

TRAFİKTEN KAYNAKLANAN GÜRÜLTÜ KİRLİLİĞİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Hüseyin CEYLAN¹ Özgür BAŞKAN¹ Soner HALDENBİLEN² Halim CEYLAN³

ÖZET

Karayolu trafiğinin olumsuz çevresel etkilerinden biri gürültü kirliliğidir. Avrupa Birliği (AB)'nin 2002/49/EC nolu direktifi, tüm birlik veya aday ülkeler tarafından çevresel gürültünün iyileştirilmesine yönelik gürültü haritalarının çıkarılmasını öngörmektedir. Karayolları, demiryolları, havalimanları ve endüstriyel aktivitelerden kaynaklanan gürültünün, gürültü haritalarına dahil edilmesi istenmektedir. Bu amaçla şehiriçi yolları ile karayollarından kaynaklanan gürültünün ölçülerek değerlendirilmesi ve haritalanması gerekliliği açıktır. Çalışmada karayolu ve kent içi ana arterlerinde gürültü ölçümleri yapılarak trafik hacmine ve ortalama hıza bağlı olarak gürültü modelleri geliştirilmiştir. Kullanılan yöntem, orta ölçekli yerleşim birimlerinde trafikten kaynaklanan gürültü kirliliği ölçümlerinin yapılarak, çeşitli analizler ile insan sağlığı üzerindeki etkilerinin incelenmesidir. AB gürültü direktifi doğrultusunda, eşdeğer ses basınç seviyesi belirlenmiş ve gürültü göstergelerinin gerekli formülasyonları verilmiştir. Sonuç olarak, L_{den} ölçütü gürültü göstergesi olarak seçilmiş, gürültü ölçümlerinde trafik modellerinin önemi ortaya çıkarılmış ve ortalama trafik hacimleri ile hızlar kullanılarak gürültü modelleri geliştirilmiştir.

1. GİRİŞ

Yaşam ve çalışma alanlarının konforunu, canlıların psikolojilerini olumsuz etkileyen sesler gürültü olarak tanımlanabilir. Özellikle büyük kentlerimizde farklı kaynaklardan birçok ses belirlenen rahatsız edici duyma seviyesinin üzerine çıkmaktadır. Farklı gürültü kaynakları arasında ilk sıraya ulaşımdan kaynaklanan gürültü koyulabilir. Ayrıca sanayi bölgelerinde fabrikaların çıkarmış oldukları sesler ile havalimanlarında uçakların çıkardıkları seslerde en rahatsız edici gürültülerin başında gelmektedir. Gürültü insanların işitme sağlığını ve algılamasını olumsuz yönde etkilemekte, fizyolojik ve psikolojik dengesini bozmakta, iş verimini azaltmaktadır.

¹ Araş. Gör., PAÜ, Müh.Fak.İnş.Müh.Böl.DENİZLİ;

² Yrd.Doç.Dr., PAÜ, Müh.Fak.İnş.Müh.Böl.DENİZLİ;

³ Doç.Dr., PAÜ, Müh.Fak.İnş.Müh.Böl.DENİZLİ; e-mail: halimc@pau.edu.tr

Gürültünün insan sağığı üzerindeki etkilerini dört grupta incelemek mümkündür. Bunlar; fiziksel etkiler, fizyolojik etkiler, psikolojik etkiler ve performans etkileridir. Gürültüye maruz kalma süresi ve şiddeti, gürültünün insan sağığı üzerindeki etkisinde önemli rol oynar. İş veriminin düşmesi, konsantrasyon bozukluğu, hareketlerin yavaşlaması da gürültünün diğere bazı negatif etkileridir. Meslek hastalıklarının %10'u, gürültü sonucu meydana gelen işitme kaybı olarak tespit edilmiştir ve meslek hastalıklarının pek çoğı tedavi edilebildiğı halde, işitme kaybının tedavisi yapılamamaktadır [1].

