

## Demiryollarından Kaynaklanan Çevresel Gürültü ve Erzurum İli Örneği

Fatma EKMEKYAPAR TORUN<sup>1</sup>, Züleyha BİNGÜL<sup>2</sup>

**ÖZET:** Gürültü kirliliği, çözümüne hızlı ulaşılmaması gereken problemlerden biri olarak son yıllarda insan hayatına girmiştir. İnsanların sağlıklarını fizyolojik, fiziksel ve psikolojik açıdan etkileyen gürültü kirliliği aynı zamanda iş ve eğitim hayatlarındaki performanslarını azaltan bir çevre kirliliği türüdür. Son zamanlarda yapılan araştırmalar büyük şehirlerde gürültü kirliliğinden etkilenen kişi sayısının giderek arttığını ve bunun sonucu toplum sağlığı üzerinde büyük riskler oluşturduğunu ortaya koymuştur. Ulaşımından kaynaklanan gürültüler içinde yer alan demiryolu gürültüsü üzerine arazide yapılan bu çalışma Erzurum şehir merkezinde yürütülmüştür. Terminal Caddesi, Protokol Yolu, Hemzemin Geçidi ölçüm yeri olarak belirlenmiştir. Demiryolu hattı şehir merkezinin ortasından geçmektedir. Trenler şehir içerisinde Doğu-Batı doğrultusunda yoğunlukla gündüzleri geçmektedir. Demiryolunun yakınında okullar, yerleşim yerleri, iş yerleri, alışveriş merkezleri, restoranlar ve endüstriyel alanlar bulunmaktadır. Bu çalışmada demiryollarından kaynaklanan gürültü ile demiryolu çevresindeki diğer gürültüler ele alınarak; gürültü seviyesinin tespiti ve insanlar üzerine etkisinin azaltılması amaçlanmıştır. Gerekli ölçümler SVANTEK marka SVAN958 model ses ölçüm cihazı ile yapılmış ve elde edilen verilerden çeşitli formüller ile gürültü seviye parametreleri hesaplanmıştır. 16 Nisan ve 15 Mayıs 2014 tarihleri arasında bir ay süre ile toplam 131 ölçüm yapılmıştır. Ölçüm sonuçlarının yaklaşık üçte birinin “geçen trenler” için yönetmelikle belirlenen sınır değer olan 75 dB(A)’yı geçtiği görülmüştür. Çalışmanın sonucunda, yüksek gürültü seviyelerine karşı alınabilecek etkin önlemler üzerinde durularak demiryolu gürültüsünün mevzuatlar çerçevesinde kabul edilebilir sınırlara getirilmesi için çeşitli çözüm önerileri sunulmuştur.

**Anahtar kelimeler:** Çevresel gürültü, gürültü kirliliği, gürültü mevzuatı, demiryolu gürültüsü

## Environmental Noise Caused by Railways and Erzurum Province as Case Study

**ABSTRACT:** Noise pollution has become a part of daily life as one of the problems that require an immediate solution. Affecting public health in physiological, physical and psychological aspects, noise pollution is also a type of environmental pollution which decreases people’s performance both at work and at school. Recent research has shown that the number of people affected by noise pollution in big cities has increased, as a result of which huge risks have occurred on public health. This field study concerning railway noise originated from transportation was carried out in the city center of Erzurum. Terminal Street, Protokol Road, Level Crossing is identified as the measurement place. The railway line is located in the middle of the city. The trains pass towards the east and the west especially during daytime. Many facility centers are located around the railway line including schools, residential areas, workplaces, shopping centers, restaurants and industrial areas. The aim of this study is to determine the noise level and reduce its effects on human beings by evaluating the environmental noise caused by railways and the other noise sources around the railway. The required measurements were carried out by SVAN958 sound level meter and noise level parameters were calculated by various formulas using the data. 131 measurements in total were held within a month between the date of April 16 and May 15 2014. About one third of the measurement results were observed to be over 75 dB(A), which is the limit value for “passing trains” set by the regulations. At the end of the study, various solution offers were presented to function as countermeasures against the high noise levels and to bring railway noise down to the acceptable limitations set by the regulations.

**Keywords:** Environmental noise, noise pollution, noise regulations, railway noise

<sup>1</sup> Atatürk Üniv., Müh. Fak., Çevre Müh. Böl., Erzurum, Türkiye

<sup>2</sup> Çevre ve Şehircilik İl Müd., Erzurum, ÇED ve Çevre İzinleri Şube Müd., Erzurum, Türkiye  
Sorumlu yazar/Corresponding Author: Züleyha BİNGÜL zuleyha.bingul@csb.gov.tr

## GİRİŞ

Gürültü belirgin bir özelliği olmayan ve istenmeyen ses kaynakları olarak tanımlanmaktadır (Arlı ve Öztürk, 2010). Sesin şiddetine ve frekansına bağlı olarak gürültü rahatsız edici olmaktadır. Kentsel hayatın kaçınılmaz sorunlarından biri olan gürültü, ilerleyen teknolojiye paralel olarak, kalabalıklaşan şehirlerde kent kullanıcılarının hayatı üzerinde zararlı olacak dozlara yükselmiştir. Gürültü insanların işitme sağlığını ve algılamasını olumsuz yönde etkileyen, fizyolojik ve psikolojik dengelerini bozabilen, iş performansını azaltan, çevrenin hoşluğunu ve sakinliğini yok ederek niteliğini değiştiren bir tür kirliliktir (Sirel, 1988; Karpuzcu, 1994; Kumbur, 1995; Sağlık Bakanlığı, 2002). Gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde teknolojinin gelişmesine bağlı olarak artan gürültü sorunu, günümüzün önemli çevre sorunlarından birisi haline gelmiştir.

