günlük maruziyet değerinin hesaplanmasına dayalı olarak, frekans ağırlıklı ses basıncı değerlerinin karelerinin toplamının karekökü (RMS) tanımlanmış olsa da bu çalışmada gürültü maruziyeti değerlendirmesine yönelik diğer parametreler de hesaplanmıştır.

Çalışmada gürültü ölçümü yapılan iş makineleri arasında hafriyat kamyonu, terskepçe hidrolik ekskavatör, paletli dozer, greyder, lastik tekerlekli yükleyici, lastik tekerlekli titreşimli silindir, hidrolik kırıcı, delici, döner kepçeli ekskavatör (DKE), bant aktarma aracı, dökücü, kömür yükleyici, kömür dökücü ve terskepçe yükleyici bulunmaktadır.

Gürültü ölçümleri Sivas ve komşu illerde yer alan yol inşaat çalışması, kum ocağı, kireçtaşı işletmesi, demir işletmesi, altın işletmesi ve kömür işletmesi olmak üzere toplam altı işyerinden alınmıştır. Çalışmada ölçüm alınan iş makinelerinin işletmelere dağılımı Çizelge 2'de verilmiştir.

1.2. Metot

Ölçümler Çevre ve Şehircilik Bakanlığı'nın "Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliği"nde yer alan tüm gürültü ölçümleri için uygun olan yüksek hassasiyete sahip Tip-1 gürültü seviyesi ölçüm cihazı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Ölçüm aralığı 15 dBA RMS ile 140 dBA Peak arasında değişen gürültü ölçüm cihazı IEC 61672-1: 2002 Standardında öngörülen gereklilikleri karşılamakta olup frekans analizi için dâhili 1/3 oktav bant filtresi bulunmaktadır. Gürültü ölçümleri üç ayrı profil tanımlanarak A, C ve Z (doğrusal) frekans ağırlıklandırması ile saniyede 8 örnekleme alınabilen hızlı mod kullanılarak yapılmıştır. Ölçüm sonuçları, 20 Hz ile 20 kHz arasındaki tam ses aralığını kapsadığı ve düşük frekans düzeylerinde insan kulağının tepkisini en iyi yansıttığı için genel amaçlı gürültü ölçümlerinde yaygın biçimde kullanılan A ağırlıklı filtre üzerinden verilmiştir. C ağırlıklandırma filtresi, insan kulağının çok gürültülü seslere verdiği tepki ile daha uyumlu olduğundan genellikle yüksek şiddetdeki seslerin ve tepe ses basınçlarının ölçümünde kullanılmaktadır. Z filtresinde frekans ağırlıklandırılması yapılmamaktadır (Sıfır filtresi).

Çalışmada yararlanılan gürültü analiz paketinin bütünleşik çevre izleme modülü (SvanteK, 2017)

kullanılarak gürültü ölçümü kayıtları, iş makinesinin çevrimini oluşturan evrelere ayrılmış ve her evre için SPL, L_{eq} , SEL, L_n (L_1-L_{99}) vb. parametreler hesaplanmıştır. Hafriyat kamyonları için çevrim evrelerinin işaretlendiği tipik bir gürültü-zaman kütüğü Şekil 1'de gösterilmiştir. Operatörlerin işlerini bir tam vardiya boyunca sürdürdükleri kabul edildiğinde 8 saatlik eşdeğer gürültü düzeyi $L_{EX,8h}$, Eşitlik 1.1 ile hesaplanmaktadır.

$$L_{EX,8h} = L_{Aeq} + 10 \log \left(\frac{T_e}{T_0} \right) \quad (1.1)$$

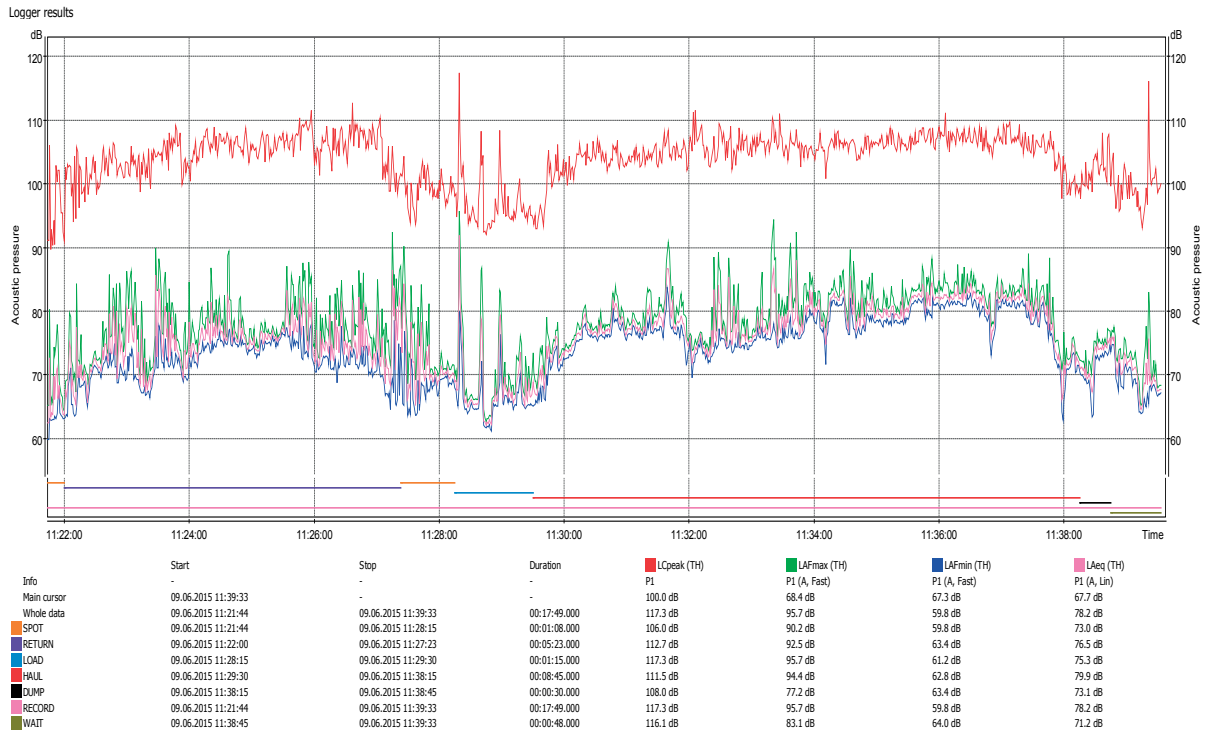
Burada:

L_{Aeq} : belirtilen bir zaman dilimi içinde ölçülen A-ağırlıklı dalgali sesin sahip olduğu akustik enerji ile aynı süre için aynı miktarda enerji içeren kavramsal sabit ses düzeyi (dB)

$L_{EX,8h}$: 8 saatlik eşdeğer sürekli A ağırlıklı ses basıncı seviyesi (dB)

T_e : çalışma günü için toplam maruziyet süresi (7,5 saat)

T_0 : referans maruziyet süresi, 8 saat



Şekil 1. Hafriyat kamyonlarının tipik bir gürültü-zaman kütüğü (No_14) (Yüksel, 2017)

Çizelge 2. Çalışmada ölçüm alınan iş makinelerinin işletmelere göre dağılımı

İşletmeler İş makinesi	Yol inşaat çalışması	Kum ocağı	Kireçtaşı işletmesi	Demir işletmesi	Altın işletmesi	Kömür işletmesi	TOPLAM
Hafriyat kamyonu		1	4	8	7		20
Terskepçe ekskavatör			1	2	8		11
Paletli dozer	1				3	2	6
Lastik tekerlekli yükleyici		1			3		4
Greyder	1				3		4
Lastik tekerlekli titreşimli silindir	1				2		3
Delici				1	2		3
Hidrolik kırıcı			1		2		3
DKE						3	3
Bant aktarma aracı						3	3
Dökücü						3	3
Kömür yükleyici						2	2
Kömür dökücü						1	1
Terskepçe yükleyici		1					1
TOPLAM	3	3	6	11	30	14	67

1.3. Hafriyat Kamyonları

Çalışma kapsamında 20 adet hafriyat kamyonundan, ölçüm süresi kamyonun bir tam döngüsünü kapsayacak biçimde, gürültü ölçümü kaydedilmiştir. Kamyon iş döngüsünün aşağıdaki evrelerden oluştuğu kabul edilmiştir: Kayıt (RECORD; Kamyonların tipik iş döngüsündeki tüm evreleri kapsamakta ve ölçüm yapılan toplam süredeki gürültü maruziyetini göstermektedir), Yanaşma manevrası (SPOT), Bekleme (WAIT), Yüklenme (LOAD), Taşıma (HAUL), Boşaltma (DUMP), Dönüş (RETURN).