1973 yılında birincisi hazırlanan çevre eylem planlarının sayısı 2002 yılına gelindiğinde altıya ulaşmıştır. 2002 yılında hazırlanan altıncı çevre eylem planında ise Avrupa Birliğı (AB)'nin gelecek 10 yıl içindeki hedefleri ortaya konulmuştur. Ulaştırmanın olumsuz çevresel etkilerinden bir tanesi hiç şüphesiz gürültü kirliliğidir. Günümüz Avrupa'sında %30 mertebesinde olan ve artış eğilimini sürdüren özel araç sahipliğinin önlenemeyen en büyük olumsuz etkilerinden bir tanesi özellikle büyük yerleşim merkezlerinde görülen ve insan sağığını ciddi boyutlarda etkileyen gürültü kirliliğidir.

AB'nin 2002/49/EC nolu direktifi, tüm birlik veya aday ülkeler tarafından çevresel gürültünün iyileştirilmesine yönelik gürültü haritalarının çıkarılmasını öngörmektedir. Karayolları, demiryolları, havalimanları ve endüstriyel aktivitelerden kaynaklanan gürültünün, gürültü haritalarına dahil edilmesi istenmektedir. Bu amaçla şehir içi yolları ile karayollarından kaynaklanan gürültünün ölçülerek değerlendirilmesi ve haritalanması gerekliliğı açıktır.

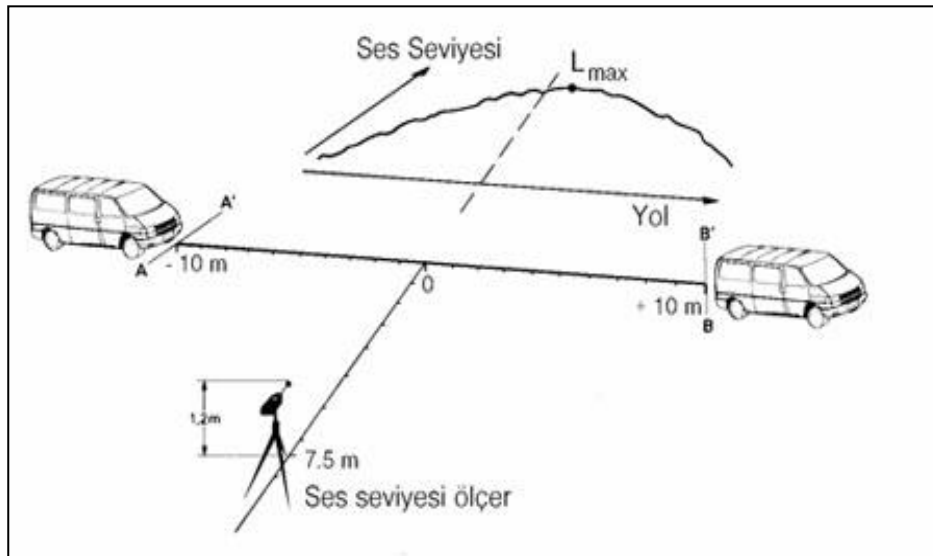
Kentiçi gürültü kaynaklarının en başında trafikten kaynaklanan gürültü bulunmaktadır. Ayrıca sürücülerin klaksonlarını bilinçsiz ve dikkatsiz kullanması da bu kaynaktan oluşan gürültüyü artırmaktadır. Hızla artan araç sahipliğı beraberinde gürültü kirliliğinin de hızla artışına neden olmaktadır. Bu sebeple trafikten kaynaklanan gürültü ölçümleri ve analizlerinin yapılması ve AB standartlarına ulaşmak için uygun çözümlerin bulunması gerekliliğı açıktır.

Çalışmanın amacı AB üyelik sürecinde bulunan Türkiye'de orta ölçekli yerleşim birimlerinde ulaşımdan kaynaklanan gürültü kirliliğı ölçümlerinin yapılarak, çeşitli analizler ile insan sağığı üzerindeki etkilerinin incelenmesidir. Ayrıca bu konu ile ilgili öneriler çalışmanın sonunda sunulmuştur.