### Sesin Gürültü Olarak Algılanması

Ses düzeyini ölçmek için kullanılan birim, akustik basıncın logaritmik fonksiyonu olup desibel (dB), akustik basıncın duyulabilir sınırı ise dB(A) olarak tanımlanmaktadır. dB(A), insan işitme sisteminin düşük şiddetteki seslere karşı en çok hassas olduğu orta ve yüksek frekanslara daha fazla ağırlık veren, A ağırlıklı ses seviyesi olarak tabir edilen ve gürültünün etkilenim değerlendirilmesi ve kontrolünde yaygın olarak kullanılan bir ses seviyesi ölçütünü verir (Anonim, 2010). Desibel çizelgesinde 0 dB(A) ile 140 dB(A) değerleri sağlıklı insan kulağının işitebileceği en düşük ve en yüksek ses seviyesini tanımlamaktadır. Gürültü zamana göre değiştiği için ölçüm ve tahminler, verilen süre içinde ortalama değerler ve diğer göstergeler ile tanımlanmaktadır (Arlı ve Öztürk, 2010). Çevresel gürültü ölçümlerinde, gürültünün alıcılar üzerindeki etkisinin değerlendirilmesinde genellikle aşağıdaki parametreler kullanılmaktadır.

**Eşdeğer gürültü seviyesi ( $L_{Aeq}$ ):** Ses seviyesinin zamanla gelişi güzel değiştiği yani kararsız gürültülerin değerlendirilmesinde; ses seviyesinin zamanla değişiminin incelenmesi yerine, sesin eşdeğer sürekli ses seviyesi kullanılır. Eşdeğer sürekli ses seviyesi, verilmiş bir süre zarfında süreklilik gösteren ses enerjisinin veya ses basınçlarının ortalama değerini veren dB(A) biriminde bir gürültü ölçөгüdür. Eş değer ses seviyesi;

$$L_{eq} = 10 \log(1/n) \sum_{i=1}^n 10^{\frac{L_i}{10}} \quad (1)$$

olarak ifade edilir.

**Ses etkilenim seviyesi ( $L_{AE}$ ):** Eşdeğer sürekli ses seviyesinin yeterli bilgiyi sağlayamadığı, çok kısa süren ve birden yükseldikten sonra alçalan sesin değerlendirilmesidir. Bu tür seslerin seviyelerini belirlemede en uygun yöntem, en yüksek ses seviyesi değerini ya da ses etkilenim seviyesini (Sound Exposure Level) (SEL) kullanmaktır. SEL, zaman aralığı 1 saniye alınan  $L_{eq}$  olarak da tanımlanır.

**En yüksek ses seviyesi ( $L_{AFmax}$ ):** Ölçüm süresi içerisinde (dB(A) olarak ölçülen) A ağırlıklı ses düzeyinin en büyük değerini gösterir.

**En düşük ses seviyesi ( $L_{AFmin}$ ):** Ölçüm süresi içerisinde (dB(A) olarak ölçülen) A ağırlıklı ses düzeyinin en düşük değerini gösterir.

**Tepe gürültü seviyesi ( $L_{Cpeak}$ ):** Verilen bir zaman aralığında C frekans ağırlığı kullanılarak ölçülen anlık ses düzeyinin en yüksek değeridir. Bu parametrede A ağırlığının yerine C'nin kullanılmasının sebebi insan kulağını yüksek seviyelerdeki gürültü karşısında daha iyi simüle edebilmesidir (Anonim, 2011b).

### Gürültü Kaynakları

**Açık alanda mevcut olan gürültü kaynakları:** Gerek yapı içindeki hacimleri ve gerekse yapı dışındaki açık alanları kullanan kişileri etkileyen gürültülerdir. Bunlar ulaşım gürültüleri (karayolu, denizyolu, demiryolu, uçak ve havaalanı gürültüleri), endüstri gürültüleri, şantiye gürültüleri, insan etkinliklerine ilişkin gürültüler, eğlence ve ticari amaçlı gürültüler şeklinde gruplandırılabilir.

**Yapı içi gürültü kaynakları:** Yapıların içinde yer alan kaynaklardan doğan seslerdir. Bunlar da konuşma sesleri, ev araçlarının gürültüleri, yükseltilmiş müzik sesleri, garaj gürültüleri, çeşitli makine-donanım gürültüleri ve yapı içinde yer alan her türlü işyerinden gelen özel gürültüler şeklinde sıralanabilir (Anonim, 2011a).

### Demiryolu Gürültüsü ve Kontrolü

Demiryolu her ülke için stratejik önemi olan ucuz bir ulaşım seçeneğidir. Günümüzde ABD, Avrupa Birliği ve Japonya gibi gelişmiş ülkeler demiryolu ulaşımı ile ilgili özel enstitüler kurarak bu ulaşım ağının nasıl daha etkin, çevre dostu ve daha ucuz olabileceği üzerinde çalışmaktadırlar. Demiryolu araçları da diğerleri gibi çeşitli çevresel sorunlara neden olmaktadır. (Şahinkaya, 2005). Bu sorunlardan biri olan gürültü, araçların ve yardımcı ekipmanlarının çalışmasından dolayı oluşan gürültü ile araç tekerlerinin ray ile

temasından dolayı ortaya çıkan gürültü gibi bileşenlerden oluşmaktadır. Raylı ulaşım sistemlerinde oluşan çevresel gürültü düzeyine etki eden faktörler ise; yola olan uzaklık, servis aralığı, yol seviyesi, yolun eğim derecesi, aracın boyu ve cinsi, yol kenarındaki yapılaşma ve bitki örtüsü şeklinde sıralanabilir (Toprak ve Aktürk, 2006). Yaşadığımız çevredeki gürültü limitleri, gerçekleştirilen

faaliyet tiplerine ve faaliyetlerin yapıldıkları alanlara göre tanımlanmış olması gerekmektedir. Raylı sistemler için bu tanımlama, 4 Haziran 2010 tarih ve 27601 sayılı Resmi Gazetede yayımlanan Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliği'nde yapılmıştır. Hafif raylı sistemler için limit değerleri Çizelge 1'de verilmiştir.