Kamyonlara ait gürültü maruziyeti sonuçları, ortalama değerler üzerinden, Çizelge 3'de verilmiştir. Operatör kabininde kaydedilen gürültü düzeyinin (L_{eq}) 71,0 dBA ile 81,8 dBA arasında sıralandığı, ortalamasının ise 76,0 dBA olduğu görülmektedir. Diğer yandan günlük gürültü maruziyeti (L_{EX-8h})

70,7 dBA ile 81,5 dBA arasında değişmekte ve ortalaması 75,6 dBA olmaktadır. Bu değer maruziyet etkin değeri (85 dBA) ve sınır değerinden (87 dBA) düşüktür.

Hafriyat kamyonlarına ait gürültü maruziyeti sonuçları işletmeler bazında incelendiğinde açık demir ve altın işletmelerindeki araçları kullanan sürücülerin daha yüksek (76,9 dBA ve 76,6 dBA), kum ocağı ve kireçtaşı işletmesindeki hafriyat kamyonlarını kullanan sürücülerin daha düşük (73,0 dBA ve 73,6 dBA) gürültüye maruz kaldığı tespit edilmiştir. Tüm araçların yaklaşık 25 tonluk taşıma kapasitesinin tamamen kullanıldığı dikkate alındığında işletmeler arasında gürültü düzeyindeki değişimin taşıma yolu eğiminden kaynaklandığı ortaya çıkmaktadır. Kamyon çevriminde yanaşma, yüklenme ve boşaltma evreleri kısa ancak taşıma ve dönüş evreleri büyük yer kap-

Çizelge 3. Çalışmada örneklenen hafriyat kamyonlarının eşdeğer gürültü düzeyleri (dBA)

Hafriyat kamyonu	Süre dd:nn	KAYIT	YANAŞMA	YÜKLENME	TAŞIMA	BOŞALTMA	DÖNÜŞ	BEKLEME
En düşük	07:54	71.0	67.5	68.7	69.3	67.3	70.5	67.5
En yüksek	52:26	81.8	85.3	77.2	83.1	84.9	83.5	82.8
Genel ortalama	23:52	76,0	74,4	72,6	77,0	74,5	75,6	72,8
① Kum ocağı	07:54	73,0	68,5	74,2	74,0	71,7	-	68,0
② Demir işletmesi	19:08	76,9	76,7	72,7	79,1	72,9	76,0	74,3
③ Kireçtaşı işletmesi	39:30	73,6	71,6	71,4	72,1	78,9	74,3	70,5
④ Altın işletmesi	22:37	76,6	74,2	72,5	78,0	74,2	75,6	73,3

ladığından ortalama gürültü düzeyini bu iki evre belirlemektedir. Her iki işletmede taşıma yolları yüksek eğimli olduğundan motor devinimi, dolayısıyla kabine iletilen gürültü de artmıştır.

Çalışmada örneklenen tüm hafriyat kamyonları evreler bazında değerlendirildiğinde en yüksek gürültü maruziyeti 77,0 dBA ile TAŞIMA evresinde oluşmaktadır. Bunu 75,6 dBA ile DÖNÜŞ, 74,5 dBA ile BOŞALTMA, 74,4 dBA ile YANAŞMA ve 72,8 dBA ile BEKLEME izlemektedir. En düşük gürültü maruziyeti 72,6 dBA ile YÜKLENME evresinde meydana gelmektedir.

Gürültü maruziyeti işletmelere göre değerlendirildiğinde ise açık demir ve altın işletmelerinde en yüksek gürültü düzeyinin TAŞIMA evresinde olduğu görülmektedir. Ancak en yüksek gürültü maruziyeti kum ocağında YÜKLENME, kireçtaşı işletmesinde ise BOŞALTMA evresinde yaşanmıştır. Diğer yandan en düşük gürültü maruziyeti açık demir ve altın işletmelerinde YÜKLENME evresinde, kum ocağı ve kireçtaşı işletmesinde ise BEKLEME evresinde meydana gelmiştir.

1.4. Hidrolik Terskepçe Ekskavatörler

Çalışma kapsamında 11 adet hidrolik terskepçe ekskavatör ile 1 adet terskepçe yükleyiciden gürültü ölçümü kaydedilmiştir. Ekskavatör iş döngüsünün aşağıdaki evrelerden olduğu kabul edilmiştir: Kayıt (RECORD), Aynada hazırlık (BENCH PREPARE), Bekleme (WAIT), İleri yürüme (FORWARD), Doldurma&dönüş (LOAD&SWING), Boşaltma&dönüş (DUMP&RETURN).

Hidrolik terskepçe ekskavatörlere ait gürültü maruziyeti sonuçları, ortalama değerler üzerinden, Çizelge 4'de verilmiştir. Operatör kabininde kaydedilen L_{eq} değerlerinin 74,8 dBA ile 83,9 dBA arasında sıralandığı, ortalama gürültü düzeyinin ise 78,1 dBA olduğu görülmektedir. Diğer yandan L_{EX-8h} 74,5 dBA ile 83,6 dBA arasında değişmekte

ve ortalama gürültü düzeyi 77,8 dBA olmaktadır. Bu değer maruziyet etkin değeri (85 dBA) ve sınır değerinden (87 dBA) düşüktür.

Hidrolik terskepçe ekskavatörlere ait gürültü maruziyeti sonuçları işletmeler bazında incelendiğinde kum ocağı ile açık demir ve altın işletmelerindeki terskepçe ekskavatör operatörlerinin daha yüksek (80,1 dBA, 79,9 dBA ve 77,8 dBA) ancak kireçtaşı işletmesindeki terskepçe ekskavatör operatörlerinin daha düşük (74,8 dBA) gürültüye maruz kaldığı tespit edilmiştir. Terskepçe yükleyici hariç tutulduğunda çalışmada örneklenen ekskavatörlerin kepçe kapasiteleri 1200 L ile 4500 L, çalışma kütleleri ise 36 t ile 85 t arasında değişmektedir. Gürültü düzeyini belirleyen baskın faktör makine büyüklüğünden çok kepçe doldurma güçlüğüdür. Araçlar, yığın oluşturdukları hazırlık evresinde zeminle etkileşim nedeniyle yüksek miktarda güce gereksinim duyduklarından bu durum motor devinimini, dolayısıyla kabine iletilen gürültüyü de artırmıştır. Aynı nedenden ötürü kepçe doldurma ve dönüş evresindeki gürültü düzeyi de yüksek çıkmaktadır.

Çalışmada örneklenen tüm hidrolik terskepçe ekskavatörler evreler bazında değerlendirildiğinde en yüksek gürültü maruziyeti 79,2 dBA ile HAZIRLIK evresinde oluşmaktadır. Bunu 78,2 dBA ile BEKLEME, 78,1 dBA ile DOLDURMA&DÖNÜŞ, 76,9 dBA ile BOŞALTMA&DÖNÜŞ izlemektedir. En düşük gürültü maruziyeti 75,5 dBA ile YÜRÜME evresinde meydana gelmektedir.

Gürültü maruziyeti işletmelere göre değerlendirildiğinde ise kum ocağı ve kireçtaşı işletmesinde en yüksek gürültü düzeyinin DOLDURMA&DÖNÜŞ evresinde olduğu görülmektedir. Ancak en yüksek gürültü maruziyeti açık demir işletmesinde BEKLEME ve altın işletmesinde ise HAZIRLIK evresinde yaşanmıştır. Diğer yandan en düşük gürültü maruziyeti kum ocağında BOŞALTMA&

Çizelge 4. Çalışmada örneklenen hidrolik terskepçe ekskavatörlerin eşdeğer gürültü düzeyleri (dBA)

Terskepçe ekskavatör	Süre dd:nn	KAYIT	DOLDURMA & DÖNÜŞ	BOŞALTMA & DÖNÜŞ	BEKLEME	YÜRÜME	HAZIRLIK
En düşük	06:02	74,8	74,9	72,3	73,2	75,5	74,9
En yüksek	24:04	83,9	84,2	84,0	83,1	75,5	83,5
Genel ortalama	13:06	78,1	78,1	76,9	78,2	75,5	79,2
① Demir işletmesi	14:43	79,9	79,6	79,6	80,1	-	-
② Kireçtaşı işletmesi	24:04	74,8	75,0	74,7	74,1	-	-
③ Altın işletmesi	12:12	77,8	77,9	76,1	78,1	75,5	79,2
④ Kum ocağı	06:02	80,1	80,5	79,4	79,7	-	-

DÖNÜŞ, açık demir işletmesinde DOLDURMA&DÖNÜŞ ile BOŞALTMA&DÖNÜŞ, altın işletmesinde YÜRÜME ve kireçtaşı işletmesinde BEKLEME evresinde meydana gelmiştir.