2. TAŞIT GÜRÜLTÜSÜ VE ÖLÇÜMLER

Taşıtların sebep oldukları gürültüler iç ve dış gürültü olarak ikiye ayrılabilir. Taşıtların çevreye verdikleri rahatsızlığın ana sebebi dış gürültüdür. Bu sebeple her ülke dış gürültü seviyelerine sınırlama getirmiştir. İç gürültü ise taşıt içinde seyahat edenlerin konforunu etkiler. Taşıtların trafik içindeki hareketleri sırasında insanları en çok rahatsız eden taşıt dış gürültüsünü sınırlamak amacıyla, ilk defa trafiğe çıkacak olan taşıt tiplerinin kabul testlerinde, hareket halindeki dış gürültüleri ölçülür ve yönetmelik sınırlarının altına alınma şartı aranır. Bu sınır değerler zaman içinde teknik gelişmelerin ışığı altında daha aşağı değerlere çekilerek üreticileri teknolojilerini geliştirme ve çeşitli

Ülkemizde taşıt gürültü değerleri ve ölçümleri ile ilgili standartlar ilgili kurum tarafından verilmiştir. TS 2214/Aralık 1991, hareket halindeki karayolu taşıtlarının çıkardığı gürültünün ölçülmesi ve TS 9235/Nisan 1991, sabit durumda çalışan karayolu taşıtlarının çıkardığı gürültünün ölçülmesi (egzoz ve motor yakınında gürültü ölçümleri) konularını içeren standartlardır. Bu standartlar ISO 362-1981 ve ECE R-51 (ECE R: Birleşmiş Milletler Avrupa Ekonomik Komisyonu kuralı) ile tamamen aynıdır. Müsaade edilen azami gürültü seviyeleri ise ECE-R 51, 92/97/EEC (ilk hali 70/20/EEC), 96/20/EC sayılı ek talimatı ve 92/23/EEC ve Türkiye için Sanayi Genel Müdürlüğü Tebliğ No: 92/109-110 ile belirlenmiştir [3]. Şekil 1’de standartlara uygun bir ölçümün nasıl yapılacağı gösterilmiştir.



149

3. GÜRÜLTÜ İNDEKSLERİ VE BİRİMLERİ

3.1. SES SEVİYESİ

Ses yayılması sırasında değişen atmosferik basıncın denge basıncına göre farkı olarak tanımlanabilir. 0.00002 Newton/m²'lik standart referans ses basınç seviyesine oranlanan ses basınç düzeyidir. Logaritmik ölçekte verilir ve birimi desibel (dB)'dir.

$$L_p = 10 \log_{10} (p / p_{ref})^2 \quad (1)$$

Burada; L_p ses basınç düzeyini (dB), p ölçülen gürültü basıncı düzeyini, p_{ref} değeri 0.00002 N/m²'lik standart referans gürültü basıncını ifade etmektedir. İnsanlar; 1 dB'lik ses düzeyini zorla, 3 dB'lik sesi de az bir artışla algırlar. Fakat 10 dB'lik ses seviyesi kolaylıkla algılanan ses düzeyidir. Bu sebeple Denklem (1) 10 katsayısı ile çarpılmaktadır.

3.2. EŞDEĞER GÜRÜLTÜ SEVİYESİ

Trafikten kaynaklanan gürültü seviyeleri genellikle zamana bağlı olarak hızlı bir değişim gösterir. Bu sebeple eşdeğer gürültü seviyesi (EGS) ölçütü tanımlanır. EGS, ölçüm periyotlarındaki ortalama gürültü seviyelerinin ağırlıklı ortalaması olarak tanımlanır ve dBA birimiyle ifade edilir. dBA, insan kulağının en çok hassas olduğu orta ve yüksek frekansların özellikle vurgulandığı bir ses değerlendirmesi birimidir. EGS şöyle ifade edilebilir.

$$L_{eq} = 10 \log_{10} \left(\frac{1}{T} \int_{t_1}^{t_2} \frac{p_{rms}^2(t)}{p_{ref}^2} dt \right) \quad (2)$$

Burada L_{eq} , EGS, T zaman periyodu olup $T = t_2 - t_1$ şeklinde hesaplanır ve p_{rms} zamana bağlı gürültü ölçümlerini göstermektedir. L_{eq} kesin değeri zaman periyodu, T 'nin uzunluğuna bağlıdır. Trafikten kaynaklanan gürültü hesaplamalarında diğer büyüklük olan ses basınç seviyesi (SBS) kullanılır. Bir taşıt için SBS;

$$SBS = L_{eq} + 10 \log(T) \quad (3)$$

formülü ile hesaplanır.