**Çizelge 1.** Hafif raylı sistemler için çevresel gürültü sınır değerleri

Yer altı İstasyonları		$L_{eq}$ (dB(A))	Yer üstü İstasyonları		$L_{eq}$ (dB(A))
Gişeler, merdivenler, koridorlar		55	Platformlar (Platform kenarından 1,8 m )	Duran ve kalkan trenler için	70
Platformlar (Platform kenarından 1,8 m )	Duran ve kalkan trenler için	80		Geçen trenler için	75
	Geçen trenler için	85		Çalışır durumda bekleyen trenler için	65
	Çalışır durumda bekleyen trenler için	65			
İstasyon içinde havalandırma sistemi		55			
Caddelerde havalandırma kanalları (9.0 m'de)		55			
İstasyon içinde kapalı hacimlerde bulunan acil havalandırma fanları (22. m'de)		80			

Limitler, istasyonların yer altı ve yer üstü olmaları durumlarına göre iki ana gruba ayrılmıştır. Ayrıca yer altında bulunan istasyonların içerisinde bulunan havalandırma sistemlerine ilişkin gürültü limit değerleri de verilmiştir. Limit değerleri yeraltı istasyonları için 55 dB(A) ve 85 dB(A), yerüstü istasyonları için ise 65 dB(A) ile 75 dB(A) arasında değişiklik göstermektedir.

Avrupa'da, Amerika'da ve ülkemizde yapılan çeşitli çalışmalarda demiryolu gürültüsü; oluşumuna sebep olan faktörler, belirlenmesi için gereken parametreler ve insan sağlığına etkileri açısından incelenmiş, elde edilen sonuçlar standart ve yönetmeliklere göre değerlendirilerek alınması gereken önlemler üzerinde durulmuştur (Çubuk ve ark., 2002; Anonim, 2002; Pampal ve ark., 2002; Toprak ve Aktürk, 2002; Anonim 2003; Bilgiç ve Aksulu, 2013). Raylı ulaşım sistemlerinde çevresel gürültü seviyelerinin ölçülmesi ile yapılan modelleme çalışmaları da bulunmaktadır (Ignaccolo, 2000; Toprak, 2003; Toprak ve Aktürk, 2006).

Bu çalışmada, Erzurum ili için demiryollarından kaynaklanan gürültünün boyutlarını incelemek üzere yerinde ölçümler yapılmıştır. Maksimum, minimum ve eşdeğer gürültü seviye parametreleri hesaplanarak demiryolu çevresindeki gürültü seviyesi tespit edilmiştir. Mevcut yönetmelik göz önüne alınarak sonuçlar

değerlendirilmiş ve yüksek gürültü seviyelerine karşı alınabilecek önlemler hakkında bilgi verilmiştir.

## MATERYAL VE YÖNTEM

### Gürültü Ölçüm Yeri

Bu çalışmada Erzurum şehir merkezinde Terminal Caddesi Protokol Yolu Hemzemin Geçidi ölçüm yeri olarak seçilmiştir. Ölçüm noktası koordinatları 39°54'36.98" kuzey enlemi ve 41°15'15.06" doğu boylamı olarak belirlenmiştir. Erzurum il sınırları içerisindeki toplam demiryolu uzunluğu 211 km olup bu hat açık alanlardan, sanayi bölgelerinden ve yerleşim yerlerinden geçmektedir. Erzurum'daki demiryolu hatları doğu-batı eksenslidir. Kuzey-güney ekseninde demiryolu hattı bulunmamaktadır. Erzurum ili mevcut demiryolu ağı Doğu Ekspresi güzergâhı üzerinde bulunmaktadır. Normal şartlarda Haydarpaşa-Kars-Haydarpaşa hattında işleyen Doğu Ekspresi, Ankara-İstanbul hızlı tren hattı çalışmaları nedeniyle 1 Şubat 2012 tarihinden itibaren iki yıl süresince Ankara-Kars-Ankara arasında seferlerine devam edecektir. Erzurum ili sınırları içerisinde yer alan demiryolu hattı yolcu taşımacılığı ile birlikte yük taşımacılığı amacıyla da kullanılmaktadır.

## Gürültü Ölçüm Cihazı

Bu çalışmada, gürültü ölçümleri TSE 9315 Standartları ve Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliği'nde belirtilen esaslar çerçevesinde SVAN958 (Seri No:14683) gürültü ölçüm cihazıyla 16 Nisan-15 Mayıs 2014 tarihleri arasında yapılmıştır. Ölçüm birimi dB(A)'dır. Cihaz dijital olup gürültü ölçümlerinden önce kalibrasyonu yapılmıştır. Mikrofon, rüzgârlık, kablo ve kaydedicisi IEC (Uluslararası Elektroteknik Komitesi) 61672-1:2002'de anlatılan Tip 1 standartlarına uygundur. Cihazın frekans analizi yapma ve çok düşük seviyedeki ses basınç seviyelerini ölçebilme özellikleri sayesinde değerlendirilen gürültü hakkında daha kesin bilgiler ve sonuçlar elde edilmektedir. Gürültü ölçüm cihazının

genel özellikleri; eş zamanlı ses ve titreşim ölçebilme, yavaş, hızlı ve darbe ölçümleri alabilme, 17 dB(A) ile 140 dB(A) arasında ölçüm alabilme, 1/1 ve 1/3 oktav bant analizi yapabilme, SPL (ses basınç seviyesi),  $L_{eq}$ , SEL,  $L_{Max}$ ,  $L_{Min}$ ,  $L_{Peak}$  ölçebilme, A, B, C ve zaman ağırlıklı ölçüm yapabilme ve hassasiyet +/-1 dB şeklinde verilmektedir.