1.5. Paletli Dozerler

Çalışma kapsamında 6 adet paletli dozerden gürültü ölçümü kaydedilmiştir. Dozer iş döngüsünün aşağıdaki evrelerden oluştuğu kabul edilmiştir: Kayıt (RECORD), Bekleme (WAIT), Küreme (DOZE), İleri yürüme (FORWARD), Geri yürüme (RETURN).

Paletli dozerlere ait gürültü maruziyeti sonuçları, ortalama değerler üzerinden, Çizelge 5'te verilmiştir. Operatör kabininde kaydedilen L_{eq} değerleri 80,3 dBA ile 92,4 dBA arasında olup ortalama gürültü düzeyi 86,3 dBA'dır. L_{EX-8h} ise 80,1 dBA ile 92,1 dBA arasında değişmekte ve ortalama gürültü düzeyi 86,0 dBA olmaktadır. Bu değer maruziyet etkin değerinden (85 dBA) yüksek ancak sınır değerinden (87 dBA) düşüktür.

Paletli dozerlere ait gürültü maruziyeti sonuçları işletmeler bazında incelendiğinde açık kömür ve altın işletmelerindeki paletli dozer operatörlerinin daha yüksek (86,9 dBA ve 87,9 dBA) ancak yol inşaatındaki paletli dozer operatörlerinin daha düşük (80,1 dBA) gürültüye maruz kaldığı tespit edilmiştir. Çalışmada örneklenen dozerlerin bıçak kapasiteleri 7200 L ile 16400 L, çalışma kütleleri ise 29 t ile 50 t arasında değişmektedir. Gürültü düzeyini belirleyen baskın faktör makine büyüklüğünden çok yürüme hızı ve zemin türüdür. Araçlar, küreme evresinde yavaş ancak bıçak askıda iken ileri ve geri hareket sırasında hızlı hareket etmektedir. Bu evrelerde yürüyüş mekanizması yüksek gürültü üretmektedir. Benzer biçimde toprağımsı zeminde çalışma düşük, yerinde ya da tumbalarda sert kayalık zemin üzerinde çalışma daha yüksek düzeyde gürültüye yol açmaktadır.

Çalışmada örneklenen tüm paletli dozerler evreler bazında değerlendirildiğinde en yüksek gürültü maruziyeti 87,4 dBA ile YÜRÜME evresinde oluşmaktadır. Bunu 86,6 dBA ile DÖNÜŞ, 86,4 dBA ile KÜREME izlemektedir. En düşük gürültü maruziyeti 83,4 dBA ile BEKLEME evresinde meydana gelmektedir.

Gürültü maruziyeti işletmelere göre değerlendirildiğinde ise en yüksek gürültü düzeyinin açık kömür işletmesinde KÜREME, yol inşaatında DÖNÜŞ ve açık altın işletmesinde YÜRÜME evresinde oluştuğu görülmektedir. Diğer yandan en düşük gürültü maruziyeti kömür işletmesinde YÜRÜME iken, yol inşaatı ve açık altın işletmesinde BEKLEME evresinde meydana gelmiştir.

1.6. Lastik Tekerlekli Yükleyiciler

Çalışma kapsamında 4 adet lastik tekerlekli yükleyiciden gürültü ölçümü kaydedilmiştir. Yükleyici iş döngüsünün aşağıdaki evrelerden oluştuğu kabul edilmiştir: Kayıt (RECORD), Bekleme (WAIT), İleri yürüme (FORWARD), Tesviye (LEVEL), Yükleme (LOAD), Taşıma (HAUL), Boşaltma (DUMP), Dönüş (RETURN).

Lastik tekerlekli yükleyicilere ait gürültü maruziyeti sonuçları, ortalama değerler üzerinden, Çizelge 6'ta verilmiştir. Operatör kabininde kaydedilen L_{eq} değerlerinin 72,8 dBA ile 80,6 dBA arasında sıralandığı, ortalama gürültü düzeyinin ise 76,2 dBA olduğu görülmektedir. L_{EX-8h} ise 72,5 dBA ile 80,3 dBA arasında değişmekte ve ortalama gürültü düzeyi 75,9 dBA olmaktadır. Bu değer maruziyet etkin değeri (85 dBA) ile sınır değerinden (87 dBA) düşüktür.

Lastik tekerlekli yükleyicilere ait gürültü maruziyeti sonuçları işletmeler bazında incelendiğinde kum ocağı ve açık altın işletmesindeki operatörlerin birbirine çok yakın (76,1 dBA ve 76,2 dBA) gürültü seviyesine maruz kaldığı tespit edilmiştir.

Çizelge 5. Çalışmada örneklenen paletli dozerlerin eşdeğer gürültü düzeyleri (dBA)

Paletli dozer	Süre dd:nn	KAYIT	YÜRÜME	KÜREME	DÖNÜŞ	BEKLEME
En düşük	07:01	80,3	84,2	80,4	80,6	79,2
En yüksek	22:30	92,4	90,5	92,2	92,6	87,7
Genel ortalama	16:00	86,3	87,4	86,4	86,6	83,4
① Kömür işletmesi	14:46	86,9	84,2	87,2	87,1	85,4
② Yol inşaatı	15:54	80,3	-	80,4	80,6	79,2
③ Altın işletmesi	16:52	87,9	90,5	88,0	88,3	83,5

Çizelge 6. Çalışmada örneklenen lastik tekerlekli yükleyicilerin eşdeğer gürültü düzeyleri (dBA)

Tekerlekli yükleyici	Süre dd:nn	KAYIT	DOLDURMA	TAŞIMA	BOŞALTMA	DÖNÜŞ	YÜRÜME	TESVİYE	BEKLEME
En düşük	04:49	72,8	74,3	74,5	75,0	73,0	69,3	72,2	68,0
En yüksek	14:27	80,6	76,1	76,1	75,9	81,1	81,3	80,7	75,4
Genel ort.	10:44	76,2	75,2	75,3	75,5	76,5	75,3	76,5	73,0
① Kum ocağı	04:49	76,1	76,1	76,1	75,9	75,9	-	-	68,0
② Altın işletmesi	12:43	76,2	74,3	74,5	75,0	76,7	75,3	76,5	74,6

Çalışmada örneklenen yükleyicilerin kova kapasiteleri 3100 L ile 4300 L, çalışma kütleleri ise 18 t ile 30 t arasında değişmektedir. Gürültü düzeyini belirleyen baskın faktör yürüme ve tesviyeleme olarak belirmektedir. Motor, taşıma ve dönüş evrelerinde yüksek deviminde çalıştığından yüksek gürültü üretmektedir. Diğer yandan tesviyeleme işleminde zeminle etkileşim söz konusu olduğundan yine yüksek düzeyde gürültü oluşmaktadır.

Çalışmada örneklenen tüm lastik tekerlekli yükleyiciler evreler bazında değerlendirildiğinde en yüksek gürültü maruziyeti 76,5 dBA ile DÖNÜŞ ve TESVİYE evrelerinde oluşmaktadır. Bunu 75,5 dBA ile BOŞALTMA, 75,3 dBA ile TAŞIMA ve YÜRÜME, 75,2 dBA ile DOLDURMA izlemektedir. En düşük gürültü maruziyeti 73,0 dBA ile BEKLEME evresinde meydana gelmektedir.

Gürültü maruziyeti işletmelere göre değerlendirildiğinde ise en yüksek gürültü düzeyinin kum ocağında DOLDURMA ve TAŞIMA, açık altın işletmesinde DÖNÜŞ evresinde olduğu görülmektedir. Diğer yandan en düşük gürültü maruziyeti kum ocağında BEKLEME iken, açık altın işletmesinde DOLDURMA evresinde meydana gelmiştir.

1.7. Greyderler

Çalışma kapsamında 4 greyderden gürültü ölçümü kaydedilmiştir. Greyder iş döngüsünün aşağıdaki evrelerden oluştuğu kabul edilmiştir: Kayıt (RECORD), Bekleme (WAIT), İleri yürüme (FORWARD), Tesviye (GRADE), Geri yürüme (RETURN).