3.3. TRAFİK GÜRÜLTÜ GÖSTERGESİ

AB gürültü direktifi doğrultusunda, eşdeğer ses basınç seviyesinin belirlenmesi, L_{den} , önem teşkil etmektedir. Bu amaçla L_{den} şöyle tanımlanabilir:

$$L_{den} = 10 \log_{10} \left[\frac{12}{24} 10^{\frac{L_{gun}}{10}} + \frac{4}{24} 10^{\frac{L_{aksam+5}}{10}} + \frac{8}{24} 10^{\frac{L_{gece+10}}{10}} \right] \quad (4)$$

Burada; L_{gun} , $L_{akşam}$ ve L_{gece} ISO 1996-2: 1987'ye göre günlük periyotlarda tanımlanmış uzun-zamanlı ortalama ses seviyelerini tanımlamaktadır. Günlük periyotlar, AB direktifi doğrultusunda; gün periyodu sabah 7'den akşam 7'ye, akşam periyodu 7-11 ve gece periyodu ise 11-7 zaman aralıkları olarak belirlenmiştir. Üye ülkeler isterlerse bu periyotların zamanında oynama yapabilirler. Denklem (4)'ten görüleceği üzere akşam periyodu 5 ve gece periyodu ise 10 dB artırılmıştır [4].

L_{den} ölçütünün gürültü göstergesi olarak seçilmesi, gürültü ölçümlerinde trafik modellerinin önemini ortaya çıkarmaktadır. Bu sebeple, trafik modelinden elde edilen ortalama trafik hacimleri ile hızlar kullanılarak gürültü modellerinin geliştirilmesi gerekliliği açıktır.

4. TRAFİK GÜRÜLTÜ ÖLÇÜMLERİ

Gürültü seviyesi ölçüm araçları; bir mikrofon ve elektrik devresinden ibaret olup, elektronik devre gürültünün özellikle işitme ile ilgili etkilerine yönelik bir filtre sistemi oluşturacak biçimde geliştirilmiştir. Burada çok düşük ve yüksek frekanslar baskılanır. 1000-6000 arasındaki orta frekanslar hafif güçlendirilir. Bunlar konuşma frekanslarına öncelik veren değerlerdir. Sonucu desibel olarak verir. Söz konusu araçlar spesifik bant genişliklerinde ölçüm yapabilecek biçimde ayarlanabilen süzücü devrelerle desteklenir. Sıklıkla bir oktav veya daha az oranda üçte bir oktavlık bantlar kullanılmaktadır. Bu araçlarla gürültünün oluşumunda belirli frekansları belirleme ve izole edebilme olanağı vardır. Bu tip özellikler karmaşık gürültülü ortamların denetiminde önem taşımaktadır. Çalışmada kullanılan ses ölçüm cihazı; RS-232 arabirimi ile 21.5Hz-8000Hz arasında 30-130 dB aralığında ± 1.5 dB doğruluk derecesi ile ölçüm yapabilen ses seviyesi ölçüm cihazıdır.

Trafik hacim sayımı yapılan her kesitte eşzamanlı olarak gürültü ölçümleri TS 2214 standardına uygun olarak gerçekleştirilmiştir. Resim 1 ve 2'de gürültü ölçümleri sırasında çekilmiş fotoğraflar görülmektedir. Ölçümler sırasında Şekil 1'deki verilen mesafeler dikkate alınmıştır. Ancak bazı kesitlerde yol ekseninden 7,5 m olması gereken ölçüm mesafesi yeterli uzaklığın olmamasından dolayı 6 m.'ye kadar düşmüştür. Resim 1'de görüldüğü gibi cihaz bilgisayara bağlanmış, kaldırım yüksekliği de dikkate alınarak ve gerekli yükseklikte ya sandalye ya da sabit ayaklar kullanılarak ölçümler gerçekleştirilmiştir.