## Gürültü Ölçüm Yöntemi

### Demiryolu trafik gürültüsünün ölçümü

Gürültü ölçümlerinde cihaz yerden 120-150 cm yükseklikte ve yer ile 30-45° açı yapacak şekilde tutulmuştur. Ölçüm yerinin demiryolu ile uzaklığı 3 m karayolu ile uzaklığı 1 m olarak alınmıştır. Ölçüm yeri ve demiryolu hattı harita görünümü Şekil 1'de verilmiştir.



Şekil 1. Demiryolu hattı harita görünümü

Ölçümler yapılırken ölçüm noktasının ses dalgalarının geri yansımalarına neden olan engellerin yakın çevresinde olmamasına dikkat edilmiştir. Ölçüm noktasında yolcu ve yük treninden yayılan anlık gürültü değerleri ölçülmüştür. Her ölçümde, ölçümün yapıldığı tarih, saat, geçen trenin türü ve trenin geçiş süresi kaydedilmiştir.

### Arka plan gürültü ölçümü

Demiryolu trafik gürültüsü ölçümlerinin yapıldığı noktada arka plan gürültüsünü belirleyebilmek için yolcu ve yük treninin geçmediği durumlarda da ölçümler yapılmıştır. Arka plan gürültü ölçümlerinin yapılması ile ölçümün yapıldığı çevrede var olan çevresel gürültülerin demiryolu trafik gürültüsüne katkısı belirlenmiştir.

## BULGULAR VE TARTIŞMA

Bu çalışma kapsamında yapılan demiryolu gürültüsü ölçümleri ile arka plan gürültü ölçümlerinin sonuçları sırasıyla Çizelge 2 ve Çizelge 3'de verilmiştir.

Demiryolu gürültüsü için yük ve yolcu trenlerine ait 16 Nisan-15 Mayıs 2014 tarihleri arasında toplam 131 ölçüm yapılmış olup 50 tanesinin yönetmelikte "geçen trenler" için verilen eşdeğer gürültü seviyesi ( $L_{eq}$ ) sınır değeri 75 dB(A)'i aştığı görülmüştür.

$L_{eq}$  parametresi için en yüksek değerler yük treni ve yolcu treni için sırasıyla 88,1 dB(A) ve 86,3 dB(A) olarak kaydedilmiştir.