Çizelge 7. Çalışmada örneklenen greyderlerin eşdeğer gürültü düzeyleri (dBA)

Greyder	Süre dd:nn	KAYIT	TESVİYE	DÖNÜŞ	YÜRÜME	BEKLEME
En düşük	12:21	73,7	74,0	73,5	80,0	67,8
En yüksek	17:19	87,5	87,8	87,2	80,0	82,8
Genel ortalama	14:49	80,3	80,4	80,5	80,0	76,2
① Yol inşaatı	14:37	73,7	74,0	73,5	-	67,8
② Altın işletmesi	14:53	82,5	82,6	82,8	80,0	79,0

Greyderlere ait gürültü maruziyeti sonuçları, ortalama değerler üzerinden, Çizelge 7'de verilmiştir. Operatör kabininde kaydedilen L_{eq} değerlerinin 73,7 dBA ile 87,5 dBA arasında sıralandığı, ortalama gürültü düzeyinin ise 80,3 dBA olduğu görülmektedir. L_{EX-8h} ise 73,4 dBA ile 87,2 dBA arasında değişmekte ve ortalama gürültü düzeyi 80,0 dBA olmaktadır. Bu değer maruziyet etkin değeri (85 dBA) ile sınır değerinden (87 dBA) düşüktür.

Greyderlere ait gürültü maruziyeti sonuçları işletmeler bazında incelendiğinde yol inşaatında çalışan greyder operatörlerinin düşük (73,7 dBA) ancak açık altın işletmesindeki makine operatörlerinin yüksek (82,5 dBA) gürültüye maruz kaldığı tespit edilmiştir. Çalışmada örneklenen greyderlerin motor güçleri 138 HP ile 240 HP, çalışma kütleleri ise 14 t ile 19 t arasında değişmektedir. Gürültü düzeyini belirleyen baskın faktörler yürüme hızı ve zemin türü olarak belirmektedir. Motor, özellikle bıçak askıda iken ileri ve geri yürüme evrelerinde yüksek deviminde çalıştığından yüksek gürültü üretmektedir. Diğer yandan tesviyeleme işleminde zeminle etkileşim söz konusu olduğundan yine yüksek düzeyde gürültü oluşmaktadır.

Çalışmada örneklenen tüm greyderler evreler bazında değerlendirildiğinde en yüksek gürültü maruziyeti 80,5 dBA ile DÖNÜŞ evresinde oluşmaktadır. Bunu 80,4 dBA ile TESVİYE, 80,0 dBA ile YÜRÜME izlemektedir. En düşük gürültü maruziyeti 76,2 dBA ile BEKLEME evresinde meydana gelmektedir.

Gürültü maruziyeti işletmelere göre değerlendirildiğinde en yüksek gürültü düzeyinin yol inşaatın-

da TESVİYE, açık altın işletmesinde DÖNÜŞ evresinde olduğu görülmektedir. En düşük gürültü maruziyeti yol inşaatı ve açık altın işletmesinde BEKLEME evresinde meydana gelmiştir.

1.8. Lastik Tekerlekli Titreşimli Silindirler

Çalışma kapsamında 3 adet lastik tekerlekli titreşimli silindirden gürültü ölçümü kaydedilmiştir. Silindir iş döngüsünün aşağıdaki evrelerden oluştuğu kabul edilmiştir: Kayıt (RECORD), Bekleme (WAIT), İleri yürüme (FORWARD), İleri sıkıştırma (COMPACT FORWARD), Geri sıkıştırma (COMPACT BACKWARD), Geri yürüme (RETURN).

Titreşimli silindirlere ait gürültü maruziyeti sonuçları, ortalama değerler üzerinden, Çizelge 8'de verilmiştir. Operatör kabininde kaydedilen L_{eq} değerlerinin 76,0 dBA ile 83,9 dBA arasında sıralandığı, ortalama gürültü düzeyinin ise 79,1 dBA olduğu görülmektedir. L_{EX-8h} ise 75,8 dBA ile 83,6 dBA arasında değişmekte ve ortalama gürültü düzeyi 78,8 dBA olmaktadır. Bu değer maruziyet etkin değeri (85 dBA) ile sınır değerinden (87 dBA) düşüktür.

Silindirlere ait gürültü maruziyeti sonuçları işletmeler bazında incelendiğinde yol inşaatında çalışan silindir operatörlerinin daha yüksek (83,6 dBA) ancak açık altın işletmesindeki makine operatörlerinin daha düşük (76,4 dBA) gürültüye maruz kaldığı tespit edilmiştir. Çalışmada örneklenen silindirlerin motor güçleri 133 HP ile 174 HP, çalışma kütleleri ise 12 t ile 19 t arasında değişmektedir. Gürültü düzeyini belirleyen baskın

faktörün ileri ve geri yönlü sıkıştırma evresinde silindir tamburuna uygulanan merkezkaç kuvveti olduğu görülmektedir.

Çalışmada örneklenen tüm lastik tekerlekli titreşimli silindirler evreler bazında değerlendirildiğinde en yüksek gürültü maruziyeti 80,0 dBA ile GERİ_SIKIŞTIR evresinde oluşmaktadır. Bunu 79,2 dBA ile İLERİ_SIKIŞTIR, 75,7 dBA ile YÜRÜME ve 75,3 dBA ile DÖNÜŞ izlemektedir. En düşük gürültü maruziyeti 75,1 dBA ile BEKLEME evresinde meydana gelmektedir.

Gürültü maruziyeti işletmelere göre değerlendirildiğinde ise en yüksek gürültü düzeyinin yol inşaatında İLERİ_SIKIŞTIR, açık altın işletmesinde YÜRÜME ve İLERİ_SIKIŞTIR evrelerinde olduğu görülmektedir. Diğer yandan en düşük gürültü maruziyeti yol inşaatında YÜRÜME ve açık altın işletmesinde BEKLEME evrelerinde meydana gelmiştir.

1.9. Deliciler

Çalışma kapsamında 3 adet deliciden gürültü ölçümü kaydedilmiştir. Delici iş döngüsünün aşağıdaki evrelerden oluştuğu kabul edilmiştir: Kayıt (RECORD), Bekleme (WAIT), İleri yürüme (FORWARD), Delme (DRILL).

Delicilere ait gürültü maruziyeti sonuçları, ortalama değerler üzerinden Çizelge 9'da verilmiştir. Operatör kabininde kaydedilen L_{eq} değerlerinin 74,2 dBA ile 86,6 dBA arasında sıralandığı, ortalama gürültü düzeyinin ise 80,3 dBA olduğu

Çizelge 8. Çalışmada örneklenen lastik tekerlekli titreşimli silindirlerin eşdeğer gürültü düzeyleri (dBA)

Titreşimli silindir	Süre dd:nn	KAYIT	İLERİ_SIKIŞTIR	GERİ_SIKIŞTIR	YÜRÜME	DÖNÜŞ	BEKLEME
En küçük	10:20	76,0	75,8	75,9	74,6	74,8	73,3
En büyük	14:30	83,9	84,2	84,1	76,8	75,8	76,6
Genel ortalama	13:03	79,1	79,2	80,0	75,7	75,3	75,1
① Yol inşaatı	10:20	83,9	84,2	84,1	74,6	-	75,5
② Altın işletmesi	14:24	76,7	76,8	75,9	76,8	75,3	75,0

Çizelge 9. Çalışmada örneklenen delicilerin eşdeğer gürültü düzeyleri (dBA)

Delici	Süre dd:nn	KAYIT	DELME	YÜRÜME	BEKLEME
En düşük	07:56	74,2	73,6	77,0	79,5
En yüksek	13:59	86,6	88,2	83,1	83,9
Genel ortalama	10:26	80,3	80,6	80,3	81,7
① Demir işletmesi	09:24	86,6	88,2	83,1	83,9
② Altın işletmesi	10:57	77,1	76,9	78,9	79,5

görülmektedir. L_{EX-8h} ise 74,0 dBA ile 86,3 dBA arasında değişmekte ve ortalama gürültü düzeyi 80,0 dBA olmaktadır. Bu değer maruziyet etkin değeri (85 dBA) ile sınır değerinden (87 dBA) düşüktür.