Resim 2'de ise ölçüm sırasında bilgisayara yapılan kayıt işlemi ve ölçüm cihazlarına ait yazılım görülmektedir. Ses ölçüm cihazı 15 dakika kesintisiz ve saniye bazında ölçüm yapabilmekte ve hafızasına kaydedebilmektedir. Sayıma 15 dakikadan fazla devam edebilmek için taşınabilir bilgisayar kullanılması gerekmektedir. 15 dakikanın üstüne çıkılması durumunda arada 1-2 dakikalık bir kayıp olmaktadır. Yapılan ölçümler sırasında bir kesit için 15 dakikalık tek bir sayımın yeterli olacağı görülmüştür. Bu şekilde zirve saat içinde farklı kesitlerde 3 adet sayım yapılabilme olanağı doğmaktadır. Bu da eldeki cihazların etkin kullanımını sağlamıştır.

Tablo 1’de gürültü ölçüm değerleri sayısal olarak verilmiştir. Bu değerler 120 saniyelik ölçümlerin ortalaması olarak hesaplanmıştır. Şekil 2’de ölçümler saniye bazında grafik olarak verilmiştir.



Resim 1 Ölçüm sırasında cihazın durumu



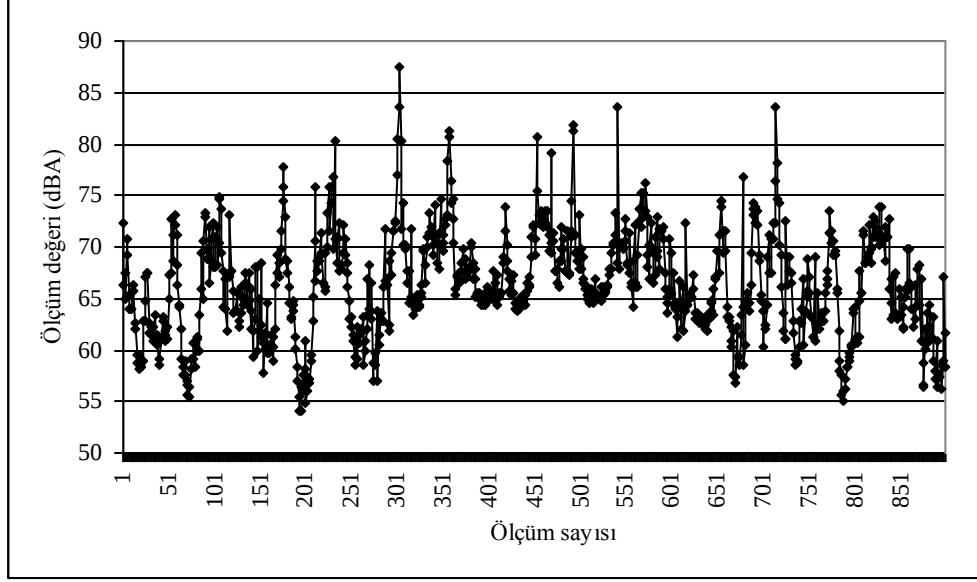
Resim 2. Ölçüm sırasında verilerin bilgisayara aktarılması ve programın kullanımı