Çizelge 2. Demiryolu gürültüsü ölçüm sonuçları

Tarih	Başlangıç	Bitiş	Tren Türü	L <sub>AFmax</sub>	L <sub>AFmin</sub>	L <sub>Cpeak</sub>	L <sub>eq</sub>	L <sub>AE</sub>	Geçiş Süresi
16.04.2014	10:41:07	10:42:02	Yük	93.1	64.4	85.0	62.6	80.0	00:00:55
16.04.2014	12:41:23	12:41:57	Yolu	73.6	56.9	103.8	77.6	94.1	00:00:34
16.04.2014	14:33:03	14:33:41	Yolu	78.3	58.7	101.0	79.7	99.3	00:00:38
16.04.2014	18:35:30	18:35:57	Yük	70.4	60.1	87.9	66.4	81.4	00:00:27
17.04.2014	11:33:30	11:34:25	Yük	70.8	52.9	89.8	62.2	79.7	00:00:55
17.04.2014	12:41:12	12:41:48	Yolu	81.7	56.7	109.2	76.4	94.2	00:00:36
17.04.2014	14:35:47	14:36:19	Yolu	87.6	56.6	101.9	71.4	86.4	00:00:32
17.04.2014	18:52:08	18:52:29	Yük	85.7	52.6	97.4	74.3	87.9	00:00:21
17.04.2014	20:50:06	20:50:48	Yük	93.2	58.6	91.2	70.0	89.3	00:01:02
18.04.2014	11:24:30	11:25:09	Yük	75.3	62.1	93.7	71.2	86.6	00:00:39
18.04.2014	12:43:21	12:43:48	Yolu	93.0	57.5	111.1	84.7	98.7	00:00:27
18.04.2014	13:42:13	13:42:49	Yük	80.2	59.3	100.7	73.6	97.1	00:00:36
18.04.2014	14:35:59	14:37:16	Yolu	77.7	60.0	94.2	68.7	87.7	00:01:17
18.04.2014	18:22:35	18:23:03	Yük	78.5	64.4	109.7	79.6	87.5	00:00:28
18.04.2014	19:29:49	19:30:26	Yük	69.6	56.8	90.1	63.2	89.2	00:00:37
19.04.2014	09:31:25	09:32:16	Yük	78.8	57.3	98.4	71.2	87.6	00:00:51
19.04.2014	12:40:13	12:40:50	Yolu	72.8	61.2	103.9	70.4	84.5	00:00:37
19.04.2014	14:27:11	14:27:42	Yolu	77.7	53.3	103.8	67.1	81.9	00:00:31
19.04.2014	18:12:35	18:13:22	Yük	82.5	63.7	100.7	79.6	86.5	00:00:47
19.04.2014	20:21:51	20:22:23	Yük	93.0	62.7	105.4	79.3	92.1	00:00:42
20.04.2014	12:19:22	12:20:00	Yolu	87.6	59.5	110.6	77.9	93.9	00:00:38
20.04.2014	14:35:02	14:35:19	Yolu	74.1	60.0	102.8	70.6	83.1	00:00:17
20.04.2014	16:21:51	16:22:15	Yük	93.0	64.3	105.4	77.0	91.1	00:00:24
21.04.2014	12:41:18	12:42:00	Yolu	87.1	57.8	110.1	76.0	92.4	00:00:42
21.04.2014	14:35:18	14:35:52	Yolu	94.1	58.9	108.3	79.4	94.8	00:00:34
21.04.2014	15:15:47	15:16:17	Yük	90.0	58.5	108.1	76.2	91.1	00:00:30
21.04.2014	19:41:14	19:42:55	Yük	95.5	63.1	112.5	83.7	103.	00:01:41
22.04.2014	12:38:27	12:38:43	Yolu	75.3	53.7	101.4	76.3	84.8	00:00:16
22.04.2014	13:18:08	13:18:36	Yük	87.7	67.0	105.7	79.3	94.2	00:00:28
22.04.2014	14:28:57	14:29:30	Yolu	88.7	63.3	114.4	77.3	97.0	00:00:33
22.04.2014	19:26:49	19:27:08	Yük	70.6	60.8	90.4	65.5	78.3	00:00:19
23.04.2014	10:21:22	10:21:58	Yük	87.2	56.4	103.7	74.2	94.2	00:00:36
23.04.2014	12:33:09	12:33:57	Yolu	78.5	53.8	108.8	74.4	89.1	00:00:48
23.04.2014	14:43:00	14:43:27	Yolu	86.0	56.1	112.9	75.4	89.9	00:00:27
23.04.2014	16:33:02	16:33:28	Yük	79.6	63.3	102.0	72.5	78.0	00:00:26
23.04.2014	18:14:04	18:14:38	Yük	94.2	63.3	107.4	76.2	87.5	00:00:34
24.04.2014	06:39:21	06:39:54	Yük	69.8	43.7	83.5	58.3	71.5	00:00:33
24.04.2014	12:51:16	12:51:43	Yolu	100.	62.1	110.4	86.2	100.	00:00:27
24.04.2014	14:39:15	14:39:32	Yolu	77.8	63.6	108.9	72.4	85.4	00:00:17
24.04.2014	19:17:44	19:17:55	Yük	76.3	0.0	95.7	73.1	83.0	00:00:11
25.08.2014	06:47:19	06:47:34	Yük	67.8	45.9	85.8	59.8	73.5	00:00:15
25.08.2014	12:30:49	12:31:17	Yolu	68.5	51.8	98.8	64.4	79.1	00:00:28
25.08.2014	14:35:05	14:35:52	Yolu	83.1	57.2	102.9	73.1	83.6	00:00:47
25.08.2014	18:34:04	18:34:38	Yük	91.2	61.3	111.4	83.2	98.5	00:00:34
26.04.2014	08:40:01	08:40:17	Yük	77.9	61.6	93.4	72.9	84.4	00:00:16
26.04.2014	12:33:21	12:43:48	Yolu	93.6	56.9	101.9	83.1	97.8	00:00:27
26.04.2014	14:55:27	14:55:49	Yolu	90.9	52.1	103.6	73.2	87.3	00:00:22
26.04.2014	21:10:06	21:10:43	Yük	96.5	66.7	109.6	88.1	102.0	00:00:27
27.04.2014	11:30:52	11:31:18	Yük	84.6	48.4	95.6	73.2	87.4	00:00:26
27.04.2014	12:35:27	12:35:49	Yolu	90.9	52.1	103.6	73.2	87.3	00:00:22
27.04.2014	14:54:52	14:55:34	Yolu	89.3	55.2	103.7	78.4	94.7	00:00:42
27.04.2014	18:34:04	18:34:38	Yük	94.5	60.7	104.4	78.2	87.5	00:00:34
28.04.2014	08:21:25	08:22:16	Yük	80.8	0.0	98.9	73.7	90.6	00:00:51
28.04.2014	11:50:41	11:51:27	Yük	75.7	61.1	107.2	68.5	85.0	00:00:46
28.04.2014	12:58:37	12:58:43	Yolu	95.3	53.7	110.4	86.3	94.8	00:00:06
28.04.2014	15:01:25	15:01:50	Yolu	82.9	55.3	105.5	71.3	85.0	00:00:25
28.04.2014	20:54:06	20:55:08	Yük	90.2	60.6	109.2	80.0	98.0	00:01:02
29.04.2014	10:20:32	10:21:48	Yük	89.2	55.6	101.3	74.2	89.4	00:01:06
29.04.2014	12:35:27	12:35:52	Yolu	86.1	54.6	107.9	78.7	93.1	00:00:25
29.04.2014	13:22:13	13:22:39	Yük	80.2	0.0	99.7	73.0	87.1	00:00:26
29.04.2014	14:35:28	14:35:52	Yolu	88.1	56.3	107.9	80.2	91.6	00:00:24
30.04.2014	09:52:50	09:53:42	Yük	88.7	60.1	107.1	78.7	95.9	00:00:52
30.04.2014	10:00:42	10:01:48	Yük	90.2	54.6	104.3	74.0	92.4	00:01:06
30.04.2014	12:28:21	12:28:58	Yolu	94.1	50.1	102.8	81.3	96.8	00:00:37
30.04.2014	14:34:57	14:35:22	Yolu	87.0	55.6	111.6	74.1	88.4	00:00:25

Çizelge 2'nin devamı...