Delicilere ait gürültü maruziyeti sonuçları işletmeler bazında incelendiğinde açık demir işletmesindeki çalışan delici operatörlerinin daha yüksek (86,6 dBA) ancak açık altın işletmesindeki makine operatörlerinin daha düşük (77,1 dBA) gürültüye maruz kaldığı tespit edilmiştir. Çalışmada örneklenen delicilerin motor güçleri 225 HP ile 260 HP, çalışma kütleleri ise 12 t ile 15 t arasında değişmektedir. Gürültü düzeyini belirleyen baskın faktörün kabin yalıtımı olduğu görülmüştür. Demir işletmesinde toprak zeminde delme işlemi yapılmasına rağmen kabin içindeki gürültü düzeyi yüksek, altın işletmesinde az ayrılmış kireçtaşında delme sırasında oluşan gürültü düzeyi düşük çıkmıştır.

Çalışmada örneklenen tüm deliciler evreler bazında değerlendirildiğinde en yüksek gürültü maruziyeti 81,7 dBA ile BEKLEME evresinde oluşmaktadır. Bunu 80,6 dBA ile DELME izlemektedir. En düşük gürültü maruziyeti 80,3 dBA ile YÜRÜME evresinde meydana gelmektedir.

Gürültü maruziyeti işletmelere göre değerlendirildiğinde ise en yüksek gürültü düzeyinin açık demir işletmesinde DELME, açık altın işletmesinde BEKLEME evrelerinde olduğu görülmektedir. Diğer yandan en düşük gürültü maruziyeti açık demir işletmesinde YÜRÜME ve açık altın işletmesinde DELME evrelerinde meydana gelmiştir.

1.10. Hidrolik Kırıcılar

Çalışma kapsamında 3 adet hidrolik kırıcıdan gürültü ölçümü kaydedilmiştir. Kırıcı iş döngüsünün aşağıdaki evrelerden oluştuğu kabul edilmiştir: Kayıt (RECORD), Bekleme (WAIT), İleri yürüme (FORWARD), Kırma (BREAK).

Kırıcılara ait gürültü maruziyeti sonuçları, ortalama değerler üzerinden, Çizelge 10'da verilmiştir. Operatör kabininde kaydedilen L_{eq} değerlerinin 81,6 dBA ile 84,0 dBA arasında sıralandığı, ortalama gürültü düzeyinin ise 83,0 dBA olduğu görülmektedir. L_{EX-8h} ise 81,3 dBA ile 83,7 dBA arasında değişmekte ve ortalama gürültü düzeyi 82,7 dBA olmaktadır. Bu değer maruziyet etkin değeri (85 dBA) ile sınır değerinden (87 dBA) düşüktür.

Hidrolik kırıcılara ait gürültü maruziyeti sonuçları işletmeler bazında incelendiğinde, açık kireçtaşı işletmesindeki çalışan kırıcı operatörlerinin daha düşük (81,6 dBA) ancak, açık altın işletmesindeki makine operatörlerinin daha yüksek (83,7 dBA) gürültüye maruz kaldığı tespit edilmiştir. Çalışmada örneklenen kırıcıların motor güçleri 188 HP ile 379 HP, çalışma kütleleri ise 27 t ile 45 t arasında değişmektedir. Gürültü düzeyini belirleyen baskın faktörün kayaç türü olduğu görülmüştür. Kayaç sertleştiği kabin içindeki gürültü düzeyi yükselmektedir.

Çalışmada örneklenen tüm kırıcılar evreler bazında değerlendirildiğinde en yüksek gürültü maruziyeti 83,5 dBA ile YÜRÜME evresinde oluşmaktadır. Bunu 83,3 dBA ile KIRMA izlemektedir. En düşük gürültü maruziyeti 78,9 dBA ile BEKLEME evresinde meydana gelmektedir.

Gürültü maruziyeti işletmelere göre değerlendirildiğinde ise en yüksek gürültü düzeyinin açık kireçtaşı ve altın işletmelerinde KIRMA evresinde olduğu görülmektedir. Diğer yandan en düşük gürültü maruziyeti yine her iki işletmede BEKLEME evresinde meydana gelmiştir.

1.11. Döner Kepçeli Ekskavatörler

Çalışma kapsamında 3 adet döner kepçeli ekskavatörden (DKE) gürültü ölçümü kaydedilmiştir. DKE iş döngüsünün aşağıdaki evrelerden oluştuğu kabul edilmiştir: Kayıt (RECORD), İleri yürüme (FORWARD), Kazı (DIG).

Çizelge 10. Çalışmada örneklenen kırıcıların eşdeğer gürültü düzeyleri (dBA)

Hidrolik kırıcı	Süre dd:nn	KAYIT	KIRMA	YÜRÜME	BEKLEME
En düşük	11:21	81,6	81,8	83,5	76,8
En yüksek	15:16	84,0	84,3	83,5	80,2
Genel ortalama	13:27	83,0	83,3	83,5	78,9
① Kireçtaşı işletmesi	15:16	81,6	81,8	-	76,8
② Altın işletmesi	12:32	83,7	84,0	83,5	80,0

DKE'lere ait gürültü maruziyeti sonuçları, ortalama değerler üzerinden, Çizelge 11'de verilmiştir. Operatör kabininde kaydedilen L_{eq} değerlerinin 73,4 dBA ile 80,2 dBA arasında sıralandığı, ortalama gürültü düzeyinin ise 77,4 dBA olduğu görülmektedir. L_{EX-8h} ise 73,1 dBA ile 79,9 dBA arasında değişmekte ve ortalama gürültü düzeyi 77,1 dBA olmaktadır. Bu değer maruziyet etkin değeri (85 dBA) ile sınır değerinden (87 dBA) düşüktür.

Çalışmada örneklenen tüm DKE'ler evreler bazında değerlendirildiğinde en yüksek gürültü maruziyeti 78,2 dBA ile YÜRÜME evresinde oluşmaktadır. En düşük gürültü maruziyeti ise 77,5 dBA ile KAZI evresinde meydana gelmektedir.

Çizelge 11. Çalışmada örneklenen DKE'lerin eşdeğer gürültü düzeyleri (dBA)

DKE	Süre dd:nn	KAYIT	KAZI	YÜRÜME
En düşük	15:52	73,4	73,4	78,2
En yüksek	30:55	80,2	80,2	78,2
Genel ortalama	22:42	77,4	77,5	78,2
① Kömür işletmesi	22:42	77,4	77,5	78,2

Bant Aktarma Araçları

Çalışma kapsamında 3 adet bant aktarma aracından gürültü ölçümü kaydedilmiştir. Bant aktarma birimi iş döngüsünün aşağıdaki evrelerden oluştuğu kabul edilmiştir: Kayıt (RECORD), İleri yürüme (FORWARD), İletim (TRANSFER).

Aktarma araçlarına ait gürültü maruziyeti sonuçları, ortalama değerler üzerinden, Çizelge 12'de verilmiştir. Operatör kabininde kaydedilen L_{eq} değerlerinin 75,6 dBA ile 80,7 dBA arasında sıralandığı, ortalama gürültü düzeyinin ise 78,3 dBA olduğu görülmektedir. L_{EX-8h} ise 75,4 dBA ile 80,4 dBA arasında değişmekte ve ortalama gürültü düzeyi 78,0 dBA olmaktadır. Bu değer maruziyet etkin değeri (85 dBA) ile sınır değerinden (87 dBA) düşüktür.

Çalışmada örneklenen tüm bant aktarma araçları evreler bazında değerlendirildiğinde en yüksek gürültü maruziyeti 78,4 dBA ile İLETİM evresinde oluşmaktadır. En düşük gürültü maruziyeti ise 77,8 dBA ile YÜRÜME evresinde meydana gelmektedir.

Çizelge 12. Çalışmada örneklenen bant aktarma araçlarının eşdeğer gürültü düzeyleri (dBA)

Aktarma aracı	Süre dd:nn	KAYIT	İLETİM	YÜRÜME
En düşük	07:04	75,6	75,6	77,8
En yüksek	10:06	80,7	80,7	77,8
Genel ortalama	08:13	78,3	78,4	77,8
① Kömür işletmesi	08:13	78,3	78,4	77,8

Dökücüler

Çalışma kapsamında 3 adet dökücünden gürültü ölçümü kaydedilmiştir. Dökücü iş döngüsünün aşağıdaki evrelerden oluştuğu kabul edilmiştir: Kayıt (RECORD), İletim (TRANSFER).