Tablo 1. Kesitlerde yapılan gürültü ölçüm değerleri

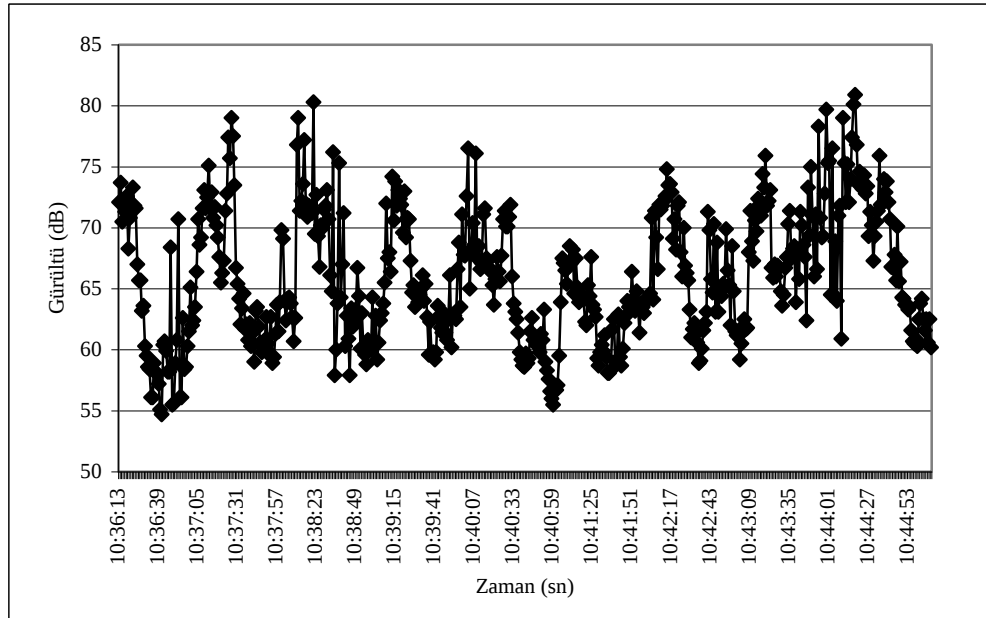
	Zaman (dk)	Kesit No										
		1	2	3	4	5	6	7	8	10	11	12
Sabah	2	70.34	66.02	66.30	67.10	71.48	73.33	66.61	66.61	67.12	65.81	69.88
	4	70.17	66.22	64.41	67.23	73.06	73.44	67.43	65.58	68.13	64.36	70.11
	6	70.73	64.78	64.46	69.46	69.79	71.71	67.14	70.41	67.82	65.60	71.03
	8	70.02	63.53	63.77	69.40	70.90	71.60	69.54	67.49	66.02	64.33	71.24
	10	70.90	64.48	63.55	67.67	72.15	73.20	67.54	67.40	65.61	64.97	69.98
	12	72.08	65.98	63.42	66.44	68.93	72.44	68.91	65.91	68.25	63.94	69.01
	14	69.78	67.03	64.42	68.27	70.30	73.08	68.00	63.73	67.52	66.33	70.02
	16						74.94					
Akşam	2	68.41	63.15	64.63	68.19	71.83	64.70	69.71	66.93	67.20	68.98	70.27
	4	68.24	65.17	65.11	69.50	71.12	67.27	68.94	66.19	69.26	69.59	69.63
	6	66.38	63.58	67.62	65.18	70.65	67.39	71.10	65.64	70.61	71.92	68.54
	8	67.27	64.84	67.98	67.71	68.96	67.92	68.64	65.52	67.96	70.44	70.11
	10	64.22	66.39	69.02	65.20	69.85	65.88	70.13	66.40	67.33	70.12	71.87
	12	66.04	64.49	66.08	67.95	69.35	66.23	71.33	66.93	68.05	70.33	70.21
	14	66.84	62.35	65.32	68.88	68.71	66.22	70.50	64.38	66.25		70.93
	16	67.99	67.60	64.48								
	18	67.81		66.27								
	20	69.90		59.94								

Tablo 1’den görülebileceği gibi ölçüm yapılan kesitlerde ortalama gürültü düzeyi 70 dBA olarak bulunmuştur. En düşük değer olarak 60, en yüksek değer olarak 75 dBA ölçülmüştür. Şekil 2’de Tablo 1’den farklı olarak bir şehir içi ana arterinde yapılan gürültü ölçümleri verilmiştir. Bu kesitte ölçülen maksimum gürültü seviyesi 88dB ve minimum ise 38dB civarındadır. Ortalama gürültü seviyesi ise 65dB civarında bulunmuştur. Ortalama gürültü seviyelerinin değişim gösteriyor olmasının başlıca nedeni fondaki gürültünün farklı olmasıdır.

Ayrıca kentiçindeki bir karayolunda ölçülen gürültü ve zaman grafiği Şekil 3’te verilmiştir. Şekilden görülebileceği gibi gürültü ölçümleri zamana bağlı olarak ki burada 1 sn zaman aralığı kullanılmıştır, periyodik bir salınım göstermektedir. Bu salınının sebeplerinden birisi sinyalde araçların durması ve sinyal yeşile döndüğü zaman özellikle ağır taşıtların ivmelenmesinden kaynaklanan ani gürültü yükselmesidir.