Tarih	Başlangıç	Bitiş	Tren Türü	L <sub>AFmax</sub>	L <sub>AFmin</sub>	L <sub>Cpeak</sub>	L <sub>eq</sub>	L <sub>AE</sub>	Geçiş Süresi
30.04.2014	18:12:35	18:12:43	Yük	80.5	66.4	99.7	76.9	86.5	00:00:08
30.04.2014	21:10:36	21:11:03	Yük	95.6	67.4	112.6	87.7	102.	00:00:27
01.05.2014	09:31:41	09:31:50	Yük	71.0	65.5	88.8	69.0	77.8	00:00:09
01.05.2014	12:47:11	12:47:39	Yolcu	87.6	50.9	92.7	76.1	87.8	00:00:28
01.05.2014	14:35:25	14:35:52	Yolcu	93.1	55.0	117.9	79.2	93.6	00:00:27
01.05.2014	16:23:20	16:23:28	Yük	71.1	62.3	92.0	67.5	77.0	00:00:08
01.05.2014	18:34:04	18:34:38	Yük	91.2	61.3	111.4	83.2	98.5	00:00:34
02.05.2014	10:25:46	10:26:16	Yük	92.4	0.0	108.9	79.6	94.4	00:00:30
02.05.2014	11:46:30	11:46:49	Yük	74.5	62.1	92.5	69.2	81.6	00:00:19
02.05.2014	12:48:37	12:48:43	Yolcu	90.3	56.7	101.7	83.3	74.8	00:00:06
02.05.2014	14:37:11	14:37:24	Yolcu	75.1	60.9	93.1	71.5	82.0	00:00:13
03.05.2014	11:46:48	11:48:02	Yük	96.5	58.8	111.4	76.0	95.2	00:01:14
03.05.2014	12:37:03	12:37:47	Yolcu	83.6	57.9	97.8	76.6	95.1	00:00:44
03.05.2014	14:55:27	14:55:49	Yolcu	90.9	52.1	103.6	73.2	87.3	00:00:22
03.05.2014	19:47:31	19:47:55	Yük	76.3	50.7	95.0	71.1	84.7	00:00:24
04.05.2014	10:29:01	10:29:38	Yük	91.2	54.4	98.7	81.2	87.2	00:00:37
04.05.2014	12:43:23	12:43:57	Yolcu	85.5	50.8	108.1	84.4	81.1	00:00:34
04.05.2014	14:37:38	14:37:52	Yolcu	80.4	62.2	103.7	71.3	83.1	00:00:14
04.05.2014	20:00:42	10:01:48	Yük	90.2	54.6	104.3	74.0	92.4	00:01:06
05.05.2014	06:44:18	06:44:24	Yük	68.1	50.9	85.0	64.2	76.9	00:00:06
05.05.2014	12:37:53	12:38:27	Yolcu	83.6	55.8	97.9	77.6	97.6	00:00:34
05.05.2014	14:33:03	14:33:41	Yolcu	88.3	52.7	96.3	79.7	96.3	00:00:38
05.05.2014	19:45:36	19:45:59	Yük	71.4	59.7	87.9	76.9	91.4	00:00:23
06.05.2014	10:13:20	10:15:25	Yük	93.8	56.9	86.8	70.2	89.7	00:01:05
06.05.2014	12:47:12	12:47:48	Yolcu	83.7	57.9	109.5	73.4	91.2	00:00:36
06.05.2014	14:35:17	14:35:49	Yolcu	91.6	54.8	101.9	67.4	91.4	00:00:32
06.05.2014	18:42:18	18:42:59	Yük	87.1	52.1	97.4	74.9	87.9	00:00:41
06.05.2014	20:50:23	20:51:00	Yük	91.2	52.6	106.2	70.8	89.1	00:00:47
07.05.2014	08:41:37	08:42:22	Yük	91.7	64.4	95.3	66.8	85.1	00:00:55
07.05.2014	12:51:23	12:51:57	Yolcu	83.6	51.9	96.8	70.6	90.7	00:00:34
07.05.2014	14:27:36	14:28:16	Yolcu	88.3	56.7	101.9	69.7	96.3	00:00:40
07.05.2014	18:33:36	18:34:23	Yük	78.4	60.1	92.9	56.4	86.4	00:00:47
08.05.2014	10:34:07	10:34:52	Yük	93.1	62.4	85.3	60.6	79.7	00:00:45
08.05.2014	12:28:17	12:28:58	Yolcu	73.9	54.7	109.6	70.9	84.1	00:00:41
08.05.2014	14:43:21	14:43:59	Yolcu	80.9	57.7	91.7	71.8	89.3	00:00:38
08.05.2014	18:35:04	18:35:57	Yük	69.4	46.9	89.9	66.9	74.4	00:00:53
09.05.2014	12:41:22	12:42:00	Yolcu	84.6	59.5	96.7	71.9	84.9	00:00:38
09.05.2014	14:35:02	14:35:39	Yolcu	77.1	64.1	92.4	72.6	79.7	00:00:37
09.05.2014	16:43:01	16:43:37	Yük	96.4	63.1	101.2	66.3	82.7	00:00:36
09.05.2014	20:37:23	20:37:57	Yük	69.6	47.3	87.0	63.7	75.1	00:00:34
10.05.2014	09:43:45	09:44:16	Yük	67.8	54.3	99.7	67.4	81.6	00:00:31
10.05.2014	12:38:18	12:38:50	Yolcu	74.1	51.7	103.1	72.7	83.5	00:00:37
10.05.2014	14:46:27	14:46:57	Yolcu	77.9	51.3	100.7	69.7	78.9	00:00:30
10.05.2014	18:23:35	18:24:32	Yük	88.9	60.7	99.7	71.6	76.5	00:00:47
10.05.2014	20:41:51	20:42:33	Yük	96.4	62.1	101.4	70.3	82.1	00:00:42
11.05.2014	10:37:09	10:37:53	Yük	97.2	63.4	95.7	67.6	83.2	00:00:44
11.05.2014	12:41:56	12:42:35	Yolcu	79.7	45.9	89.8	71.6	94.1	00:00:39
11.05.2014	14:33:14	14:33:41	Yolcu	76.9	51.7	91.0	73.9	91.3	00:00:27
11.05.2014	19:35:32	19:35:57	Yük	79.4	60.1	89.9	71.4	84.4	00:00:27
12.05.2014	11:09:35	11:09:51	Yük	69.6	53.0	87.0	63.7	75.1	00:00:16
12.05.2014	12:45:27	12:45:52	Yolcu	77.9	54.6	97.9	73.4	91.7	00:00:25
12.05.2014	14:45:33	14:45:59	Yolcu	88.9	52.1	101.6	73.7	83.3	00:00:22
12.05.2014	19:22:13	19:22:49	Yük	85.7	56.3	91.7	73.8	89.1	00:00:36
13.05.2014	12:33:41	12:34:19	Yolcu	91.9	54.5	101.7	77.9	94.7	00:00:38
13.05.2014	13:48:23	13:48:59	Yük	89.2	62.3	98.7	73.9	91.1	00:00:46
13.05.2014	14:47:59	14:48:34	Yolcu	79.7	56.3	97.2	74.7	87.7	00:00:35
13.05.2014	18:22:35	18:23:46	Yük	87.5	64.4	98.7	78.6	89.3	00:01:11
13.05.2014	19:49:49	19:49:33	Yük	70.6	55.8	89.7	64.2	86.2	00:00:48
14.05.2014	10:40:12	10:41:28	Yük	93.2	56.6	101.7	76.2	84.4	00:01:16
14.05.2014	12:35:17	12:35:52	Yolcu	84.7	53.6	98.9	75.7	83.7	00:00:35
14.05.2014	14:22:13	14:22:39	Yolcu	83.2	49.8	99.7	73.9	84.1	00:00:26
14.05.2014	20:32:33	20:32:59	Yük	75.7	56.3	100.7	75.8	83.1	00:00:36
15.05.2014	11:16:48	11:17:54	Yük	92.5	54.8	107.9	72.5	91.7	00:01:06
15.05.2014	12:47:03	12:47:54	Yolcu	86.6	60.9	100.8	76.6	94.1	00:00:51
15.05.2014	14:35:17	14:35:49	Yolcu	91.9	61.1	93.6	71.5	86.3	00:00:32
15.05.2014	20:47:41	20:48:14	Yük	74.7	50.7	97.3	70.9	81.7	00:00:33