Dökücülere ait gürültü maruziyeti sonuçları, ortalama değerler üzerinden, Çizelge 13'de verilmiştir. Operatör kabininde kaydedilen L_{eq} değerlerinin 78,3 dBA ile 81,3 dBA arasında sıralandığı, ortalama gürültü düzeyinin ise 80,0 dBA olduğu görülmektedir. L_{EX-8h} ise 78,0 dBA ile 81,0 dBA arasında değişmekte ve ortalama gürültü düzeyi 79,7 dBA olmaktadır. Bu değer maruziyet etkin değeri (85 dBA) ile sınır değerinden (87 dBA) düşüktür.

Çalışmada örneklenen tüm dökücüler tek evreye sahiptir. Böylece en yüksek ve en düşük gürültü maruziyeti 80,0 dBA ile TRANSFER evresinde oluşmaktadır.

Çizelge 13. Çalışmada örneklenen dökücülerin eşdeğer gürültü düzeyleri (dBA)

Dökücü	Süre dd:nn	KAYIT	TRANSFER
En düşük	04:17	78,3	78,3
En yüksek	05:24	81,3	81,3
Genel ortalama	04:54	80,0	80,0
① Kömür işletmesi	04:54	80,0	80,0

Kömür Yükleyici ve Dökücüler

Çalışma kapsamında 2 adet DKE tipi kömür yükleyici ile 1 adet kömür dökücünden gürültü ölçümü kaydedilmiştir. Araçların iş döngüsünün aşağıdaki evrelerden oluştuğu kabul edilmiştir: Kayıt (RECORD), İleri yürüme (FORWARD), Geri yürüme (RETURN), Dönme (SWING), Yükleme (LOAD), İletim (TRANSFER).

Yükleyici ve dökücülere ait gürültü maruziyeti sonuçları, ortalama değerler üzerinden,

Çizelge 14'de verilmiştir. Operatör kabininde kaydedilen L_{eq} değerlerinin 67,6 dBA ile 77,6 dBA arasında sıralandığı, ortalama gürültü düzeyinin ise 73,3 dBA olduğu görülmektedir. LEX-8h ise 67,3 dBA ile 77,3 dBA arasında değişmekte ve ortalama gürültü düzeyi 73,0 dBA olmaktadır. Bu değer maruziyet etkin değeri (85 dBA) ile sınır değerinden (87 dBA) düşüktür.

Çalışmada örneklenen tüm yükleyici/dökücüleri evreler bazında değerlendirildiğinde en yüksek gürültü maruziyeti 77,9 dBA ile TRANSFER evresinde oluşmaktadır. Bunu, 74,9 dBA ile GERİ, 71,4 dBA ile YÜRÜME ve 66,9 dBA ile DÖNME evreleri izlemektedir. En düşük gürültü maruziyeti ise 66,5 dBA ile YÜKLEME evresinde meydana gelmektedir.

Çizelge 14. Çalışmada örneklenen kömür yükleyici ve dökücülerin eşdeğer gürültü düzeyleri (dBA)

Kömür yükleyici ve dökücüler	Süre dd:nn	KAYIT	YÜRÜME	DÖNME	YÜKLEME	TRANSFER	GERİ
En düşük	03:09	67,6	71,4	64,0	66,5	75,8	74,9
En yüksek	15:01	77,6	71,4	69,7	66,5	79,9	74,9
Genel ortalama	07:15	73,3	71,4	66,9	66,5	77,9	74,9
① Kömür İşletmesi	07:15	73,3	71,4	66,9	66,5	77,9	74,9

TARTIŞMA

Ölçümler, iş makinelerinin çalışma evrelerine bölümlendirilerek değerlendirilmiştir. Böylece her iş makinesinde baskın gürültü maruziyetinin olduğu evre tespit edilmiştir. Verilerin değerlendirilmesi ile aşağıdaki sonuçlara varılmıştır.

a) Tüm iş makinelerinin operatör kabininde belirlenen L_{eq} ile $L_{EX,8h}$ değerleri azalan sıralama ile Çizelge 15'de verilmiştir. Paletli dozer en yüksek gürültü maruziyetine neden olurken kömür yükleyici/dökücüleri en düşük gürültü maruziyetine yol açmaktadır. $L_{EX,8h}$ için paletli dozer, hidrolik kırıcı, greyder ve delicilerin gürültü düzeyi, önlem alınma sınırı olan 80,0 dBA'e eşit ya da yüksektir.

b) Tüm iş makinelerinin operatör kabininde kaydedilen ses maruziyet seviyesi (SEL), zamanın %10, %50, %90 ve %99'unda aşılacak ses düzeyleri (sırasıyla L_{10} , L_{50} , L_{90} ve L_{99}) azalan sıralama ile Çizelge 16'da verilmiştir. Buna göre paletli dozer operatörü zamanın %90'unda 80 dBA üzerinde gürültüye maruz kalmıştır. Paletli dozer dışındaki diğer tüm iş makineleri zamanın %90'unda 80 dBA altında gürültüye maruz kalmışlardır. Hidrolik terskepçe ekskavatör, lastik tekerlekli yükleyici, hafriyat kamyonu ve kömür yükleyici/dökücü ope-

ratörleri dışındaki operatörler zamanın %10'unda 80 dBA üzerindeki gürültüye maruz kalmışlardır. Paletli dozer ve hidrolik kırıcı operatörleri zamanlarının %50'sinde 80 dBA üzerinde gürültüye maruz kalmışlardır.

c) Özellikle paletli dozer, greyder ve lastik tekerlekli yükleyicilerin operatörlerinde yorgunluk hissi ve yoğunlaşma bozukluklarına yakalanma olasılığı diğer iş makinelerine göre daha yüksektir.

d) Ses düzeyinin zamanla değişimine göre sınıflandırma yapıldığında ölçüm yapılan tüm iş makinelerinin gürültüleri, dalgalanma biçiminde sürekli değişen ya da durup, yeniden başlayarak kesikli biçimde zamanla değişen kararsız gürültü (Ertürk, 2001) sınıfına girmektedir.

e) İş makinesi operatörlerinin gürültü maruziyeti işletmeler bazında değişmektedir (Çizelge 17). DKE ile bütünleşik biçimde çalışan iş makinelerinin bulunduğu açık kömür işletmesi hariç tutulduğunda lastik tekerlekli yükleyici dışındaki tüm iş makineleri işletmeler bazında farklı gürültü düzeyi oluşturmuşlardır. Sonuçlar değerlendirildiğinde açık demir ve altın işletmelerindeki iş makinelerinin, yol inşaatı, kum ocağı ve kireçtaşı işletmesine göre daha gürültülü çalıştığı görülmektedir.

f) İş makinesi operatörlerinin çalışma sırasında en yüksek ve en düşük gürültü maruziyetine yol açan evreler Çizelge 18'de verilmiştir. En düşük gürültü maruziyeti genellikle bekleme evresinde oluşmuştur. Bu evrede araçlar hareketsiz ve motorları askıda çalışmaktadır.

g) İş makinesi operatörlerinin çalışma sırasında işletme bazında en yüksek ve en düşük gürültü maruziyetine yol açan evreler Çizelge 19'da verilmiştir. İşletmeler bazında da en düşük gürültü maruziyetinin çoğunlukla bekleme evresinde, en yüksek gürültü maruziyetinin ise genellikle araçların temel işlevlerini yaparken oluşturduğu söylenebilir.

Çizelge 15. Ölçüm yapılan tüm iş makinelerinin gürültü düzeyleri (dBA)

İş makinesi	L_{EX-8h} (ortalama)	L_{EX-8h} (min)	L_{EX-8h} (mak)	L_{Aeq} (ortalama)	L_{Aeq} (min)	L_{Aeq} (mak)
Paletli dozer	86,0	80,1	92,1	86,3	80,3	92,4
Hidrolik kırıcı	82,7	81,3	83,7	83,0	81,6	84,0
Greyder	80,0	73,4	87,2	80,3	73,7	87,5
Delici	80,0	74,0	86,3	80,3	74,2	86,6
Dökücü	79,7	78,0	81,0	80,0	78,3	81,3
Lastik tekerlekli titreşimli silindir	78,8	75,8	83,6	79,1	76,0	83,9
Bant aktarma aracı	78,0	75,4	80,4	78,3	75,6	80,7
Hidrolik terskepçe ekskavatör	77,8	74,5	83,6	78,1	74,8	83,9
Döner kepçeli ekskavatör	77,1	73,1	79,9	77,4	73,4	80,2
Lastik tekerlekli yükleyici	75,9	72,5	80,3	76,2	72,8	80,6
Hafriyat kamyonu	75,6	70,7	81,5	76,0	71,0	81,8
Kömür yükleyici/dökücü	73,0	67,3	74,5	73,3	67,6	77,6