Şekil 2. Kentiçi ana arterindeki gürültü ölçümleri



Şekil 3. Zamana bağlı gürültü ölçümleri

5. GÜRÜLTÜ ÖLÇÜMLERİNİN MODELLEMESİ

Çalışmada, hız ve trafik hacim bileşenleri kullanılarak gürültü modelleri geliştirilmiştir. Tablo 1'deki gürültü modelleri için ilk olarak elde edilen saniye bazındaki gürültü ölçüm değerleri ikişer dakikalık ortalama değerler haline dönüştürülmüştür. Bunun nedeni hız ve hacim değerlerinin ikişer dakikalık periyotlarda ölçülmüş olmasıdır. Amaç, model çalışmasında gürültü değerlerinin kesitten geçen taşıt sayısı ve ortalama hız değerleri ile olan ilişkisini ortaya koymaktır.

Tablo 2'de Tablo 1'de verilen bir no'lu kesite ait düzenlenmiş sabah ve akşam verileri görülmektedir. Gürültü ölçüm cihazı 2 adet olduğu ve bir cihaz bilgisayara bağlı olmadan 15 dk süre ile kesintisiz kayıt yapabildiği için her kesitte 15-20 dk süreli gürültü ölçümleri yapılmış ve bu zaman aralığındaki ortalama hız ve kesitteki toplam hacim değerleri belirlenmiştir.

Benzer şekilde tüm kesitlerdeki veriler tablolaştırılarak 156 set veri elde edilmiştir. Gürültü trafikteki araç kompozisyonu, yolun geometrik standartları, iklim ve yerleşim alanı özelliklerine bağlı olarak değiştiği için bu çalışmada sadece hız ve hacim verileri kullanılarak her kesit için ayrı regresyon modelleri geliştirilmiştir. Tablo 3'te tüm kesitlerde yapılan ölçümler dikkate alınarak oluşturulan regresyon modelleri ve katsayıları verilmiştir. Gürültü modelleri trafik hacmi q ve ortalama hız V_{ort} değerleri kullanılarak geliştirilmiştir. Görüldüğü gibi mekândan bağımsız yapılan modellerde oldukça yüksek regresyon katsayıları elde edilmiştir.

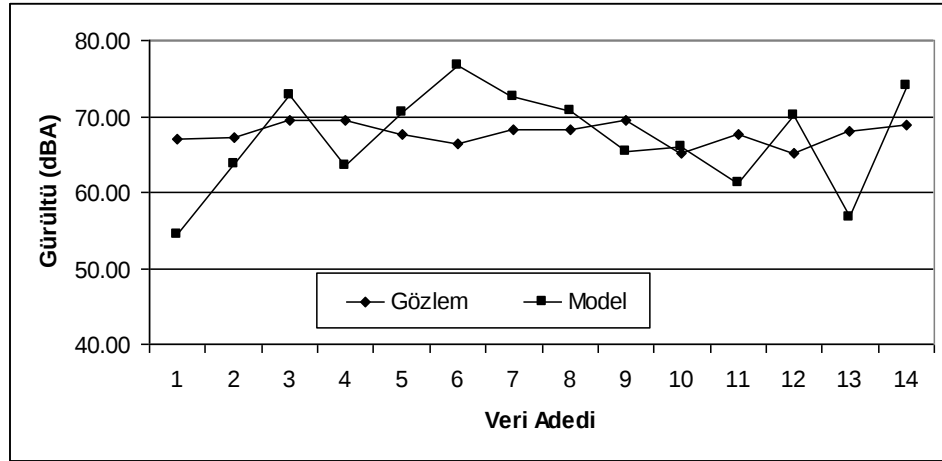
Tablo 2. 1 no'lu kesitteki gürültü ve trafik ölçüm sonuçları