Ölçüm sonuçları incelendiğinde çoğunlukla yük trenlerinin yaydığı gürültünün yolcu trenlerinin yaydığı gürültüden daha düşük olduğu gözlenmiştir. Bu durum; yük trenlerinin, yolcu trenlerine kıyasla daha yavaş hızda seyretmeleri sonucunda yaydıkları gürültünün yolcu trenlerine göre daha düşük olmasıyla

açıklanabilir. Arka plan gürültüsünün demiryolu trafik gürültüsüne katkısını belirlemek için 16 Nisan-22 Nisan 2014 tarihleri arasında arka plan ölçümleri yapılmış ve elde edilen sonuçlar Çizelge 3’de verilmiştir. Günün farklı saatlerinde yapılan ölçümlerde  $L_{eq}$  değerleri 58,4 ve 66,3 dB(A) arasında değişmektedir.

**Çizelge 3.** Arka plan gürültüsü ölçüm sonuçları

Tarih	Başlangıç	Bitiş	$L_{AFmax}$	$L_{AFmin}$	$L_{Cpeak}$	$L_{eq}$	$L_{AE}$	Geçiş Süresi
16.04.2014	06:28:42	06:29:12	60.4	54.4	82.0	58.4	71.8	00:00:30
17.04.2014	10:42:48	10:43:18	68.1	54.6	86.7	62.5	80.3	00:00:30
18.04.2014	12:38:23	12:38:53	69.2	62.1	100.0	66.3	78.0	00:00:30
19.04.2014	14:36:25	14:36:55	65.6	59.2	96.3	62.1	75.2	00:00:30
20.04.2014	16:37:04	16:37:34	69.7	61.1	102.9	65.9	79.3	00:00:30
21.04.2014	19:43:18	19:43:38	68.1	61.3	97.0	63.9	85.7	00:00:30
22.04.2014	21:19:33	21:20:03	66.6	57.0	94.5	62.8	76.1	00:00:30

Ölçüm yapılan noktada arka plan gürültüsünü yoğunluklu şekilde demiryolu hattının geçtiği karayolu trafik gürültüsü oluşturmaktadır. Demiryolu gürültüsü ile arka plan gürültüsü arasındaki gürültü seviye farkının yaklaşık olarak 10-15 dB(A) olduğu görülmüştür. Demiryolu gürültüsü kesikli gürültü tipine girip, zamana bağlı gürültü diyagramında sivri uçlar oluşturur. Bu tip gürültünün devamlılığı düşüktür, uykuda duyulan rahatsızlık azdır, haberleşme ve konuşma zorluğu fazladır. Tren seyirleri arasında daha uzun bir aralık ve sessizlik vardır. Bu nedenle uzun seyir aralıkları demiryolunda bir miktar dinlenme olanağı sağlar. Ulaşımdan kaynaklanan gürültü içerisinde demiryolu gürültüsü daha az rahatsız edici görünmesine rağmen yönetmelikte belirtilen sınırların içinde kalınmasını sağlamak gerekmektedir.

## SONUÇ

Şehir içinde bulunan raylı sistemlerde çevresel gürültünün önlenmesine yönelik en ekonomik ve efektif çözüm gürültünün kaynağında önlenmesidir. Dizel motorlu ve ağır trenler yerine elektrikli ve hafif trenlerin kullanılması, lokomotiflere susturucu takılması, motor yapısında önlem alınması, tekerleklerin yağlanması ve ses sönmelendirici malzeme ile kaplanması, rayların lastik ya da plastik lifler ile kaplanması, tren yolu

şevlerinin iç yüzeylerinin ses yutuculuğunun artırılması gibi önlemler alınabilir. Güzergâhın değiştirilmesinin topoğrafik veya maliyet yönünden mümkün olmadığı veya kaynakta alınan önlemlere karşın gürültünün yönetmelikte belirtilen sınırlar içerisinde kalmadığı durumlarda ise, kaynakların çevresini toprak, beton gibi malzemelerden yapılmış setlerle veya geniş yeşil alanlarla çevirmek, kaynağın çevresinde gürültüye karşı hassasiyeti nispeten daha az olan yapıları ve kaynağın yakınındaki binaları uzaktakilere kıyasla daha az yükseklikte inşa etmek problemi çözmede etkili olacaktır.