Çizelge 16. Ölçüm yapılan tüm iş makinelerinin SEL, L_{10} , L_{50} , L_{90} , ve L_{99} gürültü düzeyleri (dBA)

İş makinesi	SEL	L_{10}	L_{50}	L_{90}	L_{99}
Paletli dozer	115,9	88,4	85,8	80,8	72,9
Hidrolik kırıcı	112,1	85,5	80,3	75,5	72,3
Greyder	109,7	82,7	78,9	71,8	61,6
Delici	108,1	82,2	79,7	75,4	72,6
Dökücü	104,7	82,7	77,1	75,1	74,0
Lastik tekerlekli titreşimli silindir	108,0	81,4	78,6	72,3	62,1
Bant aktarma aracı	105,1	81,3	73,1	66,8	65,2
Hidrolik terskepçe ekskavatör	106,8	79,4	75,0	71,9	68,6
Döner kepçeli ekskavatör	108,6	80,9	72,2	67,7	65,6
Lastik tekerlekli yükleyici	103,9	79,0	73,7	67,7	62,4
Hafriyat kamyonu	107,1	78,7	71,7	65,4	61,3
Kömür yükleyici/dökücü	98,5	76,8	66,1	56,1	52,1

Çizelge 17. İşletmeler bazında ortalama gürültü değerleri (dBA)

İşletmeler İş makinesi	Yol inşaat çalışması	Kum ocağı	Kireçtaşı işletmesi	Demir işletmesi	Altın işletmesi	Kömür işletmesi
Hafriyat kamyonu	-	73,0	73,6	76,9	76,6	-
Hidrolik terskepçe ekskavatör*	-	80,1	74,8	79,9	77,8	-
Paletli dozer	80,1	-	-	-	87,9	86,9
Lastik tekerlekli yükleyici	-	76,1	-	-	76,2	-
Greyder	73,7	-	-	-	82,5	-
Lastik tekerlekli titreşimli silindir	83,6	-	-	-	76,4	-
Delici	-	-	-	86,6	77,1	-
Hidrolik kırıcı	-	-	81,6	-	83,7	-
Döner kepçeli ekskavatör	-	-	-	-	-	77,4
Bant aktarma aracı	-	-	-	-	-	78,3
Dökücü	-	-	-	-	-	80,0
Kömür yükleyici/dökücü**	-	-	-	-	-	73,3

* Terskepçe yükleyici bu gruba dâhil edilmiştir.

** Her iki araç aynı gruba dâhil edilmiştir.

Çizelge 18. Operatörlerin çalışma sırasında en yüksek/en düşük gürültü maruziyetine yol açan evreler

İş makinesi	En düşük evre	En yüksek evre
Hafriyat kamyonu	YÜKLENME	TAŞIMA
Hidrolik terskepçe ekskavatör	YÜRÜME	HAZIRLIK
Paletli dozer	BEKLEME	YÜRÜME
Lastik tekerlekli yükleyici	BEKLEME	DÖNÜŞ, TESVİYE
Greyder	BEKLEME	DÖNÜŞ
Lastik tekerlekli titreşimli silindir	BEKLEME	GERİ_SIKIŞTIR
Delici	YÜRÜME	BEKLEME
Hidrolik kırıcı	BEKLEME	YÜRÜME
Döner kepçeli ekskavatör	KAZI	YÜRÜME
Bant aktarma aracı	YÜRÜME	İLETİM
Dökücü*	TRANSFER	TRANSFER
Kömür yükleyici/dökücü	DÖNME	TRANSFER

* Makine çalışması tek evreden oluşmuştur

Çizelge 19. İş makinesi operatörlerinin çalışma sırasında işleme bazında en yüksek ve en düşük güdültü maruziyetine yol açan evreler

İş makinesi	Yol inşaat çalışması		Kum ocağı		Kireçtaşı işletmesi		Demir işletmesi		Altın işletmesi		Kömür işletmesi	
	En düşük	En yüksek	En düşük	En yüksek	En düşük	En yüksek	En düşük	En yüksek	En düşük	En yüksek	En düşük	En yüksek
①	-	-	BEKLEME	YÜKLENME	BEKLEME	BOŞALTIMA	YÜKLENME	TAŞIMA	YÜKLENME	TAŞIMA	-	-
②	-	-	BOŞALTIMA	DOLDURMA	BEKLEME	DOLDURMA	DOLDURMA	DOLDURMA	BEKLEME	YÜRÜME	HAZIRLIK	-
③	BEKLEME	DÖNÜŞ	-	-	-	-	-	-	BEKLEME	YÜRÜME	YÜRÜME	KÜREME
④	-	-	BEKLEME	BEKLEME	-	-	-	-	DOLDURMA	DÖNÜŞ	-	-
⑤	BEKLEME	TESVİYE	-	-	-	-	-	-	BEKLEME	DÖNÜŞ	-	-
⑥	YÜRÜME	SIKIŞTIR	-	-	-	-	-	-	BEKLEME	BEKLEME	YÜRÜME, İLERİ SIKIŞTIR	-
⑦	-	-	-	-	-	-	YÜRÜME	DELME	DELME	BEKLEME	-	-
⑧	-	-	-	-	BEKLEME	KIRMA	-	-	BEKLEME	KIRMA	-	-
⑨	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	KAZI	YÜRÜME
⑩	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	YÜRÜME	İLETİM
⑪	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	TRANSFER	TRANSFER
⑫	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	YÜKLEME	TRANSFER

- ① Hafriyat kamyonu
 ② Hidrolik terskeçe ekskavator
 ③ Paletli dozer
 ④ Lastik tekerlekli yükleyici
 ⑤ Greyder
 ⑥ Lastik tekerlekli titreşimli silindir
 ⑦ Delici
 ⑧ Hidrolik kırıcı
 ⑨ Döner kepçeli ekskavator
 ⑩ Bant aktarma aracı
 ⑪ Dökücü
 ⑫ Kömür yükleyici/dökücü

SONUÇLAR

Bu çalışma kapsamında maden işletmelerinde kullanılan farklı tip ve modelde 67 adet iş makinesinden gürültü ölçümleri alınmıştır. İş makineleri arasında hafriyat kamyonu, terskepçe hidrolik ekskavatör, paletli dozer, greyder, lastik tekerlekli yükleyici, lastik tekerlekli titreşimli silindir, hidrolik kırıcı, delici, DKE, bant aktarma aracı, dökücü, kömür yükleyici, kömür dökücü ve terskepçe yükleyici bulunmaktadır. Gürültü ölçümleri Sivas ve komşu illerde yer alan yol inşaat çalışması, kum ocağı, açık kireçtaşı işletmesi, açık demir işletmesi, açık altın işletmesi ve açık kömür işletmesi olmak üzere toplam altı işyerinden alınmıştır.

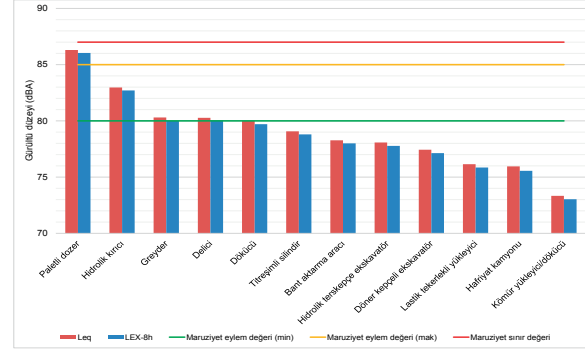
Bu çalışmada öncelikle, açık maden işletmelerindeki iş makinelerini kullanan operatörlerin maruz kaldığı gürültü düzeyinin tespiti ve sonra, araç çalışma döngüsünün gürültü maruziyetine daha hassas olan evrelerinin ayırtlanması hedeflenmiş ve ulaşılan bulgular tartışılarak, sunulmuştur. Böylece, işletmelerdeki teknik yöneticiler ve iş güvenliği sorumluları uygun önlemleri planlayabilirler. Diğer yandan, gürültü maruziyetini hafifletecek önlem türleri bu çalışmanın konusunu oluşturmadığından, bu hususlara değinilmemiş olup alınabilecek tipik önlemler dizisi literatürde geniş olarak yer almaktadır. Ancak uygulanması planlanan önlemlerin İş Sağlığı ve Güvenliği Risk Değerlendirmesi Yönetmeliği Risk kontrol adımları Madde 10 (ÇSGB, 2012) başlığı altında tanımlanan hiyerarşiye uygun olmasına önem verilmesi önerilir.