	Zaman (dk)	Gürültü	Hacim	Hız (km/sa)
Sabah	2	70.34	3	14.25
	4	70.17	26	33.25
	6	70.73	64	36.00
	8	70.02	36	25.50
	10	70.90	90	40.25
	12	72.08	57	43.00
	14	69.78	21	24.50
Akşam	2	68.41	3	21.50
	4	68.24	19	10.50
	6	66.38	6	6.00
	8	67.27	7	12.25
	10	64.22	9	31.75
	12	66.04	7	16.50
	14	66.84	5	6.25
	16	67.99	3	9.25
	18	67.81	6	6.25
	20	69.90	19	35.75

Tablo 3. Kesitlere ait gürültü modelleri

Kesit No	Model	R ²
1	$y = -0.54 * q + 3.00 * V_{ort}$	0.71
2	$y = 0.85 * q + 1.36 * V_{ort}$	0.98
3	$y = 0.72 * q + 0.99 * V_{ort}$	0.98
4	$y = 1.08 * q + 0.40 * V_{ort}$	0.99
5	$y = 0.93 * q + 0.84 * V_{ort}$	0.99
6	$y = 1.17 * q + 1.07 * V_{ort}$	0.93
7	$y = 1.13 * q + 0.90 * V_{ort}$	0.99
8	$y = 1.42 * q + 1.13 * V_{ort}$	0.97
10	$y = 0.58 * q + 1.77 * V_{ort}$	0.97
11	$y = 1.13 * q + 0.99 * V_{ort}$	0.98
12	$y = 0.58 * q + 1.19 * V_{ort}$	0.99

Şekil 4’te bir kesitteki model ve ölçüm değerlerinin karşılaştırılması verilmiştir.

**Şekil 4.** 4 nolu kesitte ölçülen gürültü değerleri ve model sonuçları

6. SONUÇLAR

Çalışmada AB' nin 2002/49/EC nolu direktifi doğrultusunda trafikten kaynaklanan gürültü ölçüm hesaplamaları, ölçüm periyotları ve gerekli formülasyonlar verilmiştir. Trafik modelleri ile gürültü modelleri arasındaki veri bağlantısı anlatılmıştır. Bu sebeple, kent içi ana arteri ve karayolunda gürültü ölçümleri yapılmıştır. Ölçümler trafik hacim ve ortalama hız değerleri kullanılarak modellenmiştir.

Tüm ölçümler tablolastırılarak 156 set veri elde edilmiştir. Gürültü; trafikteki araç kompozisyonu, yolun geometrik standartları, iklim ve yerleşim alanı özelliklerine bağlı olarak değiştiği için bu çalışmada sadece hız ve hacim verileri kullanılarak her kesit için ayrı regresyon modelleri geliştirilmiştir. Modelleme çalışmaları sonucunda trafik hacmi, ortalama hız ve gürültü arasında %99' varan determinasyon (belirleme) katsayıları elde edilmiştir. Yapılan çalışmada, her kesitte farklı modeller geliştirildiği için bir yerde mekandan bağımsız modeller geliştirilmiş olmaktadır. Gelecekteki çalışmalarda tüm ağı tanımlayan ve diğer faktörleri de içeren genelleştirilmiş bir modelin kurulması amaçlanmıştır.

Bu çalışma ile kent içi ve karayollarında gürültü ölçümlerinin nasıl yapılacağı, nasıl modelleneceği gösterilmiş ve eş ses eğrileri haritasının ise gelecek çalışmalarda yapılması planlanmıştır.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma 104I119 No'lu TÜBİTAK-KARİYER projesi kapsamında gerçekleştirilmiştir.

KAYNAKÇA

- [1] ÇSGB, (1997) Çevre ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı, [www. calisma.gov.tr](http://www.calisma.gov.tr).
- [2] Miller A. R., (1987) “*Noise as Health Hazard in Last, J.M. Public Health and Human Ecology*”. Appleton-Lange, East Norvvalk, Conneticut.
- [3] Ceylan, H., (2007) “*Genetik Algoritma ve Oyun Teorisi Yaklaşımları ile Şehiriçi Trafik Yönetimi*”. TUBİTAK Araştırma projesi No 4.
- [4] IMAGINE, (2007) *Improved Methods for the Assessment of the Generic Impact of Noise in the Environment*, www. Imagine-project.org.