Bu çalışmada demiryolu gürültüsü için yük ve yolcu trenlerine ait toplam 131 ölçümün 50 tanesinin yönetmelikte “geçen trenler” için verilen eşdeğer gürültü seviyesi ( $L_{eq}$ ) sınır değeri 75 dB(A)’i aştığı görülmüştür. Elde edilen verilerin yaklaşık üçte ikisi yönetmelikte belirlenen sınır değeri sağlamıştır. Yönetmelikte belirtilen sınır içerisinde kalmayan daha seyrek aralıklı gözlenen gürültü ölçüm sonuçları için dış ortamdaki gürültü seviyelerinin cam, kapı, duvar, tavan, döşeme gibi teknik özellikler ile yapı içinde daha düşük düzeylere geleceği de göz önünde bulundurularak; gürültü kaynağının çevresine gürültü önleyici setler, perdeler, yeşil alanlar ve bitki örtüsü yapılandırılması ile çalışmanın yapıldığı bölgedeki yerleşim yerlerinde gürültü kontrolü sağlanmış olacaktır. Ayrıca çalışmanın

yapıldığı bölgede yoğun şekilde karayolu trafik gürültüsünün neden olduğu arka plan gürültüsünün demiryolundan kaynaklanan gürültüyü 10-15 dB(A) artırdığı dikkate alınırsa eşdeğer gürültü seviyesi sınır değerini aşan ölçüm sayısının daha da az olacağı düşünülmektedir.

Gürültüsüz bir ulaşım sonucuna kavuşulması ancak; yönetmelikte belirtilen görev, yetki ve sorumluk zinciri içinde ilgili kurum ve kuruluşların birbirleri ile bütünleşmiş çalışmalar yaparak alınacak önlemleri kısa zamanda yerine getirmek üzere ciddi, somut adımlar atması ile mümkün görülmektedir.

### KAYNAKLAR

- Arlı, V., Öztürk Z., 2010. Demiryolunda Gürültü ve Titreşim Sorunu. Marmara Yayıncılık, İstanbul
- Anonim, 2002. Southwest Metropolitan Railway Noise and Vibration Management Plan.
- Anonim, 2003. The "Valuation of Noise" Position Paper-Health and Socio-Economic Aspects (WG-HSEA). 21 November 2003
- Anonim, 2010. Resmi Gazete No: 27601. 04.06.2010
- Anonim, 2011a. Çevresel Gürültü Ölçüm ve Değerlendirme Kılavuzu. Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Anonim, 2011b. A-2 Tipi Sertifika, Çevresel Gürültü Mühendislik Akustiği. TMMOB Fizik Mühendisleri Odası.
- Bilgiç, E., Aksulu M., 2013. Raylı Ulaşım Sistemlerinde Oluşan Akustik Gürültü ve Ray Parametreleri İlişkisi. VIII. Ulusal Ölçümbilim Kongresi, 26-28 Eylül, Gebze, KOCAELİ.
- Çubuk, K., Türkmen M., Erdem M., 2002. Ankara'da Yapılan Ulaşım Planlaması Çalışmalarının Raylı Sistemler Bazında Değerlendirilmesi. Uluslararası 1. Trafik ve Yol Güvenliği Kongresi, 166-179, Ankara.
- Ignaccolo, M., 2000. Environmental Capacity: Noise Pollution at Catania Fontanarossa International Airport. Journal of Air Transport Management, 6, 191-199.
- Karpuzcu, M., 1994. Çevre Kirlenmesi ve Kontrolü. Kubbealtı Dizgi, İstanbul.
- Kumbur, H., Doğan N., 1995. Mersin'de Gürültü Kirliliği Sorunları. Çevre Sempozyumu, Atatürk Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, 444-459, Erzurum.
- Pampal, S., Kayranlı B., Karakuş D., 2002. Raylı Ulaşım Sistemlerinden Kaynaklanan Çevresel Gürültünün İncelenmesi. Uluslararası 1. Trafik ve Yol Güvenliği Kongresi, 180-189, Ankara.
- Sağlık Bakanlığı, 2002. Gürültü Kirliliği ve Tarihçesi. Çevre Sağlığı Araştırma Müdürlüğü, Refik Saydam Hıfzısıhha Merkezi Başkanlığı, Ankara.
- Sirel, Ş., 1988. Gürültü. Yapı Fiziği Uzmanlık Uygulamaları San. ve Tic. A.Ş., İstanbul.
- Şahinkaya, S., 2005. Coğrafik Bilgi Sistemleri (Cbs) ile Demiryolu Gürültü Kirliliğinin Modellenmesi: Konya Örneği. Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Univ., Fen Bilimleri Ens., Çevre Müh. Anabilim Dalı, Konya.
- Toprak, R., Aktürk N., 2002. Raylı ulaşım sistemlerinin neden olduğu gürültü ve çevresel etkileri. türkiye mühendislik haberleri, 417-2002/1, 33-38.
- Toprak, R., 2003. Raylı Ulaşım Sistemlerinde Oluşan Gürültünün Ölçülmesi ve Modellenmesi. Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Toprak R., Aktürk N., 2006. Ankara'da hızlı ve hafif raylı ulaşım sistemlerinin neden olduğu çevresel gürültünün modellenmesi. Gazi Üniv., Müh. Mim. Fak. Der., Cilt 21, No. 1, 167-176.