Tüm araç gruplarının gürültü düzeyleri Şekil 2'de verilmiştir. Paletli dozer operatörleri maruziyet eylem değerinin üzerinde gürültüye maruz kalmaktadır. Yapılan çalışmada ortalama eşdeğer gürültü düzeyi (L_{eq}) 86,3 dBA olarak hesaplanmıştır. 8 saatlik eşdeğer gürültü düzeyi (L_{EX-8h}) ise 86,0 dBA'dir. Paletli dozerler örneklenen iş makineleri arasında gürültü düzeyi en yüksek araçlar olduğu gibi ölçüm sonuçları, maruziyet sınır değeri olan 87 dBA'e çok yakın çıkmıştır.

Hidrolik kırıcılar, greyderler, deliciler ve DKE dökücülerinin gürültü düzeyi, önlem alınma sınırı olan 80,0 dBA'e eşit ya da yüksektir.

Titreşimli silindirler, DKE'ler, DKE aktarma araçları, DKE kömür yükleyici/sericiler, hidrolik terskepçe ekskavatörler, lastik tekerlekli yükleyiciler ve hafriyat kamyonları operatörleri, önlem sınırı olan 80,0 dBA'den düşük gürültü düzeyine maruz bırakılmaktadır.

Şekil 2. Tüm iş makinesi operatörlerinin gürültü maruziyet düzeyleri



TEŞEKKÜR

Bu çalışma Cumhuriyet Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri (CÜBAP) Komisyonu tarafından M-574 Nolu proje kapsamında desteklenmiştir.

KAYNAKLAR

- Çakır, A., 2010. Ankara'da Mobilya İmalatı Yapan 7 Fabrikada Gürültü Düzeylerinin Saptanması ve Gürültüye Bağlı İşitme Kayıplarının İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, 70 s, Ankara.
- Çetin, O., 2000. OAL'de Gürültüye Bağlı İşitme Kayıplarının İncelenmesi. TMMOB Maden Mühendisleri Odası Dergisi, Eylül-Aralık, 39-45.
- Çınar, İ., 2005. Madencilikte Gürültü Analizi, Modellenmesi ve Haritalanması. Doktora Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 141 s, Konya.
- Çınar İ., Şensöğüt C., 2013. Evaluation of Noise Measurements Performed in Mining Sites for Environmental Aspects. Int. J. Environ. Res., 7 (2), 383-386.
- Çınar İ., Şensöğüt C., 2015. Mermer Hazırlama Tesislerinde Oluşan Gürültünün İşçiler Üzerindeki Maruziyet Değerlerinin Belirlenmesi. Maden İşletmelerinde İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği Sempozyumu Bildiriler Kitabı, 21-22 Aralık, 335-344, Adana.
- ÇSGB, 2012. İş Sağlığı ve Güvenliği Risk Değerlendirmesi Yönetmeliği. Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı, 6 s, Ankara.
- ÇSGB, 2013. Çalışanların Gürültü ile İlgili Risklerden Korunmalarına Dair Yönetmelik. Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı, 6 s, Ankara.
- Ediz, İ. G., Beyhan, S., Akçakoca, H., Sarı, E., 2002. Madencilikte Gürültüye Bağlı İşitme Kayıplarının İncelenmesi. Türkiye 13. Kömür Kongresi Bildiriler Kitabı, 29-31 Mayıs, 13-22, Zonguldak.

- Engel, J. R., Kosala, K., 2007. Sources of Vibroacoustic Hazards in Open-Pit Mines of Mineral Raw Materials. Archives of Acoustics, 32 (2), 251-262.
- Erarslan, O., 1995. Noise Monitoring and Control at the A.L.I. Soma Coal Region in Eyzek Mine. Master Thesis, Graduate School of Natural and Applied Sciences, Dokuz Eylül University, 113 p, İzmir.
- Ergün, F., Toprak, R., Aktürk, N., 2004. Açık Ocak Maden İşletmelerinin Neden Olduğu Çevresel Gürültü. Hacettepe Üniversitesi Çevre Bilimleri, Sayı 6, 1-9.
- Erol, İ., Su, O., 2015. Mekanize Bir Yeraltı Maden İşletmesinde Gürültü Seviyelerinin İncelenmesi. Çukurova Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi, 30 (2), 191-200.
- Ertürk, B., 2001. Hidrolik gürültü ve azaltma yöntemleri, II. Ulusal Hidrolik Ve Pnömatik Kongresi ve Sergisi Bildiriler Kitabı, 8-11 Kasım, İzmir.
- Frank, T., Bise, C. J., Michael, K., 2003. A Hearing Conservation Program for Coal Miners. Occupational Health&Safety, 72 (6), 106-110.
- Fişne, A., 2008. Türkiye Taşkömürü Kurumu Ocaklarında Gürültü Koşullarının İncelenmesi, Etkilenme Düzeylerinin İstatistiksel Analizi ve Risk Değerlendirmesi. Doktora tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 217 s, İstanbul.
- Garvey, D. J., 2000. Mining MSHA's New Noise Exposure Regulations. Professional Safety, 45 (1), 12-53.
- Kosała, K., Bartłomiej, S., 2016. Analysis of Noise Pollution in an Andesite Quarry with the Use of Simulation Studies and Evaluation Indices. International Journal of Occupational Safety and Ergonomics, 22 (1), 92-101.
- McBride, D. I., 2004. Noise-induced Hearing Loss and Hearing Conservation in Mining. Occupational Medicine, 54 (5), 290-296.
- Mutlu, A., 2010. Madencilikte Gürültüye Bağlı İşitme Kayıplarının Tespiti: Taş Kırma Eleme Tesisi Örneği. Yüksek lisans tezi, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 128 s, Eskişehir.
- Özmen, A., 2014. Çalışanların Gürültü ile İlgili Risklerden Korunmalarına Dair Yönetmelik Hükümlerinin Örneklerle ve Saha Uygulamalarıyla Açıklanması. İş Sağlığı ve Güvenliği Uzmanlık Tezi, ÇSGB İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdürlüğü, 151 s, Ankara.
- Parnell, J., 2015. Acoustic Signature of Open Cut Coal Mines. Proceedings of Australian Acoustical Society Conference, 15-18 November, 1-8, Hunter Valley, Australia.
- Pleban, D., Piechowicz, J., Kosała, K., 2013. The Inversion Method in Measuring Noise Emitted by Machines in Opencast Mines of Rock Material. International Journal of Occupational Safety and Ergonomics, 19 (2), 321-331.
- Sabuncu, H. H., 2000. İşyeri Hekimliği Ders Notları. Türk Tabipler Birliği, 207-226, Ankara.
- Sezek, H., 2009. İş Sağlığı ve Güvenliği Alanında Gürültü Ölçümleri, Kişisel Maruziyet Hesaplama, Kullanılacak Kulak Koruyucu Seçimi. İş Sağlığı ve Güvenliği Dergisi, 9 (44), 10-13.
- Sharma, O., Mohanan, V., Singh, M., 1998. Noise Emission Levels in Coal Industry. Applied Acoustics, 54 (1), 1-7.
- Svantek, 2017. SvanPC++ Software User Manual V.2.1, SVANTEK SP. Z O.O., 261 p, Warsaw, Poland.
- Şahin, K., 1998. Aydın Linyit İşletmesinde Gürültü Seviyesinin Araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Osmangazi Üniversitesi, 114 s, Eskişehir.
- Şensöğüt, C., Eralp, H., 1998. Ömerler Yeraltı Ocağındaki Gürültü Ölçümleri ve Öneriler. Türkiye 11. Kömür Kongresi Bildiriler Kitabı, 10-12 Haziran, Bartın-Amasra, 43-52.
- Şensöğüt, C., Çınar, İ., 2007. An Empirical Model for the Noise Propagation in Open Cast Mines - A Case Study. Applied Acoustics, 68 (9), 1026-1035.
- Şensöğüt, C., 2007. Occupational Noise in Mines and Its Control – A Case Study. Polish J. of Environ. Stud., 16 (6), 939-942.
- Yüksel, H., 2017. Türkiye'de Bazı Maden Makinalarında Gürültü Ölçümü ve Değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi, Cumhuriyet Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 153 s, Sivas.
- WEB1, 2017. <http://www.cdc.gov/niosh/topics/ohl/>, alındığı tarih: 02.06.2017
- WEB2, 2017. <https://blogs.cdc.gov/niosh-science-blog/2016/02/08/noise/>, alındığı tarih: 02.06.2017